

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Politechnika Warszawska

WYTYCZNE WYKONYWANIA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO NA POTRZEBY BUDOWNICTWA DROGOWEGO

Część 1:
Wytyczne badań
podłoża budowlanego
w drogownictwie

 NOWOCZESNE METODY
ROZPOZNANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO
W DROGOWNICTWIE

www.pgi.gov.pl/drogi
rid.agh.edu.pl

Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego.

Część 1: Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie

ZESPÓŁ AUTORSKI:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

w zakresie całego dokumentu z wyłączeniem geodezji, geofizyki w zakresie metody georadarowej, masywu skalnego i tuneli, fotogrametrii oraz teledetekcji z wyjątkiem interferometrii satelitarnej

dr Edyta Majer, dr Marta Sokołowska, dr Zbigniew Frankowski, dr Marek Barański, mgr inż. Grzegorz Pacanowski, dr Szymon Ostrowski, mgr inż. Grzegorz Ryżyński, dr Jacek Kocyla, dr inż. Maria Przyłucka, mgr Krzysztof Majer, mgr Paweł Czarniak, mgr Marcin Lasocki, mgr inż. Arkadiusz Piechota, mgr inż. Zbigniew Kowalski

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska w zakresie geodezji: metody klasyczne, satelitarne GNSS, naziemne skanowanie laserowe, metody fotogrametryczne oraz mobilne skanowanie laserowe z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych

dr inż. Łukasz Ortyl (dodatkowo w zakresie geofizyki – metoda georadarowa GPR), dr hab. inż. Tomasz Owerko, dr inż. Rafał Kocierz, dr inż. Przemysław Kuras

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska w zakresie geodezji: metody fotogrametryczne i skanerowe oraz teledetekcja z poziomu lotniczego i satelitarnego

prof. dr hab. inż. Beata Hejmanowska, dr hab. inż. Sławomir Mikrut, dr inż. Wojciech Drzewiecki, dr inż. Tomasz Pirowski

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska w zakresie geofizyki: metody elektrooporowe ERT i VES oraz metoda georadarowa GPR

dr hab. inż. Jerzy Mościcki, dr inż. Grzegorz Bania, dr inż. Jerzy Karczewski, mgr inż. Ewelina Mazurkiewicz, dr inż. Aleksandra Borecka

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii w zakresie masywu skalnego i tuneli

prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś, prof. dr hab. inż. Marek Cała, mgr inż. Malwina Kolano, mgr inż. Agnieszka Stopkowicz

Politechnika Warszawska

Wydział Inżynierii Lądowej w zakresie opiniowania

prof. dr hab. inż. Anna Siemińska-Lewandowska, dr hab. inż. Artur Zbiciak, prof. PW, dr Maciej Maślakowski, dr inż. Karol Brzeziński

WSPÓŁPRACA:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

mgr Tomasz Bąk, mgr Oktawia Błachnio, mgr Marta Chada, mgr Michał Jaros, mgr Malwina Judkowiak, mgr Monika Kozicka, mgr Marcin Lasocki, mgr Alicja Lewandowska, mgr Aleksandra Łukawska, dr Paweł Pietrzykowski, mgr Adam Roguski, mgr Izabela Samel, mgr Przemysław Sobótko, mgr Jakub Sokołowski, mgr Anna Stawicka, mgr Monika Szablowska, mgr Marta Szlasa, mgr Krzysztof Truchan, tech. Włodzimierz Wolski, tech. Jarosław Zawłocki, mgr Mateusz Żeruń

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

mgr inż. Marta Gabryś, mgr Krzysztof Kozak, mgr inż. Wojciech Pęczek, mgr Paweł Złotkowski, inż. Justyna Groniek, inż. Julita Pękla, inż. Katarzyna Więch, inż. Michał Czernecki, inż. Wojciech Sukta, inż. Szymon Walasik, inż. Konrad Majko, inż. Robert Rudnicki, inż. Szymon Stelmach, inż. Iga Stankiewicz, inż. Ilona Szymańska, inż. Witold Niewiem, Kamil Tomiak, Jarosław Gryboś, Joachim Pawliński, Adam Wala, Leszek Zieliński, mgr inż. Wojciech Adamczyk, mgr inż. Janusz Dziedzic

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

mgr inż. Ewa Kosowicz, inż. Michał Czernecki

Politechnika Warszawska

Wydział Inżynierii Lądowej

dr Małgorzata Superczyńska, mgr inż. Kazimierz Józefiak

ZESPÓŁ OPINIUJĄCY GENERALNEJ DYREKCJI DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD:

mgr Artur Ładoń, mgr Tomasz Skowera, mgr Paweł Zysk

ZESPÓŁ KONSULTACYJNY GENERALNEJ DYREKCJI DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD:

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Białymstoku

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Gdańsku

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Olsztynie

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Opolu

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Poznaniu

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Rzeszowie

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Szczecinie

**NADEŚLANE UWAGI W RAMACH PRZEPROWADZONYCH KONSULTACJI ZEWNĘTRZNYCH
ZAMIESZCZONO NA STRONIE INTERNETOWEJ PROJEKTU [HTTPS://WWW.PGI.GOV.PL/DROGI.HTML/](https://www.pgi.gov.pl/drogi.html).**

SPIS TREŚCI:

<i>Wprowadzenie</i>	11
<i>1 Przedmiot i zakres stosowania Wytycznych</i>	13
<i>2 Wymagania formalno-prawne w zakresie dokumentowania badań podłoża budowlanego w drogownictwie (stan na 30.06.2018 r.)</i>	23
2.1 Wymagany sposób postępowania podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego ..	23
2.2 Prawo geologiczne i górnicze.....	25
2.3 Prawo budowlane	28
2.4 Prawo ochrony środowiska	30
2.5 Prawo geodezyjne i kartograficzne.....	31
2.6 Prawo dotyczące zasad przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych.	33
2.7 Normy – zasady stosowania	35
2.7.1 Eurokody	35
2.7.2 Normy geodezyjne	37
<i>3 Wytyczne zbierania danych archiwalnych oraz prowadzenia wizji terenowej</i>	39
<i>4 Wytyczne projektowania badań podłoża budowlanego inwestycji drogowej</i>	41
4.1 Ustalenie celu badań podłoża budowlanego	42
4.2 Wymagania dotyczące projektowania badań podłoża budowlanego	45
4.3 Wymagania w zakresie dokumentów przedstawiających zaprojektowane badania podłoża budowlanego	48
4.3.1 Projekt robót geologicznych (PRG)	48
4.3.2 Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)	49
4.3.3 Program badań geotechnicznych (PBG)	49
<i>5 Wytyczne wykonywania badań terenowych</i>	51
5.1 Kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie	52
5.2 Pomiary i opracowania geodezyjno-kartograficzne i teledetekcyjne	53
5.3 Badania geofizyczne.....	57
5.4 Techniki wiercenia i metody pobierania prób gruntów, skał i wód podziemnych.....	59
5.5 Makroskopowe oznaczanie gruntów i skał.....	63
5.6 Sondowania i badania polowe	65
5.7 Pomiary i badania hydrogeologiczne	66
5.8 Badania środowiskowe	68
5.9 Dozór geologiczny/geotechniczny nad pracami terenowymi	69
<i>6 Wytyczne wykonywania badań laboratoryjnych</i>	71

6.1	Badania klasyfikacyjne próbek gruntów.....	71
6.1.1	Klasyfikacja gruntów.....	72
6.1.2	Chemiczne, fizyczne i wytrzymałościowe badania klasyfikacyjne próbek gruntów	72
6.2	Badania w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych próbek gruntów	74
6.2.1	Badania wytrzymałościowe próbek gruntów	74
6.2.2	Badania odkształceniowe próbek gruntów	75
6.2.3	Badania pęcznienia próbek gruntów.....	76
6.2.4	Badania zagęszczalności i nośności próbek gruntów.....	77
6.2.5	Badania przepuszczalności próbek gruntów	78
6.3	Badania próbek skał	78
6.3.1	Systemy klasyfikacyjne skał.....	79
6.3.2	Badania fizyczne i mechaniczne (geomechaniczne) próbek skał	79
6.4	Badania składu chemicznego próbek gruntów, skał i wody podziemnej.....	81
7	<i>Wytyczne przeprowadzania oceny masywu skalnego.....</i>	83
7.1	Badania polowe masywu skalnego	85
7.2	Badania laboratoryjne	85
7.3	Klasyfikacje masywu skalnego	85
8	<i>Wytyczne sporządzania dokumentacji z badań.....</i>	86
8.1	Dobór modelu podłoża budowlanego.....	86
8.2	Zasady wydzielenia warstw gruntów i skał oraz ich charakterystyka.....	90
8.3	Właściwości fizyczno-mechaniczne wydzielonych warstw gruntów i skał. Wartości parametrów geotechnicznych.....	91
8.4	Warunki budowlane w podłożu.....	94
8.4.1	Warunki hydrogeologiczne	95
8.4.2	Warunki geologiczno-inżynierskie	95
8.4.3	Warunki geotechniczne.....	96
8.5	Wymagania dotyczące dokumentów podstawowych przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego.....	96
8.5.1	Dokumentacja hydrogeologiczna (DH).....	97
8.5.2	Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH).....	98
8.5.3	Studium geologiczno-inżynierskie (SGI)	98
8.5.4	Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI)	99
8.5.5	Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)	100
8.5.6	Dokumentacja badań podłoża (DBP, GIR).....	100
8.6	Wymagania dotyczące dokumentów uzupełniających przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego.....	101
8.7	Dokumentacja badań w formie dokumentu elektronicznego	101
9	<i>Wytyczne gromadzenia, przetwarzania, aktualizowania i archiwizowania danych o podłożu budowlanym</i>	102
9.1	Zalecenia do prowadzenia dokumentacji projektowej w technologii GIS i BIM.....	102
9.2	Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym	107

10	<i>Wytyczne kontroli i odbioru prac dokumentacyjnych</i>	112
10.1	Kontrola potencjału technicznego wykonawcy badań podłoża budowlanego	112
10.2	Kontrola realizacji badań terenowych.....	112
10.3	Kontrola realizacji badań laboratoryjnych	113
10.4	Kontrola opracowań.....	114
10.5	Odbiór opracowań	115
	<i>Załączniki</i>	116
	Załącznik 1 Terminologia.....	117
	Załącznik 1.1 Terminologia ogólna	117
	Załącznik 1.2 Terminologia dotycząca normalizacji.....	117
	Załącznik 1.3 Terminologia dotycząca obszaru badań	117
	Załącznik 1.4 Terminologia dotycząca uczestników procesu dokumentowania badań podłoża budowlanego	118
	Załącznik 1.5 Terminologia dotycząca dokumentowania i badań podłoża budowlanego	119
	Załącznik 1.6 Terminologia dotycząca warunków geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych	122
	Załącznik 1.7 Terminologia dotycząca modelu geologicznego	125
	Załącznik 1.8 Terminologia dotycząca właściwości fizyczno-mechanicznych oraz parametrów geotechnicznych gruntów i skał	126
	Załącznik 1.9 Terminologia dotycząca geodezji, kartografii i teledetekcji	126
	Załącznik 1.10 Terminologia dotycząca budownictwa	129
	Załącznik 1.11 Terminologia dotycząca badań terenowych i laboratoryjnych.....	132
	Załącznik 1.12 Terminologia dotycząca graficznego przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego	135
	Załącznik 1.13 Terminologia dotycząca dokumentów odnoszących się do badań podłoża budowlanego	140
	Załącznik 1.14 Terminologia dotycząca systemów informacji przestrzennej (GIS) i baz danych o podłożu budowlanym	144
	Załącznik 2 Zalecany katalog metod badawczych	146
	Załącznik 3 Zakres prac dotyczących zbierania i analizy informacji o terenie i danych o podłożu budowlanym	150
	Załącznik 3.1 Zbieranie informacji o terenie i podłożu budowlanym.....	150
	Załącznik 3.2 Analiza zebranych informacji o terenie i podłożu budowlanym.....	157
	Załącznik 3.3 Analiza dostępnych danych geodezyjnych i kartograficznych.....	158
	Załącznik 3.4 Wizja terenowa	159
	Załącznik 4 Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego inwestycji drogowej	161
	Załącznik 4.1 Wymagania w zakresie zbierania dostępnych informacji o terenie i podłożu budowlanym na etapie Studium Korytarzowego (SK)	161
	Załącznik 4.2 Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego (STES) lub Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego z elementami Koncepcji Programowej (STES-R Etap I)	161
	Załącznik 4.2.1 Kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie	162
	Załącznik 4.2.2 Pomiar geodezyjne.....	163
	Załącznik 4.2.3 Badania geofizyczne.....	164
	Załącznik 4.2.4 Wiercenia i sondowania	165
	Załącznik 4.2.5 Badania laboratoryjne	167
	Załącznik 4.2.6 Liczba przekrojów.....	168

Załącznik 4.3	Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie Koncepcji Programowej (KP) lub Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego z elementami Koncepcji Programowej (STES-R Etap II).....	168
Załącznik 4.3.1	Kartowanie geologiczno-inżynierskie	169
Załącznik 4.3.2	Pomiary geodezyjne.....	170
Załącznik 4.3.3	Badania geofizyczne.....	171
Załącznik 4.3.4	Wiercenia i sondowania	178
Załącznik 4.3.5	Badania laboratoryjne	185
Załącznik 4.3.6	Liczba przekrojów.....	190
Załącznik 4.4	Wymagania w zakresie projektowanie badań podłoża budowlanego na etapie Projektu budowlanego (PB)	191
Załącznik 4.5	Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie budowy (B).....	193
Załącznik 4.6	Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie eksploatacji (E).....	194
Załącznik 4.6.1	Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie remontu (R)	194
Załącznik 4.6.2	Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie przebudowy (P)	195
Załącznik 4.7	Listy kontrolne dotyczące dokumentów przedstawiających zaprojektowane badania podłoża budowlanego	197
Załącznik 4.7.1	Lista kontrolna – projekt robót geologicznych (PRG) i dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG).....	197
Załącznik 4.7.2	Lista kontrolna – program badań geotechnicznych (PBG).....	201
Załącznik 4.8	Przykładowy wzór kosztorysu powykonawczego na badania podłoża budowlanego	203
Załącznik 5	Zakres kartowania geologiczno-inżynierskiego.....	206
Załącznik 6	Pomiary geodezyjne – metodyka pomiarów i opracowania geodezyjno-kartograficzne.....	208
Załącznik 6.1	Metody pomiarów geodezyjnych	208
Załącznik 6.2	Geodezyjne pomiary punktów dokumentacyjnych w tym profili geofizycznych	208
Załącznik 6.3	Aktualizacja wielkoskalowych podkładów mapowych.....	209
Załącznik 6.4	Pomiary fotogrametryczne i skaniny laserowe z pułapu lotniczego	209
Załącznik 6.5	Pomiary fotogrametryczne oraz pomiary wykonywane technologią skaningu laserowego z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych.....	214
Załącznik 6.6	Pomiary wykonywane technologią naziemnego skaningu laserowego	219
Załącznik 6.7	Forma przedstawienia zaktualizowanych danych geodezyjno-kartograficznych oraz pomiarów geodezyjnych	222
Załącznik 7	Pomiary teledetekcyjne – metodyka tworzenia map.....	225
Załącznik 7.1	Metody pomiarów teledetekcyjnych.....	225
Załącznik 7.2	Metodyka tworzenia map pionowych przemieszczeń powierzchni terenu na podstawie technologii InSAR.....	227
Załącznik 7.3	Metodyka tworzenia mapy użytkowania i pokrycia terenu	232
Załącznik 7.4	Metodyka tworzenia mapy rozkładu wilgotności podłoża budowlanego .	233
Załącznik 7.5	Metodyka tworzenia numerycznego modelu terenu - NMT	237
Załącznik 7.6	Metodyka tworzenia mapy geomorfologicznej.....	238
Załącznik 8	Metodyka badań geofizycznych	242
Załącznik 8.1	Możliwości wyznaczania cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał za pomocą badań geofizycznych	242
Załącznik 8.2	Metody elektrooporowe.....	242
Załącznik 8.2.1	Sondowania elektrooporowe (VES)	242
Załącznik 8.2.2	Tomografia elektrooporowa (ERT)	246

Załącznik 8.3	Metody sejsmiczne (SR, SRP, SRT, MASW, SASW, CSWS, DH, UH, CH, SBT)	248
Załącznik 8.4	Metoda georadarowa (GPR).....	252
Załącznik 8.5	Metoda konduktometryczna (GCM)	253
Załącznik 8.6	Metoda grawimetryczna (GRAW)	254
Załącznik 8.7	Forma przedstawienia zaprojektowanych badań geofizycznych oraz wyników wykonanych badań geofizycznych	256
Załącznik 9	Wiercenia i pobór prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych	261
Załącznik 9.1	Techniki wiertnicze	261
Załącznik 9.2	Ustalanie kategorii pobierania prób gruntów i skał oraz klasy jakości prób gruntów	268
Załącznik 9.3	Zalecenia dobierania próbników do pobierania prób gruntów	272
Załącznik 10	Makroskopowe oznaczanie gruntów, skał i zwietrzelin	273
Załącznik 10.1	Makroskopowe oznaczanie gruntów	273
Załącznik 10.1.1	Makroskopowe oznaczanie gruntów na podstawie aktualnych norm klasyfikacyjnych	273
Załącznik 10.1.2	Makroskopowe oznaczanie gruntów na podstawie wycofanych norm klasyfikacyjnych	276
Załącznik 10.2	Makroskopowe oznaczanie skał i zwietrzelin	277
Załącznik 10.2.1	Makroskopowe oznaczanie skał na podstawie aktualnych norm klasyfikacyjnych	279
Załącznik 10.2.2	Makroskopowe oznaczanie skał na podstawie wycofanych norm klasyfikacyjnych	281
Załącznik 11	Sondowania	284
Załącznik 11.1	Zasady dobierania sondowań do warunków gruntowych	284
Załącznik 11.2	Wykaz wybranych cech fizyczno-mechanicznych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych gruntów i skał możliwych do wyznaczenia na podstawie sondowań oraz polowych badań nośności i zagęszczenia	285
Załącznik 12	Badania hydrogeologiczne w otworach wiertniczych	290
Załącznik 13	Badania laboratoryjne	292
Załącznik 13.1	Zasady klasyfikowania gruntów	292
Załącznik 13.2	Zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek gruntów	293
Załącznik 13.3	Zasady klasyfikowania skał	296
Załącznik 13.4	Zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek skał	297
Załącznik 14	Masyw skalny	300
Załącznik 14.1	Kartowanie geologiczno-inżynierskie	300
Załącznik 14.2	Wiercenia badawcze	300
Załącznik 14.3	Badania geofizyczne	301
Załącznik 14.4	Badania właściwości hydraulicznych masywu skalnego, pomiary i obserwacje poziomu zwierciadła wody podziemnej	302
Załącznik 14.5	Pomiar pierwotnego stanu naprężenia	302
Załącznik 14.6	Badania polowe parametrów wytrzymałościowych	303
Załącznik 14.6.1	Wytrzymałość na ściskanie	303
Załącznik 14.6.2	Wytrzymałość na ścinanie	303
Załącznik 14.7	Badania polowe parametrów odkształceniowych	303
Załącznik 14.8	Metody polowe oparte na pomiarach w otworach wiertniczych lub pomiarach punktowych na konturze obiektu podziemnego	304
Załącznik 14.9	Klasyfikacje masywu skalnego	304
Załącznik 14.9.1	Klasyfikacja Bieniawskiego (RMR)	304
Załącznik 14.9.2	Klasyfikacja Bartona, Liena i Lunde (Q)	306
Załącznik 14.9.3	Klasyfikacja Hoeka - Browna (GSI)	309
Załącznik 15	Wytyczne wydzielania warstw gruntów i skał	311
Załącznik 15.1	Wytyczne wydzielania warstw geologiczno-inżynierskich	311

Załącznik 15. 2	Zasady wydzielenia warstw geotechnicznych	313
Załącznik 15. 3	Słowniki na potrzeby wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych	315
Załącznik 15. 3. 1	Słownik stratygrafii.....	315
Załącznik 15. 3. 2	Słownik genezy	317
Załącznik 15. 3. 3	Słownik litologii skał	320
Załącznik 15. 3. 4	Słownik litologii gruntów na podstawie normy PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2	322
Załącznik 15. 3. 5	Słownik litologii gruntów na podstawie normy PN-B-02480	323
Załącznik 15. 3. 6	Słownik do tworzenia symboli warstw litologicznych wraz z paletą barw	326
Załącznik 16	Wykaz cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał wykorzystywanych w dokumentowaniu badań podłoża budowlanego	329
Załącznik 16. 1	Wykaz cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów	329
Załącznik 16. 2	Wykaz cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych skał	331
Załącznik 17	Warunki geologiczno-inżynierskie	334
Załącznik 17. 1	Ustalanie warunków geologiczno-inżynierskich	334
Załącznik 17. 2	Ocena warunków geologiczno-inżynierskich	338
Załącznik 17. 3	Ocena ryzyka geologicznego	339
Załącznik 17. 3. 1	Identyfikacja ryzyka geologicznego	339
Załącznik 17. 3. 2	Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich	341
Załącznik 17. 3. 3	Ocena wpływu inwestycji na środowisko geologiczne	342
Załącznik 18	Część tekstowa i graficzna dokumentów przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego	343
Załącznik 18. 1	Treść i sposób opracowania części tekstowej	343
Załącznik 18. 2	Treść i forma części graficznej	344
Załącznik 18. 3	Zawartość załączników graficznych.....	347
Załącznik 18. 3. 1	Schemat konstrukcji otworu wiertniczego	347
Załącznik 18. 3. 2	Karta obserwacji terenowych	348
Załącznik 18. 3. 3	Karta badania geofizycznego	349
Załącznik 18. 3. 4	Karta otworu wiertniczego	349
Załącznik 18. 3. 5	Karta sondowania.....	350
Załącznik 18. 3. 6	Karta badania laboratoryjnego	351
Załącznik 18. 3. 7	Przekrój hydrogeologiczny	351
Załącznik 18. 3. 8	Przekrój geofizyczny	352
Załącznik 18. 3. 9	Przekrój geofizyczno-geologiczny	352
Załącznik 18. 3. 10	Przekrój geologiczno-inżynierski	353
Załącznik 18. 3. 11	Przekrój geotechniczny	353
Załącznik 18. 3. 12	Mapa	354
Załącznik 18. 4	Listy kontrolne dotyczące dokumentów przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego	355
Załącznik 18. 4. 1	Lista kontrolna – dokumentacja hydrogeologiczna (DH) i dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH)	355
Załącznik 18. 4. 2	Lista kontrolna – studium geologiczno-inżynierskie (SGI)	358
Załącznik 18. 4. 3	Lista kontrolna – dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI) i dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)	361
Załącznik 18. 4. 4	Lista kontrolna – dokumentacja badań podłoża (DBP).....	366
Załącznik 18. 5	Wymagania do dokumentacji w zakresie dokumentu elektronicznego ..	369
Załącznik 19	Wymagania do przygotowania danych cyfrowych	371
Załącznik 19. 1	Wymagania ogólne do przygotowania danych cyfrowych	371
Załącznik 19. 2	Wymagania do przygotowania dokumentacji tekstowej	374

Załącznik 19. 3	Wymagania do przygotowania danych otworowych.....	374
Załącznik 19. 4	Wymagania do przygotowania przekrojów	376
Załącznik 19. 5	Wymagania do przygotowania badań laboratoryjnych.....	377
Załącznik 19. 6	Dane geofizyczne - wymagania do przygotowania	378
Załącznik 19. 7	Dane geodezyjne - wymagania do przygotowania	379
Załącznik 19. 8	Dane teledetekcyjne - wymagania do przygotowania.....	380
Załącznik 19. 9	Mapy tematyczne - wymagania do przygotowania	381
Załącznik 19. 10	Organizacja plików w strukturach katalogowych	381
Załącznik 20	Wzory protokołów kontroli.....	386
Załącznik 20. 1	Protokół kontroli potencjału wykonawcy badań podłoża budowlanego	386
Załącznik 20. 2	Protokół kontroli prac terenowych.....	389
Załącznik 20. 3	Protokół kontroli prac laboratoryjnych	391
Załącznik 21	Spis wykorzystanych materiałów	393
Załącznik 21. 1	Przepisy prawne	393
Załącznik 21. 2	Normy	395
Załącznik 21. 2. 1	Normy ogólne dotyczące projektowania, wykonywania i dokumentowania badań podłoża budowlanego.....	395
Załącznik 21. 2. 2	Normy klasyfikacyjne	396
Załącznik 21. 2. 3	Normy dotyczące badań polowych	396
Załącznik 21. 2. 4	Normy dotyczące badań hydrogeologicznych.....	398
Załącznik 21. 2. 5	Normy dotyczące badań laboratoryjnych.....	398
Załącznik 21. 2. 6	Normy dotyczące formatów danych	400
Załącznik 21. 2. 7	Normy geodezyjne	400
Załącznik 21. 3	Wytyczne i instrukcje	401
Załącznik 21. 3. 1	Zarządzenia i Instrukcje Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad	401
Załącznik 21. 3. 2	Wytyczne Ministerstwa Środowiska (MŚ) i Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB)	402
Załącznik 21. 3. 3	Instrukcje Instytutu Techniki Budowlanej (ITB)	402
Załącznik 21. 3. 4	Instrukcje Polskich Kolei Państwowych, Polskich Linii Kolejowych S.A. (PKP PLK S.A)	402
Załącznik 21. 4	Literatura	402
Załącznik 22	Spis skrótów i symboli	406
Załącznik 23	Spis tabel	416
Załącznik 24	Spis rysunków	420

Wprowadzenie

Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego składają się z trzech części:

- Część 1: Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie,
- Część 2: Wytyczne do oceny stateczności skarp i zboczy na potrzeby budownictwa drogowego,
- Część 3: Geomonitoring. Monitoring podłoża budowlanego i elementów konstrukcyjnych.

Niniejszy dokument - Część 1 *Wytycznych* - dotyczy dokumentowania badań podłoża budowlanego inwestycji drogowych w zakresie dróg krajowych zarządzanych przez Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad. Dokument podlegał konsultacjom z przedstawicielami Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) oraz konsultacjom zewnętrznym.

Wytyczne zawierają minimalne wymagania odnośnie zakresu prac dokumentacyjnych w tym badań podłoża budowlanego, które dostosowano do sposobu prowadzenia inwestycji drogowych w GDDKiA (zarządzenia nr 17/2009 i 58/2015).

Przedmiot i zakres stosowania *Wytycznych* odpowiada na potrzeby GDDKiA, jako zamawiającego w świetle ustawy prawo zamówień publicznych, a także jako zarządzającego drogami krajowymi na podstawie ustawy o drogach publicznych.

W dokumencie uwzględniono obowiązujące przepisy prawa ochrony środowiska, prawa geologicznego i górniczego oraz prawa budowlanego, w szczególności rozporządzenia w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.

Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad, zgodnie z zapisami ustawy o drogach publicznych, zarządza drogami krajowymi, do których zalicza się m.in. autostrady i drogi ekspresowe oraz drogi leżące w ich ciągach do czasu wybudowania autostrad i dróg ekspresowych. Jednocześnie, zgodnie z zapisami rozporządzenia w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, autostrady i drogi ekspresowe to przedsięwzięcia mogące zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, które zgodnie z rozporządzeniem w sprawie geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, zalicza się do trzeciej kategorii geotechnicznej, bez względu na stopień skomplikowania warunków gruntowych występujących w podłożu budowlanym inwestycji drogowej.

Z zarządzeń Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad nr 17/2009 i 58/2015 wynika, że rozpoznanie podłoża budowlanego inwestycji drogowej jest wieloetapowe, a każdy etap kończy się osiągnięciem określonych efektów oraz uzyskaniem odpowiednich pozwoleń, zgód, decyzji. Dodatkowo kontrakty prowadzone są w dwóch formułach:

- *Projektuj i buduj (P&B)*,
- *Buduj (B)*.

W zależności od przyjętej formuły, ryzyko za rozpoznanie oraz badania podłoża budowlanego ponosi:

- zamawiający (GDDKiA) na etapach studiów i etapie koncepcji programowej w formule *Projektuj i buduj* oraz na etapie projektu budowlanego w przypadku formuły *Buduj*,
- wykonawca (Generalny Wykonawca, Inżynier Kontraktu, Projektant) na etapach projektu budowlanego, budowy i eksploatacji w formule *Projektuj i buduj* lub etapach budowy i eksploatacji w przypadku formuły *Buduj*.

Spodziewanym efektem wdrożenia *Wytycznych* ma być zmniejszenie ryzyka w zakresie rozpoznania podłoża budowlanego ze strony zamawiającego (GDDKiA). Wobec tego w dokumencie założono obligatoryjny, minimalny zakres prac dokumentacyjnych w tym badań

podłoża budowlanego na tych etapach procesu inwestycyjnego, gdzie ryzyko za rozpoznanie podłoża budowlanego ponosi zamawiający oraz dobrowolność wykonania badań podłoża budowlanego na pozostałych etapach.

Wytyczne są skierowane do wielu grup zawodowych biorących udział w procesie inwestycyjnym. W związku z tym uczestnicy tego procesu powinni korzystać z tych elementów dokumentu, które dotyczą ich roli w dokumentowaniu podłoża budowlanego.

Rekomenduje się, aby *Wytyczne* były implementowane przez pozostałych zarządców dróg i inwestorów krajowych w celu wprowadzania standardów w wykonywaniu prac dokumentacyjnych w zakresie rozpoznania i badania podłoża budowlanego. Ogólnokrajowa standaryzacja umożliwi wymianę danych i doświadczeń oraz porównanie informacji o podłożu budowlanym, otaczającym środowisku, a także zmianach jakie w nim zachodzą w związku z powstawaniem i eksploatacją dróg publicznych.

1 Przedmiot i zakres stosowania Wytycznych

Przedmiotem opracowania są wytyczne dokumentowania badań podłoża budowlanego dróg krajowych zarządzanych przez Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad na etapach przygotowania, realizacji i eksploatacji inwestycji drogowych¹.

Wytyczne to zbiór wymagań, zasad i zaleceń² określających sposób postępowania podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego. Dokumentowanie badań podłoża budowlanego polega na wykonywaniu prac dokumentacyjnych obejmujących (Rysunek 1):

- zbieranie dostępnych informacji o terenie i danych archiwalnych o podłożu budowlanym,
- projektowanie i wykonywanie badań podłoża budowlanego w tym badań terenowych i laboratoryjnych,
- przetwarzanie, interpretację, analizę i ocenę wyników badań podłoża budowlanego,
- przedstawianie wyników badań podłoża budowlanego w odpowiedniej formie,
- gromadzenie, archiwizowanie i udostępnianie danych o podłożu budowlanym.

Prace dokumentacyjne prowadzi się w określonym celu, przez osoby posiadające odpowiednią wiedzę i doświadczenie, na podstawie wymagań inwestora, przepisów prawa, norm oraz literatury branżowej.



Rysunek 1 Zakres prac dokumentacyjnych

¹ Proces inwestycyjny obejmuje etapy przygotowania, realizacji i eksploatacji inwestycji drogowych co wynika z wewnętrznych procedur i zarządzeń GDDKiA (m.in. zarządzenia 17/2009, 58/2015) oraz z obowiązujących przepisów prawa krajowego (stan na 30.06.2018 r.).

² Wymagania (W) należy rozumieć, jako czynności obligatoryjne i niezbędne do stosowania, od których nie ma odstępstw. W wytycznych stosuje się pojęcie niewymagany (NW), czyli nieobligatoryjny do stosowania, wykonywany opcjonalnie lub w uzgodnieniu z inwestorem. Zalecenia (Z) zdefiniowano, jako rekomendacje do stosowania, wynikające z dobrych praktyk, norm i doświadczenia, nieobligatoryjne. Zalecenia mogą mieć ograniczoną przydatność do stosowania (zalecane z ograniczeniami - Z/O) lub mogą być nieprzydatne z uwagi na np.: cel badań, metodykę, koszt, czasochłonność, warunki stosowania metody (niezalecane - NZ). Zasady (S) to standardowy sposób postępowania, ustalony na mocy przepisów prawa, norm lub literatury branżowej, od których są odstępstwa w uzasadnionych przypadkach.

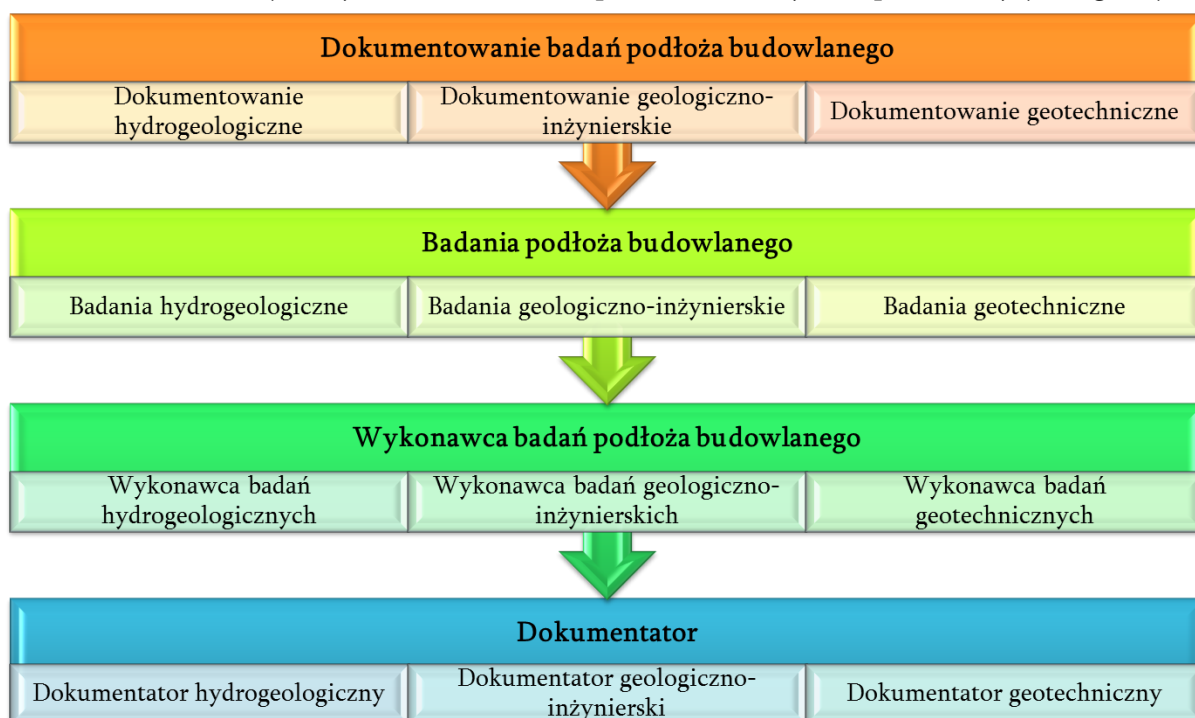
Projektowane i wykonywane w ramach prac dokumentacyjnych badania podłoża budowlanego to zespół czynności terenowych i laboratoryjnych prowadzonych w określonym celu, na obszarze badań i w laboratorium, zgodnie z dokumentem zawierającym projektowane badania, których zakres został dostosowany do etapu procesu inwestycyjnego.

Z uwagi na krajowe przepisy prawa w *Wytycznych* zastosowano następujący podział dokumentowania i badań podłoża budowlanego (Rysunek 2):

- dokumentowanie i badania hydrogeologiczne prowadzone zgodnie z zapisami ustawy prawo geologiczne i górnicze, obejmujące strefę przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich),
- dokumentowanie i badania geologiczno-inżynierskie prowadzone zgodnie z zapisami ustawy prawo geologiczne i górnicze, dotyczące strefy stwierdzonego lub przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich) oraz strefy stwierdzonego lub przewidywanego wpływu środowiska geologicznego na obiekty i procesy wywołane przez budownictwo (strefa oddziaływań geologicznych),
- dokumentowanie i badania geotechniczne prowadzone zgodnie z zapisami ustawy prawo budowlane, odnoszące się do strefy stwierdzonego lub przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich).

Podczas dokumentowania hydrogeologicznego, geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego korzysta się z tych samych narzędzi, norm oraz dobrych praktyk w celu ich wzajemnego uzupełniania i porównywania.

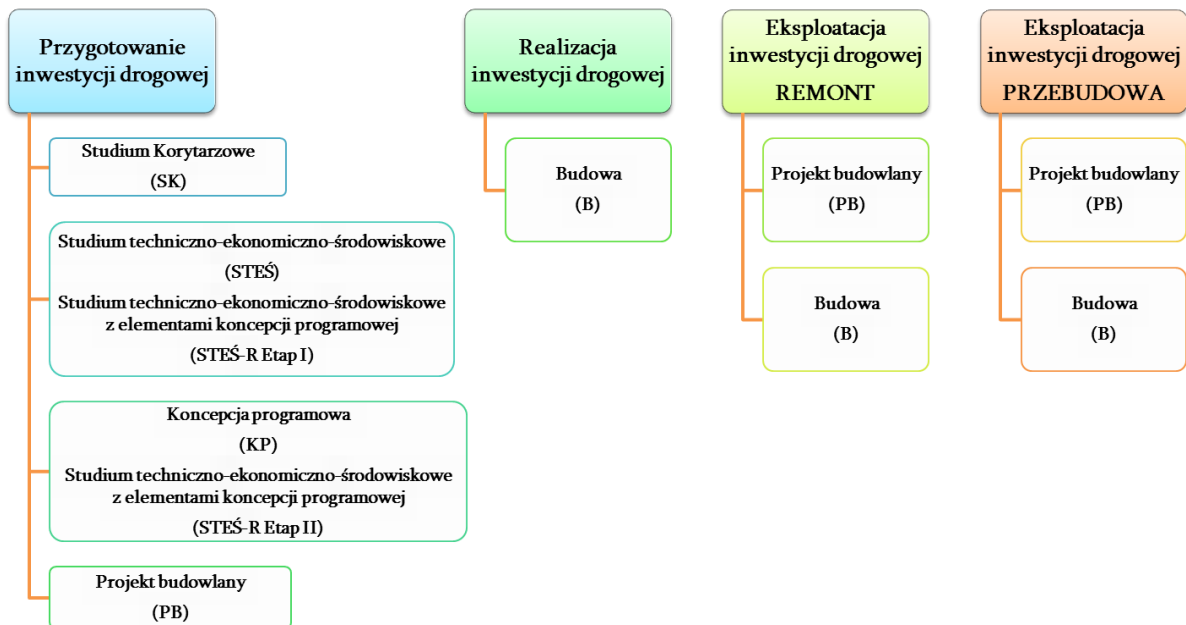
W trakcie całego procesu inwestycyjnego obowiązkowo gromadzi się dane o terenie, środowisku geologicznym oraz zmianach, jakie w nich zachodzą wskutek budowy i eksploatacji dróg w celu dostarczania informacji wszystkim uczestnikom procesu na każdym etapie inwestycji drogowej.



Rysunek 2 Dokumentowanie badań podłoża budowlanego

Wytyczne mają zastosowanie do etapów przygotowania, realizacji i eksploatacji inwestycji drogowych wskazanych w zarządzeniach Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad, na których prowadzi się dokumentowanie badań podłoża budowlanego (Rysunek 3):

- Studium Korytarzowe (SK),
- Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe (STEŚ),
- Koncepcja Programowa (KP),
- Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe z elementami Koncepcji Programowej (STEŚ-R Etap I, Etap II),
- Projekt budowlany (PB) na etapie przygotowania inwestycji drogowej oraz na etapie eksploatacji drogi w zakresie remontu (R) i przebudowy (P),
- Budowa (B) na etapie realizacji oraz eksploatacji drogi w zakresie remont (R) i przebudowy (P).



Rysunek 3 Etapy procesu inwestycyjnego

Obszar badań, na którym prowadzi się prace dokumentacyjne w tym wykonuje terenowe badania podłoża budowlanego obejmuje (Rysunek 4, definicje Załącznik 1. 3):

- korytarz (SK), wariant (STEŚ, STEŚ-R Etap I) lub pas drogowy (STEŚ-R Etap II, KP, PB, B) w tym:
 - obiekt drogowy (OD),
 - drogowe obiekty inżynierskie (DOI),
 - wyposażenie techniczne dróg (WTD),
 - infrastrukturę techniczną niezwiązaną z drogą (ITND),
 - inne obiekty (IO),
- strefę buforową (SB),
- strefę zagrożeń (SZ),
- rejon i region (RiR).



Rysunek 4 Obszar badań (definicje Załącznik 1. 3)

Dokumentowanie badań podłoża budowlanego dotyczy następujących klas dróg zarządzanych przez Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad:

- A - autostrady,
- S - drogi ekspresowe,
- GP - drogi główne ruchu przyspieszonego,
- G - drogi główne,
- Z - drogi zbiorcze,
- L - drogi lokalne,
- D - drogi dojazdowe.

W *Wytycznych* określono:

- minimalny zakres prac dokumentacyjnych (Tabela 1, Tabela 2, rozdział 4, Załącznik 4),
- minimalny zakres badań podłoża budowlanego (Tabela 3, Tabela 4, rozdział 4, Załącznik 4)

konieczny do wykonania, w zależności od etapów procesu inwestycyjnego oraz przyjętego systemu prowadzenia inwestycji (Projektuj i buduj, Buduj).

W *Wytycznych* wskazano, że badania podłoża budowlanego wykonane na wcześniejszych etapach procesu inwestycyjnego (badania archiwalne) stanowią podstawę do zaprojektowania badań podłoża budowlanego na kolejnym etapie (badania projektowane), zaś zsumowany zakres badań: archiwalnych i projektowanych musi spełniać minimalny zakres badań dla danego etapu inwestycyjnego (rozdział 4, Załącznik 4).

Podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego wymaga się zapoznania oraz stosowania terminów i definicji podanych w załączniku (Załącznik 1). Pozostałe określenia powinny być zgodne z zapisami umów/kontraktów, opisów przedmiotu zamówienia, przepisami prawa krajowego oraz aktualnymi normami (w szczególności PN-EN 1997-1, PN-EN 1997-2).

W *Wytycznych* stosuje się terminologię gruntów i skał zgodną z normami: PN-EN ISO 14688-1, PN-EN ISO 14688-2, PN-EN ISO 14689.

Wytyczne są przeznaczone do stosowania łącznie z wymaganiami inwestora, obowiązującymi przepisami prawa oraz Polskimi Normami (Załącznik 21), których status należy sprawdzać przed każdym etapem projektowania i wykonywania badań podłoża budowlanego. W badaniach podłoża budowlanego można stosować normy wycofane z katalogu Norm Polskich, normy zagraniczne lub

zwalidowane procedury badawcze po podaniu uzasadnienia.

Przy projektowaniu i wykonywaniu badań podłoża budowlanego należy stosować katalog metod badawczych podany w załączniku (Załącznik 2) oraz zapisy Eurokodu 7.

Tabela 1 Zakres prac dokumentacyjnych na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego w systemie Projektuj i Buduj

Etapy procesu inwestycyjnego Zakres prac dokumentacyjnych	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji ¹⁾	
	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB	B	R/P	
						PB	B
Zbieranie dostępnych informacji o terenie i jego podłożu budowlanym w tym wizja terenowa	Z	W	W	W	W	W	W
Projektowanie badań podłoża budowlanego	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Wykonywanie badań podłoża budowlanego (badania terenowe i laboratoryjne)	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Przetwarzanie, interpretacja i analiza wyników badań	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Ocena wyników badań	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Przedstawianie wyników badań	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Gromadzenie wyników badań	NW	W	W	W	W	W	W
Archiwizowanie wyników badań	NW	W	W	W	W	W	W
Formuła realizowania kontraktu	Strona umowy/kontraktu podejmująca decyzję o konieczności wykonania prac dokumentacyjnych oraz określająca zakres prac dokumentacyjnych						
Projektuj i buduj	Zamawiający (GDDKiA)			Wykonawca (strona umowy/kontraktu) po uzyskaniu akceptacji inżyniera kontraktu			
W - wymagane; NW - niewymagane; Z- zalecane;							
¹⁾ Odstępstwa, od podanych zasad zawiera Załącznik 4, które dotyczą badań na etapie eksploatacji (Załącznik 4. 6)							

Tabela 2 Zakres prac dokumentacyjnych na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego w systemie Buduj

Etapy procesu inwestycyjnego Zakres prac dokumentacyjnych	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji ¹⁾	
	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB	B	R/P	
						PB	B
Zbieranie dostępnych informacji o terenie i jego podłożu budowlanym w tym wizja terenowa	Z	W	W	W	W	W	W
Projektowanie badań podłoża budowlanego	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Wykonywanie badań podłoża budowlanego (badania terenowe i laboratoryjne)	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Przetwarzanie, interpretacja i analiza wyników badań	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Ocena wyników badań	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Przedstawianie wyników badań	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Gromadzenie wyników badań	NW	W	W	W	W	W	W
Archiwizowanie wyników badań	NW	W	W	W	W	W	W
Formuła realizowania kontraktu	Strona umowy/kontraktu podejmująca decyzję o konieczności wykonania prac dokumentacyjnych oraz określająca zakres prac dokumentacyjnych						
Buduj	Zamawiający (GDDKiA)				Wykonawca (strona umowy/kontraktu) po uzyskaniu akceptacji inżyniera kontraktu		
W - wymagane; NW - niewymagane; Z- zalecane;							
¹⁾ Odstępstwa, od podanych zasad zawiera Załącznik 4, które dotyczą badań na etapie eksploatacji (Załącznik 4. 6)							

Tabela 3 Zakres badań podłoża budowlanego na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego w systemie Projektuj i Buduj

Rodzaj badań podłoża budowlanego	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji ¹⁾	
	SK	STEŚ	KP	PB	B	R/P	
		STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II			PB	B
Kartowanie hydrogeologiczne	NW	W	Z	Z	Z	Z	Z
Kartowanie geologiczno-inżynierskie	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Pomiary geodezyjne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne	NW	Z	Z	Z	Z	Z	Z
Badania geofizyczne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Wiercenia w tym makroskopowe oznaczenie gruntów i skał oraz pobór prób gruntów, skał i wód podziemnych do badań laboratoryjnych	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Sondowania i badania polowe	NW	Z	W	Z	Z	Z	Z
Badania laboratoryjne	NW	Z	W	Z	Z	Z	Z
Badania hydrogeologiczne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Badania środowiskowe	NW	W	W	W	W	W	W
Formuła realizowania kontraktu	Strona umowy/kontraktu podejmująca decyzję o konieczności wykonania badań podłoża budowlanego i określająca zakres badań podłoża budowlanego						
Projektuj i buduj	Zamawiający (GDDKiA)			Wykonawca (strona umowy/kontraktu) po uzyskaniu akceptacji inżyniera kontraktu			
W - wymagane; NW - niewymagane; Z - zalecane; ¹⁾ Odstępstwa od podanych zasad zawiera Załącznik 4, które dotyczą: <ul style="list-style-type: none"> ✓ badań laboratoryjnych próbek skał pobieranych z otworów wykonywanych pod tunele na etapie STEŚ, STEŚ-R Etap I (Załącznik 4. 2. 5), ✓ badań konstrukcji nawierzchni drogowej metodą georadarową GPR oraz badań nośności i zagęszczenia na etapie eksploatacji (Załącznik 4. 6) 							

Tabela 4 Zakres badań podłoża budowlanego na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego w systemie Buduj

Rodzaj badań podłoża budowlanego	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji ¹⁾	
	SK	STEŚ	KP	PB	B	R/P	
		STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II			PB	B
Kartowanie hydrogeologiczne	NW	W	Z	Z	Z	Z	Z
Kartowanie geologiczno-inżynierskie	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Pomiary geodezyjne	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne	NW	Z	Z	Z	Z	Z	Z
Badania geofizyczne	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Wiercenia w tym makroskopowe oznaczenie gruntów i skał oraz pobór prób gruntów, skał i wód podziemnych do badań laboratoryjnych	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Sondowania i badania polowe	NW	Z ¹⁾	W	W	Z	Z	Z
Badania laboratoryjne	NW	Z ¹⁾	W	W	Z	Z	Z
Badania hydrogeologiczne	NW	W	W	W	Z	Z	Z
Badania środowiskowe	NW	W	W	W	W	W	W
Formuła realizowania kontraktu	Strona umowy/kontraktu podejmująca decyzję o konieczności wykonania badań podłoża budowlanego i określająca zakres badań podłoża budowlanego						
Buduj (tradycyjny)	Zamawiający (GDDKiA)			Wykonawca (strona umowy/kontraktu) po uzyskaniu akceptacji inżyniera kontraktu			
W - wymagane; NW - niewymagane; Z - zalecane; ¹⁾ Odstępstwa od podanych zasad zawiera Załącznik 4, które dotyczą: <ul style="list-style-type: none"> ✓ badań laboratoryjnych próbek skał pobieranych z otworów wykonywanych pod tunele na etapie STEŚ, STEŚ-R Etap I (Załącznik 4. 2. 5), ✓ badań konstrukcji nawierzchni drogowej metodą georadarową GPR oraz badań nośności i zagęszczenia na etapie eksploatacji (Załącznik 4. 6) 							

Zaprojektowane badania podłoża budowlanego oraz wyniki wykonanych badań przedstawia się w:

- dokumentach podstawowych,
- dokumentach uzupełniających.

Dokument uzupełniający można zastąpić rozdziałem w dokumencie podstawowym.

Wytyczne zawierają wymagania odnośnie następujących podstawowych dokumentów dotyczących badań podłoża budowlanego (Rysunek 5, Tabela 5, rozdział 8.5):

- dokumenty obejmujące zaprojektowane badania podłoża budowlanego:
 - Projekt robót geologicznych (PRG),
 - Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG),
 - Program badań geotechnicznych (PBG),
- dokumenty przedstawiające wyniki badań podłoża budowlanego i prac dokumentacyjnych:
 - Studium geologiczno-inżynierskie (SGI),
 - Dokumentacja hydrogeologiczna (DH),
 - Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH),
 - Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI),
 - Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI),
 - Dokumentacja badań podłoża³ (DBP (GIR – ang. Ground Investigation Report)).

Wytyczne nie dotyczą opinii geotechnicznej (OG) i projektu geotechnicznego (PG (GDR – ang. Geotechnical Design Report)).

DOKUMENTOWANIE HYDROGEOLOGICZNE	DOKUMENTOWANIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE	DOKUMENTOWANIE GEOTECHNICZNE
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Projekt robót geologicznych (PRG)	<input type="checkbox"/> Studium geologiczno-inżynierskie (SGI)	<input type="checkbox"/> Opinia geotechniczna (OG) (jeśli zawiera wyniki badań podłoża)
<input type="checkbox"/> Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)	<input type="checkbox"/> Projekt robót geologicznych (PRG)	<input type="checkbox"/> Program badań geotechnicznych (PBG)
<input type="checkbox"/> Dokumentacja hydrogeologiczna (DH)	<input type="checkbox"/> Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)	<input type="checkbox"/> Dokumentacja badań podłoża (DBP)
<input type="checkbox"/> Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH)	<input type="checkbox"/> Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI)	<input type="checkbox"/> Projekt geotechniczny (PG) (jeśli zawiera wyniki badań podłoża)
	<input type="checkbox"/> Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)	

Rysunek 5 Dokumenty podstawowe

W *Wytycznych* wprowadzono możliwość załączania do dokumentów podstawowych następujących dokumentów uzupełniających (Rysunek 6):

- Sprawozdanie z wizji lokalnej (SWL),
- Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego (DKH),
- Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego (DKGI),
- Program badań geofizycznych (PBGf),

³ W *Wytycznych* używa się terminu dokumentacja badań podłoża zgodnie z PN-EN 1997-2 oraz w rozumieniu terminu dokumentacja badań podłoża gruntowego, który podano w rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 r. poz. 463).

- Dokumentacja badań geofizycznych (DBG),
- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań teledetekcyjnych (SPTd),
- Raport z wierceń (RW),
- Raport z sondowań (RS),
- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań geodezyjnych (SPG),
- Raport z badań laboratoryjnych (RBL).

**DOKUMENTY
UZUPEŁNIAJĄCE**

- Sprawozdanie z wizji lokalnej (SWL)
- Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego (DKH)
- Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego (DKGI)
- Program badań geofizycznych (PBGf),
- Dokumentacja badań geofizycznych (DBG)
- Sprawozdanie z pomiarów teledetekcyjnych (SPTd)
- Raport z wierceń (RW)
- Raport z sondowań (RS)
- Sprawozdanie z pomiarów geodezyjnych (SPG)
- Raport z badań laboratoryjnych (RBL)
- lub rozdział w dokumencie podstawowym

Rysunek 6 Dokumenty uzupełniające

Dokumenty podstawowe sporządza odpowiednia osoba, która dobiera je według wymagań tabeli (Tabela 5) w zależności od etapu procesu inwestycyjnego i podstawy prawnej.

Tabela 5 Podstawowe dokumenty dotyczące badań podłoża budowlanego

Etap procesu inwestycyjnego		Podstawa prawna	Rodzaj dokumentowania	Rodzaj dokumentu	Osoba sporządzająca dokument
Etap przygotowania	STEŚ STEŚ-R Etap I	Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie hydrogeologiczne	PRG ¹⁾ DH ³⁾	Dokumentator hydrogeologiczny
		-	Dokumentowanie geologiczno-inżynierskie	SGI ⁴⁾	Dokumentator geologiczno-inżynierski
	KP STEŚ-R Etap II	Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie hydrogeologiczne	dPRG ¹⁾ dDH ³⁾	Dokumentator hydrogeologiczny
		Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie geologiczno-inżynierskie	PRG ¹⁾ DGI ³⁾	Dokumentator geologiczno-inżynierski
	PB	Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie hydrogeologiczne	dPRG ¹⁾ dDH ³⁾	Dokumentator hydrogeologiczny
		Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie geologiczno-inżynierskie	dPRG ¹⁾ dDGI ³⁾	Dokumentator geologiczno-inżynierski
		Prawo budowlane	Dokumentowanie geotechniczne	PBG ²⁾	Dokumentator geotechniczny we współpracy z projektantem
				OG ⁵⁾	Projektant. Jeśli OG zawiera wyniki badań podłoża projektant we współpracy z dokumentatorem geotechnicznym
				DBP ³⁾	Dokumentator geotechniczny we współpracy z projektantem
				PG ⁵⁾	Projektant. Jeśli PG zawiera wyniki badań podłoża projektant we współpracy z dokumentatorem geotechnicznym

Etapy procesu inwestycyjnego		Podstawa prawna	Rodzaj dokumentowania	Rodzaj dokumentu	Osoba sporządzająca dokument
Etap realizacji	B	Prawo budowlane	Dokumentowanie geotechniczne	PBG ²⁾	Dokumentator geotechniczny we współpracy z projektantem
				OG ⁵⁾	Jeśli OG zawiera wyniki badań podłoża projektant we współpracy z dokumentatorem geotechnicznym
				DBP ³⁾	Dokumentator geotechniczny we współpracy z projektantem
				PG ⁵⁾	Projektant. Jeśli PG zawiera wyniki badań podłoża projektant we współpracy z dokumentatorem geotechnicznym
		Prawo budowlane	Dokumentowanie geotechniczne	RBK ⁴⁾	Dokumentator geotechniczny
Prawo budowlane	Dokumentowanie geotechniczne	RM ⁴⁾	Dokumentator geotechniczny		
Etap eksploatacji	R/P	PB	Jak dla etapu PB		
		B	Jak dla etapu B		

1) - Formy przedstawiania projektowanych badań podłoża budowlanego, które posiadają podstawę prawną:
✓ PRG - projekt robót geologicznych (rozdział 4.3);
✓ dPRG - dodatek do projektu robót geologicznych (rozdział 4.3);

2) - Formy przedstawiania projektowanych badań podłoża budowlanego, które nie posiadają podstawy prawnej:
✓ PBG - program badań geotechnicznych (rozdział 4.3);

3) - Formy przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego, które posiadają podstawę prawną:
✓ DH - dokumentacja hydrogeologiczna (zgodnie z odrębnymi wymaganiami);
✓ dDH - dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (zgodnie z odrębnymi wymaganiami);
✓ DGI - dokumentacja geologiczno-inżynierska;
✓ dDGI - dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej;
✓ DBP (ang. GIR) - dokumentacja badań podłoża;

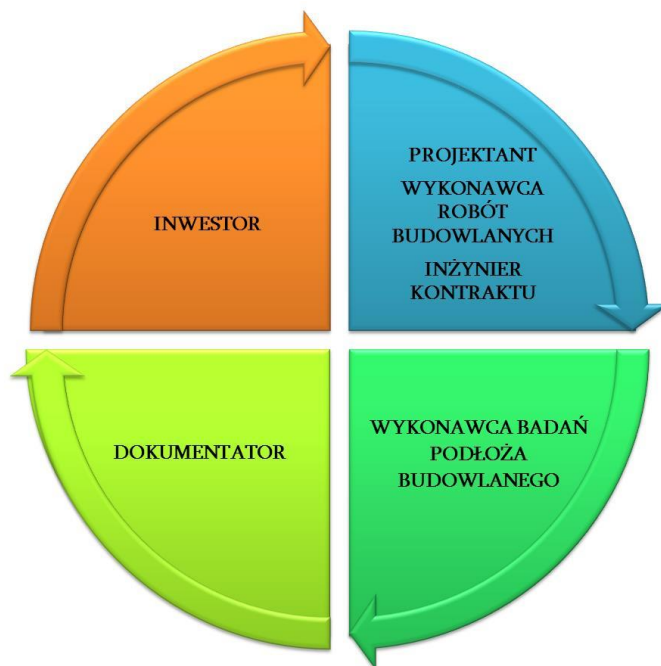
4) - Formy przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego, które nie posiadają podstawy prawnej:
✓ SGI - studium geologiczno-inżynierskie;
✓ RBK - raporty z badań kontrolnych (zgodnie z odrębnymi wymaganiami);
✓ RM - raporty z monitoringu (zgodnie z odrębnymi wymaganiami);

5) - Inne formy dotyczące badań podłoża budowlanego, które posiadają podstawę prawną:
✓ OG - opinia geotechniczna (zgodnie z odrębnymi wymaganiami); na kolejnych etapach wymagana aktualizacja opinii sporządzonej na etapie KP, STEŚ-R Etap II
✓ PG (ang. GDR) - projekt geotechniczny (zgodnie z odrębnymi wymaganiami);

Wytyczne są przeznaczone dla różnych uczestników procesu inwestycyjnego: inwestora (GDDKiA), wykonawcy w tym projektanta, inżyniera kontraktu, kierownika budowy, wykonawcy robót budowlanych w tym specjalistycznych robót geotechnicznych, wykonawcy badań podłoża budowlanego, dokumentatora, a także nadzoru budowlanego oraz organów administracji państwowej i samorządowej.

Głównymi uczestnikami procesu dokumentowania badań podłoża budowlanego są (Rysunek 7):

- Inwestor – GDDKiA,
- Wykonawca - Projektant, Wykonawca robót budowlanych, Inżynier kontraktu,
- Dokumentator,
- Wykonawca badań podłoża budowlanego.



Rysunek 7 Główni uczestnicy procesu dokumentowania badań podłoża budowlanego

Relacje między głównymi uczestnikami procesu dokumentowania badań podłoża budowlanego określają definicje podane w załączniku (Załącznik 1) oraz tabela (Tabela 5).

Podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego od uczestników procesu wymaga się, aby:

- dokumentator i projektant posiadali odpowiednią wiedzę, doświadczenie i kwalifikacje,
- istniała stała współpraca między inwestorem, projektantem, dokumentatorem/zespołem dokumentatorów oraz wykonawcą badań podłoża budowlanego,
- osobą odpowiedzialną za zaprojektowanie badań podłoża budowlanego był dokumentator/zespół dokumentatorów, który uzgadnia szczegółowy zakres prac dokumentacyjnych z projektantem i inwestorem,
- osobą odpowiedzialną za przedstawienie, w odpowiedniej formie (rozdział 8.5), wyników badań podłoża budowlanego był dokumentator/zespół dokumentatorów,
- w zależności od potrzeb dokumentator/zespół dokumentatorów współpracował z osobami posiadającymi kwalifikacje i doświadczenie m.in. w geodezji, geofizyce, hydrogeologii, hydrologii i innych, które wspomagają dokumentowanie badań podłoża budowlanego,
- dokumentator/zespół dokumentatorów korzystał z danych zgromadzonych na poprzednich etapach przygotowania, realizacji inwestycji lub eksploatacji drogi oraz je archiwizował.

Wytyczne uwzględniają stan prawny na dzień 30 czerwca 2018 r.

2 Wymagania formalno-prawne w zakresie dokumentowania badań podłoża budowlanego w drogownictwie (stan na 30.06.2018 r.)

Wymagania formalno-prawne w zakresie dokumentowania badań podłoża budowlanego na potrzeby budownictwa drogowego zawierają:

- przepisy prawa:
 - ustawy:
 - prawo geologiczne i górnicze,
 - prawo budowlane,
 - prawo ochrony środowiska,
 - prawo dotyczące dróg publicznych,
 - prawo dotyczące zasad przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych,
 - prawo geodezyjne i kartograficzne,
 - kodeks administracyjny,
 - kodeks cywilny,
 - rozporządzenia – akty wykonawcze do ustaw,
- normy:
 - krajowe, znajdujące się w katalogu Norm Polskich (zarówno aktualne jak i wycofane),
 - zagraniczne,
- dokumenty branżowe:
 - zarządzenia Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad (m.in.: zarządzenia 17/2009 i 58/2015),
 - procedury badawcze np. stosowane przez laboratoria posiadające certyfikat akredytacji na badania wydany przez Polskie Centrum Akredytacji,
- publikacje:
 - o charakterze instrukcji, poradników, itp.,
 - naukowe: artykuły, monografie, itp.,
 - popularno-naukowe,
- dokumentacje przetargowe:
 - specyfikacje istotnych warunków zamówienia (SIWZ),
 - opisy przedmiotu zamówienia (OPZ),
 - specyfikacje techniczne (ST), szczegółowe specyfikacje techniczne (SST), itp.,
 - programy funkcjonalno-użytkowe (PFU),
- umowy/kontrakty.

Aktualność podanych aktów prawnych należy każdorazowo sprawdzić przed przystąpieniem do prac dokumentacyjnych. Zaleca się korzystać ze strony: Internetowy System Aktów Prawnych <http://isap.sejm.gov.pl>.

2.1 Wymagany sposób postępowania podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego

W celu przeprowadzenia procesu dokumentowania w tym zaprojektowania i wykonania badań podłoża budowlanego oraz opracowania modelu geologicznego w dostosowaniu do etapu inwestycji należy postępować w następujący sposób:

- ustalić podstawę prawną przeprowadzenia badań podłoża budowlanego (rozdział 2, Tabela 6),
- otrzymać od inwestora/ projektanta/ wykonawcy robót budowlanych lokalizację wariantu/pasa drogowego, lokalizację i rodzaj obiektów budowlanych inwestycji drogowej (DOI, WTD, ITND, IO) oraz aktualne materiały kartograficzne,
- wykonać analizę materiałów archiwalnych oraz przeprowadzić wizję terenową zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 3,
- wyznaczyć granice obszaru badań (patrz definicja),
- przeprowadzić prace kartograficzne (rozdział 5.1, Załącznik 5),
- zaktualizować granice obszaru badań na podstawie wyników prac kartograficznych,
- zaprojektować podstawowe badania geofizyczne zgodnie z załącznikiem (Załącznik 4), które zaleca się przedstawić w programie badań geofizycznych (PBGf),
- wytyczyć i oznaczyć zaprojektowane miejsca badań geofizycznych,
- przygotować dane wektorowe o pozycji wytyczonych punktów i ciągów wraz z zestawieniem współrzędnych dla lokalizacji tych punktów,
- wykonać podstawowe badania geofizyczne zgodnie z metodyką podaną w rozdziale 5.2 i załączniku (Załącznik 8) lub jeśli opracowano zgodnie z programem badań geofizycznych (PBGf)
- na podstawie wyników wyżej wymienionych prac w tym wyników podstawowych badań geofizycznych, dla obszaru badań należy:
 - określić warunki geologiczno-inżynierskie w tym zidentyfikować występowanie i rodzaj zagrożeń geologicznych (rozdział 8.4.2),
 - określić stopień skomplikowania warunków gruntowych (warunki geotechniczne) (rozdział 8.4.3),
 - pozyskać informację o głębokości posadowienia/wzmocnienia obiektów budowlanych inwestycji drogowej,
 - pozyskać informację o głębokości rozpoznania podłoża budowlanego,
 - opracować wstępny model geologiczny (rozdział 8.1, 8.2, 8.3) uwzględniający wyniki archiwalnych badań terenowych i laboratoryjnych oraz wyniki podstawowych badań geofizycznych z naniesionymi w/w elementami np.: w formie przekroju geologiczno-inżynierskiego lub geotechnicznego, który stanowi załącznik do dokumentu zawierającego zaprojektowane badania podłoża budowlanego.
- na podstawie wstępnego modelu geologicznego oraz wytycznych inwestora w uzgodnieniu z projektantem/wykonawcą należy:
 - zaprojektować wiercenia i węzły badawcze (patrz definicja) oraz inne badania w tym ustalić ich rozstaw, głębokość i metody wykonania zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 4 i w załączniku (Załącznik 4) biorąc pod uwagę badania archiwalne, wyniki wizji lokalnej, prac kartograficznych oraz podstawowych badań geofizycznych. Wiercenia i węzły badawcze projektować optymalnie tj. uzupełnić zaprojektowane badania o kolejne, unikając dublowania, zachowując następującą kolejność:
 - ustalić lokalizację badań archiwalnych,
 - zaprojektować badania pod drogowe obiekty inżynierskie (DOI), wyposażenie techniczne drogi (WTD), infrastrukturę techniczną niezwiązaną z drogą (ITND),
 - zaprojektować badania pod obiekt drogowy (OD),
 - zaprojektować badania na obszarach zagrożeń geologicznych,
 - określić potencjalne miejsca poboru prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych

- zgodnie z wymaganiami rozdziału 4 i załącznika (Załącznik 4) w tym ustalić liczbę prób, kategorię pobrania i klasę jakości oraz metodę pobrania i technikę wiercenia (rozdział 5.4),
- opracować dokument zawierający zaprojektowane badania podłoża budowlanego zgodnie z rozdziałem 4.3,
- przeprowadzić procedurę administracyjną, jeśli wymagana,
- po opracowaniu dokumentu zawierającego zaprojektowane badania podłoża budowlanego należy:
 - wytyczyć i oznaczyć zaprojektowane wiercenia i węzły badawcze oraz inne badania, w tym uzupełniające badania geofizyczne,
 - przygotować dane wektorowe o pozycji wytyczonych punktów i ciągów wraz z zestawieniem współrzędnych dla lokalizacji tych punktów,
 - wykonać wiercenia i węzły badawcze oraz inne badania w tym sondowania i uzupełniające badania geofizyczne, zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 5 i 7 oraz załącznikach (Załącznik 6 - Załącznik 14),
 - pobrać próby gruntów i skał do badań laboratoryjnych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.4 i załącznika (Załącznik 9),
 - wykonać badania laboratoryjne zgodnie z rozdziałem 6 i 7 oraz załącznikami (Załącznik 13 - Załącznik 14),
 - opracować model geologiczny (rozdział 8.1 - 8.4),
 - sporządzić dokument przedstawiający wyniki badań podłoża budowlanego zgodnie z rozdziałem 8.5,
 - przeprowadzić procedurę administracyjną, jeśli wymagana.

Po wykonaniu badań podłoża budowlanego należy sporządzić kosztorys powykonawczy. Przykładowy wzór kosztorysu zawiera załącznik (Załącznik 4. 8).

2.2 Prawo geologiczne i górnicze

Wymagania dotyczące dokumentowania badań podłoża budowlanego w zakresie prawa geologicznego i górniczego zawierają m. in. następujące akty prawne:

- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (tekst jedn.: Dz.U. 2017 poz. 2126 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. 2011 Nr 288 poz. 1696 oraz Dz.U. 2015 poz. 964),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2016 poz. 2033).

Zgodnie z przepisami prawa geologicznego i górniczego w celu sporządzenia dokumentacji hydrogeologicznej lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej konieczne jest przygotowanie i zatwierdzenie projektu robót geologicznych przez właściwy organ administracji geologicznej.

Zawartość projektu robót geologicznych podaje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji.

Projekt robót geologicznych przedkłada się do zatwierdzenia do właściwego organu administracji geologicznej w 2 egz. po uzgodnieniu przez inwestora.

Właściwy organ administracji geologicznej przesyła projekt robót geologicznych do wójta (burmistrza, prezydenta miasta) właściwego ze względu na miejsce wykonywania robót

geologicznych w celu wydania opinii.

W przypadkach szczególnych organ administracji geologicznej może żądać dodatkowych uzgodnień i decyzji np.: z Regionalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska, Okręgowym Urzędem Górniczym w przypadku zatwierdzania planu ruchu zakładu górniczego.

Właściwy organ administracji geologicznej odmawia zatwierdzenia projektu robót geologicznych, jeżeli:

- projektowane roboty naruszyłyby wymagania ochrony środowiska;
- projekt robót geologicznych nie odpowiada wymaganiom prawa.

Po uzyskaniu opinii i/lub braku podstaw do odmowy zatwierdzenia projektu, organ administracji geologicznej wydaje decyzje zatwierdzającą lub odmawiającą zatwierdzenia projektu robót geologicznych. Projekt zatwierdza się na czas określony, jednak nie dłuższy niż 5 lat. Dla badań podłoża budowlanego w drogownictwie wymaga się wnioskowania o maksymalny możliwy termin zatwierdzenia projektu robót geologicznych. Decyzja uprawomocnia się po 14 dniach od jej wydania. Od decyzji przysługuje odwołanie do organu wyższej instancji, w ciągu 14 dni od daty doręczenia.

Po wydaniu decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych, nie później niż na 2 tygodnie przed zamierzonym terminem rozpoczęcia robót geologicznych, dokonuje się, na piśmie, zgłoszenia zamiaru rozpoczęcia robót geologicznych właściwemu:

- organowi administracji geologicznej,
- wójtowi (burmistrzowi, prezydentowi miasta), a na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej - terenowemu organowi administracji morskiej,
- organowi nadzoru górniczego - jeżeli do robót geologicznych stosuje się wymagania dotyczące ruchu zakładu górniczego.

W zgłoszeniu określa się zamierzony termin rozpoczęcia i zakończenia robót geologicznych, ich rodzaj i podstawowe dane dotyczące robót geologicznych oraz imiona i nazwiska osób sprawujących dozór i kierownictwo, a także numery świadectw stwierdzających kwalifikacje do wykonywania robót.

O zamierzonym poborze próbek w wyniku robót geologicznych zawiadamia się w terminie 7 dni:

- właściwy organ administracji geologicznej,
- państwową służbę geologiczną.

Wykonując roboty geologiczne należy na bieżąco dokumentować przebieg prac geologicznych, w tym robót geologicznych, oraz ich wyniki.

Zmiany do projektu robót geologicznych wprowadza się przez sporządzenie dodatku. Dodatek do projektu robót geologicznych zatwierdza, w drodze decyzji, właściwy organ administracji geologicznej. Zawartość dodatku do projektu reguluje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji. Sporządzając dodatek do projektu obowiązują te same procedury i czynności jak w przypadku projektu robót geologicznych.

Po zakończeniu robót geologicznych należy opracować dokumentację hydrogeologiczną i/lub dokumentację geologiczno-inżynierską, w której przedstawia się wyniki prac geologicznych, wraz z ich interpretacją, określeniem stopnia osiągnięcia zamierzonego celu wraz z uzasadnieniem.

Na potrzeby budownictwa drogowego zgodnie z ustawą prawo geologiczne i górnicze sporządza się:

- dokumentację geologiczno-inżynierską w celu określenia warunków geologiczno-

- inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych,
- dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych,
 - dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych (np.: w przypadku pojedynczych obiektów mostowych),
 - dokumentację hydrogeologiczną w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie,
 - dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie.

Zawartość dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej podaje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dokumentacja geologiczno-inżynierska określa w szczególności:

- budowę geologiczną, warunki hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie podłoża budowlanego lub określonej przestrzeni,
- przydatność badanego terenu do realizacji zamierzonych przedsięwzięć,
- prognozę zmian w środowisku, które mogą powstać na skutek realizacji, funkcjonowania oraz likwidacji zamierzonych przedsięwzięć - jeżeli nie istnieje obowiązek sporządzenia raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko zgodnie z odrębnymi przepisami.

Dokumentację hydrogeologiczną i dokumentację geologiczno-inżynierską przedkłada się do zatwierdzenia właściwemu organowi administracji geologicznej w 4 egzemplarzach w postaci papierowej i w 4 egzemplarzach w postaci elektronicznej.

Właściwy organ administracji geologicznej zatwierdza dokumentację w drodze decyzji lub odmawia jej zatwierdzenia, jeżeli:

- nie odpowiada wymaganiom prawa,
- powstała w wyniku działań niezgodnych z prawem.

Dokumentację zatwierdza się na czas nieokreślony. Decyzja uprawomocnia się po 14 dniach od jej wydania. Od decyzji przysługuje odwołanie w ciągu 14 dni od daty doręczenia.

Zmiany do dokumentacji hydrogeologicznej oraz do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wprowadza się poprzez sporządzenie dodatku. Dodatek do dokumentacji zatwierdza, w drodze decyzji, właściwy organ administracji geologicznej. Zawartość dodatku do dokumentacji geologicznej reguluje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Sporządzając dodatek do dokumentacji obowiązują te same procedury i czynności jak w przypadku zatwierdzania dokumentacji.

Właściwym organem administracji geologicznej w przypadku wydania decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych oraz dokumentację geologiczną jest marszałek województwa w przypadku ponadwojewódzkich inwestycji liniowych lub starosta w przypadku inwestycji liniowych o zasięgu równym lub mniejszym od województwa.

Zaleca się korzystać ze strony Rządowego Centrum Legislacji (RCL) w celu uzyskania aktualnej informacji w zakresie prowadzonych prac legislacyjnych dotyczących zmian w prawie geologicznym i górnictwym.

2.3 Prawo budowlane

Wymagania dotyczące dokumentowania badań podłoża budowlanego w zakresie prawa budowlanego zawierają m. in. następujące akty prawne:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1202 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 poz. 463),
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jedn.: Dz.U. 2016 poz. 124),
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. 2000 Nr 63 poz. 735 oraz Dz.U. 2010 nr 65 poz. 408 oraz Dz.U. 2012 poz. 608 oraz Dz.U. 2013 poz. 528 oraz Dz.U. 2014 poz. 858 oraz Dz.U. 2015 poz. 331),
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1935).

Zgodnie z przepisami prawa budowlanego, projekt budowlany, w zależności od potrzeb, powinien zawierać wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych. Przepisy prawa budowlanego w zakresie badań podłoża budowlanego dotyczą etapu projektu budowlanego.

Wyniki badań geologiczno-inżynierskich przedstawia się w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Szczegółowe zasady ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych określa rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. Rozporządzenie podaje, na czym polega ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia oraz wyróżnia trzy formy przedstawiania geotechnicznych warunków posadawiania:

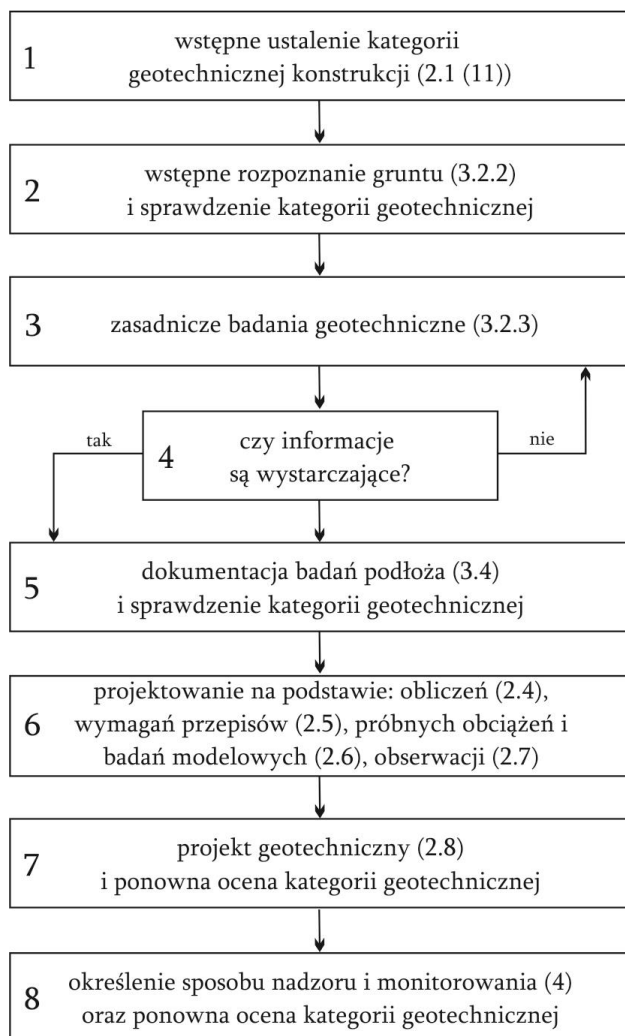
- opinia geotechniczna,
- dokumentacja badań podłoża,
- projekt geotechniczny.

W opinii geotechnicznej projektant obiektu budowlanego określa kategorię geotechniczną w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz konstrukcji obiektu budowlanego. Rozporządzenie wyróżnia 3 kategorie geotechniczne:

- pierwsza kategoria geotechniczna,
- druga kategoria geotechniczna,
- trzecia kategoria geotechniczna.

Projektant może zmienić kategorię geotechniczną obiektu budowlanego lub jego części na każdym etapie projektowania lub realizacji inwestycji po stwierdzeniu innych od przyjętych w badaniach warunków geotechnicznych.

Rysunek (Rysunek 8) określa schemat ustalania kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego.



Rysunek 8 Schemat ustalania kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018, Frank et al., 2004). W nawiasach znajdują się odnośniki do numerów rozdziałów normy PN-EN 1997-1

Stopień skomplikowania warunków gruntowych uzależniony jest od trzech czynników: rodzaju, ułożenia i wykształcenia warstw gruntów/skał w podłożu budowlanym, położenia zwierciadła wody podziemnej względem projektowanego poziomu posadowienia/wzmocnienia oraz możliwości wystąpienia niekorzystnych procesów i zjawisk geologicznych. Warunki gruntowe w zależności od stopnia skomplikowania dzieli się na: proste, złożone, skomplikowane (Tabela 20).

Zakres badań przy ustalaniu geotechnicznych warunków posadowienia jest uzależniony od stopnia skomplikowania warunków gruntowych i zaliczenia obiektu budowlanego do odpowiedniej kategorii geotechnicznej.

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych w przypadku badań laboratoryjnych oraz dokumentacji badań podłoża i projektu geotechnicznego przywołuje normy PN-EN 1997-1 oraz PN-EN 1997-2. Zapis ten nie zmienia dobrowolnego statusu stosowania tych norm w dokumentowaniu badań podłoża budowlanego (rozdział 2.6).

Po wykonaniu badań podłoża budowlanego i stwierdzeniu innych od przyjętych warunków gruntowych, projektant obiektu budowlanego może zmienić kategorię geotechniczną obiektu.

W zależności od kategorii geotechnicznej oraz stopnia skomplikowania warunków gruntowych do projektu budowlanego, w zależności od potrzeb, dołącza się:

- opinię geotechniczną, w przypadku obiektów budowlanych wszystkich kategorii geotechnicznych,
- dodatkowo dokumentację badań podłoża i projekt geotechniczny, w przypadku obiektów budowlanych drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej,
- dodatkowo dokumentację geologiczno-inżynierską, zgodnie z przepisami ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. - Prawo geologiczne i górnicze, w przypadku obiektów budowlanych trzeciej kategorii geotechnicznej oraz w złożonych warunkach gruntowych drugiej kategorii.

Należy podkreślić, że prawo budowlane odsyła również do znowelizowanego rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, które:

- uchyla procedurę określania grup nośności podłoża budowlanego (Gi),
- wskazuje potrzebę:
 - wykonywania badań geotechnicznych, a w razie potrzeby geologiczno-inżynierskich gruntów na potrzeby prawidłowego zaprojektowania i wykonania drogowej budowli ziemnej,
 - przeprowadzenia badań specjalistycznych wymaganych do zaprojektowania budowli ziemnej i konstrukcji nawierzchni oraz innych urządzeń technicznych posadowionych w pasie drogowym,
 - sprawdzenia ogólnej stateczności skarp i zboczy.

Rozporządzenie odnosi się również do ochrony wód i powierzchniowych utworów geologicznych nakazując, że przy projektowaniu i wykonaniu drogi powinno się uwzględniać warunki hydrogeologiczne i geologiczne panujące w jej otoczeniu, a w szczególności:

- usytuowanie obszarów zasilania wód podziemnych,
- charakterystykę geologiczną utworów powierzchniowych,
- możliwość występowania w strefie oddziaływania drogi procesów geodynamicznych,
- możliwość niekontrolowanego przenikania zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych,
- możliwość niekontrolowanych spływów wód z pasa drogowego, mogących uruchomić procesy erozyjne lub zanieczyścić okresowo wody gruntowe i powierzchniowe,
- możliwość prowadzenia prac budowlanych tak, aby ograniczyć zmiany i zakłócenia w stosunkach wodnych oraz naruszenia powierzchniowych utworów geologicznych.

Zaleca się korzystać ze strony Rządowego Centrum Legislacji (RCL) w celu uzyskania aktualnej informacji w zakresie prowadzonych prac legislacyjnych dotyczących zmian w prawie budowlanym.

2.4 Prawo ochrony środowiska

Wymagania dotyczące dokumentowania badań podłoża budowlanego w zakresie prawa ochrony środowiska zawierają m. in. następujące akty prawne:

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 799 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (tekst jedn.: Dz.U. 2016 poz. 71),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U. 2016 poz. 1395),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz.U. 2007 nr 121 poz. 840).

Zgodnie z zapisami rozporządzenia w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, autostrady i drogi ekspresowe to przedsięwzięcia mogące zawsze znacząco oddziaływać na środowisko. Natomiast zgodnie z rozporządzeniem w sprawie geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, mogą one zawsze znacząco oddziaływać na środowisko i zalicza się je do trzeciej kategorii geotechnicznej. W związku z tym autostrady i drogi ekspresowe zarządzane przez Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad zawsze zlicza się do trzeciej kategorii geotechnicznej bez względu na stopień skomplikowania warunków gruntowych występujących w podłożu budowlanym inwestycji drogowej.

Ocenę obszaru badań inwestycji drogowej pod kątem zanieczyszczeń należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami rozporządzenia w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi.

Na podstawie rozporządzenia w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi aktualizuje lub sporządza się kartę rejestracyjną terenu zagrożonego ruchami masowymi ziemi lub kartę rejestracyjną osuwiska, które dołącza się do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

2.5 Prawo geodezyjne i kartograficzne

W warunkach krajowych zagadnienia związane z opracowaniami geodezyjnymi i kartograficznymi dotyczącymi czynności geodezyjnych na potrzeby budownictwa są regulowane ustawami:

- Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (tekst jedn.: Dz.U. 2017 poz. 2101 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1202 z późn. zm.)

oraz rozporządzeniami związanymi z przedmiotem wytycznych:

- Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych z dnia 15 października 2012 r.,
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego z dnia 9 listopada 2011 r.
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa w sprawie ewidencji gruntów i budynków z dnia 29 marca 2001 r.,
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji w sprawie udostępniania materiałów państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, wydawania licencji oraz wzoru Dokumentu Obliczenia Opłaty z dnia 9 lipca 2014 r.,
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie z dnia 21 lutego 1995 r.,
- Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie rodzajów kartograficznych opracowań tematycznych i specjalnych z dnia 3 października 2011 r.,
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu,
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych,
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 21 października 2015 r. w

sprawie powiatowej bazy GESUT i krajowej bazy GESUT.

Prowadzenie prac geodezyjno-kartograficznych, wspierających prace hydrogeologiczne, geologiczno-inżynierskie, geotechniczne oraz budowlane na terenie Polski są regulowane ustawą prawo geodezyjne i kartograficzne oraz ustawą prawo budowlane. W szczególności w zakresie niniejszych wytycznych będą to:

- projektowanie i wykonywanie pomiarów geodezyjnych w związku z wykonywaniem opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych na potrzeby budownictwa,
- projektowanie i wykonywanie zobrazowań lotniczych oraz zobrazowań satelitarnych,
- obliczanie lub przetwarzanie wyników pomiarów, opracowań i zobrazowań,
- tworzenie określonych w ustawie zbiorów danych, ortofotomapy oraz dokumentacji geodezyjnej na potrzeby postępowań administracyjnych, sądowych oraz czynności cywilnoprawnych związanych z nieruchomościami, a także wykonywanie opracowań geodezyjno-kartograficznych na potrzeby budownictwa,
- prace kartograficzne rozumiane, jako wykonywanie map topograficznych, map ogólnogeograficznych oraz kartograficznych opracowań tematycznych i specjalnych,
- pozyskiwanie i przetwarzanie materiałów będących w PZGiK na szczeblu centralnym, wojewódzkim i powiatowym.

W zależności od skali opracowania efekty prac geodezyjnych i kartograficznych powinny być przedstawiane w odpowiednim układzie współrzędnych zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych z dnia 15 października 2012 r.

- w zakresie współrzędnych płaskich prostokątnych, na potrzeby opracowań w skalach większych od 1:10 000, w szczególności mapy ewidencyjnej, mapy zasadniczej oraz mapy do celów projektowych, należy stosować układ współrzędnych PL-2000,
- w zakresie współrzędnych prostokątnych płaskich, na potrzeby opracowań kartograficznych w skalach od 1:10 000 do 1:250 000 stosuje się układ współrzędnych PL-UTM. W szczególnych przypadkach za zgodą zamawiającego dopuszczalne jest stosowanie układu PL-1992,
- osie układów współrzędnych płaskich prostokątnych, oznacza się literami: oś północną - literą x, a oś wschodnią - literą y, przy czym za wartością współrzędnej x dodaje się literę N (North), a za wartością współrzędnej y dodaje się literę E (East),
- we wszystkich opracowaniach należy stosować układ wysokości PL-EVRF2007-NH. W szczególnych przypadkach, za zgodą zamawiającego możliwe jest stosowanie wkładu PL-KRON86-NH (układ wysokościowy PL-KRON86-NH stosuje się do czasu wdrożenia układu wysokościowego PL-EVRF2007-NH na obszarze całego kraju, nie dłużej jednak niż do dnia 31 grudnia 2019 r.),
- wysokości normalne oznacza się literą H i podaje w metrach [m].

Ponadto w opracowaniach geodezyjnych tworzonych na podstawie niniejszych wytycznych prezentację graficzną współrzędnych podaje się zgodnie z § 17, a godło opracowania nadaje się zgodnie z § 18 rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych z dnia 15 października 2012 r.

Dokumentami archiwalnymi w rozumieniu niniejszych wytycznych są dokumenty zgromadzone w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym, które nie były aktualizowane w okresie jednego roku.

Dostęp do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, w szczególności do materiałów

tam zgromadzonych następuje poprzez zgłoszenie pracy geodezyjnej lub kartograficznej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Administracji i Cyfryzacji w sprawie formularzy dotyczących zgłaszania prac geodezyjnych i prac kartograficznych, zawiadomienia o wykonaniu tych prac oraz przekazywania ich wyników do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego z dnia 8 lipca 2014 r. Na podstawie tego rozporządzenia następuje również zawiadomienie o wykonaniu zgłoszonych prac geodezyjnych lub prac kartograficznych oraz weryfikacja zbiorów danych a także innych materiałów przekazywanych do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

W przypadku nieodpłatnego udostępniania danych, materiały zasobu geodezyjnego i kartograficznego mogą być wykorzystywane zgodnie z licencją, która jest dołączana do udostępnionych materiałów.

Geodezyjne pomiary sytuacyjne i wysokościowe w szczególności na potrzeby prac związanych z rozpoznaniem podłoża budowlanego prowadzi się zgodnie ze standardami wykonywania prac opisanymi w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego z dnia 9 listopada 2011 r.

Przy wykonywaniu geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych wykorzystuje się materiały Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego (PZGiK), jeżeli wyniki analizy tych materiałów, przeprowadzone przez wykonawcę prac geodezyjnych i kartograficznych, wskazują na ich przydatność pod względem dokładności, aktualności i kompletności.

Wszystkie opracowania geodezyjno-kartograficzne, a także wszystkie opracowania na nich bazujące muszą być opracowane w formie numerycznej: wektorowej lub rastrowej w przypadku opracowań fotogrametrycznych i teledetekcyjnych.

2.6 Prawo dotyczące zasad przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych

Zasady przygotowania i realizacji inwestycji drogowych oraz eksploatacji w zakresie dróg publicznych regulują m.in.:

- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (tekst jedn.: Dz.U. 2017 poz. 2222 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 2003 r. o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1474 z późn. zm.).

Ustawa o drogach publicznych dzieli drogi publiczne na następujące kategorie:

- drogi krajowe,
- drogi wojewódzkie,
- drogi powiatowe,
- drogi gminne.

Zarządcami dróg są odpowiednio:

- Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad,
- zarząd województwa,
- zarząd powiatu,
- wójt (burmistrz, prezydent miasta).

Ustawa o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych określa zasady i warunki przygotowania inwestycji w zakresie dróg publicznych.

Zarządcy dróg opracowują i wdrażają do stosowania wymagania szczegółowe w zakresie

przygotowania i realizacji inwestycji drogowych oraz ich eksploatacji.

Dla dróg krajowych wyróżnia się następujące etapy przygotowania i realizacji inwestycji drogowej oraz ich eksploatacji wskazane m.in. w zarządzeniach 17/2009 i 58/2015 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad (elementy pogrubione wymagają dokumentowania badań podłoża budowlanego):

- Przygotowanie (projektowanie) inwestycji drogowej w tym:
 - faza projektowania wstępnego:
 - Studium sieciowe (SS),
 - faza uzyskania decyzji administracyjnych:
 - dla uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach:
 - **Studium korytarzowe (SK)**,
 - **Studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe (STES)**,
 - **Studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe z elementami koncepcji programowej (STES-R Etap I)**,
 - dla uzyskania decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej:
 - **Koncepcja programowa (KP)**,
 - **Studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe z elementami koncepcji programowej (STES-R Etap II)**,
 - **Projekt budowlany (PB)**,
 - faza projektowania uzupełniającego i końcowego:
 - Opracowania z zakresu ochrony środowiska,
 - Dokumentacja do robót budowlanych wykonywanych na zgłoszenie,
 - Opracowania z zakresu organizacji ruchu drogowego,
 - Dokumentacja przetargowa,
 - Dokumentacja przetargowa dla systemu projektuj i buduj (Program Funkcjonalno-Użytkowy PFU),
 - faza uzyskania zewnętrznych środków inwestycyjnych:
 - Studium wykonalności (SW),
 - Rezultaty Studium wykonalności (RSW),
- Realizacja inwestycji drogowej:
 - **budowa (B)**,
 - **odbudowa (OB)**,
 - **rozbudowa (RB)**,
 - **nadbudowa (NB)**,
- Eksploatacja inwestycji drogowej w tym:
 - Utrzymanie (U),
 - Przebudowa (P) i remont (R):
 - Dokumentacja budowlana:
 - **Projekt Budowlany (w koniecznym zakresie) obiektu (PBs)**,
 - **Projekt Wykonawczy inwestycji drogowej (PWs) - (zależnie od potrzeb)**,
 - Dokumentacja do decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (DSU),
 - Dokumentacja Projektowa (Przetargowa) (DP) (zależnie od potrzeb).

2.7 Normy – zasady stosowania

Cele i zasady normalizacji oraz stosowania Polskich Norm podaje ustawa o normalizacji (tekst jedn.: Dz.U. 2015 poz. 1483). Zgodnie z przepisami prawa normalizacyjnego oraz stanowiskiem Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (PKN), który pełni rolę krajowej jednostki normalizacyjnej, zasady stosowania norm są następujące:

- stosowanie norm jest dobrowolne,
- powołanie się na normę w przepisie prawnym niższego rzędu, np. w rozporządzeniu ministra, nie zmienia jej dobrowolnego statusu,
- zmiana statusu dobrowolności stosowania normy musi być wyraźnie wskazana w postanowieniach innej ustawy,
- obowiązek stosowania normy może nałożyć umowa/kontrakt zawierany pomiędzy stronami. Obowiązek ten wiąże wyłącznie strony umowy/kontraktu, a zastosowanie, do obowiązku stosowania normy, mają przepisy kodeksu cywilnego,
- Polska Norma (PN) to norma o zasięgu krajowym, przyjęta w drodze konsensu i zatwierdzona przez krajową jednostkę normalizacyjną (PKN), powszechnie dostępna oraz oznaczona symbolem PN,
- stosuje się nową numerację Polskich Norm (PN),
- Polska Norma może być także wprowadzeniem normy europejskiej lub międzynarodowej w języku oryginału,
- wykaz Europejskich Norm zharmonizowanych jest umieszczony w Dzienniku Urzędowym UE, a ich krajowa implementacja w Monitorze Polskim,
- Europejskie Normy zharmonizowane są również normami do dobrowolnego stosowania,
- Polska Norma jest dokumentem normatywnym odzwierciedlającym aktualny stan wiedzy technicznej. Zmiany w wiedzy technicznej powodują dezaktualizację treści normy, co skutkuje wycofaniem normy z katalogu aktualnych Polskich Norm. Norma wycofana może być zastąpiona normą aktualną, która zawiera bardziej nowoczesne rozwiązania lub nie jest zastępowana w przypadku utraty aktualności w zakresie tematyki objętej normą. Nie ma zakazu stosowania norm wycofanych. Obowiązek stosowania lub zakaz stosowania norm wycofanych może nałożyć umowa/kontrakt zawierany pomiędzy stronami.

Zaleca się korzystać ze strony Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w celu uzyskania aktualnej informacji w zakresie statusu i stosowania Polskich Norm.

2.7.1 Eurokody

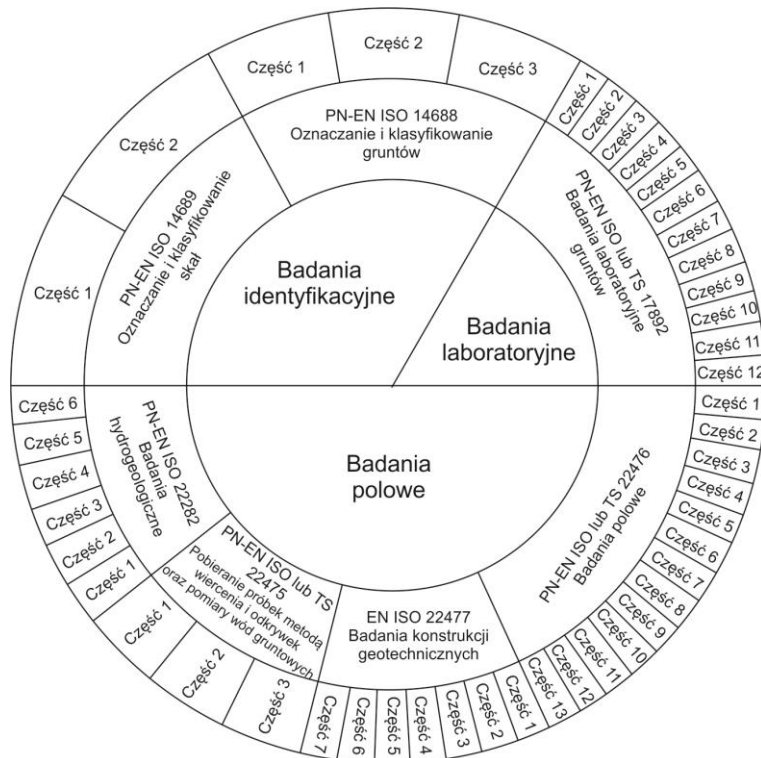
Eurokody stanowią zestaw norm europejskich, które dotyczą projektowania obiektów i konstrukcji budowlanych. Opracowano dziesięć Eurokodów ponumerowanych od EN 1990 do EN 1999. Każdy z Eurokodów składa się z kilku części (norm), których łącznie jest 59.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Polskie Normy projektowania wprowadzające europejskie normy projektowania konstrukcji - Eurokody, zatwierdzone i opublikowane w języku polskim, mogą być stosowane do projektowania konstrukcji, jeżeli obejmują wszystkie niezbędne aspekty związane z zaprojektowaniem konstrukcji (stanowią kompletny zestaw norm umożliwiający projektowanie). Projektowanie każdego rodzaju konstrukcji zawsze wymaga stosowania PN-EN 1990 i PN-EN 1991. Siódmy Eurokod to tzw. Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne.

Eurokod 7 to Polska Norma przeznaczona do stosowania na potrzeby zagadnień geotechnicznych dotyczących projektowania obiektów budowlanych. Eurokod 7 składa się z dwóch części (norm):

- PN-EN 1997-1 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne,
- PN-EN 1997-2 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża budowlanego.

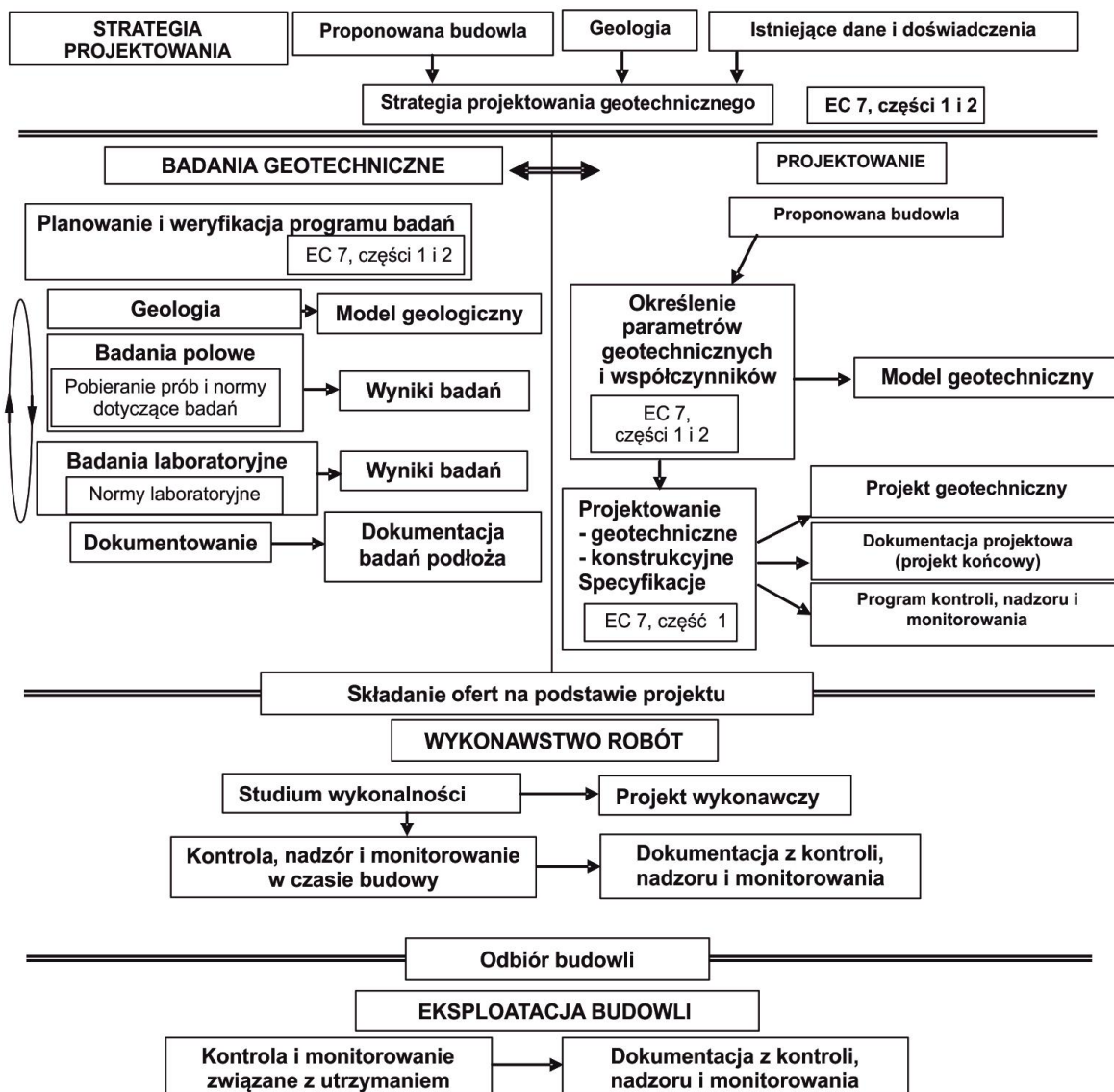
Część pierwsza PN-EN 1997-1 jest podstawą projektowania geotechnicznego obiektów budowlanych. Część druga PN-EN 1997-2 stosowana jest łącznie z częścią pierwszą i zawiera wymagania uzupełniające do części pierwszej, które dotyczą rozpoznania i badania podłoża budowlanego (Rysunek 10). Normę PN-EN 1997-2 stosuje się łącznie z powołanymi w niej normami uzupełniającymi oraz specyfikacjami technicznymi (Rysunek 9).



Rysunek 9 Normy uzupełniające oraz specyfikacje techniczne do PN-EN 1997-2 (Bond, Harris, 2008)

Zasady i reguły dotyczące rozpoznania i badania podłoża budowlanego podane w Eurokodzie 7 odnoszą się do obiektu budowlanego.

Zaleca się korzystać ze strony internetowej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w celu uzyskania aktualnej informacji w zakresie prowadzonych prac dotyczących aktualizacji norm PN-EN 1997-1, PN-EN 1997-2 oraz norm związanych.



Rysunek 10 Etapy badań podłoża budowlanego podczas projektowania geotechnicznego, wykonawstwa i eksploatacji obiektów budowlanych (na podstawie PN-EN 1997-2)

2.7.2 Normy geodezyjne

Problematyka pomiarów i opracowań geodezyjno-kartograficznych jest bardzo szczegółowo regulowana przez ustawy oraz rozporządzenia wykonawcze. Dopełnieniem przepisów prawnych jest zbiór norm wprowadzających terminologię branżową:

- PN-N-02206 - Obliczenia geodezyjne. Podstawowe nazwy, określenia i oznaczenia,
- PN-N-02207 - Geodezja. Terminologia,
- PN-N-02251 - Geodezja. Osnowy geodezyjne. Terminologia,
- PN-N-02211 - Geodezja. Geodezyjne wyznaczanie przemieszczeń. Terminologia podstawowa,
- PN-N-99310 - Geodezja. Pomiary realizacyjne. Terminologia.

Największy jednak wpływ na przepisy prawa mają normy jakie opracowano w ramach inicjatywy INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), której celem jest efektywne i zharmonizowane udostępnianie i wykorzystywanie danych przestrzennych dla celów wspólnych w ramach Unii Europejskiej i indywidualnych w poszczególnych krajach. W ramach inicjatywy

powstała rodzina norm ISO 19100 dotyczących powszechnego użycia cyfrowej informacji geograficznej (Załącznik 21. 2). Dyrektywa INSPIRE wprowadziła format GML, jako standard przy wymianie danych geograficznych zbieranych w formie baz danych BDOO, BDOT10k, BDOT500, GESUT oraz EGiB. Dodatkowo zgodnie z INSPIRE utworzono usługę GEOPORTAL, która udostępnia dane geograficzne dla wszystkich zainteresowanych użytkowników.

3 Wytyczne zbierania danych archiwalnych oraz prowadzenia wizji terenowej

Na każdym etapie procesu inwestycyjnego, na obszarze badań, należy przeprowadzić wizję lokalną oraz zebrać i przeanalizować informacje o terenie, a także dane archiwalne o podłożu budowlanym.

Zbieranie informacji i danych polega na:

- pozyskaniu dostępnych materiałów publikowanych i archiwalnych udostępnionych na stronach internetowych np.: urzędów gmin, starostw powiatowych, urzędów marszałkowskich i wojewódzkich, straży pożarnej, Wód Polskich, GIOŚ, WIOŚ, GDOŚ, RDOŚ, państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, instytucji udostępniających dane satelitarne, archiwów państwowych i prywatnych, firm i przedsiębiorstw, instytutów badawczych, szkół wyższych, bibliotek i innych (np.: Załącznik 3. 1, Tabela 23),
- pozyskaniu pozostałych materiałów i publikacji udostępnianych w archiwach, bibliotekach, itp.,
- przeprowadzeniu wizji terenowej (Załącznik 3. 4).

Zebrane materiały powinny dostarczyć informacji o:

- lokalizacji na tle podziału administracyjnego kraju,
- obszarach chronionych,
- zagospodarowaniu terenu w tym studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP), planów zagospodarowania przestrzennego i historii zabudowy,
- historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi,
- bezpośrednich zagrożeniach szkodą w środowisku i szkodach w środowisku,
- prowadzonych, planowanych i zlikwidowanych inwestycjach budowlanych,
- prowadzonej, planowanej lub zakończonej działalności górniczej i przemysłowej,
- topografii, fizjografii i hydrografii, geomorfologii,
- złożoności budowy geologicznej,
- warunkach geologicznych, warunkach gruntowych,
- warunkach hydrogeologicznych, warunkach wodnych,
- zagrożeniach geologicznych naturalnych i wywołanych działalnością człowieka (patrz definicja),
- warunkach geologiczno-inżynierskich,
- stopniu skomplikowania warunków gruntowych (warunków geotechnicznych),
- dokładności rozpoznania – opisanej ilościowo przez stopień rozpoznania podłoża budowlanego (rozmieszczenie i liczba archiwalnych badań terenowych i laboratoryjnych),
- rozmieszczeniu złóż kopalin i surowców przydatnych do realizacji robót budowlanych.

Zebrane informacje i dane powinny umożliwić sporządzenie wstępnego modelu geologicznego.

Materiały archiwalne należy uzupełnić o nowe informacje (jeśli są dostępne), na kolejnych etapach planowania, realizacji i eksploatacji inwestycji drogowej, w celu:

- ustalenia zmian, które zaszły pomiędzy kolejnymi etapami inwestycji,
- oceny ich wpływu na zachowanie się obiektów budowlanych,
- zmiany wcześniej ustalonych warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych,

co należy uwzględnić w zakresie projektowanych badań.

Załącznik 3 podaje szczegółowy zakres prac dokumentacyjnych dotyczący:

- zbierania i analizowania informacji o terenie i podłożu budowlanym,
- zbierania i analizowania dostępnych danych geodezyjnych i kartograficznych,

- wizji terenowej,
- form przedstawiania wyników prac w zakresie materiałów archiwalnych i wizji terenowej.

4 Wytyczne projektowania badań podłoża budowlanego inwestycji drogowej

Przed przystąpieniem do projektowania badań podłoża budowlanego, uwzględniając etap procesu inwestycyjnego, należy (Tabela 6):

- ustalić podstawę prawną wykonania badań podłoża budowlanego, w tym rodzaj dokumentowania badań podłoża budowlanego (hydrogeologiczne, geologiczno-inżynierskie, geotechniczne),
- sprawdzić aktualizację aktów prawnych i zapoznać się z ich treścią,
- określić cel badań podłoża budowlanego,
- określić formę przedstawienia zaprojektowanych badań podłoża budowlanego oraz uzgodnić zakres zaprojektowanych badań z inwestorem (rozdział 4.3, Tabela 5),
- wskazać formę przedstawienia wyników badań (rozdział 8.5, Tabela 5).
- ustalić procedurę administracyjną, jeśli jest wymagana i postępować zgodnie z jej wymaganiami.

Tabela 6 Wymagania formalno-prawne dotyczące dokumentowania badań podłoża budowlanego

Rodzaj dokumentowania	Hydrogeologiczne Geologiczno-inżynierskie	Geotechniczne
Podstawa prawna	Prawo geologiczne i górnicze	Prawo budowlane
Rodzaj badań	Badania hydrogeologiczne Badania geologiczno-inżynierskie	Badania geotechniczne
Metodyka wykonania badań (normalizacja)	Nie określono w ustawie prawo geologiczne i górnicze. Zwyczajowo stosuje się normy z katalogu Polskich Norm	PN-EN 1997-2 łącznie z normami uzupełniającymi oraz specyfikacjami technicznymi lub dokumentami określonymi przez inwestora, projektanta
Projektowanie badań (forma przedstawiania zaprojektowanych badań)	Projekt robót geologicznych Dodatek do projektu robót geologicznych (określa rozporządzenie)	Program badań geotechnicznych (określa norma PN-EN 1997-2)
Dokumentacja badań (forma przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego)	Dokumentacja geologiczno-inżynierska Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej Dokumentacja hydrogeologiczna Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (określa rozporządzenie)	Opinia geotechniczna (jeśli zawiera wyniki badań podłoża) Dokumentacja badań podłoża (określa rozporządzenie, norma PN-EN 1997-2) Projekt geotechnicznych (jeśli zawiera wyniki badań podłoża)
Procedury administracyjne	<p>Pośrednio podlega procedurze administracyjnej w ramach pozwolenia na budowę lub zezwolenia na realizację inwestycji drogowej (ZRID). Projekt robót geologicznych, dodatek do projektu robót geologicznych, dokumentacja geologiczno-inżynierska, dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, dokumentacja hydrogeologiczna, dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej wymagają zatwierdzenia w celu uzyskania decyzji administracyjnej.</p> <p>Podlega procedurze administracyjnej wynikającej z ustawy Prawo geologiczne i górnicze.</p> <p>Wymaga:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ opinii wójta (burmistrza, prezydenta miasta), ✓ decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych, dokumentację geologiczno-inżynierską i dokumentację hydrogeologiczną, ✓ uzgodnień, opinii i decyzji dodatkowo wymaganych w procedurze administracyjnej związanej z zatwierdzeniem, ✓ zgłoszenia zamiaru rozpoczęcia robót geologicznych: organowi administracji geologicznej, wójtowi (burmistrzowi, prezydentowi miasta), terenowemu organowi administracji morskiej, organowi nadzoru górniczego, ✓ zawiadomienia właściwego organu administracji geologicznej i państwowej służby geologicznej o zamierzonym poborze próbek w wyniku robót geologicznych. 	<p>Pośrednio podlega procedurze administracyjnej w ramach pozwolenia na budowę lub zezwolenia na realizację inwestycji drogowej (ZRID)</p> <p>Program badań geotechnicznych, opinia geotechniczna (jeśli zawiera wyniki badań podłoża) oraz dokumentacja badań podłoża, projekt geotechnicznych (jeśli zawiera wyniki badań podłoża) nie wymagają zatwierdzenia w celu uzyskania decyzji administracyjnej</p>

Rodzaj dokumentowania	Hydrogeologiczne Geologiczno-inżynierskie	Geotechniczne
Inne wymagania	Zgody właścicieli nieruchomości lub zarządców na wykonanie robót geologicznych. Bieżące dokumentowanie przebiegu prac geologicznych, w tym robót geologicznych oraz ich wyników.	-

Na każdym etapie procesu inwestycyjnego, na obszarze badań, należy zaprojektować prace dokumentacyjne, w tym badania podłoża budowlanego zgodnie z załącznikiem (Załącznik 4), uwzględniając:

- materiały archiwalne i publikowane,
- wyniki badań podłoża budowlanego z poprzednich etapów,
- obserwacje środowiskowe i analizę danych z wizji terenowej,
- stopień złożoności warunków geologiczno-inżynierskich,
- stopień skomplikowania warunków gruntowych,
- model geologiczny,
- rodzaj i konstrukcję obiektów budowlanych oraz ich kategorię geotechniczną,
- niweletę drogi,
- zestaw cech fizyczno-mechaniczne konieczny do charakterystyki warstw gruntów i skał wydzielonych w podłożu budowlanym,
- rodzaj i zakres parametrów geotechnicznych wymaganych do projektowania,
- wymagania inwestora,
- wymagania projektanta, wykonawcy robót budowlanych.

Zaprojektowane badania podłoża budowlanego powinny umożliwić:

- opracowanie wiarygodnego modelu geologicznego,
- opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał,
- ustalenie wartości parametrów geotechnicznych,
- określenie, ocenę i prognozę zmian warunków hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych,
- optymalizację sposobu posadowienia/wzmocnienia obiektów budowlanych inwestycji drogowej.

4.1 Ustalenie celu badań podłoża budowlanego

Cel badań należy ustalić na podstawie zdefiniowanych potrzeb uczestników procesu inwestycyjnego (inwestora, projektanta, wykonawcy robót budowlanych, wykonawcy badań podłoża budowlanego, dokumentatora). Cel badań zależy m.in. od wymagań formalno-prawnych, etapu inwestycji drogowej oraz problemów, które należy rozwiązać (Tabela 7).

Z uwagi na ważność celów, w dokumentach podstawowych podanych w tabeli (Tabela 5), należy wskazać:

- cel podstawowy badań podłoża budowlanego,
- cele szczegółowe badań podłoża budowlanego.

Celem podstawowym, w zależności od podstawy prawnej dokumentowania, jest określenie warunków hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych.

Cele szczegółowe badań należy określić poprzez wskazanie problemów, które w efekcie wykonanych badań zostaną opisane i rozwiązane. Cele szczegółowe to m.in.: ocena i prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich, wyznaczenie miejsc występowania gruntów słabych, ustalenie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał itd.

Projektując badania podłoża budowlanego należy korzystać z wytycznych inwestora, potrzeb

projektanta, wiedzy i doświadczenia dokumentatora/ów i wykonawców badań podłoża, norm, literatury branżowej (Załącznik 2) oraz doświadczenia porównywalnego.

Tabela 7 Cele badań podłoża budowlanego w zależności od etapu przygotowania inwestycji drogowej

Projektowanie badań	Etap procesu inwestycyjnego						
	Studium sieciowe i korytarzowe (SK)	Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe (STEŚ, STEŚ-R Etap I)	Koncepcja programowa (STEŚ-R Etap II, KP)	Projekt Budowlany (PB)	Budowa (B)	Eksploatacja (E)	
						Remont (PB/B)	Przebudowa (PB/B)
Podstawowy cel badań podłoża budowlanego	Nie planuje się badań	Określenie warunków geologiczno-inżynierskich, określenie warunków hydrogeologicznych	Określenie warunków geologiczno-inżynierskich	Określenie warunków geologiczno-inżynierskich, określenie warunków geotechnicznych	Określenie warunków geotechnicznych	Określenie warunków geotechnicznych	
Szczegółowy cel badań podłoża budowlanego	Nie planuje się badań	Ustalenie warunków hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich dla każdego wariantu lokalizacji inwestycji oraz wskazanie najkorzystniejszego wariantu lokalizacji inwestycji	Szczegółowe ustalenie warunków geologiczno-inżynierskich dla najkorzystniejszego wariantu lokalizacji inwestycji oraz optymalne usytuowanie obiektów budowlanych względem warunków geologiczno-inżynierskich Wstępne założenia rozwiązań projektowych	Szczegółowe ustalenie grup nośności podłoża budowlanego nawierzchni drogowej oraz warunków geologiczno-inżynierskich i warunków geotechnicznych pod każdy obiekt budowlany	Sprawdzenie zgodności warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych ustalonych na etapie PB z obserwacjami podczas budowy	Kontrola danych z monitoringu (analizy i prognozy) Działania interwencyjne w przypadku zagrożenia; W przypadku remontu i przebudowy jak dla etapu PB	
Zakres prac i badań podłoża budowlanego za pomocą których zostanie osiągnięty cel badań	Nie planuje się badań	Kartowanie geologiczno-inżynierskie, hydrogeologiczne i sozologiczne w odpowiednio dobranej skali Wiercenia Sondowania Badania geofizyczne Laboratoryjne badania gruntów i skał	Kartowanie geologiczno-inżynierskie, hydrogeologiczne, geologiczne i sozologiczne w odpowiednio dobranej skali Wiercenia Sondowania Badania geofizyczne Laboratoryjne badania gruntów i skał	Kartowanie geologiczno-inżynierskie w odpowiednio dobranej skali Wiercenia Sondowania Badania geofizyczne Laboratoryjne badania gruntów i skał	Wizja terenowa Wiercenia Sondowania Badania geofizyczne Laboratoryjne badania gruntów i skał	Zgodny z projektem monitoringu W przypadkach interwencji uzależniony od stopnia zagrożenia W przypadku remontu i przebudowy zgodny z zakresem jak dla etapu PB	
Dokumenty zawierające projektowane badania podłoża budowlanego	Zgodnie z tabelą (Tabela 5)						

4.2 Wymagania dotyczące projektowania badań podłoża budowlanego

Przed przystąpieniem do projektowania zakresu prac dokumentacyjnych oraz badań podłoża budowlanego należy się zapoznać z wymaganym sposobem postępowania opisanym w rozdziale 2.1.

Załącznik 4 zawiera:

- informację o zakresie prac dokumentacyjnych, lokalizacji badań, rozmieszczeniu punktów dokumentacyjnych i głębokości rozpoznania,
- minimalny zakres badań podłoża budowlanego wymagany w celu udokumentowania modelu geologicznego w zależności od etapu inwestycji oraz podaje szczegółowe wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego w podziale na:
 - etap procesu inwestycyjnego,
 - typ obiektu budowlanego,
 - rodzaj badania.

Przy projektowaniu badań na każdym kolejnym etapie inwestycji drogowej należy uwzględnić badania wykonane w poprzednich etapach. Na podstawie zebranych danych należy aktualizować wcześniej określony stopień skomplikowania warunków gruntowych. Jeśli wyniki badań uzyskane dla bieżącego etapu odbiegają od wykonanych wcześniej, należy je powtórzyć w celu zweryfikowania badań archiwalnych.

W celu optymalizacji i unikania nieuzasadnionego powielania badań podłoża budowlanego, jeśli lokalizacja badań dla różnych typów obiektów budowlanych nakłada się lub badania są zlokalizowane w sąsiedztwie, zaprojektowane punkty dokumentacyjne (głównie wiercenia oraz węzły badawcze) wykorzystuje się jednocześnie na potrzeby rozpoznania podłoża budowlanego dla wariantu/pasa drogowego, DOI, WTD, ITND, IO. Dla w/w punktów dokumentacyjnych w PRG, dPRG i PBG przyjmuje się większą głębokość rozpoznania oraz uwzględnia wyniki badań archiwalnych, zweryfikowane wynikami badań geofizycznych, nie dublując otworów wiertniczych zaprojektowanych dla drogi (rozdział 2.1).

Projektując badania podłoża budowlanego należy wskazać metody, według których zostaną wykonane. Określając metody badań, w pierwszej kolejności należy korzystać z wymagań inwestora (np.: opis przedmiotu zamówienia), norm zgodnie z wymaganiami rozdziału 2.6, a w przypadku braku norm, z udokumentowanych procedur badawczych lub pozycji literatury, których opis oraz uzasadnienie zastosowania należy zamieścić w PRG, dPRG, PBG, a następnie w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża budowlanego. Badania należy przedstawiać w dokumentach zgodnie z tabelą (Tabela 5).

Wymagania dotyczące doboru badań podłoża budowlanego na poszczególnych etapach inwestycji drogowej podano w katalogu metod badawczych (Załącznik 2 - Tabela 21).

Zaleca się zwiększać zakres projektowanych prac i stosować dodatkowe metody badań, jeśli konieczne jest zwiększenie dokładności rozpoznania.

Dokumentator może podjąć decyzję o zwiększeniu zakresu prac i zastosowaniu dodatkowych metod badań, jeśli uzna to za zasadne i uzyska zgodę inwestora.

Podstawą rozpoznania podłoża budowlanego są punkty dokumentacyjne, czyli miejsca, w których wykonywane są bezpośrednie obserwacje, pomiary i badania charakteryzujące podłoże budowlane.

Podstawowymi punktami dokumentacyjnymi na etapie STES, STES-R i KP są wiercenia (rozdział 5.4).

Wiercenia uzupełnia się innymi badaniami z katalogu metod badawczych m.in: sondowaniami,

badaniami geofizycznymi, pomiarami geodezyjnymi, badaniami laboratoryjnymi.

Rodzaj sondowania należy dobrać do warunków gruntowych, wymaganych wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych oraz na potrzeby charakterystyki właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał (rozdział 5.6).

Na etapie PB, B oraz etapie eksploatacji dopuszcza się zastępowanie wierceń sondowaniami, pod warunkiem, że znany jest profil litologiczny w podłożu budowlanym.

Dobór metod geofizycznych powinien być uzależniony od: celu rozpoznania, głębokości rozpoznania i technicznych uwarunkowań metody (rozdział 5.3).

W celu uzyskania w profilu pionowym jakościowej i ilościowej charakterystyki właściwości fizyczno-mechanicznych podłoża budowlanego stosuje się węzły badawcze składające się z minimum jednego sondowania i jednego wiercenia, z którego w pierwszej kolejności pobiera się próby gruntów i skał do badań laboratoryjnych.

W miejscach, gdzie jest to możliwe, wiercenia i węzły badawcze oraz pozostałe badania lokalizuje się wzdłuż ciągów geofizycznych.

Techniki wiercenia w gruntach/skałach ustala się w PRG, dPRG, PBG w zależności od (rozdział 5.4):

- określonego w uzgodnieniu z projektantem/wykonawcą robót budowlanych zestawu parametrów geotechnicznych/cech chemicznych, fizycznych i mechanicznych gruntów i skał potrzebnych do optymalnego zaprojektowania obiektu budowlanego,
- określonej w uzgodnieniu z projektantem/wykonawcą robót budowlanych liczby, rodzaju i metodyki badań laboratoryjnych na potrzeby wydzielenia i charakterystyki warstw geotechnicznych lub geologiczno-inżynierskich. Metodyka badań laboratoryjnych musi odzwierciedlać warunki *in situ*, uwzględniać obciążenia od obiegów budowlanych, zmiany stosunków wodnych, stateczność skarb i zbczy i inne,
- wymaganej kategorii pobierania prób gruntów/skał oraz klasy jakości gruntów na potrzeby wykonania badań laboratoryjnych i wyznaczenia na ich podstawie zestawu parametrów geotechnicznych/cech chemicznych, fizycznych i mechanicznych gruntów i skał.

W celu pobrania optymalnej liczby prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych w PRG, dPRG, PBG należy wskazać miejsca poboru prób (ustalić liczbę prób).

Pobór prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych projektuje się w pierwszej kolejności z wierceń, które wchodzi w skład węzła badawczego.

W PRG, dPRG lub PBG oraz w dokumentach zawierających wyniki badań podłoża budowlanego zamieszcza się informację o normie lub metodyce zgodnie, z którą będą opisywane i klasyfikowane grunty i skały.

W wytycznych dodatkowo określono minimalny zakres prac, który należy wykonać podczas dokumentowania geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego w zakresie:

- pomiarów i badań hydrogeologicznych (poza zakresem dokumentacji hydrogeologicznej),
- badań środowiskowych (w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń podczas wierceń i kartowania geologiczno-inżynierskiego).

W PRG/dPRG/PBG, a następnie w DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP zaleca się stosować następujące zasady numeracji punktów dokumentacyjnych:

- dla punktów dokumentacyjnych dla drogi głównej i dróg serwisowych:
 - kilometrąz drogi,
 - po ukośniku symbol lokalizacji w pasie drogowym: L - lewa strona, P – prawa strona (patrząc w kierunku rosnącego kilometrązu), O – główna oś drogi,

- kolejny numer punktu, jeśli po lewej lub prawej stronie wykonujemy kilka punktów,
 - symbol rodzaju punktu dokumentacyjnego: s-sondowanie, w – wiercenie, np.: 25+368/L1w, 25+368/L2s,
 - w przypadku wierceń archiwalnych na początku wstawiamy dużą literę A, następnie nazwę archiwalną, po ukośniku numer aktualny,
- dla punktów dokumentacyjnych dla pozostałych dróg:
- nazwa/numer drogi,
 - po ukośniku kilometrąz drogi,
 - po ukośniku symbol lokalizacji w pasie drogowym: L- lewa strona, P – prawa strona, O – główna oś drogi,
 - kolejny numer punktu, jeśli po lewej lub prawej stronie wykonujemy kilka punktów,
 - symbol rodzaju punktu dokumentacyjnego: s-sondowanie, w – wiercenie, np.: DK-52/0+589/Ow,
- dla punktów dokumentacyjnych dla drogowych obiektów inżynierskich (DOI), wyposażenia technicznego drogi (WTD), innych obiektów (IO) oraz dla infrastruktury technicznej niezwiązanej z drogą (ITND):
- kilometrąz drogi,
 - po ukośniku symbol obiektu,
 - po ukośniku kolejny numer punktu dokumentacyjnego,
 - symbol rodzaju punktu dokumentacyjnego: s-sondowanie, w – wiercenie, np.: 25+368/WD-25/1w,
- dla przekrojów/profilu podłużnych dla drogi głównej i dróg pozostałych:
- kilometrąz drogi (dla drogi głównej kilometrąz od ... do..., dla dróg poprzecznych kilometrąz drogi głównej w miejscu przecięcia z drogą poprzeczną),
 - po ukośniku symbol rodzaju przekroju/profilu: pGI- przekrój geologiczno-inżynierski, pGF – przekrój geofizyczny, przekrój geotechniczny – pGT, przekrój hydrogeologiczny – pHG, np.: 14+387-16+387/pGI,
 - po ukośniku symbol kolejny numeru przekroju/profilu, np.: 14+387-16+387/pGI/3,
- dla przekrojów/profilu poprzecznych dla drogi głównej i dróg pozostałych:
- kilometrąz drogi (dla drogi głównej kilometrąz i dróg poprzecznych kilometrąz drogi głównej w miejscu przecięcia z drogą poprzeczną),
 - po ukośniku symbol rodzaju przekroju/profilu: pGI - przekrój geologiczno-inżynierski, pGF – przekrój geofizyczny, przekrój geotechniczny – pGT, przekrój hydrogeologiczny – pHG, np.: 16+387/pGI,
- dla przekrojów/profilu dla drogowych obiektów inżynierskich (DOI), wyposażenia technicznego drogi (WTD), innych obiektów (IO) oraz dla infrastruktury technicznej niezwiązanej z drogą (ITND):
- kilometrąz drogi głównej,
 - po ukośniku symbol obiektu,
 - po ukośniku symbolu obiektu rodzaju przekroju/profilu: pGI- przekrój geologiczno-inżynierski, pGF – przekrój geofizyczny, przekrój geotechniczny – pGT, przekrój hydrogeologiczny – pHG, np.: 14+387/ WD-25/pGI,
 - po ukośniku kolejny numeru przekroju/profilu,
- dla powierzchni (np.: pomiary teledetekcyjne):
- kilometrąz drogi głównej od ... do ...,

- po ukośniku kolejny numer powierzchni,
- symbol rodzaju badania.

4.3 Wymagania w zakresie dokumentów przedstawiających zaprojektowane badania podłoża budowlanego

Zaprojektowane, zgodnie z rozdziałem 4 i załącznikiem (Załącznik 4), badania podłoża budowlanego w zależności od etapu inwestycji oraz podstawy prawnej należy przedstawić w następujących dokumentach:

- Projekt robót geologicznych (PRG),
- Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG),
- Program badań geotechnicznych (PBG).

PRG i dPRG zawierają zaprojektowane badania hydrogeologiczne i/lub geologiczno-inżynierskie, które wykonuje się zgodnie z ustawą prawo geologiczne i górnicze, w celu opracowania dokumentacji hydrogeologicznej (DH), dodatku do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH), dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (DGI) lub dodatku do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI).

PBG przedstawia zaprojektowane badania geotechniczne, które wykonuje się zgodnie z ustawą prawo budowlane, w celu opracowania dokumentacji badań podłoża (DBP).

PRG, dPRG i PBG sporządza się w podziale na część tekstową i graficzną, których zawartość powinna odpowiadać przepisom prawa, wytycznym inwestora, a w przypadku PBG zaleceniom normy PN-EN 1997-2.

4.3.1 Projekt robót geologicznych (PRG)

Projekt robót geologicznych (PRG) to dokument, który stanowi formalną podstawę wykonania prac i robót geologicznych (badań hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich). Zawiera dane dotyczące obszaru badań, omówienie wyników badań archiwalnych, cel zamierzonych robót geologicznych, sposób jego osiągnięcia, rodzaj dokumentacji geologicznej, która powstanie w efekcie wykonania robót, harmonogram robót oraz przedsięwzięcia konieczne z uwagi na ochronę środowiska. PRG należy opracować zgodnie z wymaganiami określonymi w:

- Ustawie z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze;
- Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji;
- Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2015 r. zmieniającemu rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji.

Przy opracowywaniu PRG poza wymaganiami w/w aktów prawnych oraz rozdziałów: 4, 5, 6, 7 należy uwzględnić:

- charakterystykę techniczną projektowanej inwestycji (klasa drogi, rodzaj i wymiary projektowanych obiektów, niweleta drogi),
- techniczne możliwości wykonania robót geologicznych (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną, przestrzeń potrzebną na pracę operacyjną sprzętu, zgodę właścicieli nieruchomości na wykonanie badań itp.),
- opis sposobu transportowania i magazynowania próbek,
- opis metodyki wykonywania badań polowych i laboratoryjnych,
- technikę wykonania wierceń oraz poboru prób gruntów i skał zgodnie z normą PN-EN ISO 22475-1 (Załącznik 9 - Tabela 51, Tabela 52, Tabela 55),

- schemat konstrukcji otworów wiertniczych (Załącznik 18. 3. 1),
- wymagania dotyczące projektowania badań podłoża budowlanego podane w załączniku (Załącznik 4),
- harmonogram prac inwestora, wykonawcy badań podłoża budowlanego, dokumentatora, projektanta, wykonawcy robót budowlanych.

W przypadku opracowywania PRG na potrzeby dokumentacji hydrogeologicznej w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie, oprócz wymagań w/w aktów prawnych należy uwzględnić:

- przebieg wszystkich rozpatrywanych wariantów inwestycji,
- zasięg strefy w której należy przeprowadzić kartowanie hydrogeologiczne i sozologiczne (Załącznik 4. 2. 1),
- zakres danych niezbędnych do opracowania raportu oddziaływania na środowisko,
- ocenę parametrów filtracyjnych dla warstw wodonośnych i warstw izolujących w oparciu o badania uziarnienia,
- przewidywane kierunki spływu wód w przypadku lokalizacji otworów obserwacyjnych,
- techniczne możliwości wykonania robót geologicznych (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną, przestrzeń potrzebną na pracę operacyjną sprzętu, zgodę właścicieli nieruchomości na wykonanie badań itp.).

Przed złożeniem PRG do zatwierdzenia przez odpowiedni organ administracji geologicznej należy przedłożyć go do akceptacji inwestora.

Projekt robót podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie (rozdział 2.2).

Zawartość PRG powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 4. 7. 1).

4.3.2 Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)

Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG) to dokument, który stanowi formalną podstawę wykonania prac i robót geologicznych w przypadku zmian w projekcie robót geologicznych lub prowadzenia prac w kilku etapach (rozdział 2.2). Obligatoryjnie zawiera podsumowanie wyników robót geologicznych uzyskanych w poprzednim etapie oraz szczegółowe określenie rodzaju, zakresu i harmonogramu prac przewidzianych dla danego etapu. W dPRG, opracowanym z powodu zmian w projekcie robót geologicznych, umieszcza się jedynie projektowane zmiany. Pozostałe wymagania dla dPRG należy uwzględniać jak dla PRG (rozdział 4.3.1).

Zawartość dPRG powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 4. 7. 1).

4.3.3 Program badań geotechnicznych (PBG)

Program badań geotechnicznych (PBG) stanowi podstawę wykonania badań geotechnicznych na potrzeby opracowania dokumentacji badań podłoża (DBP). Zawiera dane dotyczące obszaru badań, lokalizacji, zakresu i rodzaju oraz metodyki wykonywania badań. Szczegółową zawartość PBG określa norma PN-EN 1997-2.

Przy opracowywaniu PBG poza wymaganiami normy oraz rozdziałów: 4, 5, 6, 7 należy uwzględnić:

- badania wykonane w poprzednich etapach,
- doświadczenie porównywalne (zgodnie z definicją - Załącznik 1),
- charakterystykę techniczną drogi i obiektów w zakresie wielkości, obciążeń, poziomu posadowienia i innych rozwiązań projektowych,
- techniczne możliwości wykonania (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną,

przestrzeń potrzebną do pracy operacyjnej sprzętu, zgodę właścicieli nieruchomości na wykonanie badań itp.),

- opis sposobu transportowania i magazynowania próbek,
- opis metodyki wykonywania badań polowych i laboratoryjnych,
- wymagania dotyczące projektowania badań podłoża budowlanego podane w załączniku (Załącznik 4),
- harmonogram prac inwestora, wykonawcy badań podłoża budowlanego, projektanta, wykonawcy robót budowlanych.

PBG należy opracować każdorazowo w sytuacji, gdy wykonywane będą badania geotechniczne. PBG należy skonsultować z projektantem posiadającym odpowiednie uprawnienia budowlane i inwestorem przed rozpoczęciem wykonywania badań.

PBG nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ. Podlega archiwizacji przez inwestora.

Zawartość PBG powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 4. 7. 2).

5 Wytyczne wykonywania badań terenowych

W rozdziale 5 podano szczegółowe zasady i wymagania dotyczące wykonywania następujących badań terenowych:

- prace kartograficzne (rozdział 5.1, Załącznik 5),
- pomiary geodezyjne, fotogrametryczne i teledetekcyjne (rozdział 5.2, Załącznik 6, Załącznik 7),
- badania geofizyczne (rozdział 5.3, Załącznik 8),
- wiercenia oraz makroskopowe oznaczenie gruntów i skał (rozdział 5.4 i 5.5, Załącznik 9, Załącznik 10),
- sondowania i badania polowe (rozdział 5.6, Załącznik 11),
- pomiary hydrogeologiczne (rozdział 5.7, Załącznik 12),
- badania środowiskowe (rozdział 5.8),
- badania masywu skalnego (rozdział 7, Załącznik 14).

Badania terenowe wykonuje się zgodnie z zapisami dokumentów zawierających zaprojektowane badania podłoża budowlanego (PRG, dPRG lub PBG) w granicach wyznaczonych przez obszar badań.

Wejście wykonawcy badań podłoża budowlanego na obszar badań powinno odbywać się na podstawie zgody udzielonej wykonawcy badań podłoża budowlanego przez właściciela terenu. Wykonawca badań podłoża budowlanego zobowiązany jest do uzgodnienia z właścicielem terenu terminu rozpoczęcia prac, uzgodnienia granic obszaru zajmowanego przez wiertnię, sondę, sprzęt geofizyczny lub inne urządzenia oraz czasu zajęcia terenu. W przypadku gdy właściciel terenu nie wyrazi zgody na wejście w teren i niemożliwe będzie przesunięcie punktu dokumentacyjnego w granicach dopuszczalnych (10-15 m), wykonawca badań podłoża budowlanego zobowiązany jest sporządzić notatkę podpisaną przez obie strony. W przypadku, gdy charakter zagospodarowania terenu wykluczał będzie możliwość wykonania wykopów (dołów płuczkowych) lub właściciel gruntu nie wyrazi zgody na wykonanie wkopów, wykonawca badań podłoża budowlanego powinien posiadać odpowiednie baseny płuczkowe.

Przebieg badań terenowych oraz uzyskane wyniki badań:

- przedstawia się na kartach badań zgodnie z wymaganiami załączników (Załącznik 18. 3. 2 - Załącznik 18. 3. 5) oraz na mapach i przekrojach zgodnie z załącznikami (Załącznik 18. 3. 7 - Załącznik 18. 3. 12).
- umieszcza się w dokumencie podstawowym tj. DH, dDH, DGI, dDGI, DBP lub dokumentach uzupełniających (Sprawozdanie z wizji lokalnej (SWL), Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego (DKH), Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego (DKGI), Dokumentacja badań geofizycznych (DBG), Sprawozdanie z pomiarów i opracowań teledetekcyjnych (SPTd), Raport z wierceń (RW), Raport z sondowań (RS), Sprawozdanie z pomiarów i opracowań geodezyjnych (SPG)), które załącza się do dokumentu podstawowego.

Badania terenowe mogą być prowadzone przez wykonawców badań podłoża budowlanego, którzy posiadają:

- potencjał kadrowy i techniczny,
- doświadczenie w wykonywaniu badań terenowych.

Inwestor (GDDKiA) może prowadzić kontrole wykonawców badań podłoża budowlanego na etapie postępowania przetargowego (Załącznik 20. 1) lub w trakcie realizacji zamówienia (Załącznik 20. 2).

5.1 Kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie

Prace kartograficzne w zakresie kartowania hydrogeologicznego, niezależnie od etapu inwestycji, polegają na zbieraniu, opisie i graficznym przedstawieniu obserwacji terenowych głównie dotyczących wód podziemnych i powierzchniowych oraz ognisk zanieczyszczeń mogących mieć wpływ na jakość wód podziemnych. Kartowanie hydrogeologiczne obejmuje:

- pomiary głębokości zalegania zwierciadła wody w indywidualnych studniach kopanych i wierconych oraz przeprowadzenie wywiadu z użytkownikiem na temat sposobu użytkowania studni, wielkości i celu poboru wody, sezonowych wahań zwierciadła wody, profilu geologicznego otworu studziennego;
- pomiary głębokości zalegania zwierciadła wody i aktualnej wielkości poboru wody na wszystkich głębiniowych ujęciach wodociągowych, zakładowych i innych zlokalizowanych na obszarze badań;
- terenową weryfikację lokalizacji wszystkich pomierzonych otworów hydrogeologicznych;
- przegląd terenowy stanu wód powierzchniowych (cieków naturalnych, kanałów, podmokłości, stawów i jezior) w zakresie istotnym do rozpoznania ich związków z wodami podziemnymi;
- pozyskanie informacji na temat aktualnego i planowanego zagospodarowania wód podziemnych oraz ich ochrony (stan zaopatrzenia ludności w wodę, stan ochrony ujęć, sieć kanalizacyjna, itp.)
- pozyskanie informacji w Państwowym Gospodarstwie Wodnym Wody Polskie, w tym Regionalnych Zarządach Gospodarki Wodnej (RZGW) na temat wydanych rozporządzeń ustanawiających strefy ochronne ujęć wód, wydanych rozporządzeń ustanawiających obszary ochronne głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) oraz ochrony zbiorników wodnych wydzielonych zgodnie z wymaganiami Ramowej dyrektywy wodnej;
- wytypowanie otworów oraz cieków i zbiorników powierzchniowych do szczegółowych badań hydrochemicznych.

Prace kartograficzne w zakresie kartowania geologiczno-inżynierskiego, niezależnie od etapu inwestycji, polegają na zebraniu, opisanie i graficznym przedstawieniu obserwacji terenowych głównie dotyczących zagrożeń geologicznych, w tym zjawisk i procesów geologicznych, geodynamicznych, antropogenicznych, gruntów słabych oraz wszelkich przejawów wód podziemnych zidentyfikowanych na powierzchni terenu, mających wpływ na zachowanie się obiektów budowlanych inwestycji drogowej.

Kartowanie geologiczno-inżynierskie dostarcza informacji, których nie stwierdzono podczas wizji terenowej oraz nie zawierały materiały archiwalne i publikowane, między innymi o:

- nieudokumentowanych formach działalności górniczej np.: zasypanych lub zarośniętych wyrobiskach, hałdach i innych,
- nieudokumentowanych składowiskach odpadów (zasypane, zarośnięte),
- występowaniu starych fundamentów lub ich fragmentów,
- nieewidencjonowanych obiektach budowlanych lub utwardzonych nawierzchniach,
- nieewidencjonowanych zmianach w morfologii terenu (podwyższanie, obniżanie terenu),
- nieewidencjonowanej infrastrukturze podziemnej i naziemnej np.: stare systemy melioracji, zasypane zbiorniki na nieczystości, studnie,
- występowaniu niezidentyfikowanych zagrożeń geologicznych np.: podtopień, osuwisk, erozji, osiadań i innych,
- obszarach występowania zanieczyszczeń środowiska geologicznego (nierejestrowane tereny historycznie zanieczyszczone lub zdegradowane),

- występowaniu możliwych niewybuchów i innych przeszkód w podłożu budowlanym, zwłaszcza w sąsiedztwie lub na terenach poligonów wojskowych np. na podstawie wywiadu środowiskowego.

Zakres prac kartograficznych na poszczególnych etapach inwestycji drogowej zawiera Załącznik 4. Prace kartografii hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej prowadzi się zgodnie z zakresem podanym w załączniku (Załącznik 5).

Szerokość pasa w jakim powinno być prowadzone kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie, powinna zostać dostosowana do przewidywanych warunków i sposobu zagospodarowania terenu i określona w PRG/dPRG. Minimalna szerokość pasa dla kartowania w zależności od etapu inwestycji drogowej została podana w załączniku (Załącznik 17. 1) w tabelach (Tabela 91, Tabela 92).

Do prac kartografii hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej wykorzystuje się geodezyjne odbiorniki satelitarne GNSS, rejestratory (np. tablet, palmtop, notebook), skanery naziemne i mobilne, bezzałogowe statki powietrzne (drony) wyposażone w aparaty fotograficzne, kamery, skanery i inne urządzenia. Wszystkie wymienione urządzenia umożliwiają szybką identyfikację, fotografowanie, skanowanie, bieżące rejestrowanie miejsc i granic terenów mogących zagrażać inwestycji drogowej oraz przeprowadzenie przeglądu obszarów, do których dostęp bezpośredni jest utrudniony lub niemożliwy.

Wyniki kartowania hydrogeologicznego i geologiczno-inżynierskiego przedstawia się na kartach obserwacji terenowych (Załącznik 18. 3), mapach oraz jako opis tekstowy, zawierający zestawienie tabelaryczne powiązane z kartami obserwacji terenowych i treścią map.

Wyniki kartowania hydrogeologicznego i geologiczno-inżynierskiego umieszcza się w dokumencie podstawowym tj. DH, dDH, DGI, dDGI, DBP lub sporządza się dokument uzupełniający (Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego (DKH), Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego (DKGI)), który załącza się do dokumentu podstawowego.

5.2 Pomiary i opracowania geodezyjno-kartograficzne i teledetekcyjne

W trakcie wykonywania badań podłoża budowlanego niezbędne jest przeprowadzenie terenowych pomiarów geodezyjnych wszystkich punktów dokumentacyjnych w celu przedstawienia ich lokalizacji na mapach, przekrojach oraz modelach geologicznych.

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej każdy punkt dokumentacyjny powinien mieć określoną rzędną wysokościową w obowiązującym układzie wysokości ortometrycznych. Ponadto w karcie informacyjnej należy podać współrzędne płaskie (x, y) oraz rzędną (H) dla każdego otworu wiertniczego i sondowania (określenie rzędnej wysokościowej wymagane jest także w normie PN-EN 1997-2 (punkt 4.2.1)).

Pomiary te pozwalają na pozyskanie współrzędnych geodezyjnych w obowiązującym państwowym układzie, zgodnie z rozporządzeniem w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych.

Wszystkie geodezyjne pomiary sytuacyjne i wysokościowe należy wykonywać zgodnie z rozporządzeniem w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

Lokalizację obszaru badań, zaprojektowane i wykonane badania oraz efekty przetwarzania zebranych danych należy przedstawiać na mapie sytuacyjno-wysokościowej sporządzonej na podstawie danych i informacji uzyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i

kartograficznego dla obszarów lądowych opracowanej w odpowiednio dobranej skali, nie mniejszej niż 1:50 000 lub na mapie sytuacyjno-batymetrycznej dla obszarów morskich Rzeczypospolitej Polskiej w skali umożliwiającej szczegółowe przedstawienie lokalizacji obszaru lub miejsc zamierzonych robót geologicznych.

Obowiązek pozyskiwania map z zasobu geodezyjno-kartograficznego wynika również z rozporządzenia w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, gdzie wszystkie mapy wykonane w ramach dokumentacji geologiczno-inżynierskiej sporządza się: na obszarach lądowych - na podkładzie map topograficznych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej - na podstawie map morskich wykonanych przez Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej i urzędy morskie, a w przypadku czynnych zakładów górniczych - na podstawie map wyrobisk górniczych zawartych w dokumentacji mierniczo-geologicznej.

W przypadku wykorzystywania archiwalnych materiałów geodezyjnych i kartograficznych posiadających współrzędne geodezyjne w nieobowiązujących układach współrzędnych należy wykonać transformacje do obowiązującego państwowego systemu odniesień przestrzennych zgodnie z zapisami rozporządzenia w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

Szczegółowa lokalizacja badań podłoża budowlanego pozwala na precyzyjną analizę danych, umieszczenie wykonanych badań podłoża budowlanego w przestrzeni oraz ewentualną weryfikację danych źródłowych.

Prace geodezyjne mogą być wykonywane przez osobę po spełnieniu jednego z poniższych warunków:

- posiadającą odpowiednie doświadczenie i wiedzę w wykonywaniu prac geodezyjnych (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamawiającego),
- posiadającego uprawnienia zawodowe w dziedzinie geodezji i kartografii,
- wykonującą prace pod nadzorem osób wymienionych w punktach powyżej, gdy nie zabraniają tego przepisy prawa geodezyjnego i kartograficznego.

Załącznik 6 podaje szczegółowe informacje dotyczące metodyki wykonywania pomiarów i opracowań geodezyjno-kartograficznych na potrzeby badań podłoża budowlanego w podziale na:

- Metody pomiarów geodezyjnych,
- Geodezyjne pomiary punktów dokumentacyjnych i profili geofizycznych,
- Aktualizacja wielkoskalowych podkładów mapowych,
- Pomiary fotogrametryczne i skaning laserowy z pułapu lotniczego,
- Pomiary fotogrametryczne z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych oraz pomiary wykonywane technologią skaningu laserowego,
- Forma przedstawienia zaktualizowanych danych geodezyjno-kartograficznych oraz pomiarów geodezyjnych.

Oprócz geodezyjnych i fotogrametrycznych technologii pomiarowych dodatkowym narzędziem wspomagającym proces rozpoznania podłoża budowlanego są opracowania kartometryczne danych pozyskanych metodami teledetekcyjnymi.

Metody teledetekcyjne nie są uwzględnione w normach dotyczących badań podłoża budowlanego, jednak znajdują coraz większe zastosowanie w badaniu środowiska geologicznego oraz podczas prowadzenia robót ziemnych. W większości przypadków pozwalają na uzyskanie ogólnej informacji z dużego terenu i mogą być poddawane zestandaryzowanym procesom przetwarzania.

Zastosowanie takich metod pozwala przede wszystkim na wyselekcjonowanie obszarów do bardziej szczegółowego rozpoznania. Skutkuje to znacznym ograniczeniem kosztów i skoncentrowaniem badań terenowych do obszarów, na których występuje zagrożenie (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018).

W celu wykonywania nalotów za pomocą bezzałogowych statków powietrznych (dronów) konieczne jest posiadanie odpowiedniej licencji.

Na potrzeby badań podłoża budowlanego są do dyspozycji różne źródła danych. Najbardziej korzystne ekonomicznie są obrazy satelitarne, przykładowo WorldView3, o rozdzielczości przestrzennej 0,31 m. Są one rejestrowane codziennie i w celu korekcji geometrycznej wymagane jest jedynie kilka, maksymalnie kilkanaście GCPs/CPs na cały obraz o powierzchni rzędu 100 km². Na uwagę zasługuje również wysoka rozdzielczość spektralna (tzw. rejestracja) oprócz kanału panchromatycznego jest wykonywana w 8 kanałach multispektralnych.

Znacznie większą rozdzielczość przestrzenną można uzyskać wykorzystując metody fotogrametryczne z pułapu lotniczego i UAV. Obecnie w praktyce wykonuje się ortofotomapy z pikselem terenowym (5-20 cm). W ostatniej kolumnie tabeli (Tabela 8) znajduje się porównanie liczby punktów GCPs i CPs potrzebnych do wykonania ortofotomapy o zadanych wyżej parametrach.

Podczas wykonania ortofotomapy z pułapu lotniczego liczba GCPs wynosi 4 lub 23, punktów CPs 8, w technologii UAV 60-200 w zależności o warunków rejestracji.

Z pułapu lotniczego i UAV oprócz rejestracji w zakresie widzialnym RGB i bliskiej podczerwieni VNIR można dokonać znacznie lepszej, z punktu widzenia interpretacji, rejestracji kamerą hiperspektralną.

W tabeli (Tabela 8) przedstawiono porównanie przykładowych parametrów danych teledetekcyjnych na obszarze o szerokości 500 m i długości 10 km (powierzchnia 5 km²). Obecnie nie jest możliwe uzyskanie tak wysokiej rozdzielczości z pułapu satelitarnego dla celów cywilnych.

Tabela 8 Przykładowe porównanie parametrów danych teledetekcyjnych na potrzeby wykonania ortofotomapy.

Maksymalne praktyczne rozdzielczości/ pułap	Potencjalna przestrzenna, wielkość piksela	spektralna	czasowa	Obszar	Liczba punktów kontrolnych/ obszar opracowania
satelitarne	np. WorldView3 3 - 30 cm	8 (VNIR)	1 dzień	1 obraz – ok. 100 km ²	kilka kilkanaście
lotnicze fotogrametryczne	Na żądanie praktycznie 5-20 cm	4 (VNIR)	na życzenie	5 km ² (10 x 0,5 km)	4-23 GCPs w zależności od warunków rejestracji 8 CPs wymiar terenowy zdjęcia 500 x 400 m
lotnicze z niskiego pułapu (UAV)	Kilkanaście/ kilka cm	Zwykle 3 (VIS) 4 (VNIR)	na życzenie	5 km ² (10 x 0,5 km)	60-200 GCPs w zależności od warunków rejestracji

Pomiary teledetekcyjne mogą być wykonywane przez osobę po spełnieniu jednego z poniższych warunków:

- posiadającą odpowiednie doświadczenie i wiedzę w wykonywaniu pomiarów teledetekcyjnych (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamawiającego),
- posiadającą uprawnienia zawodowe w dziedzinie geodezji i kartografii,
- wykonującą prace pod nadzorem osób wymienionych w punktach powyżej.

Załącznik 7 zawiera szczegółowe informacje w zakresie stosowanych metod teledetekcyjnych oraz metodyki tworzenia map na ich podstawie w podziale na:

- metody pomiarów teledetekcyjnych,
- metodyka tworzenia map pionowych przemieszczeń powierzchni terenu,
- metodyka tworzenia mapy użytkowania i pokrycia terenu,
- metodyka tworzenia mapy rozkładu wilgotności podłoża budowlanego,
- metodyka tworzenia numerycznego modelu terenu – NMT,
- metodyka tworzenia mapy geomorfologicznej,
- metodyka tworzenia mapy glebowo-rolniczej.

Wyniki pomiarów teledetekcyjnych i efekty ich interpretacji umieszcza się w dokumencie podstawowym tj. DH, dDH, DGI, dDGI, DBP lub sporządza się dokument uzupełniający (Sprawozdanie z pomiarów i opracowań teledetekcyjnych (SPTd), który załącza się do dokumentu podstawowego. Efekty pomiarów teledetekcyjnych w formie map muszą zawierać elementy opisane w załączniku (Załącznik 18. 3. 12).

Tabela 9 przedstawia przydatność oraz typowe zastosowania poszczególnych technologii geodezyjnych, fotogrametrycznych i teledetekcyjnych wykorzystywanych w badaniach podłoża budowlanego.

Tabela 9 Zestawienie przydatności oraz typowych zastosowań poszczególnych geodezyjnych, fotogrametrycznych i teledetekcyjnych technologii pomiarowych

TYPOWE ZASTOSOWANIE		Niwelacja geometryczna	Pomiary tachymetryczne	Pomiary GNSS	Satelitarne zdjęcia multispektralne	Satelitarne zdjęcia w paśmie radarowym	Zdjęcia termalne	Zdjęcia hiperspektralne	Zdjęcia lotnicze	Lotniczy skaning laserowy	Fotogrametria niskiego pułapu - Bezzałogowe Statki Powietrzne	Naziemny skaning laserowy	Naziemne zdjęcia cyfrowe	Naziemny radar interferometryczny
		NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	NZ	Z	NZ	Z	NZ
OBRAZOWANIE OGÓLNE	Obraz poglądowy	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	NZ	Z	NZ	Z	NZ
	Analiza form morfologicznych	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
	Wyznaczenie fotolineamentów	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ
	Możliwość penetracji przez niewielką pokrywą roślinną	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z/O	NZ	Z
PRODUKTY	Ortofotomapa	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ
	Obraz pokrycia terenu	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ
	Numeryczny model terenu	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
	Różnicowy model terenu	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
	Model 3D wybranego obiektu na powierzchni	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ
POMIARY WSPÓŁRZĘDNYCH	Pomiary sytuacyjno-wysokościowe	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ
	Tyczenie lokalizacyjne	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Pomiary (monitoring) przemieszczeń	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z
ANALIZY ŚRODOWISKOWE	Analiza zmian pokrycia terenu	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza roślinności	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza gleby	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza zanieczyszczeń	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza wilgotności	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Pomiar temperatury podłoża budowlanego	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	

Z – zalecane; NZ – niezalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami

5.3 Badania geofizyczne

Badania geofizyczne to ogół czynności związanych z badaniem środowiska geologicznego za pomocą jakościowych i ilościowych metod fizycznych w celu poznania jego budowy i właściwości oraz wyjaśnienia zachodzących w nim procesów. Badania geofizyczne wykonywane są głównie w celu rozpoznania budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych oraz oszacowania parametrów fizyczno-mechanicznych badanego ośrodka, na potrzeby budownictwa inżynierskiego (geofizyka inżynierska).

Celem wykonania badań geofizycznych w zakresie rozpoznania podłoża budowlanego jest dostarczenie danych, które poprzez quasi ciągły charakter zobrazowania środowiska geologicznego wspomagają opracowanie modelu geologicznego oraz identyfikację zagrożeń dla obiektu budowlanego. Metody geofizyczne pozwalają na zwiększenie zasięgu rozpoznania podłoża budowlanego poza strefę badań inwazyjnych. Badania geofizyczne dostarczają przede wszystkim informacji o zmienności budowy i właściwościach podłoża budowlanego, przez co można zoptymalizować zakres badań podłoża budowlanego obejmujących wiercenia i sondowania.

Badania geofizyczne mają charakter badań pośrednich, dlatego wymagają kalibracji z wynikami badań metodami bezpośrednimi.

Badania geofizyczne na każdym etapie procesu inwestycyjnego wykonuje się w dwóch krokach:

- badania podstawowe, umożliwiające sporządzenie wstępnego modelu geologicznego do PRG, dPRG, PBG oraz wskazanie lokalizacji otworów wiertniczych i sondowań,
- badania uzupełniające w celu rozpoznania anomalii geofizycznych stwierdzonych w badaniach podstawowych, uszczegółowienia modelu geologicznego do DH, dDH, DGI, dDGI, DBP w oparciu o informacje z wykonanych wierceń i sondowań oraz uzyskania dodatkowych informacji możliwych do określenia na podstawie badań geofizycznych (np.: moduły sprężystości, całkowita porowatość).

Zaletą metod geofizycznych jest dostarczanie ciągłej informacji przestrzennej, niemożliwej do uzyskania metodami bezpośrednimi. Interpretacja wyników badań geofizycznych wymaga doświadczenia z uwagi na niejednoznaczność interpretacji rezultatów pomiarów geofizycznych oraz ograniczenia metod. Do prawidłowej interpretacji badań geofizycznych niezbędne są dane geologiczne np.: z wierceń.

Tabela (Tabela 10) zawiera zestawienie głównych metod geofizycznych, które są rekomendowane do stosowania w badaniach podłoża budowlanego obiektów drogowych. W tabeli podano orientacyjne zakresy stosowalności wybranych metod geofizycznych w zależności od wymaganego zasięgu prospekcji.

Tabela 10 Orientacyjne zasięgi głębokościowe metod geofizycznych rekomendowane do badania podłoża budowlanego

Zasięg głębokościowy	ERT	VES	GCM	SRP	SRT	MASW	SBT CH	GRAW	GPR
~3 m	Z	Z	Z	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	Z
~6 m	Z	Z	Z/O	Z	Z	Z	Z/O	Z/O	Z
~10 m	Z	Z	NZ	Z	Z	Z	Z	Z/O	Z/O
~15 m	Z	Z	NZ	Z	Z	Z	Z	Z	NZ
~30 m	Z	Z	NZ	Z	Z	Z/O	Z	Z	NZ

Z- zalecane; Z/O - zalecane z ograniczeniami; NZ – niezalecane; ERT - tomografia elektrooporowa, VES - sondowanie elektrooporowe, GCM - profilowanie konduktometryczne, SRP - sejsmiczne profilowanie refrakcyjne, SRT - sejsmiczna tomografia refrakcyjna, MASW - analiza fal powierzchniowych, SBT - tomograficzne sejsmiczne prześwietlenia międzyotworowe, CH – Crosshole, GRAW - grawimetria, GPR - georadar

Tomografia elektrooporowa (ERT) i sondowania elektrooporowe (VES) można zastosować do zobrazowania budowy geologicznej (litologia, elementy strukturalne) i właściwości podłoża

budowlanego (Załącznik 8. 2).

Metoda elektromagnetycznych wielopoziomowych profilowań indukcyjnych (GCM) może być używana, jako uzupełnienie pomiarów elektrooporowych np.: w celu zagęszczenia rozpoznania lub okonturowania np.: gruntów organicznych (Załącznik 8. 5). W szczególnym przypadku, dopuszcza się stosowanie metody GCM zamiast tomografii elektrooporowej. W celu uzupełnienia rozpoznania elektrooporowego o informacje strukturalne można stosować metodę GPR.

Do oszacowania parametrów sprężystych podłoża budowlanego stosuje się metody z zakresu sejsmiki inżynierskiej określające rozkład przestrzenny wartości prędkości fal podłużnych (P) i poprzecznych (S), w tym (Załącznik 8. 3): wielokanałową analizę fal powierzchniowych (MASW) i sejsmikę refrakcyjną fal P i S, głównie w wersji tomograficznej (sejsmiczną tomografię refrakcyjną STR-P i STR-S). W obszarach o podłożu budowlanym zbudowanym ze skał litych metodą podstawową jest metoda refrakcyjna fal P i w mniejszym stopniu fal S. W przypadku konieczności szczegółowego rozpoznania warstw zwietrzliny stosuje się również metodę tomografii refrakcyjnej fal P (STR-P).

Metodę georadarową (GPR) stosuje się do rozpoznania, z wysoką rozdzielczością, podłoża budowlanego (Załącznik 8. 4). Metodę tę należy również stosować na etapie remontu i modernizacji istniejącej drogi, dla rozpoznania geometrii i układu warstw konstrukcji nawierzchni drogi istniejącej, podłoża budowlanego pod tą konstrukcją. Dodatkowo metoda GPR jest zalecana w zakresie rozpoznania przebiegu sieci uzbrojenia terenu, przebiegu inwestycji na obszarach występowania zjawisk krasowych oraz terenach górniczych i pogórnicych zagrożonych występowaniem pustek i stref rozluźnienia.

Metodę grawimetryczną (GRAW) zaleca się stosować w przypadku badania podłoża budowlanego na obszarach występowania zjawisk krasowych oraz terenach górniczych i pogórnicych zagrożonych występowaniem pustek i stref rozluźnienia (Załącznik 8. 6). Metoda grawimetryczna może również znaleźć zastosowanie w rozpoznaniu tektoniki i złożonej budowy geologicznej.

Projektując badania geofizyczne należy uwzględnić ograniczenia w ich stosowaniu związane z ukształtowaniem terenu oraz z występowaniem infrastruktury naziemnej i podziemnej. Zaplanowane badania geofizyczne podstawowe zaleca się przedstawiać w programie badań geofizycznych (PBGf), zaś badania geofizyczne uzupełniające odpowiednio w PRG, dPRG lub PBG.

Dobór metod geofizycznych jest uzależniony od: celu badań, głębokości rozpoznania, warunków geologicznych, hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, technicznych uwarunkowań dla przeprowadzenia badań oraz od etapu realizacji inwestycji drogowej (rozdział 4, Załącznik 4, Tabela 21).

Podczas wykonywania badań geofizycznych wymagane jest prowadzenie dziennika pomiarowego dla każdej metody, wraz z prowadzeniem na bieżąco szkiców lokalizacyjnych na potrzeby dokumentowania przebiegu i kierunku profilowań (punktów pomiarowych) oraz zapisywania uwag do wykonywanych pomiarów.

Wyniki badań geofizycznych należy przedstawić w formie kart badań geofizycznych zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 18. 3. 3).

Wyniki wykonanych badań geofizycznych przedstawia się w formie rozdziału w dokumencie podstawowym tj. DH, dDH, DGI, dDGI, DBP lub w formie dokumentu uzupełniającego - dokumentacji badań geofizycznych (DBG).

Badania geofizyczne mogą być wykonywane przez osobę spełniającą jeden z poniższych warunków:

- posiadającą odpowiednie doświadczenie i wiedzę w wykonywaniu badań geofizycznych

(zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych warunków zamówienia),

- posiadającą kwalifikacje geologiczne (obowiązywały do roku 2015) kategorii IX lub X lub uprawnienia geologiczne CUG 09, CUG 10 lub osobę świadczącą usługi transgraniczne mającą uznane kwalifikacje w zakresie geologii,
- wykonującą prace pod nadzorem osób wymienionych w punktach powyżej, gdy nie zabraniają tego przepisy prawa geologicznego i górniczego.

Załącznik 8 podaje szczegółowe informacje dotyczące metod badań oraz formy przedstawiania zaprojektowanych badań geofizycznych oraz wyników wykonanych badań geofizycznych na potrzeby badań podłoża budowlanego w podziale na:

- możliwe cechy fizyczno-mechaniczne i parametry geotechniczne określane za pomocą badań geofizycznych,
- metody elektrooporowe,
- metody sejsmiczne,
- metoda georadarowa,
- metoda konduktometryczna,
- metoda grawimetryczna,
- forma przedstawienia zaprogramowanych badań oraz wyników wykonanych badań geofizycznych.

5.4 Techniki wiercenia i metody pobierania prób gruntów, skał i wód podziemnych

Prace wiertnicze oraz pobór prób do badań laboratoryjnych należy prowadzić zgodnie z wymaganiami obowiązujących przepisów oraz norm PN-EN 1997-2 i PN-EN ISO 22475-1.

Pomiary w otworach wiertniczych można wykonywać na podstawie normy PN-EN ISO 22476-15:2016-10.

Próby gruntów i skał pozyskuje się jedną z trzech metod, dobranych odpowiednio do warunków geologicznych i wymaganej kategorii pobierania oraz w przypadku gruntów, klasy jakości próby:

- poprzez wiercenie (ciągłe opróbowanie metodą rdzeniową lub z niszczeniem struktury gruntu) - (Tabela 51, Tabela 52, Załącznik 9),
- z zastosowaniem próbników (opróbowanie na wybranych głębokościach) - (Tabela 55, Załącznik 9),
- poprzez wycinanie bloków.

Zakres opróbowania musi być zgodny z wymaganiami załącznika (Załącznik 4).

Dopuszcza się 3 kategorie metod pobierania prób gruntów i skał, w zależności od zakładanej jakości:

- kategoria A: otrzymuje się próby o klasie jakości od 1 do 5; stosowana najczęściej gdy wymagane są próbki klasy 1 lub 2.
- kategoria B: otrzymuje się próby o klasie jakości od 3 do 5; stosowana najczęściej gdy wymagane jest uzyskanie próbek klasy 3-4,
- kategoria C: otrzymuje się próby o klasie jakości 5, która pozwala jedynie na ustalenie następstwa warstw.

Definicje próby i próbki podano w załączniku (Załącznik 1. 11).

Tabela 11 przedstawia charakterystykę poszczególnych kategorii i klas jakości prób gruntu w celu wyznaczania warstw gruntów, natomiast Tabela 12 w celu wyznaczania warstw skał.

Tabela 11 Klasy jakości prób gruntów oraz kategorie ich poboru w celu określenia granic warstw gruntów (na podstawie PN-EN 1997-2)

Właściwości gruntu		Klasa jakości prób gruntów				
		1	2	3	4	5
Możliwe do określenia	Makroskopowe oznaczenie gruntu	Z	Z	Z/O	Z/O	NZ
	Następstwo warstw	Z	Z	Z	Z	Z
	Przybliżone granice warstw	Z	Z	Z	Z	NZ
	Dokładne granice warstw	Z	Z	Z/O	Z/O	NZ
Kategorie pobierania prób gruntu wg PN-EN ISO 22475-1		A				
		B				
		C				

Z – zalecane; NZ – niezalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami

Tabela 12 Kategorie metod pobierania prób skał w celu określenia granic warstw skał (na podstawie PN-EN 1997-2)

Właściwości skały		Kategorie pobierania prób skał		
		A	B	C
Możliwe do określenia	Makroskopowe oznaczenie skały	Z	Z	Z/O
	Dokładne granice warstw	Z	Z/O	NZ
	Przybliżone granice warstw	Z	Z	NZ
	Następstwo warstw	Z	Z	Z

Z – zalecane; NZ – niezalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami

Podstawą doboru techniki wiercenia jest jego cel oraz kategoria pobrania (skały, grunty) i klasa jakości prób (grunty) wymagana w badaniach laboratoryjnych (Załącznik 9. 2).

Technikę wiercenia należy dobrać odpowiednio dla gruntów (Załącznik 9, Tabela 51) lub dla skał (Załącznik 9, Tabela 52), uwzględniając (Załącznik 9. 1):

- wstępny model geologiczny określony na podstawie danych archiwalnych i badań geofizycznych (Załącznik 4),
- przewidywany profil litologiczny,
- cel wiercenia,
- wykaz parametrów geotechnicznych oraz cech fizyczno-mechanicznych gruntów i skał (rozdział 8.3),
- wymaganą klasę jakości oraz kategorię pobierania próby gruntów i skał w zależności od parametru geotechnicznego/cechy fizyczno-mechanicznej (Załącznik 9. 2, Tabela 53, Tabela 54),
- wymagania metody badań laboratoryjnych w zależności od parametru geotechnicznego/cechy fizyczno-mechanicznej (Załącznik 13).

Przy doborze techniki wiercenia należy uwzględnić następujące wymagania:

- głównym celem wiercenia jest ustalenie profilu geologicznego, pobór prób odpowiedniej kategorii i klasy oraz ustalenie położenia poziomów wodonośnych. W niektórych przypadkach wiercenia wykonuje się w celu przeprowadzenia specjalistycznych badań w otworach (hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych). Jeśli osiągnięcie wymaganych celów w tym samym otworze jest niemożliwe, należy powtórzyć wiercenie, aby osiągnąć wszystkie zamierzone cele. Na przykład, jeśli wiercenie na płuczkę uniemożliwia wykonanie dokładnych pomiarów zwierciadła wód gruntowych, wówczas w celu określenia położenia poziomów wodonośnych należy zainstalować piezometr lub wykonać dodatkowy otwór metodą bez płuczkową,
- technikę wiercenia dobiera się w zależności od kategorii pobrania i klasy jakości prób wymaganych do określania właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał (Załącznik 9, Tabela 51, Tabela 52, Tabela 55),

- wiercenie w celu poboru prób bez rur osłonowych może być wykonywane wyłącznie powyżej wody gruntowej i wyłącznie w przypadku, gdy możliwe jest utrzymanie stabilnych ścian otworu,
- stosowane powszechnie świdry spiralne o średnicy mniejszej i równej 80 mm zgodnie z normą PN-EN ISO 22475-1 i tabelą (Załącznik 9, Tabela 51) pozwalają wyłącznie na określenie przybliżonego profilu geologicznego oraz pobór prób klasy 5. Dlatego też dopuszcza się ich stosowanie wyłącznie na potrzeby zejścia do głębokości opróbowania, pomiaru położenia wód gruntowych oraz w przypadku, gdy występują proste warunki gruntowe a profil litologiczny jest znany i konieczne jest tylko jego potwierdzenie. Świdry spiralne o średnicy większej i równej 100 mm zgodnie z normą PN-EN ISO 22475-1 i tabelą (Załącznik 9, Tabela 51) umożliwiają pobór prób klasy 4(3),
- uzysk rdzenia powinien być możliwie jak największy: w gruntach drobnoziarnistych i skałach nie mniejszy niż 90%, w gruntach bardzo i gruboziarnistych nie mniejszy niż 50%. Jeżeli uzysk rdzenia w gruntach jest mniejszy niż wymagany, należy zmienić technikę wiercenia i powtórzyć opróbowanie w przelocie głębokości o niewystarczającym uzysku rdzenia. Jeśli uzysk rdzenia w skałach np.: w tzw. fliszu karpackim jest mniejszy niż wymagany, należy podać powody i przekazać je na piśmie do inwestora (zamawiającego) oraz zapisać w dokumentacji (SGI, DGI, dDGI, DBP),
- technikę wiercenia należy dobrać tak, aby średnica próby dla próbek klasy 1 wynosiła minimum 80 mm,
- pojedynczy aparat rdzeniowy dopuszcza się do użycia tylko w twardych i bardzo twardych, niespękanych skałach,
- w przypadku występowania w profilu gruntów wrażliwych na upłynnienie nie dopuszcza się stosowania technik udarowych,
- w przypadku występowania w profilu gruntów słabych opróbowanie należy przeprowadzić z zastosowaniem specjalistycznego próbnika (Załącznik 9, Tabela 55) lub potrójnego aparatu rdzeniowego.

Ciągłego opróbowania techniką wiercenia rdzeniowanego wymaga się na etapie STEŚ-R Etap II i KP oraz PB dla:

- wszystkich profili zbudowanych ze skał i ich zwietrzelin,
- obszarów osuwiskowych,
- wszystkich otworów dla tuneli z wyłączeniem profili, w których stwierdzono występowanie gruntów bardzo i gruboziarnistych w sumarycznym przelocie 90 % całego profilu wiercenia,
- co drugiego otworu na drogowych obiektach inżynierskich za wyjątkiem tuneli, z wyłączeniem profili, w których stwierdzono występowanie gruntów bardzo i gruboziarnistych w sumarycznym przelocie 90 % całego profilu wiercenia,
- w obu otworach wiertniczych, zlokalizowanych przy projektowanych górnych krawędziach skarp wykopów w każdym przekroju poprzecznym dla drogi poprowadzonej w wykopie o głębokości większej niż 5 m z wyłączeniem profili, w których stwierdzono występowanie gruntów bardzo i gruboziarnistych w sumarycznym przelocie 90 % całego profilu wiercenia,
- jednego otworu wiertniczego w każdym przekroju poprzecznym dla drogi poprowadzonej na nasypie o wysokości większej niż 5 m z wyłączeniem profili, w których stwierdzono występowanie gruntów bardzo i gruboziarnistych w sumarycznym przelocie 90 % całego profilu wiercenia.

Dla pozostałych przypadków wymaga się standardowego opróbowania zgodnie z zasadami

zawartymi w załączniku (Załącznik 4) pod warunkiem wykonania pełnej dokumentacji fotograficznej i opisu profilu geologicznego.

Technika wiercenia może ulec zmianie w trakcie wiercenia w celu dostosowania jej do stwierdzonych warunków hydrogeologicznych, geologicznych i/lub geotechnicznych. Ostateczną decyzję o technologii wiercenia lub jej zmianie w trakcie wykonywania otworów wiertniczych podejmuje uprawniony geolog dozorujący roboty geologiczne lub osoba dozorująca badania geotechniczne.

W przypadku braku możliwości wykonania wiercenia należy zgłosić ten fakt inwestorowi w celu uzgodnienia dalszego postępowania.

Informację dotyczącą techniki wiercenia, konstrukcji otworu, sposobu opróbowania, prowadzenia pomiarów specjalnych, sposobu zamykania poziomów wodonośnych, oraz likwidacji otworów po ich wykonaniu należy opisać w dokumentach: PRG, dPRG, PBG, DH, dDH, SGI, DGI, dDGI i DBP.

Wyniki wierceń należy przedstawić w formie kart otworów wiertniczych zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 18. 3. 4).

Wyniki wykonanych wierceń umieszcza się w dokumencie podstawowym tj. DH, dDH, DGI, dDGI, DBP lub sporządza się dokument uzupełniający (Raport z wierceń (RW)), który załącza się do dokumentu podstawowego.

Podczas prac wiertniczych wymagany jest stały dozór geologiczny/geotechniczny prowadzony zgodnie z wymaganiami zawartymi w rozdziale 5.9.

W trakcie wszystkich wierceń osoba dozorująca, w zależności od techniki wiercenia, każdy odmienny litologicznie grunt, skałę oraz rdzeń wiertniczy układa np.: w skrzynkach zgodnie z profilem litologicznym i opisuje: nazwę otworu, głębokości poszczególnych przelotów oraz fotografuje wraz z podaniem geolokalizacji (współrzędne x , y). Przykłady prowadzenia dokumentacji fotograficznej przedstawiono na rysunku (Rysunek 11).

Rodzaj próbnika należy dobierać zgodnie z tabelą (Załącznik 9. 3 - Tabela 55). Próbkę w zależności od rodzaju należy pobierać do czystych skrzynek, rur z PCV, rur z pleksiglasu, cienkościennych próbników metalowych, podwójnych worków plastikowych. Próby należy czytelnie i trwale opisać. Opis powinien zawierać: numer i nazwę otworu, rok wykonania, nazwisko osoby pobierającej, głębokość pobrania próbki od-do w metrach.

Zarówno na terenie prac, jak i w czasie transportu i przechowywania, próby muszą być zabezpieczone przed wpływem warunków atmosferycznych oraz ewentualnym zniszczeniem. Szczególną ostrożność należy zachować przy wyjmowaniu prób z próbników.

Próby skał kategorii A oraz próby gruntów kategorii i klasy jakości A/1-2 należy przechowywać przez okres co najmniej 6 miesięcy od daty zatwierdzenia dokumentacji przez odpowiedni organ administracji geologicznej (w przypadku próbek pobranych w trakcie wykonywania robót geologicznych) lub przez okres co najmniej 6 miesięcy od daty odbioru opracowań (w przypadku prób pobranych podczas badań geotechnicznych).

W zakresie poboru, zabezpieczania, oznakowania, transportu i magazynowania prób gruntów i skał należy stosować szczegółowe wytyczne zawarte w normie PN-EN ISO 22475-1.



Rysunek 11 Przykład prowadzenia dokumentacji fotograficznej (fot. G. Sujka)

5.5 Makroskopowe oznaczanie gruntów i skał

Makroskopowe oznaczanie gruntów i skał obejmuje (definicje gruntu i skały podaje Załącznik 1. 11):

- **identyfikację gruntów/skał**, czyli określenie rodzaju/nazwy/symbolu,
- **opis gruntów/skał** wykonany w celu ogólnej charakterystyki,
- **identyfikację profilu wietrzeniowego** poprzez określenie nazwy i numeru strefy w profilu wietrzeniowym zgodnie z tabelą (Załącznik 10. 2, Tabela 61),
- **opis profilu wietrzeniowego** (Załącznik 10. 2),
- **opis rdzenia wiertniczego** za pomocą wskaźników uzysku rdzenia (Załącznik 10. 2. 1, Rysunek 45).

Makroskopowe oznaczanie gruntów i skał należy wykonywać zgodnie z aktualnymi normami klasyfikacyjnymi⁴:

- PN-EN ISO 14688-1 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 1: Oznaczanie i opis,
- PN-EN ISO 14688-2 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania,
- PN-EN ISO 14689 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie skał. Oznaczanie i opis.

Jednocześnie należy podać symbol gruntu/skały zgodnie z wycofaną normą klasyfikacyjną⁵:

- PN-B-02480 Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział opis.

Dodatkowo zaleca się sporządzać opis makroskopowy według wycofanej normy klasyfikacyjnej:

- PN-B-04481 Grunty budowlane - Badania próbek gruntu.

Informację o normie zgodnie, z którą wykonuje się oznaczanie makroskopowe gruntów i skał zamieszcza się w projekcie robót geologicznych lub programie badań geotechnicznych oraz w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża budowlanego.

Makroskopowe oznaczanie gruntów i skał w zależności od potrzeb prowadzi się:

- podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego,
- podczas wiercenia w celu sporządzenia profilu stratygraficznego, genetycznego i litologicznego przewiercanych gruntów/skał oraz określenia wskaźników uzysku rdzenia (Załącznik 10. 2. 1 - Rysunek 45),
- w laboratorium w celu potwierdzenia kategorii pobrania i klasy jakości prób oraz ich reprezentatywności, a także na próbach pobranych z zastosowaniem próbników lub technik wiertniczych uniemożliwiających makroskopowe oznaczenie skał i gruntów podczas wiercenia.

Wyniki makroskopowego oznaczania gruntów i skał umieszcza się na karcie obserwacji terenowych, karcie otworu wiertniczego lub karcie badania laboratoryjnego (Załącznik 18. 3).

Podczas makroskopowego oznaczania gruntów i skał należy stosować następujące zasady:

- wiercenie jest podstawowym badaniem, podczas którego wykonuje się makroskopowe oznaczanie gruntów i skał,
- wyniki oznaczania makroskopowego gruntów i skał stanowią największy zbiór badań na podstawie, którego opracowuje się model geologiczny (rozdział 8.1), wydziela warstwy litologiczne oraz wstępnie ustala układ warstw geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych (rozdział 8.2),
- należy biegle posługiwać się normami w zakresie oznaczania gruntów i skał oraz posiadać doświadczenie w wykonywaniu badań makroskopowych,
- makroskopowe oznaczanie umożliwia ogólną charakterystykę gruntów, skał, materiału skalnego lub masywu skalnego,
- nie należy korelować metod oznaczania i zasad klasyfikowania gruntów i skał opisanych w wycofanych i aktualnych normach klasyfikacyjnych,
- wyniki makroskopowego oznaczania gruntów i skał ustalone podczas wiercenia należy umieścić w karcie otworu wiertniczego (Załącznik 18. 3. 4),

4 Określenie aktualne normy klasyfikacyjne odnosi się do norm PN-EN ISO 14688-1, PN-EN ISO 14688-2, PN-EN ISO 14689

5 Określenie wycofane normy klasyfikacyjne odnosi się do norm PN-B-04481, PN-B-02480

- w celu weryfikacji makroskopowego oznaczania gruntów i skał sporządzonego podczas wiercenia, w karcie otworu wiertniczego można dodatkowo umieścić:
 - wyniki makroskopowego oznaczania gruntów i skał wykonywane podczas prac kartograficznych i /lub w laboratorium,
 - wyniki badań terenowych np.: sondowań,
 - wyniki klasyfikacyjnych badań laboratoryjnych,
- w przypadku prób gruntów i skał pobieranych za pomocą próbników lub technikami wiertniczymi, które uniemożliwiają oznaczanie gruntów i skał podczas wiercenia, makroskopowe oznaczanie wykonuje się tylko w laboratorium i uzupełnia brakujący opis na karcie otworu wiertniczego z uwagą, że opis makroskopowy został wykonany w laboratorium.

Załącznik 10 podaje szczegółowe wymagania dotyczące oznaczania makroskopowego gruntów, skał oraz zwietrzelin.

5.6 Sondowania i badania polowe

Sondowania należy projektować zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 4). Informację dotyczącą liczby, lokalizacji, rodzaju, oraz normy/procedury wykonania sondowania należy umieścić w projekcie robót geologicznych (PRG) lub programie badań geotechnicznych (PBG). Nie dopuszcza się zastępowania wierceń sondowaniami na etapie STEŚ, STEŚ-R, KP. Za wyjątkiem uzasadnionych przypadków braku technicznej możliwości ich wykonania. Wymaga to jednak każdorazowo zgody inwestora (zamawiającego).

W miejscach, gdzie według załącznika (Załącznik 4) wymagane są sondowania, należy wykonać jedno z wymienionych w tabeli (Tabela 62 - Załącznik 11. 1) podstawowych rodzajów sondowań. Rodzaj sondowania należy dostosować do warunków geologicznych/gruntowych, celu badań, cech fizyczno-mechanicznych koniecznych do scharakteryzowania warstw gruntów/skał oraz wymaganych wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych (Tabela 63 - Załącznik 11. 2).

Sondowania nieujęte w tabeli (Tabela 62 - Załącznik 11. 1) mogą być wykonane, jako sondowania dodatkowe (Tabela 64 - Załącznik 11. 2) lub badania polowe (Tabela 65- Załącznik 11. 2).

Zmianę sondowania na inne, nieujęte w tabeli lub na badanie polowe, należy każdorazowo uzasadnić i uzgodnić z projektantem lub wykonawcą robót budowlanych i inwestorem.

Do obliczeń geotechnicznych można wykorzystywać uzyskane z sondowań wyniki badań (PN-EN 1997-2 załącznik A1) np.: do obliczania nośności pala - wyniki sondowań CPT/CPTU i/lub PMT i/lub DP, do obliczania osiadań fundamentów bezpośrednich - wyniki sondowań CPT/CPTU i/lub DMT i/lub PMT i/lub SPT.

W trakcie wykonywania sondowań możliwe jest wykonywanie dodatkowych testów np.: testów dyssypacji pozwalających wyznaczać dodatkowe parametry geotechniczne np.: współczynnik konsolidacji poziomej, współczynnik filtracji, ciśnienie wody w porach gruntu.

Interpretacja wyników sondowań oraz testów polega na wyprowadzaniu parametru geotechnicznego lub innej cechy w oparciu o wyniki badań lub ich skorygowane wartości z uwzględnieniem czynników mających wpływ na uzyskiwane wyniki.

Wyniki sondowań oraz testów można interpretować wyłącznie, gdy istnieją korelacje udokumentowane w literaturze branżowej dla danych warunków budowlanych lub doświadczenie własne (nieudokumentowane w literaturze branżowej i normach).

Wyniki sondowań oraz testów należy interpretować wyłącznie w odniesieniu do określonego na podstawie wiercenia profilu geologicznego (etap STEŚ, STEŚ-R, KP) lub układu warstw gruntów i

skaał (etap PB, B, R, P), mając odpowiednie doświadczenie w tym zakresie.

Jeśli sondowania i badania polowe były wykonywane w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub dokumentacji badań podłoża należy zamieścić udokumentowaną procedurę interpretacji sondowań, testów i badań polowych. W każdym przypadku procedura powinna zawierać:

- informację na temat producenta stosowanego sprzętu i jego podstawowych parametrów technicznych (w szczególności nazwę producenta stożka CPT/CPTU, typ stożka, rozmiar stożka, system kotwienia, wymiary końcówki krzyżakowej, ciężar młota sondy dynamicznej, dane dotyczące urządzenia wprowadzającego końcówkę w grunt itp.),
- informację na temat normy lub procedury wykonania badania, opis procedury,
- zestawienie wyników badań i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych lub cech fizyczno-mechanicznych oraz ich podstawowe charakterystyki statystyczne dla wszystkich wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych (tj.: minimum, maximum, średnia, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności),
- w przypadku stosowania korelacji udokumentowanych w literaturze branżowej dla danych warunków: informację na temat stosowanych korelacji, w szczególności wzorów empirycznych, współczynników korelacyjnych i dokumentów odniesienia (norm, procedur, publikacji, nomogramów itp.) oraz uzasadnienie ich wyboru,
- w przypadku stosowania doświadczeń własnych, nieudokumentowanych w literaturze branżowej i normach: potwierdzenie (w postaci zestawień tabelarycznych, wykresów zależności, nomogramów itp.) współzależności wartości mierzonych, wyników badań z wartościami wyprowadzonymi parametrów geotechnicznych lub cechami fizyczno-mechanicznymi (np. poprzez zestawienie z wynikami badań laboratoryjnych, próbnych obciążeń itp.).

Dodatkowo, stosując korelacje znane z literatury branżowej należy uwzględnić warunki brzegowe, dla jakich zostały one opracowane.

Wyniki sondowań należy przedstawić w formie kart sondowań (Załącznik 18. 3. 5). Na karcie należy przedstawić wykresy wyników badań i parametrów wyprowadzonych/ cech fizyczno-mechanicznych względem głębokości.

Wyniki wykonanych sondowań umieszcza się w dokumencie podstawowym tj. DH, dDH, DGI, dDGI, DBP lub sporządza się dokument uzupełniający (Raport z sondowań (RS)), który załącza się do dokumentu podstawowego.

Załącznik 11 podaje wymagania dotyczące zasad dobierania sondowań do warunków gruntowych oraz wykaz cech fizyczno-mechanicznych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych wyznaczanych na podstawie sondowań, a także polowych badań zagęszczenia i nośności.

5.7 Pomiary i badania hydrogeologiczne

Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane w ramach dokumentacji hydrogeologicznej (na etapie STEŚ lub STEŚ-R Etap I) mają na celu:

- określenie głębokości i charakteru występowania poziomów wodonośnych,
- kierunków spływu wód podziemnych,
- pobór próbek do badań fizykochemicznych,
- określenie parametrów filtracyjnych warstwy wodonośnej zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 12) lub pobór próbek do badań uziarnienia na potrzeby oszacowania parametrów filtracyjnych warstwy wodonośnej i warstw izolujących,
- określenie wahań położenia zwierciadła wód podziemnych, w oparciu o państwową sieć monitoringu wód podziemnych wykorzystując dane roczne i z wielolecia (w miarę

dostępności).

Do tego celu wykorzystuje się otwory wiertnicze wykonane na potrzeby opracowań geologiczno-inżynierskich (studium geologiczno-inżynierskiego lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w zależności od etapu realizacji inwestycji) lub/i otwory obserwacyjne (piezometry) wykonane specjalnie na potrzeby dokumentacji hydrogeologicznej zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 4).

Poboru próbek wody do badań fizykochemicznych dokonuje się:

- z każdego otworu obserwacyjnego (piezometru) – jeśli jest wykonywany,
- z wybranych otworów geologiczno-inżynierskich wykonanych dla obiektu inżynierskiego tak, aby równomiernie pokryć obszar badań.

Ilość próbek należy zwiększyć:

- na obszarach, w których analiza materiałów archiwalnych (identyfikacja wstępna w ramach oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi – rozdział 5.8) lub badania terenowe wykazały obecność zanieczyszczeń wód podziemnych,
- w sąsiedztwie ujęć wód podziemnych,
- w sąsiedztwie potencjalnych ognisk zanieczyszczeń (składowisk odpadów itp.).

Poboru prób gruntu do badań uziarnienia dokonuje się:

- z każdego otworu obserwacyjnego (piezometru) – jeśli jest wykonywany,
- z wybranych otworów geologiczno-inżynierskich wykonanych dla obiektu inżynierskiego tak aby równomiernie pokryć obszar badań.

Dodatkowo na etapie STEŚ-R Etap II lub KP wykonuje się badania hydrogeologiczne w ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego/geotechnicznego.

Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane w ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego lub geotechnicznego mają na celu:

- określenie głębokości i charakteru występowania poziomów wodonośnych oraz określenie warunków hydrogeologicznych,
- pobór próbek wody na potrzeby badań agresywności wód podziemnych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych (rozdział 6.4),
- określenie ilościowe parametrów filtracyjnych gruntów i skał w warunkach in-situ.

Określenie głębokości i charakteru występowania poziomów wodonośnych wymagane jest zawsze, niezależnie od etapu rozpoznania, celu dokumentowania i rodzaju obiektu.

Pomiar głębokości występowania zwierciadła wód podziemnych należy wykonywać w każdym otworze wiertniczym (geologiczno-inżynierskim lub geotechnicznym).

W przypadku występowania dwóch lub więcej poziomów wodonośnych pomiar należy wykonywać dla każdego z poziomów, wyłącznie po zarurowaniu i odcięciu poziomów zlokalizowanych powyżej mierzonego.

Do pomiarów należy używać świstawki hydrogeologicznej zapuszczanej do otworu na taśmie mierniczej lub innych urządzeń pozwalających na określenie położenia zwierciadła wód podziemnych. W przypadku napiętego zwierciadła wody należy dokonać pomiaru poziomu ustalonego. Pomiar ten powinien polegać na pełnej stabilizacji zwierciadła, tj. uzyskaniu 2-3 kolejnych odczytów nieróżniących się między sobą więcej niż 1-2 cm w odstępach co kilka minut, co należy udokumentować w karcie otworu wiertniczego (Załącznik 18. 3. 4).

Jeśli pomiar głębokości położenia wód gruntowych w otworach geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych jest niemożliwy (np. przy wierceniach na płuczkę) do oceny położenia zwierciadła wód gruntowych należy:

- na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I wykorzystać piezometry wykonane na potrzeby dokumentacji hydrogeologicznej,
- na etapie STEŚ-R Etap II, KP i PB wykorzystać piezometry wykonane zgodnie z wymaganiami zawartymi w załączniku (Załącznik 4. 3) oraz w razie potrzeby wykonać dodatkowe piezometry.

Należy również opisać inne przejawy wód podziemnych, takie jak sączenia w obrębie utworów słabo przepuszczalnych lub znaczne zawilgocenia gruntów bardzo i gruboziarnistych.

Informację o głębokości poszczególnych poziomów wód gruntowych oraz innych przejawach ich występowania zamieszcza się na karcie otworu wiertniczego (Załącznik 18. 3. 4).

Pobór próbek do badań na agresywność wód podziemnych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych wymagany jest dla każdego poziomu wodonośnego w podłożu budowlanym każdego drogowego obiektu inżynierskiego na etapie STEŚ-R Etap II i KP oraz PB, zgodnie z wymaganiami w rozdziale 4. Dla drogi badania na agresywność wykonuje się w przypadku, gdy poziom wodonośny może wpłynąć na elementy konstrukcyjne (np. w przypadku niektórych typów wzmocnienia).

Określenie ilościowe parametrów filtracyjnych w otworach wiertniczych/ piezometrach wymagane jest zawsze na etapach STEŚ-R Etap II i KP oraz PB w następujących przypadkach:

- dla tuneli,
- dla odcinków dróg poprowadzonych w wykopach głębszych niż 5 m,
- gdy wykonawca projektu geotechnicznego uzna to za konieczne.

Załącznik 12 podaje wymagania dotyczące określania parametrów filtracji w otworach wiertniczych/piezometrach przy zastosowaniu różnych metod.

5.8 Badania środowiskowe

Badania środowiskowe gruntów i wód podziemnych w ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego lub geotechnicznego wykonuje się w przypadku, gdy analiza dostępnych materiałów archiwalnych wskazuje na możliwość występowania na obszarze przeznaczonym pod projektowaną inwestycję zanieczyszczeń środowiska gruntowego, a ocena terenu nie została przeprowadzona w ramach dokumentacji hydrogeologicznej oraz w przypadku, gdy stwierdzone zostanie zanieczyszczenie w trakcie wykonywania prac wiertniczych.

Ocenę terenu pod kątem zanieczyszczeń należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi w następującym zakresie:

- Identyfikacja wstępna:
 - etap pierwszy obejmujący ustalenie działalności mogącej być przyczyną zanieczyszczenia na danym terenie obecnie lub w przyszłości;
 - etap drugi obejmujący ustalenie listy substancji powodujących ryzyko, których wystąpienie w glebie lub w ziemi jest spodziewane na danym terenie;
 - etap trzeci obejmujący zebranie oraz analizę dostępnych i aktualnych źródeł informacji istotnych dla oceny zagrożenia zanieczyszczeniem gleby lub ziemi na danym terenie oraz dostępnych i aktualnych badań zanieczyszczenia gleby i ziemi substancjami powodującymi ryzyko z listy ustalonej w etapie drugim.
- Identyfikacja szczegółowa (jeśli identyfikacja przeprowadzona w ramach wstępnego etapu wykaże realne ryzyko wystąpienia gruntów zanieczyszczonych) obejmująca:
 - etap czwarty obejmuje określenie założeń do wykonania badań wstępnych gleby wg rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu

przewodzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi,

- etap piąty obejmuje wykonanie badań zgodnie z wymaganiami, przeprowadzenie analizy otrzymanych wyników i zaplanowanie badań o kolejnym stopniu szczegółowości.

Zakres i ilość próbek gruntów, skał i wody do badań chemicznych ustala się w oparciu o identyfikację przeprowadzoną zgodnie z powyższymi wymaganiami. Zależy on w szczególności od rodzaju prowadzonej działalności i przewidywanych zanieczyszczeń. Zakres ten należy określić w projekcie robót geologicznych (PRG) lub programie badań geotechnicznych (PBG).

Badań chemicznych nie wykonuje się w przypadku, gdy identyfikacja wstępna nie wykaże istnienia ryzyka wystąpienia gruntów zanieczyszczonych, za wyjątkiem sytuacji, gdy nastąpi nieoczekiwane stwierdzenie przejawów możliwego zanieczyszczenia gruntu (zapach, kolor, wygląd, wywiad środowiskowy itp.) w trakcie badań geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych. Wówczas należy wykonać badania próbek gruntów zgodnie z wymaganiami rozdziału 6.4.

5.9 Dozór geologiczny/geotechniczny nad pracami terenowymi

Prace terenowe powinny być stale dozorowane przez osoby posiadające:

- kwalifikacje geologiczne kategorii IV, V, XII, XIII lub CUG 04, 05 (w przypadku badań hydrogeologicznych) lub świadczące usługi transgraniczne mającą uznane kwalifikacje w zakresie geologii,
- kwalifikacje geologiczne kategorii VI, VII, XII, XIII lub CUG 06, 07 (w przypadku badań geologiczno-inżynierskich) lub świadczące usługi transgraniczne mającą uznane kwalifikacje w zakresie geologii,
- doświadczenie ustalone przez inwestora (w przypadku badań geotechnicznych).

Stały dozór oznacza obecność osoby dozorującej w trakcie czynności związanych z zabezpieczeniem rdzenia wiertniczego lub pobranych próbek gruntu/skały w momencie ich wyciągnięcia z otworu wiertniczego na powierzchnię, pomiarami hydrogeologicznymi, momentem rozpoczęcia i zakończenia wiercenia/sondowania, likwidacją otworu wiertniczego oraz w każdym innym przypadku, jeśli wynika to z obowiązków osoby dozorującej.

Do obowiązków osoby pełniącej dozór geologiczny/geotechniczny należy:

- przestrzeganie zgodności prowadzonych robót z zatwierdzonym projektem robót geologicznych lub programem badań geotechnicznych;
- dobór techniki wiercenia w zależności od zastanych warunków gruntowych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.4;
- wykonanie bieżącego opisu makroskopowego i ustalanie rodzaju gruntu/skały przewiercanych warstw gruntów i skał zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.5, 6.1.1, 6.3.1;
- w przypadku skał wykonywanie opisu rdzenia wiertniczego zgodnie z wymaganiami PN-EN ISO 22475-1 za pomocą wskaźników uzysku rdzenia (RQD, SCR, TCR, If) (rozdział 5.5, Załącznik 10);
- dobór rodzaju i głębokości sondowania w zależności od zastanych warunków gruntowych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.6;
- pobieranie, zabezpieczanie i przechowywanie w odpowiednich warunkach rdzeni i próbek gruntów, skał i wody zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.4 oraz korygowanie na bieżąco lokalizacji o głębokości poboru próbek;
- prowadzenie pomiarów hydrogeologicznych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.7;
- wykonywanie dokumentacji fotograficznej profilu litologicznego oraz rdzeni wiertniczych zgodnie z rysunkiem (Rysunek 11) wraz z ich szczegółowym opisem zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.4;

- bieżące sporządzenie terenowych kart otworów i sondowań zgodnie z załączonym wzorem karty (Załącznik 18. 3) i bieżące przekazywanie do dalszych prac dokumentacyjnych;
- korygowanie na bieżąco lokalizacji i głębokości otworów wiertniczych i/lub sondowań, jeżeli wymagać tego będą warunki geologiczne;
- kontrola likwidacji wykonanych otworów wiertniczych oraz sporządzanie protokołów likwidacji otworów wiertniczych wykonanych techniką rdzeniowania.

Wszelkie odstępstwa od PRG, dPRG (w szczególności dotyczące zmiany lokalizacji, ilości i głębokości wierceń, sondowań, badań geofizycznych i innych badań polowych) lub od PBG muszą być uzgodnione z dokumentatorem/projektantem/inwestorem.

W przypadku stwierdzenia w trakcie prac terenowych znaczących odstępstw od założeń w projekcie robót geologicznych (PRG) należy opracować dodatek do PRG zgodnie z wymaganiami rozdziału 4.3.2.

6 Wytyczne wykonywania badań laboratoryjnych

Badania laboratoryjne wykonuje się zgodnie z zapisami dokumentów zawierających zaprojektowane badania podłoża budowlanego (PRG, dPRG lub PBG) na próbkach pobranych z dostarczonych do laboratorium prób gruntów i skał. Wymagania dotyczące kategorii pobierania prób gruntów i skał oraz klasy jakości prób gruntów zawiera Załącznik 9. 2.

Na próbkach gruntów i skał wykonuje się:

- badania klasyfikacyjne gruntów,
- badania w celu wyznaczenia wartości parametrów geotechnicznych gruntów,
- badania próbek skał.

W efekcie badań laboratoryjnych oznacza się właściwości chemiczne, fizyczne i mechaniczne gruntów i skał.

Przebieg badań laboratoryjnych oraz uzyskane wyniki badań, wartości mierzone, wartości wyprowadzone parametrów geotechnicznych przedstawia się na kartach badań laboratoryjnych zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 18. 3. 6).

Karty badań laboratoryjnych umieszcza się w dokumencie podstawowym tj. DH, dDH, DGI, dDGI, DBP lub dokumencie uzupełniającym (Raport z badań laboratoryjnych (RBL)), który załącza się do dokumentu podstawowego.

Badania laboratoryjne mogą być wykonywane przez laboratoria **posiadające jednocześnie:**

- potencjał kadrowy i techniczny,
- doświadczenie w wykonywaniu badań laboratoryjnych zgodnie z normami wskazanymi w *Wytycznych* i udokumentowanymi procedurami,
- wdrożony system zarządzania jakością lub akredytację na badania laboratoryjne.

Inwestor (GDDKiA) może prowadzić kontrole laboratoriów na etapie postępowania przetargowego (Załącznik 20. 1) lub w trakcie realizacji zamówienia (Załącznik 20. 3).

Informacje szczegółowe dotyczące badań laboratoryjnych zawiera Załącznik 13. Informacje uzupełniające podaje:

- Rozdział 5.4 Techniki wiercenia i metody pobierania prób gruntów, skał i wód podziemnych,
- Rozdział 8.3 Właściwości fizyczno-mechaniczne wydzielonych warstw gruntów i skał. Wartości parametrów geotechnicznych
- Załącznik 1. 8 Terminologia dotycząca właściwości fizyczno-mechanicznych oraz parametrów geotechnicznych gruntów i skał,
- Załącznik 8. 1 Możliwości wyznaczania cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał za pomocą badań geofizycznych,
- Załącznik 9. 1 Techniki wiertnicze,
- Załącznik 9. 2 Ustalanie kategorii pobierania prób gruntów i skał oraz klasy jakości prób gruntów,
- Załącznik 9. 3 Zalecenia dobierania próbników do pobierania prób gruntów,
- Załącznik 11. 2 Wykaz wybranych cech fizyczno-mechanicznych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych gruntów i skał możliwych do wyznaczenia na podstawie sondowań oraz polowych badań nośności i zagęszczenia,
- Załącznik 16 Wykaz cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał.

6.1 Badania klasyfikacyjne próbek gruntów

Badania klasyfikacyjne gruntów wykonuje się w laboratorium na próbkach gruntów w celu

oznaczenia składu granulometrycznego i właściwości wskaźnikowych każdej wydzielonej warstwy litologicznej, na potrzeby sklasyfikowania gruntów oraz do sprawdzenia, czy pobrane próbki gruntów są reprezentatywne.

6.1.1 Klasyfikacja gruntów

Klasyfikacja gruntów polega na wydzielaniu grup gruntów na podstawie określonych kryteriów. Klasyfikowanie pozwala łączyć grunty w grupy o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych na potrzeby oceny ich przydatności do celów inżynierskich, w tym: fundamentowania, wzmacniania i wykorzystywania, jako materiału do budowy ziemnych oraz do konstruowania modelu geologicznego.

W celu sklasyfikowania gruntów należy wykonać następujące czynności:

- ustalić kryteria klasyfikowania gruntów: normowe zgodne z PN-EN ISO 14688-2 oraz w razie potrzeb dodatkowe kryteria wraz z ich jakościowym i ilościowym opisem,
- wykonać badania klasyfikacyjne zgodnie z wymaganiami norm lub opisanymi metodami badawczymi (w przypadku braku norm),
- sklasyfikować grunty według wskazanych kryteriów,
- wydzielić warstwy gruntów o podobnych właściwościach litologicznych (warstwy litologiczne) i/lub fizyczno-mechanicznych (warstwy geologiczno-inżynierskie lub geotechniczne) z uwzględnieniem wyników badań terenowych.

Klasyfikowanie gruntów wykonuje się zgodnie z:

- aktualną normą klasyfikacyjną⁶ PN-EN ISO 14688-2 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania,
- wycofaną normą klasyfikacyjną⁷ PN-B-02480 Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział opis.

Wymaga się, aby grunty były klasyfikowane zgodnie z normą PN-EN ISO 14688-2. Klasyfikacja według normy PN-B-02480 nie jest obligatoryjna, jednak zaleca się ją stosować, jako uzupełniającą.

W przypadkach szczególnych, grunty mogą być dodatkowo klasyfikowane w odniesieniu do innych wymagań np.: krajowych lub projektowych, co należy uzgodnić z inwestorem.

Klasyfikowanie gruntów wykonuje się w oparciu o wyniki badań laboratoryjnych przy uwzględnieniu wyników badań terenowych, głównie sondowań.

Wyniki klasyfikowania gruntów umieszcza się na kartach badań laboratoryjnych, kartach sondowań, kartach wierceń (Załącznik 18. 3), w zestawieniach tabelarycznych, na wykresach statystycznych oraz opisuje w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża budowlanego (rozdział 8.5).

Załącznik 13. 1 podaje zasady klasyfikowania gruntów na podstawie badań laboratoryjnych.

6.1.2 Chemiczne, fizyczne i wytrzymałościowe badania klasyfikacyjne próbek gruntów

Badania klasyfikacyjne próbek gruntów wykonuje się w celu wyznaczenie grup gruntów o podobnym składzie i właściwościach chemicznych, fizycznych i wytrzymałościowych (rozdział 8.2 i 8.3).

Na próbkach gruntów wykonuje się następujące badania klasyfikacyjne:

⁶ Określenie aktualne normy klasyfikacyjne odnosi się do norm PN-EN ISO 14688-1, PN-EN ISO 14688-2, PN-EN ISO 14689

⁷ Określenie wycofane normy klasyfikacyjne odnosi się do norm PN-B-04481, PN-B-02480

- chemiczne:
 - zawartość części organicznych,
 - zawartość węglanów,
- fizyczne:
 - uziarnienie (skład granulometryczny),
 - wilgotność,
 - gęstość objętościową,
 - gęstość właściwą szkieletu gruntowego,
 - granice konsystencji i plastyczność,
 - maksymalna i minimalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (gruntów gruboziarnistych),
 - dyspersyjność,
 - wysadzinowość,
 - wrażliwość,
 - oznaczanie wielkości pochodnych (obliczanych na podstawie wzorów empirycznych),
- wytrzymałościowe:
 - wytrzymałość na ścinanie bez odpływu.

Celem klasyfikacyjnych badań wytrzymałościowych próbek gruntów jest określenie przybliżonej wytrzymałości na ścinanie bez odpływu gruntu drobnoziarnistego wg PN-EN ISO 14688-1. Norma PN-EN 1997-2 dopuszcza do wykonania wskaźnikowego badania wytrzymałości, laboratoryjną sondę obrotową i penetrometrem stożkowym. Informacje o procedurze badawczej penetrometrem stożkowym zawarte są w PN-EN ISO 17892-6 oraz w załączniku O do PN-EN 1997-2. Innymi badaniami wskaźnikowymi w zakresie wytrzymałości są testy z użyciem ścinarki obrotowej i penetrometru tłoczkowego. Procedura badawcza zawarta jest w normie PN-B-04481.

Zalecane jest badanie penetrometrem tłoczkowym na poboczniczy rdzenia gruntowego. Badania wykonywane powinny być w celu sprawdzenia zmienności wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odpływu w obrębie rdzenia gruntowego. Wyniki należy wykorzystywać do oceny, z jakich stref rdzenia powinny być pobrane próbki do badań parametrów mechanicznych.

PRG, dPRG lub PBG podaje normy, procedury badawcze i kryteria, według których grunty powinny być zbadane i sklasyfikowane.

Próbki gruntów do badań laboratoryjnych należy przygotować zgodnie z wymaganiami norm lub procedur badawczych. Nie należy dopuszczać do przesuszenia próbek, przy rozcieraniu należy unikać kruszenia cząstek gruntu oraz zapewnić reprezentatywność próbek gruntów. Podczas badań należy zwracać uwagę na temperaturę suszenia próbek, ponieważ zbyt wysoka temperatura może mieć negatywny wpływ na uzyskane wyniki badań.

Wyniki badań laboratoryjnych gruntów powinny być porównane z wynikami badań archiwalnych, wartościami zamieszczonymi w literaturze oraz z doświadczeniem porównywalnym w celu sprawdzenia ich zmienności oraz wiarygodności.

Wyniki badań klasyfikacyjnych gruntów przedstawia się w dokumencie przedstawiającym wyniki badań lub Raporcie z badań laboratoryjnych (RBL) oraz na kartach badań laboratoryjnych i kartach wierceń (Załącznik 18. 3), w zestawieniach tabelarycznych, na wykresach statystycznych oraz opisuje w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża budowlanego. Wszelkie odstępstwa od norm i procedur należy opisać i uzasadnić.

W tabeli (Tabela 67, Załącznik 13) podano zalecenia do wykonywania badań klasyfikacyjnych

próbek gruntów oraz wykaz parametrów/cech określanych w badaniach laboratoryjnych w zależności od rodzaju gruntu, klasy jakości i kategorii pobrania prób oraz rodzaju próbek.

6.2 Badania w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych próbek gruntów

Badania w celu wyznaczenia wartości parametrów geotechnicznych wykonuje się w laboratorium na próbkach gruntów na potrzeby wyznaczania parametrów geotechnicznych każdej wydzielonej warstwy geologiczno-inżynierskiej/geotechnicznej.

Załącznik 13 podaje zalecenia do wykonywania badań w celu wyznaczenia wartości parametrów geotechnicznych próbek gruntów oraz wykaz parametrów/cech określanych w badaniach laboratoryjnych.

6.2.1 Badania wytrzymałościowe próbek gruntów

Badania wytrzymałościowe wykonuje się zgodnie z normami PN-EN 1997-2 oraz PN-EN ISO 17892-7÷9 tylko na próbkach gruntów całkowicie nasyconych wodą lub gruntach suchych. W normach nie są uwzględnione badania dla gruntów częściowo nasyconych wodą.

Badania wytrzymałościowe wykonuje się na próbkach kategorii A, 1 klasy jakości. W specjalnych przypadkach - głównie dla piasków, dopuszcza się wykonanie badań na próbkach odtworzonych lub przerobionych. W laboratorium próbki powinny być sfotografowane oraz przygotowane bezzwłocznie do badań laboratoryjnych.

Norma PN-EN 1997-2 zalicza do badań wytrzymałościowych (Tabela 68, Załącznik 13. 2):

- badanie jednoosiowego ściskania,
- badania trójosiowego ściskania bez konsolidacji i bez odpływu (UU),
- badanie trójosiowego ściskania z konsolidacją bez odpływu (CU),
- badanie trójosiowego ściskania z konsolidacją z odpływem (CD),
- badanie bezpośredniego ścinania w aparacie skrzynekowym i w aparacie pierścieniowym.

Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu może być wyznaczona z badania jednoosiowego ściskania i z badania trójosiowego ściskania bez konsolidacji i bez odpływu.

Pozostałe wymienione badania służą do wyznaczenia parametrów wytrzymałościowych, najczęściej dla modelu Mohra-Coulomba lub innych parametrów z bardziej zaawansowanych modeli.

Liczba badań zależy od tego czy istnieje porównywalne doświadczenie dla gruntów z opracowanego wstępnego modelu geologicznego. Badania powinny być przeprowadzone na próbkach reprezentatywnych dla każdej warstwy litologicznej. Do oceny reprezentatywności próbki gruntu powinny być wykorzystane badania klasyfikacyjne.

Dodatkowo na liczbę badań ma wpływ jednorodność podłoża budowlanego oraz kategoria geotechniczna. Zalecenia odnośnie liczby badań zawiera załącznik P normy PN-EN 1997-2.

Wyznaczanie parametrów wytrzymałościowych należy przeprowadzić na serii minimum 3 próbek gruntu. próbki gruntu do badań wytrzymałościowych należy przygotować z makroskopowo jednorodnego lub podobnego materiału gruntowego. próbki powinny charakteryzować się zbliżonymi gęstościami objętościowymi oraz wilgotnościami początkowymi. próbki powinny być „jednorodne” w całej objętości lub podobne ze względu np. na rodzaj i liczbę nieciągłości, wkladek itp. próbki po przygotowaniu należy sfotografować bezpośrednio przed badaniem.

Dla każdej z 3 próbek gruntu należy określić sposób i czas nasycania, naprężenia konsolidacyjne i naprężenia efektywne w czasie etapu ścinania oraz prędkość ścinania.

Parametry wytrzymałościowe należy odnosić tylko do przedziału naprężeń efektywnych, dla

którego je wyznaczono. Zakres naprężeń efektywnych powinien być skonsultowany i uzgodniony z projektantem. W przypadku braku wytycznych do badań można przyjąć, że jedna próbka gruntu będzie zbadana przy naprężeniu efektywnym odpowiadającym naprężeniu efektywnemu *in situ*, druga próbka może być zbadana przy połowie wartości naprężenia efektywnego *in situ*, zaś ostatnia próbka przy podwójnej wartości naprężenia efektywnego *in situ*.

Szczegółowe opisy procedur badawczych zawierają dokumenty PN-EN ISO 17892-7÷9. Dodatkowe reguły zawarto w normie PN-EN 1997-2.

Według normy PN-EN 1997-2 zalecane są wykonywać zaawansowane laboratoryjne badania wytrzymałościowe takie jak: badania trójosiowego rozciągania (np. dla osuwisk), badania prostego ścinania (np. dla osuwisk), badania ściskania i rozciągania w płaskim stanie odkształcenia, rzeczywiste badania trójosiowego ściskania (np. dla złożonych fundamentów), kierunkowe badania ścinania, wszystkie z możliwością konsolidacji anizotropowej zamiast izotropowej.

6.2.2 Badania odkształceniowe próbek gruntów

Norma PN-EN 1997-2 oraz dokument PN-EN ISO 17892-5 dotyczą wyznaczania charakterystyk odkształceniowych gruntów w aparacie trójosiowym i w edometrze. Dopuszczone jest badanie alternatywne z ciągłym przyrostem obciążenia CL, tzw. badanie konsolidometryczne: opcjonalnie przy stałej prędkości odkształceń typu CRS, przy stałej prędkości obciążenia typu CRL z uwzględnieniem zaleceń dotyczących doboru optymalnej prędkości obciążenia.

Podobnie jak w przypadku badań wytrzymałościowych badania ściśliwości i konsolidacji dotyczą gruntów całkowicie nasyconych wodą lub gruntów suchych. Ściśliwość i pełzanie (ściśliwość wtórną) oznaczyć można w gruntach o różnym stopniu nasycenia (od pełnego do gruntów suchych). Współczynnik konsolidacji filtracyjnej wyznaczać należy tylko dla próbek o pełnym lub prawie pełnym nasyceniu gruntów wodą. Badania dla gruntów nienasyconych wykonywane są m.in. w celu określenia pęcznienia i zdolności gruntu do osiadania zapadowego.

Celem badania edometrycznego i konsolidometrycznego jest określenie charakterystyk ściśliwości, konsolidacji i pęcznienia gruntu. Próbki iłu, pyłu lub gruntu organicznego do badań ściśliwości należy pobierać z prób nienaruszonych 1 klasy jakości. Załącznik Q z normy PN-EN 1997-2 zawiera wytyczne dotyczące minimalnej liczby próbek i badań dla jednej warstwy oraz informacje o przeprowadzeniu badań i ich ocenie.

W badaniach odkształcalności gruntu istotne jest wiarygodne określenie pionowego naprężenia efektywnego *in situ* na głębokości, z której pobrano próbę gruntu. Początkowe naprężenie pionowe nie powinno przewyższać pionowego naprężenia efektywnego *in situ*. Badanie należy kontynuować do osiągnięcia naprężeń efektywnych wyraźnie większych od maksymalnego naprężenia efektywnego *in situ*. W przypadku wyznaczania naprężenia prekonsolidacji największe naprężenie efektywne w próbce gruntu powinno być jak największe. W przypadku iłów i glin chodzi o wartość nawet 10 MPa. Zakres naprężeń efektywnych oraz liczba cykli obciążenie-odprężenie powinna być skonsultowana i uzgodniona z projektantem.

Programowanie zakresu obciążeń zależy od celu prowadzenia badań i możliwości aparatury.

Moduły edometryczne powinny być wyznaczane w zakresie od wartości naprężenia efektywnego pierwotnego (geostatycznego) *in situ* do wartości naprężenia, wyznaczanych z uwzględnieniem dodatkowych obciążeń od konstrukcji oraz eksploatacji.

Dla określenia naprężenia prekonsolidacji oraz wyznaczenia wartości OCR wskazane jest obciążanie do wartości naprężenia efektywnego nie mniejsze od 1,6 MPa.

Cykl obciążenia pierwotnego i wtórnego powinien być rozdzielony odciążeniem do wartości 12,5 kPa.

W przypadku braku wytycznych do badań można przyjąć następujący schemat postępowania:

- pierwsze obciążenie do wartości naprężenia efektywnego pierwotnego *in situ*. W przypadku badania edometrycznego obciążenie może być nieco większe od pierwotnego *in situ* - najbliższe możliwe wynikające z dostępności obciążników,
- pierwsze odciążenie do wartości 12,5 kPa,
- drugie obciążenie do wartości naprężenia efektywnego minimum 1,6 MPa.

Podany program badania jest przykładowy i nie zawsze będzie odpowiedni, szczególnie w przypadku gruntów słabych, potencjalnie pęczniących, zapadowych.

W przypadku gruntów słabych drugie obciążenie prowadzi do wartości naprężenia efektywnego 400-800 kPa. Uwaga ta nie ma zastosowania w przypadku, gdy na podłoże budowlane będą przekazywane wyższe obciążenia wynikające z charakterystyki obiektu budowlanego.

W przypadku badania gruntów potencjalnie pęczniących (np. ility neogeńskie i paleogeńskie lub ility zastoiskowe) należy wyznaczyć wartość ciśnienia pęcznienia np.: metodą stałej objętości. Zalanie wodą takich próbek gruntu będzie dopuszczalne dopiero po przyłożeniu większego obciążenia niż wartość ciśnienia pęcznienia.

Podczas badań, próbki gruntu należy zalewać wodą, w przypadku, gdy próby gruntów do badań laboratoryjnych zostały pobrane poniżej zwierciadła wody podziemnej. W pozostałych przypadkach próbek gruntów nie powinno się zalewać wodą (za wyjątkiem przypadków szczególnych np.: badanie zapadowości w lessach).

Parametrami wyznaczanymi w badaniach ściśliwości i konsolidacji są m.in. (Tabela 68, Załącznik 13. 2):

- edometryczny moduł ściśliwości E_{oed} (M , M_0);
- współczynnik zmiany objętości m_v ;
- wskaźnik ściśliwości C_c ;
- wskaźnik odprężenia C_s ;
- naprężenie prekonsolidacji σ_p ;
- współczynnik konsolidacji c_v ;
- współczynnik ściśliwości wtórnej C_{α} .

Podczas wyznaczania współczynnika konsolidacji c_v z badań laboratoryjnych zaleca się stosować przynajmniej dwie niezależne metody interpretacji np.: Casagrande'a, Taylor, punktu przegięcia, hiperboli prostokątnej i inne. Dobierając metodę interpretacji należy wziąć pod uwagę charakter krzywej konsolidacji.

Celem badania trójosiowej odkształcalności jest wyznaczenie charakterystyki sztywności w zależności od ścieżki obciążenia. W zależności od warunków drenażu wyróżnia się moduł odkształcenia (Younga) z odpływem E' lub moduł odkształcenia (Younga) bez odpływu E_u . Każdy z modułów może być określony dla różnych poziomów naprężeń efektywnych lub odkształceń. Z tego powodu te badanie powinno być skonsultowane i uzgodnione z projektantem.

W przypadku braku wymagań projektanta należy zbadać tylko początkowy moduł E_0 lub G_0 przy minimum 3-5 naprężeniach efektywnych, tak aby uzyskać jego charakterystykę. Parametry te powinny być wyznaczone w komorze trójosiowej z zamontowanymi piezoprzetwornikami typu bender element, wraz z wykorzystaniem fal akustycznych poprzecznej i podłużnej.

6.2.3 Badania pęcznienia próbek gruntów

W przypadku badania próbek gruntu m.in. takich jak mio-pliocenijskie ility serii poznańskiej, oligocenijskie ility krakowieckie, jurajskie ility rudonośne i inne należy dokonać oceny czy jest to grunt potencjalnie ekspansywny.

Ocena taka może być przeprowadzona zarówno metodami bezpośrednimi i pośrednimi. Do metod bezpośrednich zaliczane są badania (Tabela 68, Załącznik 13. 2):

- pęcznienia swobodnego wg Holtza i Gibbsa - FS_{HG} ,
- wskaźnika pęcznienia - $e_p(V_p)$,
- ciśnienia pęcznienia - $\sigma'_s(P_c)$,
- odkształcenia pęcznienia - ε_s .

Zalecany i dostatecznie dokładnym testem do szybkiej oceny zdolności gruntów do pęcznienia jest badanie pęcznienia swobodnego wg Holtza i Gibbsa sproszkowanej próbki gruntu w cylindrze z wodą destylowaną.

Zalecaną metodą wyznaczenia ciśnienia pęcznienia jest badanie edometryczne ze stałą objętością próbki gruntu. Wyznaczoną wartość ciśnienia pęcznienia należy uwzględnić w badaniach wytrzymałościowych podczas etapu nasycania próbki gruntu i odkształceniowych.

W metodach pośrednich oceny potencjalnej ekspansywności należy wykorzystać badania składu granulometrycznego oraz podstawowe właściwości takie jak: wilgotność, stopień nasycenia oraz wilgotności granicy plastyczności i granicy płynności.

Do przeprowadzenia oceny potencjalnej ekspansywności gruntów drobnoziarnistych wykorzystać należy nomogramy: nomogram Casagrande'a - zmodyfikowany przez Grabowską-Olszewską (1998), nomogram Vijayergija-Ghazzaly'ego (1973) nomogram Van der Merwego (1964) zmodyfikowany przez Grabowską-Olszewską (1994).

Wyniki pęcznienia należy opisać w dokumentacji i przedstawić na załącznikach graficznych oraz zestawianych tabelarycznych (Załącznik 18. 3, rozdział 8.5).

6.2.4 Badania zagęszczalności i nośności próbek gruntów

Celem badania zagęszczalności lub nośności jest odpowiednio określenie wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego lub kalifornijskiego wskaźnika nośności CBR (Tabela 67, Załącznik 13. 2). Norma PN-EN 1997-2 zaleca do wykonania badań zagęszczalności badanie metodą Proctora, zaś do badania nośności badanie metodą CBR.

Do badań zagęszczenia lub nośności można stosować następujące normy:

- PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora,
- PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu (norma wycofana bez zastąpienia),
- BN-8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu,
- PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania,
- PN-EN 13286-47 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 47: Metoda badania do określenia kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego,
- PN-EN 933-8+A1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek. Badanie wskaźnika piaskowego,
- BS 1377-5 Methods of test for soils for civil engineering purposes. Compressibility, permeability and durability tests.

Wykonanie badań zagęszczalności w aparacie Proctora może być utrudnione w przypadku gruntów równomiernie uziarnionych i bardzo gruboziarnistych.

Badania CBR można wykonywać w terenie, ale podstawową metodą jest badanie laboratoryjne.

Badania CBR oraz badania zagęszczenia w aparacie Proctora można zastąpić wykonując badania płytą VSS lub, po wcześniejszej korelacji z płytą VSS, płytą dynamiczną (VD), penetrometrem

DCP np.: typu Panda.

Wyniki badań zagęszczalności i nośności są wykorzystywane do oceny przydatności materiału do zagęszczenia, jakości zagęszczonego materiału, oceny wskaźnika zagęszczenia, wytrzymałości i nośności podłoża budowlanego.

6.2.5 Badania przepuszczalności próbek gruntów

Celem badania przepuszczalności jest wyznaczenie współczynnika filtracji w gruntach całkowicie nasyconych wodą.

Norma PN-EN 1997-2 dopuszcza do wykonania badań przepuszczalności cztery metody:

- badania polowe: pompowanie, w otworze wiertniczym i inne,
- wzory empiryczne powiązane ze składem granulometrycznym,
- szacowanie z badania edometrycznego,
- przepuszczanie wody przez próbkę gruntu.

Współczynnik filtracji powinien być określany przez zastosowanie kilku metod jednocześnie (min. 2 w tym jedna polowa, jedna laboratoryjna) z uwagi na bardzo dużą zmienność w jednej warstwie gruntu (Tabela 67, Załącznik 13. 2).

Każda warstwa gruntu powinna być opisana minimalną i maksymalną wartością współczynnika filtracji.

Do badań przepuszczalności iłów, pyłów i gruntów organicznych należy wykorzystywać tylko próby klasy jakości 1 lub 2. Dla gruntów gruboziarnistych można stosować próby klasy jakości 3.

Do określania współczynnika filtracji gruntów drobnoziarnistych: pyłów i iłów zaleca się stosować metody polegające na przepuszczaniu wody przez próbkę gruntu opisane w PKN-CEN ISO/TS 17892-11:2009 lub badania edometryczne przy stałej prędkości odkształcania (badanie konsolidometryczne). Klasyczne badania edometryczne dają tylko przybliżone wartości współczynnika filtracji. Norma PN-B-04481 nie zawiera opisu metody badania przepuszczalności.

W przypadku gruntów gruboziarnistych zaleca się określać współczynnik filtracji na podstawie empirycznych wzorów powiązanych ze składem granulometrycznym (z uwzględnieniem ich ograniczeń) lub w aparatach wielkowymiarowych. W dokumentacji przedstawiającej wyniki badań podłoża budowlanego należy podać, jaki wzór empiryczny zastosowano do określenia współczynnika filtracji oraz podać jego ograniczenia.

W celu zmniejszenia błędu pomiarowego, wykonując badania przepuszczalności należy zwracać uwagę na:

- właściwy dobór metody badania do rodzaju gruntu,
- orientację próbki,
- potrzebę wykonania dodatkowych badań klasyfikacyjnych,
- gradient hydrauliczny,
- stany naprężeń,
- stopień nasycenia próbek wodą.

Współczynnik filtracji może być wykorzystywany do projektowania m.in. wykopów, ścianek szczelnych, odwodnienia, wzmocnienia podłoża budowlanego poprzez konsolidację oraz obniżenia poziomu wód gruntowych.

6.3 Badania próbek skał

Badania próbek skał wykonuje się w laboratorium w celu:

- wyznaczenia właściwości wskaźnikowych każdej wydzielonej warstwy litologicznej,
- określenia cech fizyczno-mechanicznych/parametrów geotechnicznych na potrzeby

charakterystyki wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych.

6.3.1 Systemy klasyfikacyjne skał

Klasyfikacja skał polega na wydzieleniu grup skał na podstawie określonych kryteriów. Klasyfikowanie pozwala łączyć skały w grupy o podobnych właściwościach litologicznych i/lub fizyczno-mechanicznych na potrzeby oceny ich przydatności do celów inżynierskich.

W celu sklasyfikowania skał należy wykonać następujące czynności:

- ustalić kryteria klasyfikowania skał: normowe zgodne z PN-EN ISO 14689 lub z literatury wraz z ich jakościowym i ilościowym opisem,
- wykonać badania klasyfikacyjne zgodnie z wymaganymi norm lub opisanymi metodykami badawczymi (w przypadku braku norm),
- sklasyfikować skały według wskazanych kryteriów,
- wydzielić warstwy skał o podobnych właściwościach litologicznych (warstwy litologiczne) i/lub fizyczno-mechanicznych (warstwy geologiczno-inżynierskie lub geotechniczne) z uwzględnieniem wyników badań terenowych.

Warstwy skał klasyfikuje się na podstawie wyników:

- makroskopowego oznaczania skał z rdzenia wiertniczego,
- oceny masywu skalnego,
- badań laboratoryjnych.

Klasyfikowanie skał wykonuje się zgodnie z:

- aktualną normą klasyfikacyjną PN-EN ISO 14689 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie skał - Część 1: Oznaczanie i opis,
- wycofaną normą klasyfikacyjną PN-B-02480 Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział opis,
- opublikowanym i lokalnie akceptowanym systemem klasyfikacji skał (PN-EN 1997-2),
- uznanym systemem klasyfikacji krajowej i/lub międzynarodowej (PN-EN 1997-2).

Wymaga się, aby skały były klasyfikowane zgodnie z normą PN-EN ISO 14689. Klasyfikowanie skał według normy PN-B-02480 lub opublikowanego i lokalnie akceptowanego systemu klasyfikacji skał lub uznanego systemem klasyfikacji krajowej i/lub międzynarodowej nie są wymagane, jednak zaleca się je stosować, jako uzupełniające.

Informację o normie lub systemie klasyfikacji zgodnie, z którymi będą klasyfikowane skały jest zamieszczona w PRG, dPRG lub PBG.

Wyniki klasyfikowania skał opisuje się w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża budowlanego i umieszcza na kartach badań laboratoryjnych, kartach wierceń (Załącznik 18. 3), w zestawieniach tabelarycznych oraz na wykresach statystycznych (rozdział 8.5).

Załącznik 13. 3 podaje zasady klasyfikowania skał na podstawie oznaczeń makroskopowych.

6.3.2 Badania fizyczne i mechaniczne (geomechaniczne) próbek skał

Na próbkach skał przeprowadza się następujące badania laboratoryjne:

- badania chemiczne:
 - badania petrograficzne,
 - badania mineralogiczne,
 - zawartość węglanów,
- badania fizyczne,
- badania mechaniczne (geomechaniczne):
 - badania pęcznienia,

- badania wytrzymałościowe,
- badania odkształceniowe.

Celem badań chemicznych próbek skał jest sporządzenie opisu petrograficznego oraz określenie składu mineralnego.

Badania fizyczne próbek skał mają na celu wyznaczenie grup skał o podobnych właściwościach fizycznych. Na próbkach skał wykonuje się następujące fizyczne badania klasyfikacyjne:

- wilgotność,
- gęstość,
- porowatość,
- przepuszczalność,
- rozmywalność,
- mrozoodporność,
- rozmakalność,
- nasiąkliwość.

Badania pęcznienia próbek skał mają na celu określenie potencjału pęcznienia skał. Na próbkach skał wykonuje się następujące badania potencjału pęcznienia skał:

- oznaczanie wskaźnika ciśnienia pęcznienia,
- oznaczanie wskaźnika odkształcenia pęcznienia,
- oznaczanie odkształcenia pęcznienia.

Badania wytrzymałościowe i odkształceniowe próbek skał mają na celu szacowanie właściwości wytrzymałościowych i odkształceniowych skał. Na próbkach skał wykonuje się następujące badania wytrzymałościowe skał:

- ściskanie jednoosiowe i badanie odkształcalności,
- badanie pod obciążeniem punktowym,
- badanie bezpośredniego ścinania,
- test brazylijski na rozciąganie,
- badanie trójosiowego ściskania.

Zakres badań laboratoryjnych próbek skał, należy określić zgodnie z wymaganiami podanymi w załączniku (Załącznik 4), uwzględniając etap inwestycji.

Przed przystąpieniem do badań próbek skał należy wskazać normy i metody, które zostaną wykorzystane do badań laboratoryjnych. W przypadku braku norm, należy ustalić i opisać w projekcie robót geologicznych/programie badań geotechnicznych, a następnie w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża budowlanego, procedury badawcze, według których skały zostaną zbadane.

Badania próbek skał należy wykonywać zgodnie z wymaganiami norm i wybranych metod badań. Wszelkie odstępstwa należy opisać i uzasadnić.

Próbki skał do badań laboratoryjnych powinny być odpowiednio przygotowane. Nie należy dopuszczać do przesuszenia próbek oraz zapewnić reprezentatywność próbek skał. Podczas badań należy zwracać uwagę na rozmiar próbek do badań, temperaturę suszenia próbek oraz procesy wietrzenia, które wpływają na uzyskane wyniki badań. Skały, które ulegają rozpadowi podczas badań, zaleca się badać metodami wykorzystywanymi do badań gruntów.

Wyniki badań próbek skał powinny być porównane z wynikami badań archiwalnych, wartościami zamieszczonymi w literaturze oraz z doświadczeniem porównywalnym w celu sprawdzenia ich zmienności oraz wiarygodności.

Zestawione na kartach badań laboratoryjnych, kartach wierceń (Załącznik 18. 3), w tabelach, na

wykresach statystycznych (rozdział 8.5) wyniki badań próbek skał zamieszcza się także w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża budowlanego.

W tabelach (Tabela 70, Tabela 71, Tabela 72, Załącznik 13) podano zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek skał oraz wykaz parametrów/cech określanych w badaniach laboratoryjnych w zależności od kategorii pobrania prób skał.

6.4 Badania składu chemicznego próbek gruntów, skał i wody podziemnej

W przypadku badań próbek wód podziemnych wykonywanych na potrzeby opracowania Dokumentacji hydrogeologicznej częstotliwość opróbowania i zakres oznaczeń należy dostosować do przewidywanych warunków hydrogeologicznych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.7, przy czym minimalny zakres oznaczeń parametrów wody powinien obejmować:

- wskaźniki fizyczne: przewodność elektryczna, odczyn pH, zapach, ChZT (KMnO₄);
- wskaźniki nieorganiczne: chlorki, siarczany, wodorowęglany, sól, potas, magnez, wapń, azotany, fosfor ogólny, amoniak, azotyny, fluorki, żelazo, mangan,
- mikroelementy: ołów, kadm, cynk, chrom, kobalt, bor,
- wskaźniki organiczne: TOC (OWO), suma węglowodorów ropopochodnych (TPH – total petroleum hydrocarbons), WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne), BTEX (lotne węglowodory aromatyczne) oraz fenole (jako indeks fenolowy).

Powyższe badania należy wykonać także dla wytypowanych próbek z wód powierzchniowych (rzek i zbiorników).

Jeżeli analiza dostępnych materiałów (identyfikacja wstępna) wskaże, że na terenie objętym rozpoznaniem mogą występować obszary występowania zanieczyszczeń środowiska gruntowo-wodnego, należy przeprowadzić badania w celu oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi. Przy identyfikacji terenu zanieczyszczonego, ustalaniu listy substancji powodujących ryzyko, określaniu założeń do badań wstępnych, wykonywaniu tych badań oraz analizie uzyskanych wyników należy uwzględnić wymagania wskazane w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi.

Badania składu chemicznego próbek gruntu, skał i wody wykonywane w ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego lub geotechnicznego mają na celu:

- ocenę agresywności wód gruntowych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych,
- identyfikację substancji zanieczyszczających grunt.

W ramach oceny agresywności wód gruntowych dla każdej pobranej próbki pobranej zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 4) należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 206+A1 następujące badania:

- odczyn pH,
- zawartość agresywnego dwutlenku węgla,
- zawartość siarczanów,
- zawartość jonu amonowego,
- zawartość magnezu.

W ramach identyfikacji substancji zanieczyszczających należy przeprowadzić zakres badań określony w ramach oceny terenu pod kątem zanieczyszczeń zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (rozdział 5.8).

Dodatkowo, w przypadku nieprzewidywanego stwierdzenia w trakcie badań geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych jakichkolwiek przejawów zanieczyszczenia gruntu (zapach, kolor, wygląd, wywiad środowiskowy itp.) należy na każdej pobranej próbce gruntu przeprowadzić

następujące badania:

- zawartości substancji ropopochodnych w zakresie: benzyny i oleje, węglowodory aromatyczne oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne,
- zawartości metali ciężkich w zakresie 12 podstawowych pierwiastków: arsen, bar, chrom, cyna, cynk, kadm, kobalt, miedź, molibden, nikiel, ołów i rtęć.

Wyniki badań składu chemicznego próbek gruntów, skał i wody podziemnej umieszcza się w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża budowlanego w formie zestawienia tabelarycznego.

7 Wytyczne przeprowadzania oceny masywu skalnego

Masywy skalne, zgodnie z definicją podaną w załączniku (Załącznik 1. 11), są ośrodkami złożonymi i zmiennymi (występuje w nich szereg różnych nieciągłości, powodujących ich niejednorodność i anizotropie), dlatego bardzo ważne jest odpowiednie przeprowadzenie rozpoznania geologicznego, wykonanie badań laboratoryjnych i polowych, które powinna poprzedzać szczegółowa analiza doświadczeń i materiałów archiwalnych. Ze względu na złożoność i zmienność właściwości masywu skalnego zakres jego rozpoznania należy projektować indywidualnie. W celu rozpoznania i oceny właściwości masywu skalnego należy określić:

- rodzaj i właściwości skał budujących masyw:
 - oznaczenie genetyczne i litologiczne rodzaju skały;
 - ciężar właściwy i objętościowy, wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie, spójność, kąt tarcia wewnętrznego, moduł odkształcenia, moduł Younga, liczba Poissona, porowatość, wodoprzepuszczalność, mrozoodporność, odporność na odspajanie, szczelinowatość i stopień zwietrzenia skały, podatność na wietrzenie po odkryciu, itp.;
- strukturę masywu skalnego (np. warstwowa, łupkowa, masywna, linearna itp.) w zależności od genezy skał go budujących oraz ich wzajemnych relacji w masywie;
- nieciągłości masywu:
 - pomiar upadu i kierunku upadu,
 - rozstaw,
 - zasięg,
 - szorstkość,
 - rozwarcie,
 - wypełnienie,
 - zawodnienie,
 - kształt bloków;
- zwietrzenie masywu skalnego:
 - świeży,
 - słabo zwietrzały,
 - średnio zwietrzały,
 - silnie zwietrzały,
 - całkowicie zwietrzały,
 - grunt rezydualny;
- przepuszczalność masywu skalnego i charakterystykę wód gruntowych oraz głębiej występujących wód podziemnych (np. próbne pompowanie, test Lugeona);
- właściwości masywu skalnego (m.in. pierwotny stan naprężenia, wytrzymałość na ścinanie, wytrzymałość na ściskanie, moduł sprężystości, moduł odkształcenia, geofizyczne właściwości masywów skalnych);
- prawdopodobieństwo występowania gazów w masywie (rodzaj gazu, ciśnienie gazu, strefy kontaktowe);
- charakterystykę termiczną masywu skalnego (rozkład temperatury na trasie tunelu).

Wymienione właściwości i cechy masywu skalnego należy określać na podstawie badań polowych i laboratoryjnych. Zakres i metody rozpoznania masywu skalnego ze względu na etap zaawansowania badań podano w załącznikach (Załącznik 4, Załącznik 14) oraz w tabelach (Tabela 13, Tabela 14).

Tabela 13 Zakres rozpoznania masywu skalnego ze względu na etap zaawansowania badań

Zakres badań	Badania			
	STEŚ, STEŚ-R Etap I		STEŚ-R Etap II, KP, PB	
Badania geologiczne	podstawowe (morfologia, litologia, stratygrafia, tektonika i nieciągłości)	W	szczegółowe (morfologia, litologia, stratygrafia, tektonika i nieciągłości)	W
Warunki wodne	badania w otworach wiertniczych	W	badania w otworach wiertniczych	W
Właściwości fizyko-mechaniczne skał i masywu skalnego	podstawowe badania laboratoryjne (wilgotność, gęstość objętościowa, wytrzymałość, wytrzymałość na rozciąganie) i polowe (RQD) - Tabela 26, Załącznik 10. 2, rozdział 6.3	W	badania laboratoryjne (ciężar właściwy i objętościowy, moduł Younga, współczynnik Poissona, wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie, spójność, kąt tarcia wewnętrzznego, porowatość, wilgotność, pęcznienie skał) polowe (RQD, SCR, TCR, If, badania przepuszczalności, badania geofizyczne) - Tabela 42, Załącznik 10. 2, rozdział 6.3	W
			badania laboratoryjne (nasiąkliwość, wodoprzepuszczalność, mrozoodporność, rozmakalność, i polowe (naprężenia pierwotne, badania wodochłonności, wytrzymałość na ścinanie i ściskanie, modułu sprężystości i modułu odkształcenia) - Tabela 42, Załącznik 10. 2, rozdział 6.3	Z
Klasyfikacja rozpatrywanego masywu skalnego	GSI	W	klasyfikacja masywu przeprowadzona co najmniej dwiema metodami (np. RMR, Q)	W
Budowa modeli fizykomechanicznych	-	NW	m.in. modele geostrukuralne, zmian wartości modułów odkształcenia itp.	W/Z
Budowa modeli geomechanicznych	-	NW	model geomechaniczny masywu skalnego ciągły i nieciągły	W/Z

W – wymagane; Z – zalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami; NW – niewymagane;

Tabela 14 Metody rozpoznania masywu skalnego ze względu na etap zaawansowania badań

Metody badań	Badania			
	STEŚ, STEŚ-R Etap I		STEŚ-R Etap II, KP, PB	
Zebrań dostępnych badań	archiwalne dane geoinżynierskie, dane związane z budowlą podziemną, doświadczenia z budowlami podziemnymi występującymi w podobnych warunkach geoinżynierskich	W	analiza badań wstępnych	W
Pomiary kartograficzne	m.in. pomiar lokalizacji punktów i obiektów badawczych	W	m.in. pomiar lokalizacji punktów i obiektów badawczych	W
Kartowanie geologiczne	określenie budowy geologicznej masywu skalnego i zjawisk geologicznych (najczęściej kartowanie odsłoneń naturalnych)	W	określenie budowy geologicznej masywu skalnego i zjawisk geologicznych (m.in. kartowanie odsłoneń naturalnych, otworów wiertniczych, wykopów badawczych, rowów badawczych, szybków badawczych, badania fotogrametryczne)	W
Wyrobiska badawcze	szczególnie przypadki (znacząca i trudna w wykonaniu budowa podziemna, zbyt słabe rozpoznanie warunków geotechnicznych)	Z/O	wykopy, sztolnie, szyby, szybiki	Z/O
Siatka wierceń	Zgodnie z tabelą (Tabela 24 - Tabela 25) oraz załącznikiem (Załącznik 4. 2. 4)	W	Zgodnie z tabelami (Tabela 36 - Tabela 37) oraz załącznikiem (0)	W
Metody geofizyczne	badania podstawowe (rozpoznanie cech strukturalnych, m.in.: głębokość stref zwietrzenia, rozkład i zasięg stref spękań, nieciągłości) (Załącznik 4. 2. 3)	W	podstawowe (rozpoznanie cech strukturalnych, m.in.: głębokość stref zwietrzenia, rozkład i zasięg stref spękań, nieciągłości) i zaawansowane (badania wielkości naprężeń w rejonach aktywnych sejsmicznie) (Tabela 28, Tabela 29, Załącznik 4. 3. 3)	W
Metody polowe i laboratoryjne	podstawowe właściwości fizyko-mechaniczne skał i masywu skalnego (Tabela 13, Tabela 26)	W	podstawowe i rozszerzone właściwości fizyko-mechaniczne skał i masywu skalnego (Tabela 13, Tabela 42)	W/Z

W – wymagane; Z – zalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami; NW – niewymagane;

7.1 Badania polowe masywu skalnego

Badania polowe w porównaniu do badań wykonywanych w warunkach laboratoryjnych dostarczają znacznie większej wiedzy o zachowaniu się masywów skalnych, ponieważ prowadzone są na odpowiednio większej objętości skał.

Do badań polowych masywów skalnych należy zaliczyć:

- kartowanie geologiczno-inżynierskie,
- wiercenia badawcze,
- badania geofizyczne,
- badania właściwości hydraulicznych masywu skalnego, pomiary i obserwacje poziomu zwierciadła wody podziemnej,
- pomiar pierwotnego stanu naprężenia,
- badania polowe parametrów wytrzymałościowych,
- badania polowe parametrów odkształceniowych,
- badania polowe oparte na pomiarach w otworach wiertniczych lub pomiarach punktowych na konturze obiektu podziemnego.

Załącznik 14 podaje wymagania dotyczące wykonywania badań polowych masywu skalnego.

7.2 Badania laboratoryjne

Dla kompleksowego rozpoznania i oceny masywu skalnego, niezbędne jest poznanie właściwości skał budujących dany masyw skalny. Najważniejszymi parametrami, które w istotny sposób wpływają na zachowanie się skał w otoczeniu obiektów podziemnych to m.in.:

- ciężar właściwy i objętościowy,
- wytrzymałość na ściskanie,
- wytrzymałość na rozciąganie,
- spójność, kąt tarcia wewnętrznego,
- moduł odkształcenia, moduł Younga, liczba Poissona,
- porowatość,
- wodoprzepuszczalność,
- mrozoodporność,
- odporność na odspajanie,
- szczelinowatość i stopień zwietrzenia skały, podatność na wietrzenie po odkryciu.

Otrzymane wyniki powinny posłużyć do odpowiedniego sklasyfikowania masywu skalnego. **Dodatkowe informacje dotyczące badań laboratoryjnych skał podano w rozdziale 6.3.**

7.3 Klasyfikacje masywu skalnego

Klasyfikacje masywu skalnego stanowią w miarę proste i użyteczne narzędzie wspomagające system projektowania inżynierskiego, przy pomocy, którego możliwa jest ocena jakościowa masywu skalnego. Klasyfikacje umożliwiają oszacowanie parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych masywu skalnego, jak i ocenę parametrów obudowy.

Istnieje wiele różnych klasyfikacji masywu skalnego, jednak do najczęściej stosowanych można zaliczyć klasyfikacje opisane poniżej w załączniku (Załącznik 14. 9).

Załącznik 14. 9 podaje szczegółowe wymagania stosowania klasyfikacji masywu skalnego.

Informacje dotyczące opisu i klasyfikacji skał zawiera rozdział 5.5 i Załącznik 10. 2 oraz rozdział 6.3.1 i Załącznik 13. 3.

8 Wytyczne sporządzania dokumentacji z badań

Dokumentacja z badań podłoża budowlanego to zbiór wyników badań które przedstawia się w następujących dokumentach:

- Dokumentację hydrogeologiczną (DH),
- Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH),
- Studium geologiczno-inżynierskie (SGI),
- Dokumentację geologiczno-inżynierską (DGI),
- Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI),
- Dokumentację badań podłoża (DBP).

Wymagania formalne w zakresie zawartości poszczególnych dokumentów zawiera rozdział 2 i 8.5.

Wyżej wymienione dokumenty w zależności od rodzaju badań podłoża budowlanego zawierają:

- typ modelu geologicznego zgodny z rozdziałem 8.1,
- wydzielone i scharakteryzowane warstwy gruntów i skał na podstawie rozdziału 8.2,
- opis właściwości fizyczno-mechanicznych oraz wyznaczone wartości parametrów geotechnicznych wg rozdziału 8.3,
- ustalone warunki geologiczno-inżynierskie (rozdział 8.4.2) lub geotechniczne (rozdział 8.4.3) w zależności od wymaganego dokumentu,
- określone warunki hydrogeologiczne w zależności od wymaganego dokumentu,
- ocenę ryzyka geologicznego zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 17. 3).

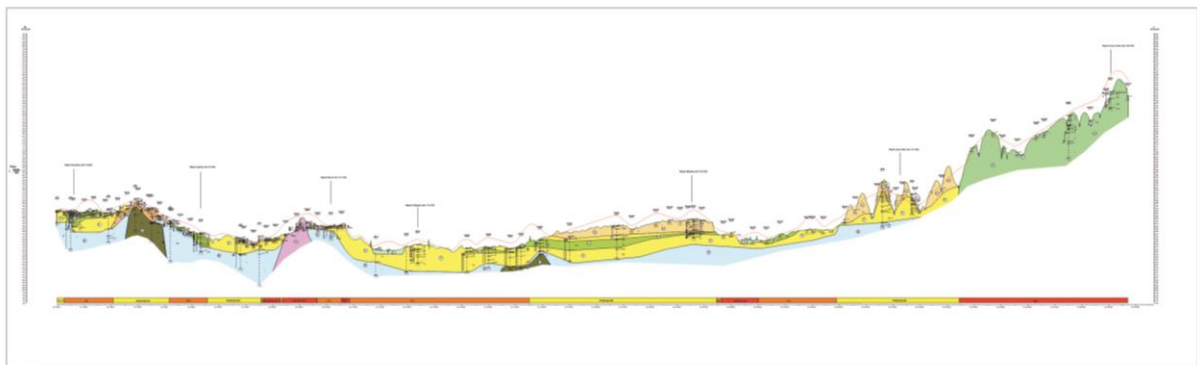
8.1 Dobór modelu podłoża budowlanego

Model podłoża budowlanego to przybliżony obraz warunków budowlanych stworzony na potrzeby rozwiązania problemu. W zależności od dokładności prezentowanego obrazu, ilości danych wejściowych, dokładności interpretacji i stopnia niepewności sporządza się 3 modele podłoża budowlanego (na podstawie Parry i in., 2014 zmodyfikowany oraz PN-EN 1997-2):

- model geologiczny konceptualny (Rysunek 12),
- model geologiczny obserwacyjny (model geologiczno-inżynierski) (Rysunek 13),
- model geotechniczny (model analityczny) (Rysunek 14).

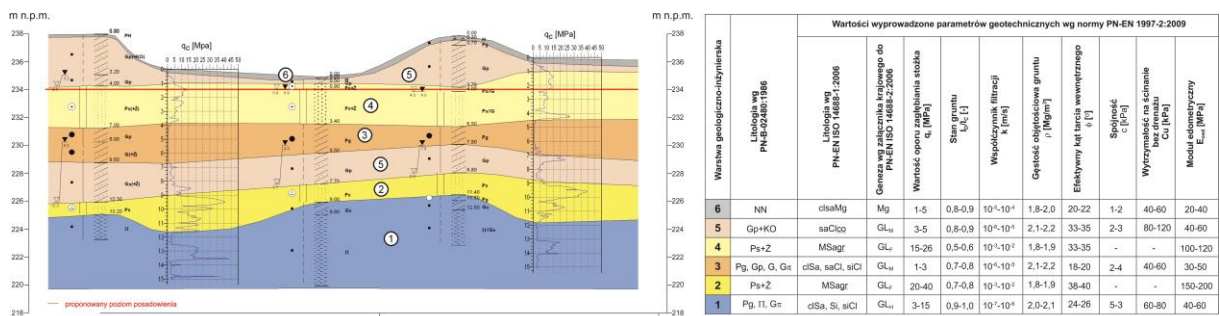
Model geologiczny konceptualny to ogólny zarys warunków geologicznych. Ten typ modelu powinien być generowany na wczesnych etapach planowania inwestycji. Opracowuje się go na podstawie danych archiwalnych i cechuje go stosunkowo wysoki stopień niepewności. Model taki powinien dostarczyć podstawowych informacji na temat głównych jednostek geologicznych (ich stratygrafii, genezy i litologii), ich wzajemnego położenia oraz możliwości wystąpienia zagrożeń naturalnych i antropogenicznych w podłożu budowlanym.

Model geologiczny obserwacyjny (model geologiczno-inżynierski) to szczegółowa charakterystyka warunków geologicznych (geologiczno-inżynierskich). Ten typ modelu powinien być tworzony na podstawie danych uzyskanych bezpośrednio z badań podłoża budowlanego (wierceń, sondowań, badań geofizycznych, badań laboratoryjnych, środowiskowych itp.), do których zaprojektowania należy wykorzystać dane zebrane na etapie tworzenia modelu konceptualnego. Model powinien dostarczyć szczegółowej charakterystyki ilościowej wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich oraz szczegółową ocenę procesów geodynamicznych w zakresie ich rodzaju, wielkości i prognozy ich postępu.

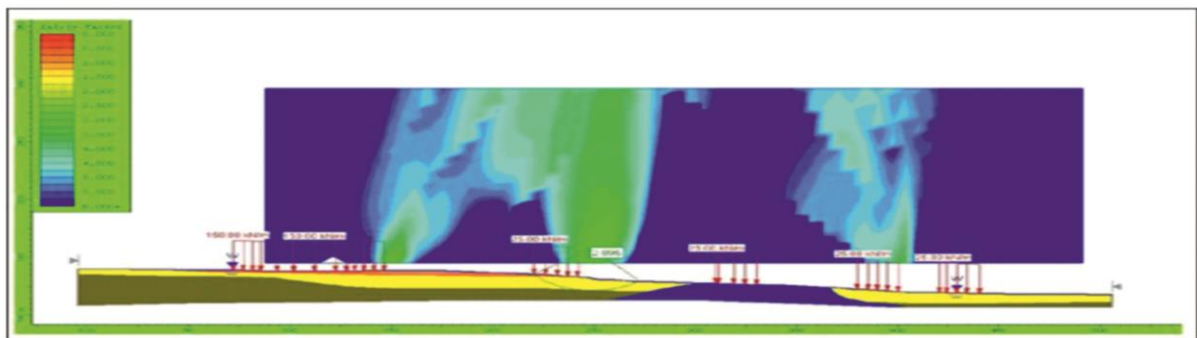


Odcinek	Długość [km]	Rodzaj gruntów w podłożu	Warstwa geologiczna	Warunki wodne	Grupa nośności podłoża*	Warunki geologiczno-inżynierskie	Podsumowanie warunków	
0+000	0+220	Ps	7	przeciętne	G1	Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych	G1=45,6% G2=0% G3=32,4% G4=3,4% Slab=18,6	
0+220	2+080	1.88	G-1, Nm, NN	5.2 (2) (1)	przeciętne	slabonosiłe		Zle - 0 kategoria terenów górniczych
2+080	2+735	0.70	Ps	7	dobrze	G1		Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych (możliwe wstrząsygórnicze)
2+735	4+160	1.40	Ps, Gp+Z	6	dobrze	G3		Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych (możliwe wstrząsygórnicze)
4+160	5+565	1.40	=, G-, G+z	5.2	dobrze	slabonosiłe		Zle - 0 kategoria terenów górniczych
5+565	6+815	1.30	Ps	7	dobrze	G1		Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych (możliwe wstrząsygórnicze)
6+815	7+440	0.63	PstH, Nm	2	złe	slabonosiłe		Zle i bardzo zle (szkody górnicze)
7+440	8+490	1.05	Ps	7	dobrze	G1		Zle i bardzo zle (szkody górnicze)
8+490	8+250	0.76	w, KR, Ps+Z	10.2 (4.2)	dobrze	G1		Zle i bardzo zle (szkody górnicze)
8+250	8+350	0.10	Nm	2	dobrze	slabonosiłe		Zle i bardzo zle (szkody górnicze)
8+350	10+700	1.35	Gp, G+z	6	przeciętne	G4		Zle i bardzo zle (szkody górnicze)
10+700	11+680	0.98	Ps	7	przeciętne	G1		Zle (szkody górnicze)
11+680	12+900	1.22	NN, Nm, Ps	1, 5, 1	przeciętne	slabonosiłe		Zle (szkody górnicze)
12+900	17+500	4.60	Ps	7	dobrze	G1		Zle (szkody górnicze)
17+500	18+300	0.80	Ps+G	5.2	dobrze	G3		Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych (możliwe wstrząsygórnicze)
18+300	24+400	6.10	=	3.2	dobrze	G3		Przeciętne (grunty wysadzinowe)
24+400	25+250	0.85	Ps+G	7	dobrze	G1		Zle i bardzo zle (szkody górnicze)
25+250	28+120	0.87	Ps+Hm	5.1	przeciętne	slabonosiłe		Zle i bardzo zle (szkody górnicze)
28+120	27+520	1.40	=, I	5.2	przeciętne	slabonosiłe		Zle (0 kategoria terenów górniczych, tereny zagrożone podtopieniami)
27+520	28+900	1.40	Ps+G	7	dobrze	G1	Zle (0 kategoria terenów górniczych, tereny zagrożone podtopieniami)	
28+900	33+450	4.55	=	3.2 (2)	dobrze	G3	Przeciętne (lokalnie w dolinach grunty slabonosiłe)	
33+450	39+734	6.29	I, m, p.c.	10.2 (2) (5.2)	dobrze	G1	Bardzo zle (obszary zagrożone wystąpieniem osuwisk, lokalnie w dolinach grunty slabonosiłe)	

Rysunek 12 Model geologiczny koncepcyjny na podstawie materiałów archiwalnych opracowany w ramach studium geologiczno-inżynierskiego dla inwestycji drogowej (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018)



Rysunek 13 Model geologiczny obserwacyjny opracowany w ramach projektu budowlanego dla obiektu inżynierskiego (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018)



Rysunek 14 Model geotechniczny opracowany dla projektu budowlanego dla obiektu inżynierskiego (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018)

Model geotechniczny (model analityczny) to interpretacja warunków geotechnicznych opracowana na potrzeby przewidywania zachowania się podłoża budowlanego w trakcie budowy i eksploatacji obiektu. Ten typ modelu jest przygotowywany na potrzeby obliczeń geotechnicznych i musi być dostosowany do przyjętego modelu obliczeniowego. W zależności od stopnia generalizacji, modele geotechniczne mogą znacznie różnić się od siebie w zależności od typu rozwiązywanego problemu. Parametryzacja wydzielonych warstw modelu powinna uwzględniać zmienność poszczególnych cech fizyczno-mechanicznych/parametrów geotechnicznych w obrębie wydzielonych warstw oraz ich wpływ na możliwość wystąpienia stanów granicznych (wartości współczynników częściowych).

Charakterystyka modelu powinna obejmować (Tabela 16):

- opis geometrii warstw,
- szczegółowy opis wszystkich warstw, łącznie z ich właściwościami fizycznymi oraz charakterystyką odkształceniową i wytrzymałościową, odnoszącą się do wyników badań,
- opis zagrożeń geologicznych i geotechnicznych oraz informację jak zapobiegać ich rozwojowi,
- uwagi w zakresie nieregularności, nieciągłości takich jak: zapadliska (pustki) i strefy nieciągłości.

Charakterystykę modelu podłoża budowlanego umieszcza się w formie opisu w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża budowlanego (rozdział 8.5).

Typ modelu dobiera się w zależności od dokumentu zawierającego wyniki badań (Tabela 15) oraz etapu planowania inwestycji (Tabela 16).

Tabela 15 Wymagania dotyczące modeli podłoża budowlanego w zależności od dokumentu zawierającego wyniki badań

Rodzaj dokumentu	DH/dDH	SGI	DGI/dDGI	OG	DBP	PG	RBK
Typ modelu podłoża budowlanego	geologiczny konceptualny	geologiczny konceptualny	geologiczny obserwacyjny	geologiczny konceptualny	geologiczny obserwacyjny	geotechniczny	geologiczny obserwacyjny lub geotechniczny
	W	W	W	Z	W	W	Z
W – wymagane; Z - zalecane							

Tabela 16 Wymagania dotyczące modeli podłoża budowlanego w zależności od etapu planowania inwestycji drogowej

Etapy procesu inwestycyjnego	Etap przygotowania			Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB	B	R/P	
					PB	B
Wymagania						
Typ modelu	geologiczny konceptualny	geologiczny konceptualny*/ geologiczny obserwacyjny	geologiczny konceptualny*/ geologiczny obserwacyjny**/ geotechniczny	geologiczny obserwacyjny**/geotechniczny	geologiczny obserwacyjny**/ geotechniczny	geologiczny obserwacyjny**/ geotechniczny
Dane wejściowe	dane archiwalne, wizja terenowa, wstępne badania podłoża budowlanego w ograniczonym zakresie	szczegółowe badania podłoża budowlanego: kartowanie geologiczno-inżynierskie, pomiar geodezyjne i teledetekcyjne, badania geofizyczne, wiercenia, sondowania, pomiar hydrogeologiczne, badania środowiskowe, badania laboratoryjne,	dane o podłożu budowlanym z poprzednich etapów, dodatkowe badania podłoża budowlanego w zakresie ustalonym z wykonawcą projektu geotechnicznego	dane o podłożu budowlanym z poprzednich etapów, dodatkowe badania podłoża budowlanego w zakresie ustalonym z wykonawcą robót budowlanych, wyniki badań odbiorczych, wyniki próbnych obciążeń	jak dla projektu budowlanego etapu przygotowania	jak dla etapu realizacji
Zawartość modelu	opis gruntów i skał, położenie zwierciadła wód gruntowych, identyfikacja zagrożeń naturalnych i wywołanych działalnością człowieka	opis gruntów i skał, położenie zwierciadła wód gruntowych i prognoza jego zmian, zasięg i wielkość procesów geodynamicznych i antropogenicznych i prognoza ich postępu	opis gruntów i skał, dane niezbędne do obliczeń geotechnicznych w zależności od przyjętego modelu obliczeniowego	dane niezbędne do obliczeń geotechnicznych w zależności od przyjętego modelu obliczeniowego	jw.	jw.
Rodzaj warstw i ich charakterystyka	kompleksy stratygraficzne, serie genetyczne, warstwy litologiczne	warstwy geologiczno-inżynierskie, przedziały i statystyki cech fizyczno-mechanicznych gruntów i skał	warstwy geotechniczne, wyniki badań oraz wyprowadzone, charakterystyczne i obliczeniowe wartości parametrów geotechnicznych	warstwy geotechniczne, wyniki badań oraz wyprowadzone i obliczeniowe wartości parametrów geotechnicznych z uwzględnieniem współczynników częściowych	jw.	jw.
Prezentacja modelu***	karty otworów, przekroje geologiczne w odniesieniu do niwelety trasy, mapy tematyczne	karty otworów i sondowań, przekroje geologiczno-inżynierskie/geotechniczne w odniesieniu do niwelety trasy i poziomu posadowienia obiektów, mapy tematyczne, zestawienia tabelaryczne wyników badań, wykresy, modele przestrzenne 3D	karty otworów i sondowań, przekroje geologiczno- inżynierskie/geotechniczne w odniesieniu do niwelety trasy i poziomu posadowienia obiektów, mapy tematyczne, zestawienia tabelaryczne wyników badań, wykresy, modele przestrzenne 3D	karty otworów i sondowań, przekroje geologiczno-inżynierskie/geotechniczne w odniesieniu do niwelety trasy i poziomu posadowienia obiektów, mapy tematyczne, zestawienia tabelaryczne wyników badań, wykresy, modele przestrzenne 3D	jw.	jw.
<p>* model geologiczny konceptualny na etapie KP, STEŚ-R Etap II, PB umieszcza się w OG</p> <p>** na etapie PB i etapach późniejszych, model geologiczny obserwacyjny jest modelem uszczegółowionym w oparciu o nowe dane w stosunku do modelu uzyskanego na etapie wcześniejszym.</p> <p>*** dane do modelu należy dostarczać w formie cyfrowej bazy danych (rozdział 9)</p>						

8.2 Zasady wydzielenia warstw gruntów i skał oraz ich charakterystyka

W celu opracowania modelu geologicznego należy wydzielić w podłożu budowlanym warstwy gruntów i skał o podobnych właściwościach stosując następujące kryteria:

- kryterium stratygraficzne (kompleksy stratygraficzne - grunty i skały tego samego wieku),
- kryterium genetyczne (serie genetyczne - grunty i skały tej samej genezy wydzielone w obrębie kompleksów stratygraficznych),
- kryterium litologiczne (warstwy litologiczne - grunty i skały tego samego rodzaju wydzielone w obrębie serii genetycznych),
- kryterium geologiczno-inżynierskie (warstwy geologiczno-inżynierskie - grunty i skały o podobnych właściwościach (cechach) fizyczno-mechanicznych wydzielane w obrębie warstw litologicznych),
- kryterium związane z zagrożeniami geologicznymi (strefa zagrożeń - miejsca występowania lub miejsca predysponowane do występowania zagrożeń geologicznych),
- kryterium geotechniczne (warstwy geotechniczne - grunty i skały o zbliżonej charakterystyce wytrzymałościowej, podobnych parametrach mechanicznych i fizycznych oraz określonych wartościach charakterystycznych parametrów geotechnicznych zgodnie z PN-EN 1997).

W tabeli (Tabela 17) podano wymagania dotyczące stosowania w/w kryteriów w zależności od dokumentu zawierającego wyniki badań i modelu podłoża budowlanego.

Tabela 17 Wymagania dotyczące stosowania kryteriów wydzielenia warstw gruntów i skał

Rodzaj dokumentu	DH/dDH	SGI	DGI/dDGI	OG	DBP	PG	RBK
Kryteria wydzielenia warstw gruntów i skał							
Stratygraficzne	Z	W	W	NW	Z	Z	Z
Genetyczne	Z	W	W	NW	Z	Z	Z
Litologiczne	Z	W	W	NW	Z	Z	Z
Związane z zagrożeniami geologicznymi	W	W	W	NW	Z	Z	Z
Geologiczno-inżynierskie	NW	Z	W	NW	Z	Z	Z
Geotechniczne	NW	NW	NW	W	W	W	Z
Typ modelu podłoża budowlanego	Zgodnie z tabelą (Tabela 15)						
W – wymagane; NW – niewymagane; Z - zalecane							

Z uwagi na przyjęte kryterium wydzielone warstwy gruntów i skał posiadają różny stopień szczegółowości i przydatności do celów inżynierskich. W przypadku zastosowania kryterium stratygraficznego wydzielone warstwy gruntów i skał charakteryzują się największym zróżnicowaniem profilu geologicznego. W przypadku zastosowania kryterium geologiczno-inżynierskiego warstwy cechuje małe zróżnicowanie profilu geologicznego. W SGI, DGI, dDGI oraz DBP należy określić na podstawie jakiego kryterium/kryteriów wydzielono warstwy.

W celu prawidłowego wydzielenia warstw gruntów i skał należy:

- zapoznać się i przeanalizować materiały archiwalne dotyczące budowy geologicznej na tle uwarunkowań regionalnych (rozdział 3),
- wziąć pod uwagę doświadczenie porównywalne, czyli dane archiwalne dotyczące tych samych rodzajów gruntów i skał, o podobnym spodziewanym zachowaniu dla podobnych konstrukcji (PN-EN 1997-1),
- wykonać badania laboratoryjne i terenowe zgodnie z projektem robót geologicznych/programem badań geotechnicznych (rozdział 4),
- zestawić, opisać i ocenić uzyskane wyniki badań w odniesieniu do ich zmienności, statystyk opisowych, doświadczenia porównywalnego oraz uwarunkowań regionalnych

(rozdział 5, 6, 7),

- opracować model podłoża budowlanego przedstawiający wydzielone warstwy gruntów i skał (rozdział 8.1) w odpowiedniej formie (rozdział 8.5).

Wydzielone warstwy gruntów i skał muszą posiadać ustalone granice, rozprzestrzenienie i charakterystykę.

Granice wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych ustala się na podstawie:

- warunków geomorfologicznych (Tabela 93),
- ogólnej wiedzy geologicznej, w tym o regionie badań (rozdział Załącznik 17. 3. 1),
- doświadczenia porównywalnego,
- oznaczeń makroskopowych gruntów i skał (rozdział 5.5),
- wyników badań terenowych (w tym geofizycznych) i laboratoryjnych (rozdział 5, 6).

Charakterystyka wydzielonych warstw powinna zawierać:

- opis stratygrafii,
- opis genezy,
- rodzaj gruntów i skał,
- opis właściwości fizyczno-mechanicznych, zestawienie wyników badań polowych i laboratoryjnych oraz wartości parametrów geotechnicznych,
- podanie wartości wszystkich wyznaczonych parametrów dla każdej warstwy gruntów i skał,
- wskazanie, czy warstwa może stwarzać szczególne zagrożenie dla obiektu budowlanego.

Warstwy geologiczno-inżynierskie wydziela się na potrzeby opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz studium geologiczno-inżynierskiego, zaś warstwy geotechniczne w dokumentacji badań podłoża budowlanego.

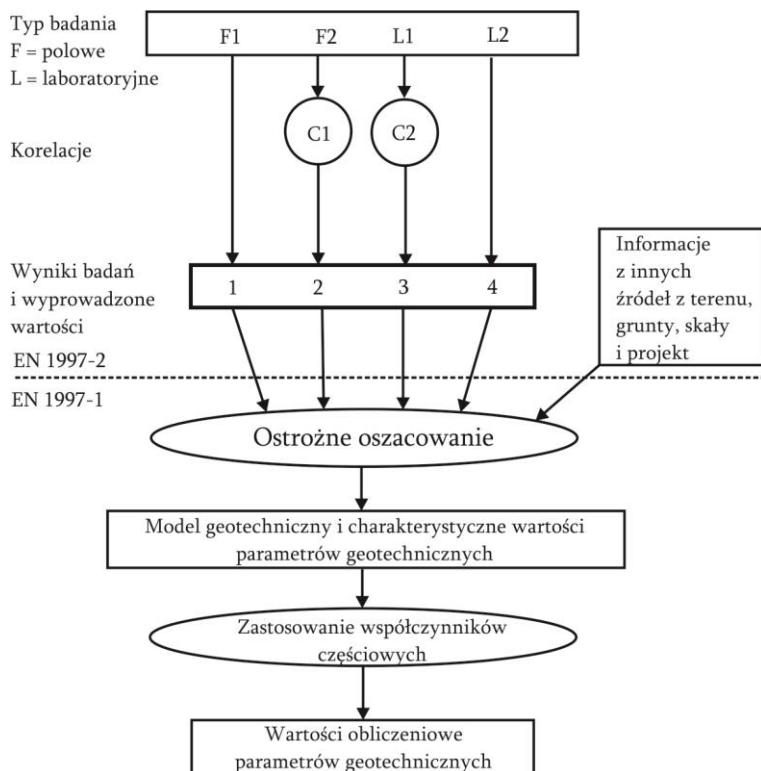
Załącznik 15 podaje szczegółowe wymagania dotyczące wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych.

8.3 Właściwości fizyczno-mechaniczne wydzielonych warstw gruntów i skał. Wartości parametrów geotechnicznych

Opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał obejmuje charakterystykę cech chemicznych, fizycznych i mechanicznych wydzielonych w podłożu budowlanym warstw gruntów i skał, który przedstawia się za pomocą tekstu, tabel, wykresów, blokdiagramów, itp. Cechy gruntów i skał umieszcza się w kartach otworów wiertniczych, kartach sondowań, na przekrojach (2D) lub modelach 3D (Załącznik 18. 3).

Opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał jest podstawą do ustalenia (Rysunek 15):

- wyników badań,
- wartości mierzonych,
- wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych,
- wartości charakterystycznych parametrów geotechnicznych,
- wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych.

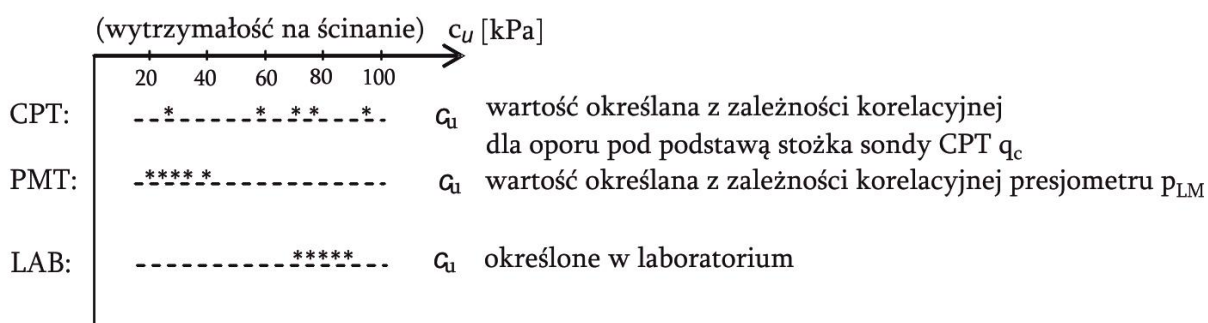


Rysunek 15 Rodzaje wartości parametrów geotechnicznych wg normy PN-EN 1997-2

Wyniki badań to wykresy krzywych doświadczalnych albo wartości parametrów geotechnicznych. Szczegółowe zestawienie wyników badań znajduje się w załączniku „A” do PN-EN 1997-2. Należy dokładnie zapoznać się z załącznikiem z uwagi na fakt, że w praktyce dokumentowania badań podłoża budowlanego, bardzo często mylone są wyniki badań i wartości wyprowadzone parametrów.

Wartości mierzone to wartości, które są ustalane podczas badania.

Wartości wyprowadzone parametrów geotechnicznych to wartości uzyskane z wyników badań, na podstawie teorii, korelacji lub doświadczenia. Podając wartości wyprowadzone należy określić zakres ich wartości ustalony na podstawie badań laboratoryjnych i polowych (Rysunek 16).



Rysunek 16 Wartości wyprowadzone parametru geotechnicznego (PN-EN 1997-2, Wysokiński L. i in., 2011)

Zbiory wyników badań i wartości wyprowadzonych o odpowiedniej liczebności należy poddawać obróbce statystycznej, a efekty tej obróbki przedstawiać w formie np.: histogramów, tabelarycznych zestawień, statystyk opisowych i innych.

Wymaga się, aby w dokumencie zawierającym wyniki badań podłoża budowlanego (rozdział 8.5) dla każdej warstwy geologiczno-inżynierskiej i geotechnicznej zestawień (Rysunek 16):

- wyniki badań i wartości wyprowadzone w podziale na parametr geotechniczny i metodę badań,
- wyniki badań i wartości wyprowadzone w podziale na parametr geotechniczny bez względu na metodę badań

oraz w każdym przypadku podać: liczebność, wartości minimalne, maksymalne, średnie, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności.

Wszystkie wyniki badań i wartości wyprowadzone dla wydzielonych warstw gruntów i skał przedstawia się w formie tekstu, tabel, wykresów, blokdiagramów, itp. i umieszcza w kartach otworów wiertniczych, kartach sondowań, na przekrojach (2D) lub modelach 3D (Załącznik 18.3).

Do oceny wyników badań i wartości parametrów geotechnicznych wykorzystuje się doświadczenie porównywalne, czyli udokumentowane dane archiwalne dotyczące tych samych rodzajów gruntów i skał, o podobnym spodziewanym zachowaniu dla podobnych konstrukcji (PN-EN 1997-1).

Opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał, wszystkie wyniki badań i wartości parametrów geotechnicznych umieszcza się w dokumentach zawierającego wyniki badań podłoża budowlanego (rozdział 8.5) zgodnie z zasadami podanymi w tabeli (Tabela 18).

Tabela 18 Wymagania w zakresie opisu ilościowego warstw gruntów i skał

Rodzaj dokumentu	DH/dDH	SGI	DGI/dDGI	OG	DBP	PG	RBK
Opis ilościowy warstw gruntów i skał							
Opis właściwości (cech) fizyczno-mechanicznych gruntów i skał	NW	W	W	NW	W	NW	NW
Wyniki badań	NW	NW	W	NW	W	NW	W
Wartości mierzone	NW	NW	W	NW	W	NW	W
Wartości wyprowadzone parametrów geotechnicznych	NW	NW	W	NW	W	NW	W
Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych	NW	NW	NW	NW	W	W	W
Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych	NW	NW	NW	NW	NW	W	W
Typ modelu podłoża budowlanego	Zgodnie z tabelą (Tabela 15)						
W – wymagane; NW – niewymagane;							

Informacje dotyczące cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał podaje:

- Załącznik 1. 8 Terminologia dotycząca właściwości fizyczno-mechanicznych oraz parametrów geotechnicznych gruntów i skał,
- Załącznik 8. 1 Możliwości wyznaczania cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał za pomocą badań geofizycznych,
- Załącznik 9. 2 Ustalanie kategorii pobierania prób gruntów i skał oraz klasy jakości prób gruntów,
- Załącznik 11. 2 Wykaz wybranych cech fizyczno-mechanicznych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych gruntów i skał możliwych do wyznaczenia na podstawie sondowań oraz polowych badań nośności i zagęszczenia,
- Załącznik 13 Badania laboratoryjne,
- Załącznik 16 Wykaz cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał.

Wyniki badań i wartości wyprowadzone stanowią podstawę ustalenia wartości charakterystycznych wykorzystywanych do projektowania konstrukcji.

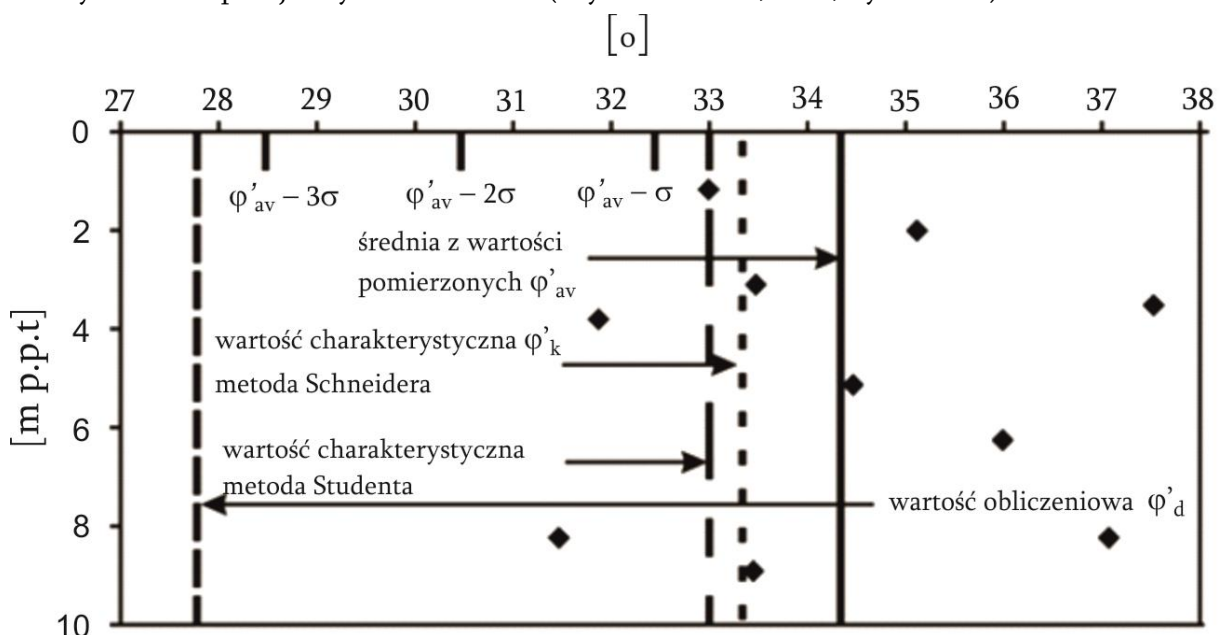
Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych X_k to ostrożne oszacowanie wartości decydującej o wystąpieniu stanu granicznego (PN-EN 1997-1). Wartości charakterystyczne podaje

się na podstawie wyników badań oraz wartości wyprowadzonych z badań laboratoryjnych i terenowych, uzupełnionych doświadczeniem. Stanowią podstawę do ustalenia obliczeniowych wartości parametrów geotechnicznych. W DBP podaje się wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych określone na podstawie wyników badań, parametrów wyprowadzonych oraz ich zmienności, obliczeń statystycznych, a także doświadczenia porównywalnego.

Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych X_d ustala się bezpośrednio lub wyprowadza z wartości charakterystycznych za pomocą wzoru, gdzie: γ_M to współczynnik częściowy (PN-EN 1997-1):

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M}$$

Wartości charakterystyczne i obliczeniowe umieszcza się w projekcie geotechnicznym. Szczegółowe informacje dotyczące wartości charakterystycznych i obliczeniowych oraz sposobu ich wyznaczania podaje Wysokiński L. i in. (Wysokiński i in., 2011, Rysunek 17).



Rysunek 17 Idea wyznaczania wartości charakterystycznych (Orr T. L. L, Farrell E. R., 1999 za Wysokiński L. i in., 2011)

8.4 Warunki budowlane w podłożu

W podłożu budowlanym należy scharakteryzować, ocenić i przeprowadzić prognozę zmian następujących warunków budowlanych:

- warunków hydrogeologicznych,
- warunków geologiczno-inżynierskich,
- warunków geotechnicznych.

W zależności od rodzaju dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża budowlanego, umieszcza się w nim informację o warunkach budowlanych występujących w podłożu budowlanym zgodnie z tabelą (Tabela 19).

Tabela 19 Wymagania w zakresie warunków budowlanych występujących w podłożu budowlanym

Rodzaj dokumentu	DH/dDH	SGI	DGI/dDGI	OG	DBP	PG	RBK
Warunki budowlane							
Charakterystyka warunków hydrogeologicznych	W	W	W	NW	Z	NW	NW
Ocena warunków hydrogeologicznych	W	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Prognoza zmian warunków hydrogeologicznych	W	NW	NW	NW	NW	NW	NW
Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	NW	W	W	NW	NW	NW	NW
Ocena warunków geologiczno-inżynierskich	NW	Z	W	NW	NW	NW	NW
Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich	NW	Z	W	NW	NW	NW	NW
Charakterystyka warunków geotechnicznych	NW	NW	NW	Z	W	Z	W
Ocena warunków geotechnicznych	NW	NW	NW	Z	W	Z	W
Prognoza zmian warunków geotechnicznych	NW	NW	NW	Z	W	Z	W
Typ modelu podłoża budowlanego	Zgodnie z tabelą (Tabela 15)						
W – wymagane; NW – niewymagane; Z - zalecane							

8.4.1 Warunki hydrogeologiczne

Analiza, ocena i prognoza zmian warunków hydrogeologicznych w ramach dokumentacji hydrogeologicznej polega na:

- charakterystyce warunków hydrogeologicznych, w tym głównych użytkowych poziomów wodonośnych, pierwszego poziomu wodonośnego, wahań położenia zwierciadła wód podziemnych itp.,
- charakterystyce litologicznej warstw wodonośnych i ich nakładów wraz z oceną ich parametrów filtracyjnych,
- charakterystyce właściwości fizykochemicznych wód podziemnych,
- analizie naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia,
- ocenie stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem,
- prognozie wpływu projektowanej inwestycji na środowisko wodne w zakresie zmian właściwości fizykochemicznych i zmian stanów wód oraz wpływu na ujęcia wód podziemnych.

Analizę naturalnej podatności wód na zanieczyszczenia należy wykonać zgodnie z metodyką określoną w opracowaniu „Podręcznik dobrych praktyk wykonywania opracowań środowiskowych dla dróg krajowych” (rozdział 3.5.1 w załączniku 5 Podręcznika).

Ocenę stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem należy wykonać zgodnie z metodyką określoną w opracowaniu „Podręcznik dobrych praktyk wykonywania opracowań środowiskowych dla dróg krajowych” (rozdział 3.5.2 w załączniku 5 Podręcznika).

Warunki hydrogeologiczne należy charakteryzować w formie zestawienia tabelarycznego w DH lub dDH w podziale na odcinki, a ocenę stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem oznaczyć odpowiednio na przekroju hydrogeologicznym.

8.4.2 Warunki geologiczno-inżynierskie

Określenie warunków geologiczno-inżynierskich polega na identyfikacji i analizie cech budowy geologicznej, które mogą wpłynąć bezpośrednio lub pośrednio na bezpieczeństwo obiektu budowlanego na wszystkich etapach jego realizacji. Do tych cech należą:

- warunki geomorfologiczne,
- warunki hydrogeologiczne,
- warunki geologiczne,
- zagrożenia geologiczne (naturalne lub wzbudzone przez działalność człowieka).

Ustalenie i ocena warunków geologiczno-inżynierskich powinny obejmować zarówno stan istniejący jak i prognozę zmian, nie tylko w obrębie obiektu, lecz także w ustalonej strefie

możliwego wpływu (strefa zagrożeń).

Ustalenie, ocena oraz prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich wymagana jest dla etapów: STEŚ i STEŚ-R Etap I, STEŚ-R Etap II i KP. Na każdym kolejnym etapie wymagana jest ich weryfikacja i aktualizacja w przypadku stwierdzenia odmiennych warunków geologiczno-inżynierskich. Przeprowadzenie oceny warunków geologiczno-inżynierskich na dalszych etapach jest również wymagane w przypadku, gdy nie zostało przeprowadzone na etapach STEŚ i STEŚ-R Etap I, STEŚ-R Etap II i KP.

Załącznik 17 podaje szczegółowe wymagania dotyczące ustalania, oceny i prognozy warunków geologiczno-inżynierskich oraz oceny ryzyka geologicznego.

8.4.3 Warunki geotechniczne

Określenie, ocena i prognoza zmian warunków geotechnicznych polega na ustaleniu cech podłoża budowlanego istotnych z punktu widzenia projektowania, realizacji oraz eksploatacji inwestycji drogowej w szczególności w zakresie technologii i organizacji robót ziemnych oraz robót fundamentowych i wzmocnienia podłoża. Warunki geotechniczne należy scharakteryzować poprzez określenie:

- stopnia skomplikowania warunków gruntowych (warunków geotechnicznych) zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych,
- warunków wodnych oraz grup nośności podłoża budowlanego (G1-G4), zgodnie z wymaganiami „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych” (Zarządzenie GDDKiA nr 30 z dnia 16.06.2014),
- przydatności gruntów na potrzeby budownictwa drogowego, w tym w szczególności ich cech fizycznych, nośności, odkształcalności, wysadzinowości, przepuszczalności, zagęszczalności, przydatności do stabilizacji i itp. zgodnie z wymaganiami rozdziału 4,
- wartości charakterystycznych parametrów geotechnicznych warstw w podłożu budowlanym zgodnie z wymaganiami rozdziału 8.3,
- przydatności gruntów z wykopów do wykonania budowli ziemnych zgodnie z wymaganiami normy PN-S-02205.

Ustalenie, ocena i prognoza zmian warunków geotechnicznych wymagana jest dla etapu PB. Na każdym kolejnym etapie wymagana jest ich weryfikacja i aktualizacja w przypadku stwierdzenia odmiennych warunków geotechnicznych.

Warunki geotechniczne należy opisać, ocenić i przedstawić prognozę ich zmian w DBP w formie zestawienia tabelarycznego osobno dla drogi w podziale na odcinki i osobno dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego.

8.5 Wymagania dotyczące dokumentów podstawowych przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego

Wyniki badań podłoża budowlanego przedstawia się w następujących dokumentach podstawowych:

- Dokumentacja hydrogeologiczna (DH),
- Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH),
- Studium geologiczno-inżynierskie (SGI),
- Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI),
- Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI),
- Dokumentacja badań podłoża (DBP (GIR)).

DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP zawierają syntetyczny opis wyników badań podłoża budowlanego, a ich opracowanie zależy od etapu inwestycji.

DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP sporządza się w podziale na część tekstową i graficzną. Forma i zawartość części tekstowej i graficznej DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP powinna być dopasowana do przepisów prawa, następnie do zaleceń norm, wytycznych branżowych oraz doświadczenia dokumentatora, a także wymagań szczegółowych wynikających np. z OPZ. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP opracowuje się na podstawie wytycznych załącznika (Załącznik 18). Każdy element dokumentu powinien być ponumerowany, opatrzony datą wykonania i autoryzowany przez dokumentatora/zespół dokumentatorów.

Zawartość SGI regulują niniejsze wytyczne, zawartość DH, dDH, DGI, dDGI ustala ustawa prawo geologiczne i górnicze oraz rozporządzenie Ministra Środowiska, zaś zawartość DBP podaje norma PN-EN 1997-2 (rozdział 6 normy) i rozporządzenie w sprawie geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych.

Zawartość poszczególnych dokumentów: DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP powinna być zgodna z listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 18. 4).

Załącznik 18 podaje szczegółowe wymagania dotyczące przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego w formie tekstowej i graficznej.

8.5.1 Dokumentacja hydrogeologiczna (DH)

Dokumentację hydrogeologiczną sporządza się w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie. Dokumentacja powinna obejmować wszystkie rozpatrywane warianty i dostarczyć dane niezbędne do opracowania raportu oddziaływania na środowisko. Powinna być opracowana zgodnie z wymaganiami określonymi w:

- ustawie z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (tekst jedn.: Dz.U. 2017 poz. 2126 z późn. zm.),
- rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 r. poz. 2033).

Poza wskazanymi powyżej wymaganiami formalnymi dokumentacja powinna zawierać:

- wyniki kartowania hydrogeologicznego;
- analizę naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia,
- ocenę stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem,
- dane dotyczące wahań zwierciadła wód podziemnych w czasie w odniesieniu do pikietażu drogi określone na podstawie obserwacji poczynionych w otworach wiertniczych podczas wykonywania prac polowych, w piezometrach po zakończeniu prac polowych, uzupełnione danymi archiwalnymi oraz danymi z monitoringu, np. prowadzonego przez państwową służbę geologiczną,
- ocenę zanieczyszczenia powierzchni ziemi uwzględniającą wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi, zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.8.
- zestawienie procedur poboru, transportu i przechowywania próbek wody,
- informację na temat wykorzystanego sprzętu oraz metod użytych do badań polowych i laboratoryjnych.

Zawartość DH powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 18. 4. 1).

DH podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

DH podlega aktualizacji i uzupełnieniu na kolejnych etapach prac projektowych - w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DH, zgodnie z obowiązującymi przepisami sporządza się dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH - rozdział 8.6.6).

DH stanowi podstawę do szczegółowego ustalenia warunków hydrogeologicznych dla wszystkich wariantów lokalizacji inwestycji oraz w zakresie wpływu inwestycji na wody podziemne.

W przypadku inwestycji obejmujących wykonanie obiektów budowlanych mogących wpływać na warunki przepływu wód podziemnych (tunele, przesłony przeciw filtracyjne, ściany szczelne, etc.) zalecane jest przeprowadzenie obliczeń modelowych określających wpływ realizacji tych obiektów na warunki wodne.

8.5.2 Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH)

Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH) to dokument wykonywany na etapie STEŚ-R Etap II lub KP lub na innym etapie w zależności od potrzeb, który sporządza się w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DH na etapie STEŚ lub STEŚ-R Etap I. dDH ma charakter opracowania syntetycznego w zakresie badań uzupełniających w stosunku do DH.

dDH poprzedzony jest wykonaniem dodatku do projektu robót geologicznych - dPRG (rozdział 4.3.2) o ile jest wymagany.

dDH poza elementami wymaganymi w przypadku DH (rozdział 8.5.1) obejmuje opis przyczyn wykonania dodatku, zakres i wyniki wykonanych prac geologicznych i robót geologicznych oraz opis zmian w stosunku do danych przedstawionych w zatwierdzonej DH.

Zawartość DH powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 18. 4. 1).

dDH przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dDH zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

dDH podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

dDH należy opracować, w przypadkach gdy został opracowany dodatek do projektu robót geologicznych.

8.5.3 Studium geologiczno-inżynierskie (SGI)

Studium geologiczno-inżynierskie (SGI) stanowi opracowanie studialne wykonywane na etapie STEŚ, STEŚ-R Etap I, którego głównym celem jest dostarczenie podstawowych i zgeneralizowanych informacji na temat podłoża budowlanego drogi i inżynierskich obiektów drogowych.

SGI nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji geologicznej. SGI nie podlega aktualizacji na kolejnych etapach prac projektowych.

SGI wykonuje się w oparciu o zebrane materiały archiwalne (rozdział 3) oraz dane uzyskane w wyniku wizji terenowej, kartowania geologiczno-inżynierskiego uzupełnione badaniami polowymi, w szczególności wierceniami i badaniami geofizycznymi (rozdział 4, 5, 6, 7 i odpowiednie załączniki).

SGI zawiera wstępne rozpoznanie i ocenę warunków geologiczno-inżynierskich zwłaszcza w zakresie występowania zagrożeń geologicznych, które mogą znacząco wpływać na realizację

inwestycji oraz charakterystykę konceptualnego modelu geologicznego.

Zawartość SGI powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 18. 4. 2).

SGI przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych SGI opracowuje się na podstawie załącznika (Załącznik 18). Zawartość SGI powinna być zgodna z listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 18. 4. 2).

SGI stanowi podstawę do ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich dla każdego wariantu lokalizacji inwestycji oraz wskazania najkorzystniejszego z przeanalizowanych.

8.5.4 Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI)

Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI) to dokument wykonywany na etapie KP, STEŚ-R Etap II, który ma charakter syntezy obejmującej wszystkie wykonane, zinterpretowane, i ocenione wyniki badań oraz zebrane i przeanalizowane informacje o obszarze badań.

DGI opracowuje się dla wszystkich dróg ekspresowych i autostrad z uwagi na zaliczenie ich do trzeciej kategorii geotechnicznej, jako obiekty budowlane zaliczone do inwestycji mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko.

DGI sporządza się w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych.

DGI poprzedzona jest wykonaniem projektu robót geologicznych (rozdział 4.3.1).

DGI wykonuje się w oparciu o wyniki prac kartograficznych, wierceń, pomiarów geodezyjnych, badań geofizycznych, sondowań, badań laboratoryjnych, pomiarów hydrogeologicznych oraz badań środowiskowych w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń (rozdział 4, 5, 6, 7 i odpowiednie załączniki).

DGI szczegółowo określa budowę geologiczną, warunki geologiczno-inżynierskie podłoża budowlanego oraz przydatność badanego obszaru do realizacji zamierzonej inwestycji (Ustawa prawo geologiczne i górnicze).

DGI powinna być opracowana zgodnie z wymaganiami określonymi w:

- ustawie z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (tekst jedn.: Dz.U. 2017 poz. 2126 z późn. zm.),
- rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 r. poz. 2033).

Zawartość DGI powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 18. 4. 3).

DGI przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości DGI zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych opracowuje się na podstawie załącznika (Załącznik 18). Zawartość DGI powinna być zgodna z obowiązującymi przepisami i listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 18. 4. 3).

DGI podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

DGI podlega aktualizacji i uzupełnieniu na kolejnych etapach prac projektowych - w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DGI, zgodnie z obowiązującymi przepisami sporządza się Dodatek do Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI - rozdział 8.5.5).

DGI stanowi podstawę do szczegółowego ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich dla

wybranego, najkorzystniejszego wariantu lokalizacji inwestycji oraz usytuowania obiektów budowlanych.

8.5.5 Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)

Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI) to dokument wykonywany na etapie PB lub na innym etapie w zależności od potrzeb, który sporządza się w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DGI na etapie KP, STEŚ-R Etap II. dDGI ma charakter opracowania syntetycznego w zakresie badań uzupełniających w stosunku do DGI.

dDGI sporządza się w celu uzupełnienia opisu warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych.

dDGI poprzedzony jest wykonaniem dodatku do projektu robót geologicznych - dPRG o ile jest wymagany (rozdział 4.3.2).

dDGI wykonuje się w oparciu o wyniki uzupełniających prac terenowych i laboratoryjnych (rozdział 4, 5, 6, 7 i odpowiednie załączniki).

dDGI poza elementami wymaganymi w przypadku DGI (rozdział 8.5.4) obligatoryjnie zawiera opis przyczyn wykonania dodatku, zakres i wyniki wykonanych prac geologicznych i robót geologicznych oraz opis zmian w stosunku do danych przedstawionych w zatwierdzonej DGI.

Zawartość DGI powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 18. 4. 3).

dDGI przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dDGI zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych opracowuje się na podstawie załącznika (Załącznik 18). Zawartość dDGI powinna być zgodna z obowiązującymi przepisami i listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 18. 4. 3).

dDGI podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

dDGI należy opracować, w przypadku, gdy został opracowany dodatek do projektu robót geologicznych.

8.5.6 Dokumentacja badań podłoża (DBP, GIR)

Dokumentacja badań podłoża (DBP, GIR - ground investigation report wg PN-EN 1997-2) to forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, którą wykonuje się na etapie (PB) oraz w razie potrzeb aktualizuje na etapie budowy (B) i/lub eksploatacji (E).

DBP (GIR) opracowuje się dla wszystkich dróg ekspresowych i autostrad z uwagi na zaliczenie ich do trzeciej kategorii geotechnicznej, jako obiekty budowlane zaliczone do inwestycji mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko.

DBP (GIR) sporządza się w celu określenia warunków geotechnicznych oraz opracowania projektu geotechnicznego.

DBP (GIR) poprzedzona jest wykonaniem programu badań geotechnicznych - PBG (PN-EN 1997-2 pkt. 2) - rozdział 4.3.3.

Do sporządzenia DBP (GIR) wykorzystuje się wyniki wcześniej wykonanych badań z SGI, DGI, dDGI, DH i dDH oraz sprawozdania z poszczególnych badań polowych i laboratoryjnych wykonane na podstawie PBG (rozdział 4, 5, 6, 7 i odpowiednie załączniki).

DBP (GIR) która zgodnie z Polskimi Normami PN-EN 1997-1, PN-EN 1997-2, zawiera opis metodyki polowych i laboratoryjnych badań gruntów i skał, ich wyniki i interpretację, model

geologiczny oraz zestawienie wyprowadzonych wartości danych geotechnicznych dla każdej warstwy (Dz. U. 2012 poz. 463).

DBP (GIR) powinna być opracowana zgodnie z wymaganiami określonymi w:

- rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 r. poz. 463);
- normie PN-EN 1997-2 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

Zawartość DBP (GIR) powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 18. 4. 4).

DBP (GIR) przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości DBP (GIR) określa rozporządzenie w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463) oraz norma PN-EN 1997-2 pkt. 6. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych opracowuje się na podstawie załącznika (Załącznik 18). Zawartość DBP (GIR) powinna być zgodna z obowiązującymi przepisami i listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 18. 4. 4).

DBP (GIR) nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji. Podlega archiwizacji przez inwestora.

Opracowaną DBP (GIR) przez dokumentatora geotechnicznego akceptuje projektant posiadający odpowiednie uprawnienia budowlane przed przekazaniem inwestorowi.

DBP (GIR) podlega aktualizacji i uzupełnieniu na etapach realizacji i eksploatacji inwestycji drogowej.

8.6 Wymagania dotyczące dokumentów uzupełniających przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego

Wytyczne zawierają wymagania dla następujących dokumentów uzupełniających:

- Program badań geofizycznych (PBGf) (Załącznik 8. 7),
- Dokumentacja badań geofizycznych (DBG) (Załącznik 8. 7),
- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań geodezyjnych (SPG) (Załącznik 6. 7),

Zawartość pozostałych dokumentów uzupełniających zależy od ustaleń między wykonawcą badań podłoża budowlanego i dokumentatorem.

8.7 Dokumentacja badań w formie dokumentu elektronicznego

Opracowania związane z wykonywaniem badań podłoża budowlanego (Tabela 5, rozdział 4.3 i 8.5) przedstawia się w formie dokumentu elektronicznego, który stanowi zbiór danych uporządkowanych w określonej strukturze wewnętrznej i zapisany na informatycznym nośniku danych, zabezpieczonej przed ingerencją w jej treść (ustawa o informatyzacji). Dokument elektroniczny sporządza się w zestandaryzowanych formatach danych w celu łatwej wymiany i korzystania z danych (rozdział 9) oraz dołącza do dokumentu analogowego.

Załącznik 18. 5 podaje szczegółowe wymagania dotyczące dokumentacji badań w formie dokumentu elektronicznego.

9 Wytyczne gromadzenia, przetwarzania, aktualizowania i archiwizowania danych o podłożu budowlanym

Dane o podłożu budowlanym gromadzone w postaci analogowej i cyfrowej są podstawą oceny wyników badań. Zakres danych uzyskiwanych z badań podłoża budowlanego, na wszystkich etapach procesu inwestycyjnego jest bardzo szeroki, dlatego niezwykle ważną rzeczą jest odpowiedni wybór i przygotowanie danych o podłożu budowlanym w celu ich gromadzenia, przetwarzania, archiwizowania i wykorzystywania na kolejnych etapach w celu optymalizacji kosztów badań podłoża budowlanego.

Dane analogowe przechowywane i gromadzone w postaci papierowej lub zeskanowanych dokumentacji (format quasi-cyfrowy) nie mogą być bezpośrednio przetwarzane w dokumentowaniu podłoża budowlanego. Odpowiednio pozyskane, uporządkowane i zweryfikowane dane, posiadające informacje o odwzorowaniu kartograficznym mogą być wykorzystane do przetwarzania za pomocą specjalistycznego oprogramowania oraz baz danych. Dane o podłożu budowlanym archiwizowane w systemach katalogowych lub bazach danych stanowią podstawę do tworzenia łatwo dostępnych banków informacji o podłożu budowlanym wykorzystywanych podczas całego procesu inwestycyjnego.

Gromadzenie, przetwarzanie, aktualizowanie i archiwizowanie danych o podłożu budowlanym dotyczy dokumentowania hydrogeologicznego, geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego.

9.1 Zalecenia do prowadzenia dokumentacji projektowej w technologii GIS i BIM

Podstawą utworzenia bazy danych przy wykorzystaniu systemów informacji przestrzennej (GIS) lub dowolnych systemów bazodanowych jest odpowiednie przygotowanie i standaryzacja danych wejściowych pozyskiwanych na wszystkich etapach realizacji inwestycji drogowych.

Dane przestrzenne dotyczące badań podłoża budowlanego zapisywane w ogólnodostępnych (otwartych) formatach powinny być w pełni edytowalne oraz posiadać przypisane odwzorowanie kartograficzne.

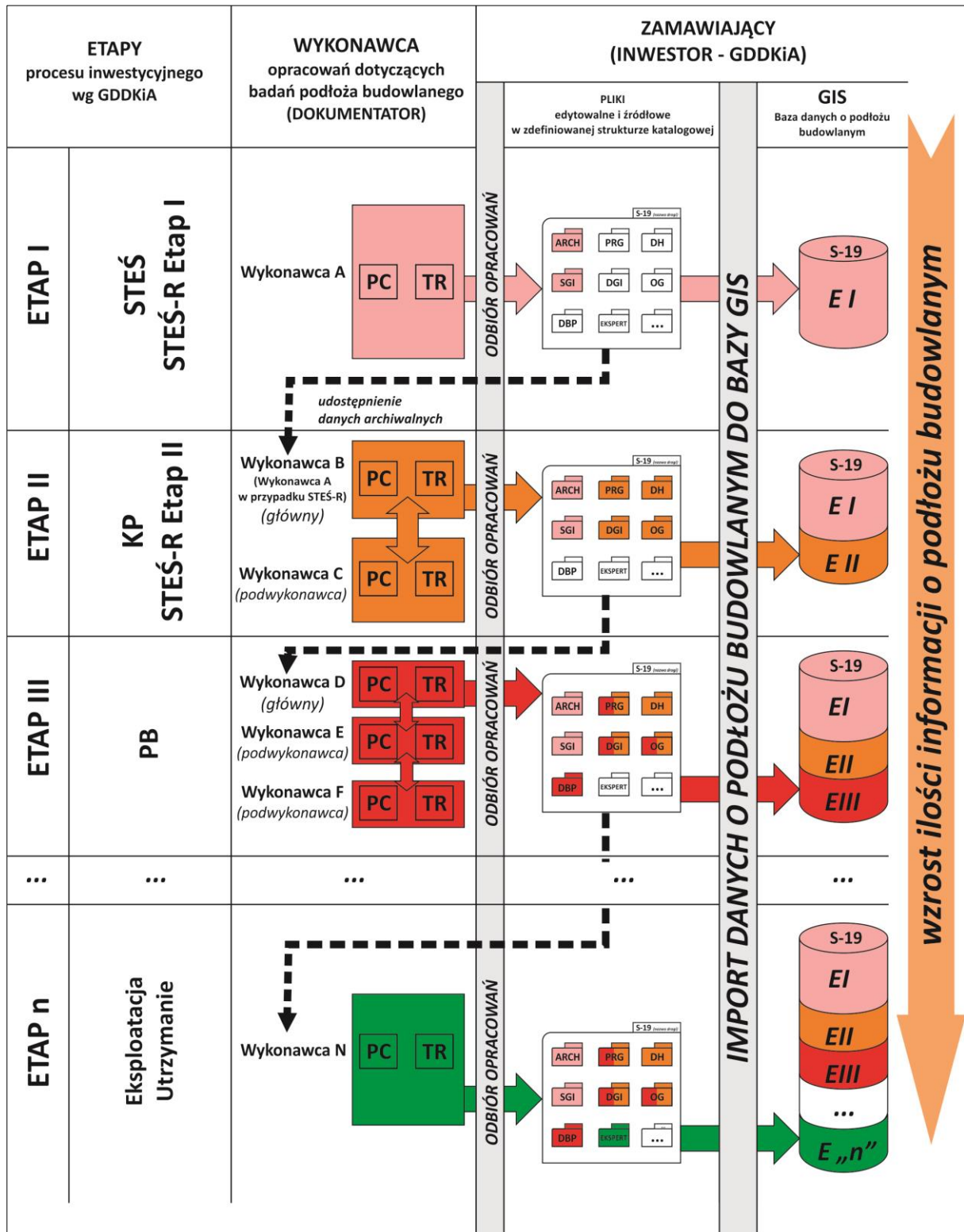
Dane dotyczące badań podłoża budowlanego (występujące w postaci plików) muszą być zestawione i umieszczone w zestandaryzowanych strukturach katalogowych wraz z przypisanymi schematami ich nazw, formatów i struktur wewnętrznych. Elementem uzupełniającym zbiory danych przestrzennych są słowniki branżowe porządkujące symbolikę i terminologię pojęć stosowanych w opracowaniach projektowych (Załącznik 19).

Zgodnie z definicją przytoczoną w załączniku (Załącznik 1. 14) BIM (Building Information Modelling) jest to proces obejmujący tworzenie i zarządzanie cyfrowym odwzorowaniem fizycznych i funkcjonalnych cech obiektu budowlanego oparty o zestaw plików w standardowych formatach wymiany danych o zdefiniowanej zawartości - w tym o zdefiniowanej strukturze katalogów i szczegółowo określonych nazwach plików. Dzięki jednolitemu nazewnictwu mogą one być pobierane i efektywnie współdzielone przez uczestników procesu budowlanego w celu usprawnienia procesu decyzyjnego i projektowego inwestycji.

Wytyczne dotyczą nazewnictwa plików i katalogów, sporządzania tabel referencyjnych oraz założeń obiegu dokumentacji cyfrowej między wykonawcami opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego (dokumentator/dokumentatorzy) a zamawiającym (inwestorem – GDDKiA). Zwraca się uwagę, że poprawnie przygotowana dokumentacja cyfrowa składająca się z odpowiednio nazwanych plików cyfrowych (w dalszej części wytycznych oznaczane skrótem **PC**) zapisanych w standardowych formatach danych oraz tabele referencyjne wykonanych badań podłoża budowlanego (w dalszej części wytycznych oznaczane skrótem **TR**) są niezbędnym

warunkiem umożliwiającym import danych do baz GIS oraz zastosowanie narzędzi BIM w drogowym procesie inwestycyjnym.

Na rysunku (Rysunek 18) przedstawiono schemat obiegu danych o podłożu budowlanym w relacji dokumentatora/wykonawcy badań podłoża budowlanego z inwestorem w trakcie całego wieloetapowego procesu realizacji przykładowej inwestycji drogowej.



Rysunek 18 Schemat obiegu danych o podłożu budowlanym w relacji wykonawców opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego z inwestorem. PC – opracowania w formie plików cyfrowych (dokumentu elektronicznego), TR – tabele referencyjne

Cały schemat ilustruje jeden wybrany proces inwestycyjny. Przykładowo założono, że jest nim realizacja drogi krajowej S-19. W trakcie realizacji pierwszego etapu inwestycji STEŚ (Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe) został wyłoniony w drodze procedury zamówień publicznych projektant wraz z wykonawcą opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego (wykonawca A). Wykonawca ten ma przygotować opracowanie konieczne do wykonania studium geologiczno-inżynierskiego (SGI), zgodnie z wymaganiami specyfikacji, którą dostarcza mu inwestor.

Wykonawca wykonując przedmiotowe opracowanie przygotowuje je w postaci dokumentacji cyfrowej - plików cyfrowych (PC) oraz tabel referencyjnych (TR). Oznacza to, że tekst dokumentacji, wszystkie załączniki graficzne i tabelaryczne, karty otworów, wyniki badań geofizycznych itd. są zapisywane przez niego pod odpowiednimi, zdefiniowanymi nazwami (zgodnie z wytycznymi załącznika Załącznik 19) oraz w odpowiednich folderach (zgodnie ze schematami z rysunków (Rysunek 19, Rysunek 20)). Tak przygotowane opracowanie SGI jest składane po zakończeniu prac do odbioru przez inwestora. Przedstawiciel inwestora prowadzący odbiór, oprócz sprawdzenia merytorycznej zawartości opracowania, dokonuje sprawdzenia, czy pliki i foldery oraz tabele referencyjne są odpowiednio przygotowane, oraz czy formaty plików są poprawne.

Po dokonaniu procedury odbioru opracowania inwestor dokonuje umieszczenia plików cyfrowych w swojej strukturze katalogowej dla danej inwestycji, w odpowiednim dla odbieranego opracowania katalogu (w tym przypadku będzie to katalog SGI /studium geologiczno-inżynierskie/). Struktura katalogowa po stronie inwestora jest stała przez cały okres realizacji danej inwestycji drogowej i stanowi przestrzeń roboczą projektu (inwestycji).

Dzięki poprawnie przygotowanym tabelom referencyjnym (TR) możliwe jest dokonanie importu danych o podłożu budowlanym do bazy GIS. Jest to pokazane na schemacie (Rysunek 18). Inwestor dokonuje importu tabel referencyjnych do oprogramowania GIS gdzie zamienia tabelaryczne zestawienia badań punktowych (otwory geologiczne, sondowania, i.in.) oraz liniowych (przekroje geologiczne, geofizyczne, i.in.) i powierzchniowych (załączniki mapowe, zobrazowania satelitarne, ortofotomapy, i.in.) na klasy obiektów przestrzennych w bazie.

Tabele referencyjne zawierają m.in. pole z nazwą plików, więc po imporcie do bazy danych w powiązaniu z informacją o położeniu danego obiektu mogą powstać hiperłącza do plików źródłowych w formatach nieedytowalnych (podgląd i drukowanie - format *.pdf) oraz formatach edytowalnych (np. *.doc, *.sta, *.shp., itp.). Baza danych o podłożu budowlanym GIS jest również przestrzenią roboczą projektu (inwestycji) i rozwija się wraz z realizacją kolejnych etapów inwestycji drogowej - ilość informacji w niej zgromadzonej systematycznie rośnie.

Baza GIS umożliwia inwestorowi poruszanie się w obrębie danych zgromadzonych w projekcie w kontekście przestrzennym. Oznacza to, że wyszukiwanie potrzebnych w danym momencie treści jest dokonywane z poziomu mapy (na podkładach topograficznych) a nie z poziomu struktury katalogowej i zgromadzonych w niej plików. Takie podejście umożliwia m.in. sprawne przekazywanie informacji między wykonawcami opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego na kolejnych etapach realizacji inwestycji oraz umożliwia uniknięcie problemów związanych z ponownym wykonywaniem badań w tych samych miejscach, ponownym cyfrowaniem już raz wprowadzonych do bazy danych otworów i sondowań oraz pomijania już wcześniej pozyskanej informacji geologicznej.

Zgodnie ze schematem (Rysunek 18), wykonawca A po zakończeniu prac nad Studium Geologiczno-Inżynierskim na etapie STEŚ przekazał pliki inwestorowi. Pliki te znajdują się w odpowiednich katalogach w przestrzeni roboczej dla inwestycji oraz zostały zaimportowane do bazy danych GIS. Inwestor przystępuje do realizacji kolejnego etapu inwestycji - Koncepcji

Programowej. Na tym etapie inwestor wyłania (w przypadku STEŚ-R wyłoniony wcześniej wykonawca kontynuuje prace) kolejnego wykonawcę opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego (i jego ewentualnych podwykonawców) wskazanych odcinków drogi, którzy mają wykonać następujące opracowania - projekty robót geologicznych (PRG), dokumentację geologiczno-inżynierską (DGI) oraz opinię geotechniczną (OG) i inne. Wykonawca B (wykonawca główny) dobiera sobie podwykonawcę (wykonawca C). Na potrzeby realizacji zadania inwestor przekazuje wykonawcy B (wykonawcy głównemu) dostępne dane archiwalne pobrane z przestrzeni roboczej projektu (czyli dane z opracowania SGI), które następnie wykonawca B rozdziela w miarę potrzeb swoim podwykonawcom (wykonawca C). Opracowania są sporządzane, a kiedy nastąpi procedura odbioru, wykonawca B (wykonawca główny) przekazuje całość prac do inwestora.

Objęte odbiorem są, tak samo jak w przypadku etapu STEŚ, zarówno pliki cyfrowe (PC) jak i tabele referencyjne (TR), kryteria formalne odbioru są również takie same jak w przypadku etapu STEŚ. Zgodnie z rysunkiem (Rysunek 18) pliki cyfrowe oraz tabele referencyjne zostają umieszczone w odpowiednich katalogach (PRG, DH, DGI oraz OG). Wykonywany jest import danych z tabel referencyjnych do bazy danych GIS. Na tym etapie zawartość katalogu roboczego oraz bazy danych się powiększa.

Kolejne etapy realizacji inwestycji są prowadzone w analogiczny sposób jak powyżej. W przypadku, kiedy poszczególne typy opracowań - np. projekty robót geologicznych (PRG) są sporządzane na więcej niż jednym etapie realizacji inwestycji są one umieszczane w tym samym katalogu odpowiadającym typom opracowania (w tym przypadku PRG lub dPRG), a elementem pozwalającym na ich rozróżnienie jest unikatowe nazewnictwo katalogów podrzędnych i poszczególnych plików.

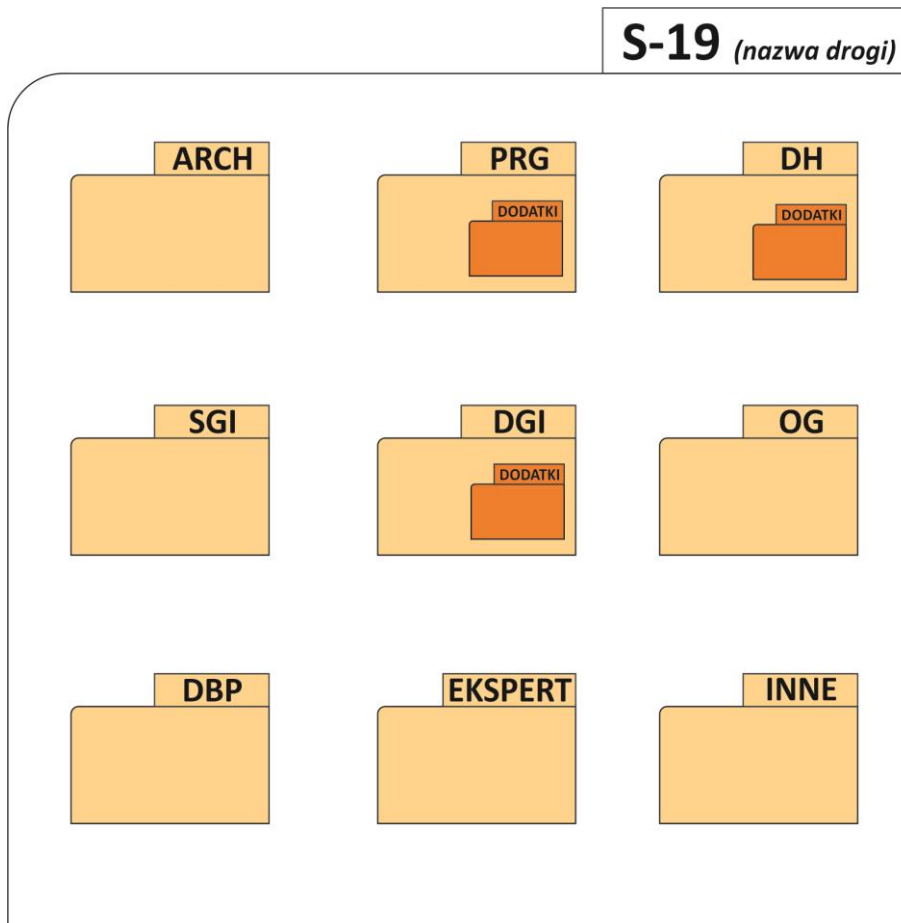
Rysunek 19 przedstawia strukturę katalogową dla pojedynczej inwestycji. Niektóre z katalogów - PRG, DH oraz DGI mogą mieć podkatalogi zawierające dodatki do dokumentacji oraz projektów. Dzięki takiemu zorganizowaniu przestrzeni roboczej projektu inwestycyjnego możliwe jest zachowanie porządku w gromadzonych danych o podłożu budowlanym oraz ich usystematyzowane przeszukiwanie, zarówno z poziomu katalogów, jak i z poziomu bazy danych GIS i umieszczonych w niej hiperłączy.

Poszczególne katalogi odpowiadają rodzajom opracowań zawierających wyniki badań podłoża budowlanego. Takie założenie wynika z faktu, że kolejne etapy realizacji inwestycji drogowej mogą dzielić przedmiotowy obiekt na coraz mniejsze odcinki (np. STEŚ jest wykonywany dla całości drogi, natomiast projekty robót geologicznych i dokumentacje na etapie projektu budowlanego są już wykonywane dla kilku mniejszych odcinków), co powoduje, że w danym etapie realizacji może pracować na raz kilku wykonawców opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego wykonujących takie same typy opracowań.

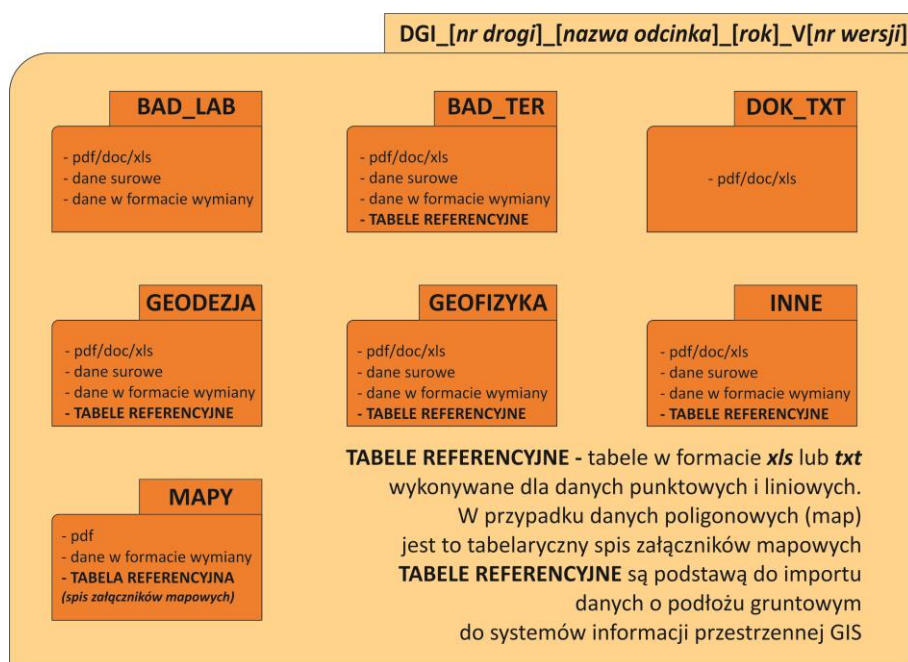
Na rysunku (Rysunek 20) przedstawiono strukturę katalogową w obrębie każdego typu opracowania zawierającego dane o podłożu budowlanym. Zawartość opracowania w zależności od tego jakiego typu informacje i dane zawiera musi być umieszczana w odpowiednich folderach. Pliki cyfrowe, w jakich zapisywana jest zawartość opracowania muszą być załączane zarówno w postaci edytowalnej oraz nieedytowalnej - w zakresie tekstu opracowań, dokumentacji i raportów dotyczy to głównie plików tekstowych i zestawień tabelarycznych (pliki formatów *.pdf, *.xls, *.doc). W przypadku plików zawierających wyniki badań - np. wierceń badawczych (OW), sondowań (CPT, DMT, FVT, i in.) czy tomografii elektrooporowej (ERT) dane te muszą być zamieszczane w postaci plików z danymi surowymi- czyli takich jakie są rejestrowane bezpośrednio w urządzeniu pomiarowym (patrz formaty danych źródłowych - rozdział 8.7). Dodatkowo w celu zapewnienia wymiany danych w ramach przestrzeni roboczej projektu

inwestycyjnego (wymiana plików między wykonawcami opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego i inwestorem) oraz umożliwienia reinterpretacji i ponownego wykorzystania wyników przez innych użytkowników konieczne jest zamieszczenie wyników badań podłoża budowlanego również w formacie wymiany - zalecanych formatem wymiany są pliki *.txt, *.csv i *.xml, a w przypadku danych przestrzennych są to pliki *.shp. Tabele referencyjne zamieszczane są bezpośrednio w katalogach odpowiadających poszczególnym rodzajom danych oraz są zapisywane w formacie *.xls lub *.txt.

Załącznik 19 podaje szczegółowe wymagania dotyczące przygotowania danych cyfrowych na potrzeby wykorzystywania danych w technologiach GIS i BIM.



Rysunek 19 Schemat struktury katalogowej dla pojedynczej inwestycji drogowej na poziomie rodzajów opracowań. Objaśnienia skrótów: ARCH - opracowania archiwalne, PRG - projekt robót geologicznych, DH - dokumentacja hydrogeologiczna, SGI - studium geologiczno-inżynierskie, DGI - dokumentacja geologiczno-inżynierska, OG - opinia geotechniczna, DBP - dokumentacja badań podłoża, EKSPERT - ekspertyzy, INNE - pozostałe opracowania, DODATKI - dodatki do dokumentacji geologicznych i projektów robót geologicznych



Rysunek 20 Schemat struktury katalogowej i zawartości poszczególnych katalogów na poziomie pojedynczego opracowania. Objasnienia: BAD_LAB - wyniki badań laboratoryjnych, BAD_TER - wyniki badań terenowych, DOK_TXT - tekst dokumentacji (opracowania), GEODEZJA - dane i wyniki pomiarów geodezyjnych, GEOFIZYKA - dane i wyniki pomiarów geofizycznych, MAPY - załączniki mapowe, INNE - dane i wyniki innych metod badawczych (np. teledetekcja)

9.2 Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym

W trakcie realizacji procesu inwestycyjnego różni wykonawcy opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego na różnych etapach wykonują badania podłoża budowlanego, przygotowując dokumentację w postaci zestandaryzowanych plików cyfrowych, co przedstawiono na rysunku (Rysunek 18). Podłoże budowlane jest rozpoznawane wieloma metodami, w efekcie powstaje szereg opracowań (dokumentacje badań podłoża, dokumentacje geologiczno-inżynierskie, studia geologiczno-inżynierskie, etc.), zaś badania podłoża budowlanego mogą być wykonywane kilkakrotnie tymi samymi metodami (na kolejnych etapach, w celu uszczegółowienia modelu geologicznego). Aby możliwe było systemowe gromadzenie powyższych danych oraz ich efektywne wykorzystanie i współdzielenie w ramach realizacji inwestycji drogowej, konieczne jest zastosowanie rozwiązań bazodanowych. Rysunek (Rysunek 21) przedstawia w sposób schematyczny, w jaki sposób należy projektować strukturę bazy danych GIS o podłożu budowlanym.

Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym jest oparta na trzech głównych klasach obiektów punktowych, liniowych i poligonowych. Są to: sondowania geofizyczne oraz punkty badawcze (klasy obiektów punktowych), linie przekrojów (klasa obiektów liniowych), mapy i efekty pomiarów teledetekcyjnych (klasy obiektów poligonowych). Każdej z wymienionych klas obiektów odpowiada tabela atrybutów, która jest nadrzędną tabelą dla danego rodzaju badań. Każda z głównych tabel atrybutów jest tworzona w oparciu o strukturę odpowiednich tabel referencyjnych (Tabela 120, Tabela 123, Tabela 127, Tabela 131, Tabela 133) z dodanym polem unikatowego identyfikatora. Pola w tabeli atrybutów odpowiadające unikatowym identyfikatorom to: ID_SG (dla sondowań geofizycznych), ID_PB (dla punktów badawczych), ID_LP (dla linii przekrojów), ID_MAP (dla map) oraz ID_TD (dla metod teledetekcyjnych).

Trzy główne klasy obiektów (Rysunek 21) umożliwiają import danych o podłożu budowlanym z opracowań wykonywanych przez różnych wykonawców na różnych etapach drogowego procesu inwestycyjnego. Przykładowo sondowania geofizyczne (np. sondowania elektrooporowe VES)

mogą być wykonywane np. na etapie STEŚ oraz na etapie projektu budowlanego przez dwóch różnych wykonawców (np. wykonawca A i wykonawca B). Każdy z nich po zakończeniu swoich prac przekazuje inwestorowi swoje opracowania w formie cyfrowej wraz z tabelami referencyjnymi badań. Tak przygotowane opracowania są następnie importowane do bazy danych GIS dzięki wykorzystaniu tabel referencyjnych. W omawianym przypadku mamy do czynienia z dwoma opracowaniami, z których każde ma odrębną tabelę referencyjną. Importując dane o podłożu budowlanym z tabel referencyjnych w sposób przedstawiony na rysunku (Rysunek 22) tabela atrybutów w bazie danych GIS się powiększa, a co za tym idzie wszystkie dane gromadzone są w tej samej przestrzeni roboczej i możliwe jest uniknięcie powtórznego wykonywania badań podłoża budowlanego w tych samych miejscach.

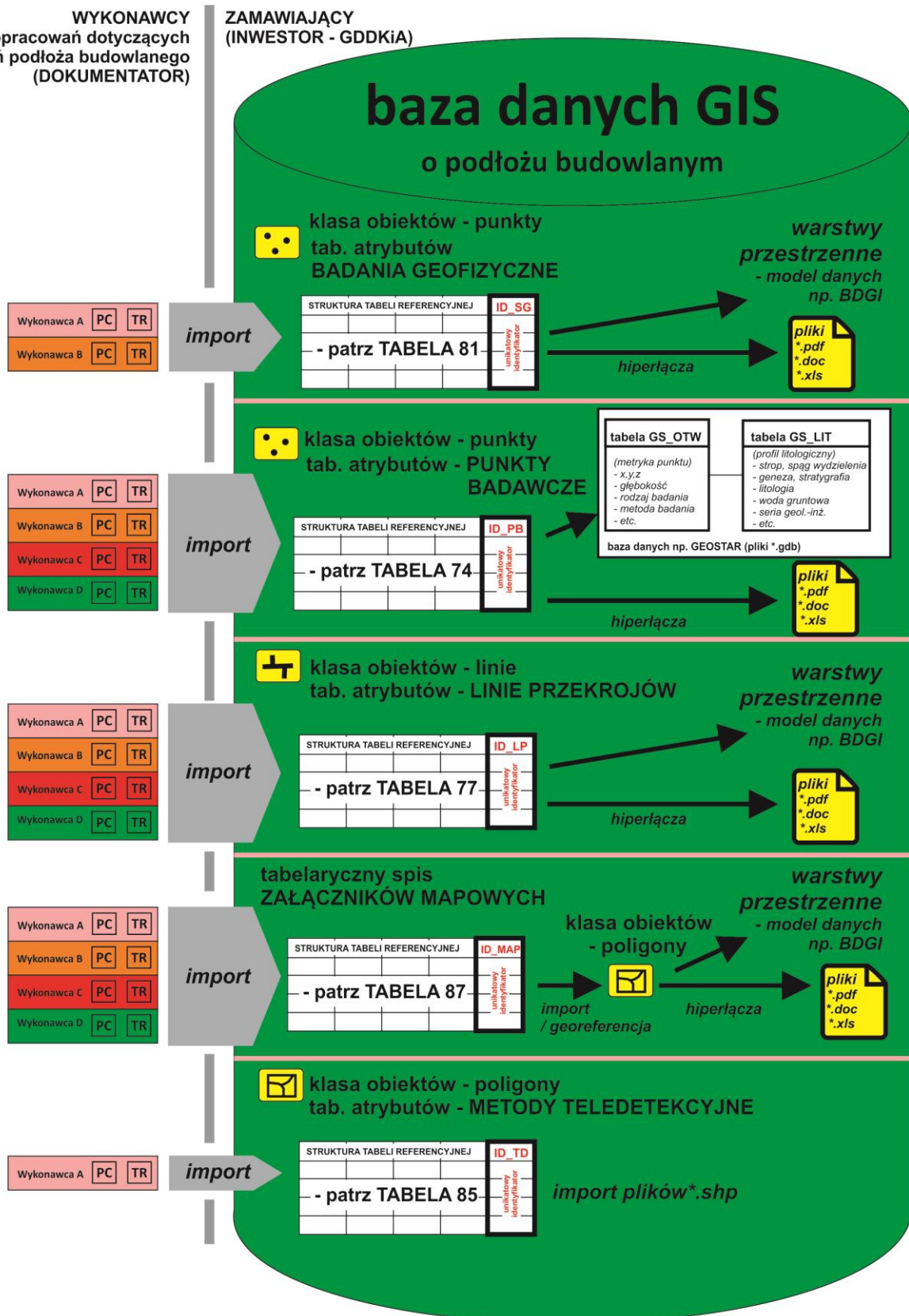
Na schemacie (Rysunek 22) przedstawiono sposób, w jaki importowanie zawartości tabel referencyjnych prowadzi do utworzenia w bazie danych GIS kolejnych klas obiektów (punktowych, liniowych i powierzchniowych). Należy zaznaczyć również, że w przypadku danych dotyczących otworów badawczych i sondowań zgromadzonych w bazie danych w standardzie pakietu np.: GeoStar (pliki interbase *.gdb) możliwe jest utworzenie klas obiektów w bazie danych GIS bezpośrednio z listy otworów z pliku interbase.

Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym powinna być oparta w zakresie klas obiektów o struktury tabel referencyjnych (stają się one wówczas tabelami atrybutów). W zakresie danych otworowych struktura bazy danych GIS powinna odzwierciedlać strukturę danych bazy otworowej np.: pakietu GeoStar (standard: interbase, format: gdb).

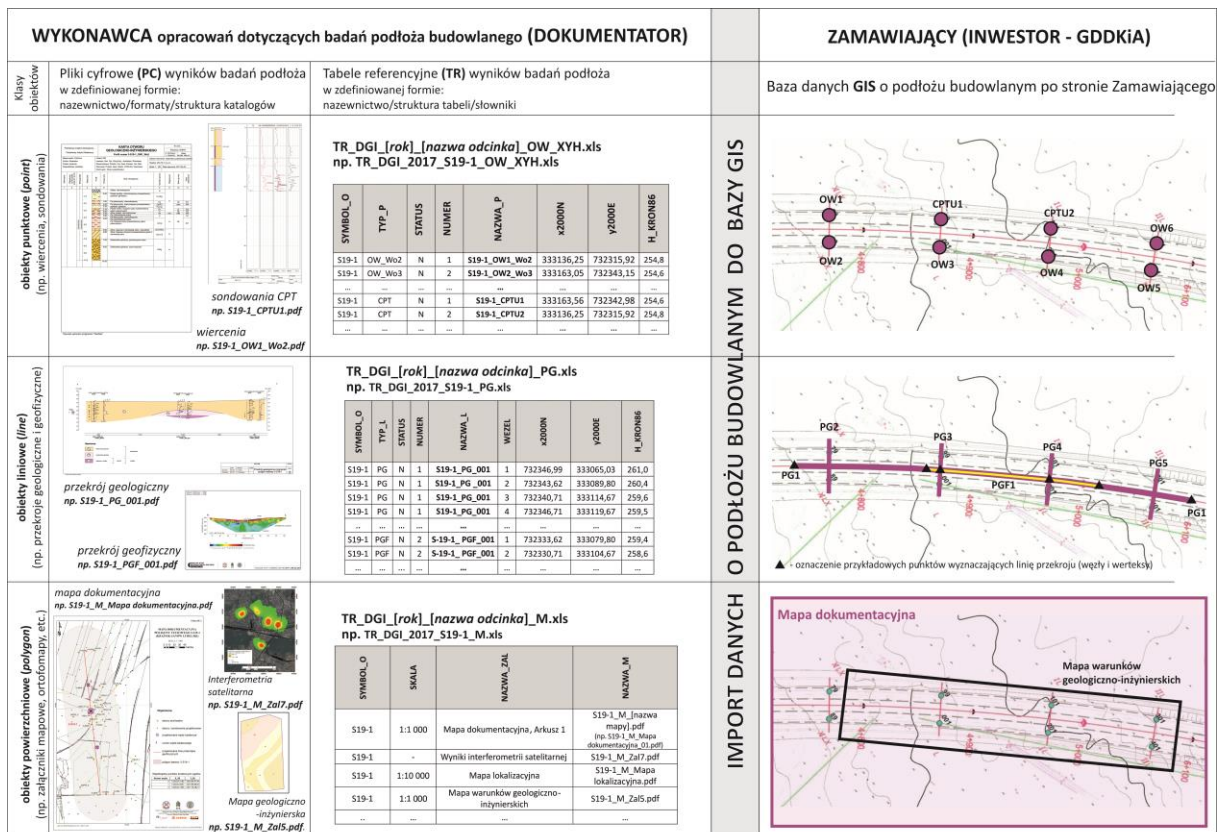
Główne klasy obiektów i ich tabele atrybutów umożliwiają zarządzanie danymi o podłożu budowlanym, a możliwość importowania kolejnych tabel referencyjnych w miarę zwiększania ilości wykonanych badań, pozwala na zachowanie porządku w bazie w miarę postępu realizacji inwestycji drogowej. Główne klasy obiektów i ich tabele atrybutów pełnią funkcję uproszczonej metryki poszczególnych badań oraz pozwalają na założenie hiperłączy umożliwiających błyskawiczne dotarcie do plików z dokumentacji źródłowej w formie plików *.pdf/*.xls/*.doc. Dodatkowo na bazie tabel atrybutów, dzięki wprowadzeniu kolumn unikatowych identyfikatorów (ID_SG, ID_PB, ID_LP, ID_MAP, ID_TD) możliwe jest dalsze rozwijanie struktury bazy danych GIS o powiązane tabele zawierające szczegółowe informacje (np. metrykę punktów badawczych, profil geologiczny, metadane przekrojów, etc.). W zależności od wymogów danego procesu inwestycyjnego, szczegółowa struktura danych (model danych) dla powiązanych tabel może być ustalony przez koordynatora GIS/BIM, w przypadku kiedy nie jest to ustalone zalecanym modelem danych jest model danych geologiczno-inżynierskich Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI – <http://atlasy.pgi.gov.pl>) dla warstw przestrzennych (klasy obiektów linie przekrojów i mapy, sondowania geofizyczne). W przypadku klasy obiektów punkty badawcze (obejmującej m.in. wiercenia i sondowania) przykładowym modelem danych tabel powiązanych może być struktura bazy otworowej pakietu GeoStar (w formacie gdb).

WYKONAWCY
opracowań dotyczących
badań podłoża budowlanego
(DOKUMENTATOR)

ZAMAWIAJĄCY
(INWESTOR - GDDKiA)



Rysunek 21 Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym. PC – opracowania w formie plików cyfrowych (dokumentu elektronicznego), TR – tabele referencyjne



Rysunek 22 Ideogram procedury importu danych o podłożu budowlanym do baz danych GIS

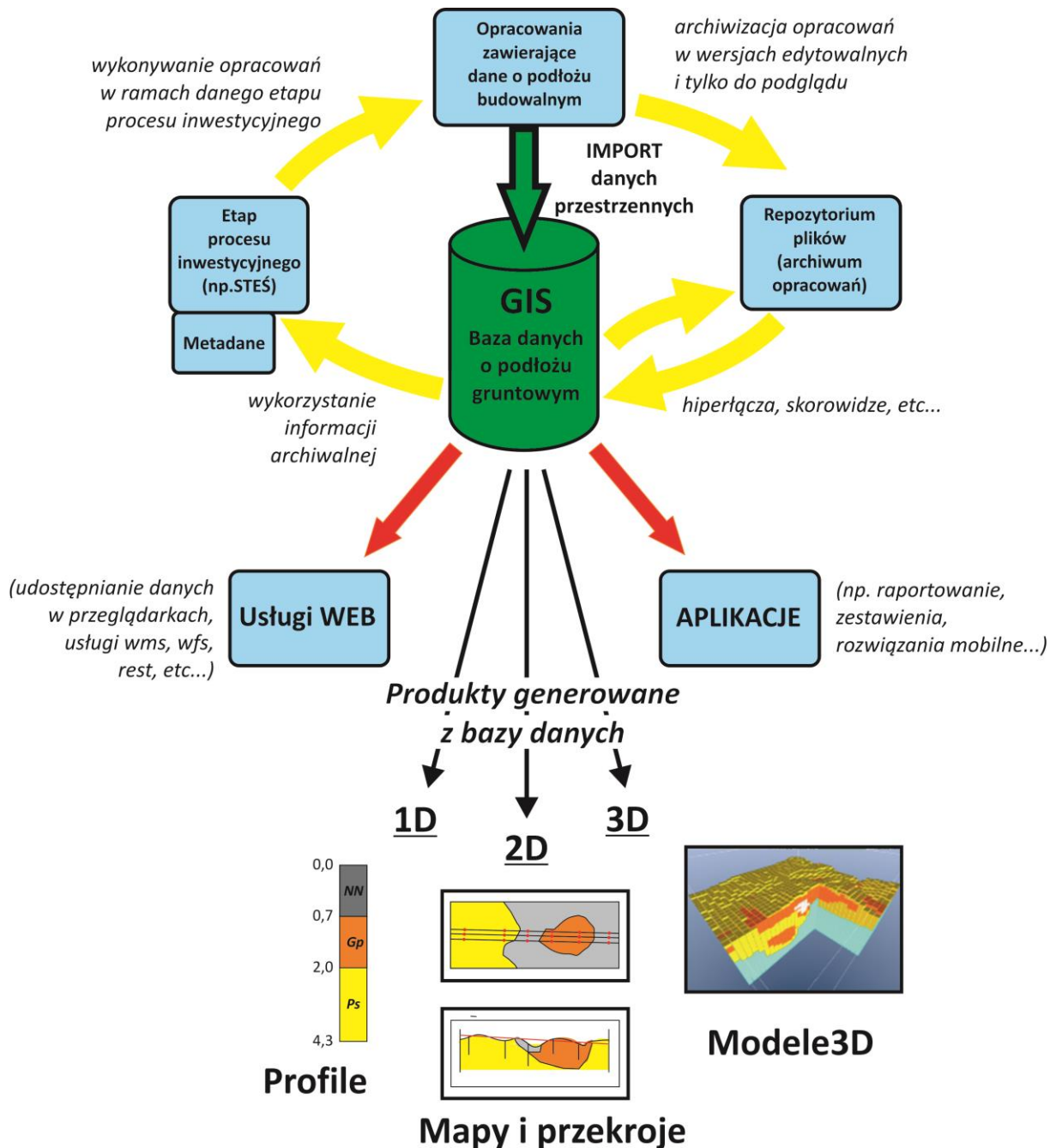
W przypadku map procedura importu klas obiektów do bazy GIS opiera się o nadanie georeferencji plikom zebranych w tabeli załączników mapowych (będącej tabelą referencyjną dla obiektów poligonowych w opracowaniach zawierających wyniki badań podłoża budowlanego). Mapy po nadaniu georeferencji mogą być gromadzone w bazie zarówno w postaci plików graficznych (nieedytowalnych – np. jpg, tiff, pdf) oraz w postaci edytowalnych przestrzennych warstw informacyjnych (np.: wektorowych plików *.shp w standardzie oprogramowania GIS i/lub *.dwg/*.dxf/*.dgn w standardzie CAD). W przypadku plików wektorowych w standardzie CAD warunkiem importu do bazy danych jest przygotowanie plików o zdefiniowanych układach współrzędnych w aktualnie obowiązujących państwowych układach współrzędnych geodezyjnych (PUWG).

Wyniki przetwarzania pomiarów teledetekcyjnych np. wyniki pomiarów metodą interferometrii satelitarnej (InSAR) są gromadzone w bazie bezpośrednio w postaci plików *.shp o zdefiniowanej w tabeli (Tabela 131) strukturze pól.

Dane geologiczne umieszczone w systemach GIS mogą być także przydatne w przyszłości do odwzorowania informacji o podłożu budowlanym w technologiach BIM (Building Information Modelling). Podstawowym warunkiem efektywnego wykorzystania danych geologicznych dotyczących inwestycji drogowej w standardzie BIM jest zapewnienie jej odpowiedniego przygotowania poprzez standaryzację formatów, procedury weryfikacji oraz importu do dowolnych struktur bazodanowych oraz przekazywanie w formacie IFC.

Głównym celem standaryzacji procesów przygotowania danych wejściowych do dokumentacji projektowych jest uruchomienie ich cyfrowego obiegu zakończonego przetworzeniem, weryfikacją i umieszczeniem danych o podłożu budowlanym w dowolnych strukturach baz danych przestrzennych GIS. Taki sposób uporządkowania danych w bazach danych o podłożu

budowlanym pozwoli na uzyskanie konkretnej informacji geologicznej wydawanej i publikowanej w formie produktów końcowych (map, profili, przekrojów, modeli 3D i in.) wykorzystywanych przez szerokie grono użytkowników. Schemat obiegu danych przedstawia rysunek (Rysunek 23).



Rysunek 23 Schemat gromadzenia i obiegu danych o podłożu budowlanym w bazie danych GIS dla każdego z etapów z realizacji procesu inwestycyjnego w drogownictwie

10 Wytyczne kontroli i odbioru prac dokumentacyjnych

Kontrola prac dokumentacyjnych ma na celu zapewnienie zgodności ich wykonania z wymaganiami:

- kontraktu i opisu przedmiotu zamówienia (OPZ),
- przepisów prawa,
- przywołanych norm i specyfikacji technicznych,
- niniejszych wytycznych,
- projektu robót geologicznych (PRG) i/lub programu badań geotechnicznych (PBG).

Kontrola obejmuje:

- kontrolę potencjału technicznego wykonawcy badań podłoża budowlanego przed rozpoczęciem robót,
- kontrolę zakresu prac w projekcie robót geologicznych (PRG) i/lub programie badań geotechnicznych (PBG),
- bieżącą kontrolę realizacji badań terenowych i laboratoryjnych i ich zgodności z PRG i/lub PBG,
- kontrolę i odbiór opracowań końcowych (DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP).

Kontrolę przeprowadza się zgodnie z wymaganiami rozdziałów 10.1 - 10.4.

10.1 Kontrola potencjału technicznego wykonawcy badań podłoża budowlanego

Kontrola potencjału technicznego wykonawcy badań podłoża budowlanego może nastąpić przed rozpoczęciem prac terenowych i laboratoryjnych np. na etapie postępowania przetargowego oraz na każdym etapie ich realizacji. Kontrola ma na celu potwierdzenie zdolności wykonawcy badań podłoża budowlanego (i jego podwykonawców) do wykonania wymaganych prac i robót. Kontrola obejmuje:

- sprawdzenie zgodności sprzętu terenowego i laboratoryjnego z deklarowanym w ramach procedury przetargowej,
- sprawdzenie personelu pod kątem dokumentów potwierdzających kwalifikacje (jeśli wymagane),
- sprawdzenie dokumentów kalibracyjnych (jeśli wymagane),
- sprawdzenie dokumentów dotyczących wdrożonego systemu jakości (jeśli wymagane),
- sprawdzenie wymaganych prawem zgód na wykonywanie tych prac (decyzji zatwierdzających, uzgodnień, zgód właścicieli działek itp.),
- sprawdzenie sposobu przechowywania prób i próbek w wymaganym okresie.

Kontrola zakończona jest protokołem kontroli potencjału technicznego wykonawcy badań podłoża budowlanego (Załącznik 20).

10.2 Kontrola realizacji badań terenowych

Kontrola realizacji badań terenowych może nastąpić na każdym etapie realizacji prac i może dotyczyć czynności związanych z:

- wizją terenową,
- kartowaniem hydrogeologicznym i geologiczno-inżynierskim,
- pomiarami geodezyjnymi,
- pomiarami fotogrametrycznymi i teledetekcyjnymi,
- badaniami geofizycznymi,
- wierceniami,
- sondowaniami,

- oceną masywu skalnego,
- pomiarami i badaniami hydrogeologicznymi,
- badaniami środowiskowymi.

Kontrola może polegać na stałej lub czasowej obecności przedstawiciela inwestora przy wykonywaniu powyższych czynności.

Z tego powodu wykonawca badań podłoża budowlanego powinien zgłosić rozpoczęcie każdego z wymienionych rodzajów prac terenowych pisemnie (mailem lub faksem) z 3 dniowym wyprzedzeniem podając rodzaj planowanych do wykonania badań, kilometraż drogi lub numer obiektu inżynierskiego oraz dane osoby do kontaktu.

Aktualizacji lokalizacji poszczególnych ekip terenowych wykonawca badań podłoża budowlanego dokonuje raz w tygodniu. Dodatkowo wykonawca badań podłoża budowlanego na bieżąco informuje inwestora o wszelkich przerwach w pracy i awariach powodujących nieobecność ekipy terenowej na miejscu badań.

Brak zgłoszenia skutkuje koniecznością powtórzenia badań przez wykonawcę badań podłoża budowlanego w obecności przedstawiciela inwestora.

Kontroli podlega:

- zgodność wykonywanych prac z wymaganiami PRG i/lub PBG w zakresie rodzaju, głębokości i metodyki,
- posiadanie wymaganych prawem zgód na wykonywanie tych prac (decyzji zatwierdzających, uzgodnień, zgód właścicieli działek itp.),
- zgodność wykonywanych prac z przepisami, normami, specyfikacjami technicznymi i wytycznymi,
- obecność dozoru geologicznego/geotechnicznego (jeśli wymagany),
- stan techniczny sprzętu, aparatury wykorzystywanej do badań terenowych,
- aktualność dokumentów potwierdzających kalibrację sprzętu i aparatury badawczej, jeśli jest wymagany i zalecany przez producenta i/lub inwestora lub wynika z przepisów prawa.

Kontrola zakończona jest protokołem kontroli prac terenowych (Załącznik 20).

10.3 Kontrola realizacji badań laboratoryjnych

Kontrola realizacji badań laboratoryjnych następuje na żądanie inwestora i może dotyczyć czynności związanych z:

- laboratoryjnymi badaniami klasyfikacyjnymi gruntów i skał,
- laboratoryjnymi badaniami do celów wyznaczania cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał,
- laboratoryjnymi badaniami gruntów i wody.

Kontrola polega na wizycie w laboratorium i sprawdzeniu na losowo wybranej próbie:

- sposobu przechowywania prób i próbek gruntów, skał i wód podziemnych przeznaczonych do badań laboratoryjnych,
- formularzy z badań,
- stanu technicznego aparatury badawczej,
- kwalifikacji osób wykonujących badania laboratoryjne,
- dokumentów systemu jakości (jeśli są wymagane).

Wykonawca badań podłoża budowlanego zgłasza rozpoczęcie badań z 5 dniowym wyprzedzeniem podając rodzaj planowanych do wykonania badań oraz dane osoby do kontaktu. Dodatkowo należy informować na bieżąco o wszelkich przerwach w pracy laboratorium.

Brak zgłoszenia może skutkować koniecznością powtórzenia badań.

Kontroli podlega:

- zgodność wykonywanych prac z wymaganiami PRG i/lub PBG w zakresie rodzaju i metodyki,
- zgodność wykonywanych prac z wymaganiami wdrożonego systemu jakości (jeśli wymagany),
- zgodność wykonywanych prac z przepisami, normami, specyfikacjami technicznymi i wytycznymi,
- doświadczenie laboranta,
- stan techniczny sprzętu, aparatury wykorzystywanej do badań laboratoryjnej,
- aktualność dokumentów potwierdzających kalibrację sprzętu i aparatury badawczej, jeśli jest wymagany i zalecany przez producenta i/lub inwestora lub wynika z przepisów prawa.

Kontrola zakończona jest protokołem kontroli prac laboratoryjnych (Załącznik 20).

10.4 Kontrola opracowań

Kontrola opracowań powinna następować systematycznie po zakończeniu sporządzania poszczególnych dokumentów.

Kontrola dokumentów polega na ich weryfikacji pod kątem:

- kompletności,
- zgodności z wymaganiami kontraktu i OPZ, przepisów prawa, norm, specyfikacji technicznych,
- zgodności zakresu wykonanych prac z niniejszymi wytycznymi,
- zgodności z ustaleniami projektu robót geologicznych (PRG) i/lub programu badań geotechnicznych (PBG) - w przypadku opracowań powykonawczych,
- poprawności merytorycznej tj. przydatności do celów projektowych (czy rozpoznanie jest wystarczające do zaprojektowania obiektu),
- zgodności zakresu wykonanych badań z rozwiązaniami projektowymi inwestycji.

W przypadku dokumentów podlegających procedurze administracyjnej, przed przekazaniem ich do odpowiedniego organu należy przeprowadzić ich kontrolę zgodnie z poniższymi wymaganiami.

Kontrola dokumentów podstawowych przebiega w oparciu o weryfikację pracowników oddziału GDDKiA, pracowników centrali GDDKiA, inżyniera kontraktu lub/i weryfikatorów zewnętrznych. Uwagi przekazywane są w formie pisemnej opinii wraz z listą kontrolną (Załącznik 4. 7, Załącznik 18. 4) do następujących dokumentów:

- projektu robót geologicznych (PRG) wraz ze wszystkimi niezbędnymi dodatkami (dPRG),
- programu badań geotechnicznych (PBG),
- dokumentacji hydrogeologicznej (DH) ze wszystkimi dodatkami (dDH),
- studium geologiczno-inżynierskiego (SGI),
- dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (DGI) ze wszystkimi dodatkami (dDGI),
- dokumentacji badań podłoża (DBP).

Kontroli mogą podlegać następujące dokumenty uzupełniające (jeśli zostały opracowane):

- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań geodezyjnych (SPG),
- Dokumentacja badań geofizycznych (DBG),
- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań teledetekcyjnych (SPT),
- Sprawozdanie z wizji lokalnej (SWL),
- Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego (DKGI),
- Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego (DKH),
- Raport z wierceń (RW),

- Raport z sondowań (RS),
- Raport z badań laboratoryjnych (RBL).

W przypadku pozytywnej weryfikacji, potwierdzonej pisemnie, opracowanie przekazuje się odpowiednio:

- do odpowiedniego organu (jeśli wymaga zatwierdzenia),
- do odbioru (jeśli nie wymaga zatwierdzenia).

W przypadku negatywnej weryfikacji opracowanie uznaje się za wadliwe. Wykonawcy opracowań dotyczących podłoża budowlanego (dokumentatorowi) wyznaczony zostanie termin na usunięcie wad zgodnie z zapisami kontraktu.

10.5 Odbiór opracowań

Odbiór opracowań następuje po pozytywnej weryfikacji (rozdział 10.4) i zakończony jest protokołem zdawczo-odbiorczym zawierającym:

- datę wystawienia/odbioru protokołu,
- oznaczenie kontraktu/umowy,
- nazwę strony przekazującej i odbierającej wraz z miejscem na podpisy,
- tytuł odbieranego opracowania,
- listę załączników.

Do protokołu załącza się:

- liczbę egzemplarzy opracowania będącego przedmiotem odbioru wraz załącznikami, wynikającą z kontraktu/umowy,
- wersję cyfrową opracowania zgodnie z wymaganiami rozdziału 9,
- kopie decyzji, uzgodnień, zgód, notatek, protokołów uzyskanych w celu wykonania robót,
- inne dokumenty wymagane kontraktem/umową.

Zaleca się dostarczanie dokumentów do weryfikacji w formie dokumentu elektronicznego.

Załączniki

Załącznik 1 Terminologia

Załącznik 1.1 Terminologia ogólna

GEOLOGIA INŻYNIERSKA - dziedzina geologii, która zajmuje się badaniami, studiami oraz rozwiązywaniem inżynierskich i środowiskowych problemów, które mogą powstać, jako rezultat wzajemnego oddziaływania podłoża budowlanego i obiektu budowlanego (w szerszym ujęciu sposobu zagospodarowania terenu i przestrzeni podziemnej), jak również przewidywaniem odpowiednich środków i sposobów zapobiegania zagrożeniom geologicznym (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018).

GEOTECHNIKA - nauka o pracy i badaniach ośrodka gruntowego dla celów projektowania i wykonawstwa budowli ziemnych i podziemnych oraz fundamentów budynków i nawierzchni drogowych. Jest jednocześnie nauką i sztuką. Nauką, gdy wykorzystując gruntoznawstwo oraz mechanikę gruntów i skał rozpatruje podłoże budowlane, jako ośrodek nośny i odkształcalny, a sztuką, gdy wybiera z wielu możliwych sposobów posadowienia budowli nadziemnej, podziemnej albo wykonania budowli ziemnej, najbardziej ekonomiczne i bezpieczne rozwiązanie (Wiłun Z., 2003) (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018).

PODŁOŻE BUDOWLANE (PODŁOŻE GRUNTOWE) - strefa skał i gruntów naturalnych lub antropogenicznych współpracująca z obiektem budowlanym, w której właściwości gruntów i skał mają wpływ na projektowanie, wykonywanie i eksploataowanie obiektów budowlanych (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018).

ŚRODOWISKO GEOLOGICZNE - obejmuje skorupę ziemską wraz z wpływającymi na nią czynnikami atmo-, hydro-, i biosfery oraz czynnikami wewnętrznymi i antropogenicznymi (Kowalski W. C., 1988 zmodyfikowana).

Załącznik 1.2 Terminologia dotycząca normalizacji

NORMA - dokument przyjęty na zasadzie konsensu i zatwierdzony przez upoważnioną jednostkę organizacyjną (normalizacyjną), ustalający - do powszechnego i wielokrotnego stosowania - zasady, wytyczne lub charakterystyki, odnoszące się do różnych rodzajów działalności lub ich wyników i zmierzający do uzyskania optymalnego stopnia uporządkowania w określonym zakresie (Dz. U. 2015 poz. 1483).

NORMALIZACJA - działalność zmierzającą do uzyskania optymalnego, w danych okolicznościach, stopnia uporządkowania w określonym zakresie, poprzez ustalanie postanowień przeznaczonych do powszechnego i wielokrotnego stosowania, dotyczących istniejących lub mogących wystąpić problemów (Dz. U. 2015 poz. 1483).

POLSKA NORMA - jest normą krajową, przyjętą w drodze konsensu i zatwierdzoną przez krajową jednostkę normalizacyjną, powszechnie dostępną, oznaczoną - na zasadzie wyłączności - symbolem PN (Dz. U. 2015 poz. 1483).

WYMAGANIA KRAJOWE - załączniki krajowe do norm europejskich, wymagania techniczne, specyfikacje techniczne lub inne dokumenty przenoszące zapisy norm serii PN-EN, jakie zostaną uznane przez Zarządcę Drogi za obowiązujące w odniesieniu do stosowanych materiałów i technologii.

Załącznik 1.3 Terminologia dotycząca obszaru badań

OBSZAR BADAŃ - obszar, na którym wykonywane są badania podłoża budowlanego, który wyznaczają granice: korytarza/wariantu/pasa drogowego, strefy buforowej, strefy zagrożeń, rejonu i regionu.

REGION - obszar, na którym jest planowana lokalizacja lub jest zlokalizowana inwestycja drogowa

(w zależności od etapu inwestycji), na którym podłoże budowlane cechuje podobna budowa geologiczna.

REJON - obszar, na którym jest planowana lokalizacja lub jest zlokalizowana inwestycja drogowa (w zależności od etapu inwestycji), na którym podłoże budowlane cechuje podobny układ warstw gruntów i skał.

STREFA BUFOROWA – obszar, który wyznaczają granice ustalone w określonej odległości od osi wariantu/drogi w zależności od etapu badań (Tabela 91, Tabela 92, Załącznik 17. 1).

STREFA ZAGROŻEŃ – obszar, który wyznaczają granice zagrożeń mające wpływ na drogę zidentyfikowane poza korytarzem/wariantem/pasem drogowym i strefą buforową.

TEREN ZABUDOWY - rozumie się przez to teren leżący w otoczeniu drogi, na którym dominują obszary o miejskich zasadach zagospodarowania, wymagające urządzeń infrastruktury technicznej, lub obszary przeznaczone pod takie zagospodarowanie w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (Dz. U. 2016 poz. 124).

Załącznik 1. 4 Terminologia dotycząca uczestników procesu dokumentowania badań podłoża budowlanego

DOKUMENTATOR – osoba fizyczna, posiadająca odpowiednią wiedzę, doświadczenie i kwalifikacje w dokumentowaniu badań podłoża budowlanego (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamówienia, w zależności od stopnia skomplikowania inwestycji drogowej). Ponosi odpowiedzialność za zaprojektowanie badań podłoża budowlanego, interpretację, analizę i ocenę wyników badań podłoża budowlanego, oraz za opracowanie dokumentów zawierających zaprojektowane badania podłoża budowlanego (rozdział 4.3), a także dokumentów zawierających wyniki badań podłoża budowlanego (rozdział 8). Wyróżnia się następujących dokumentatorów:

DOKUMENTATOR HYDROGEOLOGICZNY - osoba fizyczna, posiadająca: odpowiednią wiedzę i doświadczenie w dokumentowaniu badań hydrogeologicznych oraz kwalifikacje geologiczne kategorii IV lub V lub uprawnienia geologiczne CUG 04 lub 05 lub świadcząca usługi transgraniczne mającą uznaną kwalifikację w zakresie geologii,

DOKUMENTATOR GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI - osoba fizyczna, posiadająca: odpowiednią wiedzę i doświadczenie w dokumentowaniu badań geologiczno-inżynierskich oraz kwalifikacje geologiczne kategorii VI lub VII lub uprawnienia geologiczne CUG 06 lub 07 lub świadcząca usługi transgraniczne mającą uznaną kwalifikację w zakresie geologii,

DOKUMENTATOR GEOTECHNICZNY – osoba fizyczna, posiadająca: odpowiednią wiedzę i doświadczenie w dokumentowaniu badań geotechnicznych oraz wymagane uprawnienia budowlane lub kwalifikacje geologiczne kategorii VI lub VII lub uprawnienia geologiczne CUG 06 lub 07 lub świadcząca usługi transgraniczne mającą uznaną kwalifikację w zakresie geologii.

INWESTOR – jednostka organizacyjna nieposiadająca osobowości prawnej (GDDKiA) finansująca inwestycję drogową.

PROJEKTANT – osoba fizyczna posiadająca wymagane uprawnienia budowlane, wiedzę i doświadczenie, która jest uczestnikiem procesu budowlanego, w związku z tym ma ustalone prawa i obowiązki określone w obowiązujących aktach prawnych, będąca autorem opracowań projektowych.

WYKONAWCA – strona umowy/kontraktu, osoba fizyczna, osoba prawna albo jednostka organizacyjna nieposiadająca osobowości prawnej, która ubiega się o udzielenie zamówienia publicznego, złożyła ofertę lub zawarła kontrakt/umowę w sprawie zamówienia publicznego.

WYKONAWCA BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO – osoba fizyczna, osoba prawna, jednostka

organizacyjna niebędąca osobą prawną, dysponująca potencjałem kadrowym i technicznym oraz doświadczeniem w wykonywaniu badań podłoża budowlanego (zgodnie z wymaganiami wskazanymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamówienia, w zależności od stopnia skomplikowania inwestycji drogowej). Ponosi odpowiedzialność za wykonanie badań podłoża budowlanego zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa i wymaganiami inwestora. Wyróżnia się następujących wykonawców badań podłoża budowlanego:

- ze względu na przepisy prawa:
 - wykonawca badań hydrogeologicznych,
 - wykonawca badań geologiczno-inżynierskich,
 - wykonawca badań geotechnicznych,
- ze względu na miejsce:
 - wykonawca badań terenowych,
 - wykonawca badań laboratoryjnych,
- ze względu na rodzaj badań terenowych:
 - wykonawca prac kartograficznych,
 - wykonawca wierceń,
 - wykonawca sondowań,
 - wykonawca badań i pomiarów geodezyjnych,
 - wykonawca badań i pomiarów teledetekcyjnych,
 - wykonawca badań i pomiarów geofizycznych,
 - wykonawca badań środowiskowych.

ZAMAWIAJĄCY – strona umowy/kontraktu, jednostka organizacyjna nieposiadająca osobowości prawnej (GDDKiA) obowiązana do stosowania ustawy prawo zamówień publicznych.

Załącznik 1.5 Terminologia dotycząca dokumentowania i badań podłoża budowlanego

ANOMALIA GEOFIZYCZNA – 1) strefa o wartościach parametrów fizycznych wyznaczonych w wyniku badań geofizycznych znacząco odbiegających od średnich uzyskanych dla danego przekroju geofizycznego; 2) różnica (odchylenie, stosunek) pomiędzy zmierzonymi wartościami parametru geofizycznego (przedstawionymi jako krzywa, mapa, przekrój itd.), a wybranym poziomem odniesienia (tła). Może mieć charakter względny lub bezwzględny.

BADANIA GEOFIZYCZNE - ogół czynności związanych z badaniem środowiska geologicznego za pomocą jakościowych i ilościowych metod fizycznych w celu poznania jego budowy i właściwości oraz wyjaśnienia zachodzących w nim procesów. Pozwalają ocenić charakter, strukturę i parametry fizyczne, jakimi cechuje się podłoże budowlane.

BADANIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE - badania podłoża budowlanego wykonywane na potrzeby dokumentowania geologiczno-inżynierskiego. Szczególnym przypadkiem badań geologiczno - inżynierskich są prace geologiczne w tym roboty geologiczne.

BADANIA GEOTECHNICZNE - badania podłoża budowlanego wykonywane na potrzeby dokumentowania geotechnicznego.

BADANIA HYDROGEOLOGICZNE – badania podłoża budowlanego wykonywane na potrzeby dokumentowania hydrogeologicznego. Szczególnym przypadkiem badań hydrogeologicznych są prace w tym roboty geologiczne.

BADANIA KLASYFIKACYJNE GRUNTÓW I SKAŁ - badania laboratoryjne wykonywane w celu wyznaczenia składu granulometrycznego i wskaźnikowych właściwości każdej wydzielonej warstwy gruntu i skały oraz sprawdzenia, czy pobrane próby i próbki gruntów i skał są

reprezentatywne.

BADANIA LABORATORYJNE GRUNTÓW I SKAŁ - badania próbek gruntów i skał wykonane w celu oznaczenia fizycznych i mechanicznych a także chemicznych właściwości podłoża budowlanego. Wyróżniamy następujące badania laboratoryjne:

- ze względu na właściwości fizyczno-mechaniczne:
 - badania chemiczne,
 - badania fizyczne,
 - badania mechaniczne (geomechaniczne):
 - badania pęcznienia,
 - badania odkształcenia, sprężystości,
 - badania wytrzymałości,
 - badania zagęszczalności,
 - badania przepuszczalności,
- ze względu na wyznaczone parametry geotechniczne:
 - badania klasyfikacyjne gruntów i skał (wg PN-EN 1997-2),
 - badania w celu wyznaczenia wartości parametrów geotechnicznych (wg PN-EN 1997-2).

BADANIA LABORATORYJNE WÓD POWIERZCHNIOWYCH I PODZIEMNYCH - badania próbek wód powierzchniowych i podziemnych wykonane w celu oznaczenia fizycznych i chemicznych właściwości wód. Wyróżniamy następujące badania laboratoryjne:

- badania chemiczne,
- badania fizyczne.

BADANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO (PODŁOŻA GRUNTOWEGO) - zespół czynności terenowych i laboratoryjnych wykonywanych w określonym celu, na obszarze badań i w laboratorium, zgodnie z dokumentem zawierającym projektowane badania (np.: projekt robót geologicznych, program badań geotechnicznych), których zakres został dostosowany do etapu procesu inwestycyjnego (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018 zmodyfikowana). Wyróżnia się następujące badania podłoża budowlanego:

- ze względu na przepisy prawa:
 - badania hydrogeologiczne zgodnie z prawem geologicznym i górnictwem,
 - badania geologiczno-inżynierskie zgodnie z prawem geologicznym i górnictwem,
 - badania geotechniczne zgodnie z prawem budowlanym,
 - badania środowiskowe (badania zanieczyszczenia) zgodnie z prawem ochrony środowiska,
- ze względu na miejsce:
 - badania terenowe,
 - badania laboratoryjne.

BADANIA ŚRODOWISKOWE (BADANIA ZANIECZYSZCZENIA) - pomiary zawartości substancji powodującej ryzyko w gruntach, skałach, wodach powierzchniowych i podziemnych, w tym pobieranie próbek oraz związane z tymi pomiarami badania właściwości gruntów, skał, wód powierzchniowych i podziemnych wykonywane na potrzeby dokumentowania hydrogeologicznego, geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego. Szczególnym przypadkiem badań środowiskowych są badania zanieczyszczenia gleby i ziemi rozumiane jako pomiary zawartości substancji powodującej ryzyko w glebie i w ziemi, w tym pobieranie próbek oraz związane z tymi pomiarami badania właściwości gleby i ziem (Dz. U. 2018 poz. 799).

BADANIA TERENOWE (BADANIA POLOWE) - badania podłoża budowlanego wykonywane w terenie różnymi technikami w celu sporządzenia modelu podłoża budowlanego. Wyróżnia się następujące badania terenowe:

- prace kartograficzne,
- wiercenia,
- sondowania,
- badania i pomiary geodezyjne,
- badania i pomiary teledetekcyjne,
- badania geofizyczne.

BADANIA W CELU WYZNACZENIA WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH - badania terenowe i laboratoryjne wykonywane w celu wyznaczenia wartości parametrów geotechnicznych każdej wydzielonej warstwy gruntu i skały.

DOKUMENTOWANIE BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO - proces, który polega na wykonaniu prac dokumentacyjnych obejmujących:

- zbieranie dostępnych informacji o terenie i jego podłożu budowlanym,
- projektowanie i wykonywanie badań terenowych i laboratoryjnych,
- przetwarzanie, interpretowanie, analizę i ocenę wyników badań podłoża budowlanego,
- przedstawianie wyników badań podłoża budowlanego w określonej formie,
- gromadzenie i archiwizowanie wyników badań podłoża budowlanego,

jest prowadzony w określonym celu, przez osoby posiadające odpowiednią wiedzę i doświadczenie, na podstawie wymagań inwestora, przepisów prawa, norm i literatury branżowej (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018 zmodyfikowana). Wyróżnia się trzy rodzaje dokumentowania:

DOKUMENTOWANIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE - dokumentowanie badań podłoża budowlanego prowadzone w oparciu o zapisy ustawy prawo geologiczne i górnicze. Obejmuje strefę stwierdzonego lub przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich) oraz strefę stwierdzonego lub przewidywanego wpływu środowiska geologicznego na obiekty i procesy wywołane przez budownictwo drogowe (strefa oddziaływań geologicznych).

DOKUMENTOWANIE GEOTECHNICZNE - dokumentowanie badań podłoża budowlanego prowadzone w oparciu o zapisy ustawy prawo budowlane. Obejmuje strefę stwierdzonego lub przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich).

DOKUMENTOWANIE HYDROGEOLOGICZNE - dokumentowanie badań podłoża budowlanego prowadzone w oparciu o zapisy ustawy prawo geologiczne i górnicze. Obejmuje strefę przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich).

GEOFIZYKA INŻYNIERSKA (geotechnical geophysics) - badania geofizyczne wykonywane głównie w celu rozpoznania budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych oraz oszacowania parametrów fizyczno-mechanicznych badanego ośrodka, na potrzeby budownictwa inżynierskiego.

KARTOWANIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE - zespół czynności mających na celu zebranie, opisanie i graficzne opracowanie wszystkich obserwacji, zjawisk i procesów geologicznych, geodynamicznych i antropogenicznych, występujących w strefie przypowierzchniowej i mających znaczenie z punktu widzenia warunków i potrzeb budowlanych, przedstawiane w formie kart obserwacji terenowych, map tematycznych, dokumentacji fotograficznej, zestawień

tabelarycznych oraz opisu tekstowego (Malinowski J., 1960 zmienione).

KARTOWANIE HYDROGEOLOGICZNE - zespół czynności mających na celu zebranie, opisanie i graficzne opracowanie wszystkich obserwacji, zjawisk i procesów hydrogeologicznych oraz antropogenicznych, mających wpływ na wody podziemne, przedstawiane w formie kart obserwacji terenowych, map tematycznych, dokumentacji fotograficznej, zestawień tabelarycznych oraz opisu tekstowego.

Załącznik 1.6 Terminologia dotycząca warunków geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych

EKSPOZYCJA - to ludzie, ich zdrowie i życie, mienie (dobra materialne, kulturowe, przyrodnicze), infrastruktura, środowisko i inne elementy, które mogą potencjalnie zostać zniszczone.

OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKICH - określa złożoność warunków geologiczno-inżynierskich z uwagi na warunki: geomorfologiczne, geologiczne (w tym charakter wykształcenia gruntów i skał, ich cechy chemiczne, fizyczne i mechaniczne), hydrogeologiczne i zagrożenia geologiczne. W zależności od złożoności wydziela się następujące warunki geologiczno-inżynierskie: korzystne, średnio korzystne, niekorzystne (Tabela 93 - Załącznik 17. 2).

PROCESY I ZJAWISKA GEOLOGICZNE – naturalne procesy i zjawiska powodujące zmiany powierzchni Ziemi wywołane przez czynniki zewnętrzne, jak i zachodzące we wnętrzu Ziemi. Są to m.in.:

- procesy i zjawiska związane ze zmianami wilgotności gruntów i skał np.:
 - występowanie gruntów ekspansywnych podatnych na pęcznienie, skurcz i podniesienie,
 - występowanie gruntów erozyjnych podatnych na rozmakanie, rozmywanie,
 - występowanie gruntów drobnoziarnistych podatnych na mięknięcie i uplastycznienie,
 - występowanie gruntów makroporowatych, zapadowych podatnych na osiadanie zapadowe, dodatkowe osiadania,
 - występowanie gruntów tiksotropowych podatnych na upłynnienie,
 - występowanie gruntów ściśliwych podatnych na osiadanie np.: grunty organiczne,
 - występowanie gruntów wysadzinowych,
- procesy i zjawiska erozji i abrazji,
- procesy i zjawiska ablacji i soliflukcji,
- procesy i zjawiska krasowe,
- procesy i zjawiska wietrzenia,
- procesy i zjawiska hydrogeologiczne np.: występowanie wód gruntowych na powierzchni terenu - mokradła, wysięki, źródła itp.,
- procesy i zjawiska hydrologiczne np.: powódzie, podtopienia,
- deformacje filtracyjne (np.: zniszczenie hydrauliczne, upłynnienie, sufozja, kolmatacja),
- powierzchniowe ruchy masowe ziemi np.: osuwiska, niestateczne zbocza,
- procesy i zjawiska tektoniczne np.: deformacje ciągłe i nieciągłe w tym nagłe pęknięcia masywu skalnego, deformacje glacitektoniczne, osiadania/ podnoszenia terenu na skutek współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej,
- procesy i zjawiska sejsmiczne np.: naturalne wstrząsy sejsmiczne (trzęsienia ziemi),
- procesy i zjawiska wulkaniczne np.: występowanie wulkanów.

PROCESY I ZJAWISKA ANTROPOGENICZNE – procesy i zjawiska powodujące zmiany

powierzchni Ziemi wywołane przez działalność człowieka prowadzoną na powierzchni Ziemi, jak i w jej wnętrzu. Są to m.in.:

- występowanie gruntów antropogenicznych,
- niecki osiadań np.: spowodowane eksploatacją górnictw,
- indukowane wstrząsy sejsmiczne np.: spowodowane eksploatacją górnictw,
- wyciskanie podłoża (podnoszenie) wokół obiektów budowlanych np.: składowisk odpadów,
- zmiany stosunków wodnych np.: w wyniku prowadzenia lub zaprzestania eksploatacji górnictw, prowadzonych odwodnień, budowy i eksploatacji sztucznych zbiorników wodnych, podtapianie terenów wokół sztucznych zbiorników wodnych,
- przekształcenie zboczy zbiorników wodnych poprzez uruchomienie ruchów masowych i deformacji filtracyjnych,
- wibracje np.: powodujące rozluźnienie gruntów na skutek badań sejsmicznych i wybuchów,
- masowe uszkodzenia obiektów budowlanych,
- składowanie odpadów np.: hałdy, wyrobiska, zwałowiska, składowiska itp.,
- występowanie niewybuchów,
- występowanie podziemnych gazów,
- zanieczyszczenia np.: degradacja i zmiany chemizmu wód, gruntów i skał,
- antropogeniczne zmiany wilgotności gruntów i skał.

PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKICH - przewidywanie zmian warunków geologiczno - inżynierskich, jakie zajdą w środowisku geologicznym podczas budowy i eksploatacji obiektów budowlanych (Jakubicz, Łozińska, 1988 zmienione).

PRZYDATNOŚĆ GRUNTÓW I SKAŁ NA POTRZEBY BUDOWNICTWA - określenie właściwości gruntów i skał oraz opis procesów i zjawisk występujących w podłożu budowlanym, które mogą mieć wpływ na sposób posadowienia oraz na warunki wykonania i eksploatacji obiektów budowlanych i budowli na podstawie danych archiwalnych i badań podłoża budowlanego, a także charakterystyka właściwości gruntów i skał jako materiału do wykonywania budowli ziemnych (Jakubicz, Łozińska., 1988 zmienione).

RYZYKO - to prawdopodobieństwo wystąpienia szkodliwych konsekwencji i oczekiwanych strat, które wynikają z interakcji pomiędzy naturalnymi lub wywołanymi przez człowieka zagrożeniami i podatnością narażonych elementów ekspozycji. Ryzyko można wyrazić posługując się poniższym algorytmem: $RYZYKO (risk) = ZAGROŻENIA (hazards) \times PODATNOŚĆ (vulnerability)$ (wg Klein, Jarva, 2008).

RYZYKO GEOLOGICZNE - to prawdopodobieństwo wystąpienia szkodliwych konsekwencji i oczekiwanych strat, które wynikają z interakcji pomiędzy naturalnymi lub wywołanymi przez człowieka zagrożeniami geologicznymi i podatnością narażonych elementów ekspozycji.

RYZYKO GEOTECHNICZNE - to prawdopodobieństwo wystąpienia szkodliwych konsekwencji i oczekiwanych strat, które wynikają z interakcji pomiędzy naturalnymi lub wywołanymi przez człowieka zagrożeniami geotechnicznymi i podatnością narażonych elementów ekspozycji.

STOPIEŃ ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO - liczbowy wskaźnik dokładności rozpoznania podłoża budowlanego wyrażony, jako liczba punktów dokumentacyjnych przypadających na obiekt budowlany/obszar badań w zależności od skali mapy i stopnia skomplikowania warunków gruntowych/złożoności warunków geologiczno-inżynierskich.

WARUNKI BUDOWLANE - zespół cech charakteryzujących środowisko geologiczne na potrzeby budownictwa.

WARUNKI GEOLOGICZNE - zespół cech charakteryzujących sposób ułożenia i następstwo występowania skał i gruntów, ich litologiczno-petrograficzny charakter, wiek, genezę, tektonikę, a także ich cechy chemiczne, fizyczne i mechaniczne (Bażyński J. i in., 1969 zmienione).

WARUNKI GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIE - zespół cech charakteryzujących naturalne i sztuczne środowisko geologiczne pod względem morfologii, budowy geologicznej, tektoniki, sposobu i charakteru wykształcenia gruntów i skał, ich cech fizycznych i mechanicznych, występowania i charakteru wód podziemnych oraz zagrożeń geologicznych (Jakubicz, Łozińska, 1988 zmienione).

WARUNKI GEOMORFOLOGICZNE - zespół cech charakteryzujących formy ukształtowania powierzchni terenu oraz intensywność rzeźby w nawiązaniu do budowy geologicznej (Bażyński i in., 1969).

WARUNKI GEOTECHNICZNE (STOPIEŃ SKOMPLIKOWANIA WARUNKÓW GRUNTOWYCH, WARUNKI GRUNTOWE, WARUNKI WODNE, WARUNKI GRUNTOWO-WODNE) - złożoność warunków gruntowych i wodnych oraz występowanie niekorzystnych procesów i zjawisk geologicznych uzależniony od trzech czynników: rodzaju, ułożenia i wykształcenia warstw gruntów/skał w podłożu budowlanym, położenia zwierciadła wody podziemnej względem projektowanego poziomu posadowienia/wzmocnienia oraz możliwości wystąpienia niekorzystnych procesów i zjawisk geologicznych. W zależności od stopnia skomplikowania wydziela się następujące warunki gruntowe (Dz. U. 2012 poz. 463): proste, złożone, skomplikowane (Tabela 20). O stopniu skomplikowania warunków gruntowych decyduje najbardziej niekorzystny czynnik.

Tabela 20 Ocena stopnia skomplikowania warunków gruntowych (Dz. U. 2012 poz. 463 uzupełnione o skały)

Warunki geotechniczne Stopień skomplikowania	GRUNTOWE	WODNE	NIEKORZYSTNE PROCESY I ZJAWISKA GEOLOGICZNE
PROSTE	jednorodne, warstwy zalegające poziomo, wszystkie grunty poza gruntami mineralnymi słabonośnymi, organicznymi oraz nasypami niekontrolowanymi, skały twarde ($R_c > 5$ MPa) niespękane	Poziom zwierciadła (zwierciadeł) wody podziemnej z uwzględnieniem jego wahań i prognozy zmian występuje poniżej projektowanego poziomu posadowienia/wzmocnienia	brak
ZŁOŻONE	niejednorodne, warstwy nieciągłe, zmienne litologicznie i genetycznie, grunty mineralne słabonośne, grunty organiczne i nasypy niekontrolowane, skały twarde ($R_c > 5$ MPa) spękane, skały miękkie ($R_c \leq 5$ MPa) niespękane	Poziom zwierciadła (zwierciadeł) wody podziemnej z uwzględnieniem jego wahań i prognozy zmian występuje w poziomie lub ponad poziomem projektowanego posadowienia/ wzmocnienia	brak
SKOMPLIKOWANE	grunty ekspansywne (np. ility), grunty zapadowe (np. lessy), grunty obszarów dolinnych i deltowych, grunty na obszarach morskich, skały miękkie ($R_c \leq 5$ MPa) spękane, nieciągłe deformacje górotworu	Poziom zwierciadła (zwierciadeł) wody podziemnej z uwzględnieniem jego wahań i prognozy zmian występuje ponad poziomem projektowanego posadowienia/ wzmocnienia	kras osuwiska deformacje filtracyjne procesy kurzawkowe glacitektonika tektonika sejsmika obszary szkód górniczych

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE - zespół cech charakteryzujących wody podziemne i środowisko ich występowania (Bażyński i in., 1969).

ZAGROŻENIE - niebezpieczne zjawisko lub proces np.: podtopienie, powódź, osuwisko, trzęsienie

ziemi, upłynnienie, osiadanie, które może spowodować utratę życia, zdrowia, zniszczenie mienia, infrastruktury, zakłócenie funkcjonowania społeczeństwa, degradację środowiska, straty materialne.

ZAGROŻENIA GEOLOGICZNE (GEOZAGROŻENIA) - ZAGROŻENIA GEOLOGICZNE (GEOZAGROŻENIA) - naturalne procesy i zjawiska geologiczne lub wzbudzone przez działalność człowieka procesy i zjawiska antropogeniczne występujące w obrębie litosfery, hydrosfery bądź atmosfery, których oddziaływanie na ludzi, środowisko, mienie, a także na infrastrukturę powoduje negatywne skutki (straty i szkody).

ZAGROŻENIA GEOTECHNICZNE - spowodowane przez działalność człowieka procesy i zjawiska występujące w środowisku geologicznym, które wpływają na zachowanie się obiektu budowlanego powodując negatywne skutki (awaria, katastrofa) np.: błędy obliczeniowe, projektowe i techniczne, brak systemów zapobiegania zarówno w skali obiektu jak i planowania przestrzennego, brak prognozy długoterminowego zachowania się podłoża budowlanego (Rodriguez, 2010).

Załącznik 1.7 Terminologia dotycząca modelu geologicznego

DOŚWIADCZENIE PORÓWNYWALNE - udokumentowane lub w inny sposób jednoznacznie ustalone dane związane z podłożem budowlanym rozpatrywanym w projekcie, dotyczące tych samych rodzajów gruntów i skał, o podobnym spodziewanym zachowaniu oraz dotyczące podobnych konstrukcji (PN-EN 1997-1).

KLASYFIKACJA GRUNTÓW I SKAŁ - wydzielenie w podłożu budowlanym grup gruntów i skał na podstawie określonego kryterium posiadających określone granice, rozprzestrzenienie i charakterystykę. Grupy gruntów i skał w podłożu budowlanym wyróżnia się na podstawie jednej lub wielu cech, które zmieniają się w ustalonych granicach. Wydzielenia grup są różnego rzędu. Im wyższe wydzielenie tym większe zróżnicowanie profilu geologicznego. Z uwagi na różne kryteria w podłożu budowlanym wyróżnia się następujące wydzielenia (wymienione w hierarchii od najbardziej ogólnego do najbardziej szczegółowego):

KOMPLEKSY STRATYGRAFICZNE - wydzielenia grup gruntów i skał tego samego wieku - wydzielenie stratygraficzne.

SERIE GENETYCZNE - wydzielenia grup gruntów i skał tej samej genezy w obrębie kompleksu genetycznego - wydzielenie genetyczne.

WARSTWY LITOLOGICZNE - wydzielenia grup gruntów i skał tego samego rodzaju (tej samej frakcji głównej) w obrębie serii genetycznej - wydzielenie litologiczne.

WARSTWY GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIE - wydzielenia grup gruntów i skał o podobnych właściwościach (cechach) fizycznych i mechanicznych w obrębie warstwy litologicznej tj. po uwzględnieniu stratygrafii, genezy i litologii - wydzielenie geologiczno-inżynierskie.

WARSTWY GEOTECHNICZNE - wydzielenia grup gruntów i skał o zbliżonej charakterystyce wytrzymałościowej, podobnych parametrach mechanicznych i fizycznych oraz określonych wartościach charakterystycznych parametrów geotechnicznych zgodnie z PN-EN 1997- wydzielenie geotechniczne.

MODEL - aproksymacja rzeczywistości stworzona na potrzeby rozwiązania problemu (Parry i in., 2014).

MODEL PODŁOŻA BUDOWLANEGO – przybliżony obraz warunków budowlanych stworzony na potrzeby rozwiązania problemu (na podstawie Parry i in., 2014 zmodyfikowany oraz PN-EN 1997-2). W zależności od dokładności prezentowanego obrazu, ilości danych wejściowych, dokładności interpretacji i stopnia niepewności wyróżnia się 3 modele podłoża budowlanego:

MODEL GEOLOGICZNY KONCEPTUALNY - ogólny zarys warunków geologicznych. Model generowany na wczesnych etapach planowania inwestycji. Opracowywany na podstawie danych archiwalnych. Cechuje go stosunkowo wysoki stopień niepewności. Dostarcza podstawowych informacji na temat głównych jednostek geologicznych (stratygrafii, genezy i litologii), ich wzajemnego położenia oraz możliwości wystąpienia zagrożeń naturalnych i antropogenicznych w podłożu budowlanym (na podstawie Parry i in., 2014 zmodyfikowany oraz PN-EN 1997-2).

MODEL GEOLOGICZNY OBSERWACYJNY (MODEL GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI) - szczegółowa charakterystyka warunków geologicznych (geologiczno-inżynierskich). Model tworzony na podstawie danych uzyskanych bezpośrednio z badań podłoża budowlanego (wierceń, sondowań, badań geofizycznych, badań laboratoryjnych, środowiskowych itp.), do których zaprojektowania należy wykorzystać dane zebrane na etapie tworzenia modelu konceptualnego. Model powinien dostarczyć szczegółowej charakterystyki ilościowej wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich oraz szczegółową ocenę zagrożeń geologicznych w tym przede wszystkim procesów geodynamicznych w zakresie ich rodzaju, wielkości i prognozy ich postępu (na podstawie Parry i in., 2014 zmodyfikowany oraz PN-EN 1997-2).

MODEL GEOTECHNICZNY (MODEL ANALITYCZNY) - interpretacja warunków geotechnicznych opracowana na potrzeby przewidywania zachowania się podłoża budowlanego w trakcie budowy i eksploatacji obiektu. Przygotowywany na potrzeby obliczeń geotechnicznych i musi być dostosowany do przyjętego modelu obliczeniowego. W zależności od stopnia generalizacji, modele geotechniczne mogą znacznie różnić się od siebie w zależności od typu rozwiązywanego problemu. Parametryzacja wydzielonych warstw modelu powinna uwzględniać zmienność poszczególnych parametrów geotechnicznych w obrębie wydzielonych warstw oraz ich wpływ na możliwość wystąpienia stanów granicznych (wartości współczynników częściowych) (na podstawie Parry i in., 2014 zmodyfikowany oraz PN-EN 1997-2).

Załącznik 1.8 Terminologia dotycząca właściwości fizyczno-mechanicznych oraz parametrów geotechnicznych gruntów i skał

WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH X_k - ostrożne oszacowanie wartości decydującej o wystąpieniu stanu granicznego (PN-EN 1997-1).

WARTOŚCI MIERZONE – wartości, które są ustalane podczas badania.

WARTOŚCI OBLICZENIOWE PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH X_d - oceniane bezpośrednio lub wyprowadzane z wartości charakterystycznej za pomocą wzoru, gdzie γ_M to współczynnik częściowy (PN-EN 1997-1):

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M}$$

WARTOŚCI WYPROWADZONE PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH - wartości uzyskiwane z wyników badań, na podstawie teorii, korelacji albo doświadczenia (PN-EN 1997-2).

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNE GRUNTÓW I SKAŁ – cechy chemiczne, fizyczne, mechaniczne gruntów i skał, określane różnymi metodami, wykorzystywane do charakterystyki wydzielonych warstw w podłożu budowlanym.

WYNIKI BADAŃ - wykresy krzywych doświadczalnych albo wartości parametrów geotechnicznych. Szczegółowe zestawienie wyników badań znajduje się w załączniku „A” do PN-EN 1997-2.

Załącznik 1.9 Terminologia dotycząca geodezji, kartografii i teledetekcji

ARCHIWALNE MATERIAŁY GEODEZYJNO-KARTOGRAFICZNE - materiały i zbiory danych gromadzone w centralnej, wojewódzkiej oraz powiatowej części państwowego zasobu

geodezyjnego i kartograficznego na podstawie ustawy z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne oraz rozporządzenia Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 5 września 2013 r. w sprawie organizacji i trybu prowadzenia państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, w szczególności bazy danych, o których mowa w art. 4 ustawy Prawo geodezyjne i kartograficzne opracowane na podstawie danych pomiarowych starszych niż rok.

BEZZAŁOGOWY STATEK POWIETRZNY – statek powietrzny, który musi być wyposażony w takie same urządzenia umożliwiające lot, nawigację i łączność jak załogowy statek powietrzny wykonujący lot z widocznością (VFR) lub według wskazań przyrządów (IFR) w określonej klasie przestrzeni powietrznej. Odstępstwa mające zastosowanie w tym zakresie dla załogowych statków powietrznych stosuje się jednakowo do bezzałogowych statków powietrznych (UAV).

NIWELACJA PRECYZYJNA - pomiary geodezyjne mające na celu wyznaczenie wysokości punktów geodezyjnych względem przyjętego poziomu odniesienia, wykonywane przy użyciu niwelatorów precyzyjnych cechujących się błędem średnim mniejszym niż 2 mm/km.

NIWELACJA TECHNICZNA - pomiary geodezyjne mające na celu wyznaczenie wysokości punktów terenowych i geodezyjnych względem przyjętego poziomu odniesienia, wykonywane z wykorzystaniem instrumentów geodezyjnych (niwelator, tachimetr, odbiornik GNSS) zapewniających dokładność wyznaczenia przewyższająca w zakresie od 2 mm/km do 20 mm/km.

PAŃSTWOWY SYSTEM ODNIESIEN PRZESTRZENNYCH -jednolity dla całego kraju zbiór definicji i zasad umożliwiających precyzyjną i jednoznaczną lokalizację punktów na powierzchni Polski zdefiniowany poprzez: geodezyjny układ odniesienia określający geometryczne i geofizyczne parametry Ziemi (aktualnie PL-ETRF2000 oraz PL-ETRF89), układ wysokościowy (PL-KRON86-NH i PL-EVRF2007-NH) definiujący poziom odniesienia pomiarów wysokościowych oraz układy współrzędnych płaskich prostokątnych, w którym wyrażane jest położenie obiektów sytuacyjnych na płaszczyźnie mapy. W zależności od potrzeb, stosowane są następujące układy współrzędnych prostokątnych płaskich: PL-2000, PL-1992, PL-UTM, PL-LCC, PL-LAEA (Dz. U. 2017 poz. 2101, Dz. U. 2012 poz. 1247).

POMIAR I BADANIE TELEDETEKCYJNE - analizy jakościowe i ilościowe wykonane w oparciu o zdalnie pozyskane obrazy satelitarne i lotnicze. W ramach wytycznych obejmują wykorzystanie zakresu optycznego promieniowania elektromagnetycznego (promieniowanie widzialne, bliska i średnia podczerwień) oraz mikrofałe (pasma radarowe). Pomiary i badania teledetekcyjne prowadzone są na obrazach wieloczasowych na etapie wstępnego rozpoznania obszaru inwestycji, celem wykrycia potencjalnych zmian podłoża budowlanego zachodzących w przeszłości, celem wskazania miejsc potencjalnie nadmiernie zawilgoconych oraz zdobycia informacji o aktualnym pokryciu i użytkowaniu terenu.

POMIAR RTK GNSS - pomiary kinematyczne GNSS w czasie rzeczywistym dla których wykorzystywane są dane z pojedynczej stacji referencyjnej.

POMIAR RTN GNSS - pomiary kinematyczne GNSS czasu rzeczywistego dla których wykorzystywane są jednocześnie dane z wielu stacji referencyjnych.

POMIARY I BADANIA FOTOGRAMETRYCZNE - ogół czynności geodezyjnych prowadzonych w celu odtwarzania kształtów, rozmiarów i wzajemnego położenia obiektów w terenie na podstawie zdjęć fotogrametrycznych (fotogramów) pozyskanych w ramach obserwacji naziemnych lub lotniczych (w tym z poziomu bezzałogowych statków powietrznych).

POMIARY I BADANIA GEODEZYJNE - ogół czynności geodezyjnych prowadzonych w celu wyznaczenia położenia sytuacyjnego i wysokościowego określonych punktów lub elementów przestrzennych, a także wskazania położenia w terenie punktów projektowanych niezbędnych do realizacji projektu robót geologicznych. Pomiary i badania geodezyjne prowadzone są również w

ramach monitoringu zachowania podłoża budowlanego, terenów eksploatacji górniczej, obiektów inżynierskich lub osuwisk poprzez prowadzenie pomiarów przemieszczeń i odkształceń.

POZIOM ODNIESIENIA PL-EVRF2007-NH - geodezyjny układ wysokości normalnych, odniesiony do średniego poziomu Morza Północnego, wyznaczonego dla mareografu w Amsterdamie (Holandia).

POZIOM ODNIESIENIA PL-KRON86-NH - geodezyjny układ wysokości normalnych, odniesiony do średniego poziomu Morza Bałtyckiego, wyznaczonego dla mareografu w Kronsztadzie koło Sankt Petersburga (Federacja Rosyjska).

PRACE GEODEZYJNE - (Dz. U. 2017 poz. 2101) to:

- projektowanie i wykonywanie pomiarów: geodezyjnych, grawimetrycznych, magnetycznych oraz astronomicznych,
- projektowanie i wykonywanie zobrazowań lotniczych oraz zobrazowań satelitarnych,
- obliczanie lub przetwarzanie wyników pomiarów, opracowań i zobrazowań,
- tworzenie zbiorów danych, ortofotomapy oraz dokumentacji geodezyjnej na potrzeby postępowań administracyjnych, postępowań sądowych oraz czynności cywilnoprawnych związanych z nieruchomościami, a także wykonywanie opracowań geodezyjno-kartograficznych na potrzeby budownictwa.

PRACE KARTOGRAFICZNE - wykonywanie map topograficznych, map ogólnogeograficznych oraz kartograficznych opracowań tematycznych i specjalnych (Dz. U. 2017 poz. 2101).

RÓŻNICOWY FAZOWY ODBIORNIK GNSS – odbiornik posiadający możliwość uwzględniania korekt różnicowych dla obserwacji sygnału satelitarnego w którym mierzona jest faza sygnału nośnego. Odbiornik taki pozwala realizować pomiary w trybie RTK lub RTN. Różnicowe fazowe odbiorniki GNSS zapewniają wyższą dokładność (przewidzianą dla typowych prac geodezyjnych) niż różnicowe kodowe odbiorniki GNSS.

RÓŻNICOWY KODOWY ODBIORNIK GNSS - odbiornik posiadający możliwość uwzględniania korekt różnicowych dla obserwacji kodów nakładanych na sygnał satelitarny (w tym odbiorniku **nie** jest mierzona faza sygnału nośnego). Odbiornik taki pozwala realizować pomiary w trybie DGPS. Pomiary różnicowym kodowym odbiornikiem GNSS znajdują zastosowanie przede wszystkim w nawigacji, turystyce oraz gromadzeniu danych dla systemów GIS. Różnicowy kodowy odbiornik GNSS **nie może** być używane w pracach dla których wymagane lub konieczne jest, ze względu na wymogi dokładnościowe, stosowanie różnicowych fazowych odbiorników GNSS.

SKALA - stosunek długości odcinka na mapie do długości poziomej odpowiadającego mu odcinka terenowego. Skalę przedstawiamy w postaci ułamka zwykłego 1:M, którego licznik oznacza jednostkę miary mapy, zaś mianownik liczbę tych samych jednostek w terenie. Skala jest tym większa im mniejszy jest jej mianownik (np. skala 1:500 jest większa od skali 1:10000). Z wielkością skali związana jest dokładność mapy. Oko ludzkie ocenia wielkości liniowe z dokładnością 0,1 mm, dlatego też długość w terenie odpowiadająca wielkości liniowej 0,1 mm na mapie nazywamy dokładnością danej skali. Skala jest jednym z podstawowych kryteriów podziału map. Z tego względu mapy dzielimy na: wielkoskalowe (skale 1:250-1:5000), średnioskalowe (skale 1:10000-1:50000) oraz małoskalowe (skale 1:100000 i mniejsze).

SKANOWANIE LASEROWE - metoda obrazowania powierzchni terenu, polegającą na pomiarze odległości między obiektem objętym pomiarem a urządzeniem (skanerem), zainstalowanym na statku powietrznym, pojeździe lądowym lub stanowisku stacjonarnym, emitującym i odbierającym impulsy laserowe odbite od tego obiektu, z jednoczesnym wyznaczaniem współrzędnych przestrzennych (x, y, H), określających położenie tego urządzenia w przestrzeni, oraz kierunku

promienia laserowego w momencie wysłania impulsu. Metoda skanowania laserowego może być wykorzystywana, jako metoda do prowadzenia geodezyjnych wysokościowych pomiarów terenowych lub jako metoda do prowadzenia geodezyjnych sytuacyjnych i wysokościowych pomiarów fotogrametrycznych.

UKŁAD 1942 - państwowy układ współrzędnych wprowadzony w roku 1953 i oficjalnie obowiązujący do połowy lat 60.

UKŁAD 1965 - państwowy układ współrzędnych wprowadzony w roku 1968 i oficjalnie obowiązujący do końca 2009 r.

UKŁAD BOROWA GÓRA - układ współrzędnych płaskich wprowadzony przez Wojskowy Instytut Geograficzny w 1936 r. i obowiązujący do 1952 r.

UKŁAD GUGiK'80 - układ współrzędnych wprowadzony w 1980 r. dla potrzeb sporządzania map topograficznych w skalach 1:25 000 i mniejszych.

UKŁAD PL-1992 - układ współrzędnych wprowadzony w 2000 r., stosowany na potrzeby wydawania standardowych opracowań kartograficznych w skalach od 1:10 000 do 1:250 000.

UKŁAD PL-2000 - układ współrzędnych wprowadzony w 2000 r., stosowany na potrzeby wykonywania map wielkoskalowych (większych od 1:10 000), a w szczególności mapy ewidencyjnej i zasadniczej.

UKŁAD PL-LAEA - układ współrzędnych wprowadzony w 2012 r., stosowany dla potrzeb analiz przestrzennych i sprawozdawczych na poziomie ogólnoeuropejskim.

UKŁAD PL-LCC - układ współrzędnych wprowadzony w 2012 r., stosowany na potrzeby wydawania map w skali 1:500 000 i mniejszych.

UKŁAD PL-UTM - układ współrzędnych wprowadzony w 2012 r., stosowany na potrzeby wydawania standardowych opracowań kartograficznych w skalach od 1:10 000 do 1:250 000, wydawania map morskich oraz wydawania innych map przeznaczonych na potrzeby bezpieczeństwa i obronności państwa.

Załącznik 1. 10 Terminologia dotycząca budownictwa

BUDOWA DROGI - wykonywanie połączenia drogowego między określonymi miejscami lub miejscowościami, a także jego odbudowę i rozbudowę (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

BUDOWNICTWO DROGOWE - część budownictwa komunikacyjnego, drogi kołowe wraz z dworcami, skrzyżowania dróg, mosty, obiekty ich zaplecza technicznego (http://zasoby.open.agh.edu.pl/~08tszymanski/data/podzial_budownictwa.html).

DROGA - budowla wraz z drogowymi obiektami inżynierskimi, urządzeniami oraz instalacjami, stanowiąca całość techniczno-użytkową, przeznaczoną do prowadzenia ruchu drogowego, zlokalizowana w pasie drogowym (Dz. U. 2017 poz. 2222).

DROGOWY OBIEKT INŻYNIERSKI (DOI) (OBIEKT INŻYNIERSKI (OI)) - obiekt budowlany spełniający wymagania rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. 2000 Nr 63 poz. 735 oraz Dz.U. 2010 nr 65 poz. 408 oraz Dz.U. 2012 poz. 608 oraz Dz.U. 2013 poz. 528 oraz Dz.U. 2014 poz. 858 oraz Dz.U. 2015 poz. 331). Do obiektów inżynierskich zalicza się: obiekty mostowe, tunele, przepusty i konstrukcje oporowe (Dz. U. 2017 poz. 2222).

INFRASTRUKTURA TECHNICZNA NIEZWIĄZANA Z DROGĄ - (Zarządzenie nr 17 GDDKiA) infrastruktura techniczna niezwiązana bezpośrednio z funkcjonowaniem drogi znajdująca się w pasie drogowym, do której należą w szczególności:

- linie elektroenergetyczne,
- linie telekomunikacyjne,
- przewody: kanalizacyjne (niesłużące do odwodnienia drogi), gazowe, ciepłownicze i wodociągowe,
- urządzenia wodnych melioracji,
- urządzenia podziemne specjalnego przeznaczenia,
- ciągi transportowe.

INNE OBIEKTY - (Zarządzenie nr 17 GDDKiA) są to obiekty budowlane lub przeszkody naturalne niezaliczane do obiektów drogowych i obiektów inżynierskich, takie jak:

- ciek i zbiorniki wodne wraz urządzeniami regulacyjnymi, spiętrzającymi i zabezpieczającymi,
- obiekty transportu liniowego: linie kolejowe, metro i linie tramwajowe, itp. nadziemne i podziemne.

KATEGORIA GEOTECHNICZNA OBIEKTU BUDOWLANEGO - kategoria zagrożenia bezpieczeństwa obiektu budowlanego ustalana w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz konstrukcji obiektu budowlanego, charakteryzujących możliwości przenoszenia odkształceń i drgań, stopnia złożoności oddziaływań, stopnia zagrożenia życia i mienia awarią konstrukcji, jak również od wartości zabytkowej lub technicznej obiektu budowlanego i możliwości znaczącego oddziaływania tego obiektu na środowisko (na podstawie rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 r. poz. 463) oraz PN-B-02479).

KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI LUB NAWIERZCHNIA - zespół odpowiednio dobranych warstw, którego celem jest rozłożenie naprężeń od kół pojazdów na podłoże budowlane nawierzchni oraz zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu jazdy pojazdów. Konstrukcja nawierzchni spoczywa na podłożu budowlanym. Określenia „konstrukcja nawierzchni” i „nawierzchnia” są równoznaczne i mogą być stosowane wymiennie (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

KONSTRUKCJA OPOROWA - budowla przeznaczona do utrzymywania w stanie stateczności nasypu lub wykopu (Dz. U. 2017 poz. 2222).

KORYTARZ DROGOWY - pas terenu pod nowe zamierzenie drogowe z uwzględnieniem regionalnych i lokalnych uwarunkowań geograficznych, przyrodniczych i społecznych (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

NASYP BUDOWLANY (fill wg PN-EN ISO 14688-1) – grunt antropogeniczny lub materiał skalny ułożony pod kontrolą inżynierską lub budowla ziemna ukształtowana z materiału gruntowego znajdująca się powyżej powierzchni terenu, powstała w wyniku robót budowlanych polegających na układaniu i zagęszczaniu kolejnych warstw materiału gruntowego/skalnego. Z uwagi na wysokość nasypu (H) wyróżnia się:

NASYP WYSOKI - gdy $H \geq 8$ m,

NASYP NISKI - gdy $H < 8$ m.

OBIEKT BUDOWLANY - budynek, budowla bądź obiekt małej architektury, wraz z instalacjami zapewniającymi możliwość użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem, wzniesiony z użyciem wyrobów budowlanych (Dz. U. 2017 poz. 1332). W przypadku drogownictwa oznacza budowlę stanowiącą całość techniczno-użytkową wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi. W drogownictwie występują obiekty drogowe i drogowe obiekty inżynierskie.

OBIEKT DROGOWY - obiekt drogowy zawiera, w zależności od potrzeb: jezdnie, dodatkowe pasy ruchu, pasy postojowe, pasy dzielące, pobocza, skarpy nasypów i wykopów, chodniki, ścieżki

rowerowe, torowisko tramwajowe, pasy zieleni, skrzyżowania i zjazdy, węzły drogowe, przejazdy drogowe i skrzyżowania z liniami kolejowymi wraz z konstrukcją, nawierzchnią i wyposażeniem technicznym dróg spełniającą wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jedn.: Dz.U. 2016 poz. 124) i przepisach odrębnych.

OBIEKT LINIOWY - obiekt budowlany, którego charakterystycznym parametrem jest długość, w szczególności droga wraz ze zjazdami, linia kolejowa, wodociąg, kanał, gazociąg, ciepłociąg, rurociąg, linia i trakcja elektroenergetyczna, linia kablowa nadziemna i, umieszczona bezpośrednio w ziemi, podziemna, wał przeciwpowodziowy oraz kanalizacja kablowa, przy czym kable w niej zainstalowane nie stanowią obiektu budowlanego lub jego części ani urządzenia budowlanego (Dz. U. 2017 poz. 1332).

OBIEKT MOSTOWY - budowla przeznaczona do przeprowadzenia drogi, samodzielnego ciągu pieszego lub pieszorowerowego, szlaku wędrówek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji nad przeszkodą terenową, w szczególności: most, wiadukt, estakada, kładka, półmost, przejście dla zwierząt, przejazd itd. (Dz. U. 2017 poz. 2222).

PAS DROGOWY - wydzielony liniami granicznymi grunt wraz z przestrzenią nad i pod jego powierzchnią, w którym są zlokalizowane droga oraz obiekty budowlane i urządzenia techniczne związane z prowadzeniem, zabezpieczeniem i obsługą ruchu, a także urządzenia związane z potrzebami zarządzania drogą (Dz. U. 2017 poz. 2222).

POZIOM NIWELETY ROBÓT ZIEMNYCH (Zarządzenie nr 17 GDDKiA):

- poziom górnej powierzchni gruntu nasypowego w nasypie, lub
- poziom górnej powierzchni gruntu rodzimego w wykopie, lub
- poziom górnej powierzchni warstwy ulepszonego podłoża budowlanego, o ile taka warstwa występuje.

Poziom niwelety robót ziemnych pokrywa się ze spodem konstrukcji nawierzchni.

PROCES INWESTYCYJNY - całość działań zmierzających do realizacji inwestycji budowlanej, od ustalenia warunków zabudowy, przez oddanie obiektu do użytkowania, jego eksploatację i likwidację (https://www.paih.gov.pl/prawo/proces_budowlany, zmodyfikowany).

PRZEBUDOWA DROGI - wykonywanie robót, w których wyniku następuje podwyższenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi, niewymagających zmiany granic pasa drogowego (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

PRZEPUST - budowla o przekroju poprzecznym zamkniętym, przeznaczona do przeprowadzenia cieków, szlaków wędrówek zwierząt dziko żyjących lub urządzeń technicznych przez nasyp drogi (Dz. U. 2017 poz. 2222).

REMONT DROGI - wykonywanie robót przywracających pierwotny stan drogi, także przy użyciu wyrobów budowlanych innych nieużyte w stanie pierwotnym (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

SKARPA - sztucznie ukształtowana i pochylona powierzchnia np. skarpa wykopu, skarpa nasypu.

TUNEL - budowla przeznaczona do przeprowadzenia drogi, samodzielnego ciągu pieszego lub pieszorowerowego, szlaku wędrówek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji przez przeszkodę terenową lub pod nią, w tym przejście podziemne (Dz. U. 2017 poz. 2222). Z uwagi na usytuowanie wysokościowe tunelu względem poziomu terenu oraz stosunek zagłębienia stropu (H) poniżej powierzchni terenu do dwukrotnej szerokości wyrobiska (B) wyróżnia się (Madryas C. i in., 2009):

TUNEL GŁĘBOKI - gdy stosunek $H/B \geq 5$,

TUNEL PŁYTKI - gdy stosunek $H/B < 5$.

UTRZYMANIE DROGI - wykonywanie robót konserwacyjnych, porządkowych i innych zmierzających do zwiększenia bezpieczeństwa i wygody ruchu, w tym także odśnieżanie i zwalczanie śliskości zimowej (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

WARIANT PRZEBIEGU PROJEKTOWANEJ DROGI - wydzielony liniami granicznymi teren wraz z przestrzenią nad i pod jego powierzchnią, w którym planuje się zlokalizować drogę oraz obiekty budowlane i urządzenia techniczne związane z prowadzeniem, zabezpieczeniem i obsługą ruchu, a także urządzenia związane z potrzebami zarządzania drogą (Dz. U. 2017 poz. 2222).

WYKOP - budowla ziemna ukształtowana w postaci sztucznie uformowanej otwartej przestrzeni poniżej powierzchni terenu, w wyniku robót budowlanych polegających na usunięciu z niej gruntu/skały. Z uwagi na głębokość wykopu (Z) wyróżnia się:

WYKOP GŁĘBOKI - gdy $Z \geq 5$ m,

WYKOP PŁYTKI - gdy $Z < 5$ m.

WYPOSAŻENIE TECHNICZNE DRÓG - (Zarządzenie nr 17 GDDKiA) do wyposażenia technicznego dróg należą m.in.:

- urządzenia odwadniające oraz odprowadzające wodę (rowy odwadniające drogę, urządzenia ściekowe, urządzenia do powierzchniowego odwodnienia placu, urządzenia do wgłębnego odwodnienia drogi, kanalizacja deszczowa, inne urządzenia wg rozwiązań indywidualnych),
- urządzenia oświetleniowe,
- obiekty i urządzenia obsługi uczestników ruchu (w tym: MOP, punkty kontroli samochodów ciężarowych, MPO, zatoki postojowe, zatoki autobusowe, perony tramwajowe, pętle autobusowe, place do zawracania, mijanki, przejścia dla pieszych),
- obwoły utrzymania,
- urządzenia techniczne drogi (w tym: bariery ochronne, osłony energochłonne, ogrodzenia, osłony przeciwoślnościowe, osłony przeciwwietrzne, stałe przejazdy awaryjne, pasy technologiczne),
- urządzenia bezpieczeństwa i organizacji ruchu,
- ekrany akustyczne, przejścia dla zwierząt,
- urządzenia infrastruktury znajdujące się w pasie drogowym niezwiązane z drogą.

ZBOCZE - naturalnie ukształtowana i nachylona powierzchnia np.: zbocze doliny, zbocze wysoczyzny, zbocze góry.

Załącznik 1. 11 Terminologia dotycząca badań terenowych i laboratoryjnych

ARTEZYJSKIE ZWIERCIADŁO WÓD PODZIEMNYCH - określenie techniczne, zwierciadło wód podziemnych ustabilizowane powyżej powierzchni terenu wyrażone w [m n. p. m.] lub w [m n. p. t].

GLEBA - przypowierzchniowa strefa gruntu/zwietrzanej skały przeobrażona działalnością roślin, drobnoustrojów, zwierząt i człowieka. Składa się m.in. ze składników mineralnych i humusu.

GRUNT (SOIL wg PN-EN ISO 14688-1) – zbiór minerałów i/lub materii (substancji) organicznej, który można zdeintegrować w wodzie przy pomocy rąk. Pojęcie jest również stosowane do gruntów antropogenicznych składających się z materiału wykazującego podobne właściwości ale przerobionego lub wykonanego sztucznie, np. nasyp budowlany, kruszywo skalne, odpady kopalniane (skała płona). Grunt może być rezultatem wietrzenia skał i mieć strukturę lub/i teksturę skały ale mniejszą wytrzymałość niż skała.

GRUNT ANTROPOGENICZNY (ANTHROPOGENIC SOIL wg PN-EN ISO 14688-1) - grunt

przemieszczony w wyniku działalności człowieka, który dzieli się na grunt naturalny oraz grunt wytworzony z materiałów sztucznych.

GRUNT ODTWORZONY (MADE GROUND/RECONSTITUTED SOIL wg PN-EN ISO 14688-1) – grunt antropogeniczny lub materiał skalny ułożony bez kontroli inżynierskiej.

GRUNT ORGANICZNY (ORGANIC SOIL wg PN-EN ISO 14688-1) – grunt zawierający wysoką zawartość szczątków roślinnych i/lub organicznej materii odzwierzęcej oraz produkty ich przetworzenia. Grunty organiczne wykazują z reguły niską gęstość i wysoką wilgotność.

GRUNT SŁABY - grunt o dużej ściśliwości i/lub małej wytrzymałości na ścinanie i/lub podatny na zmiany wilgotności, na którym nie można posadzić budowli bez zastosowania specjalistycznych robót geotechnicznych z uwagi na możliwość przekroczenia stanów granicznych nośności i/lub stanów granicznych użyteczności. Umownie przyjmuje się, że do gruntów słabych zalicza się: grunty organiczne (namuły, torfy, gytie, kredę jeziorną), grunty drobnoziarniste w stanie gorszym niż plastyczny, grunty bardzo i gruboziarniste w stanie luźnym, grunty antropogeniczne poza gruntami w nasypach budowlanych. Określany często, jako: grunt słabonośny, grunt nienadający się do posadowienia lub grunt nienośny.

HUMUS - substancje organiczne (próchnicze) nagromadzone w glebie wskutek działalności organizmów oraz obumierania i rozkładu roślin i zwierząt, a także produkty ich przetworzenia. Humus to składnik gleby.

HYDROWĘZEŁ - zespół składający się z otworu hydrogeologicznego pompowego (studni) i otworów obserwacyjnych (piezometrów) służących do przeprowadzenia pompowania badawczego (próbnego pompowania) (Kleczkowski A. i in., 1997).

KATEGORIA METODY POBIERANIA PRÓB GRUNTU/SKAŁY - klasyfikacja metod pobierania prób gruntu/skały z uwagi na klasę jakości (PN-EN 1997-2, PN-EN ISO 22475-1).

KLASA JAKOŚCI (PRÓBY) - klasyfikacja, na podstawie której w laboratorium oszacowana jest jakość próby gruntu/skały (PN-EN 1997-2). Wyróżnia się pięć klas jakości prób gruntu i skał.

MASYW SKALNY - 1) skała *in situ* wraz z nieciągłościami i strefami wietrzenia (PN-EN ISO 14689); 2) element strukturalny górotworu. Tworzy go zespół różnych złóż skalnych, uformowanych w wyniku różnorodnych procesów skałotwórczych i tektonicznych. W całości jest ośrodkiem *in situ* zawierającym powierzchnie uwarstwienia, fałdy, uskoki, pęknięcia i inne strukturalne cechy. Można przyjąć, że w przypadku prowadzenia działalności górniczej lub budowlanej na mniejszą skalę (działalność związana z budownictwem podziemnym) miejscem tej działalności będzie maszyw skalny (Tajduś A. i in., 2012).

NAWIERCONE ZWIERCIADŁO WÓD PODZIEMNYCH - określenie techniczne, głębokość na której natrafiono w otworze wiertniczym na zwierciadło wód podziemnych wyrażone w [m n. p. m.] lub w [m].

OTWÓR WIERTNICZY - otwór określonej średnicy i głębokości wykonany w dowolnych utworach geologicznych z zastosowaniem wiercenia.

PIEZOMETR (OTWÓR OBSERWACYJNY) – urządzenie, w hydrogeologii najczęściej małosrednicowy otwór, służące do pomiaru wysokości ciśnienia piezometrycznego w określonym punkcie warstwy wodonośnej (a tym samym wysokości hydraulicznej). Pomiar polega bądź na pomiarze ciśnienia p i przeliczeniu go na wysokość ciśnienia p/γ jako składowej wysokości hydraulicznej, bądź na bezpośrednim pomiarze wysokości hydraulicznej (a więc rzędnej zwierciadła), jeśli dotyczy to zwykłych, niezmineralizowanych wód podziemnych. (Kleczkowski, Rózkowski [red], 1997. Słownik Hydrogeologiczny).

POBIERANIE PRÓB GRUNTU/SKAŁY - wydobywanie prób gruntu/skały z otworu wiertniczego

za pomocą wiercenia.

POLETKO BADAWCZE - fragment obszaru badań przeznaczony do badań podłoża budowlanego w celach doświadczalnych np.: wyznaczenie korelacji wyników badań i wartości wyprowadzonych.

POMIARY I BADANIA HYDROGEOLOGICZNE - badania terenowe i laboratoryjne, które umożliwiają charakterystykę warunków hydrogeologicznych w formie map, przekrojów, tabel i opisu tekstowego.

POWIERZCHNIOWA WARSTWA GLEBY (TOPSOIL or HUMUS wg PN-EN ISO 14688-1) – szczątki roślin, żywych organizmów i ich odchodów razem ze składnikami nieorganicznymi.

PRÓBA - porcja gruntu albo fragment skały pobrana z podłoża budowlanego przy zastosowaniu odpowiednich technik pobierania (PN-EN 1997-2).

PRÓBKA - część próby gruntu lub skały używana w badaniach (testach) laboratoryjnych (PN-EN 1997-2).

PRÓBNE POMPOWANIE (pompowanie badawcze) - pompowanie w studni (otworze hydrogeologicznym pompowym) w hydrowężle z obserwacjami wydatków w studni i stanów w piezometrach (otworach obserwacyjnych).

PUNKT DOKUMENTACYJNY - miejsce, w którym dokonuje się bezpośrednich obserwacji, pomiarów i badań, charakteryzujących podłoże budowlane np.: obserwacja powierzchniowa, węzeł badawczy, wiercenie, sondowanie, szurf, szybik, wykop, wyrobisko, odsłonięcie, odkrywka, piezometr, studnia, źródło, wysięk, miejsca przeprowadzenia badań geofizycznych itp.

SĄCZENIE - określenie techniczne - głębokość, na której natrafiono w otworze wiertniczym na warstwę mokrych lub nawodnionych gruntów i nie jest możliwy pomiar położenia zwierciadła wody podziemnej, wyrażona w [m n. p. m.] lub w [m], poniżej której występuje warstwa słabo przepuszczalna.

SKAŁA (ROCK wg PN-EN ISO 14689) – naturalnie występujące nagromadzenie lub zbiór ziaren mineralnych, kryształów lub cząstek mineralnych zagęszczonych, scementowanych lub w inny sposób powiązanych ze sobą, których nie można zdeintegrować w wodzie za pomocą rąk. Skały o wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie mniejszej niż 0,6 MPa należy klasyfikować i opisywać jak grunty (PN-EN ISO 14689). Skała posiada generalnie większą wytrzymałość niż grunt.

SWOBODNE ZWIERCIADŁO WÓD PODZIEMNYCH - określenie techniczne, głębokość na której natrafiono w otworze wiertniczym na zwierciadło wód podziemnych, które nie wykazuje zmian w położeniu wyrażone w [m n. p. m.] lub w [m]. Szczególnym przypadkiem jest sączenie.

SZYBIK - wykop o pionowych lub bardzo stromych ścianach, o głębokości większej niż 5 m wykonany w celu określenia warunków gruntowych *in situ*, pozyskania próbek lub przeprowadzenia badań.

USTABILIZOWANE ZWIERCIADŁO WÓD PODZIEMNYCH - określenie techniczne, głębokość na którą wzniosło się i nie zmieniło swojego położenia zwierciadło wód podziemnych stwierdzone w otworze wiertniczym wyrażone w [m n. p. m.] lub w [m].

WĘZEŁ BADAWCZY - to punkt dokumentacyjny, który składa się z minimum jednego wiercenia i jednego sondowania.

WIERCENIE - 1) drążenie w podłożu budowlanym otworu cylindrycznego (otwór wiertniczy) za pomocą różnych technik wiertniczych. Z uwagi na techniki wiertnicze wyróżnia się wiercenia: mechaniczne, ręczne, udarowe, obrotowe (rotacyjne), okrętne, wibracyjne, suche, płuczkowe, rdzeniowe, kierunkowe. Z uwagi na cel, wiercenia dzielimy na: wiercenia geologiczno-inżynierskie, wiercenia geotechniczne, wiercenia hydrogeologiczne, wiercenia złożowe, wiercenia

środowiskowe, wiercenia kartograficzne itp. 2) proces, podczas którego wykonywany jest otwór wiertniczy w dowolnych utworach geologicznych, realizowany metodą obrotową, obrotowo-udarową, udarową lub wrzutową w dowolnym założonym kierunku w stosunku do urządzenia wiertniczego.

WIERCENIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE – wiercenie wykonywane na potrzeby badań geologiczno-inżynierskich.

WIERCENIE GEOTECHNICZNE - wiercenie wykonywane na potrzeby badań geotechnicznych.

WIERCENIE HYDROGEOLOGICZNE - wiercenie wykonywane na potrzeby badań hydrogeologicznych.

WIERCENIE MAŁOŚREDNICOWE - wiercenie w gruncie o średnicy większej niż 30 mm i mniejszej niż 80 mm.

WYKOP BADAWCZY (SZURF) - wykop wykonany w celu określenia warunków gruntowych *in situ*, pozyskania próbek lub przeprowadzenia badań.

ZWIETRZELINA (POKRYWA ZWIETRZELINOWA) - produkt procesów wietrzeniowych określany, jako strefa zmian wietrzeniowych, charakteryzująca się osłabieniem spójności gruntu/skały, zmianą jej barwy i przeobrażeniami tekstury (Migoń, 2009).

Załącznik 1.12 Terminologia dotycząca graficznego przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego

KARTA OBSERWACJI TERENOWYCH - przedstawia w sposób graficzny, opisowy i tabelaryczny, w odpowiedniej, czytelnej skali wyniki obserwacji terenowych. Zaleca się, żeby karta obserwacji terenowych posiadała także ogólne informacje o lokalizacji, inwestorze, wykonawcy badań podłoża budowlanego i rodzaju wiercenia.

KARTA SONDOWANIA - przedstawia w sposób graficzny i opisowy, w odpowiedniej, czytelnej skali profile pionowe sondowań wraz z wynikami pomiarów oraz ich interpretacją, litologią, nazwą sondowania, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania sondowania. Zaleca się, żeby karta sondowania posiadała także ogólne informacje o lokalizacji sondowania (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy badań podłoża budowlanego i rodzaju sondowania.

KARTA OTWORU WIERTNICZEGO - przedstawia w odpowiedniej, czytelnej skali profile pionowe odwierconych gruntów i skał wraz z ich litologią, stratygrafią, genezą, poziomem nawierconych i ustalonych zwierciadeł wód podziemnych, nazwą otworu, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania wiercenia. Zaleca się, żeby karta otworu posiadała także ogólne informacje o lokalizacji wiercenia (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy badań podłoża budowlanego i rodzaju (techniki) wiercenia.

KARTA WYNIKÓW BADAŃ LABORATORYJNYCH - przedstawia w sposób graficzny, opisowy i tabelaryczny, w odpowiedniej, czytelnej skali pomiary i wyniki badań laboratoryjnych oraz ich interpretację. Zaleca się, żeby karta wyników badań laboratoryjnych posiadała także ogólne informacje o lokalizacji, inwestorze, wykonawcy badań podłoża budowlanego, powołanie na normę/procedurę badawczą i jej punkt, według którego badanie zostało wykonane, imiona i nazwiska osób wykonujących badanie, datę wykonania.

KARTA WYNIKÓW BADAŃ TERENOWYCH - przedstawia w odpowiedniej, czytelnej skali wyniki badań terenowych wraz z ich rodzajem, nazwą punktu dokumentacyjnego, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania. Zaleca się, żeby karta badań posiadała także ogólne informacje o lokalizacji badań (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy badań podłoża budowlanego i rodzaju wiercenia.

MAPA - odwzorowany na płaszczyźnie obraz powierzchni Ziemi przedstawiony w pomniejszeniu

w sposób umowny, a jednocześnie matematycznie określony, na którym za pomocą ustalonego katalogu znaków oddaje się wybraną treść. Mapa jest podstawowym źródłem informacji dotyczącej przestrzennego rozmieszczenia przedmiotów i zjawisk występujących w terenie. Podstawowym kryterium klasyfikacji map jest ich treść (z tego względu mapy dzieli się na ogólnogeograficzne oraz tematyczne). Standardowymi mapami, tworzonymi na podstawie odpowiednich zbiorów danych zawartych w bazach danych, są (Dz. U. 2017 poz. 2101): mapy ewidencyjne w skalach: 1:500, 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000; mapy zasadnicze w skalach: 1:500, 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000; mapy topograficzne w skalach: 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000; mapy ogólnogeograficzne w skalach: 1:250 000, 1:500 000, 1:1 000 000.

MAPA DO CELÓW PROJEKTOWYCH - opracowanie kartograficzne niezbędne do wykonania projektu budowlanego, na bazie, którego wykonywany jest projekt zagospodarowania działki lub terenu. Sporządzana jest na kopii aktualnej mapy zasadniczej lub na mapie jednostkowej przyjętej do PZGiK. Ponadto zawiera informacje o liniach rozgraniczających tereny o różnym przeznaczeniu, linie zabudowy oraz osie ulic, dróg itp. (jeżeli zostały ustalone w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego lub w decyzji o ustaleniu warunków zabudowy i zagospodarowania terenu), usytuowaniu zieleni wysokiej ze wskazaniem pomników przyrody, służebnościach gruntowych oraz o obiektach i szczegółach wskazanych przez projektanta potrzebnych do wykonania projektu. Obejmuje swym zakresem teren planowanej inwestycji oraz obszar otaczający ten teren w pasie, co najmniej 30 m (Dz. U. 1995 nr 25 poz. 133 oraz Dz. U. 2011 nr 263 poz. 1572).

MAPA DOKUMENTACYJNA - mapa przedstawiająca lokalizację i rodzaj poszczególnych badań (wiercenia, sondowania, odślonięcia, geofizyka itd.), przebieg wykonanych na ich podstawie przekrojów geologicznych oraz inne elementy istotne ze względu na charakter inwestycji drogowej.

MAPA EWIDENCYJNA - standardowe opracowanie kartograficzne sporządzane w skalach 1:500, 1:1000, 1:2000 oraz 1:5000 tworzonych na podstawie zbiorów danych zawartych w bazie danych ewidencji gruntów i budynków. Treścią mapy ewidencyjnej są granice działek ewidencyjnych (jak również państwa, jednostek podziału terytorialnego państwa, jednostek ewidencyjnych oraz obrębów), punkty graniczne, kontury użytków gruntowych oraz klas bonitacyjnych oraz obrysy budynków. Mapy te wykonuje się w kroju arkuszowym, którego schemat podziału jest indywidualnie dobrany dla każdego obrębu ewidencyjnego.

MAPA GEOLOGICZNA - opracowanie kartograficzne zaliczane do klasy map tematycznych (grupy map fizjograficznych). Przedstawia budowę geologiczną danego terenu, a więc obszary występowania poszczególnych typów utworów geologicznych, kierunki nachylenia warstw skalnych, przebieg uskoków itp. Powstaje poprzez zrzutowanie pionowe na podkład mapowy granic geologicznych, może być wykonana na wybranej głębokości (na cięciu). Podkładem jest mapa sytuacyjno-wysokościowa powstała na bazie materiałów z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (mapy topograficzne, mapy zasadnicze i inne). Ze względu na skalę mapy geologiczne dzielimy na: ogólne (1:1 000 000 i poniżej), przeglądowe (1:100 000 - 1:500 000), szczegółowe (1:10 000 - 1:50 000) oraz plany geologiczne (1:5 000 i powyżej). Wydzielenia geologiczne oznaczane są odpowiednimi kolorami, najczęściej kolory te odzwierciedlają wiek skał. Jednakże stosuje się szereg innych, specjalnych map, w których kolor ma inne znaczenie. Przykładem jest mapa złożowa, geologiczno-inżynierska, hydrogeologiczna, geośrodowiskowa, geofizyczna itp.

MAPA GEOMORFOLOGICZNA - przedstawiająca rozmieszczenie i zasięg form rzeźby terenu, ich pochodzenie i wiek. Zwykle są to opracowania drobnoskalowe w skalach mniejszych niż 1:50 000.

MAPA GLEBOWO-ROLNICZA - mapa zawierająca klasy gleby, kompleksy przydatności rolniczej

gleb.

MAPA HYDROGEOLOGICZNA - mapa przedstawiająca w nawiązaniu do morfologii, hydrografii i litologii warunki występowania i rozprzestrzeniania wód podziemnych oraz ich dynamiki, właściwości fizykochemicznych i jakości. W zależności od potrzeb, może być wykonana w dwóch wersjach, tj. mapy głębokości występowania wód podziemnych (mapa hydroizobat) lub mapy hydroizohips.

MAPA LOKALIZACYJNA - mapa w skali obejmującej cały obszar badań w razie potrzeb rejon i region, przedstawiająca m.in. lokalizację terenu inwestycji drogowej, jego sąsiedztwo, granice administracyjne i lokalizację względem dróg, miejscowości i hydrografii.

MAPA OSIADANIA TERENU - mapa przedstawiająca przestrzenny zasięg i wielkość historycznych, pomierzonych lub prognozowanych osiadań terenu.

MAPA ROZKŁADU WILGOTNOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO - mapa przedstawiająca rozkład przestrzenny wilgotności powierzchniowej warstwy gruntu/gleby.

MAPA SYTUACYJNO-WYSOKOŚCIOWA - opracowanie kartograficzne na treść, którego składa się rozmieszczenie elementów terenowych znajdujących się na powierzchni Ziemi oraz wybranych charakterystycznych elementów związanych z formami rzeźby terenu, stanem wód powierzchniowych, a także zagospodarowaniem. Na mapie tej oprócz treści przedmiotowej umieszcza się rysunek warstwiczny oraz punktową charakterystykę wysokości wybranych elementów terenu. Mapy te powinny być wykonywane w odwzorowaniu równokątnym, zaś treść należy pozyskiwać za pomocą pomiarów sytuacyjno-wysokościowych w oparciu o osnowę geodezyjną w państwowym układzie współrzędnych płaskich.

MAPA TEMATYCZNA - opracowanie kartograficzne eksponujące kilka wybranych elementów treści ogólnogeograficznej, bądź określone zagadnienie społeczno-gospodarcze lub przyrodnicze. Przykładowymi mapami tematycznymi są mapy: sozologiczne, hydrologiczne czy też glebowo-rolnicze.

MAPA TOPOGRAFICZNA - 1) opracowanie kartograficzne o treści przedstawiającej elementy środowiska geograficznego powierzchni Ziemi i ich przestrzenne związki (Dz. U. 2017 poz. 2101); 2) standardowe opracowanie kartograficzne sporządzane w skalach 1:10 000, 1:25 000 oraz 1:50 000 tworzone na podstawie zbiorów danych zawartych w bazach o których mowa w art. 4 ust 1a oraz 1b ustawy Prawo geodezyjne i kartograficzne. Przedstawia w jednolitej konwencji umownych znaków i szczegółowych opisów wybrane elementy środowiska geograficznego powierzchni Ziemi (m.in. rzeźbę terenu, hydroografię, komunikację, osadnictwo, szatę roślinną itp. oraz niektóre zjawiska fizyczne, infrastrukturę i toponomastykę) i ich przestrzenne związki. Charakteryzuje się odrębną konstrukcją matematyczno-kartograficzną, posiada siatkę kilometrową, zunifikowaną szatę graficzną i objaśnienia pozaramkowe oraz jednolity krój arkuszy w danej serii (każdy arkusz w układzie sekcyjnym posiada godło pozwalające na ustalenie skali i jego lokalizację w określonym układzie współrzędnych). Mapy topograficzne ze względu na stopień szczegółowości dzielą się na: wielkoskalowe (skale 1:5 000 i 1:10 000), średnioskalowe (skale 1:25 000 i 1:50 000) oraz małoskalowe (skale 1:100 000, 1:200 000 i 1:500 000). Stanowią ważny materiał kartograficzny dla opracowań średnioskalowych map społeczno-gospodarczych i przyrodniczych (m.in. map geologicznych). Dzięki zachowaniu związków przestrzennych między obiektami terenowymi przedstawionymi na mapie, możliwe jest ustalenie odległości między nimi oraz odczytanie pozycji punktu w układzie współrzędnych geograficznych lub w państwowym układzie współrzędnych płaskich na podstawie siatki kilometrowej.

MAPA UŻYTKOWANIA I POKRYCIA TERENU - mapa przedstawiająca typy pokrycia naturalnego oraz użytkowania ziemi.

MAPA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH - syntetyczna mapa przedstawiająca istotne elementy niezbędne do charakterystyki geologiczno-inżynierskiej terenu i środowiska geologicznego wykonana na podstawie opisu i oceny warunków (Tabela 93): geomorfologicznych, geologicznych, hydrogeologicznych oraz zagrożeń geologicznych. Mapa może być wykonana w dwóch wersjach: jako mapa warunków geologiczno-inżynierskich (przedstawia ustalone warunki geologiczno-inżynierskie) lub mapa rejonizacji geologiczno-inżynierskiej (przedstawia ocenę warunków geologiczno-inżynierskich).

MAPA ZAGOSPODAROWANIA TERENU - mapa przedstawiająca historyczny, aktualny lub planowany rodzaj zagospodarowania terenu.

MAPA ZASADNICZA - 1) wielkoskalowe opracowanie kartograficzne, zawierające informacje o przestrzennym usytuowaniu: punktów osnowy geodezyjnej, działek ewidencyjnych, budynków, konturów użytków gruntowych, konturów klasyfikacyjnych, sieci uzbrojenia terenu, budowli i urządzeń budowlanych oraz innych obiektów topograficznych, a także wybrane informacje opisowe dotyczące tych obiektów (Dz. U. 2017 poz. 2101); 2) wielkoskalowe opracowanie kartograficzne zaliczane do klasy map tematycznych (grupy map gospodarczych). Zawiera informacje o przestrzennym usytuowaniu: punktów osnowy geodezyjnej, działek ewidencyjnych, budynków, konturów użytków gruntowych, konturów klasyfikacyjnych, sieci uzbrojenia terenu, budowli i urządzeń budowlanych oraz innych obiektów topograficznych, a także wybrane informacje opisowe dotyczące tych obiektów. Mapę zasadniczą tworzy się na podstawie odpowiednich zbiorów danych za pomocą systemów teleinformatycznych pozwalających na wykonanie zobrazowania kartograficznego w skalach bazowych 1:500, 1:1 000, 1:2 000 oraz 1:5 000. Zbiory danych to: bazy danych PRPOG, EGİB, GESUT, PRG, BDSOG oraz BDOT500. Mapa prowadzona jest w obowiązującym Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych, zaś jej treść pozyskiwana jest na podstawie pomiarów sytuacyjno-wysokościowych wykonanych w oparciu o państwową osnowę geodezyjną i przyjętych do Państwowego Zasobu Geodezyjny i Kartograficzny. Mapa ta jest podstawowym dokumentem PZGiK. Jest także najważniejszym materiałem kartograficznym stosowanym w gospodarce narodowej i materiałem źródłowym do sporządzania innych map pochodnych i tematycznych, jak również do aktualizacji mapy topograficznej.

MAPA ZASIĘGU GRUNTÓW ORGANICZNYCH - mapa przedstawiająca przestrzenny zasięg i miąższość gruntów organicznych.

MAPA ZJAWISK I PROCESÓW GEOLOGICZNYCH, GEODYNAMICZNYCH I ANTROPOGENICZNYCH - mapa obrazująca rozprzestrzenienie oraz rodzaj zjawisk i procesów naturalnych (np.: osuwiska, osiadanie zapadowe, kras, ekspansywność, podtopienia) lub wynikających z działalności człowieka (np.: szkody górnicze, szkody budowlane, drgania komunikacyjne, leje depresji) mogących mieć wpływ na inwestycję drogową.

MAPY GŁĘBOKOŚCI I/LUB MIĄŻSZOŚCI GRUNTÓW PROBLEMATYCZNYCH (ekspansywnych, zapadowych, luźnych, skrasowiałych itp.) - mapa przedstawiająca morfologię i głębokość położenia stropu i/lub miąższość gruntów problematycznych mogących stanowić problem dla inwestycji drogowej.

MAPY WYSTĘPOWANIA SUROWCÓW BUDOWLANYCH - mapa przedstawiająca położenie, rodzaj i zasoby złóż kopalin (piasek, kruszywo, grunty drobnoziarniste) przydatnych do realizacji inwestycji budowlanych, mapa ta może także zawierać prognozę możliwości wydobycia surowców. Podstawą wykonania mapy są: Bilans zasobów kopalin i wód w Polsce ...” - wydawany co roku przez PIG-PIB, dostępny w formie pdf, wfm, dokumentacje geologiczno-inżynierskie zgromadzone w Centralnym Archiwum Geologicznym lub w archiwach administracji geologicznej, pakiety informacyjne dla złóż surowców miejscowych zlokalizowanych w pobliżu

projektowanej autostrady A-4 w podziale na województwa, Geologiczno-Inżynierskie Konsorcjum Budowy Autostrad Sp. z o. o., strony internetowe w tym: System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych MIDAS, <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/MIDASGIS/start>, witryna Surowce mineralne Polski <http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce>, Centralna Ewidencja i Informacja o Działalności Gospodarczej CEIDG <https://prod.ceidg.gov.pl/ceidg.cms.engine/>, strony internetowe właścicieli złóż, kopalń, Urzędy Gmin, w których znajduje się informacja o udzielonych koncesjach na poszukiwanie i rozpoznanie kopalin lub wydobywanie kopalin ze złóż, wywiad środowiskowy i wizja lokalna.

NUMERYCZNY MODEL POKRYCIA TERENU (NMPT) - cyfrowa reprezentacja rzeźby terenu oraz obiektów znajdujących się na niej (budynków, roślinności, innych zdefiniowanych obiektów).

NUMERYCZNY MODEL TERENU (NMT) - numeryczna reprezentacja powierzchni terenu wraz z algorytmem interpolującym umożliwiającą określenie wysokości dowolnego punktu o znanych współrzędnych sytuacyjnych, odtworzenie kształtu powierzchni terenu a także określenie wielkości pochodnych do kształtu (spadku, krzywizny, ekspozycji).

ORTOFOTOMAPA - rastrowy, kartometryczny obraz terenu powstały w wyniku ortogonalnego przetworzenia zdjęć lotniczych lub scen satelitarnych.

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNO-GEOLOGICZNY - przekrój przedstawiający wyniki interpretacji badań geofizycznych z uwzględnieniem badań geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, hydrogeologicznych oraz relacji litologia - parametry geofizyczne określonej na podstawie badań ilościowych.

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNY - przekrój 2D przedstawiający wyniki badań geofizycznych; (może mieć charakter jakościowy lub ilościowy) odzwierciedlający zmienność budowy ośrodka geologicznego w oparciu o zróżnicowane właściwości fizycznych tego ośrodka. W pewnych przypadkach na jednym przekroju mogą być przedstawione wyniki badań kilku metod geofizycznych.

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI - przekrój geologiczny obrazujący na tle morfologii terenu oraz niwelety drogi układ warstw gruntów i skał oraz zwierciadła wody podziemnej, czyli interpretację budowy podłoża budowlanego na podstawie przeprowadzonych oraz archiwalnych badań terenowych i laboratoryjnych. Przekroje powinny posiadać zapewniającą czytelność, odpowiednie przewyższenie skali pionowej w stosunku do poziomej (zalecane przewyższenie 1:10 dla przekrojów drogowych, 1:1 dla obiektów mostowych, w przypadku obiektów mostowych długich dopuszcza się odstępstwa - Załącznik 18. 2), powinny przebiegać przez możliwie jak największą liczbę wydzielonych jednostek o różnych warunkach geologiczno-inżynierskich i powinny prezentować lokalizację punktów dokumentacyjnych wraz z ich rzędną, głębokością i odpowiednio opisanym profilem pionowym (litologia, stany gruntów, zwierciadło wody itd.).

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY - graficzne przedstawienie budowy geologicznej danego terenu wzdłuż zadanej płaszczyzny pionowej. Obrazuje następstwa wydzielonych warstw oraz ich wzajemne stosunki w oparciu o interpretację: materiałów archiwalnych, danych geologicznych zaobserwowanych bezpośrednio (np. wiercenia) oraz informacji uzyskanych pośrednio (np. badania geofizyczne), wprost na płaszczyźnie przecięcia lub w jej bliskim sąsiedztwie.

PRZEKRÓJ GEOTECHNICZNY - graficzne przedstawienie warunków geotechnicznych w podłożu budowlanym wzdłuż zadanej płaszczyzny pionowej, wykonany w odpowiedniej skali, zinterpretowany na podstawie wyników badań geotechnicznych i danych archiwalnych, zawiera informacje o poziomie posadowienia obiektu budowlanego.

PRZEKRÓJ HYDROGEOLOGICZNY - przekrój geologiczny przedstawiający warunki

hydrogeologiczne, wykonane w odpowiedniej skali, zinterpretowany na podstawie wierceń i danych z piezometrów oraz danych archiwalnych.

Załącznik 1. 13 Terminologia dotycząca dokumentów odnoszących się do badań podłoża budowlanego

DODATEK DO DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEJ (dDGI) - opracowanie sporządzane w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dodatek do Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (poza elementami wymaganymi w przypadku dokumentacji geologiczno-inżynierskiej) obejmuje opis przyczyn wykonania dodatku, zakres i wyniki wykonanych prac geologicznych i robót geologicznych oraz opis zmian w stosunku do danych przedstawionych w zatwierdzonej dokumentacji. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dodatku do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dodatek podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

DODATEK DO DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ (dDH) - opracowanie sporządzane w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej lub przyjętej Dokumentacji hydrogeologicznej. Dodatek do Dokumentacji hydrogeologicznej (poza elementami wymaganymi w przypadku dokumentacji geologiczno-inżynierskiej) obejmuje opis przyczyn wykonania dodatku, zakres i wyniki wykonanych prac geologicznych i robót geologicznych oraz opis zmian w stosunku do danych przedstawionych w zatwierdzonej dokumentacji. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dokumentacji hydrogeologicznej zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dodatek podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

DODATEK DO PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH (dPRG) - dokument, który stanowi podstawę wykonania kolejnego etapu robót geologicznych. Zawiera podsumowanie wyników robót geologicznych uzyskanych w poprzednim etapie oraz szczegółowe określenie rodzaju, zakresu i harmonogramu robót geologicznych, które mają być prowadzone w kolejnym etapie. Zawartość dodatku do projektu robót geologicznych określa rozporządzenie Ministra Środowiska (Dz. U. 2011 nr 288 poz. 1696, Dz. U. 2015 poz. 964). Dodatek do projektu robót geologicznych podlega procedurze administracyjnej (zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej) w efekcie której uzyskuje się decyzję oraz archiwizacji przez odpowiednie archiwa (powiatowe lub wojewódzkie). Jest wymagany do wykonania robót geologicznych na potrzeby opracowania dodatku do dokumentacji hydrogeologicznej lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA (DBP, ang. GIR - GROUND INVESTIGATION REPORT wg PN-EN 1997-2) - forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Dokument, który zgodnie z Polskimi Normami PN-EN 1997-1, PN-EN 1997-2, zawiera opis metodyki polowych i laboratoryjnych badań gruntów i skał, ich wyniki i interpretację, model geologiczny oraz zestawienie wyprowadzonych wartości danych geotechnicznych dla każdej warstwy (Dz. U. 2012 poz. 463). Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dokumentacji badań podłoża określa rozporządzenie w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463) oraz

norma PN-EN 1997-2. Dokumentacja badań podłoża powinna być poprzedzona programem badań, co określa norma PN-EN 1997-2. Dokumentacja badań podłoża nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej oraz archiwizacji.

DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA (DGI) - dokument, który ma charakter syntezy obejmującej wszystkie zebrane, zinterpretowane i ocenione wyniki badań oraz zebrane i przeanalizowane informacje o terenie inwestycji i terenach sąsiadujących. Zgodnie z ustawą prawo geologiczne i górnicze dokumentacja geologiczno-inżynierska szczegółowo określa budowę geologiczną, warunki geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne podłoża budowlanego oraz przydatność badanego obszaru do realizacji zamierzonej inwestycji. W przypadku, jeżeli dla inwestycji nie ma obowiązku sporządzenia raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, dokumentacja zawiera także informację o zagrożeniach zmian w środowisku, jakie mogą powstać na skutek realizacji, funkcjonowania i likwidacji inwestycji. Dokumentacje geologiczno-inżynierską sporządza się w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby m.in.: posadawiania obiektów budowlanych oraz posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dokumentacja geologiczno-inżynierska podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne. Dokumentacja geologiczno-inżynierska, jeżeli planowane są prace terenowe, poprzedzona jest wykonaniem projektu robót geologicznych zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2011 nr 288 poz. 1696, Dz. U. 2015 poz. 964). Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463) dokumentacje geologiczno-inżynierską opracowuje się w przypadku obiektów budowlanych zaliczonych do trzeciej kategorii geotechnicznej oraz do drugiej kategorii geotechnicznej w złożonych warunkach gruntowych. Dokumentacja może podlegać aktualizacji i uzupełnieniu na kolejnych etapach prac projektowych - w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej lub przyjętej DGI, zgodnie z obowiązującymi przepisami sporządza się Dodatek do Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

DOKUMENTACJA HYDROGEOLOGICZNA (DH) - dokument, który ma charakter syntezy obejmującej wszystkie zebrane, przetworzone, zinterpretowane, przeanalizowane i ocenione wyniki badań oraz zebrane i przeanalizowane informacje o terenie inwestycji i terenach sąsiadujących. Zgodnie z ustawą prawo geologiczne i górnicze dokumentacja hydrogeologiczna szczegółowo określa budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne badanego obszaru, warunki występowania wód podziemnych, w tym charakterystykę warstw wodonośnych określonych poziomów, podaje informacje przedstawiające skład chemiczny, cechy fizyczne oraz inne właściwości wód podziemnych, przedsięwzięcia niezbędne do ochrony środowiska, w tym dotyczące nieruchomości gruntowych, związane z działalnością, na potrzeby której jest sporządzana dokumentacja. Dokumentacje hydrogeologiczną sporządza się w celu określenia warunków hydrogeologicznych m.in.: w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dokumentacji hydrogeologicznej zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji

hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dokumentacja hydrogeologiczna podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne. Dokumentacja hydrogeologiczna, jeżeli planowane są prace terenowe, poprzedzona jest wykonaniem projektu robót geologicznych zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji. Dokumentacja hydrogeologiczna powinna obejmować wszystkie rozpatrywane warianty inwestycji i dostarczyć dane niezbędne do opracowania raportu oddziaływania na środowisko. Dokumentacja może podlegać aktualizacji i uzupełnieniu na kolejnych etapach prac projektowych - w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DH, zgodnie z obowiązującymi przepisami sporządza się dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej.

GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH - zakres czynności polegających na: zaliczeniu obiektu budowlanego do odpowiedniej kategorii geotechnicznej; zaprojektowaniu odwodnienia budowlanych; przygotowaniu oceny przydatności gruntów stosowanych w budowlach ziemnych; zaprojektowaniu barier lub ekranów uszczelniających; określeniu nośności, przemieszczeń i ogólnej stateczności podłoża budowlanego; ustaleniu wzajemnego oddziaływania obiektu budowlanego i podłoża budowlanego w różnych fazach budowy i eksploatacji, a także wzajemnego oddziaływania obiektu budowlanego z obiektami sąsiadującymi; ocenie stateczności zboczy, skarp wykopów i nasypów; wyborze metody wzmocnienia podłoża budowlanego i stabilizacji zboczy, skarp wykopów i nasypów; ocenie wzajemnego oddziaływania wód gruntowych i obiektu budowlanego; ocenie stopnia zanieczyszczenia podłoża budowlanego i doboru metody oczyszczania gruntów. Szczegółowe wymagania dotyczące geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych określa rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej (Dz. U. 2012 poz. 463).

OPINIA GEOTECHNICZNA (OG) - forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Dokument, który ustala przydatność gruntów na potrzeby budownictwa oraz wskazuje kategorię geotechniczną obiektu budowlanego dla obiektów budowlanych wszystkich kategorii geotechnicznych (Dz. U. 2012 poz. 463). Nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej oraz archiwizacji.

OPRACOWANIA GEODEZYJNO-KARTOGRAFICZNE - rozumie się przez to ogół dokumentacji, cyfrowych baz danych oraz map powstałych w wyniku realizacji pomiarów i badań geodezyjnych, w szczególności do podstawowych opracowań kartograficznych należą: mapa zasadnicza, mapa ewidencyjna, mapa ogólnogeograficzna oraz mapa topograficzna. Przez opracowania geodezyjno-kartograficzne rozumie się również dokumentację formalno-prawną dotyczącą nieruchomości pozwalającą na określenie granic prawa własności, a także zawierające dane dotyczące właścicieli nieruchomości, a w przypadku braku danych o właścicielach, danych osób i jednostek organizacyjnych, które tymi nieruchomościami władają. Wszelkie mapy i plany sytuacyjne opracowuje się w formie numerycznej w jednym z układów współrzędnych płaskich prostokątnych określonych w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych. Wszelkie odstępstwa od tej zasady polegające na rezygnacji z wersji numerycznej na rzecz innych form opracowań komputerowych (np. z wykorzystaniem map i planów rastrowych) są dopuszczalne wyłącznie za zgodą zamawiającego. Ponadto szczególnie preferowanymi opracowaniami są materiały geodezyjno-kartograficzne tzw. hybrydowe, które oprócz klasycznych map (mapa zasadnicza, ewidencyjna lub topograficzna) w kolejnych warstwach zawierają ortofotomapy, numeryczny model terenu, a

także miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego.

OPRACOWANIA TELEDETEKCYJNE - produkty przetwarzania obrazów teledetekcyjnych w tym ortofotomapy i cyfrowe modele terenu (NMT), na potrzeby tworzenia mapy morfologicznej, glebowo-rolniczej, rozkładu wilgotności podłoża budowlanego, użytkowania i pokrycia terenu.

PROGRAM BADAŃ GEOTECHNICZNYCH (PBG)/PROGRAM BADAŃ LABORATORYJNYCH (PBL)/PROGRAM BADAŃ POLOWYCH (PBP) - dokument, który stanowi podstawę wykonania badań laboratoryjnych i polowych na potrzeby opracowania dokumentacji badań podłoża. Program badań polowych zawiera plan z lokalizacją punktów badawczych, rodzaje badań, głębokość badań, rodzaje próbek do pobrania, rodzaj stosowanego sprzętu, stosowane normy oraz sposób wykonania pomiarów wody podziemnej. Program badań laboratoryjnych określa rodzaj i ilość badań laboratoryjnych w każdej wydzielonej warstwie. Szczegółową zawartość programów badań określa norma PN-EN 1997-2. Programy badań nie podlegają procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej oraz archiwizacji.

PROJEKT GEOTECHNICZNY (PG, ang. GDR - GEOTECHNICAL DESIGN REPORT wg PN-EN 1997-1) - forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Dokument, który zgodnie z Polskimi Normami PN-EN 1997-1, PN-EN 1997-2, zawiera prognozę zmian właściwości podłoża budowlanego w czasie, określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych, określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych, określenie oddziaływań od gruntu, przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża budowlanego, a w prostych przypadkach projektowego przekroju geotechnicznego, obliczenie nośności i osiadania podłoża budowlanego oraz ogólnej stateczności, ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów, specyfikację badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych, określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom, określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego (Dz. U. 2012 poz. 463). Szczegółowe wymagania dotyczące projektu geotechnicznego zawiera rozporządzenie w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463) oraz norma PN-EN 1997-1. Projekt geotechniczny nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej oraz archiwizacji.

PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH (PRG) - dokument, który stanowi podstawę wykonania robót geologicznych. Zawiera cel zamierzonych robót geologicznych, sposób jego osiągnięcia, rodzaj dokumentacji geologicznej, która powstanie w efekcie wykonania robót, harmonogram robót, przestrzeń objętą robotami oraz przedsięwzięcia konieczne z uwagi na ochronę środowiska. Szczegółową zawartość projektu robót geologicznych określa rozporządzenie Ministra Środowiska (Dz. U. 2011 nr 288 poz. 1696, Dz. U. 2015 poz. 964). Projekt robót geologicznych podlega procedurze administracyjnej (zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej) w efekcie której uzyskuje się decyzję oraz archiwizacji przez odpowiednie archiwa (powiatowe lub wojewódzkie). Jest wymagany do wykonania robót geologicznych na potrzeby opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub dokumentacji hydrogeologicznej.

STUDIUM GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE (SGI) - opracowanie studialne wykonywane na wstępnym etapie badań, którego głównym celem jest dostarczenie podstawowych i zgeneralizowanych informacji na temat podłoża budowlanego drogi przy wykorzystaniu materiałów archiwalnych oraz danych uzyskanych w wyniku wizji terenowej, kartowania

geologiczno-inżynierskiego uzupełnionych badaniami polowymi, w szczególności wierceniami i pracami geofizycznymi. Wymaga się, aby studium zawierało wstępne rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych oraz geotechnicznych, a także wskazywało zagrożenia geologiczne, które mogą znacząco wpływać na realizację inwestycji. Studium nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej. Opracowanie nie podlega aktualizacji na kolejnych etapach prac projektowych. Studium geologiczno-inżynierskie stanowi podstawę do wyboru najkorzystniejszego wariantu lokalizacji inwestycji, oszacowania kosztów realizacji inwestycji oraz opracowania raportu oddziaływania na środowisko.

Załącznik 1.14 Terminologia dotycząca systemów informacji przestrzennej (GIS) i baz danych o podłożu budowlanym

BAZA DANYCH GIS O PODŁOŻU BUDOWLANYM - cyfrowy zbiór informacji, który przechowuje podstawowe typy geometrii (w klasach obiektów): punkty, linie, poligony, opisy oraz inne elementy (trasy, topologia, relacje, sieci), jak również rastry, inne tabele z danymi opisowymi oraz powiązania między nimi. W przypadku bazy danych gromadzących informację o podłożu budowlanym wyróżnia się trzy zasadnicze typy geobaz: geobaza profesjonalna ArcSDE, geobaza plikowa oraz geobaza osobista. Gromadzenie wyników badań podłoża budowlanego w bazie danych umożliwia ich dalsze efektywne przetwarzanie, wizualizację oraz tworzenie dedykowanych aplikacji i raportów w celu uzyskania zintegrowanej informacji na potrzeby realizacji inwestycji drogowej (projektowanie, budowa, utrzymanie).

BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) - proces obejmujący tworzenie i zarządzanie cyfrowym odwzorowaniem fizycznych i funkcjonalnych cech obiektu budowlanego. Modele BIM to zestaw plików (zazwyczaj w standardowych formatach wymiany danych o zdefiniowanej zawartości), które mogą być pobierane i współdzielone przez uczestników procesu budowlanego w celu usprawnienia procesu decyzyjnego i projektowanego inwestycji. Obecnie oprogramowanie BIM wykorzystywane jest coraz częściej do projektowania i zarządzania procesem inwestycyjnym w projektach takich jak: obiekty infrastruktury drogowej, energetycznej, przesyłowej, obiekty hydrotechniczne, mostowe, portowe, tunele, i in.

DANE SUROWE - oryginalne, podstawowe dane rejestrowane i eksportowane z urządzeń pomiarowych w określonych formatach.

DOKUMENTACJA CYFROWA - opracowania związane z wykonywaniem badań podłoża budowlanego przedstawione formie dokumentu elektronicznego, który stanowi zbiór danych uporządkowanych w określonej strukturze wewnętrznej, o określonym nazewnictwie plików i katalogów, zapisany na informatycznym nośniku danych. Dokumentację cyfrową sporządza się w zstandaryzowanych formatach danych w celu łatwej wymiany i korzystania z danych (rozdział 8.7, rozdział 9).

GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM - GIS, SYSTEM INFORMACJI PRZESTRZENNEJ - SIP) - system informacyjny, służący do wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania i wizualizacji danych, którego jednym z głównych celów jest wspomaganie procesu decyzyjnego. GIS to baza danych zawierająca identyfikację zgromadzonych danych z uwzględnieniem ich położenia w przestrzeni (współrzędne x, y, H) oraz w czasie z uwzględnieniem ich geometrii (punkt, linia, poligon). Dane gromadzone w bazach danych przestrzennych GIS są to zarówno dane analogowe (mapy drukowane, materiały archiwalne - plany i dokumentacje, etc.) jak i cyfrowe (istniejące od początku swojego powstania w postaci binarnej, zarówno wektorowe jak i rastrowe - materiały CAD, ortofotomapy, zdjęcia satelitarne, wektorowe warstwy tematyczne SHP, klasy obiektów, topograficzna baza danych TBD, cyfrowe modele terenu DEM, etc.).

STANDARD WYMIANY DANYCH - zalecane formaty edytowalnych plików (danych), które umożliwiają łatwą wymianę dokumentów (danych) pomiędzy różnymi systemami, co zapewnia ich odczyt w dowolnym programie obsługującym standardowe formaty wymiany danych (np., niezależnie od tego, w jakim wcześniej zostały utworzone).

TABELA REFERENCYJNA - tabela (w formacie pliku cyfrowego *.xls lub *.txt) zawierająca podstawowe dane dotyczące położenia obiektów (punktów dokumentacyjnych) zawierająca m.in. współrzędne kartograficzne x, y, H, określenie typu wykonanych badań, identyfikację nazwy punktów dokumentacyjnych oraz zunifikowane nazewnictwo plików cyfrowych zawierających wyniki badań podłoża budowlanego. Tabela referencyjna jest podstawą do dokonania importu dokumentacji cyfrowej zawierającej wyniki badań do bazy danych GIS o podłożu budowlanym.

Załącznik 2 Zalecany katalog metod badawczych

W tabeli (Tabela 21) przedstawiono wymagania dotyczące doboru badań podłoża budowlanego na różnych etapach inwestycji drogowej.

Tabela 21 Katalog metod badawczych wraz z wymaganiami w zakresie doboru badań podłoża budowlanego w zależności od etapu inwestycji drogowej

Rodzaj badań podłoża budowlanego	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ	KP	PB	B	R/P	
		STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II			PB	B
Kartowanie hydrogeologiczne	NW	W	Z	Z	Z	Z	Z
Kartowanie geologiczno-inżynierskie w tym kartowanie na potrzeby oceny masywu skalnego	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Pomiary geodezyjne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Niwelacja geometryczna	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.2						
Pomiary tachymetryczne							
Pomiary GNSS							
Pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne**	NW	Z	Z	Z	Z	Z	Z
Satelitarne zdjęcia multispektralne	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.2						
Satelitarne zdjęcia w paśmie radarowym							
Zdjęcia termalne							
Zdjęcia hiperspektralne							
Zdjęcia lotnicze							
Lotniczy skaning laserowy							
Fotogrametria niskiego pułapu - Bezzałogowe statki powietrzne							
Naziemny skaning laserowy							
Naziemne zdjęcia cyfrowe							
Naziemny radar interferometryczny							
Badania geofizyczne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Sondowanie elektrooporowe (VES)	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.3						
Tomografia elektrooporowa (ERT)							
Profilowanie konduktometryczne (GCM)							
Sejsmika refleksyjna (SR)							
Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne (SRP)							
Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P, fali S (SRT, SRT-P, SRT-S)							
Analiza fal powierzchniowych (MASW, SASW, CSWS)							
Pionowe profilowania sejsmiczne fali P, fali S: Downhole (DH, DH-P, DH-S) Uphole (UH, UH-P, UH-S)							
Sejsmiczne prześwietlenia międzyotworowe: Tomograficzne sejsmiczne prześwietlenia międzyotworowe fali P, fali S (SBT, SBT-P, SBT-S) Crosshole (CH, CH-P, CH-S)							
Grawimetria (GRAW)							
Georadar (GPR)							

Etapy procesu inwestycyjnego*	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ	KP	PB	B	R/P	
		STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II			PB	B
Rodzaj badań podłoża budowlanego							
Wiercenia w gruntach w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie gruntów	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho pojedynczą rdzeniówką	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.4 i 5.5						
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho świdrem przelotowym							
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką pojedynczą rdzeniówką							
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką podwójną rdzeniówką							
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką potrójną rdzeniówką							
Obrotowe wiercenie rdzeniowane podwójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem							
Obrotowe wiercenie rdzeniowane potrójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem							
Obrotowe wiercenie świdrem							
Obrotowe wiercenie z lewym obiegiem płuczki							
Obrotowe wiercenie świdrem lekkim							
Wiercenie rdzeniowane udarowe (np.: RKS)							
Wiercenie udarowe							
Wiercenie udarowe małosrednicowe							
Wiercenie obrotowo-udarowe pojedynczą rdzeniówką							
Wiercenie obrotowo-udarowe podwójną rdzeniówką							
Wiercenie wibracyjne							
Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym							
Wiercenie hydrauliczne							
Wiercenie chwytkowe							
Wiercenie ręczne							
Pobieranie prób gruntów za pomocą próbników							
Wyrobisko w gruncie np.: szybk, wykop badawczy							
Wykonanie piezometru w gruntach							
Wiercenia w skałach w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie skał wraz z oceną rdzenia wiertniczego (RQD, SCR TCR, If)	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Wiercenie obrotowe na sucho pojedynczą rdzeniówką	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.4 i 5.5						
Wiercenie obrotowe z płuczką pojedynczą rdzeniówką							
Wiercenie obrotowe z płuczką podwójną rdzeniówką							
Wiercenie obrotowe z płuczką potrójną rdzeniówką							
Wiercenie linowym przewodem wiertniczym							
Wiercenie otwarte							
Wyrobisko w skale np.: szybk, wykop badawczy							
Wykonanie piezometru w skałach							

Etapy procesu inwestycyjnego*	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ	KP	PB	B	R/P	
		STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II			PB	B
Rodzaj badań podłoża budowlanego							
Sondowania i badania polowe	NW	Z	W	Z	Z	Z	Z
DP (DPL, DPM, DPH, DPSH-A, DPSH-B) – sondowanie dynamiczne	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.6						
CPT - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym bez pomiaru ciśnienia wody w porach							
CPTU - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach							
FVT - badanie polową sondą krzyżakową							
DMT - badanie dylatometrem płaskim							
RCPTU - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z pomiarem oporności							
visCPTU - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z końcówką wideo							
SCPTU - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z końcówką sejsmiczną							
CPTM - badanie statyczną mechaniczną sondą stożkową							
FDT (SDT) - badanie cylindrycznym dylatometrem sprężystym							
FDT (RDT) - badanie cylindrycznym dylatometrem sprężystym							
SDMT - badanie dylatometrem płaskim z końcówką sejsmiczną							
PMT (PBP, MPM, SPB, FDP) - badanie presjometryczne							
SPT - badanie sondą cylindryczną							
BDP – sondowania dynamiczne w otworze							
WST - badanie sondą wkręcaną							
BAT – system pomiarowy Bengt, Arne, Torstensson							
BJT - próba ciśnieniowa w otworze							
PLT – próbne obciążenie płytą sztywną							
VSS - badanie płytą statyczną							
VD - badanie płytą dynamiczną							
CBR – badanie wskaźnika nośności CBR							
DCP – badanie dynamicznym penetrometrem stożkowym							
PANDA – badanie penetrometrem dynamicznym							
Badania laboratoryjne	NW	Z	W	Z	Z	Z	Z
Laboratoryjne badania próbek gruntów	NW	Z	W	Z	Z	Z	Z
Chemiczne badania klasyfikacyjne próbek gruntów	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 6.1						
Fizyczne badania klasyfikacyjne próbek gruntów							
Wytrzymałościowe badania klasyfikacyjne próbek gruntów							
Badania wytrzymałościowe próbek gruntów	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 6.2						
Badania odkształceniowe próbek gruntów							
Badania pęcznienia próbek gruntów							
Badania zagęszczalności i nośności próbek gruntów							
Badania przepuszczalności próbek gruntów							
Laboratoryjne badania próbek skał	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Fizyczne badania próbek skał	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 6.3						
Badania pęcznienia próbek skał							
Badania wytrzymałościowe próbek skał							
Badania odkształceniowe próbek skał							
Laboratoryjne badania składu chemicznego gruntów, skał i	NW	W	W	Z	Z	Z	Z

Etapy procesu inwestycyjnego*	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ	KP	PB	B	R/P	
		STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II			PB	B
Rodzaj badań podłoża budowlanego							
wody							
Agresywności wód podziemnych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4, 6.4 i 7.2						
Badania fizyko-chemiczne próbek wody							
Badania fizyko-chemiczne próbek gruntów							
Badania fizyko-chemiczne próbek skał							
Ocena masywu skalnego	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Badania polowe masywu skalnego - badania właściwości hydraulicznych	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 7.1						
Badania polowe masywu skalnego - pomiar pierwotnego stanu naprężenia							
Badania polowe masywu skalnego - parametrów wytrzymałościowych							
Badania polowe masywu skalnego - parametrów odkształceniowych							
Badania polowe masywu skalnego - w otworach wiertniczych							
Badania polowe masywu skalnego - pomiary punktowe na konturze obiektu podziemnego							
Klasyfikacja masywu skalnego	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 7.3						
Badania hydrogeologiczne (dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)	NW	W	Z	Z	Z	Z	Z
Pomiary zwierciadła wód gruntowych w otworach wiertniczych	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.7						
Pomiary hydrogeologiczne w piezometrze							
Pomiary hydrogeologiczne – próbné pompowania							
Pomiary hydrogeologiczne – zalewanie otworów							
Pomiary hydrogeologiczne – próby nagłej zmiany ciśnienia							
Pobór próbek wód podziemnych							
Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane podczas wierceń (nie dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Pomiary zwierciadła wód gruntowych w otworach wiertniczych	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.7						
Pomiary hydrogeologiczne w piezometrze							
Pomiary hydrogeologiczne – próbné pompowania							
Pomiary hydrogeologiczne – zalewanie otworów							
Pomiary hydrogeologiczne – próby nagłej zmiany ciśnienia							
Pobór próbek wód podziemnych							
Badania środowiskowe (wykonywane podczas wierceń w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń)	NW	W	W	W	W	W	W
Identyfikacja wstępna substancji zanieczyszczających grunt/skałę	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.8						
Identyfikacja szczegółowa substancji zanieczyszczających grunt/skałę							
W - wymagane; NW - niewymagane; Z- zalecane; * Odstępstwa od podanych zasad zawiera Załącznik 4, które dotyczą: ✓ badań laboratoryjnych próbek skał pobieranych z otworów wykonywanych pod tunele na etapie STEŚ, STEŚ-R Etap I (Załącznik 4.2.5) ✓ badań konstrukcji nawierzchni drogowej metodą georadarową GPR oraz badań nośności i zagęszczenia na etapie eksploatacji (Załącznik 4.6) * - Pomiary teledetekcyjne mogą być wykonane lub pozyskane z dostępnych źródeł w zależności od metody i ich aktualności.							

Załącznik 3 Zakres prac dotyczących zbierania i analizy informacji o terenie i danych o podłożu budowlanym

Załącznik 3.1 Zbieranie informacji o terenie i podłożu budowlanym

Zbieranie dostępnych informacji i danych archiwalnych o terenie oraz podłożu budowlanym stanowi pierwszy etap prac dokumentacyjnych.

Informacje i dane należy pozyskać z dostępnych materiałów publikowanych i archiwalnych przydatnych do rozpoznania podłoża budowlanego. Są to przede wszystkim analogowe i cyfrowe materiały geologiczno-inżynierskie, geotechniczne, geologiczne, hydrogeologiczne, geomorfologiczne, wiertnicze, środowiskowe, geologiczno-górnictwa, hydrologiczno-meteorologiczne, administracyjne, geograficzne, geodezyjne, fotogrametryczne, teledetekcyjne geofizyczne w tym sejsmologiczne, udostępnione w formie:

- baz danych: geologicznych, środowiskowych, geodezyjnych: obiektów ogólnogeograficznych (BDOO), obiektów topograficznych (BDOT10k oraz BDOT500), geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu (GESUT) i ewidencji gruntów i budynków (EGiB),
- mapy do celów projektowych (w przypadku badań na etapie PB),
- map i atlasów np.: topograficznych, geologicznych, geologiczno-inżynierskich, sozologicznych, hydrograficznych, ortofotomap,
- chmur punktów będących wynikiem pomiarów z wykorzystaniem technologii skanowania laserowego oraz opracowań fotogrametrycznych,
- numeryczne modele terenu NMT,
- scen (zobrazowań) satelitarnych, zdjęć lotniczych,
- dokumentacji, opinii, projektów,
- kart wierceń i sondowań,
- przekrojów i modeli np.: modele geologiczne 3D,
- wyników badań i pomiarów,
- rejestrów publicznych np.: rejestr terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy, rejestr historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi, rejestr bezpośrednich zagrożeń szkodą w środowisku i szkód w środowisku,
- katastrów: wodny, gruntowy,
- mapy glebowo-rolnicze,
- studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania oraz planów zagospodarowania przestrzennego,
- danych z monitoringu np.: hydrologicznego, hydrogeologicznego, osuwisk itp.,
- publikacji i prac naukowych,
- innych.

Materiały archiwalne i publikowane są udostępniane m.in. przez:

- Narodowe Archiwum Geologiczne (NAG),
- Centralną Bazę Danych Geologicznych (CBDG),
- Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI),
- Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich Właściwości Fizycznych i Mechanicznych Gruntów i Skał (BDGI-WFM),
- bazy i portale internetowe dotyczące:
 - hydrogeologii (CBDH),
 - złóż i surowców mineralnych (MIDAS, InfoGeoSkarb),

- danych geośrodowiskowych,
 - danych geochemicznych,
 - zagrożeń geologicznych (naturalnych i wywołanych działalnością człowieka),
 - hydrografii,
 - zagospodarowania przestrzennego,
- archiwa i portale internetowe:
 - administracji państwowej,
 - administracji samorządowej w tym administracji geologicznej,
 - przedsiębiorstw i firm geologicznych,
 - biblioteki i katalogi publikacji np.: Biblioteka Narodowa, biblioteki instytutów badawczych, wyższych uczelni i inne,
 - bazy i portale internetowe dotyczące geodezji, kartografii i teledetekcji:
 - państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny - Tabela 22.

Tabela 22 Podział państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego

Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny		
Zasób centralny (Główny Urząd Geodezji i Kartografii)	Zasób wojewódzki (Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej)	Zasób powiatowy (Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, Miejski Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, Gminny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej)
Bazy danych (PRPOG, PRG, PRNG, ORTO, NMT, ZLiS, BDOT10k, BDOO, K-GESUT, CR ZSIN), Operaty techniczne z zakresu zasobu centralnego, Mapy topograficzne w skalach 1:25 000, 1:50 000 i 1:100 000, Mapy ogólnogeograficzne w skalach 1:250 000, 1:500 000 i 1:1 000 000, Kartograficzne opracowania tematyczne i specjalne, Inne opracowania wynikające z zasobu centralnego.	Baza BDOT10k, Operaty techniczne z zakresu zasobu wojewódzkiego, Mapy topograficzne w skalach 1:10 000 oraz inne mapy topograficzne i tematyczne, tworzone przez marszałka województwa, Materiały geodezyjne i kartograficzne związane z analizą zmian w strukturze agrarnej, programowaniem i koordynacją prac urzędzeniowo-rolnych oraz monitorowaniem zmian w sposobie użytkowania gruntów oraz ich botaniką, Inne opracowania niezbędne do realizacji zadań marszałka województwa w dziedzinie geodezji i kartografii.	Bazy danych: BDSOG, EGiB, RGiWN, GESUT, BDOT500, Mapy ewidencyjne i zasadnicze, Operaty techniczne powstałe w wyniku prac geodezyjnych, Cyfrowe zbiory dokumentów wchodzących w skład operatów technicznych, Inne opracowania niezbędne do realizacji zadań starosty w dziedzinie geodezji i kartografii.

Zaleca się każdorazowe sprawdzenie licencji określających warunki korzystania z produktów udostępnianych przez poszczególne portale i bazy danych.

Pozyskanie informacji i danych może wymagać uzyskania odpowiednich zgód w związku z zapisami ustawy prawo geologiczne i górnicze, ustawy prawo wodne, ustawy prawo geodezyjne i kartograficzne, ustawy o dostępie do informacji publicznej, ustawy o ponownym wykorzystaniu informacji sektora publicznego i innych.

W przypadku, gdy numeryczny model terenu zostanie pozyskany w postaci siatki kwadratów (grid) wymiar boku figury elementarnej nie powinien być mniejszy niż 1 m. Jeśli stosowany model będzie miał strukturę siatki trójkątów, wymiar figur elementarnych musi być dostosowany do stopnia zróżnicowania ukształtowania terenu, tak aby spełniona została wymagana dokładność. Wymaga się, aby dokładność przekazanego numerycznego modelu terenu była nie gorsza niż ± 0.20 m.

Ortofotomapa wykorzystywana dla potrzeb analiz oraz późniejszego wykonania projektu robót

geologicznych powinna cechować się rozmiarem terenowym boku piksela 5 cm, zaś jej dokładność sytuacyjna nie powinna być gorsza niż ± 0.15 m.

Wszystkie wykorzystywane w analizach podkłady mapowe, z wyjątkiem ortofotomapy, muszą być sporządzone w formie wektorowej (nie rastrowej), w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych, zgodnie z aktualnym rozporządzeniem w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych. W wyjątkowych sytuacjach dopuszcza się wykorzystanie podkładów w formatach rastrowych, jednak należy uzgodnić to z zamawiającym.

W przypadku braku aktualnych materiałów geodezyjno-kartograficznych lub niespełniających założonych parametrów technicznych wymaga się przeprowadzenie ich aktualizacji lub opracowania nowych zgodnie z zasadami przedstawionymi w rozdziale 5.

Materiały archiwalne zestawia się i przedstawia w formie tekstowej, tabelarycznej oraz na mapach tematycznych (lokalizacyjnej, dokumentacyjnej, geologicznej, hydrogeologicznej, zagrożeń geologicznych i innych). Dane wprowadza się do cyfrowej bazy danych (rozdział 9). Zaleca się gromadzić zebrane dane i informacje w systemach informacji przestrzennej np.: w bazie danych o podłożu budowlanym.

W tabeli (Tabela 23) podano źródła danych, wymagane do sprawdzenia w trakcie zbierania informacji o terenie i danych o podłożu budowlanym.

Tabela 23 Źródła danych przydatne na etapie zbierania informacji o terenie i danych o podłożu budowlanym

RODZAJ DANYCH	ADRES INTERNETOWY	NAZWA PORTALU INTERNETOWEGO, BAZY DANYCH	ZAWARTOŚĆ PORTALU INTERNETOWEGO ZAWARTOŚĆ BAZY	PRZYDATNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU
geodezja - dane katastralne	http://www.geoportal.gov.pl/web/guest/DOCHK	PZGiK (Państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny) kataster dla celów LPIS (system identyfikacji działek rolnych)	Dane o charakterze katastralnym zawierające dane w formacie SHP	Informacja wstępna przed zakupem właściwej bazy danych ewidencji gruntów i budynków (EGiB) z powiatowych ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej (PODGiK)
geodezja - dane katastralne	http://mapy.geoportal.gov.pl/imap/?gpm=gp0&action_s=acShowServices_KATASTER	Geoportal2	Dane w postaci WMS	Identyfikacja i lokalizacja przestrzenna działek
geodezja - kartografia	https://pzgik.geoportal.gov.pl/imap/	PZGiK Geoportal2	Zamawianie podkładów mapowych i danych cyfrowych: BDOT10k, mapy topograficzne, mapy tematyczne i specjalne, rejestr podstawowych osnów geodezyjnych, fotogrametryczne zdjęcia lotnicze, ortofotomapy, numeryczne modele terenu	Podkłady mapowe niezbędne przy sporządzaniu map lokalizacyjnych, analizie danych archiwalnych, wizji terenowej i na potrzeby kartowania geologiczno-inżynierskiego
geodezja - kartografia	http://geoportal.gov.pl/	EGiB, BDOT10k, BDOO, Ortofotomapa	Przeglądanie danych ewidencji gruntów i budynków, ortofotomapy, mapy topograficznych, uzbrojenia terenu (wybrane obszary sukcesywnie uzupełniane), portale internetowe powiatów	Identyfikacja i lokalizacja przestrzenna działek, interpretacja: stanu użytkowania i pokrycia terenu, ukształtowania powierzchni terenu, obszarów ryzyka: nadmiernie zawilgoconych - tylko dla celów poglądowych, bez prawa do wykorzystania w pracach komercyjnych
geologia - fizjografia - geomorfologia	https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Podział fizjograficzny Polski	Charakterystyka warunków geomorfologicznych
geologia	http://baza.pgi.gov.pl/ , http://dokumenty.pgi.gov.pl/ , http://otwory.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/#name=kob30dg043 , http://geofizyka.pgi.gov.pl/ , http://uslugi_gis.pgi.gov.pl/ , http://dm.pgi.gov.pl/ , http://bazagis.pgi.gov.pl/website/cbdg , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://geoportal.pgi.gov.pl/	CBDG	Zawiera archiwalne zasoby w formie cyfrowej udostępnione przez serwisy internetowe: Dokumenty, Otwory wiertnicze, Seryjne mapy geologiczne, hydrogeologiczne, geośrodowiskowe, Geofizyka, Usługi mapowe WMS/WFS, Pobieranie plików SHP, Przeglądarka mapowa, Przeglądarka mapowa mobilna, Inne z Portalu CBDG	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geomorfologicznych, geologicznych, hydrogeologicznych, zagrożeń geologicznych, geologiczno-inżynierskich
Geologia - NAG	https://www.pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne.html	-	Informacje o udostępnionych danych i informacji geologicznej oraz o dostępie do informacji geologicznej	Informuje, w jaki sposób i gdzie pozyskać informacje i dane geologiczne
geologia - dokumentacje	http://dokumenty.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Dane katalogowe archiwalnych opracowań geologicznych zgromadzonych w NAG	Określenie stopnia udokumentowania terenu badań, dokładności rozpoznania na podstawie archiwalnych punktów dokumentacyjnych i wyników badań
geologia - geofizyka	http://geoportal.pgi.gov.pl/geofizyka , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Sondowania geoelektryczne VES, pomiary magnetoteluryczne, pomiary magnetyczne, pomiary grawimetryczne, sejsmika 2D i 3D i inne	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geologicznych, hydrogeologicznych, wybranych zagrożeń geologicznych, warunków geologiczno-inżynierskich
geologia - geologia inżynierska	http://atlas.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://budownictwo.pgi.gov.pl/	BDGI, BDGI-WFM, DROGI I KOLEJE, CBDG	Otwory wiertnicze geologiczno-inżynierskie, atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1:10 000, właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów i skał, mapa geologiczno-inżynierska Polski w skali 1:500 000, mapa geologiczno-inżynierska w skali 1:300 000, szczegółowa	Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich, geologicznych, hydrogeologicznych, geomorfologicznych, zagrożeń geologicznych, budowlanych, środowiskowych, właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał w skali kraju,

RODZAJ DANYCH	ADRES INTERNETOWY	NAZWA PORTALU INTERNETOWEGO, BAZY DANYCH	ZAWARTOŚĆ PORTALU INTERNETOWEGO ZAWARTOŚĆ BAZY	PRZYDATNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU
			mapa geologiczno-inżynierska w skali 1:50 000, mapa geologiczno-inżynierska w skali 1:25 000, mapy tematyczne oraz mapa grup nośności i geologiczno-inżynierska dla wybranych odcinków dróg i kolei	regionu, rejonu, drogi
geologia - geologia morza	https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Linie i punkty dokumentacyjne, batymetria, mapa litologiczna Bałtyku, mapa geologiczna Bałtyku, mapa geologiczna Bałtyku bez utworów czwartorzędowych	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geologicznych na obszarach morskich
geologia - geologia środowiskowa	http://emgsp.pgi.gov.pl/emgsp/ , https://geolog.pgi.gov.pl/	eMGSP	Baza informacji o złożach kopalin oraz górnictwie i przetwórstwie kopalin, wodach powierzchniowych i podziemnych, warunkach podłoża budowlanego, ochronie przyrody i zabytkach kultury, a także o geochemii środowiska i składowaniu odpadów	Charakterystyka uwarunkowań środowiskowych
geologia - hydrogeologia	http://spdps.pgi.gov.pl/PSHv7/ , http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/ , http://mineralne.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/	CBDH, CBDG	Obiekty hydrogeologiczne - Centralna Baza Danych Hydrogeologicznych - Bank HYDRO, Monitoring wód podziemnych, Pobory, Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce, Główne Zbiorniki Wód Podziemnych (GZWP), Zasoby dyspozycyjne, Jednolite części wód podziemnych, Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin - Bank Wód Mineralnych	Charakterystyka warunków hydrogeologicznych
geologia - mapy geologiczne powierzchniowe	https://geolog.pgi.gov.pl/#name=kob30dg043 , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Mapa geologiczna 1:1 000 000, Mapa geologiczna 1:500 000, Mapa geologiczna 1:200 000, Seryjne mapy arkuszowe 1:50 000 - skorowidz zbiorczy dla: SMGP, MG&P i MHP, Mapa geologiczna 1:50 000 - Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski (SMGP), Mapa litogenetyczna 1:50 000 (MLP), Mapa geośrodowiskowa 1:50 000 (MG&P) - plansze A i B, profilowania liniowe wzdłuż inwestycji infrastrukturalnych, Mapa geologiczna Tatr 1:10 000 (SMGT)	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geologicznych, hydrogeologicznych, środowiskowych i budowlanych
geologia - mapy geologiczne wgłębne	https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Mapa geologiczna bez utworów kenozoiku 1:1 000 000, Mapy geologiczne ścięcia poziomego w skali 1:750 000, Mapa geologiczna 1:200 000 bez osadów czwartorzędowych, Mapa geologiczna Tatr 1:10 000 (SMGT) odkryta, Mapa geologiczna Tatr 1:10 000 (SMGT) tektonika	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geologicznych, tektonika
geologia - środowisko - geodezja	http://www.pgi.gov.pl/dane-geologiczne/geologiczne-bazy-danych/ikar.html	IKAR	Dane geologiczne i odniesienia do innych portali	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geomorfologicznych, geologicznych, hydrogeologicznych, zagrożeń geologicznych, geologiczno-inżynierskich, środowiskowych
geologia - wiercenia	http://otwory.pgi.gov.pl , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Otwory wiertnicze, Obiekty hydrogeologiczne, Otwory geologiczno-inżynierskie, Punkty badawcze, Punkty dokumentacyjne SMGP	Określenie stopnia udokumentowania oraz dokładności rozpoznania podłoża budowlanego
geologia - zagrożenia	http://antropopresja.pgi.gov.pl/ ,	ANTROPOPRESJA, CBDG	Antropopresja - obiekty uciążliwe dla środowiska w tym	Charakterystyka zagrożeń dla środowiska, dane geośrodowiskowe,

RODZAJ DANYCH	ADRES INTERNETOWY	NAZWA PORTALU INTERNETOWEGO, BAZY DANYCH	ZAWARTOŚĆ PORTALU INTERNETOWEGO ZAWARTOŚĆ BAZY	PRZYDATNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU
geologiczne - antropogeniczne	https://geolog.pgi.gov.pl/		składowiska odpadów, baza danych o obiektach uciążliwych lub potencjalnie uciążliwych dla środowiska gruntowo-wodnego i wywołujących zmiany stanu chemicznego środowiska	zagrożenia geologiczne spowodowane działalnością człowieka. Charakterystyka obiektów umożliwia określenie rodzaju zanieczyszczeń lub potencjalnych zanieczyszczeń powstających w wyniku eksploatacji
geologia - zagrożenia geologiczne - antropogeniczne	http://www.pgi.gov.pl/aktualnosci/display/10454-nowa-baza-danych-o-dolnoslaskich-haldach-2.html	HAŁDY, CBDG	Hałdy - dane o mineralnych surowcach odpadowych, zgromadzonych na starych hałdach, składowiskach przemysłowych i w osadnikach poeksploatacyjnych w polskiej części Sudetów, które powstały w wyniku robót górniczych związanych z poszukiwaniem, udostępnianiem i wydobywaniem różnorodnych kopalin, a także ich przeróbki i przetwórstwa	Charakterystyka zagrożeń geologicznych, działalności górniczej oraz możliwość wykorzystania do budowy nasypów
geologia - zagrożenia geologiczne - geochemia	http://www.mapgeochem.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/	ATLASY GEOCHEMICZNE, CBDG	Mapy geochemiczne miast Polski i Górnego Śląska, Mapy średnich zawartości pierwiastków w powierzchniowych wydzieleniach na podstawie Mapy Litogenetycznej Polski	Charakterystyka zagrożeń dla środowiska, dane geośrodowiskowe, zagrożenia geologiczne spowodowane działalnością człowieka, dane geochemiczne dotyczące zanieczyszczenia gruntów
geologia - zagrożenia geologiczne - naturalne	http://osuwiska.pgi.gov.pl , http://spdpsh.pgi.gov.pl/PSHv7/ , http://geozagrozenia.pgi.gov.pl , http://mapy.geoportal.gov.pl/imap/?locale=pl&gui=new&sessionID=370445 , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	SOPO, PODTOPIENIA, CBDG	Osuwiska i tereny zagrożone (SOPO), Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce (PODTOPIENIA), obszary występowania krasu, obszary potencjalnej kolizyjności elementów zagospodarowania przestrzennego ze środowiskiem geologicznego	Charakterystyka zagrożeń geologicznych naturalnych
geologia - zagrożenia geologiczne - sejsmologia	http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/ , https://www.pgi.gov.pl/mogepl-home/o-monitoringu-geodynamicznym.html	TRZĘSIENIA ZIEMI	Katalog trzęsień Ziemi ISC	Charakterystyka dotycząca zagrożeń geologicznych wywołanych trzęsieńmi ziemi
geologia - zagrożenia geologiczne - zanieczyszczenia środowiska	https://rejstry.gdos.gov.pl/	REJESTRY	Rejestr historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi, rejestr bezpośrednich zagrożeń szkodą w środowisku i szkód w środowisku	Charakterystyka zagrożeń dla środowiska, dane geośrodowiskowe, zagrożenia geologiczne spowodowane działalnością człowieka, dane geochemiczne dotyczące zanieczyszczenia gruntów
geologia - złoża	http://midas.pgi.gov.pl , http://geoportal.pgi.gov.pl/igs , http://surowce.pgi.gov.pl , http://kamienie-budowlane.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	MIDAS, INFOGEOKARB, SUROWCE MINERALNE, CBDG	Złóża, tereny i obszary górnicze - MIDAS, Dokumentacje złożowe - INFOGEOKARB, Surowce mineralne - mapy surowcowe, mapy koncesji, bilans, Surowce do budownictwa, Obszary perspektywiczne i prognostyczne, Obszary prognostyczne zweryfikowane, Miejsca niekoncesjonowanej eksploatacji kopalin, Obszary przetargowe dla węglowodorów, Obszary koncesyjne dla węglowodorów	Charakterystyka działalności górniczej, lokalizacji złóż kopalin i surowców przydatnych do budowy drogi
hydrologia - powódź	http://isok.gov.pl/	ISOK	Mapy zagrożenia powodziowego i mapy ryzyka powodziowego	Charakterystyka dotycząca zagrożenia powodziowego
środowisko - obszary chronione	http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/	GEOSERWIS	Obszary chronione	Lokalizacja i charakterystyka obszarów chronionych
teledetekcja - dane satelitarne	https://scihub.copernicus.eu/	DANE SATELITARNE	Satelita SENTINEL 1 (pasma C)	Mobilność terenu. Interferometria radarowa (dane darmowe)
teledetekcja - dane satelitarne	https://scihub.copernicus.eu/	DANE SATELITARNE	Satelita SENTINEL 2 (dane optyczne)	Użytkowanie terenu, powódzie, podtopienia
teledetekcja - dane satelitarne	https://landsat.usgs.gov/	DANE SATELITARNE	Satelita LANDSAT 8 (dane optyczne)	Użytkowanie terenu, powódzie, podtopienia

RODZAJ DANYCH	ADRES INTERNETOWY	NAZWA PORTALU INTERNETOWEGO, BAZY DANYCH	ZAWARTOŚĆ PORTALU INTERNETOWEGO ZAWARTOŚĆ BAZY	PRZYDATNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU
teledetekcja - dane satelitarne	https://terrasar-x-archive.terrasar.com/	DANE SATELITARNE	Satelita TerraSAR-X (pasmo X)	Mobilność terenu. Interferometria radarowa (dane płatne)
teledetekcja - dane satelitarne	https://scihub.copernicus.eu/	DANE SATELITARNE	Satelita SENTINEL 1 (pasmo C)	Mobilność terenu. Interferometria radarowa (dane darmowe)
teledetekcja - dane satelitarne	https://scihub.copernicus.eu/	DANE SATELITARNE	Satelita SENTINEL 2 (dane optyczne)	Użytkowanie terenu, powódzie, podtopienia
teledetekcja - dane satelitarne	https://landsat.usgs.gov/	DANE SATELITARNE	Satelita LANDSAT 8 (dane optyczne)	Użytkowanie terenu, powódzie, podtopienia (dane płatne)
teledetekcja - dane satelitarne	https://terrasar-x-archive.terrasar.com/	DANE SATELITARNE	Satelita TerraSAR-X (pasmo X)	Mobilność terenu. Interferometria radarowa
teledetekcja - obrazy lotnicze	https://earth.google.com/web/	OBRAZY LOTNICZE	Aplikacja do przeglądania aktualnych i historycznych zdjęć lotniczych	Możliwe do wykorzystania w celu interpretacji: stanu użytkowania i pokrycia terenu, ukształtowania powierzchni terenu, obszarów ryzyka: nadmiernie uwilgotnionych, pokrytych nieodpowiednimi utworami - tylko dla celów poglądowych, bez prawa do wykorzystania w pracach komercyjnych
teledetekcja - obrazy satelitarne	https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-imagery/app/	OBRAZY SATELITARNE	Aplikacja internetowa do przeglądania aktualnych i archiwalnych obrazów z Landsata	Możliwe do wykorzystania w celu interpretacji: stanu użytkowania i pokrycia terenu, ukształtowania powierzchni terenu, obszarów ryzyka: nadmiernie uwilgotnionych, pokrytych gruntami organicznymi
teledetekcja - obrazy satelitarne	http://www.sentinel-hub.com/	OBRAZY SATELITARNE	Aplikacja do przeglądania aktualnych i archiwalnych obrazów z Sentinela i Landsata	Możliwe do wykorzystania w celu interpretacji: stanu użytkowania i pokrycia terenu, ukształtowania powierzchni terenu, obszarów ryzyka: nadmiernie uwilgotnionych, pokrytych gruntami organicznymi
planowanie przestrzenne - miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego	http://wms.epodgik.pl/cgi-bin/KrajowaIntegracjaMiejscowychPlanowZagospodarowaniaPrzestrzennego	MPZP	Część graficzna miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego	Wykorzystanie przy opracowaniu map lokalizacyjnych, charakterystyka zagospodarowania terenu - tylko dla celów poglądowych, bez prawa do wykorzystania w pracach komercyjnych
zagospodarowanie przestrzenne - CORINE	http://clc.gios.gov.pl/index.php/clc-2012/metadane	CORINE	Pokrycie terenu/użytkowanie ziemi	Wykorzystanie przy opracowaniu map lokalizacyjnych, charakterystyka zagospodarowania terenu - tylko dla celów poglądowych, bez prawa do wykorzystania w pracach komercyjnych

Załącznik 3.2 Analiza zebranych informacji o terenie i podłożu budowlanym

Po zebraniu wszystkich dostępnych informacji i danych o terenie oraz podłożu budowlanym przeprowadza się ich analizę i ocenę pod względem:

- wiarygodności danych,
- przydatności danych do planowania i projektowania inwestycji drogowej,
- dokładności rozpoznania, czyli ilość danych pod względem liczby punktów dokumentacyjnych i zakresu badań odpowiadająca wymaganej dokładności rozpoznania (liczba punktów dokumentacyjnych przypadająca na obiekt budowlany w zależności od skali mapy i stopnia skomplikowania warunków gruntowych, rozdział 4),
- doświadczenia porównywalnego na podstawie, którego można ograniczyć liczbę nowych badań,
- możliwości opracowania w wymaganej skali oraz odpowiednio dokładnego i wiarygodnego modelu geologicznego wraz z opisem właściwości fizyczno-mechanicznych oraz podaniem wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw gruntów i skał.

Na podstawie analizy i oceny danych określa się:

- lokalizację obszaru badań, na tle podziału administracyjnego na mapie lokalizacyjnej,
- występowanie obszarów chronionych na mapie lokalizacyjnej,
- sposób i formy zagospodarowania terenu w tym historię zabudowy i plany zagospodarowania przestrzennego na mapie topograficznej w odpowiednio dobranej skali,
- obszary prowadzonej, planowanej lub zakończonej działalności górniczej i przemysłowej, odpowiednio na mapie topograficznej w odpowiednio dobranej skali,
- topografię i hydrografię na mapie lokalizacyjnej,
- lokalizację punktów dokumentacyjnych (wierceń, sondowań, piezometrów, stacji hydrogeologicznych, ujęć wód podziemnych, punktowych pomiarów geofizycznych), przekrojów (geologicznych, hydrogeologicznych, geofizycznych) na mapie dokumentacyjnej, zawierającej elementy stanowiące ograniczenie dla wykonania zaprojektowanych prac,
- warunki geomorfologiczne i fizjograficzne, w tym rodzaj i występowanie form geomorfologicznych na numerycznym modelu terenu,
- warunki geologiczne/gruntowe, złożoność budowy geologicznej, tektonika, rozciągłość i głębokość występowania warstw gruntów i skał na mapie geologicznej i przekroju geologicznym,
- charakterystykę właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał występujących w podłożu budowlanym w formie zestawienia tabelarycznego,
- warunki hydrogeologiczne/wodne w tym liczba poziomów wodonośnych, charakter zwierciadeł wód podziemnych na mapie hydrogeologicznej i na przekrojach hydrogeologicznych,
- obszary zagrożeń geologicznych w tym obszary wstępowania procesów i zjawisk geologicznych i geodynamicznych oraz procesów i zjawisk wywołanych działalnością człowieka np.: osuwiska, podtopienia, osiadania terenu i obszary narażone na indukowane trzęsienia ziemi, jako skutki działalności górniczej i inne na mapie zagrożeń geologicznych,
- stopień skomplikowania warunków gruntowych na potrzeby określenia kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego lub jego części w formie zestawienia tabelarycznego,
- lokalizację złóż kopalin przydatnych do realizacji robót budowlanych na mapie rozmieszczenia złóż kopalin i surowców budowlanych,

- warunki hydrogeologiczne/geologiczno-inżynierskie/geotechniczne i związane z tym problemy (także mające wpływ na prowadzenie robót budowlanych oraz eksploatację obiektów budowlanych), aby wskazać sposób ich rozwiązania lub zapobiegania w efekcie zaprojektowanych i wykonanych badań podłoża budowlanego na mapie warunków hydrogeologicznych/geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych lub w formie zestawienia tabelarycznego.

Załącznik 3.3 Analiza dostępnych danych geodezyjnych i kartograficznych

W celu analizy zagospodarowania terenu, topografii i morfologii terenu wykorzystać należy numeryczny model terenu, a także wizualizację baz danych obiektów ogólnogeograficznych (BDOO), baz danych obiektów topograficznych o szczegółowości mapy topograficznej w skali 1:10 000 (BDOT10k) oraz ortofotomapę, które dostępne są w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym.

Do bardziej szczegółowych analiz można wykorzystać wizualizację bazy danych BDOT500, GESUT oraz EGiB dostępnych w zasobie powiatowym PZGiK (w powiatowych ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej). Wielkoskalowe materiały kartograficzne np. mapa zasadnicza czy też mapa ewidencyjna jest wygenerowaną wizualizacją tych baz. W przypadku wykonywania badań na etapie PB analizy należy prowadzić na aktualnej mapie do celów projektowych spełniającej wymagania przepisów rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

W pracach przygotowawczych do projektowania robót geologicznych niezbędne są wypisy z ewidencji gruntów, które pozwalają na ustalenie władających i właścicieli gruntów (w formie cyfrowej bazy danych EGiB udostępnianej w formacie GML). Baza danych EGiB pozwoli na lokalizację przestrzenną działek ewidencyjnych, a także informację o właścicielach, jaka będzie niezbędna w celu uzyskania zgód na wejście na teren w celu realizacji badań terenowych.

Baza danych BDOT500 zawiera najbardziej szczegółową informację o istniejącym zagospodarowaniu terenu (szczegółowość mapy sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:500), ale również o planowanych i realizowanych inwestycjach.

Niezbędną wiedzę z zakresu lokalizacji naziemnej i podziemnej infrastruktury technicznej należy pozyskać z bazy GESUT (Geodezyjnej Ewidencji Sieci Uzbrojenia Terenu).

Materiały w postaci archiwalnych map topograficznych, ortofotomap oraz zdjęć lotniczych dostępnych w PZGiK (<https://pzgik.geoportal.gov.pl/imap/>) pozwalają na analizę historii zabudowy oraz wykrycie procesów geodynamicznych.

Analizy zmian pokrycia terenu i wilgotności można wykonać na podstawie ortofotomapy oraz serwisów: Google Earth, Landsat app i Sentinel hub zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale 5.

Należy również rozważyć wykorzystanie, jako materiał pomocniczy, chmury punktów będącej wynikiem pomiarów z wykorzystaniem technologii skanowania laserowego oraz opracowań fotogrametrycznych, dzięki której możliwa jest wizualizacja 3D nie tylko numerycznego modelu terenu, ale również zagospodarowania i sposobu użytkowania terenu.

Istotne informacje znajdują się również na dostępnych w PZGiK rastrowych mapach hydrograficznych w skali 1:50 000, wizualizujących warunki obiegu wody w powiązaniu z środowiskiem przyrodniczym jego zainwestowaniem i przekształceniem.

Załącznik 3.4 Wizja terenowa

Wizja terenowa jest poprzedzona zebraniem i analizą dostępnych informacji o terenie i danych archiwalnych o podłożu budowlanym.

Wizja terenowa ma na celu:

- weryfikację i potwierdzenie zebranych informacji oraz ich ewentualne uzupełnienie, w tym o:
 - aktualnym stopniu zagospodarowania terenu,
 - historii i planach zabudowy,
 - historycznej i aktualnej działalności górniczej i przemysłowej,
 - przebiegu infrastruktury podziemnej i naziemnej,
 - zagospodarowaniu wód podziemnych,
 - gospodarce wodno-ściekowej i melioracyjnej,
 - obszarach podlegających ochronie w związku z ustawą o ochronie przyrody lub ochronie dóbr kultury,
 - zgłoszeniach związanych z występowaniem zagrożeń geologicznych np.: podtopień, osuwisk, starych niezrekultywowanych składowisk odpadów,
 - zmianach w morfologii terenu na skutek działalności człowieka,
- weryfikację i potwierdzenie informacji uzyskanych z analizy materiałów geodezyjnych, kartograficznych, fotogrametrycznych i teledetekcyjnych,
- sprawdzenie przejezdności i dostępności do obszaru badań np.: występowanie bagien, wód stojących, dolin rzecznych, rowów melioracyjnych, wąwozów, nieewidencjonowane miejsca eksploatacji kopalni, itd.,
- identyfikację przeszkód i kolizji uniemożliwiających wykonanie badań np.: linie energetyczne (w tym linie 400 KV), gazociągi, ropociągi, zabudowa, obiekty zamknięte, poligony wojskowe, itd.,
- weryfikację i wstępne wyznaczenie w terenie miejsc projektowanych badań podłoża budowlanego,
- uzyskanie zgód właścicieli nieruchomości lub ich przedstawicieli na przeprowadzenie badań (jeśli grunty pod inwestycję drogową nie zostały jeszcze wykupione),
- przygotowanie materiałów do przeprowadzenia kartowania geologiczno-inżynierskiego,
- identyfikację punktów osnowy geodezyjnej, które będą wykorzystane w pracach realizacyjnych oraz pomiarach inwentaryzacyjnych.

W ramach wizji terenowej przeprowadza się wizyty w urzędach (np.: urzędy gmin, urzędy powiatowe itp.) i instytucjach (np.: zakłady przemysłowe, zakłady górnicze, stacje paliw, zakłady komunalne i wodociągowe itp.) w celu pozyskania dodatkowych informacji oraz danych niepublikowanych lub nieudostępniowanych publicznie poprzez wgląd, zakup lub wypożyczenie.

Wraz z wizją lokalną może być przeprowadzony wywiad terenowy, którego celem jest porównanie treści materiałów kartograficznych ze stanem faktycznym, w celu weryfikacji aktualności opracowań stanowiących podkład do projektowania badań podłoża budowlanego. Wraz z oceną stopnia aktualności następuje również identyfikacja punktów osnowy geodezyjnej, które będą wykorzystane w pracach realizacyjnych oraz pomiarach inwentaryzacyjnych. Wyniki wywiadu terenowego uwidacznia się kolorem czerwonym na kopii mapy zasadniczej lub mapy hybrydowej (ortofotomapa wraz z opracowaniem kartograficznym).

Efektom wizji terenowej jest opis wykonanych czynności w formie tekstowej lub tabelarycznej, dokumentacja fotograficzna, ewentualnie uzupełniony spis materiałów archiwalnych i publikowanych oraz zaktualizowane mapy tematyczne.

Fotografie należy wykonać z geolokalizacją (współrzędne x, y miejsca, w którym zostało wykonane zdjęcie), opisać, podając miejsce, kilometraż drogi oraz opis zagospodarowania terenu uwidoczniiony na zdjęciu.

Wyniki wykonanej wizji lokalnej umieszcza się w dokumencie podstawowym tj. DH, dDH, DGI, dDGI, DBP lub sporządza się dokument uzupełniający (Sprawozdanie z wizji lokalnej (SWL)), który załącza się do dokumentu podstawowego.

Załącznik 4 Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego inwestycji drogowej

Załącznik 4.1 Wymagania w zakresie zbierania dostępnych informacji o terenie i podłożu budowlanym na etapie Studium Korytarzowego (SK)

Studium Korytarzowe (SK) [dawniej: Studium Korytarzowe wraz z analizą wielokryterialną] - jest podstawowym dokumentem projektowym, kompleksowo przedstawiającym nowe, drogowe zamierzenie inwestycyjne. SK jest pierwszą dokumentacją projektową, określającą lokalizację pasa (korytarza) terenu pod nowe zamierzenie drogowe z uwzględnieniem regionalnych i lokalnych uwarunkowań geograficznych, przyrodniczych i społecznych. Służy wstępnej ocenie sensowności zamierzenia inwestycyjnego dla inwestora i jest dokumentem za lub przeciw jego dalszemu uszczegóławianiu. Celem SK jest:

- określenie korytarzy terenowych dla przebiegu wariantów trasy,
- wstępna analiza potencjalnych wariantów przebiegu drogi objętej zadaniem inwestycyjnym i jej powiązań z siecią dróg publicznych, ze szczególnym uwzględnieniem przestrzennych relacji z obszarami o różnych funkcjach przestrzennych, w tym objętymi ochroną na podstawie przepisów o ochronie przyrody oraz o ochronie zabytków oraz uwzględnieniem rozwiązań zawartych w aktach prawa miejscowego (miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego) oraz studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin,
- wybór wariantów najmniej kolidujących z uwarunkowaniami lokalnymi, w tym z obszarami i obiektami, objętymi ochroną na podstawie przepisów o ochronie przyrody oraz o ochronie zabytków. Warianty te podlegają dalszemu opracowaniu w następnych etapach przygotowania dokumentacji. Na etapie SK należy wykluczyć rozwiązania nierealne technicznie, nie w pełni bezpieczne, wątpliwe ekonomicznie, najmniej korzystne przyrodniczo społecznie. Pozostałe opcje winny być ocenione i uszeregowane w postaci listy rankingowej, określającej preferencje autorów opracowania.

W Studium Korytarzowym należy przede wszystkim określić lokalizację możliwych korytarzy dla przeprowadzenia trasy drogowej lub obszaru dla realizacji szczególnego przedsięwzięcia (np. węzła, mostu, tunelu, skrzyżowania, Miejsca Obsługi Podróżnych, Obwodu Utrzymania) oraz sformułować techniczne rozwiązania wariantowe wraz z ich wszechstronną (wielokryterialną), wstępną oceną.

W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego w ramach Studium korytarzowego wymaga się zebrania dostępnych informacji o terenie i podłożu budowlanym korytarzy terenowych dla przebiegu wariantów trasy w raz z ich analizą i oceną.

Na etapie Studium Korytarzowego nie wymaga się wykonania badań podłoża budowlanego.

Załącznik 4.2 Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego (STEŚ) lub Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego z elementami Koncepcji Programowej (STEŚ-R Etap I)

Studium Techniczno - Ekonomiczno - Środowiskowe jest opracowaniem projektowym o charakterze ogólnym. Większość elementów planowanego zadania inwestycyjnego szacuje się wstępnie lub dość szczegółowo, a tylko niewielka ich liczba określana jest szczegółowo (ostatecznie). W Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowym przedstawia się kilka wariantów trasy drogi głównej, w tym „wariant zerowy”, tj. wariant nieprzewidujący podjęcia realizacji inwestycji.

Celem STEŚ jest:

- wstępne określenie zakresu rzeczowego i finansowego przedsięwzięcia oraz ustalenie jego efektywności,
- uściślenie przebiegu tras poszczególnych wariantów (na podstawie analizy wariantów i uzyskanych opinii) oraz ostateczne ustalenie typów oraz podstawowych parametrów technicznych obiektów budowlanych,
- dostarczenie informacji do podjęcia wstępnej decyzji inwestorskiej w sprawie celowości, zakresu i horyzontu czasowego realizacji zadania inwestycyjnego,
- umożliwienie uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.

Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe rozszerzone, czyli Studium Techniczno - Ekonomiczno - Środowiskowe z elementami Koncepcji Programowej jest dwuetapowym opracowaniem projektowym. Pierwszy etap ma charakter ogólny (Etap I) i odpowiada STEŚ, drugi etap stanowi uszczegółowienie opracowanych w pierwszym etapie rozwiązań (Etap II) i odpowiada KP.

Celem opracowania w pierwszym etapie jest:

- wstępne określenie zakresu rzeczowego i finansowego przedsięwzięcia oraz ustalenie jego efektywności,
- uściślenie przebiegu tras poszczególnych wariantów (na podstawie analizy wariantów i uzyskanych opinii) oraz ostateczne ustalenie typów oraz podstawowych parametrów technicznych obiektów budowlanych,
- dostarczenie informacji do podjęcia wstępnej decyzji inwestorskiej w sprawie celowości, zakresu i horyzontu czasowego realizacji zadania inwestycyjnego,
- umożliwienie uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach,

W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego w STEŚ-R Etap I wymaga się wykonać zakres prac jak dla STEŚ.

Na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I należy zaprojektować badania hydrogeologiczne, kartowanie: hydrogeologiczne, geologiczno-inżynierskie, badania geofizyczne, wiercenia i sondowania oraz badania laboratoryjne zgodnie z informacjami podanymi w rozdziałach Załącznik 4. 2. 1 - Załącznik 4. 2. 5.

Załącznik 4. 2. 1 Kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie

Na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I należy zinwentaryzować wszystkie zagrożenia geologiczne naturalne i wywołane działalnością człowieka (Załącznik 17. 1) oraz ocenić cechy masywu skalnego w strefie buforowej (po minimum **2 km** od osi drogi) oraz w strefie zagrożeń (Załącznik 17. 1, Tabela 91).

Inwentaryzację zagrożeń należy wykonać w oparciu o dane archiwalne i wizję terenową (rozdział 3) oraz przetworzone sceny satelitarne (Załącznik 7. 2), ortofotomapę i numeryczny model terenu (Załącznik 3. 3). Na obszarach, gdzie nie jest możliwa inwentaryzacja zagrożeń na podstawie wymienionych materiałów projektuje się kartowanie geologiczno-inżynierskie.

Prace kartograficzne w zakresie oceny masywu skalnego obejmują identyfikację podstawowych cech masywu, takich jak: morfologia, litologia i stratygrafia skał budujących masyw, obecność struktur tektonicznych (w tym nieciągłości) oraz charakterystykę masywu skalnego zgodnie z wymaganiami rozdziału 7 i załącznika (Załącznik 14).

Na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I należy także przeprowadzić kartowanie hydrogeologiczne zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.1.

Załącznik 4. 2. 2 Pomiary geodezyjne

Na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I dla potrzeb badań podłoża budowlanego wymaga się wykonania pomiarów geodezyjnych w celu wytyczenia, a później inwentaryzacji punktów dokumentacyjnych w tym badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań.

W tym celu niezbędne jest pozyskanie na podstawie materiałów projektowych współrzędnych lokalizacji punktów osiowych wariantu oraz punktów dokumentacyjnych w tym badań geofizycznych, wierceń i sondowań (jeśli będą zaprojektowane do wykonania). W wyniku, czego należy sporządzić wykaz współrzędnych (w układzie PL-2000 lub PL-1992 w zależności od skali opracowania) wszystkich projektowanych punktów dokumentacyjnych. Wraz z wykazem współrzędnych można sporządzić szkic lokalizacji z ich numerami. Szkic należy sporządzić na podkładzie ortofotomapy lub mapy sytuacyjno-wysokościowej (ze szczególnym wyróżnieniem granic nieruchomości) o skali uzależnionej od stopnia zagospodarowania terenu i wymagań inwestora. Szkic należy uzupełnić o tytuł dokumentu, skalę, dane lokalizacyjne (województwo, powiat, gmina), strzałkę północy, siatkę współrzędnych, datę oraz imię i nazwisko sporządzającego.

W celu wyznaczenia określonych punktów w terenie, należy zaprojektować sposób ich wytyczenia z uwzględnieniem wymaganych dokładności. Punkty dokumentacyjne oraz punkty osiowe wariantu należy wyznaczać z błędem nie większym niż ± 0.30 m z wykorzystaniem różnicowych fazowych metod satelitarnych GNSS lub klasycznych metod geodezyjnych w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej lub pomiarowej.

Do inwentaryzacyjnych pomiarów sytuacyjnych punktów dokumentacyjnych, w tym otworów wiertniczych, sondowań i innych badań polowych oraz przebiegu profili i punktów badań geofizycznych należy wykorzystywać metody geodezyjne zapewniające określenie położenia sytuacyjnego z błędem nie większym niż ± 0.30 m względem najbliższej poziomej osnowy geodezyjnej lub osnowy pomiarowej. Pomiary sytuacyjne wykonuje się następującymi metodami zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego:

- pomiar satelitarny z wykorzystaniem GNSS (metoda statyczna, szybka statyczna lub kinematyczna, w tym RTK, RTN oraz PPP),
- pomiar biegunowy (z wykorzystaniem tachimetrów),
- wcięć liniowych,
- wcięć kątowych,
- rzędnych i odciętych.

W celu wyznaczenia rzędnych wysokościowych ww. punktów dokumentacyjnych możliwe jest wykorzystanie metody niwelacji geometrycznej, trygonometrycznej, satelitarnej (w tym z wykorzystaniem metod kinematycznych RTK, RTN i PPP) lub metodą skanowania laserowego. Wybór instrumentu pomiarowego, przebiegu pomiaru oraz metod opracowania wyników musi zapewnić wyznaczenie wysokości z błędem nie większym niż ± 0.10 m względem najbliższej pionowej osnowy geodezyjnej lub osnowy pomiarowej.

Współrzędne przestrzenne punktów dokumentacyjnych należy wyznaczać w państwowym systemie odniesień przestrzennych, przy czym współrzędne płaskie powinny być obliczone w układzie PL-2000 lub PL-1992 w zależności od skali opracowania, zaś rzędną wysokościową podaje się w układzie PL-KRON86-NH lub PL-EVRF2007-NH, zaś po dniu 31 grudnia 2019 r. tylko w układzie PL-EVRF2007-NH.

Tyczeniowe i inwentaryzacyjne pomiary geodezyjne wykonywane dla punktów dokumentacyjnych w tym przede wszystkim dla prac kartograficznych, badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I powinny być realizowane z zachowaniem przedstawionego schematu:

- na podstawie dokumentacji projektowej oraz przygotowanego wcześniej szkicu dokumentacyjnego wykonuje się tyczenia w terenie punktów osiowych wariantu (co 50 m) oraz punktów dokumentacyjnych właściwych do realizacji zaprojektowanych prac w tym przede wszystkim prac kartograficznych, badań geofizycznych, wierceń i sondowań. Proces tyczenia dokumentuje się w postaci szkicu tyczenia (będący kopią szkicu dokumentacyjnego, na którym oznacza się wytyczone punkty wraz z zrealizowanymi miarami), który po zakończeniu prac jest przekazywany odpowiednio do zespołu realizującego m.in. prace kartograficzne, badania geofizyczne, wiercenia, sondowania,
- w oparciu o wytyczone i zamarkowane palikami w terenie punkty, zespoły geofizyczne i kartograficzne realizują zaprojektowane badania,
- ponieważ w okresie między badaniami geofizycznymi i pracami kartograficznymi, a realizacją zaprojektowanych wierceń i sondowań część punktów osiowych wariantu oraz punktów dokumentacyjnych w zakresie wierceń i sondowań mogła ulec zniszczeniu, zespół realizujący prace geodezyjne bezpośrednio przed wierceniami i sondowaniami przeprowadza wywiad terenowy oraz tyczy i stabilizuje utracone punkty osiowe wariantu oraz punkty dokumentacyjne. Kopia szkicu tyczenia przekazywana jest zespołowi wykonującemu dalsze badania, co w połączeniu z wbitymi w terenie palikami pozwoli zespołom odpowiedzialnym za wiercenia i sondowania zorientować się w terenie oraz zrealizować poprawnie zakres prac,
- w przypadku braku możliwości realizacji badań w wyznaczonych punktach dokumentacyjnych, co powoduje zmianę lokalizacji wierceń i sondowań, niezbędna jest dokumentacja fotograficzna przyczyn zmiany oraz wskazanie rzeczywistego miejsca badań zespołowi realizującemu pomiary geodezyjne,
- po wykonaniu badań, każdy zmieniony punkt dokumentacyjny musi podlegać geodezyjnemu pomiarowi inwentaryzacyjnemu.

Załącznik 4. 2. 3 Badania geofizyczne

Na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I, w ramach badań geofizycznych należy zaprojektować sondowania elektrooporowe (VES) w miejscach projektowanych tuneli, wykopów głębszych niż 5 m lub nasypów wyższych niż 5 m w liczbie 1 stanowisko VES (2 sondowania wykonane w układzie krzyżowym) na około 100 m długości tunelu/wykopu/nasypu zlokalizowanych na każdym wariantcie projektowanej trasy. Dopuszcza się przesunięcie lokalizacji sondowania VES nie więcej niż 50 m prostopadle od osi wariantu projektowanej trasy tak, aby pojedyncze sondowanie VES mogło służyć rozpoznaniu dla różnych wariantów trasy.

Dodatkowo zaleca się, aby sondowania elektrooporowe projektować w miejscach, gdzie wykonanie wierceń nie jest możliwe z uwagi na przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Lokalizacja sondowań VES powinna uwzględniać uwarunkowania terenowe, spodziewaną budowę geologiczną i dostępne dane archiwalne (m. in. otwory wiertnicze, odsłonięcia), a także ograniczenia metody (elementy infrastruktury, czy też niekorzystne układy warstw geologicznych np.: flisz karpacki).

Głębokość badań powinna być dostosowana do przebiegu niwelety lub do głębokości rozpoznania ustalonej przez dokumentatora.

Załącznik 4. 2. 4 Wiercenia i sondowania

W celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych w podłożu budowlanym drogi (główniej, dojazdowych, serwisowych i innych), wiercenia i sondowania należy zaprojektować zgodnie z minimalnymi wymaganiami podanymi w tabeli (Tabela 24).

Tabela 24 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża budowlanego projektowanych dróg na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba wierceń na 1 km wzdłuż osi wariantu ⁸ [szt.]	Minimalna liczba wierceń w przekroju poprzecznym do osi wariantu [szt.]	Minimalna liczba sondowań na 1 km osi wariantu [szt.]	Minimalna liczba sondowań w przekroju poprzecznym do osi wariantu [szt.]
proste złożone skomplikowane	A, S, GP, G	≥1	5 (rozstaw wierceń nie mniejszy niż 100 m nie większy niż 300 m)	1 (ciąg główny)	w zależności od potrzeb	w zależności od potrzeb

W celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych w podłożu budowlanym drogowych obiektów inżynierskich (DOI), wiercenia i sondowania należy wykonać zgodnie z minimalnymi wymaganiami przedstawionymi w tabeli (Tabela 25).

Tabela 25 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża budowlanego projektowanych drogowych obiektów inżynierskich na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I.

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Minimalna liczba wierceń w zależności od warunków gruntowych		Minimalna liczba sondowań
	proste	złożone/skomplikowane	
przepusty obiekty mostowe o długości całkowitej obiektu < 200 m	1 (otwór w obrysie obiektu, w miarę możliwości w jego osi)		w zależności od potrzeb
obiekty mostowe o długości całkowitej obiektu ≥200 m	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu w obrysie obiektu, w miarę możliwości w jego osi) lecz nie rzadziej niż co 200 m		w zależności od potrzeb
konstrukcje oporowe i tunele	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu w obrysie obiektu, w miarę możliwości w jego osi) lecz nie rzadziej niż co 200 m		w zależności od potrzeb

Dla etapu STEŚ, STEŚ-R Etap I projektując lokalizację wierceń i sondowań należy wziąć pod uwagę miejsca występowania anomalii geofizycznych, miejsca wyróżniające się w topografii terenu stwierdzone na podstawie analizy dostępnych materiałów kartograficznych np. obniżenia terenu, bagna, torfowiska, podmokłości, formy krasowe itp.

Dla etapu STEŚ i STEŚ-R Etap I dla tuneli zaleca się dodatkowo zaplanować wiercenia w miejscach wyróżniających się w topografii terenu stwierdzonych na podstawie przeprowadzonego kartowania geologiczno-inżynierskiego (Załącznik 7. 1. 1) lub/i analizy dostępnych materiałów kartograficznych (np. uskoki, leje, zapadliska itp.).

Dla etapu STEŚ i STEŚ-R Etap I sondowania są zalecane. Niedopuszczalne jest zastępowanie wierceń sondowaniami. Zakres i ilość sondowań może ustalić inwestor na etapie postępowania przetargowego.

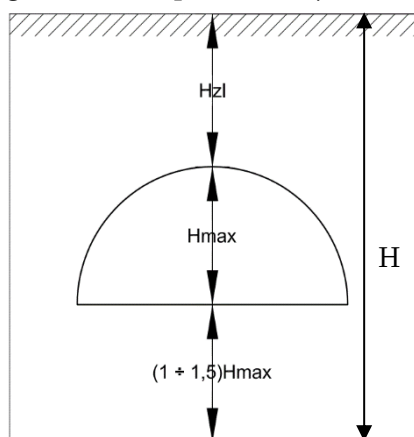
⁸ W technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się zmianę liczby wierceń, przy czym średnia liczba wierceń na 1 km nie może być mniejsza niż 5.

We wszystkich otworach wiertniczych wykonywanych dla drogowych obiektów inżynierskich należy zaprojektować pomiary i obserwacje hydrogeologiczne w zakresie nawierconych i ustabilizowanych zwierciadeł wód podziemnych (rozdział 5.7).

Dla wszystkich typów dróg głębokość rozpoznania wierceniami i sondowaniami w gruntach nie powinna być mniejsza niż **3 m** poniżej podstawy nasypu lub dna wykopu lub podstawy warstw konstrukcyjnych przy uwzględnieniu dodatkowych wymagań np.: występowanie gruntów słabych. W miejscach projektowanych nasypów o wysokości większej niż **3 m**, głębokość rozpoznania poniżej podstawy nasypu musi wynosić co najmniej 2/3 wysokości nasypu.

Dla drogowych obiektów inżynierskich z wyjątkiem tuneli dla etapu STEŚ i STEŚ-R Etap I głębokość rozpoznania wierceniami i sondowaniami w gruntach nie powinna być mniejsza niż **15 m p.p.t.**

W przypadku budowy tuneli wykonywanych w skałach i gruntach, głębokość rozpoznania (H) powinna uwzględniać warstwy zalegające od stropu budowli podziemnej aż do powierzchni (H_{zl} – miąższość warstw zalegających), warstwy w których tunel zostanie wykonany (H_{max} – największa planowana wysokość wyrobiska) oraz warstwy spągowe na głębokość $(1 \div 1,5)H_{max}$. Całkowita głębokość rozpoznania wynosi $H = H_{zl} + (2 \div 2,5)H_{max}$ (Rysunek 24).



Rysunek 24 Zasięg rozpoznania masywu skalnego w otoczeniu tunelu - STEŚ i STEŚ-R Etap I

W przypadku wystąpienia na głębokości rozpoznania gruntów słabych, dla których zachodzi przypuszczenie, że nie można na nich bezpośrednio posadowić budowli z uwagi na możliwość przekroczenia dopuszczalnych stanów granicznych (użytkowości), wiercenie lub sondowanie należy prowadzić do głębokości, co najmniej **2 m** poniżej tych gruntów.

Umownie przyjmuje się, że do gruntów takich zalicza się:

- grunty organiczne (namuły, torfy, gytie, kredy jeziorne),
- grunty drobnoziarniste w stanie gorszym niż plastyczny,
- grunty bardzo i gruboziarniste w stanie luźnym,
- grunty antropogeniczne z wyjątkiem nasypów budowlanych.

Dopuszcza się zmniejszenie głębokości punktów dokumentacyjnych o 30% w przypadku stwierdzenia w podłożu budowlanym jednorodnych warstw litologicznych o znacznej miąższości (np. ility plioceńskie, ility krakowieckie, lita i jednorodna skała itp.).

Jeżeli w poziomie niwelety drogi lub planowanego posadowienia drogowych obiektów inżynierskich (za wyjątkiem tuneli), obiektów wyposażenia technicznego dróg, innych obiektów stwierdzono występowanie skał o wartościach wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie:

- $R_c=1-5 \text{ MPa}$ ⁹ - czyli skały (hard soil/soft rock) o bardzo niskiej wytrzymałości (PN-EN ISO 14689, PN-EN ISO 14688-2) - to głębokość rozpoznania od poziomu niwelety może zostać zredukowana do 2 m;
- $R_c>5 \text{ MPa}$ (lite/niezwierteżale) - czyli skały o niskiej wytrzymałości i wyższej (PN-EN ISO 14689) - to głębokość rozpoznania od poziomu niwelety może zostać zredukowana do 0,0-0,5 m (pod warunkiem, że budowa geologiczna jest rozpoznana oraz znana jest wartość wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie z badań laboratoryjnych, w innym przypadku patrz wytyczne dla $R_c=1-5 \text{ MPa}$).

Na potrzeby oceny warunków hydrogeologicznych na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I może być wymagane założenie sieci otworów obserwacyjnych (piezometrów). Instalacja piezometrów na potrzeby oceny warunków hydrogeologicznych jest wymagana w następujących przypadkach:

- w przypadku stwierdzenia, że dane pozyskane z otworów geologiczno-inżynierskich są niewystarczające do oceny warunków hydrogeologicznych – w ilości umożliwiającej ocenę warunków hydrogeologicznych,
- na każdym odcinku występowania niezolowanego od powierzchni zwierciadła wód gruntowych w ilości 1 otwór obserwacyjny (piezometr) na każdy 5 km drogi (w przypadku krótszych odcinków 1 piezometr na cały odcinek),
- w miejscach stwierdzonego artezyjskiego zwierciadła wód gruntowych w ilości 1 otwór obserwacyjny na obiekt lub odcinek drogi, lecz nie rzadziej niż co 500 m,

Zafiltrować należy zawsze pierwszy poziom wodonośny (lub w razie konieczności - warstwę w której możliwe jest okresowe pojawienie się wody) lub – jeśli występuje - poziom artezyjski.

W przypadku instalacji piezometru dla pierwszego poziomu wód gruntowych, strefa zafiltrowana powinna znajdować się poniżej możliwego minimalnego poziomu wód gruntowych.

W otworach obserwacyjnych można przeprowadzić badania hydrogeologiczne zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 12).

Po wykonaniu otworu obserwacyjnego (piezometru) należy przeprowadzić pompowanie oczyszczające.

Otwory należy lokalizować na spływie wód podziemnych w stosunku do projektowanej inwestycji.

Otwory te mogą mieć charakter tymczasowy (likwidacja po zakończeniu pomiarów) lub – po uzgodnieniu z inwestorem.

Załącznik 4. 2. 5 Badania laboratoryjne

Na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I nie są wymagane badania laboratoryjne gruntów. Zakres i ilość wymaganych badań laboratoryjnych może ustalić inwestor na etapie postępowania przetargowego.

Na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I wymaga się zaprojektowania badań laboratoryjnych dla prób skał pobranych z wierceń wykonywanych pod tunele w skałach zgodnie z tabelą (Tabela 26).

Zakres cech fizyczno-mechanicznych/parametrów geotechnicznych, które można podać w SGI podano w załączniku (Załącznik 16).

⁹ $R_c<1 \text{ MPa}$ - skrajnie słabe skały – stosujemy wymagania jak dla gruntów

Tabela 26 Minimalny zakres badań laboratoryjnych próbek skał pobranych z wierceń pod tunele w skałach na etapie STEŚ, STEŚ-R Etap I na podstawie PN-EN 1997-2 oraz Tajduś i in, 2012

Lp.	Rodzaj badania	Wynik badania	Wymagania	STEŚ, STEŚ-R Etap I
1	Wilgotność	Wartość (w)	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na 1 mb rdzenia	W
2	Gęstość objętościowa	Wartość: (ρ_0), (γ_0)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1 badanie na 2 mb rdzenia oraz 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały	W
3	Wytrzymałość	Wartość: (σ_c / R_c) lub zamiennie Wartość: (I_{50}), (K_a / A)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń) lub zamiennie Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 10 badań na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	W
		Wartość: ($\sigma_T / \sigma_r / R_r$), (σ_g / R_g)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)	W

W- wymagane

Załącznik 4. 2. 6 Liczba przekrojów

Wymagana liczba przekrojów geologiczno-inżynierskich - 1 równoległy do osi wariantu uwzględniający wyniki wierceń, sondowań (jeśli są zaprojektowane) i badań geofizycznych dla drogi i drogowych obiektów inżynierskich.

Załącznik 4. 3 Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie koncepcji programowej (KP) lub Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego z elementami koncepcji programowej (STEŚ-R Etap II)

Etap STEŚ-R Etap II i KP jest podstawowym etapem rozpoznania podłoża budowlanego.

Koncepcja programowa stanowi materiał opracowywany po uzyskaniu decyzji właściwego organu o środowiskowych uwarunkowaniach dla wybranego wariantu przebiegu drogi. Jest uszczegółowieniem rozwiązań technicznych, przedstawia wariantowo:

- niwelety,
- węzły, skrzyżowania,
- obiekty inżynierskie,
- układ dróg poprzecznych,
- drogi zapewniające dojazd do działek itp.

Koncepcję Programową opracowuje się po uzyskaniu decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych dla wybranego wariantu przebiegu drogi.

Podstawowe cele opracowania KP to:

- uściślenie zakresu rzeczowego i finansowego przedsięwzięcia polegające na ustaleniu szczegółowych rozwiązań geometrycznych elementów drogi, konstrukcji obiektów drogowych i inżynierskich, granic terenowych zadania inwestycyjnego oraz przedmiaru

- robót i ich kosztorysu,
- dostarczenie informacji do podjęcia ostatecznej decyzji inwestorskiej w sprawie celowości, zakresu i horyzontu czasowego realizacji zadania inwestycyjnego, umożliwienie jednoznacznego Opisu Przedmiotu Zamówienia kolejnego etapu przygotowania inwestycji do realizacji,
- określenie wytycznych dla projektu budowlanego.

Realizacja celów KP wymaga wykonania wielu elementów projektowych i analitycznych. Ich szczegółowość powinna odpowiadać potrzebom inwestora (zarządcy dróg).

Studium Techniczno - Ekonomiczno - Środowiskowe z elementami Koncepcji Programowej STEŚ-R Etap II odpowiada etapowi KP. Celem opracowania w drugim etapie jest:

- uściślenie zakresu rzeczowego i finansowego polegające na ustaleniu szczegółowych rozwiązań geometrycznych dróg, konstrukcji drogowych obiektów inżynierskich, granic terenowych zadania inwestycyjnego oraz przedmiaru robót i ich kosztorysu dla kluczowych elementów przedsięwzięcia,
- określenie wytycznych dla projektu budowlanego,
- wykonanie analizy wielokryterialnej umożliwiającej zamawiającemu wybór najkorzystniejszych wariantów technicznych do dalszej realizacji.

W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego w STEŚ-R Etap II wymaga się wykonać zakres prac jak dla KP.

Na etapie STEŚ-R Etap II i KP należy zaprojektować kartowanie geologiczno-inżynierskie, badania geofizyczne, wiercenia i sondowania oraz badania laboratoryjne oraz jeśli wymagane badania hydrogeologiczne zgodnie z informacjami podanymi w rozdziałach Załącznik 4. 3. 1 - Załącznik 4. 3. 5.

Załącznik 4. 3. 1 Kartowanie geologiczno-inżynierskie

Na etapie STEŚ-R Etap II i KP należy zinwentaryzować wszystkie zagrożenia geologiczne naturalne i wywołane działalnością człowieka (Załącznik 17. 1) oraz ocenić cechy masywu skalnego w strefie buforowej (po minimum 50-100 m od osi drogi w warunkach prostych i złożonych oraz 100-500 m w warunkach skomplikowanych) oraz w strefie zagrożeń (Załącznik 17. 1, Tabela 92).

Na etapie STEŚ-R Etap II i KP należy wytypować obszary zagrożeń geologicznych, które mogą mieć wpływ na zachowanie się obiektu budowlanego, budowę i eksploatację drogi do szczegółowych badań. Obszary te należy rozpoznać w całości zgodnie z wymaganiami poradnika pt.: „Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych” (Frankowski Z. i in., 2012) oraz „Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego” (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018).

W przypadku terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi należy opracować/zaktualizować tzw. kartę rejestracyjną osuwiska dla wszystkich osuwisk zlokalizowanych na zboczu nad projektowaną drogą aż do górnej krawędzi zbocza, a także dodatkowo - w przypadku stwierdzenia możliwego wpływu na budowę i eksploatację obiektu - poniżej drogi. Wymaga się, aby karta rejestracyjna osuwiska była zgodna z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi.

W przypadku oddziaływań górniczych należy pozyskać materiały o możliwych wstrząsach sejsmicznych i odkształceniach podłoża budowlanego od podmiotów prowadzących eksploatację lub jednostki archiwizującej dane górnicze, a także skorzystać z przetworzonych scen satelitarnych (rozdział Załącznik 7. 2), ortofotomap i numerycznych modeli terenu (rozdział 3).

Na potrzeby oceny masywu skalnego należy wykonać prace kartograficzne, które obejmują identyfikację podstawowych cech masywu, takie jak: morfologia, litologia i stratygrafia skał budujących masyw, oraz obecności struktur tektonicznych (w tym nieciągłości) oraz charakterystykę masywu skalnego zgodnie z wymaganiami rozdziału 7.

Załącznik 4.3.2 Pomiary geodezyjne

Na etapie STEŚ-R Etap II lub KP dla potrzeb badań podłoża budowlanego wymaga się wykonania pomiarów geodezyjnych w celu wytyczenia, a później inwentaryzacji punktów dokumentacyjnych w tym badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań.

W tym celu niezbędne jest pozyskanie współrzędnych w drodze geodezyjnego opracowania projektu robót geologicznych oraz innych opracowań. Następnie należy sporządzić wykaz współrzędnych (w układzie PL-2000) projektowanych punktów dokumentacyjnych w tym przede wszystkim badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań. Z wykazem współrzędnych można sporządzić szkic lokalizacji wszystkich punktów wraz z ich numerami. Szkic należy sporządzić na podkładzie ortofotomapy lub mapy zasadniczej i informacji z operatu ewidencji gruntów i budynków (ze szczególnym wyróżnieniem granic nieruchomości) o skali uzależnionej od stopnia zagospodarowania terenu lub wymagań inwestora. Szkic należy uzupełnić o tytuł dokumentu, skalę, dane lokalizacyjne (województwo, powiat, gmina), strzałkę północy, siatkę współrzędnych, datę oraz imię i nazwisko sporządzającego.

W celu wyznaczenia określonych punktów w terenie, należy zaprojektować sposób ich wytyczenia z uwzględnieniem wymaganych dokładności. Punkty drogi i punkty dokumentacyjne należy wyznaczać z błędem nie większym niż ± 0.30 m z wykorzystaniem różnicowych fazowych metod satelitarnych GNSS lub klasycznych metod geodezyjnych w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej lub pomiarowej. W przypadku realizacji profili geofizycznych oprócz punktów początku i końca odcinków prostoliniowych profilu należy również wskazać punkty pośrednie, gwarantujące odchyłki od prostoliniowości z błędem nie większym niż ± 0.30 m.

Do inwentaryzacyjnych pomiarów sytuacyjnych punktów dokumentacyjnych, w tym otworów wiertniczych, sondowań i innych badań polowych oraz przebiegu profili i punktów badań geofizycznych należy wykorzystywać metody geodezyjne zapewniające określenie położenia sytuacyjnego z błędem nie większym niż ± 0.30 m względem najbliższej poziomej osnowy geodezyjnej lub osnowy pomiarowej. Pomiary sytuacyjne wykonuje się następującymi metodami zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego:

- pomiar satelitarny z wykorzystaniem GNSS (metoda statyczna, szybka statyczna lub kinematyczna, w tym RTK, RTN oraz PPP),
- pomiar biegunowy (z wykorzystaniem tachimetrów),
- wcięć liniowych,
- wcięć kątowych,
- rzędnych i odciętych.

W celu wyznaczenia rzędnych wysokościowych ww. punktów dokumentacyjnych możliwe jest wykorzystanie metody niwelacji geometrycznej, trygonometrycznej, satelitarnej (w tym z wykorzystaniem metod kinematycznych RTK, RTN i PPP) lub metodą skanowania laserowego. Wybór instrumentu pomiarowego, przebiegu pomiaru oraz metod opracowania wyników musi zapewnić wyznaczenie wysokości H z błędem nie większym niż ± 0.10 m względem najbliższej pionowej osnowy geodezyjnej lub osnowy pomiarowej.

W przypadku wyznaczenia wzajemnego przewyższenia punktów pomiarowych w badaniach grawimetrycznych, o których mowa w załączniku (Załącznik 4. 3. 3, Załącznik 8. 6) wybór instrumentu pomiarowego, przebiegu pomiaru oraz metod opracowania wyników musi zapewnić wyznaczenie przewyższenia między punktami z błędem nie większym niż ± 0.01 m.

Współrzędne przestrzenne punktów dokumentacyjnych należy wyznaczać w państwowym systemie odniesień przestrzennych, przy czym współrzędne płaskie powinny być obliczone w układzie PL-2000, zaś rzędną wysokościową podaje się w układzie PL-KRON86-NH lub PL-EVRF2007-NH, zaś po dniu 31 grudnia 2019 r. tylko w układzie PL-EVRF2007-NH.

Tyczeniowe i inwentaryzacyjne pomiary geodezyjne wykonywane dla punktów dokumentacyjnych w tym przede wszystkim dla badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań na etapie STEŚ-R Etap II lub KP powinny być realizowane z zachowaniem przedstawionego schematu:

- na podstawie dokumentacji projektowej oraz przygotowanego wcześniej szkicu dokumentacyjnego wykonuje się tyczenia w terenie punktów osiowych i/lub skrajnych drogi (co 50 m z ewentualnym dogęszczeniem na krzywiznach) oraz punktów dokumentacyjnych właściwych do realizacji zaprojektowanych prac w tym przede wszystkim prac kartograficznych, badań geofizycznych, wierceń i sondowań. Proces tyczenia dokumentuje się w postaci szkicu tyczenia (będącego kopią szkicu dokumentacyjnego, na którym oznacza się wytyczone punkty wraz ze zrealizowanymi miarami), który po zakończeniu prac jest przekazywany odpowiednio do zespołu realizującego m.in. prace kartograficzne, badania geofizyczne, wiercenia, sondowania,
- w oparciu o wytyczone i zamarkowane palikami w terenie punkty, zespoły geofizyczne i kartograficzne realizują zaprojektowane badania,
- ponieważ w okresie między badaniami geofizycznymi i pracami kartograficznymi, a realizacją zaprojektowanych wierceń i sondowań część punktów osiowych i/lub skrajnych drogi oraz punktów dokumentacyjnych w zakresie wierceń i sondowań mogła ulec zniszczeniu, zespół realizujący prace geodezyjne bezpośrednio przed wierceniami i sondowaniami przeprowadza wywiad terenowy oraz tyczy i stabilizuje utracone punkty drogowe oraz punkty dokumentacyjne. Kopia szkicu tyczenia przekazywana jest zespołowi wykonującemu dalsze badania, co w połączeniu z wbitymi w terenie palikami pozwoli zespołom odpowiedzialnym za wiercenia i sondowania zorientować się w terenie oraz zrealizować poprawnie zakres prac,
- w przypadku braku możliwości realizacji badań w wyznaczonych punktach dokumentacyjnych, co powoduje zmianę lokalizacji wierceń i sondowań, niezbędna jest dokumentacja fotograficzna przyczyn zmiany oraz wskazanie rzeczywistego miejsca badań zespołowi realizującemu pomiary geodezyjne,
- po wykonaniu badań, każdy zmieniony punkt dokumentacyjny musi podlegać geodezyjnemu pomiarowi inwentaryzacyjnemu.

Załącznik 4. 3. 3 Badania geofizyczne

Na etapie KP i STEŚ-R Etap II badania geofizyczne dla drogi należy zaprojektować zgodnie z tabelą (Tabela 27) uwzględniając wymagania i zalecenia dodatkowe podane poniżej.

W pierwszej kolejności dla każdej drogi należy zaprojektować badania geofizyczne metodą tomografii elektrooporowej ERT. Badania ERT można zastąpić stosując metodę profilowań konduktometrycznych GCM w przypadku, gdy spełnione są jednocześnie trzy warunki:

- projektowana droga przebiegać będzie na obszarach, gdzie występują proste warunki gruntowe,

- projektowana droga/węzeł przebiegać będzie w nasypach nie wyższych niż 3 m,
- zaprojektowane wiercenia i sondowania nie będą głębsze niż 3 m.

Tabela 27 Wymagany minimalny zakres badań geofizycznych dla drogi*

Klasa drogi	Liczba jezdni	Liczba profili geofizycznych wzdłuż osi drogi (ciąg główny)	ERT	GCM	MASW lub SRT	GPR**	GRAW
S, GP, G, Z, L, D	1	1	krok pomiarowy: nie większy niż 2 m (rozstaw elektrod) w przypadku głębokości rozpoznania do 30 m	krok pomiarowy: nie większy niż 1 m prowadzone na nie mniej niż 4 zakresach głębokościowych	krok pomiarowy: nie większy niż 5 m (interwał strzałowy) dla MASW nie większy niż 2 m (rozstaw geofonów) dla SRT	składanie (sumowanie) nie mniejsze niż 32 razy; opcja automatycznego sumowania włączona; krok pomiarowy (odległość pomiędzy trasami): nie większy niż 0.1 m dla anten 50-150 MHz, 0.05 m dla anten 150-250 MHz, 0.03-0.05 m dla anten 500-800 MHz, nie większy niż 0.03 m dla anten powyżej 800 MHz	Zdjęcie powierzchniowe rozstaw punktów nie większy niż 5-10 m
A, S, GP, G, Z, L, D	2	1-2	krok pomiarowy: nie większy niż 5 m (rozstaw elektrod) w przypadku głębokości rozpoznania powyżej 30 m				

* - odstępstwa od wymaganego minimalnego zakresu badań geofizycznych w tym dotyczącego m.in. dobierania kroku pomiarowego po uzasadnieniu należy uzgadniać z inwestorem.
** - w zależności od producentów aparatury pomiarowej należy odpowiednio dobierać zakres częstotliwościowy anten w zakresie +/- 50-100 MHz w stosunku do podanych w tabeli.
ERT - tomografia elektrooporowa, GCM – profilowanie konduktometryczne, SRT - sejsmiczna tomografia refrakcyjna, MASW - analiza fal powierzchniowych, GRAW - grawimetria, GPR - georadar

W przypadku wykonania badań GCM i stwierdzenia, że warunki gruntowe odbiegają od prostych należy wykonać badania ERT.

Dodatkowo w celu okonturowania poziomego i pionowego występowania gruntów organicznych należy zaprojektować badania geofizyczne metodą GCM.

Dodatkowo dla drogi należy zaprojektować badania geofizyczne metodą MASW lub SRT-S w przypadkach, gdy:

- wymagana jest informacja o parametrach sprężystych podłoża budowlanego (w takim przypadku wykonuje się dodatkowy 1 profil metodą MASW lub SRT-S w profilu pokrywającym się z profilem ERT),
- występują złożone warunki gruntowe, a projektowana droga przebiega w wannie szczelnej lub tunelu,
- występują skomplikowane warunki gruntowe (w takim przypadku wykonuje się dodatkowe profile metodą MASW lub SRT-S w profilach pokrywających się z profilami ERT).

Dodatkowo dla drogi należy zaprojektować badania geofizyczne metodą SRT-P w przypadkach, gdy:

- na podstawie analizy materiałów archiwalnych w podłożu budowlanym drogi w

przedziale głębokości 0-30 m p.p.t. stwierdzono występowanie zwietrzelin i skał (w takim przypadku dopuszcza się zaprojektowanie tylko 1 profilu metodą ERT, a drugiego metodą SRT-P). Projektując badania w postaci kompilacji metody ERT i SRT-P, należy zaprojektować je wzdłuż jednego wspólnego ciągu dla obu metod w osi drogi.

Dodatkowo dla drogi należy zaprojektować badania geofizyczne metodą GPR w przypadkach, gdy w podłożu budowlanym drogi stwierdzono występowanie:

- form krasowych i innych naturalnych lub sztucznych pustek (W),
- skomplikowanych warunków gruntowych (Z),
- zwietrzelin i skał w przedziale głębokości 0-8 m p.p.t. (Z).

Dodatkowo dla pasa drogowego i strefy zagrożeń należy zaprojektować geofizyczne badania grawimetryczne w przypadkach, gdy w podłożu budowlanym stwierdzono występowanie:

- szkód górniczych,
- form krasowych
- innych pustek naturalnych i sztucznych.

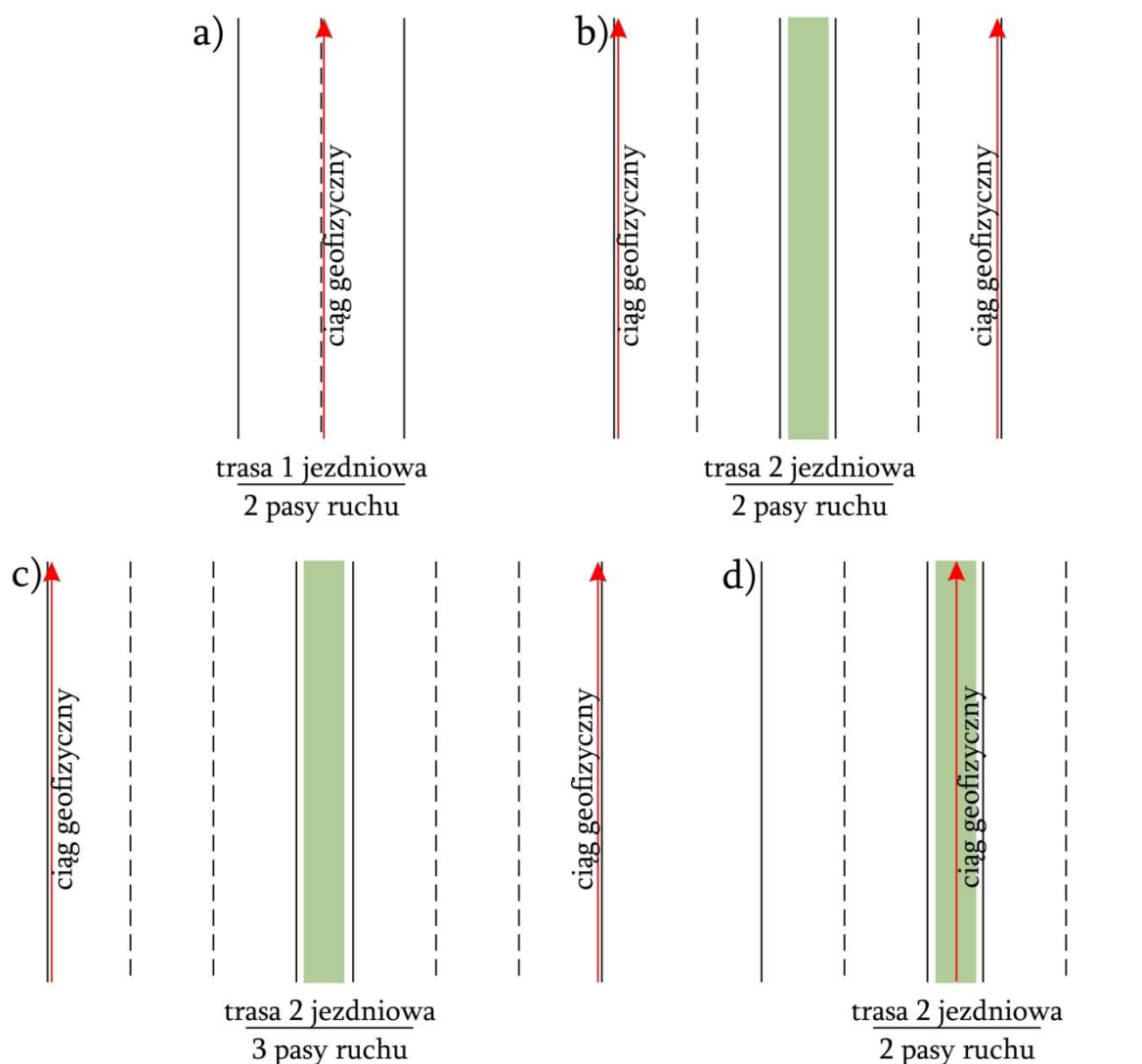
Odstępstwa od wymaganego minimalnego zakresu badań geofizycznych po uzasadnieniu należy uzgadniać z inwestorem.

Dobłą praktyką jest stosowanie kilku różnych metod geofizycznych, wszędzie tam gdzie mamy do czynienia ze skomplikowaną budową geologiczną (zakresy i metody należy każdorazowo uzgodnić z inwestorem).

Badania geofizyczne należy tak projektować, aby głębokość rozpoznania podłoża budowlanego dla drogi, w zależności od zastosowanej metody badań geofizycznych, wynosiła nie mniej niż podano w tabeli (Tabela 10).

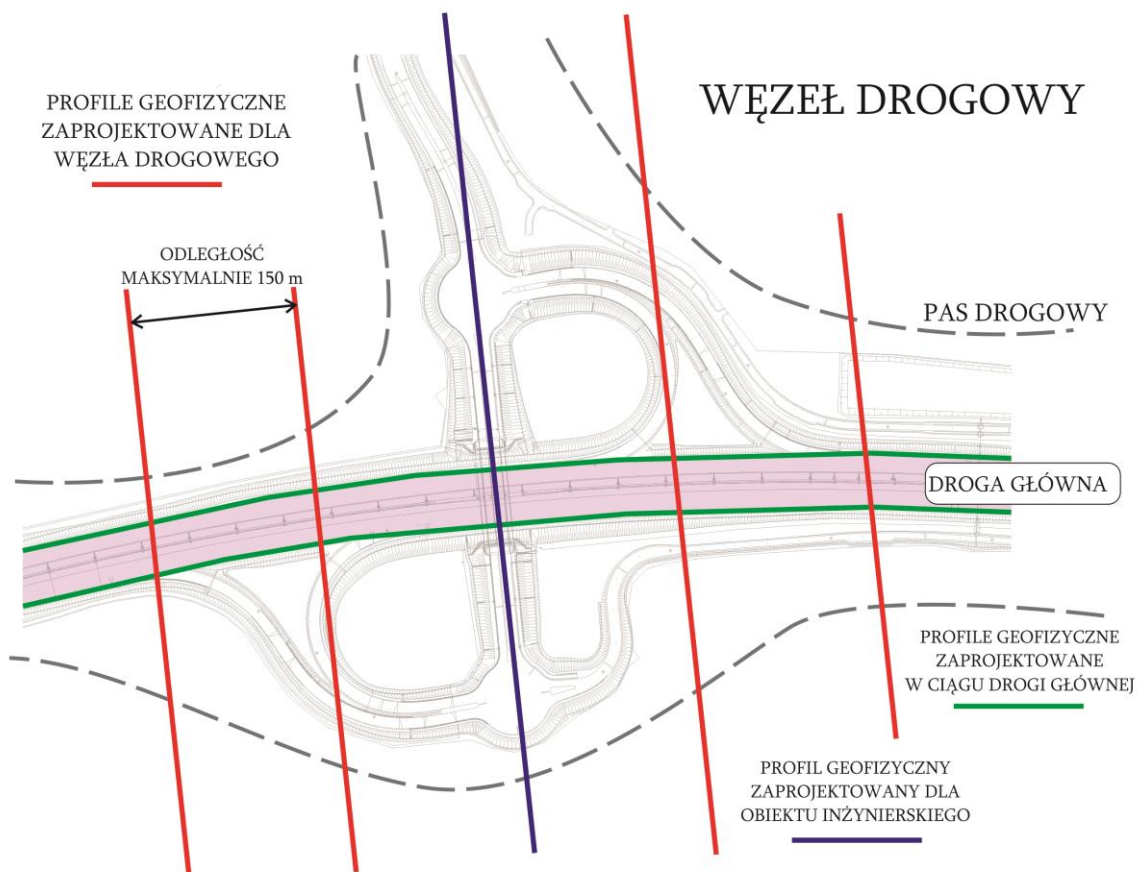
Dla obszaru drogi głównej lokalizację badań geofizycznych projektuje się z zachowaniem następujących warunków (nie dotyczy grawimetrii, którą wykonuje się powierzchniowo):

- dla tras jednojezdniowych (Rysunek 25a) badania geofizyczne należy zaprojektować w osi jezdni w postaci jednego profilu geofizycznego,
- dla tras 2 jezdniowych z dwoma lub większą liczbą pasów ruchu (Rysunek 25b, c) badania geofizyczne należy zaprojektować w postaci 2 profili geofizycznych w skrajnych pasach obu jezdni, tak by przebiegały przez miejsca planowanych wierceń i sondowań,
- w szczególnych przypadkach (dla tras 2 jezdniowych), jeśli przewidziane są badania geofizyczne różnymi metodami geofizycznymi dopuszcza się wykonanie tych badań wzdłuż jednego profilu w osi drogi (Rysunek 25d),
- w pracach geofizycznych, które realizowane są różnymi metodami geofizycznymi, badania geofizyczne należy prowadzić po tych samych liniach pomiarowych (o ile pozwalają na to warunki terenowe i ograniczenia poszczególnych metod),
- w przypadku nakładania się przebiegu projektowanej drogi z drogami istniejącymi dopuszcza się zmianę lokalizacji profili geofizycznych poza istniejący pas drogowy.



Rysunek 25 Schemat zaprojektowania profili geofizycznych dla pasa drogowego, w zależności od liczby jezdni

Dla węzłów drogowych lokalizację, długość i liczbę profili geofizycznych zaleca się dobrać w zależności od rozmiaru węzła, przy czym minimalna wymagana liczba profili geofizycznych dla węzła drogowego nie może być mniejsza niż 3 profile geofizyczne, a maksymalna odległość między kolejnymi, równoległymi profilami geofizycznymi nie może być większa niż 150 m (Rysunek 26). Przy projektowaniu badań geofizycznych dla węzłów drogowych należy uwzględnić wymagania wraz z uwagami podane w tabeli (Tabela 27).



Rysunek 26 Schemat zaprojektowania profili geofizycznych dla węzła drogowego

W przypadku zidentyfikowania w pasie drogowym lub w strefie zagrożeń osuwiska należy zaprojektować zakres badań zgodnie z poradnikiem (Frankowski Z. i in., 2012) w tym badań geofizycznych metodą ERT oraz dodatkowo profile:

- MASW lub SRT-S dla osuwisk w gruntach,
- SRT-P dla osuwisk w skałach i zwietrzelinach.

W przypadku braku możliwości wykonania badań geofizycznych metodą SRT należy wykonać badania metodą GPR.

Przebieg profili geofizycznych powinien umożliwić rozpoznanie strefy osuwiska i jego bezpośredniego otoczenia. Każdy przypadek powinien być potraktowany indywidualnie i wymaga dostosowania liczby profili geofizycznych do lokalnych warunków terenowych, rozmiaru osuwiska i budowy geologicznej. Niezależnie od szerokości osuwiska wykonuje się min. 1 profil geofizyczny zlokalizowany w osi osuwiska i 1 profil zlokalizowany poprzecznie do osi osuwiska. Dla osuwisk, których szerokość przekracza 200 m, należy wykonać dodatkowy profil równoległy do osi osuwiska na każde kolejne, rozpoczęte 200 m szerokości.

Badania geofizyczne należy projektować tak, aby głębokość rozpoznania podłoża budowlanego dla drogi i węzłów drogowych, w zależności od zastosowanej metody badań geofizycznych, była zgodna z tabelą (Tabela 10).

Na etapie KP i STEŚ-R Etap II badania geofizyczne dla drogowych obiektów inżynierskich należy zaprojektować zgodnie z tabelą (Tabela 28) uwzględniając wymagania i zalecenia dodatkowe podane poniżej.

Tabela 28 Wymagany minimalny zakres badań geofizycznych dla drogowych obiektów inżynierskich*

Rodzaj obiektu	Usytuowanie drogowego obiektu inżynierskiego względem drogi	Liczba profili geofizycznych (ciąg główny)		ERT	MASW lub SRT (SRT-P, SRT-S)	GPR**
		równoległy do osi obiektu poprzecznej do osi drogi głównej	poprzeczny do osi obiektu równoległej do osi drogi głównej			
obiekty mostowe jedno- i wieloprzęsłowe	poprzeczne do drogi	1	-	krok pomiarowy: max. 2 m (rozstaw elektrod) w przypadku głębokości rozpoznania do 30 m krok pomiarowy: nie większy niż 5 m (rozstaw elektrod) w przypadku głębokości rozpoznania powyżej 30 m	krok pomiarowy: max. 5 m (interwał strzałowy) dla MASW max. 2 m (rozstaw geofonów) dla SRT	składanie (sumowanie) min. 32 razy; opcja automatycznego sumowania włączona; krok pomiarowy (odległość pomiędzy trasami): max. 0.1 m dla anten 50-150 MHz, 0.05 m dla anten 150-250 MHz*
konstrukcje oporowe	w ciągu drogi	-	1 co 200 m			
	poprzeczne do drogi	1	-			
tunele w gruntach**	w ciągu drogi	1 na komorę	1 co 100 m		krok pomiarowy: max. 5 m (rozstaw elektrod) dla MASW max. 2 m (rozstaw geofonów) dla SRT-S	
	poprzeczne do drogi	1	-			
tunele w skałach***	w ciągu drogi	1 na komorę 1 w osi tunelu	3 na portal 1 w miejscu najgłębszego położenia	krok pomiarowy: max. 5 m (rozstaw elektrod)	krok pomiarowy: max. 5 m (rozstaw geofonów) dla SRT-P	ND
	poprzeczne do drogi	1	-			ND

* - odstępstwa od wymaganego minimalnego zakresu badań geofizycznych w tym dotyczącego m.in. dobierania kroku pomiarowego po uzasadnieniu należy uzgadniać z inwestorem.
** - w zależności od producentów aparatury pomiarowej należy odpowiednio dobierać zakres częstotliwościowy anten w zakresie +/- 50-100 MHz w stosunku do podanych w tabeli
*** - zakres badań geofizycznych w miejscu planowanych tuneli należy każdorazowo dostosować indywidualnie w zależności od budowy geologicznej, morfologii terenu oraz rozmiaru tunelu.
ERT - tomografia elektrooporowa, SRT - sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P (SRT-P), fali S (SRT-S), MASW - analiza fal powierzchniowych, GPR - georadar

W pierwszej kolejności dla wszystkich drogowych obiektów inżynierskich należy zaprojektować badania geofizyczne metodą ERT.

Dodatkowo dla DOI należy zaprojektować badania geofizyczne metodą MASW lub SRT-S w przypadkach, gdy:

- wymagana jest informacja o parametrach sprężystych podłoża budowlanego,
- występują złożone warunki gruntowe, a projektowana DOI przebiega w wannie szczelnej lub w tunelu,
- w podłożu budowlanym występują skomplikowane warunki gruntowe.

Dodatkowo dla DOI należy zaprojektować badania geofizyczne metodą SRT-P w przypadkach, gdy:

- na podstawie analizy materiałów archiwalnych w podłożu budowlanym w przedziale głębokości 0-30 m p.p.t. stwierdzono występowanie zwietrzelin i skał.

Dodatkowo dla DOI należy zaprojektować badania geofizyczne metodą GPR w przypadkach, gdy w podłożu budowlanym stwierdzono występowanie:

- form krasowych i innych naturalnych lub sztucznych pustek (W),
- skomplikowanych warunków gruntowych (Z),
- w podłożu DOI w przedziale głębokości 0-8 m p.p.t. (Z),

Dodatkowo dla DOI i strefy zagrożeń należy zaprojektować badania geofizyczne grawimetryczne w przypadkach, gdy w podłożu budowlanym stwierdzono występowanie:

- szkód górniczych,
- form krasowych,
- innych pustek naturalnych i sztucznych.

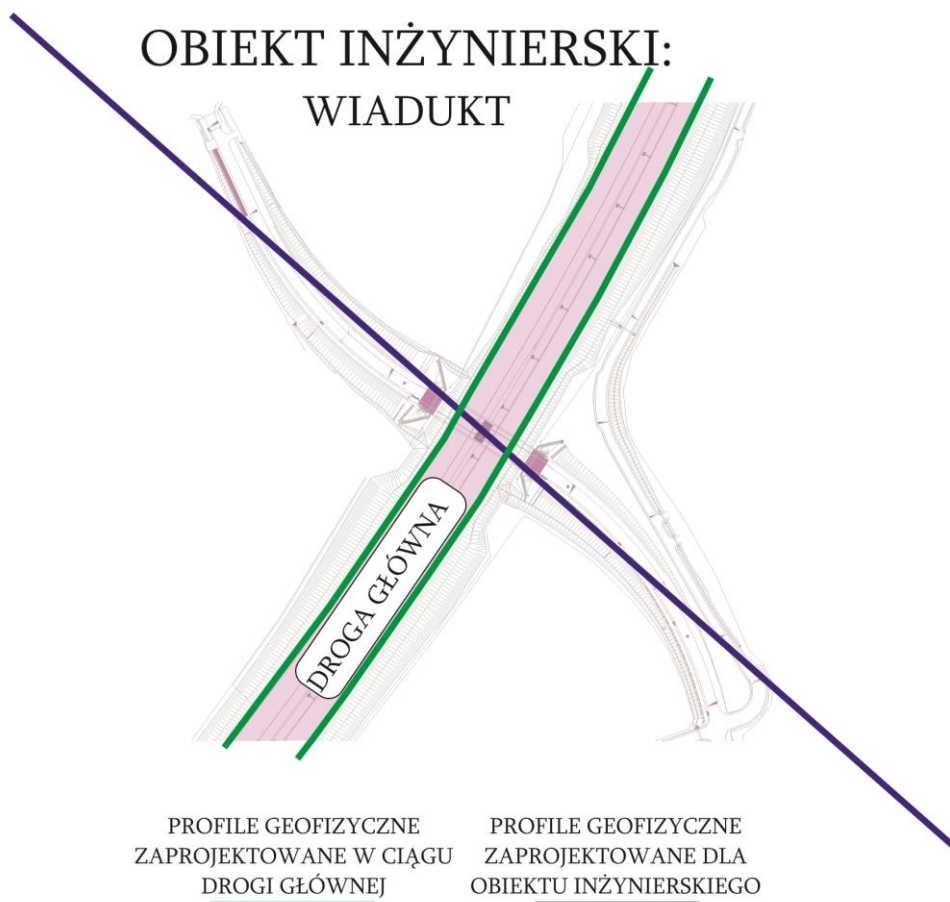
Dobłą praktyką jest stosowanie kilku różnych metod geofizycznych, wszędzie tam gdzie mamy do czynienia ze skomplikowaną budową geologiczną (zakresy i metody należy każdorazowo uzgadniać z inwestorem).

Dla drogowych obiektów inżynierskich rozstaw badań geofizycznych należy zaprojektować z zachowaniem następujących warunków:

- minimalna liczba profili geofizycznych musi być zgodna z tabelą (Tabela 28),
- długość profili geofizycznych powinna być dostosowana do wymaganej głębokości rozpoznania w zależności od długości drogowego obiektu inżynierskiego oraz stosowanej metody geofizycznej (minimalna głębokość z badań geofizycznych musi być osiągnięta dla całego obrysu drogowego obiektu inżynierskiego - Tabela 29), jednak długość profili nie może być mniejsza niż 160 m,
- dla drogowych obiektów inżynierskich, zlokalizowanych poprzecznie do ciągu drogi głównej, profile geofizyczne należy zaprojektować równoległe do osi obiektu inżynierskiego (poprzecznej do osi drogi głównej), w obrysie obiektu,
- dla drogowych obiektów inżynierskich będących w ciągu drogi głównej z wyjątkiem tuneli w skalach, profile geofizyczne projektuje się w ramach zakresu badań dla drogi głównej,
- dla tuneli w skalach projektuje się nie mniej niż 3 profile geofizyczne równoległe do osi tunelu oddalone od siebie nie więcej niż o 10-30 m, przy czym środkowy profil powinien być poprowadzony w osi tunelu, a dwa skrajne w osi komór,
- w miejscu każdego portalu projektuje się minimum 3 profile prostopadłe do osi tunelu o długości minimum 200 m, przy czym środek profili prostopadłych powinien przechodzić w osi tunelu.

Przykład zaplanowania pomiarów geofizycznych dla drogowego obiektu inżynierskiego przedstawiono na rysunku (Rysunek 27).

Badania geofizyczne należy tak projektować, aby głębokość rozpoznania podłoża budowlanego dla drogowych obiektów inżynierskich, obiektów wyposażenia technicznego drogi, innych obiektów w zależności od zastosowanej metody badań geofizycznych, wynosiła nie mniej niż podano w tabeli (Tabela 29).



Rysunek 27 Schemat zaprojektowania profilu geofizycznego dla drogowego obiektu inżynierskiego

Tabela 29 Wymagana minimalna głębokość rozpoznania podłoża budowlanego drogowych obiektów inżynierskich w zależności od zastosowanej metody badań geofizycznych

Rodzaj badania geofizycznego	Minimalna wymagana głębokość rozpoznania [m p.p.t.]		
	Drogowe obiekty inżynierskie z wyjątkiem tuneli	Tunele	
		w gruntach	w skałach
ERT	30	15-20 m poniżej spągu budowli dla tuneli płytkich 20-40 m poniżej spągu budowli dla tuneli głębokich	wg Tabela 37
MASW	15		
SRT-S	30		
SRT-P	30		
GPR	8		
GRAW	ND		
SBT	5 m poniżej projektowanego poziomu posadowienia		

Głębokość rozpoznania może ulec ograniczeniu z uwagi na warunki gruntowe oraz możliwości techniczne aparatury; ERT - tomografia elektrooporowa, SRT - sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali S (SRT-S), fali P (SRT-P), MASW - analiza fal powierzchniowych, SBT - tomograficzne sejsmiczne prześwietlenia międzyzotworowe, GRAW - grawimetria, GPR - georadar

Załącznik 4. 3. 4 Wiercenia i sondowania

Na etapie KP i STES-R Etap II w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych w podłożu budowlanym drogi (głównej, dojazdowych, serwisowych i innych), wiercenia i sondowania należy zaprojektować zgodnie z minimalnymi wymaganiami podanymi w tabeli (Tabela 30).

Tabela 30 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża budowlanego projektowanych dróg na etapie STEŚ-R Etap II oraz KP

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba wierceń na 1 km drogi [szt.]	Minimalna liczba wierceń w przekroju poprzecznym do osi drogi [szt.]	Minimalna liczba sondowań na 1 km drogi [szt.]	Minimalna liczba sondowań w przekroju poprzecznym do osi drogi [szt.]
proste	A, S, GP, G	≥2	30 (rozstaw wierceń min. 50 m max. 150 m)	3	5	1 lokalizowane naprzemiennie
		1	15 (rozstaw wierceń min. 35 m max. 105 m)	1	5	1
	Z, L, D	1	5 (rozstaw wierceń min. 100 m max. 300 m)	1	3	1 w co drugim przekroju
złożone i skomplikowane	A, S, GP, G	≥2	60 (rozstaw wierceń min. 25 m max. 100 m)	3	20	1 lokalizowane naprzemiennie
		1	40 (rozstaw wierceń min. 25 m max. 100 m)	2	20	1 lokalizowane naprzemiennie
	Z, L, D	1	10 (rozstaw wierceń min. 50 m max. 150 m)	1	10	1

Dla etapu STEŚ-R Etap II oraz KP projektując lokalizację wierceń i sondowań należy wziąć pod uwagę miejsca występowania anomalii geofizycznych, miejsca wyróżniające się w topografii terenu stwierdzone na podstawie przeprowadzonego kartowanie geologiczno-inżynierskiego (Załącznik 4. 2. 1) i/lub analizy dostępnych materiałów kartograficznych np. obniżenia terenu, bagna, torfowiska, podmokłości, formy krasowe itp.), nie omijając cieków wodnych, jezior i zbiorników wypełnionych na stałe lub okresowo wodą.

Jeżeli w podłożu budowlanym drogi występują warunki gruntowe proste oraz w poziomie niwelety drogi stwierdzono występowanie skał litych/niezwiertzałych o wartościach wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie $R_c > 5$ MPa - czyli skał o niskiej wytrzymałości i wyższej (PN-EN ISO 14689) - to minimalną liczbę wierceń na 1 km drogi można zredukować o 50 %, przy czym minimalna liczba wierceń w przekroju poprzecznym do osi drogi pozostaje bez zmian.

Dla etapu STEŚ-R Etap II oraz KP wymagane są sondowania (statyczne, dynamiczne lub inne) dobierane zgodnie z rozdziałem 5.6. Na tym etapie niedopuszczalne jest zastępowanie wierceń sondowaniami. Sondowania zaleca się wykonywać przy otworach wiertniczych w odległości około 25 średnic wiercenia (węzeł badawczy). Sondowanie można wykonać przed wierceniem. W przypadku braku technicznej możliwości wykonania wiercenia, można je zastąpić sondowaniem. Wymaga to jednak każdorazowo uzasadnienia i zgody inwestora (zamawiającego). W takiej sytuacji sondowanie lokalizujemy w miejscu wiercenia. W przypadku podłoża budowlanego zbudowanego ze skał sondowania nie są wymagane.

Wiercenia (mechaniczne i ręczne) w przekroju poprzecznym do osi drogi należy lokalizować w osi drogi oraz przy zewnętrznych krawędziach jezdni. W przypadku dróg jednojezdniowych

wiercenia lokalizuje się przy zewnętrznych krawędziach jezdni. Dla dróg prowadzonych w wykopach głębszych niż 5,0 m należy wykonać dodatkowo 2 otwory wiertnicze lokalizując je na górnej krawędzi projektowanej skarpy po obu stronach trasy.

Jeśli minimalna liczba sondowań nie pozwoli na scharakteryzowanie wszystkich warstw litologicznych (rozdział 8.2) wydzielonych w podłożu budowlanym drogi należy liczbę sondowań odpowiednio zwiększyć tak, aby każda warstwa litologiczna została scharakteryzowana. Zakres dodatkowych sondowań należy uzgodnić z inwestorem przed ich wykonanie.

W celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych w podłożu budowlanym drogowych obiektów inżynierskich, wiercenia i sondowania należy wykonać zgodnie z minimalnymi wymaganiami przedstawionymi w tabelach (Tabela 31 - Tabela 37).

Tabela 31 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża budowlanego projektowanych przepustów na etapie STEŚ-R Etap II oraz KP

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba wierceń na przepust [szt.] (rozstaw między wierceniami)	Minimalna liczba sondowań na przepust [szt.]
proste	A, S, GP, G, Z, L, D	≥2	3	1
		1	2	1
złożone i skomplikowane	A, S, GP, G, Z, L, D	≥2	3 (≤20 m)	1
		1	2 (≤20 m)	1

Wiercenia i sondowania pod przepusty lokalizuje się w osi drogi oraz w zewnętrznych krawędziach jezdni.

Wiercenia i sondowania dla przepustów zastępują wiercenia pod drogę.

Tabela 32 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża budowlanego projektowanych drogowych obiektów inżynierskich – obiekty mostowe na etapie STEŚ-R Etap II oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Liczba jezdni drogi	Warunki gruntowe			
		proste	złożone/skomplikowane (rozstaw między wierceniami)	proste	złożone/skomplikowane (rozstaw między sondowaniami)
		Minimalna liczba wierceń na oś podpory/podpór		Minimalna liczba sondowań na oś podpory/podpór	
obiekty mostowe jedno- i wieloprzęsłowe	1	1	2 (≤20 m)	1 (co 2 podpory)	1
	2	2	3 (≤20 m)	1	1

Tabela 33 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża budowlanego projektowanych drogowych obiektów inżynierskich – kładki dla pieszych na etapie STEŚ-R Etap II oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Warunki gruntowe proste/złożone/skomplikowane			
	Minimalna liczba wierceń na podporę dla ustroju nośnego kładki	Minimalna liczba wierceń na pochylnię i schody (jeśli występują)	Minimalna liczba sondowań na podporę dla ustroju nośnego kładki	Minimalna liczba sondowań na pochylnię i schody (jeśli występują)
kładki dla pieszych obiekty mostowe jedno- i wieloprzęsłowe	1	3 (w planie)	1	1

Tabela 34 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża budowlanego projektowanych drogowych obiektów inżynierskich –konstrukcje oporowe na etapie STEŚ-R Etap II oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Warunki gruntowe			
	proste		złożone/skomplikowane	
	Minimalny liczba wierceń na konstrukcję [szt.]		Minimalny liczba sondowań na konstrukcję [szt.]	
konstrukcje oporowe w gruntach	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 25 m	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu) lecz nie rzadziej niż co 100 m	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m
konstrukcje oporowe w skałach	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 100 m	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m	-	-

Tabela 35 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża budowlanego projektowanych drogowych obiektów inżynierskich –tunele w gruntach na etapie STEŚ-R Etap II oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Warunki gruntowe			
	proste		złożone/skomplikowane	
	Rozstaw wierceń wzdłuż osi tunelu (plus ociosy)	Minimalna liczba sondowań wzdłuż osi tunelu [szt.]	Rozstaw wierceń wzdłuż osi tunelu (plus ociosy)	Minimalna liczba sondowań wzdłuż osi tunelu [szt.]
tunel w gruntach	1 na każde ≤100 m długości tunelu w osi tunelu, 2 na każde ≤100 m długości tunelu w warstwach ociosowych (rozstaw wierceń w warstwach ociosowych od osi tunelu: $(1,5÷2,5)Z_{max}$), projektowane naprzemiennie	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu, lecz nie rzadziej niż co 50 m, przy wykorzystaniu 2 metod)	1 na każde ≤50 m długości tunelu w osi tunelu, 2 na każde ≤100 m długości tunelu w warstwach ociosowych (rozstaw wierceń w warstwach ociosowych od osi tunelu: $(1,5÷2,5)Z_{max}$)	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu, lecz nie rzadziej niż co 50 m, przy wykorzystaniu 2 metod)

Gdzie: Z_{max} - największa szerokość budowli podziemnej

Tabela 36 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża budowlanego projektowanych drogowych obiektów inżynierskich –tunele w skałach na etapie STEŚ-R Etap II oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Warunki gruntowe			
	proste		złożone/skomplikowane	
	Rozstaw wierceń w warstwach ociosowych (odległość liczona od osi tunelu)	Rozstaw wierceń wzdłuż osi tunelu (plus ociosy)	Rozstaw wierceń w warstwach ociosowych (odległość liczona od osi tunelu)	Rozstaw wierceń wzdłuż osi tunelu (plus ociosy)
tunel w skałach	$(1,5÷2,5)Z_{max}$	1 na każde ≤200 m długości tunelu w osi tunelu, 2 na każde ≤200 m długości tunelu w warstwach ociosowych, projektowane naprzemiennie – Rysunek 28	$(1,5÷2,5)Z_{max}$	1 na każde ≤100 m długości tunelu w osi tunelu, 2 na każde ≤100 m długości tunelu w warstwach ociosowych, projektowane naprzemiennie – analogicznie jak na rysunku (Rysunek 28)

Gdzie: Z_{max} - największa szerokość budowli podziemnej (Rysunek 29)

Wiercenia i sondowania dla drogowych obiektów inżynierskich zastępują wiercenia pod drogę.

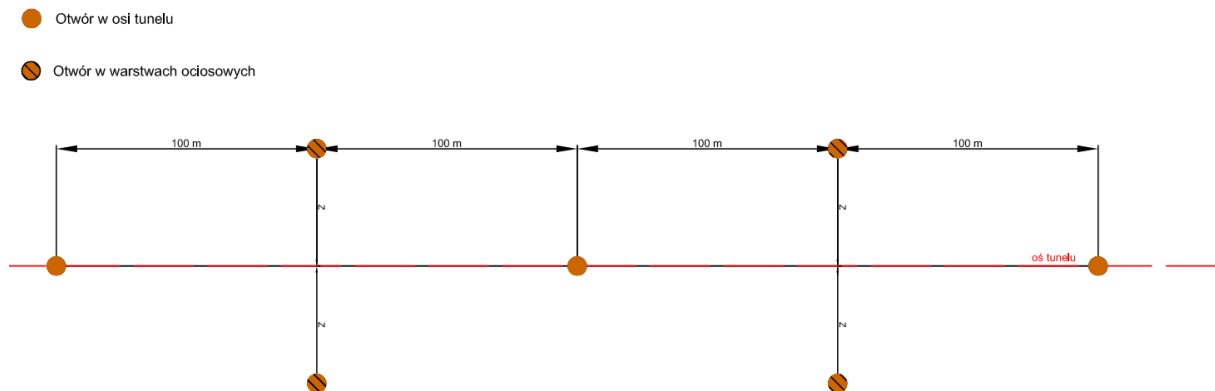
Dla STEŚ-R Etap II oraz KP, wymagane są wiercenia i sondowania pod podpory w rzekach, jeziorach i zbiornikach wypełnionych na stałe lub okresowo wodą.

Wiercenia i sondowania dla obszarów zagrożeń geologicznych należy projektować zgodnie z wymaganiami poradnika pt.: „Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla

potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych” (Frankowski Z. i in., 2012) oraz „Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego” (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018).

W przypadku tunelu w skałach, gdy w sąsiadujących otworach stwierdzono znacząco różne warunki geologiczne i hydrogeologiczne należy wykonać dodatkowy otwór między nimi.

Dla etapu STEŚ-R Etap II oraz KP, dla tuneli, projektując lokalizację wierceń i sondowań należy wziąć pod uwagę miejsca występowania anomalii geofizycznych, miejsca wyróżniające się w topografii terenu stwierdzone na podstawie przeprowadzonego kartowanie geologiczno-inżynierskiego (Załącznik 4. 2. 1)) i/lub analizy dostępnych materiałów kartograficznych np. uskoki, leje, zapadliska itp.



Rysunek 28 Przykładowy schemat rozmieszczenia otworów w warunkach prostych wzdłuż osi tunelu (Z – odległość otworu od osi tunelu, $Z=(1,5+2,5)Z_{max}$) - STEŚ-R Etap II oraz KP

Dla etapu STEŚ-R Etap II oraz KP dla DOI, WTD, ITND, IO wymagane są sondowania (statyczne, dynamiczne lub inne) dobierane zgodnie z rozdziałem 5.6. Niedopuszczalne jest zastępowanie wierceń sondowaniami. Należy je wykonywać przy otworze wiertniczym w odległości około 25 średnic od otworu (węzeł badawczy). W przypadku podłoża budowlanego zbudowanego ze skał sondowania nie są wymagane.

Jeśli minimalna liczba sondowań nie pozwoli na scharakteryzowanie pod względem właściwości fizyczno-mechanicznych wszystkich warstw litologicznych wydzielonych w podłożu budowlanym drogowego obiektu inżynierskiego należy w uzgodnieniu z inwestorem liczbę sondowań odpowiednio zwiększyć tak, aby każda warstwa litologiczna została scharakteryzowana.

Dla etapu STEŚ-R Etap II i KP wymagane jest wykonanie piezometrów w następującym zakresie:

- **1 piezometr** na każdy węzeł drogowy w pierwszej napotkanej warstwie wodonośnej o zwierciadle napiętym lub, w przypadku jej braku, w pierwszej warstwie wodonośnej lub w warstwie, w której możliwe jest pojawienie się wody,
- **1 piezometr** na każdy DOI, w którego podłożu budowlanym stwierdzono zwierciadło wód artezyjskich,
- **1 piezometr** na każdy odcinek drogi poprowadzony w wykopie o głębokości ≥ 5 m, w warstwie wodonośnej znajdującej się na głębokości ≤ 2 m od dna wykopu, a przy jej braku w pierwszej warstwie wodonośnej lub w której możliwe jest pojawienie się wody. Dla odcinków dłuższych niż **200 m**, należy wykonać po **1 piezometrze** na każdy **200 m** odcinek.

Projektując piezometry można wykorzystać otwory wykonane na potrzeby badań hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych.

W przypadku badań podłoża budowlanego pod WTD, ITND, IO, zakres wierceń należy przyjmować zgodnie z PN-EN 1997-2 załącznik B.3:

- dla budowli wysokich i przemysłowych, w formie siatki z punktami w odległości od 15 m do 40 m,
- dla budowli o dużej powierzchni, w kształcie siatki z punktami w odległościach nie większych niż 60 m,
- dla budowli liniowych rozstaw od 20 m do 200 m,
- dla budowli specjalnych 2 do 6 wierceń na fundament.

W przypadku badań podłoża budowlanego pod DOI, WTD, ITND, IO sondowania zaleca się wykonywać, przy co drugim wierceniu w odległości około 25 średnic od otworu.

Projektowana głębokość rozpoznania pod WTD, ITND, IO, powinna obejmować przyszłą strefę oddziaływania budowli na środowisko geologiczne.

Na potrzeby oceny masywu skalnego, zgodnie z zaleceniami rozdziału 7 na etapie STEŚ-R Etap II i KP wszystkie rdzenie wiertnicze należy ocenić pod kątem podstawowych wskaźników spękań (RQD, SCR, TCR, If). Dodatkowo metodami polowymi należy wykonać (Załącznik 14):

- badania naprężeń pierwotnych,
- badania wodochłonności,
- badania przepuszczalności,
- wytrzymałości na ścinanie i ściskanie,
- modułu sprężystości i modułu odkształcenia.

We wszystkich otworach wiertniczych należy zaprojektować pomiary i obserwacje hydrogeologiczne w zakresie nawierconych i ustabilizowanych zwierciadeł wód podziemnych.

Przy projektowaniu badań podłoża budowlanego należy uwzględnić pobór prób:

- gruntów i skał do badań laboratoryjnych na potrzeby opisu właściwości fizyczno-mechanicznych i wyznaczenia parametrów geotechnicznych,
- gruntów, skał i/lub wód podziemnych z otworów wiertniczych do badań środowiskowych, w których zostaną stwierdzone zanieczyszczenia,
- wód podziemnych z nawierconych poziomów wodonośnych, które mają wpływ na fundament lub sposób wzmocnienia podłoża budowlanego do badań agresywności. Wymaga się pobrania jednej próbki wody podziemnej z każdego drogowego obiektu inżynierskiego i z każdej warstwy wodonośnej, która ma wpływ na fundament.

Dla wszystkich typów dróg głębokość rozpoznania wierceniami i sondowaniami w gruntach nie powinna być mniejsza niż **3 m** poniżej podstawy nasypu lub dna wykopu lub podstawy warstw konstrukcyjnych przy uwzględnieniu dodatkowych wymagań np.: występowanie gruntów słabych. W miejscach projektowanych nasypów o wysokości większej niż **3 m**, minimalna głębokość rozpoznania poniżej podstawy nasypu musi być równa, co najmniej wysokości nasypu oraz musi uwzględniać położenie gruntów słabych lub innych czynników mogących mieć wpływ na stateczność nasypu.

Dla wszystkich typów drogowych obiektów inżynierskich na etapie STEŚ-R Etap II i KP głębokość wierceń i sondowań w gruntach rodzimych mineralnych nie powinna być mniejsza niż:

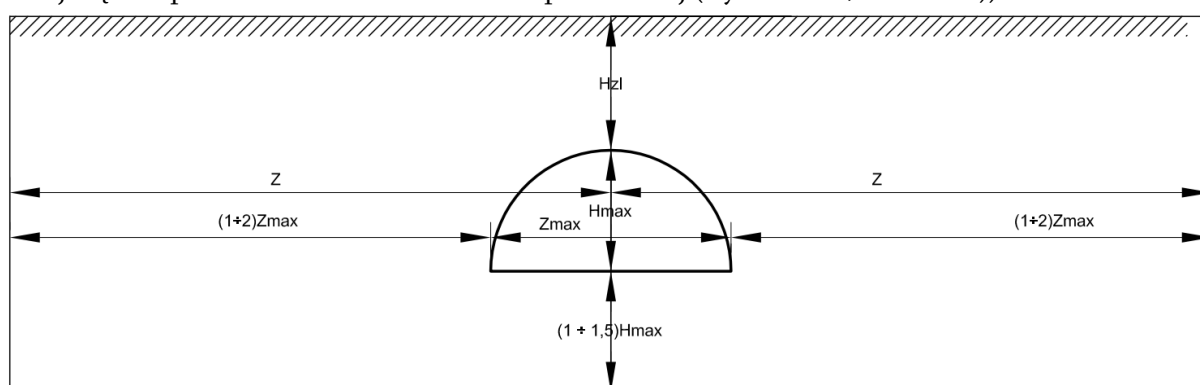
- dla fundamentów bezpośrednich nie mniej niż **5 m** poniżej przewidywanego spodu fundamentu,
- dla fundamentów pośrednich głębokość punktów dokumentacyjnych (wierceń i sondowań) nie powinna być mniejsza niż:
 - dla pali - nie mniej niż **5 m** poniżej podstawy pala,
 - dla studni i kesonów - nie mniej niż **5 m** poniżej poziomu zagłębienia,
- dla wzmocnienia - nie mniej niż **5 m** poniżej przewidywanego poziomu wzmocnienia.

Dla tuneli płytkich, realizowanych w gruntach, głębokość punktów dokumentacyjnych powinna wynosić **15-20 m** poniżej spągu budowli.

Dla tuneli głębokich, realizowanych w gruntach, głębokość punktów dokumentacyjnych powinna wynosić **20-40 m** poniżej spągu budowli.

W uzgodnieniu z inwestorem, dla tuneli realizowanych w gruntach, w przypadku występowania skomplikowanych warunków gruntowych wymagane jest wykonanie poletek doświadczalnych, w których należy wykonać poza zakresem podstawowym, kompleksowe badania dodatkowe w węzłach badawczych, które składają się, z co najmniej 1 wiercenia, 2 sondowań oraz kompletu badań laboratoryjnych dla wszystkich wydzielonych warstw litologicznych. Szczególnie ważne jest wykonanie poletka doświadczalnego w przypadku braku sprawdzonych regionalnych korelacji dla interpretacji sondowań. Wyniki badań *in situ* należy zweryfikować badaniami laboratoryjnymi. Zaleca się rozważyć wykonanie otworów w siatce umożliwiającej wykonanie otworowych badań geofizycznych w wariancie międzyotworowej tomografii sejsmicznej.

Dla tuneli w skałach głębokość rozpoznania (H) powinna uwzględniać warstwy zalegające od stropu budowli podziemnej aż do powierzchni (H_{z1} – miąższość warstw zalegających), warstwy w których tunel zostanie wykonany (H_{max} – największa planowana wysokość budowli podziemnej) oraz warstwy spągowe na głębokość $(1,0 \div 1,5)H_{max}$. Całkowita głębokość rozpoznania powinna wynosić $H = H_{z1} + (2 \div 2,5)H_{max}$ (Rysunek 29, Tabela 37). Otwory w warstwach ociosowych (głębokości otworu jak wyżej, tj. $H = H_{z1} + (2 \div 2,5)H_{max}$) w odległości od osi tunelu $(1,5 \div 2,5)Z_{max}$ (Z_{max} – największa planowana szerokość budowli podziemnej (Rysunek 29, Tabela 37)).



Rysunek 29 Zasięg rozpoznania masywu skalnego w otoczeniu tunelu ($Z = (1,5 \div 2,5)Z_{max}$) - STES-R Etap II oraz KP

Tabela 37 Głębokość rozpoznania masywu skalnego w przypadku budowy tunelu¹⁰

Głębokość rozpoznania masywu skalnego	Warunki gruntowe	
	proste/złożone/skomplikowane	
	$H_{z1} + (2 \div 2,5)H_{max}$	
Gdzie: H_{z1} - miąższość warstw zalegających, Z_{max} - największa szerokość budowli podziemnej, H_{max} - największa wysokość budowli podziemnej (Rysunek 29)		

W przypadku badań podłoża budowlanego pod DOI, WTD, ITND, IO, głębokość wierceń i sondowań nie powinna być mniejsza niż **3 m p.p.t.** lub **3 m** pod projektowanym poziomem fundamentu lub dna zbiornika.

W przypadku wystąpienia na głębokości rozpoznania gruntów słabych, dla których zachodzi przypuszczenie, że nie można na nich posadzić obiektów budowlanych z uwagi na możliwość

¹⁰ Dokładne rozpoznanie masywu skalnego powinno obejmować taką jego objętość, w jakiej prognozuje się praktyczny zasięg wpływu wykonania budowli podziemnej

przekroczenia dopuszczalnych stanów granicznych użytkowalności, wiercenie lub sondowanie należy prowadzić do głębokości, co najmniej **2 m** poniżej tych gruntów.

Umownie przyjmuje się, że do gruntów takich zalicza się:

- grunty organiczne (namuły, torfy, gytie, kreda jeziorna),
- grunty drobnoziarniste w stanie gorszym niż plastyczny,
- grunty bardzo i gruboziarniste w stanie luźnym,
- grunty antropogeniczne z wyjątkiem nasypów budowlanych o znanych parametrach zagęszczenia.

Występowanie wskazanych gruntów słabych należy okonturować zarówno w profilu pionowym, jak i rozprzestrzenieniu poziomym uwzględniając wymagania załącznika (Załącznik 4. 3. 1). Na tej podstawie w DGI/dDGI/DBP należy podać ich kubaturę.

Dopuszcza się zmniejszenie głębokości punktów dokumentacyjnych o 30 % w przypadku stwierdzenia w podłożu budowlanym jednorodnych warstw litologicznych o znacznej miąższości (np. iły plioceniowe, iły krakowieckie, lita i jednorodna skała itp.).

Jeżeli w poziomie niwelety drogi lub planowanego posadowienia drogowych obiektów inżynierskich (za wyjątkiem tuneli) i obiektów wyposażenia technicznego dróg stwierdzono występowanie skał o wartościach wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie:

- $R_c=1-5 \text{ MPa}^{11}$ - czyli skały (hard soil/soft rock) o bardzo niskiej wytrzymałości (PN-EN ISO 14689, PN-EN ISO 14688-2) - to głębokość rozpoznania pod poziomem niwelety może zostać zredukowana do 2 m;
- $R_c>5 \text{ MPa}$ (lite/niezwiertele) - czyli skały o niskiej wytrzymałości i wyższej (PN-EN ISO 14689) - to głębokość rozpoznania pod poziomem niwelety może zostać zredukowana do 0,0-0,5 m (pod warunkiem, że budowa geologiczna jest rozpoznana oraz znana jest wartość wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie z badań laboratoryjnych w innym przypadku patrz wytyczne dla $R_c=1-5 \text{ MPa}$).

Załącznik 4. 3. 5 Badania laboratoryjne

Podstawą do opracowania zakresu badań laboratoryjnych powinna być analiza wstępnego modelu geologicznego (rozdział 2.1). Zakres projektowanych badań laboratoryjnych należy powiązać z zakresem badań terenowych.

Pobór prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych projektuje się w pierwszej kolejności z wierceń, przy których zostały wykonane sondowania (zgodnie z wymaganiami 0), z każdej warstwy litologicznej (rozdział 8.2), ale nie rzadziej, niż co **3 m** (niezależnie od rodzaju obiektu budowlanego).

Próby pobiera się odpowiednią techniką dobraną do wymaganej kategorii i klasy jakości próby (rozdział 5.4, Załącznik 9. 1, Załącznik 9. 3).

Klasę jakości próby ustala się w zależności od parametrów/cech gruntów, które mają być określone na podstawie badań laboratoryjnych (Załącznik 9. 2, Tabela 53).

W celu określenia cech fizyczno-mechanicznych oraz parametrów geotechnicznych warstw litologicznych z pobranych prób gruntów i skał typuje się próby, z których pobiera się próbki do badań laboratoryjnych.

Próbki do badań laboratoryjnych typuje się na podstawie zinterpretowanego przekroju geologiczno-inżynierskiego/geotechnicznego, który uwzględnia wyniki wykonanych wierceń i

¹¹ $R_c<1 \text{ MPa}$ - skrajnie słabe skały – stosujemy wymagania jak dla gruntów

sondowań oraz miejsca poboru prób.

Dla drogi minimalna wymagana liczba wytypowanych prób do badań laboratoryjnych dla każdej wydzielonej warstwy litologicznej wynosi:

- dla badań klasyfikacyjnych **30 prób**,
- dla badań w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych 6 prób spośród prób wytypowanych do badań klasyfikacyjnych.

Dla drogowych obiektów inżynierskich minimalna wymagana liczba wytypowanych prób do badań laboratoryjnych na każdy drogowy obiekt inżynierski i dla każdej wydzielonej warstwy litologicznej w podłożu budowlanym wynosi:

- dla badań klasyfikacyjnych **6 prób**,
- dla badań w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych 3 próby spośród prób wytypowanych do badań klasyfikacyjnych.

Liczbę wytypowanych prób do badań laboratoryjnych można ograniczyć pod warunkiem, że:

- można udokumentować, iż posiadane dane (archiwalne i z bieżących badań) wystarczają do charakterystyki właściwości fizyczno-mechanicznych warstw litologicznych tak, aby możliwe było wydzielenie warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych (rozdział 8.2) i podanie dla nich wartości parametrów geotechnicznych,
- można udokumentować zależności korelacyjne z sondowań dla wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych dla lokalnych warunków geologicznych,
- warstwa litologiczna ma niewielkie rozprzestrzenienie, albo występuje na niewielkim obszarze.

W przypadku krótkich odcinków dróg o długości mniejszej niż 5 km liczbę wytypowanych prób dla drogi można zmniejszyć o **50%**.

W przypadku drogowych obiektów inżynierskich (przekazujących ten sam poziom obciążeń z konstrukcji na podłoże budowlane), w podłożu budowlanym których występują te same warstwy litologiczne, liczbę wytypowanych prób do badań laboratoryjnych można ograniczyć tak, aby sumaryczna liczba prób dla tych obiektów wynosiła jak dla jednego obiektu.

Liczbę wytypowanych prób do badań laboratoryjnych należy zwiększyć w przypadku dużej zmienności właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał na potrzeby wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych.

Typując próby, ustalając liczbę próbek oraz wyznaczając cechy/parametry gruntów i skał z badań laboratoryjnych należy wziąć pod uwagę:

- rodzaj obiektu budowlanego i jego kategorię geotechniczną oraz sposób posadowienia/wzmocnienia,
- warunki geologiczne/gruntowe w tym układ warstw, występowanie gruntów słabych,
- zmienność cech gruntów i skał ustaloną w badaniach makroskopowych,
- warunki hydrogeologiczne/wodne,
- inne oddziaływania na obiekt, które mogą wpłynąć na jego zachowanie, stateczność.

Dla każdej wytypowanej próby do badań laboratoryjnych wymaga się wykonania kompletu badań zgodnie z tabelami (Tabela 38 - Tabela 41) w zależności od rodzaju obiektu, rodzaju gruntu, kategorii i klasy jakości próby. Badania laboratoryjne należy tak zaprojektować, aby wyznaczyć minimalny zakres parametrów i cech fizyczno-mechanicznych, które należy podać w dokumentach przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego (Załącznik 16).

Metodę badań laboratoryjnych należy dobierać w zależności od poziomu obciążeń przekazywanych z konstrukcji na podłoże budowlane oraz od rodzaju budowli (tymczasowa, stała,

dynamiczna).

Tabela 38 Badania klasyfikacyjne gruntu na podstawie PN-EN 1997-2 dla drogi na etapie STEŚ-R Etap II i KP

Parametr/cecha	Grupy gruntów o podobnych właściwościach wg PN-EN ISO 14688-2								Etap STEŚ-R, Etap II, KP
	Ilasty (Cl)		Pylasty (Si)		Piaszczysty żwirowy (Gr-Sa)		Organiczny (Or)		
	rodzaj próbki		rodzaj próbki		rodzaj próbki		rodzaj próbki		
	NN	N	NN	N	NN	N	NN	N	
Opis makroskopowy i klasyfikacja gruntu	X	X	X	X	X	X	X	X	W
Wilgotność	X	(X)	X	(X)	(X)	(X)	X	(X)	W
Gęstość objętościowa gruntu	X	-	X	-	(X)	-	X	-	W
Gęstość minimalna i maksymalna	-	-	(X)	(X)	X	X	-	-	NW
Granice Atterberga (konsystencji)	X	X	X	X	-	-	(X)	(X)	W
Zawartość części organicznych	-	-	-	-	-	-	X	X	W
Skład granulometryczny	X	X	X	X	X	X	X	X	W
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	X	-	(X)	-	-	-	X	-	W
Wysadzinowość	X	X	X	X	X	X	-	-	Z

NN – nienaruszona; N – naruszona; W- wymagane; Z – zalecane; NW – niewymagane; X – zwykle oznaczane; (X) – możliwe do oznaczenia, niekoniecznie reprezentatywne; - - nie stosuje się

Tabela 39 Badania w celu wyznaczenia parametrów do projektowania na podstawie PN-EN 1997-2 dla drogi na etapie STEŚ-R Etap II i KP

Parametr/cecha	Grupy gruntów o podobnych właściwościach wg PN-EN ISO 14688-2						Etap STEŚ-R, Etap II, KP
	Piaszczysty żwirowy (Gr-Sa)		Pylasty (Si)	Ilasty (Cl)		Organiczny (Or)	
	Żwir (xGr)	Piasek (xSa)	Pył (xSi)	Ił (xCl) (ns)	Ił (xCl) (pk)		
Gęstość objętościowa (ρ)	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	W
Współczynnik filtracji (k)	TXCH PSA PTF	TXCH PSA PTF	PTC TXCH (PTF)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	W
Moduł edometryczny (E_{oed}) Wskaźnik ściśliwości (C_c)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	W
Współczynnik konsolidacji (c_v)	-	-	OED TX	OED TX	OED TX	OED TX	Z
Wskaźnik odprężenia (C_s)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	Z
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu (c_u)	-	-	TX DSS SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	W
Moduł Younga (E); Moduł ścinania (G)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	TX TX* TX BE RC	TX TX* TX BE RC	TX TX* TX BE RC	Z

W- wymagane; Z – zalecane; (ns) – Ił normalnie skonsolidowany; (pk) – Ił przekonsolidowany; - - nie stosuje się; (...) – stosuje się częściowo lub z ograniczeniami; BDD - Wyznaczenie gęstości objętościowej gruntu; DSS - Badania prostego ścinania; OED - Badanie edometryczne lub konsolidometryczne – CRS; PTF - Badanie przepuszczalności przy zmiennym spadku hydraulicznym; PTC - Badania przepuszczalności przy stałym spadku hydraulicznym; PSA - Analiza składu granulometrycznego; SB - Badanie w skrzynkowym aparacie bezpośredniego ścinania; SIT - Wskaźnikowe badanie wytrzymałości; TX - Badanie trójosiowe; TX* - Badanie trójosiowe z lokalnym (napróbkowym) pomiarem odkształcenia próbki gruntu; TX BE - Badanie trójosiowe z piezoelementami typu bender element; RC - Kolumna rezonansowa oraz zmodyfikowana kolumna BE, TS, F; TXCH - Badanie przepuszczalności w komorze trójosiowej; x- każda kombinacja składników; X – mineralna frakcja główna

Tabela 40 Badania klasyfikacyjne gruntu na podstawie PN-EN 1997-2 dla drogowych obiektów inżynierskich oraz wkopów i nasypów na etapie STEŚ-R Etap II i KP

Parametr/cecha	Grupy gruntów o podobnych właściwościach wg PN-EN ISO 14688-2								Etap STEŚ-R, Etap II, KP
	Ilasty (Cl)		Pylasty (Si)		Piaszczysty żwirowy (Gr-Sa)		Organiczny (Or)		
	rodzaj próbki		rodzaj próbki		rodzaj próbki		rodzaj próbki		
	NN	N	NN	N	NN	N	NN	N	
Opis i klasyfikacja gruntu	X	X	X	X	X	X	X	X	W
Wilgotność	X	(X)	X	(X)	(X)	(X)	X	(X)	W
Gęstość objętościowa gruntu	X	-	X	-	(X)	-	X	-	W
Gęstość minimalna i maksymalna	-	-	(X)	(X)	X	X	-	-	NW
Granice Atterberga (konsystencji)	X	X	X	X	-	-	(X)	(X)	W
Zawartość części organicznych	-	-	-	-	-	-	X	X	W
Skład granulometryczny	X	X	X	X	X	X	X	X	W
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	X	-	(X)	-	-	-	X	-	W
Wysadzinowość	X	X	X	X	X	X	-	-	NW

NN – nienaruszona; N – naruszona; W- wymagane; NW – niewymagane; X – zwykle oznaczane; (X) – możliwe do oznaczenia; niekoniernie reprezentatywne; - - nie stosuje się;

Tabela 41 Badania w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych na podstawie PN-EN 1997-2 dla obiektów na etapie STEŚ-R Etap II i KP

Parametr/cecha	Grupy gruntów o podobnych właściwościach wg PN-EN ISO 14688-2						Etap STEŚ-R, Etap II, KP
	Piaszczysty żwirowy (Gr-Sa)		Pylasty (Si)	Ilasty (Cl)		Organiczny (Or)	
	Żwir (xGr)	Piasek (xSa)	Pył (xSi)	Ił (xCl) (ns)	Ił (xCl) (pk)		
Gęstość objętościowa (ρ)	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	W
Współczynnik filtracji (k)	TXCH PSA PTF	TXCH PSA PTF	PTC TXCH (PTF)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	W
Moduł edometryczny (E_{oed}); wskaznik ściśliwości (C_c)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	W
Współczynnik konsolidacji (c_v)	-	-	OED TX	OED TX	OED TX	OED TX	W
Wskaznik odprężenia (C_s)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	Z
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu (c_u)	-	-	TX DSS SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	W
Efektywny kąt tarcia wewnętrznego (φ'); Spójność efektywna (c')	(TX) (SB)	(TX) (SB)	(TX) (SB)	TX SB	TX SB	TX SB	W
Moduł Younga (E); Moduł ścinania (G)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	TX TX* TX BE RC	TX TX* TX BE RC	TX TX* TX BE RC	Z
Rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego (φ_r'); Rezydualna spójność efektywna (c_r')	(RS) (SB)	(RS) (SB)	(RS) (SB)	(RS) SB	(RS) SB	(RS) SB	Z
Współczynnik K_0	(TX*) (OED*)	(TX*) (OED*)	(TX*) (OED*)	TX* OED*	TX* OED*	TX* OED*	Z
Współczynnik OCR	-	-	OED	OED	OED	OED	Z

W- wymagane; Z – zalecane; (ns) – Ił normalnie skonsolidowany; (pk) – Ił przekonsolidowany; - - nie stosuje się; (...) – stosuje się częściowo lub z ograniczeniami; BDD - Wyznaczenie gęstości objętościowej gruntu; DSS - Badania prostego ścinania; OED - Badanie edometryczne lub konsolidometryczne – CRS; OED* - Badanie edometryczne z pomiarem ciśnienia porowego oraz

Parametr/cecha	Grupy gruntów o podobnych właściwościach wg PN-EN ISO 14688-2					Organiczny (Or)	Etap STEŚ-R, Etap II, KP
	Piaszczysty zwirowy (Gr-Sa)		Pyłasty (Si)	Ilasty (Cl)			
	Żwir (xGr)	Piasek (xSa)	Pył (xSi)	Ił (xCl) (ns)	Ił (xCl) (pk)		
naprężeń bocznych; PTF - Badanie przepuszczalności przy zmiennym spadku hydraulicznym; PTC - Badania przepuszczalności przy stałym spadku hydraulicznym; RS - Ścinanie pierścieniowe (badanie w pierścieniowym aparacie bezpośredniego ścinania; SB - Badanie w skrzynkowym aparacie bezpośredniego ścinania; SIT - Wskaźnikowe badanie wytrzymałości; PSA - Analiza składu granulometrycznego; TX - Badanie trójosiowe; TX* - Badanie trójosiowe z lokalnym (napróbkowym) pomiarem odkształcenia próbki gruntu; TX BE - Badanie trójosiowe z piezoelementami typu bender element; RC - Kolumna rezonansowa oraz zmodyfikowana kolumna BE, TS, F; TXCH - Badanie przepuszczalności w komorze trójosiowej; x- każda kombinacja składników; X - mineralna frakcja główna							

Badania laboratoryjne dla prób skał należy projektować zgodnie z tabelą (Tabela 42). Dodatkowe informacje dotyczące badań próbek skał zostały zamieszczone w załączniku (Załącznik 10. 2) oraz w rozdziale 6.3 i 7.

Tabela 42 Minimalny zakres badań laboratoryjnych próbek skał na etapie STEŚ-R Etap II, KP, B na podstawie PN-EN 1997-2 oraz Tajduš i in, 2012

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania	Wymagania	Etap STEŚ-R, Etap II, KP, B
1	Wilgotność	Wartość (w)	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na 1 mb rdzenia	W
2	Gęstość Porowatość	Wartość: (ρ_s), (γ_s), (ρ_o), (γ_o), (n_p), (n_{pw})	Kategoria pobrania prób A (B - gęstość właściwa) Liczba badań: 1 badanie na 2 mb rdzenia oraz 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały	W
3	Przepuszczalność	Wartość: (k_f)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały	Z
4	Rozmywalność	Wartość (I_D / R_w)	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały (jedna próbka to około 10 okruchów skalnych)	Z
5	Mrozoodporność	Wartość: (w_m), (S)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 2 badania na każdy wydzielony rodzaj skały	Z
6	Rozmakalność	od A do H (klasyfikacja Skutty) Wartość (r)	Kategoria pobrania prób A (B - przy założeniu, że okruch skalny nie ma naruszonej struktury, i jest wielkości około 10 x 10 x 10 cm) Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skalną	Z
7	Nasiąkliwość	Wartość: (w / w_n), (A_b)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 2 badania na każdy wydzielony rodzaj skały	Z
8	Pęcznienie	Wartość (w_{cp})	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	W
		Wartość (w_{op})	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	Z
		Wartość (ϵ_{px})	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	Z
9	Wytrzymałość	Wartość: (σ_c / R_c), (K_a / A), (E / E_s), (v / v_s)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)	W
		Wartość: (I_{s50}), (K_a / A)	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 10 badań na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	Z
		Wartość: (σ_t / R_t), (σ_{tmax} / R_{tmax}), (σ_{tR} / R_{tR}), (ϕ),	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: min. 5 badań na każdą wydzieloną warstwę	Z

Lp.	Rodzaj badania	Wynik badania	Wymagania	Etap STEŚ-R, Etap II, KP, B
		(φ') , $(\varphi'_{R'})$, (c), (c'), (c'_{R'}) Krzywe naprężenie-odkształcenie Obwiednie Mohra	skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	
		Wartość: $(\sigma_T / \sigma_r / R_r)$, (σ_g / R_g)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)	W
		Wartość: (σ_{tc} / R_{tc}) , (φ) , (φ') , $(\varphi'_{R'})$, (c), (c'), (c'_{R'}) (E / E_s) , (v / v_s) Krzywe naprężenie-odkształcenie Obwiednie Mohra	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)	W
W- wymagane, Z - zalecane				

W laboratorium wszystkie próby gruntów i skał niezależnie od formy (rdzeń wiertniczy, blok, monolit, próba wyjęta z próbnika) pobrane różnymi technikami powinny być przed badaniem sfotografowane i ocenione pod względem klasy jakości prób (dla gruntów). W przypadku badań mechanicznych, wymagana jest dokumentacja zdjęciowa próbek gruntu przed i po badaniu.

Wymagane jest przeprowadzenie badań penetrometrem tłoczkowym wzdłuż pobocznic rdzenia gruntowego w odstępach 5-10 cm, lub miejscach różniących się makroskopowo np. ze względu na wilgotność. Badań nie należy wykonywać, jeśli istnieje zagrożenie dezintegracji rdzenia gruntowego podczas wciskania końcówki penetrometru. Zagrożenie to powinno być ocenione makroskopowo.

O ostatecznej liczbie prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych decyduje dokumentator/zespół dokumentatorów w uzgodnieniu z projektantem. Na etapie STEŚ-R Etap II lub KP w szczególnych przypadkach dopuszcza się odstępstwa od opisanych wymagań w zakresie projektowania badań laboratoryjnych po uzasadnieniu i uzgodnieniu zmian z inwestorem (zamawiającym).

Załącznik 4.3.6 Liczba przekrojów

Wymaganą minimalną liczbę przekrojów geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych podano w tabelach (Tabela 43 - Tabela 44). Przekroje uwzględniają wyniki wierceń, sondowań, badań geofizycznych i laboratoryjnych.

Tabela 43 Wymagana minimalna liczba przekrojów dla drogi na etapie STEŚ-R Etap II oraz KP

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba przekrojów równoległych do osi drogi głównej na 1 km drogi [szt.]	Minimalna liczba przekrojów prostopadłych do osi drogi głównej na 1 km [szt.]
proste	A, S, GP, G	≥ 2	2	10
		1	1	0
	Z, L, D	1	1	0
złożone i skomplikowane	A, S, GP, G	≥ 2	2	20
		1	1	20
	Z, L, D	1	1	0

Tabela 44 Wymagana minimalna liczba przekrojów - przepusty na etapie STEŚ-R Etap II oraz KP

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba przekrojów równoległych do osi przepustu [szt.]
proste, złożone i skomplikowane	A, S, GP, G, Z, L, D	≥ 1	1

Załącznik 4.4 Wymagania w zakresie projektowanie badań podłoża budowlanego na etapie Projektu budowlanego (PB)

Projekt budowlany (PB) jest głównym elementem zbioru opracowań projektowych zwanych dokumentacją budowlaną (DB). W skład dokumentacji budowlanej wchodzi również projekt wykonawczy (PW) i/lub dokumentacja projektowa (DP, nazywana również dokumentacją przetargową) wykorzystywana w przetargach oraz inne opracowania projektowe (w zależności od potrzeb), np.:

- materiały do wniosku o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach,
- materiały do wniosku o wydanie decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej,
- projekty rozbiórki,
- materiały do uzyskania opinii, uzgodnień i pozwoleń wymaganych przepisami szczególnymi oraz inne materiały projektowe, w tym m.in.: projekt zieleni, projekt organizacji ruchu,
- mapa do celów projektowania dróg,
- dokumentacja geodezyjna i kartograficzna (w tym projekty podziałów nieruchomości) oraz formalno-prawna związana z nabywaniem nieruchomości,
- dokumentacja geodezyjna i kartograficzna oraz formalno-prawna związana z czasowym korzystaniem z nieruchomości,
- projekt robót geologicznych lub dodatek do projektu / program badań geotechnicznych / opinia geotechniczna,
- dokumentacja geologiczno - inżynierska lub dodatek do dokumentacji / dokumentacja badań podłoża / projekt geotechniczny,
- przedmiary robót,
- informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ),
- instrukcje eksploatacji.

Projekt budowlany (PB) powinien być wykonany dla wybranego (w decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach) wariantu tras drogowych i wybranego wariantu konstrukcji obiektów budowlanych.

Dokumentacja budowlana w tym projekt budowlany, w zależności od potrzeb służy:

- ostatecznemu uściśleniu wszystkich elementów planowanego zadania inwestycyjnego,
- uzyskaniu decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej,
- przygotowanie projektu wykonawczego (PW),
- przygotowaniu dokumentacji przetargowej (DP).

Szczegółowy zakres i formę PB określa ustawa prawo budowlane oraz rozporządzenia:

- Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1935),
- Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego.

Na etapie PB zakres badań zależy od potrzeb projektanta. Należy go uzgodnić z projektantem i dostosować do sposobu posadowienia/wzmocnienia/zabezpieczenia. Badania należy wykonywać z dokładnością nie gorszą niż na etapie STEŚ-R Etap II, KP.

Na etapie PB wymaga się wykonania badań podłoża budowlanego w następujących przypadkach:

- proces inwestycyjny prowadzony jest w systemie Buduj,

- w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża budowlanego odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- konieczna jest zmiana lokalizacji obiektu budowlanego/rodzaju obiektu budowlanego/sposobu posadowienia, wzmocnienia, jeśli do ich przygotowania/zaprojektowania/budowy niewystarczające są wykonane badania podłoża budowlanego (dane archiwalne) bez względu na etap inwestycji,
- projektant uzna, iż w celu prawidłowego zaprojektowania rozwiązań technicznych na etapie PB, konieczne jest posiadanie innych lub bardziej szczegółowych informacji na temat podłoża budowlanego, niż zawarte w DGI i/lub DBP wykonanych na etapie STEŚ-R Etap II lub Koncepcji Programowej,
- wykonawca (strona umowy/kontraktu) uzna za konieczne rozpoznanie podłoża budowlanego na głębokość większą, niż rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- możliwe są zmiany parametrów geotechnicznych gruntów/skał w podłożu budowlanym w wyniku budowy i eksploatacji obiektów budowlanych np.: na skutek konsolidacji, odprężenia,
- w każdym innym przypadku, gdy wymóg jego sporządzenia wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Na etapie PB geodezyjne pomiary sytuacyjne prowadzi się, jako geodezyjne pomiary fotogrametryczne, geodezyjne pomiary terenowe, natomiast geodezyjne pomiary wysokościowe, jako geodezyjne pomiary terenowe oraz geodezyjne pomiary fotogrametryczne. Pomiary geodezyjne należy przeprowadzić zgodnie z zapisami jak dla etapu KP i STEŚ-R Etap II.

Badania geofizyczne wykonuje się w miejscach braku badań, w miejscach o zmienionym przebiegu trasy oraz wszędzie tam, gdzie projektant uzna to za konieczne.

Na etapie PB zaleca się zaprojektować dodatkowe badania sejsmiczne w wariacie SBT-P, SBT-S oraz rozważyć wykonanie otworów w siatce umożliwiającej przeprowadzenie otworowych badań geofizycznych w wariacie międzyotworowej tomografii sejsmicznej, wszędzie tam gdzie potrzebne jest szczegółowe rozpoznanie parametrów sprężystości ośrodka np. na drogowych obiektach inżynierskich w skomplikowanych warunkach gruntowych oraz tunelach bez względu na rodzaj podłoża budowlanego.

Wiercenia wykonuje się w miejscach braku badań (np. tam gdzie na wcześniejszych etapach nie było możliwości wykonania badań), w miejscach o zmienionym przebiegu trasy oraz wszędzie tam, gdzie projektant uzna to za konieczne.

Sondowania projektuje się w miejscach braków (np. tam gdzie na wcześniejszych etapach nie było możliwości ich wykonania), w miejscach o zmienionym przebiegu trasy oraz wszędzie tam, gdzie projektant uzna to za konieczne.

Na etapie PB dopuszcza się zastępowanie wierceń sondowaniami, pod warunkiem, że znany jest profil litologiczny w podłożu budowlanym.

Na etapie PB wymagania odnośnie głębokości badań są takie jak dla etapu STEŚ-R Etap II, KP.

Na etapie PB badania laboratoryjne należy wykonać według zaleceń i wymagań projektanta. Badania na tym etapie stanowią uzupełnienie badań z poprzednich etapów. Badania te mają na celu głównie zoptymalizowanie sposobu posadowienia obiektów. Niezbędny zestaw parametrów, powinien wskazać projektant lub należy zaprojektować zgodnie z wymaganiami jak dla etapu STEŚ-R Etap II, KP.

Na etapie PB należy dodatkowo ocenić wpływ dynamicznych drgań wywołanych przez eksploatację projektowanej inwestycji (drgania komunikacyjne) na obiekty szczególnie wrażliwe i zabytkowe (rejestracja uszkodzeń istniejących budynków w pasie do około 40 m od projektowanej osi drogi).

Na etapie PB, pod warunkiem zapewnienia bezpieczeństwa posadowienia, dopuszcza się zmniejszenie głębokości punktów dokumentacyjnych w uzgodnieniu z projektantem wyłącznie w przypadku znajomości dokładnych rozwiązań projektowych (technologii wzmocnienia, rodzaju fundamentu i rozwiązań konstrukcyjnych itp.).

Załącznik 4.5 Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie budowy (B)

Regulacje dotyczące budowy określa prawo budowlane, inne ustawy oraz odpowiednie akty wykonawcze i specyfikacje techniczne.

Przepisy dotyczące budowy drogi, czyli wykonywania połączenia drogowego między określonymi miejscami lub miejscowościami, a także jego odbudowa i rozbudowa, zostały ujęte w ustawie o drogach publicznych.

Budowa jest złożonym technicznie i organizacyjnie procesem, za który głównie odpowiada kierownik budowy, który jest kontrolowany i nadzorowany przez różne urzędy i instytucje. W związku z tym, na etapie budowy zaleca się, aby zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego w tym prac dokumentacyjnych (Tabela 1, Tabela 3, Tabela 6, Tabela 21) był indywidualnie określany i dostosowany do potrzeb i wymagań kierownika budowy, wykonawcy robót budowlanych oraz projektanta.

Na etapie B wymaga się wykonania badań podłoża budowlanego w następujących przypadkach:

- w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża budowlanego odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- konieczna jest zmiana lokalizacji obiektu budowlanego/rodzaju obiektu budowlanego/sposobu posadowienia, wzmocnienia, jeśli do ich przygotowania/zaprojektowania/budowy niewystarczające są wykonane badania podłoża budowlanego (dane archiwalne) bez względu na etap inwestycji,
- projektant uzna, iż w celu prawidłowego zaprojektowania rozwiązań technicznych na etapie PB, konieczne jest posiadanie innych lub bardziej szczegółowych informacji na temat podłoża budowlanego, niż zawarte w DGI i/lub DBP wykonanych na etapie STEŚ-R Etap II lub Koncepcji Programowej,
- wykonawca (strona umowy/kontraktu) uzna za konieczne rozpoznanie podłoża budowlanego na głębokość większą, niż rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- możliwe są zmiany parametrów geotechnicznych gruntów/skał w podłożu budowlanym w wyniku budowy i eksploatacji obiektów budowlanych np.: na skutek konsolidacji, odprężenia,
- w każdym innym przypadku, gdy wymóg jego sporządzenia wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Badania należy wykonywać z jakością nie gorszą niż na etapie STEŚ-R Etap II, KP.

Zaleca się wykonywanie badań kontrolnych/odbiorczych w formie stałego nadzoru geotechnicznego w celu potwierdzania na bieżąco rzeczywistych warunków występujących w podłożu budowlanym.

Nadzór geotechniczny powinien być sprawowany przez osobę/y posiadającą odpowiednie doświadczenie i wiedzę w wykonywaniu badań kontrolnych/odbiorczych (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamówienia, w zależności od stopnia skomplikowania inwestycji drogowej).

Załącznik 4.6 Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie eksploatacji (E)

Wymagania dla remontów i przebudowy należy przyjmować odpowiednio jak dla etapu projektu budowlanego (PB) i etapu budowy (B). Badania należy wykonywać z jakością nie gorszą niż na etapie STEŚ-R Etap II, KP.

Załącznik 4.6.1 Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie remontu (R)

Przepisy prawne w zakresie remontu zawiera prawo budowlane, inne ustawy oraz odpowiednie akty wykonawcze i specyfikacje techniczne.

Remont drogi został ujęty w przepisach ustawy o drogach publicznych, która określa remont drogi, jako wykonywanie robót przywracających pierwotny stan drogi, także przy użyciu wyrobów budowlanych innych niż użyte w stanie pierwotnym.

Remont jest realizowany w dwóch częściach:

- prace projektowe przed uzyskaniem pozwolenia na budowę,
- roboty budowlane polegające na remoncie.

Na etapie remontu zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego ustala się jak dla projektu budowlanego (PB) oraz jak dla budowy (B).

Na etapie remontu, przez przystąpieniem do robót budowlanych, opracowuje się projekt budowlany (PB). W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego dla PB zakres prac należy dostosować do szczegółowych wymagań inwestora, projektanta oraz wykonawcy robót budowlanych.

Po uzyskaniu pozwolenia na budowę i rozpoczęciu prac remontowych, zaleca się, aby zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego w tym prac dokumentacyjnych (Tabela 1, Tabela 3, Tabela 6, Tabela 21) był indywidualnie określany i dostosowany do potrzeb i wymagań kierownika budowy, wykonawcy robót budowlanych oraz projektanta.

Na etapie R wymaga się wykonania badań podłoża budowlanego w następujących przypadkach:

- w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża budowlanego odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- konieczna jest zmiana lokalizacji obiektu budowlanego/rodzaju obiektu budowlanego/sposobu posadowienia, wzmocnienia, jeśli do ich przygotowania/zaprojektowania/budowy niewystarczające są wykonane badania podłoża budowlanego (dane archiwalne) bez względu na etap inwestycji,
- projektant uzna, iż w celu prawidłowego zaprojektowania rozwiązań technicznych na etapie PB, konieczne jest posiadanie innych lub bardziej szczegółowych informacji na temat podłoża budowlanego, niż zawarte w DGI i/lub DBP wykonanych na etapie STEŚ-R Etap II lub Koncepcji Programowej,
- wykonawca (strona umowy/kontraktu) uzna za konieczne rozpoznanie podłoża budowlanego na głębokość większą, niż rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,

- możliwe są zmiany parametrów geotechnicznych gruntów/skał w podłożu budowlanym w wyniku budowy i eksploatacji obiektów budowlanych np.: na skutek konsolidacji, odprężenia,
- w każdym innym przypadku, gdy wymóg jego sporządzenia wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Na etapie remontu wymaga się wykonania badań geofizycznych metodą georadarową (Załącznik 4.3.3) oraz badań VSS lub innych badań nośności/zagęszczenia (Tabela 21).

W przypadku, gdy metoda GPR będzie stosowana podczas prowadzenia remontu drogi, a jej celem będzie rozpoznanie konstrukcji nawierzchni drogowej lub lokalizacji przebiegu sieci uzbrojenie terenu to należy stosować anteny o częstotliwości ≥ 500 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 27) a dobór częstotliwości stosowanych anten oraz krok pomiarowy musi być skorelowany z oczekiwaną rozdzielczością umożliwiającą rozpoznanie warstw konstrukcji bądź elementów sieci uzbrojenia terenu. Jeżeli celem jest określenia wstępnego układu warstw gruntów i skał w podłożu budowlanym i/lub nasypie pod konstrukcją nawierzchni drogowej to należy stosować anteny o częstotliwości ≤ 250 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 27).

Załącznik 4.6.2 Wymagania w zakresie projektowania badań podłoża budowlanego na etapie przebudowy (P)

Przebudowa podlega przepisom prawa budowlanego, innych ustaw oraz odpowiednim aktom wykonawczym i specyfikacjom technicznym.

W przepisach ustawy o drogach publicznych, przebudowa drogi została określona, jako wykonywanie robót w wyniku, których następuje podwyższenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi, niewymagających zmiany granic pasa drogowego.

Przebudowa, podobnie jak remont, jest realizowana w dwóch częściach:

- prace projektowe przed uzyskaniem pozwolenia na budowę,
- roboty budowlane polegające na przebudowie.

Na etapie przebudowy zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego ustala się jak dla projektu budowlanego (PB) oraz jak dla budowy (B).

Na etapie przebudowy, przez przystąpieniem do robót budowlanych, opracowuje się projekt budowlany (PB). W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego dla PB zaleca się zakres prac dostosować do szczegółowych wymagań inwestora, projektanta oraz wykonawcy robót budowlanych.

Po uzyskaniu pozwolenia na budowę i rozpoczęciu przebudowy, zaleca się, aby zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego w tym prac dokumentacyjnych (Tabela 1, Tabela 3, Tabela 6, Tabela 21) był indywidualnie określany i dostosowany do potrzeb i wymagań kierownika budowy, wykonawcy robót budowlanych oraz projektanta.

Na etapie P wymaga się wykonania badań podłoża budowlanego w następujących przypadkach:

- w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża budowlanego odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- konieczna jest zmiana lokalizacji obiektu budowlanego/rodzaju obiektu budowlanego/sposobu posadowienia, wzmocnienia, jeśli do ich przygotowania/zaprojektowania/budowy niewystarczające są wykonane badania podłoża budowlanego (dane archiwalne) bez względu na etap inwestycji,

- projektant uzna, iż w celu prawidłowego zaprojektowania rozwiązań technicznych na etapie PB, konieczne jest posiadanie innych lub bardziej szczegółowych informacji na temat podłoża budowlanego, niż zawarte w DGI i/lub DBP wykonanych na etapie STEŚ-R Etap II lub Koncepcji Programowej,
- wykonawca (strona umowy/kontraktu) uzna za konieczne rozpoznanie podłoża budowlanego na głębokość większą, niż rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- możliwe są zmiany parametrów geotechnicznych gruntów/skał w podłożu budowlanym w wyniku budowy i eksploatacji obiektów budowlanych np.: na skutek konsolidacji, odprężenia,
- w każdym innym przypadku, gdy wymóg jego sporządzenia wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Na etapie przebudowy wymaga się wykonania badań geofizycznych metodą georadarową (Załącznik 4. 3. 3) oraz badań VSS lub innych badań nośności/zagęszczenia (Tabela 21).

W przypadku, gdy metoda GPR będzie stosowana podczas prowadzenia przebudowy drogi (W), a jej celem będzie rozpoznanie konstrukcji nawierzchni drogowej lub lokalizacji przebiegu sieci uzbrojenie terenu to należy stosować anteny o częstotliwości ≥ 500 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 27) a dobór częstotliwości stosowanych anten oraz krok pomiarowy musi być skorelowany z oczekiwaną rozdzielczością umożliwiającą rozpoznanie warstw konstrukcji bądź elementów sieci uzbrojenia terenu. Jeżeli celem jest określenia wstępnego układu warstw gruntów i skał w podłożu budowlanym i/lub nasypie pod konstrukcją nawierzchni drogowej to należy stosować anteny o częstotliwości ≤ 250 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 27).

Załącznik 4.7 Listy kontrolne dotyczące dokumentów przedstawiających zaprojektowane badania podłoża budowlanego

Załącznik 4.7.1 Lista kontrolna – projekt robót geologicznych (PRG) i dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)

Tabela 45 Lista kontrolna – projekt robót geologicznych (PRG) i dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Rozdział 4.3.1	Formalny	Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2 (+2)				
2	Rozdział 8.7	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych				
3	Załącznik 19	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych				
4	Rozdział 4.3.1	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres wykonawcy i inwestora				
5	Rozdział 4.3.1	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
6	Rozdział 4.3.1	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
7	Rozdział 4.3.1	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
8	Rozdział 4.3.1	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
9	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
10	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
11	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis wizji terenowej				
12	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Przyczyny opracowania dodatku do projektu robót (dotyczy tylko dodatku)				
13	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
14	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Informacja o prawie do nieruchomości na obszarze objętym projektowaną inwestycją				
15	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Informacja czy do projektowanych robót geologicznych stosuje się przepisy dotyczące zakładu górniczego i jego ruchu				
16	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Informacja, że mapy do projektu zostały opracowane na podkładach pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego				
17	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Informacja o rodzaju dokumentacji jaka ma powstać				
18	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis osiągnięcia celu robót				
19	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Lokalizacja zamierzonych robót geologicznych w ramach trójstopniowego podziału terytorialnego				
20	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis zagospodarowania terenu, z uwzględnieniem obiektów i obszarów chronionych				
21	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Omówienie wyników przeprowadzonych wcześniej badań i ich interpretacja				
22	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis inwestycji (klasa drogi, rodzaje i wymiary projektowanych obiektów, niweleta)				
23	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych wraz z przewidywanymi profilami geologicznymi projektowanych wyrobisk				
24	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji i rodzaju projektowanych wyrobisk				
25	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Przewidywana konstrukcja otworów wiertniczych lub wyrobisk				
26	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Informacja dotycząca zamykania horyzontów wodonośnych				

Lp.	Punkt Wytycznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
27	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Sposób i termin likwidacji otworów lub wyrobisk oraz rekultywacji gruntów naruszonych w trakcie prowadzenia projektowanych robót				
28	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka i uzasadnienie zakresu oraz metod zamierzonych badań geofizycznych i geochemicznych oraz ich lokalizacji (jeśli wymagane)				
29	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis opróbowania wyrobisk i otworów				
30	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Zakres obserwacji i badań terenowych (pomiarów poziomów wodonośnych, próbnych pompowań, badań specjalnych – np. sondowań).				
31	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis niezbędnych prac geodezyjnych				
32	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Zakres badań laboratoryjnych.				
33	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Określenie próbek geologicznych trwałego przechowywania podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej, sposób i termin ich przekazania, określenie poboru próbek czasowego przechowywania				
34	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis sposobu transportowania i magazynowania próbek				
35	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis wpływu zamierzonych robót na środowisko				
36	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis koniecznych przedsięwzięć ze względu na ochronę środowiska i czynności mające na celu zapobieżenie szkodom w środowisku				
37	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis przedsięwzięć technicznych, technologicznych i organizacyjnych mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa powszechnego, bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska (nie dotyczy przypadków gdy wymagany jest plan ruchu)				
38	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Określenie stopnia skomplikowania warunków gruntowych (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
39	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis morfologii i hydrografii				
40	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis technicznych ograniczeń w możliwości wykonania robót geologicznych (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną, brak przestrzeni na prace operacyjne sprzętu, brak zgód właścicieli nieruchomości lub inne ograniczenia typu znaczne spadki, obszary chronione)				
41	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Opis metodyki wykonywania badań polowych i laboratoryjnych (jeśli inwestor określił wymagania w tym zakresie)				
42	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Informacja o możliwej zmianie lokalizacji, ilości i głębokości otworów				
43	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część tekstowa	Harmonogram robót geologicznych (termin rozpoczęcia i zakończenia)				
44	Załącznik 18.3	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem				
45	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
46	Rozdział 4.3.1	Formalny	Część graficzna	Legenda				
47	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z zaznaczeniem obszaru robót geologicznych w skali co najmniej 1:250 000 na tle granic administracyjnych				

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
48	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa z lokalizacją projektowanych robót geologicznych na mapie sytuacyjno-wysokościowej w skali nie mniejszej niż 1:50 000				
49	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa geosrodowiskowa w skali nie mniejszej niż 1:50 000				
50	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa geologiczna, hydrogeologiczna, geologiczno-inżynierska, geofizyczna jeśli zostały sporządzone				
51	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekrój geologiczny/hydrogeologiczny (jeśli został sporządzony)				
52	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Schemat konstrukcji otworu wiertniczego i opróbowania				
53	Załącznik 18	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				
54	Rozdział 5.1 oraz Załącznik 4. 2. 1 lub Załącznik 4. 3. 1	Merytoryczny	Część tekstowa	Zakres kartowania geologiczno-inżynierskiego/hydrogeologicznego jest zgodny z wymaganiami.				
55	Rozdział 5.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Szerokość pasa kartowania hydrogeologicznego jest uzasadniona (dotyczy tylko dokumentacji hydrogeologicznej).				
56	lub	Merytoryczny	Część tekstowa	Liczba badań laboratoryjnych gruntów jest zgodna z wymaganiami wytycznych				
57	Rozdział 5.7 oraz 0	Merytoryczny	Część tekstowa	Zaprojektowano pobór próbek wody do badań agresywności (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
58	Rozdział 5.7	Merytoryczny	Część tekstowa	Zaprojektowano pobór próbek wody do badań fizykochemicznych (dotyczy tylko dokumentacji hydrogeologicznej)				
59	Rozdział 8.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Tekst zawiera informację czy trasa przebiega przez tereny występowania zagrożeń geologicznych				
60	Rozdział 4.3.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Podano dokumenty odniesienia (normy, procedury, instrukcje) dla wszystkich zaprojektowanych badań				
61	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne dla wszystkich rodzajów obiektów wymagających rozpoznania (drogi, obiektów inżynierskich, obiektów wyposażenia technicznego itp.) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
62	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne odpowiednio względem osi drogi (w osi i przy zewnętrznych krawędziach) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
63	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne odpowiednio względem elementów obiektu (obrysu, osi, podpór) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
64	0	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano dla dróg prowadzonych w wykopach głębszych niż 5 m dodatkowe 2 otwory wiertnicze na górnej krawędzi projektowanej skarpy po obu stronach trasy (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
65	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowany rozstaw, ilość i głębokość punktów dokumentacyjnych jest zgodny z wymaganiami wytycznych w odniesieniu do etapu, rodzaju dokumentacji wynikowej i klasy drogi oraz rodzaju obiektu				

Lp.	Punkt Wytycznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
66	Rozdział oraz Załącznik 9	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano rodzaj wiercenia odpowiednio do przewidywanego profilu geologicznego				
67	0	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano odpowiednią ilość sondowań zgodnie z wymaganiami wytycznych (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
68	Rozdział 5.6 oraz Załącznik 11	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano rodzaj sondowania odpowiednio do przewidywanego profilu geologicznego (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
69	Rozdział 5.3 oraz Załącznik 8	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano rodzaj badań geofizycznych odpowiednio do przewidywanego profilu geologicznego				
70	Załącznik 4. 2. 1 lub Załącznik 4. 3. 1	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne w strefie buforowej i strefie zagrożeń (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
71	Załącznik 4. 2. 4 lub 0	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Uwzględniono wyniki badań geofizycznych (zlokalizowano otwory w miejscach anomalii) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
72	Załącznik 4. 2. 4 lub 0	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Uwzględniono wyniki analizy opracowań kartograficznych (zlokalizowano otwory w miejscach wyróżniających się w topografii terenu) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
73	Załącznik 4. 2. 4 lub 0	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano odpowiednią ilość i głębokość piezometrów zgodnie z wymaganiami wytycznych lub rezygnacja z nich jest uzasadniona.				
74	0	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano poletka badawcze dla tuneli w skomplikowanych warunkach gruntowych (jeśli dotyczy) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
75	Rozdział 4.3.1	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaznaczono na mapie obiekty ograniczające wykonywanie robót geologicznych (linii energetycznych, gazociągów itp.).				
76	Załącznik 18	Merytoryczny	Załączniki graficzne	Załączniki opracowano w sposób czytelny				

Załącznik 4. 7. 2 Lista kontrolna – program badań geotechnicznych (PBG)

Tabela 46 Lista kontrolna – program badań geotechnicznych (PBG)

Lp.	Punkt Wytycznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Rozdział 4.3.3		Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2				
2	Rozdział 8.7	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych				
3	Załącznik 19	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych				
4	Rozdział 4.3.3	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres wykonawcy i inwestora				
5	Rozdział 4.3.3	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
6	Rozdział 4.3.3	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
7	Rozdział 4.3.3	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
8	Rozdział 4.3.3	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
9	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
10	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
11	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Opis wizji terenowej				
12	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
13	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Opis i analiza badań wykonanych na poprzednich etapach				
14	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków występujących w podłożu budowlanym (geologia, geomorfologia, sejsmika, warunki wodne), ocena istniejącej zabudowy, historia rozbudowy na terenie i w sąsiedztwie				
15	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Stopień skomplikowania warunków gruntowych				
16	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Kategoria geotechniczna dla drogi i obiektów inżynierskich ustalona przez projektanta				
17	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka techniczna drogi i obiektów w zakresie wielkości, obciążeń, poziomu posadowienia i innych rozwiązań projektowych, niwelety trasy.				
18	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Opis technicznych ograniczeń w możliwości wykonania badań (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną, brak przestrzeni na prace operacyjne sprzętu, brak zgód właścicieli nieruchomości lub inne ograniczenia typu znaczne spadki, obszary chronione)				
19	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Opis sposobu transportowania i magazynowania próbek				
20	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Opis ilości, rodzaju i metodyki wykonywania badań polowych i laboratoryjnych				
21	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Opis rodzaju, zasięgu zanieczyszczenia podłoża budowlanego i zakres prac badawczych (jeśli dotyczy)				
22	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Opis zakresu badań wód gruntowych				
23	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Harmonogram badań (termin rozpoczęcia i zakończenia)				
24	Rozdział 4.3.3	Formalny	Część tekstowa	Informacja czy trasa przebiega przez tereny występowania zagrożeń geologicznych i górniczych				
25	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem				
26	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
27	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Legenda				
28	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z zaznaczeniem obszaru robót geologicznych w skali co najmniej 1:100 000 na tle granic administracyjnych				
29	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na mapie sytuacyjno-wysokościowej w skali nie mniejszej niż 1:50 000				
30	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekrój geologiczny				
31	Załącznik 18	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				
32	Rozdział 4.3.3	Merytoryczny	Część tekstowa	Uzasadnienie zakresu prac terenowych i laboratoryjnych				
33	Rozdział 4.3.3	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja o uzgodnieniu zakresu prac z projektantem/wykonawcą/inwestorem				
34	Rozdział 4.3.3	Merytoryczny	Część tekstowa	Podano dokumenty odniesienia (normy, procedury, instrukcje) dla wszystkich zaprojektowanych badań				
35	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Informacja czy zakres badań wykonanych na poprzednich etapach jest zgodny z wymaganiami dla danego etapu				
36	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano badania w miejscach braków na wcześniejszych etapach lub jednoznacznie stwierdzono, że nie ma takich braków				
37	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne odpowiednio względem osi drogi (w osi i przy zewnętrznych krawędziach)				
38	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne odpowiednio względem elementów obiektu (obrysu, osi, podpór)				
39	0	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano dla dróg prowadzonych w wykopach głębszych niż 5 m dodatkowe 2 otwory wiertnicze na górnej krawędzi projektowanej skarpy po obu stronach trasy.				
40	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne dla wszystkich rodzajów obiektów wymagających rozpoznania (drogi, obiektów inżynierskich, obiektów wyposażenia technicznego itp.).				
41	Załącznik 4. 2. 1 lub Załącznik 4. 3. 1	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne w strefie buforowej i strefie zagrożeń				
42	Załącznik 4. 2. 4 lub 0	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Uwzględniono wyniki badań geofizycznych (zlokalizowano otwory w miejscach anomalii)				
43	0	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano poletka badawcze dla tuneli w skomplikowanych warunkach gruntowych				
44	Rozdział 4.3.3	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaznaczono na mapie obiekty ograniczające wykonywanie robót geologicznych (linii energetycznych, gazociągów itp.).				
45	Załącznik 18	Merytoryczny	Załączniki graficzne	Opracowano załączniki w sposób czytelny				

Załącznik 4.8 Przykładowy wzór kosztorysu powykonawczego na badania podłoża budowlanego

Tabela 47 Przykładowy wzór kosztorysu powykonawczego

Rodzaj i metody badań	Jednostka miary	Ilość	Cena jednostkowa [PLN]	Kwota [PLN]
Zebrań i analiza materiałów archiwalnych	ryczałt			
Wizja terenowa	ryczałt			
Kartowanie hydrogeologiczne				
W oparciu o dane archiwalne	ryczałt			
W oparciu o prace terenowe (np. marszruty)	km ²			
Kartowanie geologiczno-inżynierskie w tym kartowanie na potrzeby oceny masywu skalnego				
W oparciu o dane archiwalne	ryczałt			
W oparciu o prace terenowe (na potrzeby oceny masywu skalnego)	km ²			
Pomiary geodezyjne				
Pomiary punktów dokumentacyjnych metodą niwelacji geometrycznej	szt.			
Pomiary punktów dokumentacyjnych metodą tachymetryczną	szt.			
Pomiary punktów dokumentacyjnych metodą GNSS	szt.			
Aktualizacja opracowań geodezyjnych i kartograficznych	ryczałt			
Pomiary teledetekcyjne				
Satelitarne zdjęcia multispektralne	km ²			
Satelitarne zdjęcia w paśmie radarowym	km ²			
Zdjęcia termalne	km ²			
Zdjęcia hiperspektralne	km ²			
Zdjęcia lotnicze	km ²			
Lotniczy skaning laserowy	km ²			
Fotogrametria niskiego pułapu - Bezzałogowe statki powietrzne	km ²			
Naziemny skaning laserowy	km ²			
Naziemne zdjęcia cyfrowe	km ²			
Naziemny radar interferometryczny	km ²			
Badania geofizyczne				
Sondowanie elektrooporowe (VES)	szt.			
Tomografia elektrooporowa (ERT)	mb			
Profilowanie konduktometryczne (GCM)	mb			
Sejsmika refleksyjna (SR)	mb			
Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne (SRP)	mb			
Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P, fali S (SRT, SRT-P, SRT-S)	mb			
Analiza fal powierzchniowych (MASW, SASW, CSWS)	mb			
Pionowe profilowania sejsmiczne fali P, fali S: Downhole (DH, DH-P, DH-S) Uphole (UH, UH-P, UH-S)	mb			
Sejsmiczne prześwietlenia międzyotworowe: Tomograficzne sejsmiczne prześwietlenia międzyotworowe fali P, fali S (SBT, SBT-P, SBT-S) Crosshole (CH, CH-P, CH-S)	mb			
Grawimetria (GRAW)	szt.			
Georadar (GPR)	mb			
Wiercenia w gruntach w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie gruntów wraz z dozorem geologicznym				
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho pojedynczą rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho świdrem przelotowym	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką pojedynczą rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką podwójną rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką potrójną rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane podwójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem	mb			

Rodzaj i metody badań	Jednostka miary	Ilość	Cena jednostkowa [PLN]	Kwota [PLN]
Obrotowe wiercenie rdzeniowane potrójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem	mb			
Obrotowe wiercenie świdrem	mb			
Obrotowe wiercenie z lewym obiegiem płuczki	mb			
Obrotowe wiercenie świdrem lekkim	mb			
Wiercenie rdzeniowane udarowe (np.: RKS)	mb			
Wiercenie udarowe	mb			
Wiercenie udarowe małosrednicowe	mb			
Wiercenie obrotowo-udarowe pojedynczą rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowo-udarowe podwójną rdzeniówką	mb			
Wiercenie wibracyjne	mb			
Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym	mb			
Wiercenie hydrauliczne	mb			
Wiercenie chwytakowe	mb			
Wiercenie ręczne	mb			
Pobieranie prób gruntów za pomocą próbników	szt.			
Wyrobisko w gruncie np.: szybk, wykop badawczy	szt.			
Wykonanie piezometru w gruntach	mb			
Wiercenia w skałach w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie skał wraz z oceną rdzenia wiertniczego (RQD, SCR TCR, If) wraz z dozorem geologicznym				
Wiercenie obrotowe na sucho pojedynczą rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowe z płuczką pojedynczą rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowe z płuczką podwójną rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowe z płuczką potrójną rdzeniówką	mb			
Wiercenie linowym przewodem wiertniczym	mb			
Wiercenie otwarte	mb			
Wyrobisko w skale np.: szybk, wykop badawczy	szt.			
Wykonanie piezometru w skałach	mb			
Sondowania				
DP (DPL, DPM, DPH, DPSH-A, DPSH-B) – sondowanie dynamiczne	mb			
CPT - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym bez pomiaru ciśnienia wody w porach	mb			
CPTU - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach	mb			
FVT (SLVT) - badanie połową sondą krzyżakową	mb			
DMT - badanie dylatometrem płaskim	mb			
RCPTU - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z pomiarem oporności	mb			
visCPTU - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z końcówką wideo	mb			
SCPTU - sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z końcówką sejsmiczną	mb			
CPTM - badanie statyczną mechaniczną sondą stożkową	mb			
FDT (SDT) - badanie cylindrycznym dylatometrem sprężystym w gruntach	mb			
FDT (RDT) - badanie cylindrycznym dylatometrem sprężystym w skałach	mb			
SDMT - badanie dylatometrem płaskim z końcówką sejsmiczną	mb			
PMT (PBP, MPM, SPB, FDP) - badanie presjometryczne	mb			
SPT - badanie sondą cylindryczną	mb			
BDP – sondowania dynamiczne w otworze	mb			
WST - badanie sondą wkręcaną	mb			
BAT – system pomiarowy Bengt, Arne, Torstensson	mb			
BJT - próba ciśnieniowa w otworze	mb			
PLT – próbne obciążenie płytą sztywną	szt.			
VSS - badanie płytą statyczną	szt.			
VD - badanie płytą dynamiczną	szt.			
CBR – badanie wskaźnika nośności CBR	szt.			

Rodzaj i metody badań	Jednostka miary	Ilość	Cena jednostkowa [PLN]	Kwota [PLN]
DCP – badanie dynamicznym penetrometrem stożkowym	mb			
PANDA – badanie penetrometrem dynamicznym	mb			
Laboratoryjne badania próbek gruntów				
Chemiczne badania klasyfikacyjne próbek gruntów	kpl.			
Fizyczne badania klasyfikacyjne próbek gruntów	kpl.			
Wytrzymałościowe badania klasyfikacyjne próbek gruntów	kpl.			
Badania wytrzymałościowe próbek gruntów	kpl.			
Badania odkształceniowe próbek gruntów	kpl.			
Badania pęcznienia próbek gruntów	kpl.			
Badania zagęszczalności i nośności próbek gruntów	kpl.			
Badania przepuszczalności próbek gruntów	kpl.			
Badania laboratoryjne skał				
Fizyczne badania próbek skał	kpl.			
Badania pęcznienia próbek skał	kpl.			
Badania wytrzymałościowe próbek skał	kpl.			
Badania odkształceniowe próbek skał	kpl.			
Laboratoryjne badania składu chemicznego gruntów, skał i wody				
Agresywności wód podziemnych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych	kpl.			
Badania fizyko-chemiczne próbek wody	kpl.			
Badania fizyko-chemiczne próbek gruntów	kpl.			
Badania fizyko-chemiczne próbek skał	kpl.			
Ocena masywu skalnego				
Badania polowe masywu skalnego - badania właściwości hydraulicznych	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - pomiar pierwotnego stanu naprężenia	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - parametrów wytrzymałościowych	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - parametrów odkształceniowych	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - w otworach wiertniczych	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - pomiary punktowe na konturze obiektu podziemnego	szt.			
Klasyfikacja masywu skalnego	ryczałt			
Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane podczas wierceń (nie dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)				
Pomiary zwierciadła wód gruntowych w otworach wiertniczych	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne w piezometrze	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne – próbne pompowania	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne – zalewanie otworów	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne – próby nagłej zmiany ciśnienia	szt.			
Pobór próbek wód podziemnych	szt.			
Badania środowiskowe				
Identyfikacja wstępna substancji zanieczyszczających grunt	ryczałt			
Identyfikacja szczegółowa substancji zanieczyszczających grunt	ryczałt			
Opracowania				
Projekt robót geologicznych	szt.			
Dodatek do projektu robót geologicznych	szt.			
Program Badań Geotechnicznych	szt.			
Dokumentacja geologiczno-inżynierska	szt.			
Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej	szt.			
Dokumentacja badań podłoża	szt.			
Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej	szt.			
Inne (wraz z uzasadnieniem)				

Załącznik 5 Zakres kartowania geologiczno-inżynierskiego

Zakres prace kartograficznych obejmuje:

- prace przygotowawcze:
 - inwentaryzację na mapie dokumentacyjnej: zagrożeń geologicznych, gruntów słabych, przejawów wód podziemnych w oparciu o dane archiwalne, wizję terenową (rozdział 3), przetworzone sceny satelitarne (Załącznik 7. 2), ortofotomapy i numeryczne modele terenu,
 - zaplanowanie na mapie dokumentacyjnej: tras przejazdów lub przejść obejmujących pas drogowy, strefę buforową i/lub strefę zagrożeń,
- prace terenowe:
 - weryfikacja danych archiwalnych i materiałów kartograficznych,
 - weryfikacja i identyfikacja występowania wszystkich zagrożeń geologicznych, gruntów słabych, przejawów wód podziemnych na obszarze badań,
 - identyfikacja stanu i charakteru istniejących budowli, obiektów inżynierskich,
 - analiza morfologii terenu i sprawdzenie jej zgodności z posiadanymi mapami topograficznymi i zasadniczymi,
 - pomiary konieczne do oceny masywu skalnego (rozdział 7) w tym:
 - obserwacje struktur tektonicznych: uskoków, spękań, nieciągłości (ich położenie, przebieg i zasięg przestrzenny, szerokość i charakter powierzchni),
 - pomiary nachylenia warstw (bieg i upad), pomiary szczelinowatości, punktowej wytrzymałości skał, charakterystycznych kierunków spękań (róża spękań),
 - profilowanie odsłoneń,
 - określenie występowania wód powierzchniowych wraz z ustaleniem maksymalnego zasięgu wód powodziowych oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia,
 - określenie warunków hydrogeologicznych, maksymalnego stanu wód podziemnych, w tym terenów zagrożonych podtopieniami oraz lokalizacja przejawów wód gruntowych (źródła, podmokłości, wysięki itp.),
 - lokalizacja miejsc występowania procesów geodynamicznych i niekorzystnych zjawisk geologicznych (wietrzenie, sufozja, erozja, upłynnienie gruntów itp.) oraz wstępne określenie zasięgu i ich intensywności,
 - rejestracja naturalnych i sztucznych odsłoneń, odkrywek,
 - rejestracja terenów zdegradowanych i przekształconych antropogenicznie, w tym charakterystyka deformacji powierzchni terenu powstałych w wyniku szkód górniczych, wyrobisk powierzchniowych czy niekontrolowanego składowania odpadów komunalnych, budowlanych, itp.
 - przeprowadzenie rozmów z właścicielami nieruchomości lub ich przedstawicielami, z mieszkańcami terenów sąsiadujących z obszarem badań, z przedstawicielami administracji samorządowej i państwowej, służb mundurowych, ratunkowych.
- prace kameralne:
 - wektoryzowanie oraz cyfrowanie wszystkich zebranych i zweryfikowanych danych w celu gromadzenia i archiwizowania (rozdział 3),
 - przedstawienie wyników prac w następujących formach:
 - Karta obserwacji terenowych przygotowana zgodnie z załącznikiem (Załącznik 18. 3), opracowana dla każdego zidentyfikowanego zagrożenia, zawierająca informację na temat jego lokalizacji, dokumentację fotograficzną oraz opis,

- Zaktualizowana karta rejestracyjna osuwiska zgodna z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi,
- Mapa zagrożeń geologicznych opracowana na kopii mapy zasadniczej lub ortofotomapie w odpowiednio dobranej skali zawierająca zidentyfikowane granice zagrożeń geologicznych i miejsca przejawów wód podziemnych powiązana z kartami obserwacji terenowych,
- Syntetyczny opis tekstowy, zawierający zestawienie tabelaryczne zagrożeń geologicznych i zaobserwowanych zmian powiązanych z kartami obserwacji terenowych i treścią mapy, stanowiący rozdział w dokumentacji.

Efektem kartowania geologiczno-inżynierskiego jest porównanie treści materiałów kartograficznych ze stanem faktycznym, w celu weryfikacji aktualności opracowań stanowiących podkład do projektowania badań podłoża budowlanego. Pomocne w tym są teledetekcyjne materiały lotnicze i satelitarne (Załącznik 7. 2). Możliwość ich reinterpretacji pod kątem wyżej wymienionych potrzeb jest możliwa w oparciu o dane wieloczasowe. Rejestracja obrazowa wykonywana w szerszym horyzoncie czasowym, o różnych porach roku, pozwala na uchwycenie istotnych zjawisk, mających charakter krótkotrwałego odwzorowania na powierzchni terenu, jak okresowe podtopienie terenu, mechaniczne zmiany terenu związane z jego porządkowaniem, rekultywacją, dawną zabudową itd. Rekomenduje się do analiz wieloczasowych:

- prowadzonych w krótszym horyzoncie czasowym (od około 2009) wykorzystanie serwisów zawierających wysokorozdzielcze dane satelitarne np.: Google Earth, geoportal.gov.pl
- prowadzonych w dłuższym horyzoncie czasowym (od około 1980) wykorzystanie serwisu ArcGIS IMAGERY (<https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-imagery/app>) zawierającego obrazy średnio-rozdzielcze Landsat.

Zaleca się każdorazowe sprawdzenie licencji określających warunki korzystania z produktów udostępnianych przez poszczególne portale.

Załącznik 6 Pomiary geodezyjne – metodyka pomiarów i opracowania geodezyjno-kartograficzne

Załącznik 6.1 Metody pomiarów geodezyjnych

Geodezyjne pomiary sytuacyjne (pomiar współrzędnych płaskich) są wykonywane jako:

- geodezyjne pomiary terenowe;
- geodezyjne pomiary fotogrametryczne;
- geodezyjne pomiary kartometryczne.

Geodezyjne pomiary wysokościowe (pomiar rzędnych wysokościowych) są wykonywane jako:

- geodezyjne pomiary terenowe;
- geodezyjne pomiary fotogrametryczne.

Geodezyjne sytuacyjne pomiary terenowe wykonuje się metodami:

- bieżunową;
- ortogonalną (domiarów prostokątnych);
- wcięć:
 - kątowych,
 - liniowych,
 - kąto-liniowych;
- precyzyjnego pozycjonowania przy pomocy różnicowych fazowych odbiorników GNSS.

Geodezyjne wysokościowe pomiary terenowe wykonuje się metodami:

- niwelacji geometrycznej;
- niwelacji trygonometrycznej;
- niwelacji satelitarnej;
- skaningu laserowego.

Szczególnym przypadkiem geodezyjnych wysokościowych pomiarów terenowych są prace wykonywane na potrzeby pozyskania informacji o morfologii terenu.

Wykonuje się je technologiami:

- niwelacji punktów rozproszonych;
- niwelacji profilów;
- niwelacji siatkowej;
- tachimetrii.

W przypadku wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych metodą precyzyjnego pozycjonowania GNSS stosuje się techniki zapewniające wyznaczenie położenia szczegółów terenowych z dokładnością określoną w paragrafach 29, 36 rozporządzenia w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. W szczególności są to technika statyczna, szybka statyczna, techniki kinematyczne RTK lub RTN.

Załącznik 6.2 Geodezyjne pomiary punktów dokumentacyjnych w tym profili geofizycznych

Wszystkie pomiary geodezyjne należy wykonywać w oparciu o punkty osnowy geodezyjnej, której współrzędne zostały pozyskane z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego lub o punkty osnowy pomiarowej założonej w oparciu o wyżej wymienione punkty państwowej osnowy geodezyjnej. W przypadku stosowania metod kinematycznych (RTK, RTN i PPP)

bazujących na GNSS niezbędna jest weryfikacja prawidłowości wyznaczenia pozycji oraz utrzymywanego przez lokalne punkty osnowy geodezyjnej układu współrzędnych poprzez pomiar kontrolny na min. dwóch najbliższych punktach osnowy geodezyjnej o wyznaczonych współrzędnych płaskich i wysokościowych lub zgodnie z w/w rozporządzeniem. Wyznaczona odchyłka współrzędnych płaskich nie może przekraczać wartości ± 0.12 m dla każdej składowej wektora odchyłek. Dla składowej pionowej wartość dopuszczalna ustalono na poziomie ± 0.09 m. W przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnych należy wykonać pomiar kontrolny na dodatkowym punkcie osnowy geodezyjnej. Jeśli analiza odchyłek wykaże błędy systematyczne lokalnej osnowy geodezyjnej przeprowadzić należy harmonizację zbiorów danych.

Załącznik 6.3 Aktualizacja wielkoskalowych podkładów mapowych

Niezależnie od daty pozyskania danych wykorzystanych do sporządzenia materiałów geodezyjno-kartograficznych wykonać należy wywiad terenowy, którego celem jest kontrola aktualności podkładów ze szczególnym uwzględnieniem obiektów inżynierskich, istotnych przy projektowaniu i realizacji badań podłoża budowlanego. W wyniku powyższych czynności sporządza się mapę wywiadu terenowego, którą opracowuje się na hybrydowym podkładzie mapowym, składającym się z wektorowej mapy zasadniczej oraz ortofotomapy. Skalę mapy wywiadu terenowego należy wykonać w tej samej skali co opracowanie na którym będą projektowane badania geologiczne. Wszelkie różnice między treścią mapy, a istniejącym stanem w terenie należy wskazać kolorem czerwonym dodając stosowny komentarz. W części opisowej mapy wywiadu terenowego należy zamieścić tytuł mapy, skalę, siatkę współrzędnych, opis lokalizacji, datę oraz imię i nazwisko osoby dokonującej wywiadu terenowego – powyższy dokument stanowi potwierdzenie przeprowadzenia wizji lokalnej.

W przypadku wystąpienia nowych obiektów, istotnych przy projektowaniu i wykonywaniu badań podłoża budowlanego, mapa wywiadu stanowi podstawę do wykonania pomiarów inwentaryzacyjnych geometrii i atrybutów opisowych obiektów celem aktualizacji podkładów mapowych. Pomiarów należy wykonać metodami geodezyjnymi w nawiązaniu do państwowej osnowy geodezyjnej lub pomiarowej, z dokładnością uzależnioną od kwalifikacji do odpowiedniej grupy dokładnościowej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. Jeśli zakres pomiarów aktualizacyjnych obejmuje obiekty wchodzące w skład baz danych BDOT500, GESUT lub EGIB należy wykonać aktualizację tych baz w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym (Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej). Wraz z oceną stopnia aktualności następuje również identyfikacja punktów osnowy geodezyjnej, które będą wykorzystane w pracach realizacyjnych oraz pomiarach inwentaryzacyjnych.

Załącznik 6.4 Pomiary fotogrametryczne i skaning laserowy z pułapu lotniczego

Ortofotomapę na potrzeby badań podłoża budowlanego zaleca się wykonywać z pułapu lotniczego w oparciu o zdjęcia fotogrametryczne zgodnie z następującymi przepisami prawnymi (R_ORTO_NMT 2011, K-2.7 1999. rozdział VI, W_ORTO 2000 paragraf 16 i 17). Wytyczne zawierają podstawowe rekomendacje dotyczące planowania lotu fotogrametrycznego, rozmieszczenia punktów kontrolnych i sygnalizowania terenowej osnowy fotogrametrycznej. Podstawy matematyczne w wykorzystywanych obecnie technologiach są takie same jak przed laty i w tym zakresie należy rozumieć zalecenia znajdujące się w wytycznych, jako obowiązujące.

Dobór parametrów nalotu fotogrametrycznego jest uzależniony od zleceniodawcy, w

szczegółności zależy od skali opracowania, czyli terenowej wielkości piksela ortofotomapy. Na potrzeby rozpoznania podłoża budowlanego planowane są różne wielkości piksela: 5-20 cm, są to standardowe wielkości piksela ortofotomap tworzonych obecnie w Polsce. Dobre praktyki w zakresie standardów wykonywania ortofotomap i NMT znajdują się między innymi materiałach ISOK. Poniżej zamieszczono zalecenia, które są dedykowane specjalnie na potrzeby drogownictwa. Mierzony obiekt charakteryzuje się specyficznym kształtem, jest stosunkowo wąski i bardzo wydłużony, co powoduje, że zobrazowanie z pułapu lotniczego może składać się z pojedynczego szeregu zdjęć lub wąskiego bloku wzdłuż planowanej drogi. Plan lotu należy wykonać zgodnie z obowiązującymi ww. przepisami. Z ekonomicznego punktu widzenia najważniejsze są następujące parametry nalotu zależne od wielkości terenowej piksela tworzonej ortofotomapy i wyboru kamery:

- liczba szeregów,
- liczba zdjęć,
- liczba punktów fotopunktów (GCP Ground Control Point) i fotopunktów kontrolnych (CP Check Point), których współrzędne są mierzone bezpośrednio w terenie.

Zgodnie z (R_ORTO_NMT 2011) rozróżnia się punkty GCP: F-punkty (pomierzone współrzędne XYZ) i Z-punkty (określona jedynie wysokość). W związku z obecną praktyką pomiarów osnowy z wykorzystaniem technologii GNSS należy uznać ten podział za historyczny i przyjąć, że wszystkie punkty GCPs mają pomierzone wszystkie współrzędne (XYZ). Ponadto w trakcie nalotu wykonuje się obecnie pomiar współrzędnych (XYZ) środków rzutów, a także coraz częściej również kątowych elementów orientacji zdjęć (ϕ , ω , κ).

Biorąc pod uwagę ww. przepisy i specyfikę obiektu drogowego wymaga się wykonania nalotu zgodnie z jednym z dwóch wariantów przedstawionych poniżej. Podane zalecenia dotyczą standardowego pokrycia zdjęć: 60 % pokrycia podłużnego i 30% pokrycia poprzecznego. W przypadku innego pokrycia, liczbę zdjęć należy przeliczyć dla wariantu standardowego.

Wariant 1:

W regularnym bloku zdjęć o pokryciu podłużnym 60% i poprzecznym 30%, w przypadku pomiaru wszystkich elementów orientacji zewnętrznej zdjęć (XYZ środków rzutów oraz kąty: ϕ , ω , κ) zaleca się następującą minimalną liczbę punktów:

- GCPs: po 2 pary punktów na początku i końcu bloku, co najmniej 1 punkt w narożach bloku,
- CPs – 1/50 zdjęć, nie mniej niż 8.

Wariant 2:

W regularnym bloku zdjęć o pokryciu podłużnym 60% i poprzecznym 30%, w przypadku pomiaru współrzędnych XYZ wszystkich środków rzutu lub w przypadku pojedynczego szeregu zdjęć o pokryciu podłużnym 60%, niezależnie od pomiaru współrzędnych środków rzutu zaleca się następującą minimalną liczbę punktów:

- GCPs,
 - po 2 pary punktów na początku i końcu bloku,
 - po 1 punkt na obu brzegach bloku, wzdłuż kierunku nalotu co 8 baz podłużnych w pasach potrójnego pokrycia oraz na początku i końcu szeregu po 1 w pasach pokrycia poprzecznego, lecz nie mniej niż 1 punkt na 17 zdjęć,
- CPs – 1/50 zdjęć, nie mniej niż 8.

Przykładowo:

Warunki nalotu: pas o szerokości 500 m i długości 10 km, terenowa wielkość piksela ortofotomapy

5 cm, rozmiar terenowy zdjęcia wzdłuż kierunku lotu 500 m, poprzecznie: 400 m, pokrycie podłużne 60%, poprzeczne 30%.

Wariant 1:

- Liczba GCPs – 4,
- Liczba CPs – 8.

Wariant 2:

- Liczba GCPs – 23,
- Liczba CPs – 8.

Szczegółowe zalecenia dotyczące sygnalizacji osnowy fotogrametrycznej znajdują się w przepisach (R_ORTO_NMT 2011, w załączniku 2, rozdział 1 punkt 9 i 17 oraz paragrafie 26 K-2.7). Zasadniczym produktem procesu tworzenia ortofotomapy jest ortoobraz (skorygowane geometrycznie i zmozaikowane zdjęcia lotnicze), dodatkową treść należy nanieść na ortoobraz jeśli takie jest wymaganie zleceniodawcy.

Na podstawie planu lotu wykonuje się nalot fotogrametryczny, terenowy pomiar punktów kontrolnych (GCP) i punktów kontrolowanych (CP). W oparciu o GCPs wykonuje się wyrównanie bloku (aerotriangulację), zgodnie z R_ORTO_NMT 2011 (zał. 2, rozdział 2, punkt 15). Ostatecznie tworzy się ortofotomapę wykorzystując dodatkowo NMT utworzony ze zdjęć lub ze skaningu laserowego.

Jakość geometryczną ortofotomapy określa na kilku poziomach porównując przybliżone pomiarem fotogrametrycznym (z aerotriangulacji, z pomiaru na modelu stereoskopowym i na ortofotomapie) położenie punktu z położeniem wyznaczonym w wyniku geodezyjnego pomiaru bezpośredniego (najczęściej metodą RTN). Analiza dokładności polega na porównaniu uzyskanych wyników z maksymalnymi wartościami podanymi w przepisach lub w zleceniu, odpowiednio dla danej wielkości piksela ortofotomapy w terenie.

Na etapie wykonywania aerotriangulacji kontroluje się dokładność w fotopunktach GCPs i CPs, używając parametru błędu średniego kwadratowego RMS xy i RMSz.

Po wykonaniu aerotriangulacji, w celu weryfikacji, wykonuje się pomiar fotogrametryczny na modelu stereoskopowym utworzonym w oparciu o wyniki aerotriangulacji na fotopunktach kontrolnych. Dokładność na tym etapie sprawdza się porównując różnice położenia punktu z wartościami maksymalnymi bezwzględnej różnicy w kierunku x i y oraz z (Dx, Dy, Dz).

Z praktycznego punktu widzenia wartości RMS na GCPs powinny być zwykle poniżej wielkości terenowej piksela ortofotomapy. Dla punktów CP RMS powinien być maksymalnie 1,5 razy wielkość piksela, a Dx, Dy maksymalne 2,5, a Dz 3-4 razy wielkość piksela.

Przykładowo:

dla piksela ortofotomapy równego 10 cm (w projekcie ISOK):

- GCPs, $RMS_{xy} \leq 0,08$ m, $RMS_z < 0,10$ m,
- CPs $RMS_{xy} \leq 0,12$ m, $RMS_z < 0,15$ m,
- CP model pomiar fotogrametryczny na modelu stereoskopowym $D_x, D_y \leq 0,25$ m, $D_z \leq 0,30$ m.

dla piksela ortofotomapy równego 5 cm (SIWZ dla powiatów 2018)

- GCPs, $RMS_{xy} \leq 0,04$ m, $RMS_z < 0,05$ m,
- CPs $RMS_{xy} \leq 0,10$ m, $RMS_z < 0,12$ m,
- CP model pomiar fotogrametryczny na modelu stereoskopowym $D_x, D_y \leq 0,15$ m, $D_z \leq 0,20$ m.

W analizie dokładności należy uwzględnić, że zwiększanie rozdzielczości przestrzennej

(zwiększanie terenowej wielkości piksela) nie powoduje znaczącego zwiększenia dokładności, ani na punktach GCPs, CPs a w szczególności na niesygnalizowanych szczegółach sytuacyjnych, ponieważ daje się zaobserwować wpływ błędów geodezyjnych pomiarów oraz możliwość identyfikacji punktu w terenie, która może być porównywalny z dokładnością techniczną technologii lub gorsza.

W analizie dokładności należy uwzględnić, że zwiększanie rozdzielczości przestrzennej (zmniejszanie terenowej wielkości piksela) nie powoduje znaczącego zwiększenia dokładności, ani na punktach GCPs, CPs a w szczególności na niesygnalizowanych szczegółach sytuacyjnych, ponieważ daje się zaobserwować wpływ błędów geodezyjnych pomiarów oraz możliwość identyfikacji punktu w terenie, która może być porównywalny z dokładnością techniczną technologii lub gorsza.

Ostatnim etapem jest weryfikacja produktu końcowego, ortofotomapy, dla której określa się wartość błędu na szczegółach sytuacyjnych. Błąd ten jest określany za pomocą, błędu położenia punktu, który obrazowo przedstawia odległość pomiędzy położeniem punktu w terenie, wyznaczonym np. za pomocą RTN, a położeniem tego punktu na ortofotomapie ($mp = mxy = \sqrt{Dx^2 + Dy^2}$). Na ortofotomapie nie może on przekraczać maksymalnie wartości 3 razy wielkość piksela w terenie, w zależności od ukształtowania terenu (R_ORTO_MNT 2011), Błąd ten nie uwzględnia błędu identyfikacji punktu w terenie.

Powyższe zalecenia są zgodne z obowiązującymi przepisami. W związku ze specyfiką obiektu pomiaru (bardzo wydłużony kształt obszaru opracowania) wymaga się zmodyfikowania analizy dokładności opartej o RMS (Root Mean Square), polegającego na obliczeniu wartości średniej różnicy położenia punktów wzdłuż osi x i y (ME_x, ME_y, - Mean Error) oraz odchylenia standardowego wzdłuż osi y i z (SD_x, SD_y - Standard Deviation). Błąd średni kwadratowy RMS zawiera w sobie zarówno wartość średnią różnicy ME jak i jej odchylenie standardowe SD, i jako wypadkowy parametr określa dokładność, a analiza wielkości ME pozwala na identyfikację błędu systematycznego.

Oprócz jakości geometrycznej ortofotomapy należy przeprowadzić standardową procedurę kontroli radiometrycznej, jakości mozaikowania itp. (R_ORTO_NMT_2011).

Dokumentację dotyczącą wykonania ortofotomapy i NMT należy przygotować zgodnie z R_ORTO_NMT_2011. W szczególności raport z wykonania ortofotomapy powinien zawierać:

- metrykę kamery lotniczej,
- plan lotu fotogrametrycznego,
- szkic rozmieszczenia punktów kontrolnych,
- zestawienie współrzędnych punktów kontrolnych,
- wyniki aerotriangulacji,
- wyniki kontroli jakości ortofotomapy.

Zleceniobiorca powinien dostarczyć w wersji cyfrowej:

- ortofotomapę w plikach obejmujących obszary jednostkowe zgodnie ze specyfikacją zamawiającego (w formacie i układzie zgodnie z wcześniejszymi punktami niniejszych wytycznych),
- plik tekstowy z zestawem współrzędnych punktów kontrolnych,
- NMT utworzony na potrzeby tworzenia ortofotomapy (w formacie i układzie zgodnie z wcześniejszymi punktami niniejszych wytycznych),
- nieskorygowane zdjęcia lotnicza,
- zarejestrowane elementy orientacji zewnętrznej zdjęć (współrzędne środków rzutów i kąty obrotu: ϕ , ω , κ).

Numeryczny model terenu MT zaleca się wykonywać na potrzeby badania podłoża budowlanego w oparciu o lotniczy skaning laserowy.

Lotniczy skaning laserowy (ALS Airborne Laser Scanning) umożliwia pomiar położenia punktu na powierzchni ziemi, właściwie niezależnie od wysokości lotu z dokładnością wysokościową 0,15 m i poziomą 0,50 m, a maksymalnie w przypadku rejestracji z bardzo niskiej wysokości z dokładnością odpowiednio: 0,10 m i 0,40 m. Dokładność zależy od mierzonego obiektu. Maksymalne dokładności można uzyskać w przypadku punktów sygnalizowanych na antropogenicznych stabilnych obiektach budowlanych i/lub konstrukcjach (asfalt, beton). Dokładność wyznaczenia położenia obiektów naturalnych jest z reguły mniejsza i związana z błędem identyfikacji.

Pozyskiwanie danych ALS, ich przetwarzanie oraz kontrole poszczególnych etapów przetwarzania i produktu końcowego NMT, NMPT, a także zakres dostarczonych zleciodawcy materiałów i zawartość dokumentacji opisano w R_ORTO_NMT.

Dane z lotniczego skaningu laserowego (chmury punktów) rejestrowane są w blokach. Bloki są kontrolowane w oparciu o powierzchnie referencyjne, następnie bloki są wzajemnie wpasowywane do siebie, chmury są klasyfikowane w celu utworzenia NMT. Ostatnim etapem jest sprawdzenie jakości tych produktów, poprzez porównanie modeli z chmurą punktów, oraz wysokości z modelu w liniach pomiarowych, w których dokonano pomiaru bezpośredniego.

Kontrola jakości danych ze skaningu laserowego odbywa się na kilku poziomach (R_ORTO_NMT), najpierw dokonuje się kontrolę chmury punktów, a następnie NMT.

Wykonuje się kontrolę kompletności, gęstości, równomierności gęstości chmury punktów. Geometryczne sprawdza się: georeferencję względną, georeferencję bezwzględną. Wymaga się uzyskania dokładności jak poniżej, bazując na dobrych praktykach wypracowanych w projekcie ISOK, w ramach którego dostarczono bardzo dokładne NMT w dwóch standardach: Standard I (4-6 punktów na km²) i Standard II (12 punktów na km²). Wymaga się wykonania NMT w jednym ze standardów, zależnie od potrzeb.

Georeferencja względna:

Dopuszczalne wartości RMS xy $\leq 0,75$ m, RMSz $\leq 0,22$ (w standardzie I); RMS xy $\leq 0,60$ m, RMSz $\leq 0,15$ (w standardzie II).

Georeferencja bezwzględna, sprawdzana na sprawdzana na powierzchniach referencyjnych:

Dopuszczalne wartości RMS xy $\leq 0,50$ m, RMSz $\leq 0,15$ (w standardzie I); RMS xy $\leq 0,40$ m, RMSz $\leq 0,10$ (w standardzie II).

Kontrola styków:

Dopuszczalne wartości RMS xy $\leq 0,75$ m, RMSz $\leq 0,22$ (w standardzie I); RMS xy $\leq 0,60$ m, RMSz $\leq 0,15$ (w standardzie II).

Ponadto kontroli poddaje się: jakość klasyfikacji chmury punktów, nadania atrybutów RGB.

Kontrola NMT obejmuje kontrolę wizualną oraz ilościową (analiza dokładności bezwzględnej).

Na podstawie wyników pomiarów terenowych oblicza się odchyłki pomiędzy terenowymi punktami kontrolnymi a wysokością wyinterpolowaną na podstawie NMT oraz RMSz liczony ze wszystkich obserwacji. Dopuszczalna wartość RMSz $\leq 0,20$ m, Dz $\leq 0,60$ m.

Zaleca się modyfikację analizy dokładności opartej o RMS (Root Mean Square), polegającą na obliczeniu wartości średniej różnicy wysokości MEz i SDz (Mean Error, Standard Deviation). Średnia różnica określa błąd systematyczny modelu tzn. o ile cały model jest przesunięty w górę lub w dół. W celu analizy rozkładu przestrzennego różnic wysokości pomiędzy chmurą punktów a NMT, należy wyinterpolować w oparciu o NMT wysokości w punktach chmury, odjąć je od

odpowiadających im wysokości punktów w chmurze i wynik zwizualizować w postaci mapy różnicowej. Parametrami określającymi dokładność względną jest średnia różnica oznaczająca błąd systematyczny oraz odchylenie standardowe.

Dokumentację dotyczącą wykonania NMT należy przygotować zgodnie z (R_ORTO_NMT 2011, rozdział 2).

W szczególności raport z wykonania ortofotomapy powinien zawierać:

- opis zastosowanej technologii,
- plan lotu fotogrametrycznego,
- szkic rozmieszczenia punktów kontrolnych,
- zestawienie współrzędnych punktów kontrolnych,
- wyniki wpasowania chmur punktów,
- wyniki kontroli jakości NMT.

Zleceniobiorca powinien dostarczyć w wersji cyfrowej:

- NMT w plikach obejmujących obszary jednostkowe zgodnie ze specyfikacją zamawiającego (w formacie i układzie zgodnie z wcześniejszymi punktami niniejszych wytycznych),
- plik tekstowy z zestawem współrzędnych punktów kontrolnych,
- NMT (w formacie i układzie zgodnie z wcześniejszymi punktami niniejszych wytycznych)
- chmury punktów.

Załącznik 6.5 Pomiary fotogrametryczne oraz pomiary wykonywane technologią skaningu laserowego z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych

W celu wykonania aktualnej ortofotomapy lub NMT należy stosować metody fotogrametryczne, w tym skanowanie laserowe z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych. W celu zachowania oczekiwanych dokładności opracowań geodezyjno-kartograficznych opartych na tych technologiach pomiarowych konieczne jest zachowanie opisanych w niniejszym załączniku parametrów technicznych wykonywanej pracy geodezyjnej.

Naloty fotogrametryczne są realizowane przy użyciu bezzałogowych statków powietrznych w celach innych niż rekreacyjne lub sportowe, zatem do ich prowadzenia konieczne jest posiadanie świadectwa kwalifikacji operatora bezzałogowego statku powietrznego (UAVO – ang. Unmanned Aerial Vehicle Operator). Wymóg podyktowany jest art. 95 ust. 2 pkt. 5a ustawy z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze. Zasady uzyskiwania świadectwa kwalifikacji zawarto w rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 3 czerwca 2013 r. w sprawie świadectw kwalifikacji oraz w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 19 września 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie świadectw kwalifikacji.

Dopuszczalne jest wykonywanie nalogów w których wykonanie zdjęć następuje z użyciem kamer metrycznych lub niemetrycznych. Kamery niemetryczne mogą być wykorzystywane pod warunkiem wyznaczenia w toku obliczeń niezbędnych wartości charakteryzujących użyty obiektyw oraz jego potencjalne charakterystyki i zniekształcenia.

Parametry zdjęć powinny uwzględniać przeznaczenie, zakładaną dokładność sytuacyjną i wysokościową przewidywanego opracowania (wynikającą z docelowych parametrów planowanego opracowania mapowego), spodziewaną zdolność rozdzielczą zdjęć i jakość geometryczną oraz warunki technologiczne (rozkład punktów osnowy fotogrametrycznej, ograniczenia konstrukcyjne użytych kamer w tym typ i sprawność migawki).

Pokrycie podłużne p określa pokrycie zdjęć pomiędzy sąsiadującymi zdjęciami w szeregu. W

przypadku wykonywania zdjęć z użyciem bezzałogowych statków powietrznych należy przyjąć zasadnicze pokrycie podłużne wynoszące $p_0 = 70\%$. Pokrycie poprzeczne q określa pokrycie zdjęć pomiędzy sąsiadującymi szeregami zdjęć. W przypadku wykonywania zdjęć z użyciem bezzałogowych statków powietrznych należy przyjąć zasadnicze pokrycie poprzeczne wynosi $q_0 = 65\%$. Zasadnicze pokrycie podłużne należy zwiększyć o wpływ pofałdowania terenu. Należy przyjąć wartość docelową pokrycia p o wartości względnej równej co najmniej 70% w zależności od stosunku rozpiętości deniwelacji terenu do wysokości fotografowania, analogicznie zasadnicze pokrycie poprzeczne q należy zwiększyć o wpływ pofałdowania terenu. Należy przyjąć wartość docelową q o wartości względnej co najmniej 65% w zależności od stosunku rozpiętości deniwelacji terenu do wysokości fotografowania.

Mając na uwadze fakt, że rozmiar piksela terenowego jest zależny m.in. od rodzaju obiektywu i kamery, wysokości lotu, oczekiwane relacje pomiędzy skalą opracowania a rozmiarem piksela terenowego podano w tabeli (Tabela 48). Przewidziane rozmiary piksela terenowego umożliwiają uzupełnienie treści map o informację fotogrametryczną dla podanych skal, ale nie mogą stanowić jedyne źródła do ich opracowania.

Tabela 48 Oczekiwane relacje pomiędzy skalą opracowania a rozmiarem piksela terenowego

Skala opracowania mapowego 1: Mm	Rozmiar docelowego piksela terenowego ortofotomapy
1:500	5 cm
1:1 000	10 cm
1:2 000	15 cm
1:5 000	20 cm

Konieczne do przeprowadzenia pomiarów z wykorzystaniem technik fotogrametrycznych należy stosownie dokumentować w postaci projektu nalotu oraz dokumentacji z opracowania wyników. Projekt i dokumentacja związana z pomiarami i opracowaniami fotogrametrycznymi realizowanymi z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych ma obejmować:

- lokalizację planowanego nalotu naniesioną na podkład kartograficzny będący wizualizacją bazy danych BDOT10k przedstawionej w skali 1:25 000 lub 1:50 000,
- charakterystykę jednostki latającej oraz użytej kamery fotogrametrycznej, w szczególności informacje o zastosowanej stabilizacji kamery, charakterystyce kamery, obiektywu, migawki oraz informacje z metryki zastosowanej kamery,
- projekt nalotu fotogrametrycznego uwzględniający konieczność obfotografowania terenu z pokryciem podłużnym i poprzecznym niezbędnym do uzyskania produktów pochodnych zgodnie z niniejszymi wymaganiami,
- rozkład fotopunktów (GCP. ang. Ground Control Point), fotopunktów kontrolnych (CP, ang. Check Point) oraz elementów zagospodarowania terenu których pomiar jest przewidziany w procedurze kontrolnej produktów pochodnych i obliczeń fotogrametrycznych,
- w przypadku stosowania georeferencji pośredniej pomiarów fotogrametrycznych realizowanych za pomocą bezzałogowych statków powietrznych, raport z terenowego pomiaru fotopunktów (GCP) i fotopunktów kontrolnych (CP) obejmujący współrzędne punktów, wysokości oraz odpowiadające im błędy uzyskane na podstawie pomiarów przy użyciu klasycznych technik geodezyjnych,
- w przypadku stosowania georeferencji bezpośredniej pomiarów fotogrametrycznych realizowanych za pomocą bezzałogowych statków powietrznych raport z terenowego pomiaru elementów zagospodarowania terenu obejmujący współrzędne punktów, wysokości oraz odpowiadające im błędy uzyskane na podstawie pomiarów przy użyciu klasycznych technik geodezyjnych oraz raport z wyrównania trajektorii lotu uzyskanej za

- pomocą jednostki GNSS, jednostki IMU oraz metod pomocniczych,
- raport z obliczeń obejmujący założone lub obliczone elementy dystorsji obiektywu kamery, przyjęte w opracowaniu parametry automatycznego matchingu zdjęć oraz parametry aerotriangulacji,
- analizę wyników w oparciu o fotopunkty oraz fotopunkty kontrolne (pomierzone w terenie oraz na zdjęciach),
- analizę dokładności produktów pochodnych (ortofotomapa, NMT) w oparciu o kontrolny, terenowy geodezyjny pomiar bezpośredni.

Konieczne do przeprowadzenia pomiaru technologią skanowania laserowego z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych należy stosownie dokumentować w postaci projektu pomiaru oraz dokumentacji z opracowania wyników. Projekt i dokumentacja związana z pomiarami i opracowaniami realizowanymi tą technologią powinna obejmować:

- lokalizację planowanego pomiaru naniesioną na podkład kartograficzny będący wizualizacją bazy danych BDOT10k przedstawionej w skali 1:25 000 lub 1:50 000,
- charakterystykę zastosowanego skanera laserowego, w szczególności informacje o zasięgu pomiaru i przyjętej rozdzielczości skanowania, a także informację o sposobie zapewnienia georeferencji skanów,
- rozkład punktów kontrolnych, punktów weryfikujących oraz elementów zagospodarowania terenu, których pomiar jest przewidziany w procedurze kontrolnej produktów pochodnych,
- w przypadku stosowania georeferencji bezpośredniej raport z terenowego pomiaru elementów zagospodarowania terenu obejmujący współrzędne punktów, wysokości oraz odpowiadające im błędy uzyskane na podstawie pomiarów przy użyciu klasycznych technik geodezyjnych oraz raport z wyrównania trajektorii lotu uzyskanej za pomocą jednostki GNSS, jednostki IMU oraz metod pomocniczych,
- raport z obliczeń, w szczególności z procesu łączenia (rejestracji) skanów oraz nadania im georeferencji,
- analizę wyników w oparciu o punkty kontrolne i weryfikujące (pomierzone w terenie oraz na skanach),
- analizę dokładności produktów pochodnych (NMT) w oparciu o kontrolny, terenowy geodezyjny pomiar bezpośredni.

Wykonywanie pomiarów fotogrametrycznych laserowego z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych, których opracowanie opiera się na stosowaniu georeferencji pośredniej wymaga ustabilizowania terenowej osnowy fotogrametrycznej o następujących minimalnych wymaganiach:

- wielkość wymiaru znaku sygnalizującego punkt w terenie powinna być nie mniejsza niż 3-krotna terenowa długość boku pojedynczego piksela,
- fotopunkty naturalne - elementy zagospodarowania terenu, które powinny być wyznaczone z przecięcia naziemnych elementów liniowych lub elementów dla których łatwo i jednoznacznie można określić środek (koło, elipsa, wielokąt foremny) o wymiarach kilkukrotnie większych niż terenowy rozmiar boku piksela,
- jako fotopunkty naturalne nie mogą być zastosowane elementy dla których będzie występowało duże przesunięcie radialne, czyli położone na wysokości innej niż otaczający teren (okapy, wysokie ogrodzenia itp.),
- pomierzone w terenie punkty osnowy fotogrametrycznej, należy podzielić na dwie grupy:
 - fotopunkty (GCP), których rozmieszczenie dla obiektu liniowego przyjmuje się na bazie trójkątów w przybliżeniu równobocznych o długości boków od 150 do 300

metrów. Dodatkowe punkty osnowy fotogrametrycznej muszą znajdować się w punktach charakterystycznych dla opracowywanego terenu oraz mieć położenie zapewniające ich równomierne rozłożenie w zakresie wysokości (pokrywać równomiernie cały zakres deniwelacji terenu). Położenie oraz współrzędne fotopunktów jest wykorzystywane do obliczenia parametrów orientacji bezwzględnej zdjęć, wyznaczaniu parametrów kalibracji kamery oraz opracowaniu danych,

- fotopunkty kontrolne (CP), jako niezależny, równomiernie rozłożony w płaszczyźnie poziomej i wysokości zbiór punktów o liczebności odpowiadającej co najmniej 30% liczby fotopunktów. Położenie oraz współrzędne punktów weryfikujących jest wykorzystywane w procesie kontroli obliczeń i jakości produktów pochodnych.

Obliczenia, uzyskanie produktów fotogrametrycznych oraz weryfikacja ich dokładności zakładających georeferencję pośrednią następuje w procedurze składającej się z następujących kroków:

- stabilizacja punktów osnowy fotogrametrycznej, pomiar oraz obliczenie ich współrzędnych,
- planowanie oraz wykonanie nalotu fotogrametrycznego oraz wstępna weryfikacja czy pozyskany materiał odpowiada założeniom (np. w zakresie trasy przelotu, jakości zdjęć czy ich wzajemnego pokrycia),
- wykrycie punktów charakterystycznych zdjęć wraz ze wstępną korelacją zdjęć,
- aerotriangulacja wraz z ewentualnym wyznaczeniem parametrów kalibracyjnych kamery (w przypadku kamer niemetrycznych),
- analiza wyników w oparciu o punkty kontrolne oraz weryfikujące,
- budowa gęstej chmury punktów,
- pomiary fotogrametryczne oraz uzyskanie produktów pochodnych niezbędnych do zrealizowania założonych zadań (klasyfikacja chmury punktów, wygenerowanie numerycznego modelu terenu oraz ortofotomapy),
- opracowanie raportu pomiarowego.

Analiza wyników na podstawie fotopunktów oraz fotopunktów kontrolnych

Przed przystąpieniem do generowania produktów fotogrametrycznych (chmury punktów, ortofotomapy, NMT itp.) konieczna jest analiza dokładności pomiarów na podstawie zbioru fotopunktów i fotopunktów kontrolnych. Po przeprowadzeniu procedury aerotriangulacji średni błąd położenia punktów kontrolnych (zbiór punktów stanowiących podstawę obliczeń) nie może być większy niż dwukrotna wielkość rozmiaru docelowego piksela terenowego w płaszczyźnie poziomej oraz trzykrotna wielkość rozmiaru docelowego piksela terenowego w płaszczyźnie pionowej. Kontrolę obliczeń należy przeprowadzić na zbiorze fotopunktów kontrolnych (zbiór punktów niewłączonych do obliczeń) dla których średni błąd położenia punktów nie może być większy niż podane kryteria dla punktów kontrolnych.

Obliczenia, uzyskanie produktów oraz weryfikacja dokładności pomiarów fotogrametrycznych wykonywanych za pomocą kamer metrycznych i niemetrycznych oraz wykonanych metodą mobilnego skanowania laserowego, zakładających georeferencję bezpośrednią następuje w procedurze składającej się z następujących kroków:

- stabilizacja punktu i włączenie rejestracji obserwacji satelitarnych dla referencyjnej stacji GNSS,
- pomiar i obliczenie współrzędnych elementów zagospodarowania terenu przeznaczonych do weryfikacji dokładności opracowań,
- planowanie oraz wykonanie nalotu fotogrametrycznego oraz wstępna weryfikacja czy pozyskany materiał odpowiada założeniom (np. w zakresie trasy przelotu, jakości zdjęć czy

- ich wzajemnego pokrycia),
- obliczenie trajektorii na podstawie GNSS, po uprzednim precyzyjnym wyznaczeniu techniką statyczną położenia stacji referencyjnej,
 - obliczenie poprawek trajektorii na podstawie IMU,
 - obliczenie poprawek trajektorii na podstawie innych sensorów pomocniczych (np. przetwarzania danych skanerowych),
 - identyfikacja punktów charakterystycznych na zdjęciach lub skanach z wykorzystaniem określonych detektorów, aerotriangulacja (wraz z ewentualnym wyznaczeniem parametrów kalibracyjnych kamery) lub wyrównanie bloku pomiarów skanerowych,
 - analiza wyników w oparciu o punkty kontrolne oraz weryfikujące lub informacji o NMT,
 - pomiary fotogrametryczne oraz uzyskanie produktów pochodnych niezbędnych do zrealizowania zadań związanych z badaniem podłoża budowlanego (gęsta chmura punktów, numeryczny model terenu, ortofotomapa),
 - opracowanie raportu pomiarowego.

Weryfikacja pomiarów fotogrametrycznych w tym pomiarów wykonanych technologią skaningu laserowego

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, oraz rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrażeń lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu geodezyjny sytuacyjny pomiar fotogrametryczny podlega weryfikacji przez wykonanie geodezyjnych sytuacyjnych pomiarów terenowych wybranych szczegółów terenowych równomiernie rozłożonych na obszarze opracowania, w tym szczegółów terenowych położonych na skrajach stereogramów. Analogicznie, geodezyjny wysokościowy pomiar fotogrametryczny podlega weryfikacji przez wykonanie geodezyjnego wysokościowego pomiaru terenowego wybranych punktów kontrolnych lub przekrojów kontrolnych.

Geodezyjne sytuacyjne i wysokościowe pomiary fotogrametryczne weryfikuje się i uzupełnia przez porównanie treści zdjęć lotniczych lub satelitarnych z terenem oraz wykonanie w niezbędnym zakresie geodezyjnych sytuacyjnych i wysokościowych pomiarów terenowych. Analogicznie należy weryfikować i uzupełniać zbiory danych pomiarowych uzyskanych metodą skaningu laserowego.

Cele weryfikacji i uzupełnienia treści:

- identyfikacja i weryfikacja położenia szczegółów terenowych, które częściowo lub w całości nie były dostępne do geodezyjnego pomiaru fotogrametrycznego;
- sprawdzenia poprawności identyfikacji szczegółów terenowych objętych geodezyjnym pomiarem fotogrametrycznym;
- pozyskania nieprzestrzennych atrybutów obiektów objętych pomiarem;
- pozyskania danych niezbędnych do określenia rzeźby terenu wyłączzonego z geodezyjnego pomiaru fotogrametrycznego.

Uzyskanie numerycznego modelu terenu na potrzeby rozpoznania podłoża budowlanego metodami fotogrametrycznymi dla terenów zalesionych dopuszczone jest jedynie poprzez wykonanie wysokościowego pomiaru fotogrametrycznego metodą skaningu laserowego, pod warunkiem zastosowania filtrowania chmur punktów technologią umożliwiającą uzyskanie wiarygodnej postaci NMT, której dokładność musi zostać zweryfikowana pomiarem bezpośrednim.

Bezpośredni geodezyjny pomiar wysokościowy wykonany w celu weryfikacji chmury punktów lub NMT może zostać zrealizowany:

- za pomocą niwelacji profilów, których lokalizację przekrojów poprzecznych na obiekcie objętym pomiarem dostosowuje się do warunków terenowych i zaleceń projektanta, przy czym wzajemna odległość między punktami nie może być większa niż 100 m,
- za pomocą niwelacji siatkowej przy założeniu, że powierzchnia terenu objęta jedną figurą powinna być zbliżona do płaszczyzny, a długość boku nie powinna przekraczać 100 m, przy czym charakterystyczne punkty rzeźby terenu położone wewnątrz figur wyznacza się jako punkty dodatkowe,
- za pomocą tachimetrii, określając wysokości szczegółów terenowych metodą niwelacji trygonometrycznej z równoczesnym wyznaczeniem metodą biegunową współrzędnych prostokątnych płaskich w państwowym systemie odniesień przestrzennych. Odległości między pikietami pomiarowymi stanowiącymi podstawę do weryfikacji NMT lub chmur punktów nie powinny być większe niż 100 m, przy czym powierzchnia terenu objęta trzema wybranymi pikietami powinna być zbliżona do płaszczyzny a dodatkowe punkty rzeźby terenu położone wewnątrz figur zapełniających wyznacza się jako punkty dodatkowe.

Bezpośredni geodezyjny pomiar sytuacyjny wykonany w celu weryfikacji ortofotomapy może zostać zrealizowany jako pomiar szczegółów sytuacyjnych (elementów zagospodarowania terenu) za pomocą tachimetru nawiązanego do osnowy, której współrzędne są wyznaczone w Państwowym Systemie Odniesień przestrzennych lub za pomocą różnicowych fazowych odbiorników GNSS. Ilość punktów kontrolnych należy przyjąć w wartości nie mniejszej niż 20 na kilometr kwadratowy, nie mniej niż 20.

Kryterium weryfikacyjne dla produktów fotogrametrycznych (ortofotomapa, NMT, chmura punktów):

- dla ortofotomapy średnia różnica położenia punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru sytuacyjnego oraz odpowiadających im punktów na ortofotomapie nie może przekraczać trzykrotnej wartości terenowego rozmiaru piksela ortofotomapy,
- dla chmury punktów średnia różnica wysokości punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru sytuacyjnego oraz odpowiadających im punktów na chmurze nie może przekraczać 15 cm,
- dla numerycznego modelu terenu średnia różnica wysokości punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru wysokościowego oraz odpowiadających im punktów na NMT nie może przekraczać 20 cm.

Jako standardowy format zapisu i wymiany obrazów cyfrowych, w tym ortofotomapy, uznaje się GeoTIFF (plik z zarejestrowanymi w nagłówku georeferencjami). Stosowanie kompresji o charakterze stratnym (np. JPEG) jest dopuszczalne tylko w szczególnych przypadkach i musi być zaakceptowane przez Zleceniodawcę. Powinien on wtedy określić parametry kompresji oraz zakres jej stosowalności w procesie technologicznym opracowania ortofotomapy.

Załącznik 6.6 Pomiary wykonywane technologią naziemnego skaningu laserowego

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, geodezyjny sytuacyjny i wysokościowy pomiar fotogrametryczny może być wykonywany metodą skaningu laserowego.

Przy planowaniu pomiarów metodą naziemnego skanowania laserowego, należy objąć pomiarem cały obszar opracowania. Oczekiwane parametry opracowania wynikowego określono w tabeli (Tabela 49) poprzez minimalną rozdzielczość skanów.

Tabela 49 Oczekiwane relacje pomiędzy skalą opracowania a rozdzielczością skanów

Skala opracowania mapowego 1:Mm	Minimalna rozdzielczość skanu
1:500	5 cm
1:1 000	10 cm
1:2 000	15 cm
1:5 000	20 cm

Konieczne do przeprowadzenia pomiarów z wykorzystaniem naziemnego skanowania laserowego należy stosownie dokumentować w postaci projektu pomiaru oraz dokumentacji z opracowania wyników. Projekt i dokumentacja związana z pomiarami i opracowaniami realizowanymi z wykorzystaniem naziemnego skanowania laserowego powinny obejmować:

- lokalizację planowanego pomiaru naniesioną na podkład kartograficzny będący wizualizacją bazy danych BDOT10k przedstawionej w skali 1:25 000 lub 1:50 000,
- charakterystykę zastosowanego skanera laserowego, w szczególności informacje o zasięgu pomiaru i przyjętej rozdzielczości skanowania, a także informację o sposobie zapewnienia georeferencji skanów,
- rozkład punktów kontrolnych, punktów weryfikujących oraz elementów zagospodarowania terenu, których pomiar jest przewidziany w procedurze kontrolnej produktów pochodnych,
- raport z terenowego pomiaru punktów kontrolnych i weryfikujących obejmujący współrzędne punktów, wysokości oraz odpowiadające im błędy uzyskane na podstawie pomiarów przy użyciu klasycznych technik geodezyjnych,
- raport z obliczeń, w szczególności z procesu łączenia (rejestracji) skanów oraz nadania im georeferencji, zawierający informacje o błędach wpasowania,
- analizę wyników w oparciu o punkty kontrolne i weryfikujące (pomierzone w terenie oraz na skanach),
- analizę dokładności produktów pochodnych (NMT) w oparciu o kontrolny, terenowy geodezyjny pomiar bezpośredni.

Nadawanie georeferencji wynikom skanowania laserowego wymaga utrwalenia terenowej osnowy pomiarowej właściwej dla wykonywanego skanowania, o następujących minimalnych wymaganiach:

- wielkość wymiaru znaku sygnalizującego punkt w terenie (np. tarczy, kuli) i zastosowana rozdzielczość skanowania powinny umożliwiać wyznaczenie przestrzennego położenia środka geometrycznego znaku z błędem nieprzekraczającym 10 mm,
- dopuszczalne jest zastosowanie naturalnych znaków, tj. elementów zagospodarowania terenu, jako punktów osnowy pomiarowej, jeżeli spełniają wymagania dla znaków sygnalizowanych sztucznie; w szczególności punkty te powinny być wyznaczone z przecięcia elementów liniowych lub elementów dla których łatwo i jednoznacznie można określić środek (koło, elipsa, wielokąt foremny),
- pomierzone w terenie punkty osnowy pomiarowej, należy podzielić na dwie równoliczne grupy:
 - punkty kontrolne, których rozmieszczenie dla obiektu liniowego przyjmuje się na bazie trójkątów w przybliżeniu równobocznych o długości boków od 150 do 300 metrów. Dodatkowe punkty kontrolne muszą znajdować się w punktach charakterystycznych dla opracowywanego terenu oraz mieć położenie zapewniające

ich równomierne rozłożenie w zakresie wysokości (pokrywać równomiernie cały zakres deniwelacji terenu). Położenie oraz współrzędne punktów kontrolnych są wykorzystywane do wykonania orientacji bezwzględnej skanów oraz opracowania danych,

- punkty weryfikujące, jako niezależny, równomiernie rozłożony w płaszczyźnie poziomej i wysokości zbiór punktów o liczebności odpowiadającej około 30% liczby punktów kontrolnych. Położenie oraz współrzędne punktów weryfikujących są wykorzystywane w procesie kontroli obliczeń i jakości produktów pochodnych.

Obliczenia, uzyskanie chmur punktów ze skanowania laserowego oraz weryfikacja ich dokładności, przy zastosowaniu georeferencji pośredniej następuje w procedurze składającej się z następujących kroków:

- stabilizacja punktów osnowy pomiarowej właściwej dla wykonywanego skanowania, pomiar oraz obliczenie ich współrzędnych w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej, zgodnie z wymaganiami załączników 9.1 i 9.2,
- zaplanowanie oraz wykonanie skanowania oraz wstępna weryfikacja, czy pozyskany materiał odpowiada założeniom (np. w zakresie rozdzielczości, kompletności obszaru skanowania czy możliwości rozpoznania punktów osnowy pomiarowej),
- wskazanie punktów charakterystycznych na skanach (znaków osnowy pomiarowej) służących do łączenia (rejestracji) skanów i nadania im georeferencji,
- łączenie (rejestracja) skanów metodą wykorzystującą fotopunkty naturalne i sygnalizowane albo metodą automatyczną wykorzystującą algorytmy wpasowania typu ICP, wraz z wyznaczeniem błędu tego procesu,
- analiza wyników w oparciu o punkty kontrolne oraz weryfikujące,
- uzyskanie produktów pochodnych niezbędnych do zrealizowania założonych zadań (np. wygenerowanie numerycznego modelu terenu),
- opracowanie raportu pomiarowego.

Analiza wyników na podstawie punktów kontrolnych oraz weryfikujących

Przed przystąpieniem do generowania produktów pochodnych (chmury punktów, NMT itp.) konieczna jest analiza dokładności pomiarów na podstawie zbioru punktów kontrolnych i weryfikujących. Po przeprowadzeniu procedury georeferencji średni błąd położenia punktów kontrolnych (zbiór punktów stanowiących podstawę obliczeń) nie może być większy niż dwukrotna wielkość minimalnej rozdzielczości skanu (Tabela 49). Kontrolę obliczeń należy przeprowadzić na zbiorze punktów weryfikujących (zbiór punktów niewłączonych do obliczeń), dla których średni błąd położenia nie może być większy niż dla punktów kontrolnych.

Weryfikacja pomiarów fotogrametrycznych wykonanych technologią skaningu laserowego

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, oraz rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrażeń lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu, geodezyjny sytuacyjny pomiar fotogrametryczny podlega weryfikacji przez wykonanie geodezyjnych sytuacyjnych pomiarów terenowych wybranych szczegółów terenowych równomiernie rozłożonych na obszarze opracowania, w szczególności na jego skrajach. Analogicznie, geodezyjny wysokościowy pomiar fotogrametryczny podlega weryfikacji przez wykonanie geodezyjnego wysokościowego pomiaru terenowego wybranych punktów kontrolnych lub przekrojów kontrolnych.

Geodezyjne sytuacyjne i wysokościowe pomiary fotogrametryczne wykonane technologią skaningu laserowego weryfikuje się i uzupełnia przez porównanie treści produktów pochodnych z terenem oraz wykonanie w niezbędnym zakresie geodezyjnych sytuacyjnych i wysokościowych pomiarów terenowych.

Cele weryfikacji i uzupełnienia treści:

- identyfikacja i weryfikacja położenia szczegółów terenowych, które częściowo lub w całości nie były dostępne do pomiaru;
- sprawdzenie poprawności identyfikacji szczegółów terenowych objętych pomiarem;
- pozyskanie nieprzestrzennych atrybutów obiektów objętych pomiarem;
- pozyskanie danych niezbędnych do określenia rzeźby terenu wyłączonego z geodezyjnego pomiaru fotogrametrycznego.

Uzyskanie numerycznego modelu terenu na potrzeby rozpoznania podłoża budowlanego metodami fotogrametrycznymi dla terenów zalesionych dopuszczone jest jedynie poprzez wykonanie wysokościowego pomiaru fotogrametrycznego metodą skaningu laserowego, pod warunkiem zastosowania filtrowania chmur punktów technologią umożliwiającą uzyskanie wiarygodnej postaci NMT, której dokładność musi zostać zweryfikowana pomiarem bezpośrednim.

Bezpośredni geodezyjny pomiar wysokościowy wykonany w celu weryfikacji chmury punktów lub NMT może zostać zrealizowany:

- za pomocą niwelacji profilów, których lokalizację przekrojów poprzecznych na obiekcie objętym pomiarem dostosowuje się do warunków terenowych i zaleceń projektanta, przy czym wzajemna odległość między punktami nie może być większa niż 100 m,
- za pomocą niwelacji siatkowej przy założeniu, że powierzchnia terenu objęta jedną figurą powinna być zbliżona do płaszczyzny, a długość boku nie powinna przekraczać 100 m, przy czym charakterystyczne punkty rzeźby terenu położone wewnątrz figur wyznacza się jako punkty dodatkowe,
- za pomocą tachimetrii, określając wysokości szczegółów terenowych metodą niwelacji trygonometrycznej z równoczesnym wyznaczeniem metodą biegunową współrzędnych prostokątnych płaskich w państwowym systemie odniesień przestrzennych. Odległości między pikietami pomiarowymi stanowiącymi podstawę do weryfikacji NMT lub chmur punktów nie powinny być większe niż 100 m, przy czym powierzchnia terenu objęta trzema wybranymi pikietami powinna być zbliżona do płaszczyzny a dodatkowe punkty rzeźby terenu położone wewnątrz figur zapełniających wyznacza się jako punkty dodatkowe.

Kryterium weryfikacyjne dla produktów pochodnych (NMT, chmura punktów):

- dla chmury punktów średnia różnica wysokości punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru sytuacyjnego oraz odpowiadających im punktów na chmurze nie może przekraczać 15 cm,
- dla numerycznego modelu terenu średnia różnica wysokości punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru wysokościowego oraz odpowiadających im punktów na NMT nie może przekraczać 20 cm.

Załącznik 6.7 Forma przedstawienia zaktualizowanych danych geodezyjno-kartograficznych oraz pomiarów geodezyjnych

Wyniki pomiarów geodezyjnych należy przedstawić w formie rozdziału w DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP lub sprawozdania z pomiarów geodezyjnych (SPG) zawierającego wyniki i dokumenty wynikające z przeprowadzonych prac pomiarowych i obliczeniowych. W rozdziale/sprawozdaniu

należy zawrzeć informacje na temat: numerów punktów dokumentacyjnych w tym profili geofizycznych, współrzędne sytuacyjne i wysokościowe uzyskane w trakcie pomiarów wraz z podaniem nazw układów współrzędnych, w jakich zostały wyznaczone, uzyskane błędy średnie, rodzaj i metodykę pomiaru, nazwę urządzeń i programów wykorzystanych w trakcie realizacji opracowania, datę wykonania oraz imię i nazwisko osoby wykonującej pomiar.

Wyniki pomiarów geodezyjnych umieszcza się m.in. na załącznikach graficznych zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 18. 3).

Szkic z pomiarów inwentaryzacyjnych punktów oraz profili dokumentacyjnych należy wykonać na tle ortofotomapy lub na podkładzie mapy zasadniczej o skali dobranej zależnie od stopnia zagospodarowania terenu. Na szkicu należy zawrzeć informację o inwentaryzowanych punktach, dacie pomiaru oraz dane lokalizacyjne (woj., powiat, gmina, a także przybliżony kilometr). Szkic pomiaru przekazać należy również w wersji elektronicznej w formacie PDF i TIFF.

Częścią składową rozdziału/raportu z pomiarów położenia punktów dokumentacyjnych są również dzienniki obserwacji, na bazie których wyznaczone zostały wynikowe współrzędne. W przypadku pomiarów tachymetrycznych dziennik pomiarów powinien zawierać:

- numery wykorzystanych punktów osnowy wraz z ich współrzędnymi katalogowymi,
- dane o stanowisku pomiarowym (numer punktu i wysokość instrumentu),
- numery i dane biegunowe do nawiązań oraz punktów pomiarowych (kierunek poziomy, odległość zenitalną, odległość skośną oraz wysokość celu nad poziomem punktu),
- model i numer seryjny instrumentu pomiarowego,
- datę pomiaru,
- imię i nazwisko osoby wykonującej pomiar.

Jeśli pomiar był realizowany metodą kinematyczną GNSS RTK lub RTN minimalna ilość informacji w dzienniku obserwacyjnym powinna być następująca:

- nazwa wykorzystanej sieci stacji referencyjnych,
- identyfikator oraz współrzędne stacji bazowej w układzie geocentrycznym, a w przypadku własnej stacji bazowej również model anteny i odbiornika, a także wysokość anteny nad punktem,
- data pomiaru,
- model i numer seryjny instrumentu pomiarowego,
- składowe wektora łączącego stację bazową z anteną odbiornika ruchomego,
- wysokość anteny,
- ilość zarejestrowanych epok pomiarowych,
- wartość parametru PDOP lub GDOP w czasie pomiaru,
- imię i nazwisko osoby wykonującej pomiar.

Dane pomiarowe w postaci dziennika pomiarowego oraz surowych danych pozyskanych z odbiornika należy załączyć do raportu w postaci cyfrowej.

Ostateczne współrzędne punktów pomiarowych należy przekazać w wersji cyfrowej w formacie SHP w układzie PL-2000 lub PL-1992 w zależności od skali opracowania, zaś wysokości muszą być wprowadzone jako atrybuty tych punktów. W przypadku niemożliwości przekazania pliku SHP, możliwe jest ustalenie z inwestorem, iż wykaz współrzędnych punktów zostanie przekazany w formie pliku TXT.

Część graficzna i tabelaryczna powinna zawierać:

- dokumentacja geodezyjno-kartograficzna,
- mapa wywiadu terenowego - dla potrzeb weryfikacji podkładów mapowych,
- mapa wizji lokalnej - co powinno się na niej znaleźć, na jakim podkładzie powinien być

- wykonany (ortofoto i wektorowa mapa zasadnicza, a przynajmniej EGiB),
- wymagania co do dzienników pomiarowych dla pomiarów tachimetrycznych, niwelacyjnych i GNSS,
 - raporty z obliczeń geodezyjnych,
 - raporty z wyrównania skanów,
 - raporty z działań fotogrametrycznych,
 - mapy orientacyjne,
 - mapy sytuacyjne (plany sytuacyjne).

Dokumentacja graficzna ma być realizowana na podkładach mapowych pozyskanych z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego. W przypadku mapy do celów projektowych ma być wykonana przez geodetę uprawnionego z zakresu 1 (zgodnie z Prawem Geodezyjnym i Kartograficznym) i uwierzytelniona przez ODGiK.

Mapy mają być wykonane w postaci wektorowej, z wyłączeniem takich warstw jak ortofotomapa. Wszystkie materiały mapowe mają być sporządzone w układzie współrzędnych płaskich zgodnym z rozporządzeniem o Państwowym Systemie Odniesień Przestrzennych.

Załącznik 7 Pomiary teledetekcyjne – metodyka tworzenia map

Załącznik 7.1 Metody pomiarów teledetekcyjnych

Teledetekcja oznacza zdalne pozyskiwanie informacji o obiekcie, czyli bez fizycznego z nim kontaktu. Do tego celu wykorzystuje się promieniowanie elektromagnetyczne, czyli fale widzialne, podczerwone, mikrofałe i radarowe. Głównym podziałem metod teledetekcyjnych, poza zakresem rejestracji, jest źródło danych. Niezależnie od długości fali, jeśli rejestrowane jest promieniowanie naturalnie pochodzące od obiektu to metoda nazywana jest pasywną, jeśli w danej metodzie wykorzystuje się własne źródło promieniowania, które jest najpierw emitowane, a potem przez obiekt odbijane to jest ona nazywana aktywną (skaniny laserowe, zobrazowania radarowe). Następny podział dotyczy pułapu rejestracji, od którego zależy między innymi dostępność danych: pułap satelitarny, fotogrametryczny lotniczy (tradycyjne obrazy fotogrametryczne), lotniczy z niskiego pułapu, tzw. UAV, drony (obrazy niemetryczne) oraz naziemny (kamery termalne, noktowizory, pirometry do pomiaru temperatury, spektrometry i inne.), który zwykle jest wykorzystywany jako tzw. wsparcie naziemne rejestracji z powietrza, ze względu na ograniczony przestrzennie zasięg. Cechą charakterystyczną obrazów teledetekcyjnych jest ich rozdzielczość: przestrzenna, spektralna, radiometryczna i czasowa. Rozdzielczość przestrzenną określa się poprzez wielkość terenową piksela obrazu. Rozdzielczość spektralna oznacza liczbę kanałów (1 – obraz panchromatyczny, kilka, kilkanaście – obraz multispektralny, kilkaset – obraz hiperspektralny), a rozdzielczość radiometryczna liczbę bitów, na których zapisany jest poziom zarejestrowanego promieniowania w obrębie jednego piksela (zwykle 8, ostatnio więcej, np. 11, 16). Kluczowa jest rozdzielczość przestrzenna, najwyższą można uzyskać z pułapu lotniczego, w praktyce oznacza to wielkość piksela rzędu centymetrów, decymetrów. Wielkość piksela obrazu z pułapu lotniczego zwykle nie przekracza 50 cm. Jest to związane z bardzo dużą rozdzielczością przestrzenną dostępnych obecnie obrazów satelitarnych. Przykładowo WorldView3 rejestruje obrazy panchromatyczne (jeden obraz w zakresie fal widzialnych) o rozdzielczości 31 cm, multispektralne (w 4 standardowych kanałach: niebieskim, zielonym, czerwonym i bliskiej podczerwieni i w 4 dodatkowych zakresach spektralnych: coastal, yellow, red edge i dodatkowym IR) o rozdzielczości 1,24 m oraz 8 kanałów w średniej podczerwieni o rozdzielczości 3.7 m.

Najlepsze rozdzielczości przestrzenne (rzędu centymetrów) można uzyskać z pułapu lotniczego. Rejestracja lotnicza fotogrametryczna w łatwy sposób umożliwia obrazowanie dużych obszarów w przeciwieństwie do rejestracji z niskiego pułapu. Z uwagi na bardziej stabilny lot, urządzenia do pozycjonowania oraz wykorzystanie kamery fotogrametrycznej zarejestrowane obrazy są lepszej jakości geometrycznej i radiometrycznej. Również liczba punktów kontrolnych i kontrolowanych, które trzeba pomierzyć w terenie jest nieporównywalnie mniejsza.

Obrazy z pułapu satelitarnego, w przeciwieństwie do wszystkich innych, są rejestrowane automatycznie i nie wymagają specjalnej kampanii pomiarowej. Ponadto obszar, obrazowany z pułapu satelitarnego jest bardzo duży w porównaniu z pułapem lotniczym i w związku z tym wymaga znacznie mniej prac związanych z wpasowaniem w układ współrzędnych (proces tworzenia ortofotomapy jest znacznie prostszy i szybszy, wymaga pomiaru kilku, kilkunastu punktów kontrolnych na jeden obraz obejmujący ok. 100 kilometrów kwadratowych). Rozdzielczość spektralna z pułapu satelitarnego (np. WorldView3 3: 8 VNIR i 8 SWIR) jest znacznie większa niż w standardowo wykorzystywanych lotniczych kamerach multispektralnych (4 kanały VNIR), ale z kolei mniej niż w kamerach hiperspektralnych.

Obrazy hiperspektralne rejestrujące promieniowanie w kilkaset kanałach są dostępne z pułapu satelitarnego (zwykle o słabej rozdzielczości przestrzennej) lub lotniczego (rozdzielczość

przestrzenna może być rzędu cm) i niosą ze sobą najwięcej informacji tematycznej. Opracowanie wymaga jednak specjalistycznego oprogramowania (korekcja geometryczna, atmosferyczna) i wiedzy na temat przetwarzania tych danych.

Z pułapu lotniczego dostępne są również rejestracje obrazów w zakresie podczerwieni termalnej. Możliwość takiej rejestracji z wysoką rozdzielczością przestrzenną nie jest dostępna z pułapu satelitarnego.

Metodykę wykorzystania teledetekcji na potrzeby badania podłoża budowlanego można podzielić na 2 grupy:

- metody jakościowe w celu określenia typu pokrycia/użytkowania terenu, obszarów nadmiernie uwilgotnionych, form geomorfologicznych, typów/rodzajów gleb,
- metody ilościowe określania procentowej wilgotności gruntów.

Na potrzeby metod jakościowych zalecany jest 2 krotny wywiad terenowy: przed wykonaniem prac interpretacyjnych w celu rozpoznania obszaru analizy (proces uczenia) i po wykonaniu prac interpretacyjnych na potrzeby określenia jakości produktów (proces weryfikacji). Pierwsza wizja terenowa odbywa się po wykonaniu wstępnej analizy/interpretacji danych teledetekcyjnych w celu potwierdzenia poprawności wydzieleni. W drugim etapie przeprowadza się wizję terenową w celu określenia niepewności produktu.

Rekomenduje się stosowanie w procesie interpretacji, w celu jej poprawy, poniższych zabiegów (możliwość realizacji uzależniona jest od rodzaju dostępnych danych). Kolejność w każdej podgrupie wymieniono od najbardziej rekomendowanych:

- wykorzystanie potencjału informacji spektralnej
 - stosowanie kompozycji barwnych zawierających informację z zakresu widzialnego, podczerwieni bliskiej i średniej (np. satelitarne dane średniorozdzielcze Landsat, Sentinel - dane ogólnodostępne);
 - stosowanie kompozycji barwnych zawierających informację z zakresu widzialnego i podczerwieni bliskiej FCC (np. satelitarne dane wysokorozdzielcze Ikonos, QuickBird, RapidEye, Spot itd. - dane komercyjne; zdjęcia i ortofotomapy spektrostrefowe z zasobów PZGiK);
 - stosowanie obrazów barwnych RGB z zakresu widzialnego (serwis GoogleEarth; zdjęcia i ortofotomapy z zasobów PZGiK);
- wykorzystanie potencjału informacji przestrzennej
 - integrowanie danych panchromatycznych i wielospektralnych celem podniesienia rozdzielczości przestrzennej kompozycji barwnych (dane rejestrujące obraz PAN lub jego ekwiwalent oraz obraz wielospektralny, np. systemy Landsat 7, Landsat 8, Sentinel-2, Spot);
 - wykorzystanie ogólnodostępnych wysokorozdzielczych danych obrazowych PAN i RGB (serwis GoogleEarth; zdjęcia i ortofotomapy z zasobów PZGiK);
- wykorzystanie potencjału informacji wieloczasowej
 - od lat 80-tych: ogólnodostępne dane średniorozdzielcze Landsat;
 - od ok. 2008 roku ogólnodostępne wysokorozdzielcze dane PAN i RGB (serwis GoogleEarth);
 - analiza archiwalnych stereogramów ze zdjęć lotniczych i wybranych danych satelitarnych (np. Spot).

Zaleca się każdorazowe sprawdzenie licencji określających warunki korzystania z produktów udostępnianych przez poszczególne portale.

Wyniki pomiarów teledetekcyjnych należy przedstawić w formie rozdziału w DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP lub sprawozdania z pomiarów teledetekcyjnych (SPT). W rozdziale/sprawozdaniu należy zawrzeć wyniki i dokumenty wynikające z przeprowadzonych prac pomiarowych i obliczeniowych, rodzaj i metodykę pomiaru, nazwę urządzeń i programów wykorzystanych do przetwarzania i interpretacji, datę wykonania oraz imię i nazwisko osoby wykonującej pomiar.

Załącznik 7.2 Metodyka tworzenia map pionowych przemieszczeń powierzchni terenu na podstawie technologii InSAR

W celu identyfikacji i oceny zagrożeń geologicznych związanych z pionowymi przemieszczeniami powierzchni terenu, zaleca się wykorzystywać radarowe sceny satelitarne przetworzone metodą interferometrii radarowej, obejmujące pas drogowy/wariant, strefę buforową i strefę zagrożeń (rozdział 3, Załącznik 4. 2. 1, Załącznik 4. 3. 1, Załącznik 4. 4, Załącznik 4. 5, Załącznik 4. 6).

Radarowe sceny satelitarne to zobrazowania mikrofalowe, które pozyskuje się z radaru bocznego wybierania, wyposażonego w antenę syntetyzowaną SAR (ang. Synthetic Aperture Radar). Radar umieszczony jest na satelicie.

Sceny satelitarne przetwarza się następującymi metodami:

- interferometria różnicowa SAR (ang. differential SAR interferometry, skrót DInSAR),
- stabilnych rozpraszaczy (ang. Permanent Scatterers Differential SAR Interferometry, skrót PS InSAR).

W wyniku przetworzenia uzyskujemy (odpowiednio do metody):

- zestaw interferogramów różnicowych,
- zestaw punktów PS (persistent scatterers) lub DS (distributed scatterers) (w zależności od wykorzystanego algorytmu).

Interferogram różnicowy jest to obraz zmian powierzchni terenu przedstawionych za pomocą różnicy faz odbitego sygnału.

Punkty PS (persistent scatterers) odnoszą się do obiektów znajdujących się na powierzchni terenu, które silnie i stabilnie odbijają falę radarową (np. obiekty metalowe, wychodnie skał).

Punkty DS (distributed scatterers) odpowiadają fragmentom terenu, które nie odbijają fali tak silnie jak obiekty odpowiadające punktom PS, ale ich odbicie jest stabilne w czasie (np. odkryta gleba).

Interferogramy różnicowe oraz zestawy punktów PS/DS wykorzystuje się do opracowania map pionowych przemieszczeń terenu w zakładanym okresie czasowym w różnych wariantach np.: ilościowe przemieszczenia, prędkość przemieszczeń w punktach na powierzchni, zasięg występowania zmian geodynamicznych.

Interferogramy różnicowe oraz zestawy punktów PS/DS wykorzystuje się do opracowania map pionowych przemieszczeń terenu w zakładanym okresie czasowym w różnych wariantach np.: ilościowe przemieszczenia lub prędkość przemieszczeń w punkcie/na powierzchni.

Wykorzystanie

Przetworzenia interferometryczne mogą być szczególnie pomocne przy określaniu zjawisk geodynamicznych zachodzących na powierzchni terenu, skutkujących dużymi przemieszczeniami pionowymi bądź na terenach miejskich, gęsto zabudowanych, gdzie przemieszczenia są niewielkie.

W każdym przypadku informacje o przemieszczeniach pozyskane z przetworzeń interferometrycznych należy traktować poglądowo, głównie w celu lokalizacji i określenia zasięgu

przestrzennego występujących zmian, ale również oceny skali zjawiska geodynamicznego, oceny ilościowych i jakościowych trendów występujących przemieszczeń i kierunków zmian lokalizacji występowania zjawiska. Dane przetworzone w technice interferometrycznej w odróżnieniu od klasycznych technik geodezyjnych dają syntetyczny obraz zmian powierzchni terenu występujących na dużym obszarze. Mogą one w znaczący sposób uzupełnić punktowe pomiary geodezyjne (niwelacja precyzyjna, pomiary GNSS).

Przetworzenia satelitarne stosuje się dla obszarów, gdzie występuje osiadanie lub podnoszenie terenu, szczególnie dla rejonów, gdzie prowadzona jest eksploatacja podziemna, występują zmiany poziomu wód podziemnych, prowadzone są inwestycje podziemne (np. metro, tunel), lub też są to rejonu miejskie, gęsto zabudowane, gdzie prawdopodobne jest występowanie ruchów powierzchni terenu.

W zależności od metody przetwarzania scen satelitarnych, ich efekty są przydatne do wyznaczenia lokalizacji pionowych ruchów powierzchni terenu oraz ich prawdopodobnych wartości:

- dla rejonów gdzie występują znaczne zmiany wysokości terenu, rzędu decymetra i więcej na miesiąc (np. osiadania spowodowane podziemną eksploatacją), w tym przypadku wykorzystuje się interferogramy różnicowe,
- na terenach miejskich, gęsto zabudowanych, gdzie występują niewielkie, milimetrowe zmiany powierzchni terenu, przy zastosowaniu zestawów punktów PS/DS.

Przetwarzanie

Przetwarzanie scen satelitarnych powinno być wykonane przez doświadczonego specjalistę, z użyciem dedykowanego oprogramowania. Prace powinny obejmować wykonanie serii interferogramów różnicowych i/lub zestawów punktów PS/DS.

W przypadku zastosowania metody interferometrii różnicowej SAR, wynikowe wartości przemieszczeń widoczne na kolejnych interferogramach różnicowych powinny zostać zsumowane. Sumowane wartości należy przekonwertować z kierunku nachylonego (*LOS*, ang. Line Of Sight) do pionu, bądź, gdy nie jest to możliwe, zostawić wartości w kierunku obrazowania satelity. W takim wypadku należy umieścić w legendzie mapy informacje o geometrii obrazowania satelity. Ostateczna informacja o występujących przemieszczeniach powinna być pokazana w formie mapy zidentyfikowanych wartości występujących zmian (np. w formie mapy warstwicznej), (Rysunek 30).

W przypadku przetworzenia techniką stabilnych rozpraszaczy, informacja o występujących zmianach powinna być przekazana w formie mapy średnich wartości ruchu wyznaczonych punktów „persistent scatterers”, PS (i/lub „persistent/distributed scatterers”, PS/DS), (Rysunek 31). Dla wybranych punktów, w celu ilustracji trendu zmian, można dołączyć wykresy czasowe względnych zmian wartości ich położenia.

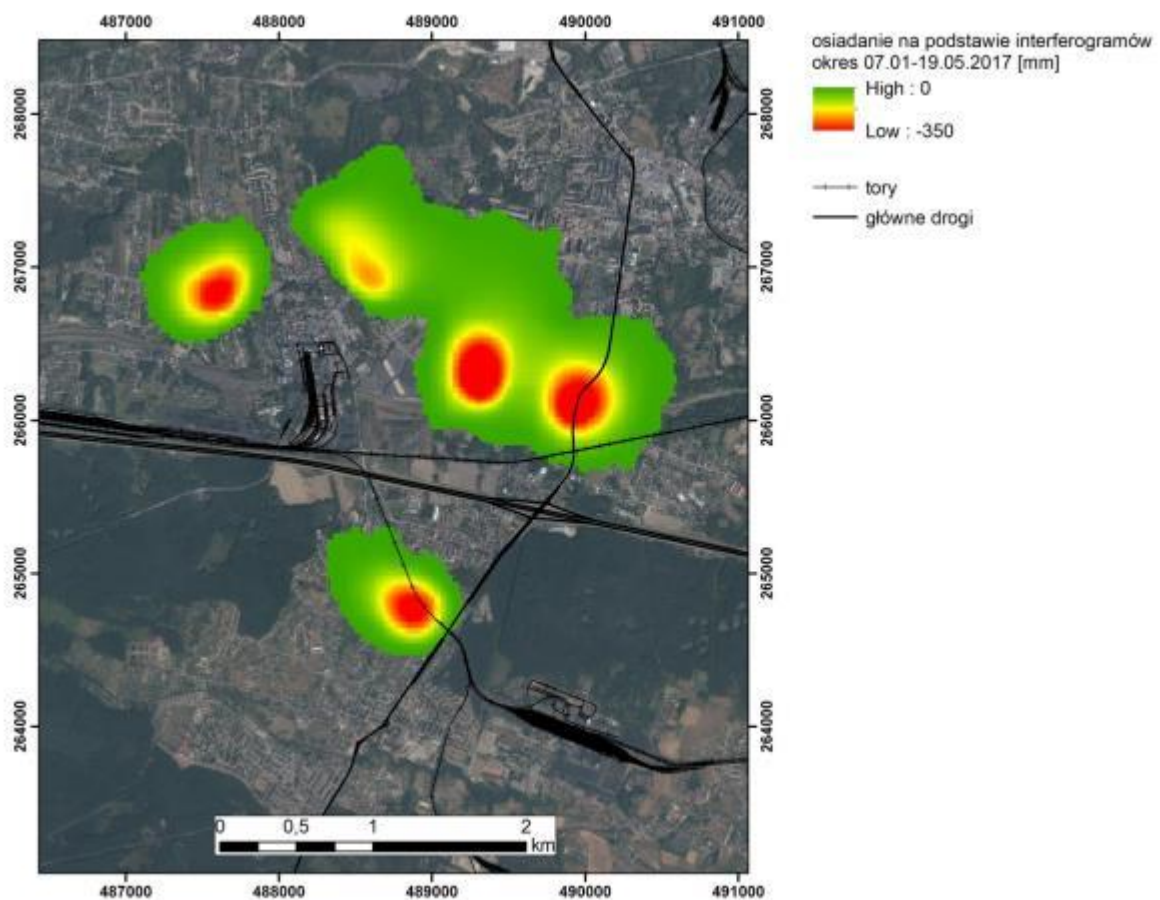
Do wyników powinien być dołączony raport o błędach i dokładności uzyskanych wyników, zawierający informacje:

- jakie sceny zostały wykorzystane: satelita, geometria pozyskania, kąt obrazowania satelity (incident angle), data, pasmo radarowe (długość fali), numer ścieżki, rozdzielczość przestrzenna;
- wykorzystane interferogramy: pary scen, baza prostopadła, baza czasowa;
- informacje o przetwarzającym: firma, imię i nazwisko osoby odpowiedzialnej, data oddania, użyte oprogramowanie;
- układ współrzędnych wynikowych danych;
- w przypadku opracowania serii interferogramów: informacja o szacowanej dokładności

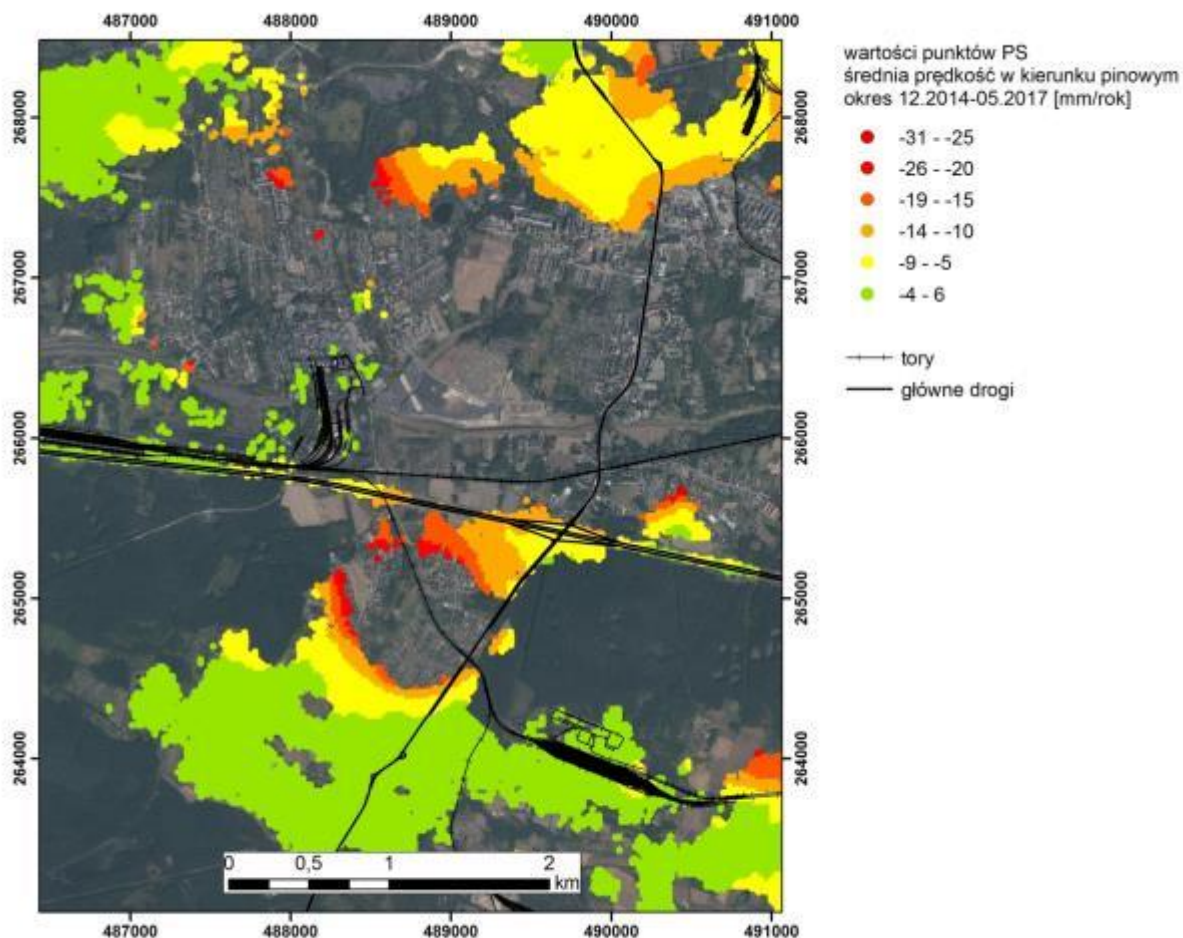
uzyskanych ostatecznych wyznaczonych wartości. Informacja musi zawierać obliczenie teoretycznej minimalnej wartości zaobserwowanego przemieszczenia pomiędzy dwoma kolejnymi prążkami interferometrycznymi.

- w przypadku przetworzeń stabilnych rozpraszaczy: wykorzystany algorytm, wybrane sceny „master”, liczba zidentyfikowanych punktów PS (i/lub PS/DS), średnią gęstość punktów na km², współrzędne punktu/ów referencyjnych, statystyki otrzymanych średnich wartości prędkości ruchu oraz ich odchylenia standardowego (wartości minimalne, maksymalne i średnie). Ponadto należy umieścić informację o dokładności uzyskanych średnich wartości ruchu punktów. Informacja musi zawierać obliczenie teoretycznej maksymalnej wartości zaobserwowanego przemieszczenia w czasie pomiędzy dwoma kolejnymi scenami zbioru.

Należy dołączyć opis zawierający czynniki wpływające na dokładności pozyskanych wartości oraz szacowaną wartość błędu, jeśli nie wykonujemy klasycznych pomiarów geodezyjnych.



Rysunek 30 Przykład opracowania pionowych przemieszczeń terenu zidentyfikowanych na serii interferogramów różnicowych, pokrywających okres od 7 stycznia do 19 maja 2017 r. Sumaryczne przemieszczenia terenu w kierunku obrazowania satelity zostały przekonwertowane do kierunku pionowego i na mapie przedstawione jako osiadania w milimetrach. Układ współrzędnych PL-1992



Rysunek 31 Przykład opracowania wynikowego zbioru punktów PS, przedstawiających przemieszczenia terenu w okresie od grudnia 2014 roku do maja 2017 roku. Na mapie została przedstawiona średnia prędkość w kierunku pionowym w jednostkach milimetry na rok. Układ współrzędnych PL-1992

Interpretacja

Interpretacja wyników przetworzeń interferometrycznych polega na lokalizacji występujących niestabilności terenu oraz ich opisie. W szczególności powinna skupiać się na określeniu maksymalnych wartości przemieszczeń, miejsca ich występowania i opisie prawdopodobnej przyczyny. Ponadto powinna zawierać charakterystykę występujących ruchów: czy są to ruchy liniowe czy nieregularne, występujące sezonowo, czy są zależne od jakiegoś czynnika zewnętrznego, czy były jednorazowe, czy istnieje prawdopodobieństwo, że wystąpią w przyszłości.

W przypadku interpretacji mapy punktów PS/DS należy wziąć pod uwagę, następujące czynniki:

- zarejestrowane przemieszczenia są to średnie prędkości ruchu w kierunku obrazowania satelity (LOS) podane w jednostkach mm/rok, a nie bezwzględne wartości przemieszczeń pionowych bądź poziomych, jak ma to miejsce w przypadku metod geodezyjnych;
- wartości na punktach PS/DS mogą odzwierciedlać ruch powierzchni terenu, ruch obiektu znajdującego się na terenie, bądź kombinacji tych dwóch. Wysokość punktu może być pomocna w określeniu czy punkt znajduje się na terenie, czy na obiekcie;
- jeśli na punktach PS/DS została zarejestrowana znacząca średnia wartość ruchu, nie jest to jednoznaczne z zagrożeniem obiektów znajdujących się na terenie (sytuacja ta powinna być przeanalizowana pod kątem geologicznym);

- analiza wykresów czasowych może ułatwić identyfikację incydentalnych zmian lub zmiany w trendzie występującego ruchu. Należy jednakże zauważyć, że wykresy czasowe są mniej dokładne niż wyznaczona średnia wartość ruchu i należy wykorzystać do badania trendu zachodzących zmian a nie do określania konkretnych wartości.

Forma przedstawienia efektów prac

Wyniki przetworzeń scen satelitarnych metodą interferometrii radarowej przedstawia się:

- na mapie zagrożeń geologicznych lub mapie oddziaływań górniczych opracowanej na kopii mapy zasadniczej lub ortofotomapie w odpowiednio dobranej skali, jako linie/powierzchnie odpowiadające odpowiednio granicom/obszarom pionowych przemieszczeń powierzchni terenu (w zależności od metody przetwarzania, również jako zestaw punktów PS i/lub PS/DS),
- w formie syntetycznego opisu o występujących przemieszczeniach na powierzchni terenu w rejonie planowanej inwestycji oraz o wykonanych pracach w tym przetwarzaniu, interpretacji i ocenie,

Interferogramy różnicowe przekazuje się w formie obrazów rastrowych, a zestawy punktów PS (PS/DS) w postaci warstw wektorowych. Opracowane mapy przemieszczeń powinny zostać zapisane w formie obrazów rastrowych z georeferencją.

W przypadku punktów PS (PS/DS) dane powinny być zapisane w formacie umożliwiającym konwersję do środowiska GIS, tj. tabela atrybutów wraz ze współrzędnymi każdego z punktów. Tabela atrybutów powinna zawierać: ID punktu (unikalny kod), współrzędne geograficzne, współrzędne w układzie odniesienia, współczynnik koherencji, wysokość nad powierzchnią Ziemi, średnią prędkość ruchu punktu w kierunku obrazowania satelity, odchylenie standardowe, błąd wyznaczenia wysokości, błąd wyznaczenia średniej prędkości ruchu, wartość względnej wartości położenia punktu w kierunku obrazowania satelity (LOS) dla każdej wykorzystanej sceny. Średnie wartości prędkości występujących zmian, określone na punktach będących wynikiem przetworzenia, powinny zostać wyznaczone z dokładnością nie mniejszą niż 2 mm/rok i cechować się współczynnikiem koherencji nie mniejszym niż 0,7.

Pozyskanie materiałów

Pozyskanie scen satelitarnych wykorzystanych do przetworzenia w technice interferometrii powinno być odpowiednio zaplanowane i obejmować ustalony przez dokumentatora przedział czasowy, dla którego będą wykonywane prace.

Dla terenów niezabudowanych, rolniczych lub zalesionych, zaleca się pozyskiwanie scen radarowych w paśmie mikrofalowym L. Na terenach zurbanizowanych, w celu uzyskania łatwego do interpretacji gęstego zbioru punktów PS (i/lub PS/DS), zaleca się stosowanie scen radarowych w paśmie X.

Zastosowane pasmo radarowe będzie wpływać na dokładność i rozdzielczość przestrzenną wyników końcowych, co powinno zostać uwzględnione w opisie. Rozdzielczość przestrzenna wpływa na jakość interferogramów, gęstość zbiorów punktów PS/DS oraz na możliwości interpretacji danych (im większa rozdzielczość, tym lepiej). Z kolei długość fali radarowej (pasmo L, X lub C) będzie determinować możliwość penetracji szaty roślinnej, maksymalne różnice przemieszczeń możliwe do wykrycia pomiędzy kolejnymi zobrazowaniami, gęstość tworzenia się prążków interferometrycznych. Przykładowo sceny satelity ALOS-2 pozyskane w paśmie L, w trybie StripMap mają rozdzielczość przestrzenną 3-10 m, satelity TerraSAR X pozyskane w paśmie X - 1 - 3 m, a satelity Sentinel-1 pozyskane w paśmie C - 20 m. Na dokładność uzyskanego końcowego wyniku wartości przemieszczeń pionowych wpływa również szereg innych czynników (np. błędy atmosfery, zastosowane algorytmy przetwarzania, uzyskane współczynniki

koherencji), co powinno zostać uwzględnione w opisie.

Nowe sceny dla pasm L jak i X są dostępne odpłatnie, na zamówienie przez firmy rozprowadzające dane. Sceny archiwalne niekiedy są udostępniane nieodpłatnie, zależy to od wyboru satelity i ich dostępności. W celu minimalizacji kosztów analizy, zalecane jest wykorzystanie darmowych zobrazowań z satelity Sentinel-1 (pasmo mikrofalowe C). Sceny te udostępniane są przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA) na portalu, <https://scihub.copernicus.eu/>.

Załącznik 7.3 Metodyka tworzenia mapy użytkowania i pokrycia terenu

Skala i dokładność mapy użytkowania i pokrycia terenu zależy od rozdzielczości przestrzennej interpretowanych obrazów. Przykładowo baza danych CORINE na poziomie 4 (najdokładniejszym) odpowiada mapie w skali 1:50 000, na której najmniejsza kartowana powierzchnia wynosi 4 ha, a baza danych Urban Atlas odpowiada skali 1:10 000. Dokładność i wiarygodność mapy pokrycia i użytkowania terenu określa się najczęściej poprzez macierz błędów proporcjonalnych oraz współczynniki kappa, w oparciu o odpowiednio przygotowaną próbkę weryfikacyjną (tzw. pliki prawdy terenowej).

W oparciu o ustalony schemat klasyfikacyjny (listę kategorii pokrycia terenu dostosowaną do skali opracowania i potrzeb), w procesie interpretacji, operator dokonuje klasyfikacji pokrycia i użytkowania terenu i dokumentuje to w procesie wektoryzacji.

Analizę wizualną (fotointerpretację) przeprowadza się na kompozycjach w barwach naturalnych (RGB) i w barwach zafałszowanych (FCC). Dla polepszenia możliwości fotointerpretacyjnych rekomenduje się wykorzystanie w kompozycjach barwnych (KB):

- równocześnie kanałów, po jednym, z zakresu: widzialnego, bliskiej podczerwieni, średniej podczerwieni (np. wg numeracji Landsat 5/7 przykładowe kompozycje to KB 354, KB 247); tego typu produkty są możliwe do uzyskania min. z takich satelitów jak Landsat, Sentinel-2, TerraAster, WorldView3;
- kanałów zielonego i czerwonego wraz z kanałem bliskiej podczerwieni (np. wg numeracji Landsat 5/7 jest to KB 234); tego typu produkty są możliwe do uzyskania m.in. z takich satelitów jak Ikonos, QuickBird, Spot, RapidEye oraz w oparciu o zdjęcia i ortofotomapy lotnicze tzw. spektrostrefowe;
- kompozycji barwnej w barwach naturalnych, opartych o kanały niebieski, zielony, czerwony.

Komplementarne posługiwanie się zestawem tak przygotowanych kompozycji barwnych zapewnia uzyskanie najlepszych dokładności interpretacyjnych. Posługiwanie się kompozycjami zawierającymi kanały podczerwone lepiej odwzorowuje poszczególne rodzaje pokrywy roślinnej, z uwagi na wysoką i zróżnicowaną odbijalność roślinności. Wsparcie w procesie interpretacyjnym stanowią biblioteki spektralne oraz klucze fotointerpretacyjne.

Pomocne przy ustaleniu optymalnych kompozycji barwnych (KB) jest posłużenie się wskaźnikami potencjału informacyjnego kompozycji barwnych OIF (Optimum Indeks Factor) i MOIK (pochodzący od nazwiska autora propozycji - Moik, 1980). Wskaźnik OIF opiera się na stosunku sumy odchyłeń standardowych kanałów wchodzących w skład KB, do sumy bezwzględnych korelacji wszystkich par kanałów wchodzących w skład KB (zakres wskaźnika: 0-∞, im wartość wyższa, tym lepiej). Wskaźnik MOIK oparty jest na sumie bezwzględnych korelacji wszystkich par kanałów wchodzących w skład KB (zakres wskaźnika 0-3, im wartość niższa tym lepiej).

W przypadku analiz wieloczasowych, i braku dla określonych stanów czasowych obrazów wielospektralnych, dopuszcza się interpretację obrazów panchromatycznych (PAN, zakres promieniowania widzialnego) - przykładowo obrazy panchromatyczne lotnicze, obrazy satelitarne IRS. Lepsze możliwości interpretacyjne dają obrazy tzw. superPAN, obejmujące rejestrację

promieniowania widzialnego (najczęściej zielonego i czerwonego) oraz częściowo bliskiej podczerwieni - przykładowo obrazy panchromatyczne Landsat, QuicBird, Ikonos (obrazy te różnią się od siebie zakresem rejestrowanego promieniowania podczerwonego).

W przypadku posiadania w zestawie danych obrazowych obrazu panchromatycznego o rozdzielczości wyższej niż obraz wielospektralny, rekomenduje się dokonanie integracji danych celem wzmocnienia przestrzennego kanałów spektralnych. Proces taki można realizować różnymi algorytmami, z zachowaniem naczelnej zasady maksymalnego wzmocnienia przestrzennego przy wprowadzeniu możliwie niewielkiego zniekształcenia spektralnego syntetycznych kanałów. Do oceny stopnia wzmocnienie/zniekształcenia stosuje się analizę interpretacyjną oraz wskaźniki (rekomenduje się stosowanie wskaźników RMSE, IL%, a z wskaźników syntetycznych: RASE, nQ, AIL%). Przykładem algorytmów spełniających te kryteria są oparte o filtracje górnoprzepustowe (metoda HPF) i teksturalne (np. metody Price, Pradines). Popularny algorytm IHS nie spełnia tych kryteriów, jednak odpowiednie opracowanie klucza interpretacyjnego dla obrazów po ich integracji pozwala na ich wykorzystanie w procesie fotointerpretacji.

W uzasadnionych przypadkach, szczególnie przy analizie zróżnicowanych form ukształtowania terenu, rekomenduje się interpretację stereogramów lotniczych lub satelitarnych i numerycznego modelu terenu.

W przypadku wspomagania rozpoznania pokrycia i użytkowania terenu za pomocą klasyfikacji automatycznej naczelną zasadą jest uzyskanie jak najwyższej dokładności i wiarygodności produktu. Temu podporządkowany jest najczęściej wielokrotny, iteracyjny proces doboru parametrów i stosowanych metod. Aktualnie stosuje się wiele rozwiązań klasyfikacyjnych, które można scharakteryzować poprzez różne kryteria, jak decydowanie przez operatora a priori o zestawie kategorii pokrycia (klasyfikacja nadzorowana) lub a posteriori (klasyfikacja nienadzorowana), oparciem się na informacji odrębnie z każdego piksela lub ich grupie (pikselowa/obiektoowa), zastosowania różnych reguł przynależności do wzorców klas (przykładowo: metody prostopadłościennych, minimalnej odległości, maksymalnego prawdopodobieństwa, drzew decyzyjnych, sieci neuronowych itp.), wykorzystania tylko informacji spektralnej bądź szerzej (spektralna, z uwzględnieniem tekstury, z uwzględnieniem innych danych jak np. NMT), tworzeniem produktów „twardych” bądź „rozmytych”.

W praktyce często stosuje się rozwiązanie hybrydowe: w oparciu o ustalony schemat klasyfikacyjny (listę kategorii pokrycia terenu dostosowaną do skali opracowania i potrzeb), w procesie interpretacji (w uzasadnionych przypadkach - interpretacji stereogramów), operator dokonuje klasyfikacji pokrycia i użytkowania terenu i dokumentuje to w procesie wektoryzacji. Wybrane obszary (np. wielkopowierzchniowe obszary leśne bądź rolnicze), zamiast żmudnego procesu interpretacji, są kategoryzowane w sposób automatyczny, metodami klasyfikacyjnymi.

Zarówno produkty interpretacyjne jak i z klasyfikacji, a także często stosowane w praktyce produkty hybrydowe, muszą być poddane ocenie dokładności. Współczynniki te określają ogólną dokładność mapy, a także dokładności producenta i dokładności konsumenta (wiarygodność) dla poszczególnych kategorii pokrycia terenu. W procesie tworzenia map jest to informacja zwrotna umożliwiająca iteracyjne poprawianie jakości produktu. W raporcie końcowym do opracowanej mapy stanowi dokument opisujący uzyskaną jakość produktu.

Załącznik 7.4 Metodyka tworzenia mapy rozkładu wilgotności podłoża budowlanego

Mapa rozkładu wilgotności podłoża budowlanego jest to uzyskana metodami teledetekcyjnymi - mapa przedstawiająca rozkład przestrzenny wilgotności powierzchniowej warstwy gruntu/gleby. Wilgotność może być wyrażona w postaci ilościowej (procentowa zawartości wody w gruncie) lub

jakościowej (strefy o zróżnicowanej wilgotności). Powstaje z wyniku interpretacji wizualnej wspomaganą komputerowo. Uzyskanie ilościowego rozkładu wilgotności wymaga wykonania naziemnych pomiarów kalibracyjnych wilgotności powierzchniowej warstwy gruntu. Wilgotność gruntu/gleby można określać z różnym stopniem efektywności wykorzystując obrazy radarowe oraz obrazy zarejestrowane pasywnie w zakresie mikrofal, podczerwieni termalnej, podczerwieni i w zakresie fal widzialnych.

Zasięg stref powstaje w wyniku interpretacji wizualnej kompozycji barwnych i wyciągów spektralnych, a dokumentacja interpretacji odbywa się poprzez wektoryzację. Kluczowe dla interpretacji wilgotności jest informacja z zakresu podczerwonego, szczególnie podczerwieni bliskiej. W tym zakresie promieniowania krzywa spektralna wody biegnie bardzo nisko, a innych komponentów środowiska - wysoko. Odzworowanie wody jest na obrazach bardzo ciemne (najciemniejsze w stosunku do innych komponentów), a wilgotność różnych obiektów (gleb, roślinności) odzworowuje się poprzez ich ciemniejszy ton (kanał podczerwony), barwę (KB zawierające kanały podczerwone). Dlatego interpretacja powinna odbywać się na:

- kompozycjach barwnych, zawierających równocześnie kanały, po jednym, z zakresu: widzialnego, bliskiej podczerwieni, średniej podczerwieni (np. wg numeracji Landsat 5/7 przykładowe kompozycje to KB 354, KB 247); tego typu produkty są możliwe do uzyskania min. z takich satelitów jak Landsat, Sentinel-2, Terra Aster, WorldView3;
- kanałów zielonego i czerwonego wraz z kanałem bliskiej podczerwieni (np. wg numeracji Landsat 5/7 jest to KB 234); tego typu produkty są możliwe do uzyskania m.in. z takich satelitów jak Ikonos, QuickBird, Spot, RapidEye oraz w oparciu o zdjęcia i ortofotomapy lotnicze tzw. spektrostrefowe;
- kanał podczerwonym, z zakresu podczerwieni bliskiej (kanał 4 wg numeracji Landsat 4/5) - tego typu wyciągi spektralne są rejestrowane przez większość satelitów, zarówno wysokorozdzielczych (np. Ikonos, QuickBird, Spot), jak i średniorozdzielczych (np. Landsat, Sentinel-2, TerraAster); niektóre z satelitów rejestrują kilka kanałów z zakresu podczerwieni bliskiej (np. RapidEye).

Pomocniczo proces interpretacji odbywać się może na kompozycji w barwach naturalnych oraz na obrazach PAN. Wzmocnienie przestrzenne KB, opisane w pkt. Załącznik 7. 3, poprawia znacznie możliwości rozpoznania interpretacyjnego oraz geometryzacji wydzielanych stref potencjalnie nadmiernie uwilgotnionych.

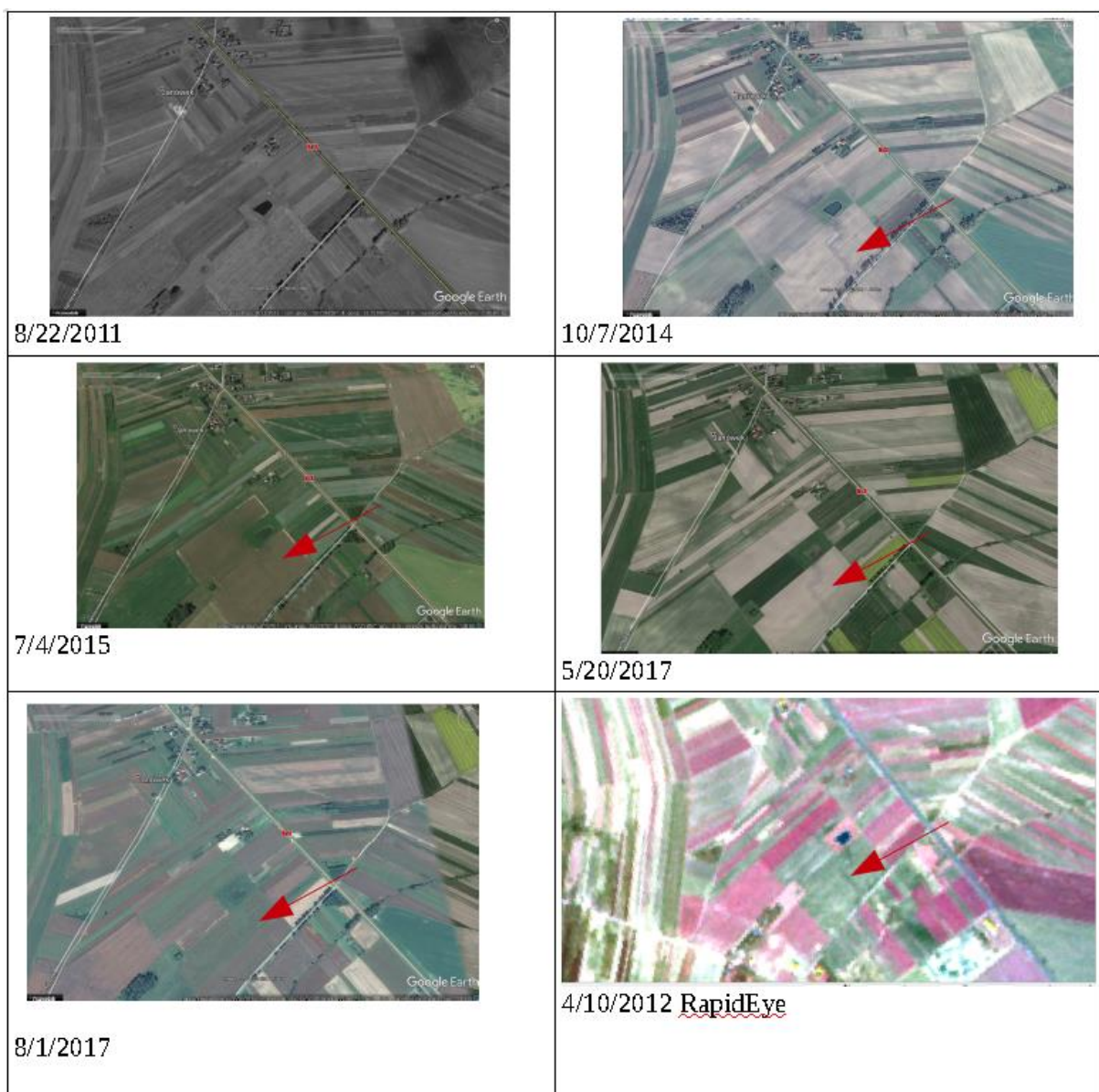
Rekomenduje się wykorzystanie w analizie obrazów wieloczasowych. Jest to istotny czynnik uwiarygodniający interpretację wizualną. Pozwala to wykryć obszary, które tylko okresowo są uwilgotnione, np. w określonych porach roku lub w przypadku wystąpienia zjawisk nietypowych (powódź, intensywne opady, nagłe roztopy). Na dzień 30 czerwca 2018 r. rekomenduje się aplikację ARCGIS IMAGERY (<https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-imagery/app>) zawierającą obrazy średnio-rozdzielcze Landsat wraz z narzędziami umożliwiającymi proste przetwarzanie obrazów (przeglądanie dostępnych obrazów, ich selekcja i filtracja, budowanie kompozycji barwnych, indeksy wilgotnościowe).

Interpretacja wraz z analizą NMT, na przykład poprzez proste używanie drapowania obrazu na uproszczony numeryczny model terenu, pozwala w wielu przypadkach rozszyfrować genezę przyczyn nadmiernego uwilgotnienia (np. ekspozycja, zagłębienia terenu, obniżenia wzdłuż cieków). Analizy tego typu pozwalają też wykluczyć błędy interpretacji (np. poprzez uwzględnienie wpływu morfologii terenu na oświetlenie południowych i północnych zboczy). Na dzień 30 czerwca 2018 r. rekomenduje się serwis GoogleEarth, jako źródło danych obrazowych wraz z narzędziami umożliwiającymi prostą wizualizację 3D terenu.

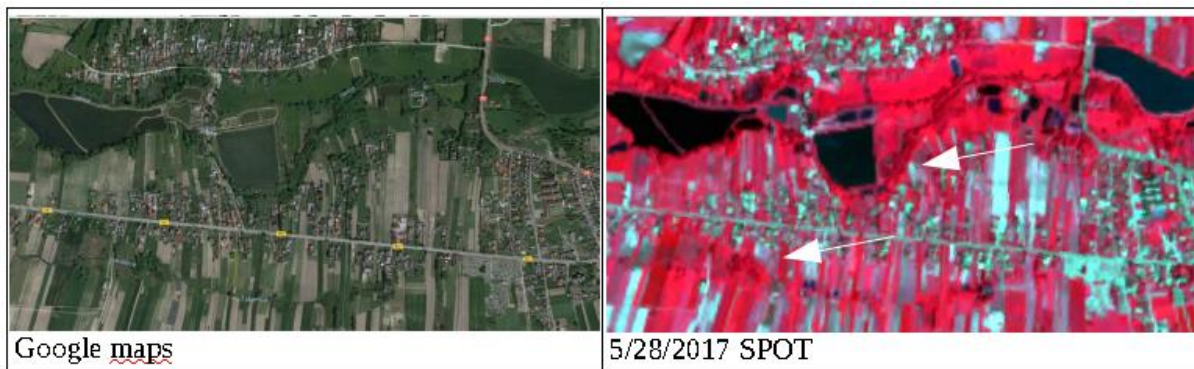
W przypadku analizy ilościowej, na podstawie badań terenowych oznacza się in-situ wilgotność

podłoża budowlanego, następnie określa się korelacje pomiędzy jasnością obrazu w kanale podczerwonym a wilgotnością gruntu i ostatecznie tworzy się mapę rozkładu wilgotności. Dla przeprowadzenia takiej analizy niezbędne jest ustalenie punktów pomiarowych wilgotności gruntów, przeprowadzenie pomiarów terenowych oraz pomiar jasności pikseli odpowiadających im na obrazach satelitarnych. W tym przypadku ostateczną mapę należy ograniczyć do gruntów odkrytych maskując inne obszary, ponieważ wyznaczona korelacja dotyczy jedynie gruntów odkrytych.

Na potrzeby określania wilgotności gruntów metodą ilościową konieczne jest wykonanie naziemnych pomiarów referencyjnych wilgotności. Należy uzupełnić pomiary wykonywane w odwiertach o wilgotność warstwy powierzchniowej do 10-40 cm. Rozmieszczenie punktów pomiaru wilgotności gruntów metodą in-situ należy wyznaczyć w sposób reprezentatywny, a ich liczbę ustalić w sposób zasadny statystycznie. Każdorazowo należy rozważyć potrzebę tworzenia mapy ilościowego rozkładu wilgotności gruntu. Przykłady tworzenia map rozkładu wilgotności podłoża budowlanego podano na rysunkach (Rysunek 32 - Rysunek 35).



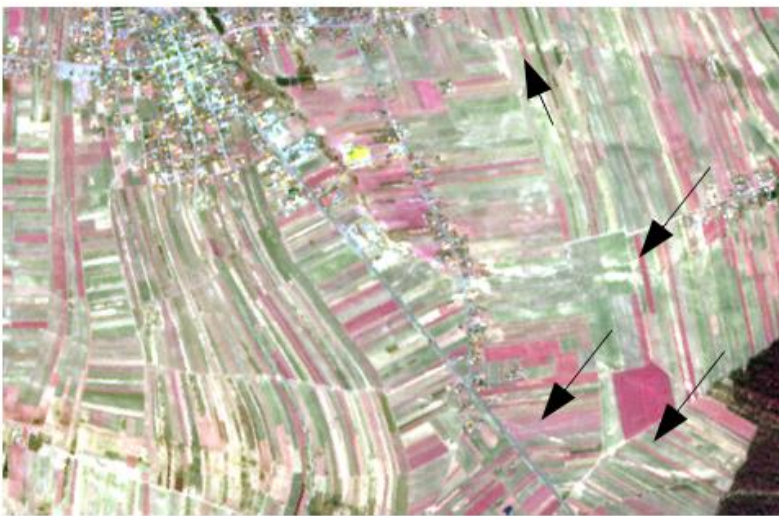
Rysunek 32 Droga ekspresowa S19 pomiędzy Janowem Lubelskim a Modliborzycami. Czerwoną strzałką zaznaczono lokalnie podniesienie uwilgotnienia, wydzielone na podstawie analizy multitemporalnej, prawdopodobnie powiązane z podziemnym ciekkiem



Rysunek 33 Droga ekspresowa S19 - 857 Modliborzyce – Słupie, widoczne na FCC nadmierne uwilgotnienie (z prawej), porównanie na RGB (z lewej)



Rysunek 34 Droga ekspresowa S19 Polichna Pierwsza – ode lewej: RGB FOTO, kompozycje z obrazów hiperspektralnych RGB i FCC, analiza obszarów nadmiernie uwilgotnionych



Rysunek 35 Droga ekspresowa S19 Janówek - Modliborzyce, powierzchniowe zjawiska, prawdopodobnie erozyjne

Załącznik 7.5 Metodyka tworzenia numerycznego modelu terenu - NMT

Numeryczny model terenu tworzy się obecnie najczęściej wykorzystując zdjęcia lotnicze lub skaniny laserowe. Dla niewielkich obszarów można wykorzystać rejestracje z bezzałogowego statku powietrznego (drona) lub pomiar bezpośredni. Do budowy NMT, jako dane źródłowe, wykorzystuje się punkty rozproszone i charakterystyczne elementy strukturalne powierzchni terenu. Położenie punktów rozproszonych i budujących elementy strukturalne musi być określone za pomocą współrzędnych XYZ. Położenie punktów wyznaczane jest w wyniku bezpośredniego pomiaru geodezyjnego, skaningu laserowego lub wykorzystując zdjęcia fotogrametryczne. Elementy strukturalne muszą zawsze być wyznaczone manualnie wykorzystując pomierzone punkty. Na potrzeby budowy NMT chmura punktów musi zostać wstępnie przetworzona w celu usunięcia punktów nienależących do powierzchni terenu (budynki, roślinność itd.) lub również rozrzedzenia chmury punktów. Wykorzystuje się do tego celu algorytmy filtracji i klasyfikacji chmury punktów. Ostatecznie dane są poddane wizualnej ocenie w celu usunięcia zbędnych punktów, nieusuniętych automatycznie. W końcowej fazie tworzony jest NMT, który może występować w postaci siatki trójkątów (TIN), siatki kwadratów lub rzadziej prostokątów (GRID). Model GRID, w którym położenie dowolnego punktu jest rozumiane jak RASTER, czyli wysokość w oczku siatki GRID jest przyjmowana dla całej powierzchni piksela w modelu rastrowym. Ze względu na wady obu tych modeli

TIN/GRID(RASTER) wykorzystuje się również tzw. model hybrydowy, czyli model rastrowy z nałożonymi liniami strukturalnymi.

Metodyka tworzenia NMT

We wszystkich metodach pozyskuje się te same rodzaje danych źródłowych. Punkty masowe, w metodzie bezpośredniego pomiaru są mierzone manualnie w terenie. W metodzie fotogrametrycznej pomiar wykonywany jest automatycznie wykorzystując metodę korelacji obrazu, a w skaningu laserowym punkty mierzy się podczas wykonywania nalotu.

Punkty masowe w trakcie pomiaru bezpośredniego mogą być rozmieszczone nieregularnie w zależności od ukształtowania terenu (zwykle, nie mniej niż) lub w regularnej siatce (o odpowiednio dobranym oczku).

W metodzie pomiaru fotogrametrycznego punkty są mierzone w regularnej siatce. Tradycyjnie przyjmuje się oczko siatki w wariancie najbardziej gęstej siatki $s=20 \cdot m_{NMT}$, co daje $s=20 \times 0,1 \text{ m}=2 \text{ m}$ (W_ORTO 2000). Jest to tzw. siatka pierwotna, która jest w dalszej kolejności interpolowana do wymiarów siatki wtórnej docelowego NMT o oczku 2-3 mniejszym niż siatki pierwotnej. W przypadku pomiaru automatycznego gęstość siatki pierwotnej jest większa niż wtórnej, może kilkanaście punktów. Podobna sytuacja ma miejsce dla pomiarów z wykorzystaniem skaningu laserowego, gdzie liczba punktów pomiarowych przypadających na 1 metr kwadratowy może wynosić od kilku do kilkunastu. Punkty pomiarowe uzyskane metodami fotogrametrycznymi i z wykorzystaniem skaningu laserowego tworzą tzw. chmurę punktów, a w przypadku użycia zdjęć nawet tzw. gęstą chmurę punktów. Elementy strukturalne rzeźby (linie szkieletowe, linie nieciągłości, punkty lokalnych ekstremów, granice obszarów wyłączonych itp.) we wszystkich przypadkach są mierzone manualnie w terenie, na modelu stereoskopowym ze zdjęć lub wykorzystując chmurę punktów. W przypadku chmur punktów możliwe jest wykorzystanie wspomagająco metod automatycznych, bezpośrednio na chmurze punktów lub po przekształceniu jej w obraz (filtracje, krawędziowanie).

W następnym etapie tworzony jest docelowy NMT w postaci TIN, GRID, model hybrydowy. Do tworzenia modelu TIN powszechnie stosuje się algorytm triangulacji Delaunay'a, uwzględniając punkty masowe i elementy strukturalne. Model GRID powstaje w wyniku interpolacji albo bezpośrednio z punktów masowych albo wykorzystując model TIN. W modelu hybrydowym NMT stanowią do produktu GRID/RASTER i dodatkowo w postaci wektorowej elementy strukturalne.

Dokładność wynikowego NMT zależy od błędów danych źródłowych, wielkości oczka siatki, charakteru terenu i przyjmuje się, że wynosi ona maksymalnie 0,1 - 0,2 promile wysokości lotu (czyli 0,05-0,1 m z wysokości 500 m).

W praktyce dokładność NMT sprawdza się na kilku etapach, szczególnie jeśli jest on tworzony w oparciu o dane ze skaningu laserowego. Ostatecznie dokładność NMT sprawdzana jest na profilach mierzonych z wykorzystaniem metody o dokładności większej niż dokładność NMT.

Należy zwrócić uwagę, że dokładność NMT, niezależnie od wykorzystanej metody pomiarowej zależy od rodzaju pokrycia terenu. W terenie utwardzonym (asfalt, beton) dokładność NMT może być taka jak dokładność metody pomiarowej, w praktyce wynosi kilka cm. W terenie o naturalnym pokryciu dokładność NMT zależy od typu pokrycia roślinnością i wynosi 0,1-0,2 m, a w przypadku gęstej roślinności 0,5 m i mniej.

Załącznik 7. 6 Metodyka tworzenia mapy geomorfologicznej

Mapę geomorfologiczną tworzy się z wykorzystaniem NMT, ortofotomapy i stereoskopowych obrazów lotniczych lub satelitarnych metodą interpretacji wizualnej wykonanej przez specjalistę geomorfologa. Dane ze skaningu laserowego po odfiltrowaniu pokrycia terenu (głównie

roślinności) stanowią podstawę interpretacji. W trakcie tworzenia mapy geomorfologicznej oprócz modelu NMT zaleca się korzystanie z map pochodnych: mapy spadków, ekspozycji, krzywizn, symulacji oświetlenia. Różne formy wizualizacji, przewyższania NMT i zmiana parametrów oświetlenia powodują podkreślanie różnych elementów rzeźby terenu. W szczególności po odfiltrowaniu roślinności jest możliwość wykrywania i geometryzowania osuwisk, nawet w obszarach pokrytych lasem (Wężyk red., 2015). Możliwa do interpretacji jest młoda budowa geologiczna. Z wysoką dokładnością można wyznaczać formy geomorfologiczne zarówno pozytywne/wypukłe jak i negatywne/wklęsłe.

Należy jednak zwracać uwagę na możliwości wystąpienia błędów w klasyfikacji danych ze skaningu laserowego, które mogą prowadzić do błędnej interpretacji geomorfologicznej.

Metodyka tworzenia mapy geomorfologicznej.

Do tworzenia mapy geomorfologicznej zaleca się wykorzystać:

- NMT i NMPT,
- chmurę punktów (ze skaningu laserowego, lub zdjęć),
- ortofotomapę,
- zdjęcia lotnicze/satelitarne.

Rekomendowane jest w przypadku mapy geomorfologicznej wykorzystanie danych z lotniczego skaningu laserowego.

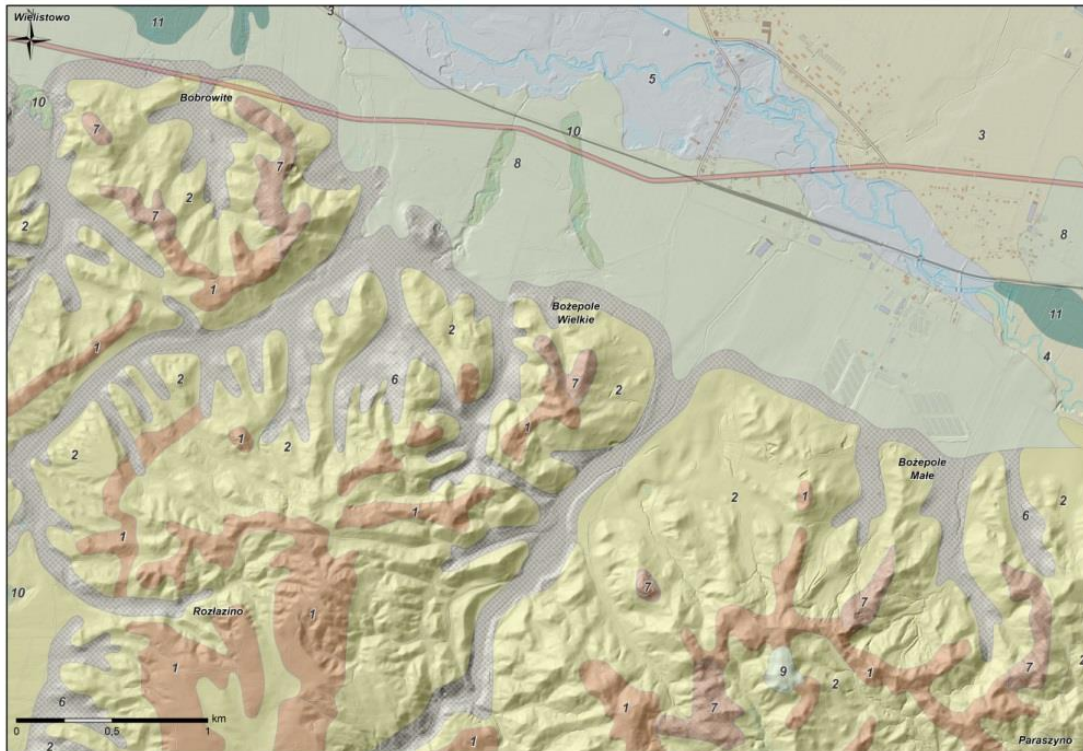
W pierwszym etapie należy nałożyć na NMT, NMPT, ortofotomapę i przeprowadzić wstępną interpretację analizowanego obszaru. Wizualizację należy prowadzić w 3D z możliwością obracania, nachylania, przemieszczania się po modelu. Należy również wykorzystać możliwość zmiennego pionowego przewyższania modelu (skala wysokościowa jest większa niż pozioma).

W drugim etapie należy utworzyć mapy nachyleń, spadków i krzywizn, które również można analizować w 3D po nałożeniu na NMT.

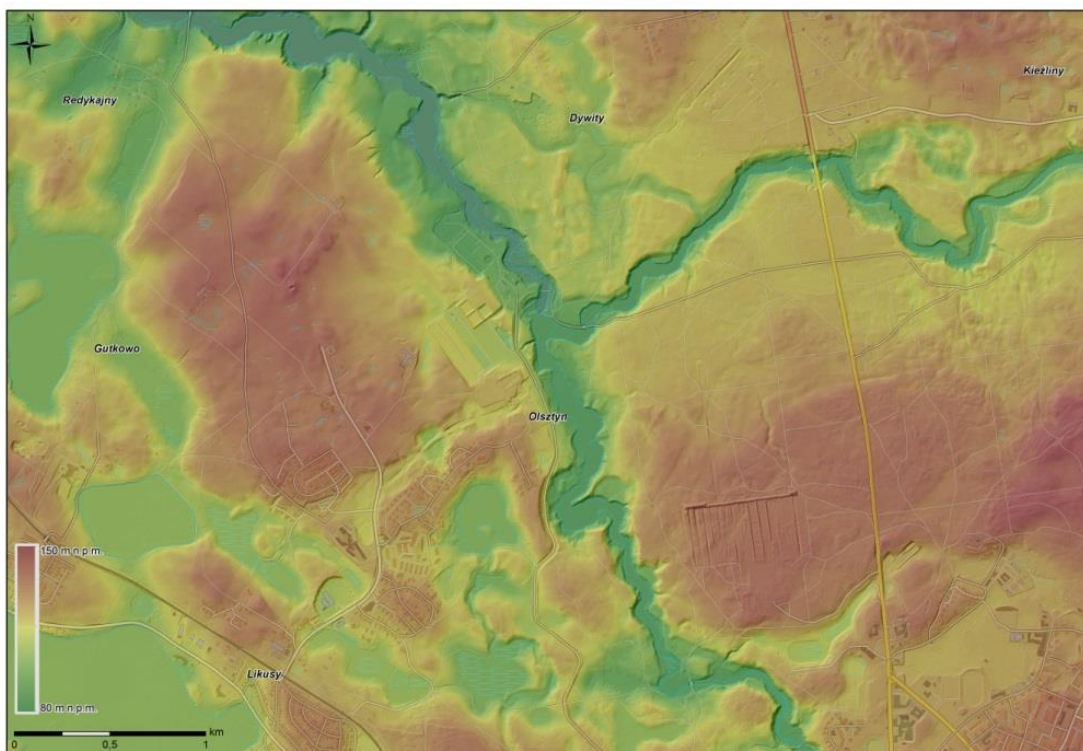
W przypadku wątpliwości i potrzeby pogłębionej analizy zaleca się interpretację chmury punktów na tle NMT lub/ oraz analizę modeli stereoskopowych utworzonych ze zdjęć lotniczych.

Ostatnim etapem jest przeprowadzenie wydzieleni geomorfologicznych poprzez manualną wektoryzację, najlepiej modelu 3D.

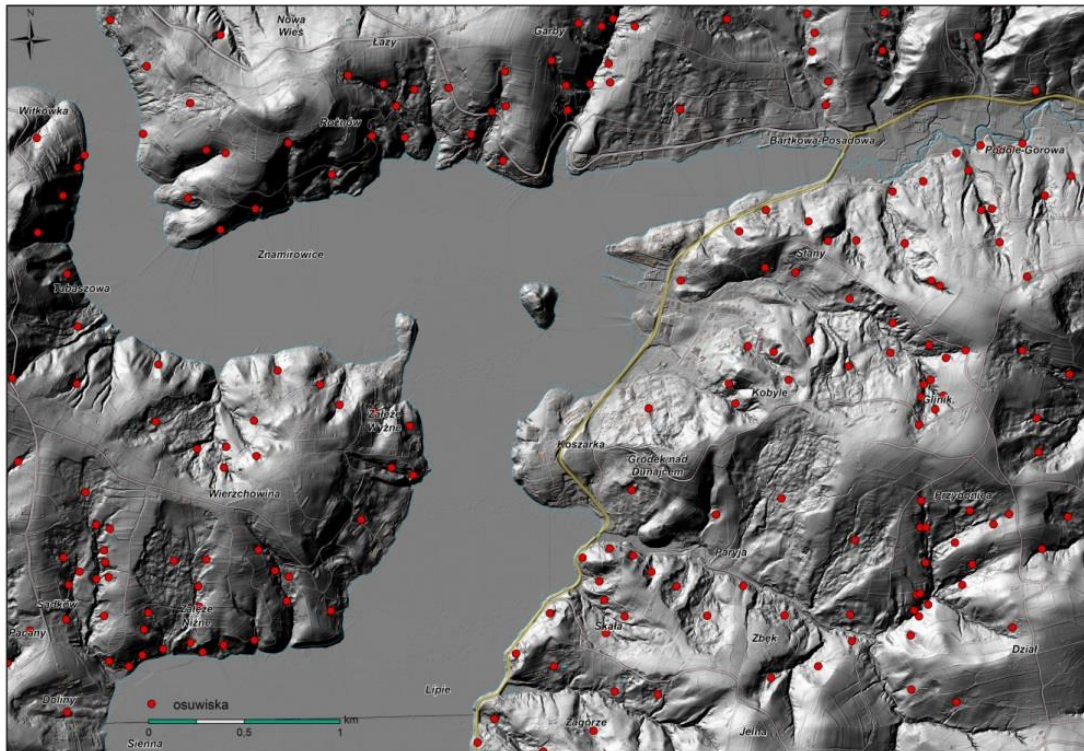
Produktem końcowym jest: plik shp, który zawiera wyniki przeprowadzonych wydzieleni oraz wypełniona baza opisowa: plik dbf, która zawiera objaśnienia, legendę wykonanych wydzieleni. Przykłady map geomorfologicznych przedstawiono na rysunkach (Rysunek 36 - Rysunek 38).



Rysunek 36 Wizualizacja budowy geologicznej na tle przetworzonego numerycznego modelu terenu pochodzącego z lotniczego skanowania laserowego obejmująca rejon Wejherowa (1 - Gliny zwałowe, 2 - Piaski i żwiry wodnolodowcowe, 3 - Piaski i żwiry rzeczne i wodnolodowcowe, 4 - Piaski rzeczne, 5 - Piaski rzeczno-jeziorne, 6 - Piaski, żwiry i gliny deluwialne, 7 - Żwiry i piaski rezydualne, 8 - Piaski i żwiry stożków napływowych, 9 - Piaski i żwiry eluwalne, 10 - Namuły, 11 - Torfy)



Rysunek 37 Wizualizacja numerycznego modelu terenu pochodzącego z lotniczego skanowania laserowego pod kątem interpretacji form geomorfologicznych obejmująca rejon Olsztyna



Rysunek 38 Wizualizacja numerycznego modelu terenu pochodzącego z lotniczego skanowania laserowego pod kątem identyfikacji form osuwiskowych obejmująca rejon Jeziora Rożnowskiego

Załącznik 8 Metodyka badań geofizycznych

Załącznik 8.1 Możliwości wyznaczania cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał za pomocą badań geofizycznych

W tabeli (Tabela 50) podano cechy fizyczno-mechaniczne i parametry geotechniczne warstw gruntów/skał, które można uzyskać za pomocą badań geofizycznych.

Tabela 50 Możliwość wyznaczania cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych warstw gruntów/skał za pomocą badań geofizycznych

Symbol	Jednostka	Parametr/cecha	Badania geofizyczne			
			SRP SRT	MASW CSWS SASW	DH UH CH	VES ERT
Parametry/cechy fizyczne - grunty						
ρ	[Ω m]	elektryczny opór właściwy skał, oporność	NZ	NZ	NZ	Z
Parametry/cechy odkształceniowe (parametry sprężyste) - grunty						
E_0, E_{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł sprężystości Younga	Z	Z/O	Z	NZ
G_0, G_{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania	Z	Z	Z	NZ
ν	[-]	współczynnik Poissona	Z	Z/O	Z	NZ
Parametry/cechy fizyczne - skały						
ρ	[Ω m]	elektryczny opór właściwy skał, oporność	NZ	NZ	NZ	Z
Parametry/cechy odkształceniowe (parametry sprężyste) - skały						
G_d	[MPa]	dynamiczny moduł ścinania	Z	Z	Z	NZ
E_d	[MPa]	dynamiczny moduł sprężystości (Younga)	Z	Z/O	Z	NZ
ν_d	[-]	dynamiczny współczynnik Poissona	Z	Z/O	Z	NZ
Parametry/cechy akustyczne - skały/grunty						
V_p	[m/s]	prędkość fali podłużnej	Z	NZ	Z	NZ
V_s	[m/s]	prędkość fali poprzecznej	Z	Z	Z	NZ
V_r	[m/s]	prędkość fali powierzchniowej	NZ	Z	NZ	NZ

Z - zalecane, Z/O – zalecane z ograniczeniami; NZ – niezalecane; ERT - tomografia elektrooporowa, VES - sondowanie elektrooporowe, SRP - sejsmiczne profilowanie refrakcyjne, SRT - sejsmiczna tomografia refrakcyjna, MASW, CSWS, SASW - analiza fal powierzchniowych, CH – Crosshole, DH – downhole, UH - uphole

Załącznik 8.2 Metody elektrooporowe

Poniżej przedstawiono zalecane procedury wykonywania badań metodami sondowań elektrooporowych (VES) i tomografii elektrooporowej (ERT).

Załącznik 8.2.1 Sondowania elektrooporowe (VES)

Sondowania elektrooporowe układem 4-elektrodowym Schlumbergera zaleca się wykonać według niżej podanej procedury.

Prace polowe

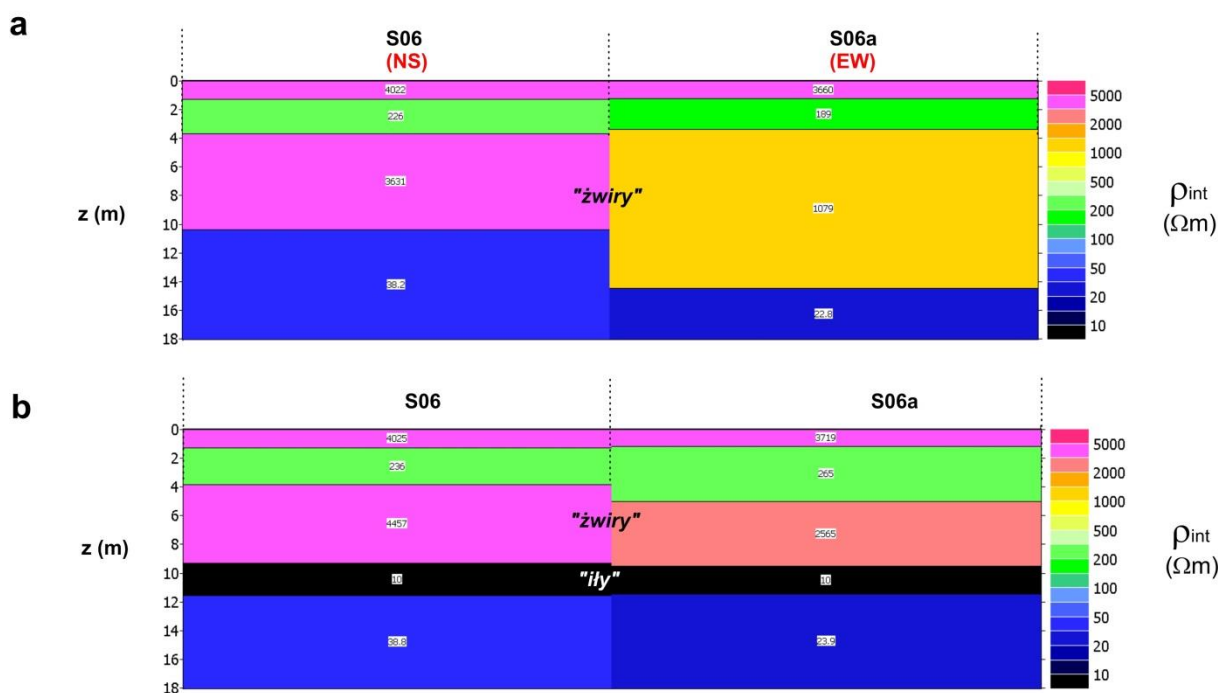
- W czasie pomiarów wszystkie elektrody stosowanego układu - A, M, N i B - powinny znajdować się na linii prostej, której azymut należy wyznaczyć i zapisać na karcie polowej.
- Zaleca się stosować rozstawy elektrod prądowych, AB/2, których długość zmienia się w postępie geometrycznym (logarytmicznym). Zalecane jest stosowanie, co najmniej 6 rozstawów na dekadę logarytmiczną (mnożnik zmiany AB/2 = 10^{1/6}, 10^{1/7} itd.) (Rysunek 39). Dopuszczalny jest także inny dobór rozstawów – przykładowy pokazano w trzeciej tabeli na rysunku (Rysunek 39).

- W czasie sondowania zachodzi potrzeba zmieniania rozmiaru dipola MN. W takim przypadku należy stosować tzw. zakładki, czyli pomiary dla „starego” oraz „nowego” dipola MN, dla co najmniej dwóch sąsiednich rozstawów AB/2.
- Schemat zwiększania dipola prądowego AB i wykorzystywanego dipola MN, łącznie z jego zmianami, powinny być prowadzone według ustalonego wzorca (formularza) - (przykład - Rysunek 39).

AB/2 (m)	MN/2 (m)		AB/2 (m)	MN/2 (m)		AB/2 (m)	MN/2 (m)
1.47	0.4		1.39	0.4		1.6	0.5
2.15	0.4		1.93	0.4		2	0.5
3.16	0.4		2.68	0.4		2.5	0.5
4.64	0.4		3.73	0.4		3.2	0.5
6.81	0.4		5.18	0.4		4	0.5
10	0.4	zakładka	7.20	0.4		5.0	0.5
10	2		10.00	0.4	zakładka	6.3	0.5
14.68	0.4	10.00	2	8		0.5	
14.68	2	13.89	0.4	10	0.5		
21.54	2	13.89	2	10	3		
31.62	2	19.31	2	12.5	0.5		
31.62	10	26.83	2	12.5	3		
46.42	2	37.28	2	16	3		
46.42	10	37.28	10	20	3		
68.13	10	51.79	2	25	3		
100	10	51.79	10	32	3		
...	...	71.97	10	40	3		
6 pkt/dekadę		100	10	40	13		
		50	3		
		7 pkt/dekadę		50	13		
				63	13		
				80	13		
				100	13		
					

Rysunek 39 Przykładowe wzorce sondowania układem Schlumbergera dla rozstawów AB/2 do 100 m i trzech dipoli potencjałowych MN

- W trakcie sondowania należy na bieżąco kontrolować prawidłowość pozycji poszczególnych elektrod, zgodnie ze wzorcem pomiarowym (formularzem).
- W trakcie badań należy na bieżąco rysować „polowę” krzywą sondowania i sprawdzać jej poprawność. Wzór karty do badań geofizycznych podano w załączniku (Załącznik 18. 3).
- W celu sprawdzenia ogólnego układu warstw geologicznych w miejscu badań (najczęściej chodzi tu o zbadanie czy ośrodek jest poziomo warstwowany) należy wykonać na wybranych stanowiskach dokumentacyjnych sondowanie azymutalne lub, co najmniej krzyżowe - najlepiej w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach (Przykład interpretacji - Rysunek 40).



Wariantowa interpretacja sondowania krzyżowego S06-S06a (jedno z rozwiązań ekwiwalentnych)
 a - interpretacja "automatyczna"
 b - interpretacja "wymuszona" zakładająca obecność warstwy ilów

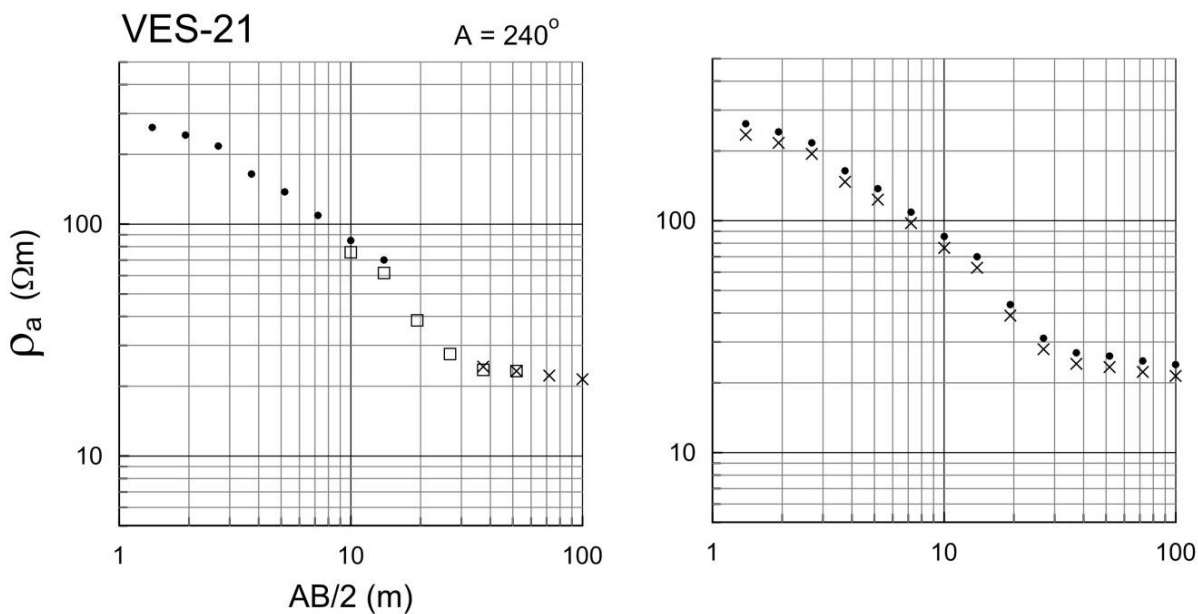
Rysunek 40 Przykład przedstawienia wyników inwersji sondowania krzyżowego uzyskanej automatycznie z pomiarów (a) oraz wymuszonej dopasowaniem do informacji geologicznej (b)

Przetwarzanie i interpretacja ilościowa danych pomiarowych

- Polowe krzywe sondowania należy przedstawić graficznie w układzie dwulogarytmicznym o równych modułach (Rysunek 41).
- Jeżeli program komputerowy do interpretacji wymaga wcześniejszego przetworzenia krzywych polowych (najczęściej chodzi tu o uwzględnienie zakładek), to krzywą przetworzoną, poddawaną następnie interpretacji, należy przedstawić graficznie, podobnie jak na rysunku (Rysunek 41).
- Wynik interpretacji ilościowej należy przedstawiać w formie modelu 1D - ośrodka poziomo warstwowanego. Powinien on mieć formę modelu słupkowego z podaniem wyinterpretowanych oporności i miąższości poszczególnych warstw (przykład – Rysunek 42) i/lub odpowiedniej tabeli z podanymi wartościami wyinterpretowanych oporności i miąższości warstw. Należy podać błąd RMS interpretacji.
- Zalecane jest przeanalizowanie zakresu występowania zjawiska ekwiwalencji i podanie, z uzasadnieniem, modeli alternatywnych do podanego w poprzednim punkcie.

krzywa polowa

krzywa przetworzona

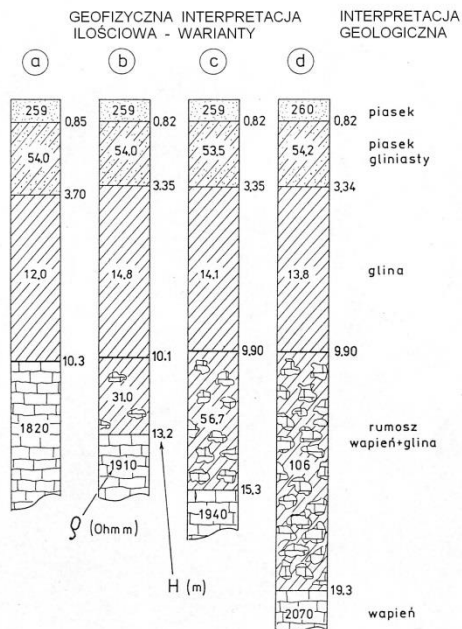
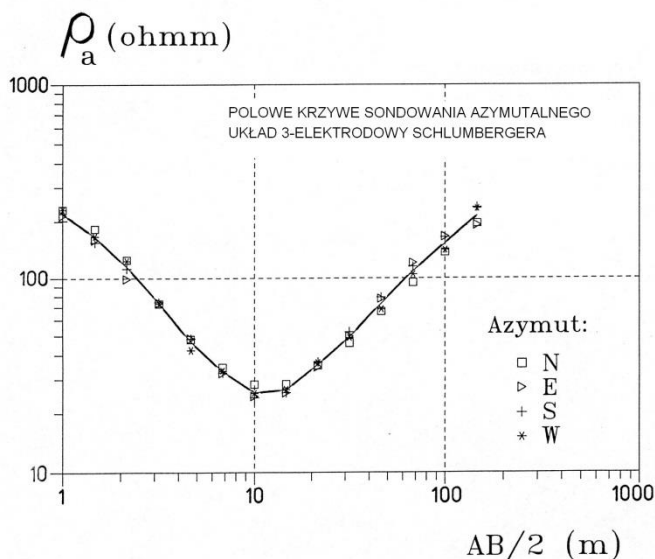


Krzywa sondowania elektrooporowego - stanowisko **VES-21**

Układ Schlumberger'a AB/2 = 1.39 - 139 m (max); azymut A = 240°

kropki - MN/2 = 0.4 m
 kwadraty = 2.0 m
 X = 10.0 m

Rysunek 41 Przykładowe przedstawienie graficzne krzywych sondowania VES układem Schlumbergera dla rozstawów AB/2 do 100 m i trzech dipoli potencjalowych MN. Wzorec pomiarowy: 7 rozstawów na dekadę



Rysunek 42 Przykład wariantowej interpretacji geofizyczno-geologicznej sondowania elektrooporowego azymutalnego (rozszerzony wariant sondowania krzyżowego)

Interpretacja geofizyczno-geologiczna

- Wymaga ona dostępu do wiarygodnych danych geologicznych z obszaru badań lub jego najbliższego otoczenia.
- Zaleca się wykonanie kalibracyjnego sondowania VES w miejscu szczególnie dobrze rozpoznanym geologicznie. Rekomendowane jest wykonywanie takich pomiarów w pobliżu otworu wiertniczego o znanej litologii lub na rozpoznanych wychodniach lub miąższych kompleksach znanych skał.
- Interpretacja ilościowa sondowania kalibracyjnego z uwzględnieniem danych z odwiertu umożliwia oszacowanie lokalnej relacji litologia-oporność.
- Informacje/parametry (zwłaszcza dotyczące oporności) uzyskane z sondowań kalibracyjnych oraz analizy zjawiska ekwiwalencji zaleca się wykorzystać w interpretacji pozostałych sondowań (i innych badań geoelektrycznych) wykonanych na obszarze badań.
- W przypadku wykonania ciągu sondowań elektrooporowych wyniki badań należy przedstawić w postaci przekroju geofizycznego. W końcowej interpretacji, wyinterpretowane modele 1D (wyniki interpretacji ilościowej) należy zestawzić na przekroju geofizycznym (geoelektrycznym) uwzględniając morfologię.

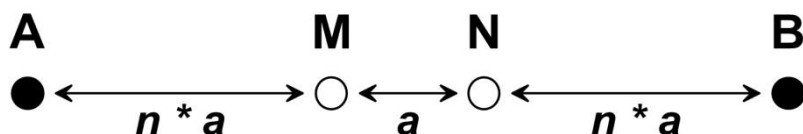
Załącznik 8. 2. 2 Tomografia elektrooporowa (ERT)

Badania metodą tomografii elektrooporowej - ERT zaleca się wykonać według niżej podanej procedury.

Prace polowe

- W czasie pomiarów wszystkie elektrody wykorzystywane na danej linii pomiarowej (łącznie z jej ewentualnym przedłużaniem) powinny znajdować się na linii prostej, której azymut należy wyznaczyć i zapisać na karcie polowej.
- Odległości między sąsiednimi elektrodami na profilu (rozstaw, Δx) muszą być równe (lub zgodne ze stosowanym wzorcem pomiarowym). Odległości między elektrodami powinny być odmierzane taśmą lub przy pomocy przyrządów geodezyjnych.
- Należy wyznaczyć geodezyjnie współrzędne i wysokości wszystkich elektrod, składających się na linię pomiarową, z dokładnością w poziomie ± 5 cm, w pionie ± 10 cm.
- Przed wykonaniem pomiarów właściwych należy skontrolować wartości oporów uziemień wszystkich elektrod tworzących linię pomiarową. Zaleca się, aby wartości te były zgodne z zalecanymi przez producenta danej aparatury pomiarowej. W przypadku, gdy opory uziemień są za duże, należy je zmniejszyć poprzez: powtórny montaż elektrody, głębsze jej wbicie lub polanie gruntu otaczającego elektrodę wodą (ewentualnie z dodatkiem NaCl).
- Wybór układu pomiarowego i wielkość podstawowego rozstawienia elektrod (Δx) zależy od pożądanej głębokości rozpoznania badanego ośrodka i od wymaganego stopnia szczegółowości rozpoznania. Należy pamiętać o tym, że zasięg głębokościowy metody ERT może być różny w zależności, m. in., od budowy geologicznej danego obszaru. Jednocześnie rozdzielczość metody maleje wykładniczo z głębokością.
- Zaleca się stosowanie w badaniach następujące układy pomiarowe:
 - Układ Wenner-Schlumberger (WS) - opisany przez podanie współczynników a i n (Rysunek 43). W terenach zurbanizowanych preferowane jest zastosowanie układu WS, ponieważ jest on mniej czuły na zakłócenia spowodowane obecnością infrastruktury podziemnej lub liniami energetycznymi. W celu zapewnienia dobrze mierzalnego poziomu sygnału podczas pomiarów, należy odpowiednio dobrać wielkości najmniejszego dipola potencjałowego MN w stosunku do wielkość maksymalnego rozstawu elektrod prądowych AB.

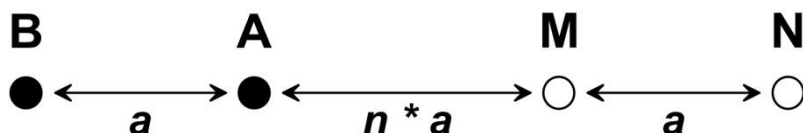
Wenner-Schlumberger



Rysunek 43 Schemat układu Wenner-Schlumberger (WS) oraz stosowane oznaczenia. (AB - dipol prądowy, MN - dipol potencjałowy)

- Układ Dipole-Dipole (DD) - jest on charakteryzowany przez podanie współczynników a i n (Rysunek 44). Zaleca się, aby maksymalny współczynnik n nie był większy niż 8, gdyż dla większych jego wartości występuje znaczny spadek sygnału użytecznego.

Dipole-Dipole



Rysunek 44 Schemat układu Dipole-Dipole (DD) oraz stosowane oznaczenia. (AB - dipol prądowy, MN - dipol potencjałowy)

- Układ Gradientowy (GD) - należy dobrze udokumentować zastosowaną wersję układu gradientowego, z uwagi na możliwość stosowania różnych wariantów. Parametry układów należy dobrać tak, aby zapewnić odpowiedni poziom sygnału, mając na uwadze wielkość najmniejszego dipola potencjałowego MN w stosunku do wielkości maksymalnego rozstawu elektrod prądowych AB.
- W przypadku wykonywania pomiarów wzdłuż profili o znacznej długości (przekraczających początkowy rozstaw układu elektrod) należy przenosić linię pomiarową ERT stosując technikę roll-along. Wymaga to stosowania „zakładek” kolejnych przedłużeń linii pomiarowych. Należy przy tym zapewnić ciągłość danych pomiarowych dla największego stosowanego rozstawu (układu pomiarowego).

Przetwarzanie i interpretacja ilościowa

- Surowe dane pomiarowe powinny zostać przeanalizowane pod kątem występowania błędów pomiarowych. Zarejestrowane ujemne wartości oporności pozornej powinny być usunięte ze zbioru danych polowych. W przypadku usuwania danych o skrajnie małych lub skrajnie dużych wartościach oporności pozornych należy postępować ostrożnie, gdyż mogą być to dane zmierzone poprawnie.
- W przetworzonych danych pomiarowych powinny być wprowadzone informacje dotyczące morfologii terenu (wysokości wszystkich elektrod). Tak przetworzone dane poddawane są dalej procesowi interpretacji ilościowej (inwersji).
- Zaleca się przeprowadzanie inwersji zgodnie z procedurą L1-norm (robust, blocky). W innym przypadku należy podać i uzasadnić zastosowaną procedurę.
- Jako podstawową siatkę interpretacyjną należy przyjmować ustawienia domyślne programu do inwersji. W uzasadnionych przypadkach można stosować inną siatkę interpretacyjną. W obu sytuacjach należy udokumentować jej parametry.

- Średniokwadratowy błąd inwersji (RMS [%]) świadczy, m. in., o jakości danych pomiarowych i/lub odstępstwie od budowy 2D ośrodka. Błąd RMS powinien być jak najmniejszy. Błędy większe niż 5% mogą świadczyć o problemie z jakością danych pomiarowych lub o budowie geologicznej znacznie odbiegającej od sytuacji 2D. Należy w takim przypadku rozważyć dalszą analizę i ewentualną filtrację danych pomiarowych w celu usunięcia skrajnych wartości oporności pozornej (np. w programie Res2Dinv można skorzystać z opcji RMS error statistics) i powtórnie wykonać inwersję. Wykonane operacje na danych wejściowych należy udokumentować.
- Przekrój geofizyczny oporności wyinterpretowanej należy przedstawić z zachowaniem następujących reguł:
 - Pionowa skala (rzędna terenu) powinna być liniowa.
 - Zaleca się stosowanie logarytmicznej skali oporności wyinterpretowanej.
 - Zaleca się stosowanie odpowiedniej kolorystyki skali oporności, np.: barwy niebieskie - oporności najmniejsze, barwy zielone, żółte, pomarańczowe - średnie oporności i barwy czerwone, brązowe - oporności największe. Określenie dotyczące oporności: najmniejsze, średnie i największe odnoszą się do lokalnego zakresu zmienności oporności.
 - Wyniki interpretacji ERT przedstawia się w dwóch wariantach kolorystycznych odpowiadających skali oporności:
 - ujednolicona skala kolorystyczna dla wszystkich przekrojów geofizycznych (wariant wymagany). W tym przypadku należy się jednak liczyć z możliwością zamaskowania lokalnych anomalii w rozkładzie oporności wyinterpretowanej.
 - dostosowany do lokalnej zmienności modelu geoelektrycznego (wariant zalecany). Oznacza to podzielenie całego przekroju geofizycznego oporności wyinterpretowanej na fragmenty, w których zastosowana jest lokalna skala kolorystyczna, podkreślająca zakres zmienności oporności w danym fragmencie przekroju. Wariant wykonywany w przypadku potrzeby doszczegółowienia zmienności modelu geoelektrycznego na wybranych fragmentach przekroju.

Interpretacja geofizyczno-geologiczna

- Przeprowadzenie interpretacji geologicznej przekroju geofizycznego oporności wyinterpretowanej wymaga wykorzystania wiarygodnych danych geologicznych z obszaru badań lub jego najbliższego otoczenia.
- W celu ustalenia relacji oporność-litologia pomocne mogą być wyniki kalibracyjnych sondowań elektrooporowych oraz geoelektrycznych badań parametrycznych (badanie rdzeni, próbek itp.).
- Zaleca się wykonanie interpretacji strukturalnej w oparciu o analizę rozkładu gradientów poziomych i pionowych oporności wyinterpretowanej.
- Wynik geologicznej interpretacji przekroju geofizycznego oporności wyinterpretowanej powinien być przedstawiony na osobnym przekroju geologiczno-geofizycznym, ukazującym litologię i elementy strukturalne. Przekrój geologiczno-geofizyczny należy wykonać w skali takiej jak przekrój geofizyczny oporności wyinterpretowanej.

Załącznik 8.3 Metody sejsmiczne (SR, SRP, SRT, MASW, SASW, CSWS, DH, UH, CH, SBT)

Badania metodami sejsmicznymi zaleca się wykonać według niżej podanej procedury.

Prace polowe

Rozmieszczenie elementów układu pomiarowego

Elementy układu pomiarowego wykorzystywanego do badań sejsmicznych (geofony, miejsca punktów wzbudzenia), niezależnie od wykorzystanej techniki powinny być rozmieszczone wzdłuż linii prostej. Położenie wszystkich geofonów i punktów wzbudzenia powinno być wyznaczone przy pomocy taśmy mierniczej lub urządzeń geodezyjnych. Dopuszcza się stosowanie kabla pomiarowego o określonej długości odcinków pomiędzy złączami geofonowymi do stosowania jako uproszczonej taśmy mierniczej. Odległości pomiędzy kolejnymi geofonami systemu pomiarowego muszą być równe. W przypadkach lokalnych utrudnień dopuszcza się zmianę położenia poszczególnych elementów układu pomiarowego o 10% podstawowego rozstępu między geofonami, co należy uwzględnić podczas przetwarzania danych pomiarowych.

Należy wyznaczyć metodami geodezji satelitarnej lub tradycyjnej położenie przynajmniej co dwunastego geofonu z dokładnością nie mniejszą niż 0,5 m. Na etapie przetwarzania danych pomiarowych położenie pozostałych elementów należy skorygować na drodze interpolacji. Wyznaczenie rzędnej poszczególnych elementów układu pomiarowego może być dokonane na drodze pomiarów geodezyjnych w terenie lub może być odczytane z aktualnego modelu cyfrowego w terenie dla punktów interpolowanych. Dla pomiarów otworowych należy wyznaczyć położenie wszystkich elementów układu pomiarowego stosując w uzupełnieniu metod geodezyjnych, urządzenia do pomiarów krzywizny otworów.

Rejestracja danych sejsmicznych

Przy rejestracji należy zastosować próbkowanie sygnału z częstotliwością przynajmniej czterokrotnie wyższą niż sygnał (użyteczny lub szum) o najwyższej rejestrowanej częstotliwości. Zaleca się stosowanie próbkowania z częstotliwością nie niższą niż 1000 Hz. Długość zapisu powinna umożliwić rejestrację pierwszego wstąpienia dla wszystkich wykorzystywanych geofonów w danych warunkach dla badań SRT i cały przebieg fal powierzchniowych dla badań MASW. W praktyce rejestracja o długości 0,8 s jest wystarczająca przy badaniach sejsmicznych dla inwestycji drogowych.

Dopuszcza się stosowanie w trakcie rejestracji składania pionowego w celu podniesienia stosunku poziomu sygnału użytecznego do szumu. W miarę możliwości, na etapie rejestracji polowej należy prowadzić badania tak, aby eliminować zapisy rejestrujące chwilowe zakłócenia.

Sejsmiczna tomografia refrakcyjna (SRT)

Dla techniki sejsmicznej tomografii refrakcyjnej (SRT-S i SRT P) należy stosować rozstaw geofonów nie większy niż 2 m, oraz równomierny krok pomiarowy (odległość między punktami strzałowymi) nie większy niż 8 m dla każdego segmentu pomiarowego (przy segmentowej technice badań tzw. roll-along). Należy stosować układ pomiarowy składający się minimum z 48 aktywnych geofonów. W badaniach SRT-S i SRT-P, przy stosowaniu segmentowej kontynuacji badań (tzw. roll-along) dopuszcza się jednoczesne przenoszenie segmentu układu pomiarowego o długości nie większej niż 50% długości całkowitej systemu pomiarowego.

Do badań STR należy stosować geofony, pionowe dla badań techniką STR-P i poziome dla badań techniką STR-S, o częstotliwościach nominalnych nie wyższych niż 40 Hz, pionowe dla badań techniką STR-P i poziome o częstotliwościach nominalnych nie wyższych niż kilkanaście Hz, dla badań techniką STR-S. Geofony muszą być stabilnie osadzone w podłożu budowlanym. Jako źródło fal należy wykorzystać źródło impulsowe, szerokopasmowe, np. młot ręczny, kafar mechaniczny. Ze względów środowiskowych i względów bezpieczeństwa nie zaleca się stosowania ładunków wybuchowych jako źródła fal sejsmicznych. Dla badań techniką SRT-P należy stosować źródło, w którym udar zachodzi wzdłuż osi pionowej. Dla badań techniką SRT-S należy stosować źródło, w którym udar zachodzi w osi poziomej, prostopadle do przebiegu linii pomiarowej. Należy użyć elementu umożliwiającego dokładne wyznaczenie momentu generacji

impulsu źródła.

Analiza fal powierzchniowych (MASW)

Dla techniki MASW należy stosować rozstaw geofonów nie większy niż 1 m, oraz równomierny krok pomiarowy (odległość między punktami strzałowymi) nie większy niż 5 lub 10 m, zależnie od rodzaju zadania. Przy badaniach MASW układ pomiarowy musi być układem o stałej geometrii (odległość pomiędzy punktem nadawczym a kolejnymi punktami odbiorczymi jest taka sama dla kolejnych rekordów, tzw. streamer), układ pomiarowy musi posiadać minimum 24 kanały aktywne. Dla uzyskania układu o stałej geometrii dopuszcza się stosowanie urządzenia, w którym geofony zamocowane są na elemencie pomocniczym i układ pomiarowy przesuwany jest po powierzchni terenu w całości (tzw. land-streamer), lub wykorzystanie układu pomiarowego o większej ilości kanałów, w którym geofony są osadzone w podłożu budowlanym a rejestruje się jedynie zapisy wybranych geofonów odpowiadających położeniu opisanego powyżej układu.

Do badań MASW należy stosować geofony pionowe o częstotliwościach nominalnych nie wyższych niż 5 Hz. Geofony muszą być stabilnie osadzone w podłożu budowlanym lub znajdować się na stabilnych podstawkach zapewniających stabilnie przyleganie do podłoża budowlanym ciężarem własnym. Jako źródło należy wykorzystać źródło impulsowe, szerokopasmowe, np. młot ręczny, kafar mechaniczny. Ze względów środowiskowych i względów bezpieczeństwa nie zaleca się stosowania ładunków wybuchowych, jako źródła fal sejsmicznych. Dla badań techniką MASW należy stosować źródło, w którym udar zachodzi wzdłuż osi pionowej.

Przetwarzanie i interpretacja ilościowa

Opracowanie i przetwarzanie rezultatów pomiarów sejsmicznych ma na celu odwzorowanie rozkładu prędkości fal sejsmicznych V_p , V_s i V_r w objętym badaniami środowisku geologicznym. Przy przetwarzaniu danych sejsmicznych należy stosować procedury zgodne z zaleceniami producentów poszczególnych pakietów oprogramowania. Szczególną uwagę należy zwrócić na prawidłową geometrię układu pomiarowego oraz na precyzyjne wyznaczenie momentu wzbudzenia (czasu $t=0$). W miarę możliwości należy wykorzystać pełne dane pomiarowe (bez usuwania rekordów lub zapisów poszczególnych tras). W przypadku badań STR i badań sejsmiki otworowej dopuszczalne jest zastosowanie procedur filtracji częstotliwościowej, oraz innych procedur z zakresu analizy sygnału, poprawiających jednoznaczność wyznaczenia czasu pierwszego wstąpienia. Dla techniki MASW zaleca się niestosowanie filtracji częstotliwościowej.

Wyznaczanie czasu pierwszego wstąpienia (dla technik SRT i technik sejsmiki otworowej) lub wyznaczenie przebiegu krzywej dyspersji (dla techniki MASW) powinno być wykonane ręcznie. W przypadku stosowania algorytmów automatycznych (tzw. autopickerów) konieczna jest manualna kontrola położenia wyznaczonych automatycznie przebiegów.

Do interpretacji ilościowej techniki SRT i SBT (inwersji) należy zastosować dwuwymiarowe algorytmy dostępne w komercyjnie uznanych pakietach oprogramowania do przetwarzania danych technik SRT. Dla techniki MASW dopuszczalne jest zastosowanie algorytmów inwersji jednowymiarowej.

Sejsmiczne prześwietlenia międzyotworowe (SBT i Crosshole)

Badania międzyotworowe i pionowe profilowania sejsmiczne polegają na pomiarze czasu przejścia bezpośredniej fali sejsmicznej i na tej podstawie wyliczenia profilu lub pola prędkości w ośrodku geologicznym objętym badaniami.

Do wykonania pomiarów metodą prześwietlań międzyotworowych konieczne są specjalnie przygotowane otwory wiertnicze. Przede wszystkim w otworach muszą być zainstalowane rury PCV szczelnie połączone gwintem i zakorkowane od spodu. Przestrzeń pomiędzy rurami oraz ośrodkiem gruntowym musi być na całej długości otworu, od jego dna do powierzchni terenu,

bezwzględnie wypełniona specjalnie przygotowaną mieszanką. W przypadku badań Crosshole w skałach będzie to cement, który po zastygnięciu osiągnie gęstość ok 2,2 mg/cm³. W przypadku gruntów, do cementu należy dodać odpowiednią ilość bentonitu w celu osiągnięcia po zastygnięciu gęstości przybliżonej do gęstości otaczającego otwór ośrodka gruntowego. Średnica otworów musi być dobrana do urządzeń pomiarowych zapuszczanych podczas badań. Głębokość otworów uzależniona jest od ich separacji i optymalnie powinna wynosić 1,5 odległości pomiędzy nimi. Przy założeniu osiągnięcia celu lub spągu badanej strefy na danym poziomie należy liczyć się z koniecznością przegłębienia otworów o połowę odległości pomiędzy otworami, poniżej oczekiwanej głębokości rozpoznania.

Podczas wykonywania badań międzyotworowych w jednym z otworów umieszcza się odbiornik lub zestaw odbiorników a w drugim nadajnik (źródło otworowe).

W wariacie badania Crosshole odbiornik i nadajnik znajdują się zawsze na tej samej głębokości. Wykonuje się serię pomiarów dla poszczególnych głębokości (zazwyczaj co 1 m). Technika Crosshole umożliwiła określenie prędkości średnich dla każdego z badanych poziomów pomiarowych, dając w efekcie pionowy profil prędkości fali sejsmicznej P lub/i S w strefie pomiędzy otworami.

Wariant tomograficzny przeświateł międzyotworowych (SBT – seismic borehole tomography) polega na umieszczeniu nadajnika fali na danym poziomie oraz serii odbiorników zarówno na poziomie odpowiadającym głębokości położenia nadajnika, jak i powyżej i poniżej tej pozycji. Nadajnik jest w trakcie badań przemieszczany w otworze na kolejne głębokości i dla każdej głębokości nadajnika rejestrowany jest sygnał wszystkimi odbiornikami. W trakcie badania SBT pokrywa się płaszczyznę między otworami siecią krzyżujących się promieni sejsmicznych. Dla promieni sejsmicznych, przy znanych odległościach pomiędzy parami nadajnik - odbiornik zostaje wyznaczona średnia prędkość fal. Metodą modelowania matematycznego określa się następnie model dwuwymiarowy pola prędkości.

Pomiary fali P oraz fali S w badaniach międzyotworowych należy wykonywać zgodnie z tą samą (powyższą) procedurą. W przypadku badań fali P otwory muszą zostać wypełnione wodą. Należy zastosować odbiornik/zestaw odbiorników rejestrujących falę P w otworze wiertniczym – hydrofony oraz źródło otworowe generujące falę P w otworze wiertniczym. W przypadku przeświateł międzyotworowych fali S należy zastosować odbiornik/odbiorniki rejestrujące falę poprzeczną w otworze wiertniczym oraz źródło otworowe dedykowane do wzbudzania fali poprzecznej w otworze. Zarówno odbiorniki jak i źródło otworowe muszą posiadać system pozwalający na unieruchomienie ich i dociśnięcie do ściany otworu. Otwory w tym przypadku nie muszą być wypełnione wodą.

Szczegółowy opis procedury badania Crosshole można znaleźć w amerykańskiej normie ASTM D4428/D4428M-14 Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing.

Pionowe profilowania sejsmiczne Downhole

W przypadku wykonywania pomiarów metodą down-hole należy stosować się do zaleceń amerykańskiej normy ASTM D7400/D7400M-19 Standard Test Methods for Downhole Seismic Testing.

Pionowe profilowania sejsmiczne Uphole

Procedura pomiarów sejsmicznych techniką up-hole jest bardzo rzadko stosowana, ponieważ wymaga zastosowania silnego źródła otworowego. Nie istnieje norma opisująca metodykę badań terenowych w związku z czym należy ją każdorazowo dostosować do celu badań oraz budowy geologicznej.

Interpretacja geofizyczno-geologiczna

Przedmiotem interpretacji geologicznej pomiarów sejsmicznych są mapy i przekroje rozkładu prędkości fal sejsmicznych w objętym pomiarami ośrodku fizycznym. Prędkość fal sejsmicznych jest funkcją parametrów mechanicznych ośrodka, które zależą od stopnia zwietrzenia materiału skalnego, od litologii, zawodnienia i zagęszczenia ośrodka gruntowego/skalnego. Istotne znaczenie ma też stopień zniszczenia pierwotnej struktury.

Skały lite charakteryzują się z zasady wyższymi wartościami prędkości sejsmicznych niż skały spoiście i luźne. Wzrost liczby spękań w skałach litych powoduje spadek wartości prędkości fal sejsmicznych. Dzięki temu na podstawie badań sejsmicznych można wyznaczyć głębokość występowania stropu skał litych, miąższość stref wietrzenia, ale także obecność stref uskokowych lub stref spękań w masywie skalnym, czy położenie granic pomiędzy gruntami gruboziarnistymi i drobnoziarnistymi (spoiistymi).

Szczególnie istotna w budownictwie drogowym jest również korelacja pomiędzy niskimi wartościami prędkości fal sejsmicznych a gruntami słabymi. Korelacja ta jest szczególnie dobrze widoczna dla wartości prędkości fali S. Do rozpoznania stref występowania gruntów słabych konieczne jest wykorzystanie technik rejestracji prędkości fal S, jak techniki analizy fal powierzchniowych (np. MASW), czy technikę STR-S.

Na podstawie wartości prędkości fal P, S lub obu typów fal równocześnie, można określić parametry sprężyste skał i gruntów budujących podłoże. Należy jednak pamiętać, że parametry te są parametrami dynamicznymi (w przypadku konieczności określenia parametrów statycznych można posłużyć się badaniami korelacyjnymi wykonanymi na tych samych stanowiskach), oraz że w badaniach sejsmicznych stosowane są odkształcenia w zakresie odkształceń sprężystych (niezależnie od typu podłoża) a wartości wyznaczonych parametrów są zawsze wartościami maksymalnymi.

W interpretacji geofizyczno-geologicznej badań sejsmicznych należy zwrócić szczególną uwagę na występowanie niskich wartości prędkości sejsmicznych (w przybliżeniu poniżej 400 m/s dla fali P i poniżej 120 m/s dla fali S), oraz na strefy gwałtownych zmian wartości prędkości, które mogą wskazywać na granice litologiczne lub występowanie stref spękań lub pustek w masywie skalnym.

Załącznik 8.4 Metoda georadarowa (GPR)

Badania metodą georadarową zaleca się wykonać według niżej podanej procedury.

Prace polowe

Georadarowa aparatura pomiarowa musi posiadać możliwość poboru danych w równych interwałach odległości (odometr - kółko, nitka) oraz równoczesnego z pomiarem georadarowym zapisu pozycji geodezyjnej, wyznaczonej systemem GNSS (metody: kinematyczna RTK lub RTN) lub tachymetrami zrobotyzowanymi z opcją śledzenia celu na bieżąco.

W przypadku prowadzenia prac w terenie silnie zadrzewionym, porośniętym krzakami możliwe jest odstępianie od tej zasady na rzecz dogęszczenia punktów profilowych na etapie prac prowadzonych przez zespół geodezyjny i markowania ich pozycji podczas pomiarów georadarowych.

Podczas prac pomiarowych należy markować punkty charakterystyczne na profilu np. markowane punkty osiowe lub inne przydatne w procesie interpretacji.

Jeśli podczas prac terenowych wstępne przetworzenie danych georadarowych wskazuje na występowanie granic struktur ośrodka należy nad takim obszarem wykonać profilowania prędkości WARR lub CMP, lokalizując geodezyjnie miejsce tych profilowań.

Przetwarzanie i interpretacja ilościowa

Dla badań georadarowych należy przeprowadzić procedurę filtracji danych georadarowych. Obowiązkowo należy przeprowadzić następującą sekwencję przetwarzania:

- skorygowanie czasu pierwszego wstąpienia (o ile jest konieczne),
- wyrównywanie średniego poziomu sygnału do zera,
- usuwanie zakłóceń niskoczęstotliwościowych,
- wzmocnienie wg różnych charakterystyk (np. liniowa, eksponentialna, inne)
- filtracja częstotliwościowa (poprzedzona analizą widmową materiału pomiarowego, charakterystyka filtru skorelowana z częstotliwością środkową anteny)

Jeżeli zastosowano dodatkowe procedury filtracji, należy je opisać w tekście dokumentacji oraz załączyć do wymaganego pliku ASCII (Załącznik 8. 7) ujmującym wszystkie stosowane procedury.

Jeżeli podczas badań wykonywano profilowania WARR lub CMP należy obliczyć prędkość fali w ośrodku w oparciu o falę podpowierzchniową i odbitą.

Materiał zarejestrowany tą samą anteną, na tych samych parametrach musi być przetworzony tą samą sekwencją procedur.

Echogramy powinny zostać poddane korekcie topograficznej z uwzględnieniem wyników pomiarów geodezyjnych pozyskanych podczas profilowania.

Przetworzone przekroje georadarowe, ale jeszcze niezinterpretowane, należy przedstawić w formie graficznej z zachowaniem następujących zasad:

- echogramy powinny posiadać ujednoliczoną paletę barw dla całego obszaru badań,
- na echogramach ma być skala czasowa i głębokościowa oraz podana przyjęta prędkość propagacji fali elektromagnetycznej w ośrodku geologicznym,
- opisy osi, jednostki na osiach, dostosowana podziałka na osiach, strony świata na profilu,
- wszystkie echogramy konwertowane na postać pliku graficznego i ASCII powinny być wygenerowane przy zachowaniu tych samych parametrów konwersji.

Interpretacja geofizyczno-geologiczna

Na przetworzonych przekrojach georadarowych w formie graficznej przygotowanych wg. opisu powyżej należy dokonać wstępnej interpretacji poprzez graficzne wyróżnienie istotnych cech zmienności podłoża budowlanego. Należy wyróżnić poszczególne cechy anomalne, okonturować strefy ich występowania, oraz wyróżnić przebiegi liniowe anomalii przepisując im numery, które będą korespondowały z numeracją informacji opisowej założeń, podstaw tej interpretacji zamieszczonymi pod przekrojem.

Przeprowadzenie końcowej interpretacji geologicznej przekroju georadarowego wymaga dostępu do wiarygodnych danych geologicznych z obszaru badań lub jego najbliższego otoczenia.

W celu ustalenia relacji: zmienność sygnału - zmienność struktur podłoża budowlanego pomocne będą wyniki odwiertów, które powinny zostać skorelowane z treścią echogramu (również naniesione na jego graficzną postać) oraz wyniki uzyskane z innych metod geofizycznych o ile będą dostępne.

Wynik geologicznej interpretacji echogramów powinien być przedstawiony na osobnym przekroju geologiczno-geofizycznym, ukazującym wyróżnione cechy anomalne. Należy okonturować strefy ich występowania, przebiegi liniowe anomalii skorelowane z dodatkowymi informacjami pochodzącymi z badań geologicznych i innych metod geofizycznych z opisem tekstowym końcowej interpretacji umieszczonym na przekroju lub pod nim.

Załącznik 8. 5 Metoda konduktometryczna (GCM)

Badania metodą elektromagnetyczną prowadzoną za pomocą konduktometru zaleca się wykonać według niżej podanej procedury.

Prace polowe

Pomiary konduktometryczne wykonane wzdłuż wyznaczonych profili geofizycznych powinny dawać informację z minimum 4 różnych przedziałów głębokościowych.

Każdy punkt pomiarowy musi mieć określone współrzędne poziome oraz wysokość z zastosowaniem systemu geodezyjnego GNSS (metodą kinetyczną RTK lub RTN). W sytuacjach kiedy prowadzenie pomiarów geodezyjnych techniką satelitarną nie jest możliwe, dopuszcza się markowanie ręczne wszystkich punktów pomiarowych podczas prowadzonych prac polowych i późniejsze przypisanie współrzędnych na drodze interpolacji pomiędzy punktami o znanych współrzędnych.

W czasie pomiarów cewka odbiorcza i nadawcza muszą znajdować się cały czas w tej samej odległości względem powierzchni ziemi i w tej samej pozycji w stosunku do pionu.

Zaleca się wykonywanie pomiarów z zastosowaniem rejestracji z gęstością próbkowania przestrzennego nie większą niż 1 m.

Wynikiem badań konduktometrycznych jest pomiar pozornej przewodności elektrycznej (S/m) lub jej odwrotności - oporności pozornej (Ω m), które należy podać procesowi inwersji tak, aby uzyskać przekrój oporności rzeczywistej.

Przetwarzanie danych pomiarowych i interpretacja

Surowe dane pomiarowe przewodności pozornej powinny być zwizualizowane w postaci wykresów/przekrojów.

Surowe dane pomiarowe należy przefiltrować, usunąć jednoznaczne błędne zapisy wywołane zakłóceniami, po czym przetworzone dane należy podać procedurze interpretacji ilościowej (inwersji).

Wyniki interpretacji należy przedstawić w formie przekrojów oporności wyinterpretowanej lub map rozkładu oporności wyinterpretowanej dla danych przedziałów głębokościowych.

Zaleca się stosowanie logarytmicznej skali oporności z zastosowaniem odpowiedniej kolorystyki, np. barwy niebieskie - oporności najmniejsze, barwy zielone, żółte, pomarańczowe - średnie oporności i barwy czerwone, brązowe - oporności największe.

Załącznik 8. 6 Metoda grawimetryczna (GRAW)

Badania metodą grawimetryczną zaleca się wykonać według niżej podanej procedury.

Prace polowe

Grawimetryczne prace polowe należy wykonywać grawimetrami charakteryzującymi się liniowym dryftem długookresowym oraz niewielkimi dryftami rezydualnymi.

Grawimetryczne ciągi pomiarowe należy dowiązać do punktów osnowy grawimetrycznej kraju. W przypadku braku takich punktów w pobliżu miejsca pomiarów, należy założyć lub uaktualnić lokalną sieć punktów podstawowych. Będzie to wymagało wykonania pomiarów kilku pręseł metodą łańcuchową (wg schematu: A, B, A, B, C, B... ,gdzie: A, B... - punkty podstawowe) łączących założone punkty podstawowe z punktami osnowy grawimetrycznej, wchodzącej w skład międzynarodowego systemu IGSN 71.

Pomiary powinny być prowadzone tak, aby każdy ciąg rozpoczynał się i kończył pomiarem na punkcie podstawowym (bazowym). Czas trwania ciągów pomiarowych, nie może przekraczać 6 godzin. Odczyty na każdym punkcie grawimetrycznym muszą uwzględniać poprawkę na pływ ziemskie (luni-solarną). Średni błąd kwadratowego pojedynczego pomiaru nie powinien przekroczyć $\pm 0,025$ mGala.

W trakcie wykonywania pomiarów grawimetrycznych należy prowadzić prace geodezyjne.

Współrzędne geodezyjne płaskie grawimetrycznych punktów pomiarowych, należy wyznaczyć przy użyciu klasycznych metod geodezyjnych lub metod satelitarnych w systemie nawigacyjnym GNSS. Rzędne grawimetrycznych punktów pomiarowych, dla poziomego odniesienia w obowiązującym systemie wysokości, należy wyznaczyć za pomocą niwelacji geometrycznej lub trygonometrycznej. Nie zaleca się dla zdjęć mikrograwimetrycznych oraz szczegółowych stosowania niwelacji satelitarnej. Ciągi niwelacyjne oraz pomiary współrzędnych płaskich należy dowiązywać do państwowej osnowy geodezyjnej. W przypadku wyznaczenia wzajemnego przewyższenia punktów pomiarowych w badaniach grawimetrycznych, o których mowa w Załączniku (Załącznik 4. 3. 3) wybór instrumentu pomiarowego, przebiegu pomiaru oraz metod opracowania wyników musi zapewnić wyznaczenie przewyższenia między punktami z błędem nie większym niż ± 0.01 m. Stanowiska pomiarowe należy stabilizować kołkami drewnianymi lub oznaczyć farbą w przypadku utwardzonego podłoża budowlanego w celu jednoznacznej identyfikacji w terenie. W przypadku zróżnicowanej morfologii terenu w strefie do 0,1 km wokół grawimetrycznego stanowiska pomiarowego, jeżeli zmiana ta w otoczeniu stanowiska grawimetrycznego przynajmniej w jednym z ośmiu kierunków przekroczy 5° , konieczne jest wykonanie pomiarów spadku terenu w podanej strefie.

Przetwarzanie danych pomiarowych i interpretacja

Dane pomiarowe należy przeanalizować, usunąć jednoznaczne błędy, wyliczyć wartość przyspieszenia siły ciężkości g i wysokość h punktów pomiarowych, a na podstawie różnic z pomiarów dwukrotnych na tym samym stanowisku pomiarowym (punkty powtarzane) obliczyć średnie błędy kwadratowe pomiarów.

Wartości anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera obliczyć należy według wzoru:

$$\delta g = g + (0,3086 - 0,0419\sigma) h - \gamma_0 + \delta g_t$$

gdzie:

- g - pomierzona wartość siły ciężkości [mGal],
- h - wysokość n.p.m. punktu pomiarowego [m],
- σ - gęstość utworów warstwy zredukowanej [$10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$],
- $0,3086\cdot h$ - poprawka wolnopowietrzna Faye'a [mGal] eliminująca wpływ wysokości położenia punktu pomiarowego względem poziomu odniesienia,
- $0,0419\cdot\sigma\cdot h$ - poprawka Bouguera [mGal] eliminująca składową pionową siły przyciągania kompleksu skalnego ograniczonego płaszczyznami poziomymi przechodzącymi przez punkt pomiarowy i poziom odniesienia,
- γ_0 - normalna wartość siły ciężkości [mGal] obliczona w odniesieniu do powierzchni elipsoidy,
- δg_t - poprawka topograficzna [mGal] eliminująca składową pionową przyciągania mas skalnych tworzących rzeźbę terenu.

Wartości przyspieszenia siły ciężkości dla wszystkich punktów pomiarowych (rozproszonych i profilowych) zostaną podane w systemie IGSN 71. Obliczenia te zostaną wykonane w oparciu o wcześniej określone wartości g punktów podstawowych. Pole normalne należy określić według formuły (wzoru) GRS 80 (Geodetic Reference System 1980), podanej przez H. Moritza (Fajkiewicz Z., 2007).

Poprawka Bouguera stanowiąca jeden z elementów redukcji Bouguera, zostanie obliczona dla gęstości objętościowej $2,25 \times 10^3 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$ (dla której opracowywane są podstawowe mapy grawimetryczne z obszaru Polski) oraz dla lokalnej gęstości stałej lub dla gęstości zmiennej utworów warstwy zredukowanej. Gęstości zostaną ustalone po analizie dostępnych materiałów w trakcie realizacji prac obliczeniowych.

Poprawka topograficzna siły ciężkości, wyznaczona poprzez zsumowanie efektów grawitacyjnych, pochodzących od kilku przyjętych stref (pierścieni) otaczających punkt pomiarowy.

Dane grawimetryczne z pomiarów terenowych i prac obliczeniowych dla każdego punktu pomiarowego zostaną zestawione w postaci katalogu i dołączone wraz z mapami dokumentacyjnymi, dziennikami niwelacji i pomiarów grawimetrycznych do opracowania.

Wyniki interpretacji należy przedstawić w postaci map lub wykresów grawimetrycznych.

Załącznik 8.7 Forma przedstawienia zaprojektowanych badań geofizycznych oraz wyników wykonanych badań geofizycznych

Zaprojektowane badania geofizyczne podstawowe zaleca się przedstawiać w programie badań geofizycznych (PBGf), zaś badania geofizyczne uzupełniające odpowiednio w PRG, dPRG lub PBG.

Program badań geofizycznych podstawowych (PBGf) powinien zawierać następujące elementy:

- część tekstową w której umieszcza się m.in.:
 - informacje o lokalizacji i charakterze inwestycji drogowej,
 - cel badań geofizycznych,
 - wykonawcę badań geofizycznych,
 - nazwę przedsięwzięcia, tematu,
 - datę rozpoczęcia badań geofizycznych,
 - nazwę (model, marka, typ), rok produkcji planowanej do użycia aparatury geofizycznej,
 - imię i nazwisko operatora sprzętu aparatury geofizycznej,
 - rodzaj, zakres, metodyki i lokalizację badań geofizycznych wraz z uzasadnieniem w tym:
- tabelaryczne zestawienie projektowanych badań geofizycznych w tym:
 - nazw projektowanych profili, punktów badań geofizycznych,
 - długości profili,
 - współrzędnych (w przypadku profili współrzędnych początku i końca profilu),
 - lokalizacji w odniesieniu do kilometrażu drogi, obiektu itp.
 - kierunku przebiegu profilu w terenie, azymutu badania,
- w zależności od zastosowanej w badaniach metody badań geofizycznej, zaprojektowany krok pomiarowy (rozstawy elektrod, geofonów, itp.), rodzaje anten (częstotliwość, typ), i inne elementy,
 - informacje na temat utrudnień i ograniczeń w wykonaniu badań geofizycznych,
- część graficzną, która powinna zawierać:
 - mapę lokalizacyjną w skali nie mniejszej niż 1:50 000,
 - mapę sytuacyjno – wysokościową z zaznaczonymi miejscami projektowanych badań geofizycznych w skali nie mniejszej niż 1:5 000.

Zaprojektowane badania geofizyczne uzupełniające, z uwzględnieniem elementów jak dla PBGf opisuje się w rozdziale dokumentu podstawowego przedstawiającego zaprojektowane badania podłoża budowlanego (PRG, dPRG lub PBG).

Wyniki badań geofizycznych należy przedstawić w formie rozdziału w DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP lub w formie osobnego dokumentu tj. dokumentacji badań geofizycznych (DBG). Forma przedstawienia wyników badań geofizycznych zależy od dokumentatora/zespołu dokumentatorów odpowiedzialnych za opracowanie DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP.

Każda z form przedstawienia wyników badań geofizycznych zawiera część tekstową i graficzną. Część tekstowa rozdziału/dokumentu powinna składać się z następujących elementów:

Podstawowe informacje o badaniach (Załącznik 18. 3):

- wykonawca badań geofizycznych,
- nazwa przedsięwzięcia, tematu,
- data wykonania badań polowych,
- nazwa (model, marka, typ), rok produkcji zastosowanej w badaniach aparatury geofizycznej,
- imię i nazwisko operatora sprzętu aparatury geofizycznej,
- metodyka prac,
- wykorzystane oprogramowanie do przetwarzania danych i lista zastosowanych kroków przetwarzania
- tabelaryczne zestawienie: (Załącznik 18. 3)
 - nazw wykonanych profili, punktów badań geofizycznych,
 - długości profili,
 - współrzędnych (w przypadku profili współrzędnych początku i końca profilu),
 - lokalizacji w odniesieniu do kilometrażu drogi, obiektu itp.
 - kierunku przebiegu profilu w terenie, azymutu badania,
- w zależności od zastosowanej w badaniach metody badań geofizycznej, przyjęty krok pomiarowy (rozstawy elektrod, geofonów, itp.), zastosowane anteny (częstotliwość, typ), i inne elementy,
- opis zastosowanej aparatury geodezyjnej i sposób pomierzenia położenia punktów, profili geofizycznych w terenie,
- karta informacyjna badań geofizycznych (Załącznik 18. 3),
- nazwa pliku geodezyjnego zawierającego dane pomiarowe - plik taki powinien zostać dołączony w formie cyfrowej (edytowalnej w formacie ASCII) do opracowania (przygotowany według wymagań rozdziału 2.1 i załącznika - Załącznik 19).

Cel badań

Zawiera informację na temat etapu inwestycji oraz cel badań geofizycznych.

Lokalizacja badań geofizycznych

Zawiera informację na temat lokalizacji badań geofizycznych:

- mapa pogładowa w skali ze wskazanym miejscem badań, w obrębie mapy powinno się znaleźć miasto powiatowe (w celu przybliżenia lokalizacji). Mapa musi być zorientowana względem kierunku północy, posiadać określoną skalę lub podziałkę skalową;
- tabela z wykazem nazw oraz współrzędnych punktów początkowych i końcowych profili, czy punktów badań geofizycznych sporządzona w państwowym układzie współrzędnych geodezyjnych PL-2000 lub PL-1992 w zależności od skali opracowania (tabela tożsama z danymi z karty informacyjnej (Załącznik 18. 3);
- słowny opis badanego obszaru: topografia, poszycie terenu (także roślinność), widoczne warunki wilgotności gruntu, przeszkody terenowe (antropogeniczne i naturalne), opis pogody i innych czynników, które mogą mieć wpływ na otrzymane wyniki;
- wskazanie nazwy pliku geodezyjnego (cyfrowego, edytowalnego w formacie ASCII) zawierającego szczegółowe informacje na temat lokalizacji profili, punktów badań geofizycznych;
- wskazanie nazwy katalogu (dołączonego do opracowania na nośniku cyfrowym) zawierającego dane polowe z badań geofizycznych;

- wskazanie nazwy katalogu (dołączonego do opracowania na nośniku cyfrowym) zawierającego dane przetworzone z badań geofizycznych.

Metodyka badań oraz wykorzystana aparatura badawcza

Należy opisać przebieg badania geofizycznego oraz zawrzeć informację na temat wykorzystanej aparatury badawczej.

Przetwarzanie, interpretacja i ocena wyników badań geofizycznych

W opisie wyników należy zawrzeć część dotyczącą zarejestrowanych parametrów, ich zarejestrowany zakres, obserwowane trendy i zmienność w przestrzeni. Należy zinterpretować i ocenić wyniki badań geofizycznych oraz przedstawić możliwy model geologiczny.

Cześć graficzna rozdziału/dokumentu powinna zawierać:

- mapę dokumentacyjną w skali odpowiedniej do etapu badań z zaznaczonymi punktami, profilami badań geofizycznych oraz informacjami dotyczącymi danych archiwalnych (np. otwory archiwalne, lub inne dane). Na mapie powinien znaleźć się znak północy, siatka układu współrzędnych, nazwa układu współrzędnych, podziałka liniowa i skala,
- opisane na mapie punkty dokumentacyjne, profile geofizyczne muszą być zgodne z opisami wyników badań, a także z tabelą zawartą w karcie informacyjnej,
- linie profilowe powinny być zakończone strzałką wskazującą kierunek. Na początku linii profilu powinna znaleźć się nazwa profilu,
- przekroje geofizyczne i przekroje geofizyczno-geologiczne.

Przekroje geofizyczne stanowią podstawową formę prezentacji wyników badań geofizycznych. Przekroje geofizyczne są to dwuwymiarowe odwzorowania rozkładu mierzonych parametrów fizycznych występujących pod linią przekroju i zaprezentowane w funkcji głębokości.

Przekroje geofizyczne metod ERT i GCM prezentują rozkład przestrzenny wartości oporności wyinterpretowanej ośrodka gruntowego/skalnego, prezentowanego w postaci izolinii i w skali barwnej.

Na przekrojach geofizycznych elektrooporowych metody ERT (w szczególnych przypadkach metody GCM) dla obszarów na których możemy spodziewać się gruntów słabych, należy zaznaczyć strefy niskich oporności (poniżej 30-40 Ω m).

Na przekrojach należy także zaznaczyć strefy występowania kontrastów opornościowych oraz nanieść informację dotyczącą litologii z wykonanych i archiwalnych otworów wiertniczych. Informacje naniesione na przekrój nie mogą przesłaniać samego przekroju geofizycznego. Przekroje elektrooporowe muszą także zawierać izolinie rozkładu wartości oporności otrzymanych w procesie inwersji.

Przekroje geofizyczne metod sejsmicznych prezentują rozkład przestrzenny wartości prędkości fal sejsmicznych w ośrodku gruntowym/skalnym (P lub S w zależności od techniki), w postaci izolinii i skali barwnej. Na przekrojach geofizycznych metod sejsmicznych należy wyznaczyć strefy obniżonych wartości prędkości fal oraz strefy występowania stromych i pionowych kontrastów wartości prędkości fal sejsmicznych oraz nanieść informację dotyczącą litologii z wykonanych otworów wiertniczych. Informacje naniesione na przekrój nie mogą przesłaniać samego przekroju geofizycznego.

Wykonując przekroje geofizyczne dla danej metody, należy wykonać je dla ustalonej, jednolitej skali barwnej dla całego opracowania, z przyjętym podziałem litologicznym.

Przekroje geofizyczne metody georadarowej prezentują rozkład przestrzenny amplitudy odbitej fali elektromagnetycznej w postaci skali barwnej lub pojedynczych tras georadarowych.

Na przekrojach georadarowych, należy wyznaczyć horyzonty przebiegu poszczególnych

korelowanych granic refleksyjnych dowiązanych do litologii z wykonanych (i archiwalnych) otworów wiertniczych. Informacje naniesione na przekrój nie mogą przesłaniać samego przekroju geofizycznego. Przekroje georadarowe muszą także zawierać informację na temat przyjętej prędkości fali elektromagnetycznej na danym odcinku badań.

Do przekrojów geofizycznych należy równolegle dołączyć autorską interpretację geologiczną integrującą dane uzyskane z badań geofizycznych, wierceń, obserwacji i innych dostępnych źródeł. Autorski przekrój geofizyczno-geologiczny musi być wykonany w tej samej skali co przekroje geofizyczne i nie zakrywać przekrojów geofizycznych.

Przekroje geofizyczno-geologiczne będące interpretacją wyników badań geofizycznych należy przedstawić w skalach liniowych. W skali dostosowanej do skali przekrojów geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych oraz w skali poziomej nie mniejszej niż 1:2 000 i z przewyższeniem pionowym nie większym niż dwukrotne oraz (np. skala pozioma 1:2 000, skala pionowa 1:1 000 lub skala pozioma 1:1 000, skala pionowa 1:500, dla echogramów georadarowych skalę należy dostosować indywidualnie tak aby jednoznacznie były widoczne anomalie będąc podstawą interpretacji zmienności ośrodka lub zobrazowania rozpoznanych tą metodą warstw). W przypadku wykonywania badań geofizycznych dla dwóch lub więcej równoległych profili, jeśli to możliwe zaleca się zestawić wyniki dla wszystkich równoległych do siebie profili na wspólnym załączniku graficznym, w odniesieniu do kilometrażu trasy. Na kilometrażu należy też zaznaczyć lokalizację przekrojów poprzecznych (jeśli wykonano). Dodatkowo na przekroje podłużne należy nanieść niweletę projektowanej trasy.

Jeżeli zagęszczona sieć profili (punktów) pomiarowych pozwala na to, można wykonać wizualizację 3D. Interpretacja powinna opierać się o przetworzony materiał 2D, wizualizacja 3D ma jedynie charakter pomocniczy.

W przypadku wykonywania badań w wersji zdjęcia trójwymiarowego, interpretacja powinna być zaprezentowana na przekrojach 2D wyekstrahowanych z bloku 3D. Ewentualna wizualizacja 3D powinna mieć jedynie charakter pomocniczy.

Integralną częścią rozdziału/dokumentacji/programu są również:

- pliki źródłowe - postać cyfrowa,
- pliki z danymi geodezyjnymi dla wprowadzenie korekt topograficznych dla danych pomiarowych - postać cyfrowa,
- zestawienie procedur przetwarzania (filtracji) i ich parametrów - wersja analogowa opisowa i postać cyfrowa plik ASCII z zastosowanego oprogramowania,
- przetworzone przekroje geofizyczne (bez interpretacji) w postaci plików graficznych i plików ASCII - wersja analogowa dołączona do tekstu sprawozdania (pliki graficzne) i cyfrowa (pliki graficzne i ASCII),
- przekroje geofizyczne z graficznym wyróżnieniem istotnych cech zmienności podłoża budowlanego wraz z dodatkową informacją opisową założeń, podstaw tej interpretacji,
- przekrój geofizyczno-geologiczny zgodnie z definicją.

Pliki źródłowe z danymi pomiarowymi (nazewnictwo plików zgodne z danymi w karcie informacyjnej, Załącznik 18. 3), należy dołączyć na nośniku elektronicznym. Pliki źródłowe są niezmiennym plikiem jaki odbieramy z aparatury do dalszego przetwarzania danych. Plik źródłowy musi być także przetworzony i przygotowany do formatu ASCII - *.dat lub *.txt.

Dla badań sejsmicznych pliki źródłowe muszą być przygotowane do standardowego formatu SEG-Y i poza zapisem tras sejsmicznych (amplituda w funkcji czasu) muszą zawierać co najmniej (standardową dla formatu) informację o numerze kanału, numerze trasy, położeniu punktu strzałowego i odbiorczego względem początku profilu dla każdej z tras oraz o numerze kolejnym

rekordu.

Pliki źródłowe badań georadarowych muszą być przygotowane w dwóch formatach: w natywnym formacie, w którym zapisuje się zastosowany model aparatury georadarowej i w pliku tekstowym, gdzie trasy i próbki są zapisane w formie macierzy dwuwymiarowej - do takiego pliku należy dołączyć podstawową metrykę pomiaru zawierającą: częstotliwość próbkowania sygnału, ilość próbek, czas rejestracji i odległość pomiędzy trasami (krok pomiarowy). Metryka ta ma zostać zapisana w pliku tekstowym. Dzięki takim wymaganiom możliwe będzie odtworzenie zarejestrowanego pliku pomiarowego w przyszłości bez uciążliwych błędów zaokrągleń.

Załącznik 9 Wiercenia i pobór prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych

Załącznik 9.1 Techniki wiertnicze

Techniki wiertnicze należy dobierać zgodnie z wymaganiami podanymi w tabelach (Tabela 51, Tabela 52) odpowiednio dla gruntów/skał.

Tabela 51 Techniki pobierania prób w gruntach (wg PN-EN ISO 22475-1, przetłumaczone i zmodyfikowane)

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEŃ STOSOWANYCH W KRAJU
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody				
1	Rotary drilling Wiercenie obrotowe	NIE	Narzędzie wiertnicze	Rotary dry core drilling	Single-tube corebarrel Pojedyncza rdzeniówka	100-200	Gruby żwir, otoczaki, głązy	Ił, pył, piasek drobny	B (A)	4 (2-3)	Próbka na zewnątrz przesuszona	Wiertnice obrotowe pozwalające na pracę pojedynczą rdzeniówką lub świdrem przelotowym
				Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho	Hollow stem auger Świder przelotowy	100-300		Ił, pył, piasek, grunty organiczne	B (A)	3 (1-2)		
TAK		Narzędzie wiertnicze	Rotary core drilling Obrotowe wiercenie rdzeniowane	Single-tube corebarrel Pojedyncza rdzeniówka	100-200	Grunty gruboziarniste Bardzo słabe grunty organiczne	Ił, grunty ilaste, grunty scementowane kompozyty, otoczaki	B	4 (2-3)	-	Wiertnice obrotowe pozwalające na pracę pojedynczym, podwójnym lub potrójnym aparatem rdzeniowym z pompą płuczkową	
				Single-tube corebarrel Podwójna rdzeniówka				B (A)	3 (1-2)	-		
				Single-tube corebarrel Potrójna rdzeniówka				A	1	-		
3		TAK	Narzędzie wiertnicze	Rotary core drilling Obrotowe wiercenie rdzeniowane	Double/triple-tube corebarrel with extender inner tube Podwójna/potrójna rdzeniówka z wewnętrznym próbnikiem	100-200	Żwir otoczaki i głązy	Ił, pył	A	2 (1)	-	Wiertnice obrotowe pozwalające na pracę pojedynczym, podwójnym lub potrójnym aparatem rdzeniowym z pompą płuczkową

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEN STOSOWANYCH W KRAJU
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody				
4		NIE	Narzędzie wiertnicze	Auger drilling Obrotowe wiercenie świdrem	Drill rods with shell or flight auger; hollow stem auger Żerdzie wiertnicze ze świdrem rurowym lub spiralnym (rurowo-spiralnym) lub świdrem przelotowym	100-2000	Głazy większe niż $D_e/3$	Wszystkie grunty powyżej wody gruntowej, wszystkie grunty drobnoziarniste poniżej wody gruntowej	B	4(3)	-	Wiertnice przystosowane do rurowania otworów oraz wiertnice obrotowe pozwalające na prace z zastosowaniem świdrów spiralnych lub spiralnych przelotowych
5		TAK	Lewy obieg płuczki	Reverse circulation drilling Obrotowe wiercenie z lewym obiegiem płuczki	Drill rods with hollow chisel Żerdzie wiertnicze z dłutem	150-1300	-	Wszystkie grunty	C (B)	5 (4)	-	Wiertnice z lewym obiegiem płuczki, w kraju rzadko stosowane (wyłącznie przy pracach studziennych)
6		NIE	Narzędzie wiertnicze	Auger drilling with light equipment Obrotowe wiercenie świdrem lekkim (wiercenia penetracyjne świdrem)	Shell auger or spiral flight auger Świder rurowy lub spiralny	40-80	Gruby żwir o średnicy ziarn większej niż $D_e/3$	Fracje od iłu do żwiru drobnego powyżej wody gruntowej, grunty drobnoziarniste poniżej wody gruntowej	C ^f	5	Tylko do niewielkich głębokości	Wiertnice obrotowe pozwalając e na prace z zastosowaniem świdrów o niewielkiej średnicy

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEN STOSOWANYCH W KRAJU
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody				
7	Hammer driving Wiercenie udarowe	NIE	Narzędzie wiertnicze	Percussive core drilling Wiercenie rdzeniowane udarowe	Percussion clay cutter with cutting edge inside; also with sleeve (or hollow stem auger) ^b Obcinak udarowy z wewnętrzną powierzchnią tnącą lub długo rurowe	80-200	Grunty o średnicy ziarn większej niż $D_e/3$, grunty laminowane np. warwowe	Ił, pył i grunty o średnicy ziarn do $D_e/3$ powyżej wody gruntowej	Drobnoziarniste: A	2 (1)	Możliwe jest uzyskanie wykresu wpędu na podstawie liczby uderzeń	Wiertnice wyposażone w głowice udarowe pozwalające na prace z zastosowaniem urządzeń udarowych
8		NIE	Narzędzie wiertnicze	Percussive drilling Wiercenie udarowe	Percussive clay cutter with cutting edge outside ^b Obcinak udarowy z zewnętrzną powierzchnią tnącą	150-300	Grunty o średnicy ziarn większej niż $D_e/3$	Żwir i grunty o średnicy ziarn do $D_e/3$	B	4		
9		NIE	Narzędzie wiertnicze	Small diameter Hammer driving Wiercenie udarowe małosrednicowe	Hammer driving linkage with tube sampler Próbnik rurowy połączony z młotem	30-80	Grunty o średnicy ziarn większej niż $D_e/2$	Grunty o średnicy ziarn do $D_e/5$	C ^f	5	Tylko do niewielkich głębokości	
10	Rotary hammer driving Wiercenie obrotowo-udarowe	TAK	Narzędzie wiertnicze	Rotary percussive drilling Wiercenie obrotowo-udarowe	Single- or double-tube corebarrel Pojedyncza lub podwójna rdzeniówka	100-200	Grunty kompozytowe oraz czyste piaski o średnicy ziarn większej niż 2,0 mm, żwir, twardesty i półzwarde iły	Ił, pył, piasek drobny	Drobnoziarniste: A	2 (1)	-	Wiertnice obrotowe wyposażone w udar i pompę płuczkową
									Gruboziarniste: B	4 (3)		

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEN STOSOWANYCH W KRAJU
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody				
11	Vibration drilling with and optional slow rotation Wiercenie wibracyjne z opcjonalnym wolnym obrotem	NIE	Narzędzie wiertnicze	Resonance drilling Wiercenie wibracyjne	Thick wall sampler or single tube core barrel with optional plastic lining tube Grubościenny próbnik lub pojedyncza rdzeniówka z opcjonalnym próbnikiem plastikowym	80-200	-	-	Drobnoziarniste: B	4	-	Wiertnice wibracyjne pozwalające na pracę z zastosowaniem energii o wysokiej częstotliwości
									Drobnoziarniste: C	5		
12	Percussion Wbijanie	NIE	Narzędzie wiertnicze	Cable percussion drilling Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym	Shell auger Przewód wiertniczy ze świdrem rurowym	150-500	Żwir powyżej wody gruntowej, pył, piasek i żwir poniżej wody gruntowej	Ił i pył powyżej wody gruntowej, ił poniżej wody gruntowej	C (B) w	4 (3)	-	Wiertnice wyposażone w urządzenie do wbijania np.: szarpak, młot, przystosowane do rurowania
13		NIE	Narzędzie wiertnicze	Cable percussion drilling Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym	Cable with valve auger Przewód wiertniczy z łyżką wiertniczą (szlamówką)	100-1000	Powyżej wody gruntowej	Żwir i piasek poniżej wody gruntowej	C (B)	5 (4)	Może być także używany do gruntów drobnoziarnistych po dodaniu wody	
14	Pneumatic/continuous thrust Wiercenie hydrauliczne/stałe wciskanie	NIE	Narzędzie wiertnicze	Small diameter pneumatic/continuous thrust drilling Wiercenie hydrauliczne/stałe wciskanie	Pneumatic/continuous thrust linkage, with tube sampler Próbnik rurowy połączony z wiertnicą hydrauliczną	30-80	Zagęszczone grunty gruboziarniste	Ił, pył, piasek drobny	C ^f	5	Tylko do niewielkich głębokości	Wciskarki hydrauliczne

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEN STOSOWANYCH W KRAJU
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody				
15	Grabbing Chwywanie	NIE	Narzędzie wiertnicze	Grab drilling Wiercenie chwywakowe	Cable with grab Przewód wiertniczy z chwyakiem	400-1500	Półzwarte, grunty drobnoziarniste, głązy o średnicy większej niż $D_e/2$	Żwir, otoczaki o średnicy mniejszej niż $D_e/2$, otoczaki	Powyżej wody: B Poniżej wody: C	4 5	-	Chwywak wiertniczy, w kraju rzadko stosowany
16	^a klasyczna lub wrzutowa rdzeniówka ^b przy użyciu techniki udarowej narzędzie wiertnicze jest wprowadzane w grunt za pomocą narzędzia udarowego. Przy użyciu techniki wbijanej narzędzie jest wprowadzane poprzez jego unoszenie i opuszczanie. ^c obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho jest używane w przypadku gdy pomiary wody gruntowej są najważniejszym celem wiercenia						^d D_e jest wewnętrzną średnicą narzędzia wiertniczego ^e Kategorie poboru próbek 1 klasy jakości w nawiasach mogą być osiągnięte tylko w szczególnie sprzyjających warunkach gruntowych, które należy uzasadnić. ^f Uzyskanie kategorii B jest możliwe w lekkich gruntach drobnoziarnistych. UWAGA 1 Wiercenie bezpośrednio na płuczkę nie zostało uwzględnione, ponieważ próbka w ten sposób uzyskana pozwala uzyskać próbki klasy gorszej niż 5 - w Polsce stosowane głównie dla otworów w celu pozyskania ciepła ziemi (pomp ciepła) UWAGA 2 Dla prób klasy A min. średnica próby powinna wynosić 80 mm UWAGA 3 Wiercenie na płuczkę uniemożliwia wykonywanie pomiarów wody gruntowej bez specjalnych zabiegów (instalacja piezometru, płukanie otworu wiertniczego itp.).					

Tabela 52 Techniki pobierania prób w skałach (wg PN-EN ISO 22475-1, przetłumaczone i zmodyfikowane)

Lp.	Metoda wiercenia			Sprzęt		Stosowalność	Próbki		Osiągnięte kategorie pobierania próbek ^b	Uwagi
	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic otworów ^a [mm]		Rdzenie ^a	Zwierciny		
1	NIE	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Rotary dry core drilling Wiercenie obrotowe na sucho	Single-tube corebarrel Rdzeniówka pojedyncza	70 ^c - 200	Skały średniej do wysokiej twardości	Miękkie, podatne na erozję, wrażliwe na wodę skały, wiercenie należy prowadzić krótkim krokiem	Brak	B(A)	Aby zapobiec przegrzewaniu się wiertła, krok wiercenia nie powinien przekraczać 0,5 m.
2	TAK	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Rotary core drilling Wiercenie obrotowe	Single-tube corebarrel Rdzeniówka pojedyncza	70 ^c - 200	Skały średniej do wysokiej twardości	Popękane, miękkie skały	Pozostałości na sicie i zawiesiny	B(A)	Płuczka może spowodować naruszenie rdzenia
3	TAK	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Rotary core drilling Wiercenie obrotowe	Double-tube corebarrel Rdzeniówka podwójna	70 ^c - 200	Skały podatne na erozję oraz wrażliwe na wodę.	Wszystkie typy skał	Pozostałości na sicie i zawiesiny	A(B)	-
4	TAK	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Rotary core drilling Wiercenie obrotowe	Triple-tube corebarrel Rdzeniówka potrójna	70 - 200	-	Wszystkie typy skał	Pozostałości na sicie i zawiesiny	A	-
5	TAK	Drilling tool attached to grill rods, with wireline extractable inner barrel Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi, z wysuwaną wewnętrzną rdzeniówką	Wireline core drilling Wiercenie linowym przewodem wiertniczym	Wireline corebarrel, or triple-tube corebarrel Rdzeniówka linowa lub potrójna	70 - 180	-	Wszystkie typy skał	Pozostałości na sicie i zawiesiny	A	-
6	TAK	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Open hole drilling Wiercenie otwarte	Solid bit, roller bit, DTTH Koronka, gryzer, młot	50 - 350	-	Brak	Pozostałości na sicie i zawiesiny	C	-

Lp.	Metoda wiercenia			Sprzęt		Stosowalność	Próbki		Osiągnięte kategorie pobierania próbek ^b	Uwagi
	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic otworów ^a [mm]		Rdzenie ^a	Zwierciny		
7	^a Zakresy uwzględniają konieczność użycia rur osłonowych ^b Kategorie poboru oraz klasy próbki mogą być uzyskane tylko w sprzyjających lub niesprzyjających warunkach gruntowych, co należy uzasadnić. ^c w niektórych skałach krystalicznych, minimalna średnica otworu (30 mm) może być wystarczająca do identyfikacji i opisu skał. DTTH Młot wbijany tzw. down-the-hole-hammer. UWAGA 1 Średnica próbki jest mniejsza dla tego samego otworu, gdy użyte zostały potrójne rdzeniówki zamiast pojedynczych. UWAGA 2 W skałach fliszowych zaleca się wykonywanie wierceń potrójną lub podwójną rdzeniówką.									

Załącznik 9.2 Ustalanie kategorii pobierania prób gruntów i skał oraz klasy jakości prób gruntów

Na podstawie tabeli (Tabela 53) należy ustalić klasy jakości prób gruntów pobieranych do badań laboratoryjnych biorąc pod uwagę wymagania rozdziałów 4, 6, 8.

Tabela 53 Możliwość wyznaczenia cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych na próbach gruntów w zależności od klasy jakości próby

Symbol	Jednostka	Parametr/cecha	Kategoria pobrania				
			A				
			B				C
			Klasa jakości				
1	2	3	4	5			
Parametry/cechy fizyczne							
w	[%]	wilgotność	Z	Z	Z	NZ	NZ
w _n	[%]	wilgotność naturalna	Z	Z	Z	NZ	NZ
w _P	[%]	wilgotność granicy plastyczności	Z	Z	Z	Z	NZ
S _r	[-]	stopień wilgotności	Z	Z	Z	NZ	NZ
w _L	[%]	wilgotność granicy płynności	Z	Z	Z	Z	NZ
w _s	[%]	wilgotność granicy skurczu	Z	Z	Z	Z	NZ
w _{opt}	[%]	wilgotność optymalna	Z	Z	Z	NZ	NZ
ρ	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa gruntu	Z	Z	NZ	NZ	NZ
ρ _s	[Mg/m ³]	gęstość właściwa gruntu	Z	Z	Z	NZ	NZ
ρ _d	[Mg/m ³]	gęstość szkieletu gruntowego	Z	Z	NZ	NZ	NZ
ρ _{dmax}	[Mg/m ³]	maksymalna gęstość szkieletu gruntowego	Z	Z	Z	NZ	NZ
γ	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu	Z	Z	NZ	NZ	NZ
γ _s	[kN/m ³]	ciężar właściwy gruntu	Z	Z	Z	NZ	NZ
γ _d	[kN/m ³]	ciężar szkieletu gruntowego	Z	Z	NZ	NZ	NZ
γ'	[kN/m ³]	efektywny ciężar objętościowy gruntu	Z	Z	NZ	NZ	NZ
γ _{sr}	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu przy pełnym nasyceniu	Z	Z	Z	NZ	NZ
n	[%]	porowatość	Z	Z	NZ	NZ	NZ
e	[-]	wskaźnik porowatości	Z	Z	NZ	NZ	NZ
e _{max}	[-]	wskaźnik porowatości przy minimalnym zagęszczeniu	Z	Z	NZ	NZ	NZ
e _{min}	[-]	wskaźnik porowatości przy maksymalnym zagęszczeniu	Z	Z	NZ	NZ	NZ
I _D	[-]	stopień zagęszczenia	Z	Z	Z	NZ	NZ
I _s	[-]	wskaźnik zagęszczenia	Z	Z	Z	NZ	NZ
I _L	[-]	stopień plastyczności	Z	Z	Z	NZ	NZ
I _P	[-]	wskaźnik plastyczności	Z	Z	Z	NZ	NZ
I _c	[-]	wskaźnik konsystencji	Z	Z	Z	NZ	NZ
f _n	[%]	zawartość frakcji: kamienistej (fk), żwirowej (fz), piaskowej (fp), pyłowej (fπ), iłowej (fi)	Z	Z	Z	Z	NZ
C _u (U)	[-]	wskaźnik jednorodności, wskaźnik jednorodności uziarnienia	Z	Z	Z	Z	NZ
C _c (C)	[-]	wskaźnik krzywizny	Z	Z	Z	Z	NZ
SE (WP)	[%]	wskaźnik piaskowy	Z	Z	Z	Z	NZ
D	[%]	dyspersyjność	Z	Z	Z	Z	NZ
od D do ND	[-]	kategoria dyspersji	Z	Z	Z	Z	NZ
F _H	[mm]	mrozoodporność	Z	Z	Z	Z	NZ
A	[-]	aktywność	Z	Z	Z	NZ	NZ
ρ _e	[Ωm]	opór właściwy	Z	Z	Z	NZ	NZ
Parametry/cechy chemiczne							
C _{om} (I _{OM})	[%]	zawartość części organicznych	Z	Z	Z	Z	NZ
I _z	[%]	straty masy przy prażeniu	Z	Z	Z	Z	NZ
C _{CaCO3}	[%]	zawartość węglanów	Z	Z	Z	Z	NZ
C _{SO4²⁻} , C _{SO3²⁻}	[%]	zawartość siarczanów	Z	Z	Z	Z	NZ
C _{Cl⁻}	[%]	zawartość chlorków	Z	Z	Z	Z	NZ

Symbol	Jednostka	Parametr/cecha	Kategoria pobrania				
			A				
			B				C
			Klasa jakości				
1	2	3	4	5			
pH	[-]	pH	Z	Z	Z	Z	NZ
Stan i historia naprężenia							
σ_0	[kPa]	pionowe naprężenie <i>in situ</i>	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_{v0}	[kPa]	pionowe naprężenie efektywne <i>in situ</i>	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
σ_{h0}	[kPa]	poziome naprężenie <i>in situ</i>	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_{h0}	[kPa]	poziome naprężenie efektywne <i>in situ</i>	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
τ	[kPa]	naprężenie ścinające	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ_n	[kPa]	naprężenie normalne	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
u_0	[kPa]	ciśnienie wody w porach gruntu <i>in situ</i>	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
K_0	[-]	współczynnik parcia gruntu w spoczynku	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_p	[kPa]	naprężenie prekonsolidacji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
OCR	[-]	współczynnik prekonsolidacji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy wytrzymałościowe							
q_u	[kPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c_u	[kPa]	wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
φ	[°]	kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c	[kPa]	spójność całkowita	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c'	[kPa]	spójność efektywna	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
τ_f	[kPa]	wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
τ_{fR}	[kPa]	rezydualna wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
φ'_R	[°]	rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_R	[kPa]	rezydualna spójność efektywna	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
S_t	[-]	wrażliwość gruntu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
Ψ	[°]	kąt dylatacji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
I_{CBR} (CBR)	[-]	kalifornijski wskaźnik nośności	Z	Z	Z	Z	NZ
Parametry/cechy odkształceniowe							
ε	[-]	odkształcenie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
ε_v	[-]	odkształcenie pionowe	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E_{oed}	[kPa]	moduł edometryczny	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
M_0	[kPa]	edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (przedziały naprężeń)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
M	[kPa]	edometryczny moduł ścisłości wtórnej (przedziały naprężeń)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
m_v	[1/kPa]	współczynnik ścisłości objętościowej	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c_v	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (pionowej)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c_h	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (poziomej)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
C_c	[-]	wskaźnik ścisłości (pierwotnej)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
C_r	[-]	wskaźnik ścisłości (wtórnej)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
$C_{\alpha e}$	[-]	współczynnik ścisłości wtórnej od e	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
$C_{\alpha \varepsilon}$	[-]	współczynnik ścisłości wtórnej od ε	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
C_s	[-]	wskaźnik odprężenia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
L_s	[%]	skurcz liniowy	Z	Z	Z	Z	NZ
e_p (V_p)	[%]	wskaźnik pęcznienia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_s (P_c)	[kPa]	ciśnienie pęcznienia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
TE	[%]	całkowite pęcznienie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
S	[%]	potencjał pęcznienia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
FS (FS_{HG})	[%]	pęcznienie swobodne	Z	Z	Z	Z	NZ
El	[-]	wskaźnik ekspansji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
ε_s	[%]	odkształcenie pęcznienia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
ε_{sh}	[%]	odkształcenie skurczu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ	[kPa]	ciśnienie ssania (matrycowe)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
h	[kPa]	ciśnienie ssania (całkowite)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
I_{mp}	[-]	wskaźnik osiadania zapadowego	Z	NZ	NZ	NZ	NZ

Symbol	Jednostka	Parametr/cecha	Kategoria pobrania				
			A				
			B			C	
			Klasa jakości				
1	2	3	4	5			
E	[MPa]	moduł Younga (odkształcenia)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E'	[MPa]	moduł Younga w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E _u	[MPa]	moduł Younga w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E' ₀ , E' _{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł sprężystości Younga w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E _{0u} , E _{maxu}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł Younga w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E' ₅₀	[MPa]	moduł Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E _{u50}	[MPa]	moduł sprężystości Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E' _{ur}	[MPa]	moduł Younga dla odprężenia-powtórne obciążenia w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E _{ur}	[MPa]	moduł Younga dla odprężenia-powtórne obciążenia w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
G	[MPa]	moduł ścinania (moduł odkształcenia postaciowego)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
G'	[MPa]	moduł ścinania w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
G _u	[MPa]	moduł ścinania w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
G ₀ , G _{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
ν	[-]	współczynnik Poissona	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy filtracyjne							
k	[m/s]	współczynnik filtracji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
k _v	[m/s]	współczynnik filtracji pionowej	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
k _h	[m/s]	współczynnik filtracji poziomej	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
H _{kb}	[cm]	kapilarność bierna	Z	Z	Z	Z	NZ
H _{kc}	[cm]	kapilarność czynna	Z	Z	Z	Z	NZ
Parametry/cechy akustyczne							
V _p	[m/s]	prędkość fali podłużnej	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
V _s	[m/s]	prędkość fali poprzecznej	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
V _r	[m/s]	prędkość fali powierzchniowej	Z	NZ	NZ	NZ	NZ

Z – zalecane (przydatne), NZ – niezalecane (nieprzydatne)

Na podstawie tabeli (Tabela 54) należy ustalić kategorie prób skał pobieranych do badań laboratoryjnych biorąc pod uwagę wymagania rozdziałów 4, 6, 7, 8.

Tabela 54 Możliwość wyznaczenia cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych na próbach skał w zależności od kategorii pobierania

Symbol	Jednostka	Parametr/cecha	Kategoria pobrania		
			A	B	C
Parametry/cechy fizyczne					
w	[%]	wilgotność skały	Z	Z	NZ
w _{ch}	[%]	współczynnik wodochłonności	Z	Z	NZ
q	[dm ³ /min/0,01MPa/m]	wodochłonność jednostkowa	Z	Z	NZ
K _w	[-]	wskaźnik nasycenia	Z	Z	NZ
ρ _o	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa skały	Z	NZ	NZ
ρ _s	[Mg/m ³]	gęstość właściwa skały	Z	Z	NZ
γ _o	[kN/m ³]	ciężar objętościowy skały	Z	NZ	NZ
γ _s	[kN/m ³]	ciężar właściwy skały	Z	Z	NZ
n _p	[%]	współczynnik porowatości całkowitej	Z	NZ	NZ
n _{pw}	[%]	współczynnik porowatości względnej	Z	NZ	NZ
I _D (R _w)	[%]	wskaźnik rozmywalności	Z	Z	NZ
S	[%]	ubytek masy próbki pomiędzy masą przed zamrożeniem i po ostatnim cyklu odmrózenia	Z	NZ	NZ

Symbol	Jednostka	Parametr/cecha	Kategoria pobrania		
			A	B	C
w_m	[%]	współczynnik odporności na zamarzanie	Z	NZ	NZ
od A do H	[-]	klasyfikacja Skutty (Kidybiński, 1982) - rozmakalność	Z	Z	NZ
r	[%]	wskaźnik rozmakalności	Z	Z	NZ
w (n_w)	[%]	nasiąkliwość	Z	NZ	NZ
A_b	[%]	nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym	Z	NZ	NZ
ρ_e	[Ωm]	elektryczny opór właściwy skał	Z	Z	NZ
Stan naprężenia					
σ_{v0}	[MPa]	pionowe naprężenie <i>in situ</i>	NZ	NZ	NZ
σ_{h0}	[MPa]	poziome naprężenie <i>in situ</i>	NZ	NZ	NZ
τ	[MPa]	naprężenie ścinające	NZ	NZ	NZ
σ_n	[MPa]	naprężenie normalne	NZ	NZ	NZ
σ_t	[MPa]	naprężenie rozciągające	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy wytrzymałościowe					
σ_c (R_c)	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	Z	NZ	NZ
σ_c^\wedge (R_c^\wedge)	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku prostopadłym do uwarstwienia	Z	NZ	NZ
$\sigma_{c\parallel}$ ($R_{c\parallel}$)	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku równoległym do uwarstwienia	Z	NZ	NZ
K_a (A)	[-]	wskaźnik anizotropii wytrzymałości	Z	NZ	NZ
I_{s50}	[MPa]	wskaźnik wytrzymałości punktowej	Z	Z	NZ
σ_t (R_t)	[MPa]	wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ
σ_{tmax} (R_{tmax})	[MPa]	maksymalna wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ
σ_{tR} (R_{tR})	[MPa]	rezydualna wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ
φ	[°]	kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ
φ'_R	[°]	rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ
c	[kPa]	spójność całkowita	Z	NZ	NZ
c'	[kPa]	spójność efektywna	Z	NZ	NZ
c'_R	[kPa]	rezydualna spójność efektywna	Z	NZ	NZ
σ_T (σ_t, R_t)	[MPa]	wytrzymałość na rozciąganie	Z	NZ	NZ
σ_g (R_g)	[MPa]	wytrzymałość na zginanie	Z	NZ	NZ
σ_{tc} (R_{tc})	[MPa]	wytrzymałość na trójosiowe ściskanie	Z	NZ	NZ
Parametry/cechy odkształceniowe					
w_{cp}	[N/m ²]	wskaźnik ciśnienia pęcznienia	Z	NZ	NZ
w_{op}	[-]	wskaźnik odkształcenia pęcznienia	Z	NZ	NZ
ϵ_{px}	[%]	odkształcenie pęcznienia	Z	NZ	NZ
E (E_s)	[MPa]	moduł sprężystości (Younga) (statyczny moduł sprężystości (Younga), moduł odkształcenia sprężystego (Younga))	Z	NZ	NZ
ν (ν_s)	[-]	współczynnik Poissona (statyczny współczynnik Poissona)	Z	NZ	NZ
G (G_s)	[MPa]	moduł ścinania (odkształcenia postaciowego) (statyczny moduł ścinania)	Z	NZ	NZ
K (K_s)	[MPa]	moduł odkształcenia objętościowego (statyczny moduł odkształcenia objętościowego)	Z	NZ	NZ
E_d	[MPa]	dynamiczny moduł sprężystości (Younga)	Z	NZ	NZ
ν_d	[-]	dynamiczny współczynnik Poissona	Z	NZ	NZ
G_d	[MPa]	dynamiczny moduł ścinania (odkształcenia postaciowego)	Z	NZ	NZ
K_d	[MPa]	dynamiczny moduł odkształcenia objętościowego	Z	NZ	NZ
Parametry/cechy filtracyjne					
k_p	[D]	współczynnik przepuszczalności	Z	NZ	NZ
k_f	[m/s]	współczynnik wodoprzepuszczalności (filtracji)	Z	NZ	NZ
Parametry/cechy akustyczne					
V_p	[m/s]	prędkość fali podłużnej	Z	NZ	NZ
V_s	[m/s]	prędkość fali poprzecznej	Z	NZ	NZ
V_r	[m/s]	prędkość fali powierzchniowej	Z	NZ	NZ

Z – zalecane (przydatne), NZ – niezalecane

Załącznik 9.3 Zalecenia dobierania próbników do pobierania prób gruntów

Rodzaj próbnika do pobierania prób gruntów należy dobierać zgodnie z tabelą (Tabela 55).

Tabela 55 Rodzaje próbników (wg PN-EN ISO 22475-1, przetłumaczone i zmodyfikowane)

Lp.	Rodzaj próbnika ^b	Rekomendowane wymiary próby		Technika wprowadzania próbnika	Zastosowania i ograniczenia		Kategoria poboru ^a	Możliwe klasy jakości ^a
		Średnica mm	Długość mm		Ograniczenia	Zastosowanie		
1	Thin-walled Cienkościenne (OS-T/W)	70-120	250 do 1 000	statyczne lub dynamiczne	żwir, piasek luźny poniżej powierzchni wody, półzwarne grunty drobnoziarniste, w tym duże otoczaki	grunty drobnoziarniste i organiczne twardoplastyczne lub plastyczne	A	1
						średniozagęszczony piasek poniżej wody gruntowej	B (A)	3 (2)
						grunty drobnoziarniste i organiczne twardoplastyczne lub plastyczne	A	2 (1)
2	Thick-walled Grubościenne (OS-TK/W)	>100	250 do 1 000	dynamiczne	żwir, piasek pod powierzchnią wody, drobnoziarniste i organiczne, w tym duże otoczaki	grunty drobnoziarniste i organiczne twardoplastyczne lub plastyczne z domieszką grubych ziarn	B (A)	3 (2)
3	Thin-walled Cienkościenne (PS-T/W)	50-100	600 800	statyczne	żwir, bardzo luźne i zagęszczone piaski, drobnoziarniste i organiczne, w tym duże otoczaki	drobnoziarniste i organiczne grunty w stanie twardoplastycznym i plastycznym oraz grunty wrażliwe	A	1
						piasek nad wodą gruntową	B	3
4	Thick-walled Grubościenne (PS-TK/W)	50-100	600 do 1 000	statyczne	żwir, piasek pod powierzchnią wody, drobnoziarniste i organiczne, w tym duże otoczaki	drobnoziarniste i organiczne grunty w stanie twardoplastycznym i plastycznym oraz grunty wrażliwe	B (A)	2 (1)
5	Cylinder Cylindry (LS)	250	350	obracanie statyczne	piasek	gliny, pyły	A	1
6	Cylinder Cylindry (S-SPT)	35	450	dynamiczne	gruboziarnisty żwir, bloki	piaski, pyły, ły	B	4
7	Window Okienkowe	44-98	1 albo 3 000 500	statyczne lub dynamiczne	piasek, żwir	pyły, ły	C	5
8	<p>^a Kategorie poboru oraz klasy próbki mogą być uzyskane tylko w sprzyjających warunkach gruntowych, co należy uzasadnić.</p> <p>^b OS-T/W cienkościenne, rurowe próbniki otwarte OS-TK/W grubościenne, rurowe próbniki otwarte PS-T/W cienkościenne próbniki tłokowe PS-TK/W grubościenne próbniki tłokowe LS próbniki wielkoskalowe S-SPT SPT (standard penetration test) próbniki SPT</p>							

Załącznik 10 Makroskopowe oznaczanie gruntów, skał i zwietrzelin

Załącznik 10.1 Makroskopowe oznaczanie gruntów

Przed rozpoczęciem makroskopowego oznaczania gruntów należy zapoznać się z ogólnymi zasadami podanymi w rozdziale 5.5.

Podział gruntów według aktualnych i wycofanych norm zawierają: Załącznik 15.3.4, Załącznik 15.3.5, Załącznik 15.3.3.

Załącznik 10.1.1 Makroskopowe oznaczanie gruntów na podstawie aktualnych norm klasyfikacyjnych

Wykonując makroskopowe oznaczanie gruntów na podstawie aktualnych norm klasyfikacyjnych należy:

- określić rodzaj gruntu (Tabela 56),

Tabela 56 Określenie rodzaju gruntu wg PN-EN ISO 14688-1

L.p.	Oznaczenie gruntu	Metoda oznaczenia	Opis
1	Ustalić rodzaj gruntu	Grunt powstał w wyniku procesów naturalnych	TAK – grunt naturalny NIE – grunt antropogeniczny
2	Ustalić rodzaj gruntu naturalnego	Grunt zawiera substancję organiczną i niską gęstość	TAK – grunt organiczny NIE – grunt mineralny

- w przypadku gruntu mineralnego przeprowadzić identyfikację i opis uwzględniając informacje podane w tabeli (Tabela 57),

Tabela 57 Identyfikacja i opis gruntów mineralnych wg PN-EN ISO 14688-1

L.p.	Oznaczenie gruntu	Metoda oznaczenia	Opis/Uwagi
1	Ustalić grupę gruntu mineralnego	Usunięte z gruntu mineralnego głązy i kamienie (cząstki o średnicy >63 mm) ważą więcej niż pozostały grunt	TAK – grunt bardzo gruboziarnisty NIE – grunt gruboziarnisty lub drobnoziarnisty
		Grunt mineralny lepi się, kiedy jest wilgotny i naruszony?	TAK – grunt drobnoziarnisty NIE – grunt gruboziarnisty
2	Ustalić i opisać frakcję podstawową decydującą o właściwościach inżynierskich gruntów	W masie gruntu bardzo grubo ziarnistego przeważają cząstki o średnicach > 200 mm	TAK - Głazy (Bo) NIE - Kamienie (Co)
3		W masie gruntu gruboziarnistego przeważają cząstki o średnicach w przedziale <63 mm - >2 mm	TAK - Żwir (Gr) NIE - Piasek (Sa)
4		Grunt drobnoziarnisty wykazuje plastyczność, dylatancje, jedwabisty dotyk, rozpad w wodzie, szybkie schnięcie	TAK - Pył (Si) NIE - Il (Cl)
5	Ustalić i opisać frakcję drugorzędą	Frakcja, która ma wpływ na właściwości inżynierskie gruntów np.: sprawdzić proporcje masy frakcji grubych w stosunku do masy pozostałych frakcji	Każda dowolna kombinacja: bo, co, gr, sa, si, cl, or, umieszczona przed symbolem frakcji podstawowej opisana jako przymiotnik
6	Ustalić i opisać frakcję trzeciorzędą	Frakcja, która ma znaczenie w celu ustalenia pochodzenia gruntu, nie wpływa na zachowanie gruntu	Np.; fragmenty muszelek, ziarna glaukonitu, kongregacje siarczków żelaza, wapieni i inne
7	Ustalić plastyczność	Przeprowadzić testy i ocenić: dylatancję, wytrzymałość, plastyczność, wytrzymałość w stanie suchym, zapach, zachowanie w powietrzu, zachowanie w wodzie, spójność, wilgotność	Patrz L.p. 14 - 22
8	Ustalić i opisać zawartość substancji organicznej w gruncie mineralnym	Ocenić kolor gruntu i jego zmiany w stanie wilgotnym i suchym	
9	Ustalić pochodzenie osadu	Ustalić i opisać środowisko pochodzenia (geneza)	Oznaczenie wg załącznika (Załącznik 15.3.2)
10		Podać wiek geologiczny (stratygrafia)	Oznaczenie wg załącznika (Załącznik 15.3.1)

Lp.	Oznaczenie gruntu	Metoda oznaczenia	Opis/Uwagi		
11	Opisać właściwości gruntu	Opisać kształt cząstek	Opisać kształt i charakter powierzchni cząstek, ustalić stopień zaokrąglenia krawędzi	Dotyczy tylko ziaren Bo, Co, Gr	
12		Opisać wytrzymałość cząstek	Opisać wytrzymałość cząstek bardzo gruboziarnistych wg PN-EN ISO 14689	Dotyczy tylko ziaren Bo, Co	
13		Opisać skład mineralny	Podać nazwę minerałów z których zbudowane są cząstki	Tylko dla ziaren (dla gruntów gruboziarnistych)	
14		Opisać zawartość cząstek drobnych	Dylatacja		
15			Wytrzymałość		
16			Plastyczność		
17			Wytrzymałość w stanie suchym		
18			Zapach		
19			Zachowanie w powietrzu		
20			Zachowanie w wodzie		
21			Spójność		
22			Wilgotność		Na podstawie normy PN-B-04481
23		Opisać konsystencje	Ocenić zachowanie się gruntu pod wpływem nacisku, wałeczkowania itd.	Dotyczy gruntów drobnoziarnistych	
24		Opisać kolor	Podać kolor podstawowy, zabarwienie i odcień na świeżej powierzchni gruntu w dobrym świetle lub zastosować specjalne wzorniki	Pierwszy element koloru określa odcień drugi barwę podstawową np.: żółtoczerwony. Do oznaczenia barwy można dodać informację o intensywności koloru stosując przymiotnik jasny, ciemny np.: jasnozielona, jasnożółto-brązowa. W przypadku, gdy grunt charakteryzuje się dwiema barwami jednocześnie to wtedy zapisujemy kolor z myślnikiem żółto-czerwony	
25	Opisać przewarstwienia i nieciągłości	Opisać warstwowanie	Ustalić grubości lamin i przewarstwień		
26		Opisać nieciągłości	Ustalić genezę nieciągłości, opisać charakter powierzchni i rozstaw nieciągłości		
27		Opisać grunty warstwowe i przemieszane	Opisać każdą warstwę		
28	Ustalić czy grunt mineralny posiada inne cechy	Grunt zawiera w znaczącej proporcji węglan wapnia		Grunt węglanowy	
29		Grunt czarny lub szaroczarny, niezawierający substancji organicznej lub zawierający substancję organiczną w bardzo małej ilości, powstający w środowisku redukcyjnym (bez dostępu tlenu)		Grunt siarczkowy	
30		Grunt zawiera cząstki wulkaniczne np.: pumeks, żużel, szkliwo wulkaniczne, pył, lapille, bloki, bomby		Grunt wulkaniczny	
31		Grunt zawiera od 50% do 90% cząstek pyłu		Grunt lessowy	
32		Grunt powstały w warunkach oddziaływania lodowca		Grunt lodowcowy	

- w przypadku gruntów organicznych przeprowadzić identyfikację i opis uwzględniając informacje podane w tabeli (Tabela 58),

Tabela 58 Identyfikacja i opis gruntów organicznych wg PN-EN ISO 14688-1

L.p.	Oznaczenie gruntu	Metoda oznaczenia	Opis/Uwagi	
1	Ustalić frakcję podstawową gruntu organicznego	Torf		
		Gytia		
		Dy		
		Powierzchniowa warstwa gleby		
2	Ustalić i opisać frakcję drugorzędą	Frakcja, która ma wpływ na właściwości inżynierskie gruntów	Każda dowolna kombinacja: bo, co, gr, sa, si, cl, umieszczona przed symbolem frakcji podstawowej opisana jako przymiotnik	
3	Ustalić i opisać frakcję trzeciorzędą	Frakcja, która ma znaczenie w celu ustalenia pochodzenia gruntu, nie wpływa na zachowanie gruntu	Np.; fragmenty muszelek, ziarna glaukonitu, конкреcje siarczków żelaza, wapieni i inne	
4	Ustalić i opisać zawartość substancji organicznej	Ocenić kolor gruntu i jego zmiany w stanie wilgotnym i suchym		
5	Ustalić pochodzenie osadu	Ustalić i opisać środowisko pochodzenia (geneza)	Oznaczenie wg załącznika (Załącznik 15.3.2)	
6		Podać wiek geologiczny (stratygrafia)	Oznaczenie wg załącznika (Załącznik 15.3.1)	
7	Opisać właściwości gruntu	Opisać kolor	Podać kolor podstawowy, zabarwienie i odcień na świeżej powierzchni gruntu w dobrym świetle lub zastosować specjalne wzorniki	Pierwszy element koloru określa odcień drugi barwę podstawową np.: żółtoczerwony. Do oznaczenia barwy można dodać informację o intensywności koloru stosując przymiotnik jasny, ciemny np.: jasnozielona, jasnożółto-brązowa. W przypadku, gdy grunt charakteryzuje się dwiema barwami jednocześnie to wtedy zapisujemy kolor z myślnikiem żółto-czerwony
8		Opisać i ustalić stopień rozłożenia torfu	Przeprowadzić test ściskania mokrej próbki gruntu w dłoni	
9	Opisać przewarstwienia i nieciągłości	Opisać warstwowanie	Ustalić grubości lamin i przewarstwień	
10		Opisać nieciągłości	Ustalić genezę nieciągłości, opisać charakter powierzchni i rozstaw nieciągłości	
11		Opisać grunty warstwowe i przemieszane	Opisać każdą warstwę	

- w przypadku gruntów antropogenicznych przeprowadzić identyfikację i opis uwzględniając informacje podane w tabeli (Tabela 59).

Tabela 59 Identyfikacja i opis gruntów antropogenicznych wg PN-EN ISO 14688-1

L.p.	Oznaczenie gruntu	Metoda oznaczenia	Opis/Uwagi
1	Ustalić sposób umieszczenia gruntu antropogenicznego	Grunt umieszczony pod kontrolą	Nasyp budowlany
2		Grunt umieszczony bez kontroli	Grunt odtworzony
3	Ustalić rodzaj materiału z jakiego powstał grunt antropogeniczny	Grunt antropogeniczny zbudowany z gruntu naturalnego	Opis wykonać jak dla gruntów naturalnych.
4		Grunt antropogeniczny zbudowany z materiałów sztucznych	
5	Wykonać opis jak dla gruntów naturalnych (Tabela 57, Tabela 58)	Zwrócić uwagę na zawartość plastiku, papieru, metalu, szkła, cegieł, dachówek, płytek ceramicznych, żużlu itp.	<p>Jeśli nie jest możliwe wykonanie opisu jak dla gruntów naturalnych sporządzić listę cech gruntu i je opisać np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ pochodzenie materiału, ✓ obecność dużych obiektów np.: bloki betonowe, fragmenty muru, ✓ obecność pustek, obiektów ulegających łatwemu zniszczeniu, ✓ obecność chemicznych i/lub niebezpiecznych odpadów, substancji ✓ obecność substancji organicznej i jej stopień rozkładu, ✓ nieprzyjemny zapach, ✓ uderzające odcienie kolorów, ✓ czytelne napisy na obiektach, ✓ oznaki zwiększonej temperatury lub spalania, ✓ zmienność i sposób rozmieszczenia ✓ inne

Załącznik 10. 1. 2 Makroskopowe oznaczanie gruntów na podstawie wycofanych norm klasyfikacyjnych

W tabeli (Tabela 60) podano czynności, które należy wykonać oznaczając gruntów w badaniach makroskopowych na podstawie normy wg PN-B-04481.

Tabela 60 Oznaczenia gruntów oraz opis badania właściwości gruntów metodą makroskopową wg PN-B-04481

L.p.	Oznaczenie gruntu		Opis badania	Uwagi
1	Oznaczenie rodzaju gruntu	Wstępne ustalenie spoiwości	Zachowanie próbki po wyschnięciu do stanu powietrznosuchego	Podział na grunt spoiisty, niespoiisty
		Oznaczenie rodzaju gruntu spoiwego	Próba wałeczkania Próba rozcierania w wodzie Próba rozmakania	Ustalenie rodzaju i nazwy gruntu spoiwego
		Uzupełniający opis gruntu spoiwego	Opis przewarstwień, domieszek, zanieczyszczeń, oraz nazwą genetyczną, geologiczną, lokalną oraz składu mineralnego	Uszczegółowieni opisu gruntu spoiwego
		Przybliżone oznaczenie rodzaju gruntu niespoiwego	Makroskopowe określenie wielkości i zawartości ziaren poszczególnych frakcji	Ustalenie nazwy gruntu niespoiwego
2	Oznaczenie stanu gruntu spoiwych		Próba wałeczkania	Określana dla gruntów spoiwych
3	Oznaczenie wilgotności		Ustalana na podstawie określonych kryteriów zachowania próbki	Określana dla gruntów spoiwych i niespoiwych

Lp.	Oznaczenie gruntu	Opis badania	Uwagi
4	Oznaczanie barwy gruntu	Ocena subiektywna na świeżej powierzchni za pomocą specjalnych wzorników lub stosując kombinacje podstawowych kolorów: biały, żółty, niebieski, zielony, czerwony, brązowy, szary, czarny. Pierwszy element oznaczenia barwy określa odcień drugi barwę podstawową np.: żółto-czerwony. Do oznaczenia barwy można dodać informację o intensywności koloru stosując przymiotnik jasny, ciemny np.: barwa jasnozielona, jasnożółto-brązowa itp.	Określana dla gruntów spoistych i niespoistych
5	Oznaczanie klasy zawartości węglanów	Reakcja gruntu z 20% kwasem solnym (HCl)	Określana dla gruntów spoistych i niespoistych

W przypadku oznaczania gruntów antropogenicznych wykorzystuje się te same metody jak dla gruntów naturalnych stosując w opisie symbol NN lub NB po którym w nawiasie wskazany jest symbol jak dla gruntu naturalnego lub symbol A w przypadku materiału nienaturalnego np.: NN(Pd), NN(A). Opis gruntów antropogenicznych wykonuje się jak dla gruntów naturalnych. Dodatkowo w opisie gruntów antropogenicznych, które nie zawierają lub zawierają bardzo mało naturalnego materiału, stosuje się następującą zasadę: podaje się nazwę gruntu, następnie wstawia słowo *odpowiadający* i podaje opis rodzaju gruntu naturalnego, któremu odpowiada grunt antropogeniczny np.: popiół odpowiadający pyłowi piaszczystemu, NN(A).

Dla gruntów organicznych zaleca się stosować symbol gruntu organicznego, po którym w nawiasie umieszcza się symbol gruntu spoistego lub niespoistego, któremu odpowiada grunt organiczny np.: Nmg(G). Opis gruntów organicznych wykonuje się jak dla gruntów naturalnych (rodzimych mineralnych). W opisie gruntów organicznych stosuje się następującą zasadę: podaje się nazwę gruntu organicznego zgodnie z PN-B-02480 następnie wstawia się słowo *odpowiadający* i dodaje opis rodzaju gruntu spoistego lub niespoistego, któremu odpowiada grunt organiczny np.: namuł gliniasty odpowiadający glinie. W opisie gruntów organicznych podaje się informację na temat zawartości, rodzaju i stopnia rozłożenia substancji organicznej.

Przy opisie każdego gruntu wymaga się podania genezy. Do oznaczenia genezy wykorzystuje się informacje podane w załączniku (Załącznik 15. 3. 2).

Załącznik 10. 2 Makroskopowe oznaczanie skał i zwietrzelin

Przed rozpoczęciem makroskopowego oznaczania skał, materiału skalnego, masywu skalnego oraz zwietrzelin należy zapoznać się z ogólnymi zasadami podanymi w rozdziale 5.5.

Szczegółowe informacje dotyczące oceny masywu skalnego znajdują się w rozdziale 7.

Należy wziąć pod uwagę, że zwietrzeliny są pojęciem genetycznym i odpowiadają różnym rodzajom skał i gruntów. Skały i grunty, które zalicza się do zwietrzelin oznacza się zgodnie z normami klasyfikacyjnymi jak dla gruntów i skał oraz przyporządkowuje do strefy w profilu wietrzeniowym (Tabela 61).

Tabela 61 Strefy (warstwy) profilu wietrzeniowego wraz z opisem i kryteriami wydzielenia (na podstawie Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018, PN-EN ISO 14689)

Granica skała/grunt	Nazwa strefy/ numer strefy Stopień zwietrzenia R_w [%] Współczynnik redukcji wytrzymałości WRW	Kryteria wydzielenia warstw w profilu wietrzeniowym	Charakterystyka właściwości geologiczno – inżynierskich/geotechnicznych
grunt	Strefa VI Grunt rezydualny $R_w = 100\%$ WRW 0,001 – 0,005	Skała w wyniku wietrzenia uległa przekształceniu w grunt. Struktura i tekstura uległa zniszczeniu. Nastąpiły duże zmiany w objętości. Grunt nie uległ przemieszczeniu. Obserwuje się humus i korzenie. Nastąpiły bardzo duże zmiany w objętości. Próbka gruntu rozmaka pod wpływem wody. Brak okruchów skały.	Grunty problematyczne. Bezpośrednie posadowienie może być trudne. Ściany skarp wykopów są niestateczne po usunięciu pokrywy roślinnej, podatne na erozję, konieczne zabezpieczenie. Wymagane dodatkowe badanie w przypadku zastosowania do wbudowania w nasyp.
grunt	Strefa V Skały bardzo silnie zwietrzałe $R_w > 75\%$ WRW 0,005 – 0,01	Skała w wyniku wietrzenia uległa rozkładowi i rozpadowi lub przekształceniu w grunt. Struktura i tekstura nie uległa zniszczeniu. Nastąpiły duże zmiany w objętości. Próbka gruntu rozmaka pod wpływem wody. Obserwuje się 25% okruchów skały i 75 % gruntu. Okruchy skały są zaokrąglone.	Roboty ziemne i wykopy prowadzone mogą być bez użycia środków strzałowych. Bezpośrednie posadowienie jest możliwe. Skarpy wykopów o dużym nachyleniu są niestateczne. Wymagana jest ochrona przed erozją. Podatne na powstawanie nowych szczeliny. Mogą być wbudowane w nasyp.
skała	Strefa IV Skała silnie zwietrzała $R_w = 35 - 75\%$ WRW 0,01 – 0,05	Ponad połowa skały uległa rozkładowi lub rozpadowi w grunt. Fragmenty świeżej skały macierzystej nie występują w sposób ciągły. Próbka gruntu nie rozmaka pod wpływem wody. Obserwuje się mniej niż 50% okruchów skały i więcej niż 50 % gruntu. Okruchy skały są lekko zaokrąglone. Podłoże budowlane daje się rozkopać za pomocą szpadła lub młotka.	Jak w strefie V. Problemy stwarzają różnej wielkości okruchy/bloki skały nierównomiernie rozłożone w podłożu budowlanym.
skała	Strefa III Skały umiarkowanie zwietrzałe $R_w = 10-35\%$ WRW 0,05 – 0,25	Mniej niż połowa skały uległa rozkładowi lub rozpadowi w grunt. Obserwuje się więcej niż 50% okruchów skały i mniej niż 50 % gruntu. Okruchy skały są ostrokrawędziste. Fragmenty świeżej skały macierzystej występują w sposób ciągły. Podłoże budowlane nie daje się rozkopać za pomocą szpadła lub młotka.	Roboty ziemne i wykopy mogą być utrudnione, ale nie wymagają jeszcze użycia środków strzałowych. Bezpośrednie posadowienie jest możliwe. Stateczność skarp wykopów zależy od cech strukturalnych podłoża budowlanego, w szczególności ułożenia spękań. Mogą być wbudowane w nasyp.
skała	Strefa II Skała słabo zwietrzała $R_w = 0 - 10\%$ WRW 0,25 – 1,0	Przebarwienia lub całkowite odbarwienie skały oraz powierzchni nieciągłości wskazują na rozpoczęcie procesów wietrzenia. Grunt jest praktycznie niewidoczny.	Do urabiania wymagane są środki strzałowe. Bezpośrednie posadowienie zalecane. Skarpy wykopów stateczne. Możliwe szybkie przemieszczanie się wody, ze względu na obecność szczelin, które nie są wypełnione gruntem, dlatego bardziej przepuszczalna niż strefy I i III.
skała	Strefa I Skała macierzysta $R_w = 0\%$	Możliwe przebarwienia powierzchni nieciągłości. Brak widocznych śladów wietrzenia. Całkowity brak gruntu.	Do urabiania wymagane są środki strzałowe. Bezpośrednie posadowienie zalecane. Skarpy wykopów stateczne. Odbarwienie wskazuje na przesączanie się wód wzdłuż szczelin. Poszczególne bloki skalne mogą ulegać przemieszczeniu w wyniku robót strzałowych lub/i odprężenia.
<p>R_w – stopień zwietrzenia określony, jako procentowy udział gruntu rezydualnego do okruchów skały macierzystej, WRW – współczynnik redukcji wytrzymałości wyrażony, jako stosunek wytrzymałości na ściskanie skały zwietrzałej do wytrzymałości skały niezwieterzałej ($WRW = R_c \text{ zwietrzaliny} / R_c \text{ skały}$).</p>			

Podczas makroskopowego oznaczania skał, materiału skalnego, masywu skalnego oraz zwietrzelin należy uwzględnić szczegółowe zalecenia i wytyczne podane poniżej.

Załącznik 10. 2. 1 Makroskopowe oznaczanie skał na podstawie aktualnych norm klasyfikacyjnych

Wykonując makroskopowe oznaczanie skał na podstawie aktualnych norm klasyfikacyjnych należy rozróżnić:

- skałę - naturalnie występujące nagromadzenie lub zbiór ziaren mineralnych, kryształów lub cząstek mineralnych zagęszczonych, scementowanych lub w inny sposób powiązanych ze sobą, których nie można zdeintegrować w wodzie za pomocą rąk. Skała posiada generalnie większą wytrzymałość niż grunt,
- materiał skalny – nienaruszona skała między nieciągłościami,
- masyw skalny - skała *in situ* wraz z nieciągłościami i strefami wietrzenia,

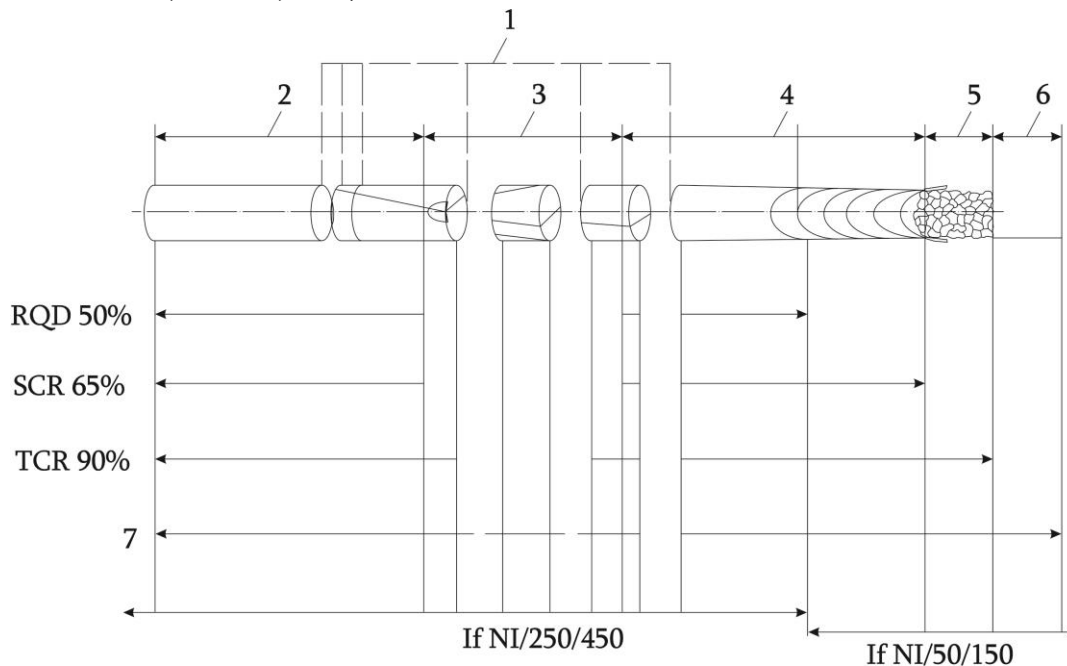
Oznaczanie skał i zwietrzelin obejmuje:

- identyfikację skały, czyli ustalenie nazwy skały zgodnie z PN-EN ISO 14689 (wg Tabela 85 - Załącznik 15. 3. 3),
- podanie symbolu skały, który składa się z:
 - symbolu skały Ri/Rm/Rs (wg Tabela 85 - Załącznik 15. 3. 3),
 - symbolu nazwy skały (wg Tabela 85 - Załącznik 15. 3. 3) umieszczonego w nawiasie (...) za symbolem skały, np.: Rs(w), skała osadowa wapień,
- podanie symbolu zwietrzliny, który składa się z:
 - symbolu genezy zwietrzliny W_x , W_{RUX} , W_{REX} (wg Tabela 84 - Załącznik 15. 3. 2), gdzie x oznacza symbol skały z której powstała zwietrzlina (wg Tabela 85 - Załącznik 15. 3. 3),
 - symbolu gruntu naturalnego wg PN-EN ISO 14688-1 (wg Tabela 86 - Załącznik 15. 3. 4) jeśli zwietrzlina wykazuje cechy gruntu lub symbolu skały Ri/Rm/Rs wg PN-EN ISO 14689 (wg Tabela 85 - Załącznik 15. 3. 3) jeśli zwietrzlina posiada cechy skały, umieszczonego w nawiasie (...) za symbolem zwietrzliny, np.: $W_{REp}(cosiCl)$ zwietrzlina piaskowca odpowiadająca łożowi z pyłem i kamieniami lub $W_{REp}(Rs)$ zwietrzlina piaskowca wykształcona jako piaskowiec.
- opis skały wg PN-EN ISO 14689 zawierający następujące informacje:
 - grupa genetyczna skał: osadowa (klastyczna, chemiczna, organogeniczna), metamorficzna, magmowa (plutoniczna, wulkaniczna) i inne (wg Tabela 84 - Załącznik 15. 3. 2),
 - barwa,
 - struktura skały: warstwowa, foliacyjna, masywna, izotropowa, anizotropowa,
 - wielkość ziaren w zależności od typu skały,
 - skład mineralogiczny,
 - pustki,
 - formacje geologiczną, nazwę regionalną, lokalną i wiek skały,
- opis zwietrzliny, jeśli wykazuje cechy gruntu, sporządza się jak dla gruntów naturalnych wg PN-EN ISO 14688-1 oraz dla okruchów skał występujących w gruncie jak dla skały wg PN-EN ISO 14689. Opis dodatkowo zawiera % udział okruchów skał i wypełnienia pomiędzy okruchami skał np.: siCl(75%) + Co(25%),

Opis rdzenia wiertniczego obejmuje, poza oznaczeniem skały:

- barwę,

- wielkość ziaren w zależności od typu skały,
- spoiwo,
- wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w terenie: nadzwyczaj niska, bardzo niska, niska, mierna, średnia, wysoka, bardzo wysoka, nadzwyczaj wysoka,
- zawartość węglanów,
- nieciągłości:
 - pomiar upadu (jeśli możliwy),
 - rozstaw nieciągłości,
 - powtarzalność,
 - szorstkość powierzchni nieciągłości,
 - rozwarście między nieciągłościami,
 - wypełnienie przestrzeni między nieciągłościami,
 - zawodnienie (przejawy obecności wody),
- zmiany wietrzeniowe oraz dodatkowo symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 61),
- opis wskaźników uzysku rdzenia zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 22475-1 (Rysunek 45):
 - RQD (ang. Rock Quality Designation) - wskaźnik spękania masywu - suma długości wszystkich odcinków rdzenia, których długość wynosi 100 mm lub więcej, mierzona wzdłuż osi rdzenia, wyrażona w procentach,
 - SCR (ang. Solid Core Recovery) - uzysk litego rdzenia - długość odcinków rdzenia w kształcie cylindrów, wyrażona w procentach,
 - TCR (ang. Total Core Recovery) - całkowity uzysk rdzenia - całkowita długość uzyskanej próbki rdzenia, wyrażona w procentach,
 - If (ang. Fracture Index) – stopień spękania – odległości pomiędzy poszczególnymi naturalnymi spękaniem wzdłuż rdzenia w odniesieniu do stref jednolitych, a nie w stosunku do całego rdzenia. Przedstawia się go jako minimum, moda, maksimum dla jednolitej strefy.



Rysunek 45 Ocena masywu skalnego na podstawie rdzenia wiertniczego wg PN-EN ISO 22475-1

1 - pęknięcia rdzenia wywołane wierceniem, 2 - długość równa przynajmniej jednej średnicy rdzenia, 3 - rdzeń o długości mniejszej niż jedna średnica, 4 - długość równa przynajmniej jednej średnicy rdzenia, 5 - odcinek naruszony, 6 - brak uzysku, 7 - całkowita długość rdzenia

Opis materiału skalnego, poza oznaczaniem skały, zawiera następujące informacje:

- barwa,
- wielkość ziaren w zależności od typu skały,
- wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w terenie: nadzwyczaj niska, bardzo niska, niska, mierna, średnia, wysoka, bardzo wysoka, nadzwyczaj wysoka,
- zmiany wietrzeniowe - 4 stopnie zwietrzenia oraz symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 61),
- zawartość węglanów,
- degradacja materiału skalnego: odporność skały w powietrzu (odporny, mało odporny, nieodporny), odporność skały na rozmakanie (po 24 h): odporna mało odporna, nieodporna,
- opis wskaźników uzysku rdzenia zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 22475-1 (Rysunek 45).

Opis masywu skalnego, poza oznaczaniem skały, zawiera następujące informacje:

- typ skał,
- struktura i warstwowanie masywu skalnego,
- nieciągłości:
 - pomiar upadu i kierunku upadu,
 - rozstaw nieciągłości,
 - kształt bloków: miąższość warstw, rozstaw nieciągłości, wymiary bloków skalnych, systemy nieciągłości,
 - powtarzalność, zasięg nieciągłości,
 - szorstkość i rozwarcie powierzchni nieciągłości,
 - wypełnienie przestrzeni między nieciągłościami,
 - przepuszczalność, zawodnienie,
 - liczba systemów spękań,
- zwietrzenie masywu skalnego - 5 stopni zwietrzenia oraz symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 61),
- opis wskaźników uzysku rdzenia zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 22475-1 (Rysunek 45).

Barwę skał, materiału skalnego i masywu skalnego określa się za pomocą specjalnych wzorników lub podając kolor podstawowy, zabarwienie i odcień na świeżej powierzchni skały w dobrym świetle. Pierwszy element koloru określa odcień drugi barwę podstawową np.: żółtoczerwony. Do oznaczenia barwy można dodać informację o intensywności koloru stosując przymiotnik jasny, ciemny np.: jasnozielona, jasnożółtobrazowa. W przypadku, gdy skała charakteryzuje się dwiema barwami jednocześnie to wtedy zapisujemy kolor z myślnikiem żółto-czerwony.

Przy oznaczaniu zawartości węglanów stosuje się kwas solny o stężeniu 10%,

Przy opisie każdej skały i zwietrzliny wymaga się podania genezy. Do oznaczenia genezy stosuje się Załącznik 15. 3.

Załącznik 10. 2. 2 Makroskopowe oznaczanie skał na podstawie wycofanych norm klasyfikacyjnych

Wykonując makroskopowe oznaczanie skał na podstawie wycofanych norm klasyfikacyjnych należy uwzględnić poniższe informacje:

- norma PN-B-04481 nie zawiera informacji na temat makroskopowego oznaczania skał,

- zwietrzelin oraz oceny masywu skalnego,
- norma PN-B-02480:
 - wydziela grunt skalisty, który cechuje wytrzymałość na ściskanie $R_c > 2$ MPa oraz nieprzesunięte bloki o najmniejszym wymiarze bloku 10 cm,
 - dzieli grunty skaliste ze względu na wytrzymałość na: ST - twarde ($R_c > 5$ MPa) i SM - miękkie ($R_c \leq 5$ MPa),
 - dzieli grunty skaliste ze względu na spękania na: lite (Li), mało spękane (Ms), średnio spękane (Ss) i bardzo spękane (Bs),
 - zalicza zwietrzeliny i rumosze do gruntów nieskalistych kamienistych tj. do gruntów zawierających więcej niż 50 % frakcji kamienistej (ziarna o średnicy większej niż 40 mm),
 - dzieli grunty kamieniste ze względu na miejsce występowania na: zwietrzelinę (ZW), zwietrzelinę gliniastą (ZWg), rumosz (KR), rumosz gliniasty (KRg), otoczaki (KO). Zwietrzelinę lub rumosz uznaje się za gliniastą, jeśli zawiera więcej niż 2% frakcji ilowej (cząstki o średnicy $< 0,002$ mm),
 - w przypadku oznaczania skał i zwietrzelin należy stosować następujące wymagania:
 - symbol gruntu skalistego składa się z:
 - symbolu gruntu skalistego ST, SM wg PN-B-02480,
 - symbolu nazwy skały (wg Tabela 85, Załącznik 15. 3. 3) umieszczonego w nawiasie (...),
 - symbolu spękania Li, Ms, Ss, Bs wg PN-B-02480,
 np.: ST(w)Ms, skała twarda, wapień, mało spękana,
 - opis gruntu skalistego zawiera: słowny zapis symbolu, informacje dotyczące barwy, genezy, struktury, wielkości ziaren, spoiwa, składu mineralnego, zawartości węglanów, odporności, makroskopowej wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie, pustek, nieciągłości (szorstkość powierzchni nieciągłości, ich rozwarcie i wypełnienie), zmian wietrzeniowych (stopień zwietrzenia i symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 61)),
 - symbol gruntu nieskalistego kamienistego składa się z:
 - symbolu gruntu kamienistego KW, KWg, KR, KRg, KO wg PN-B-02480,
 - symbolu nazwy skały, z której zbudowane są okruchy skał wg tabeli (Tabela 85 - Załącznik 15. 3. 3) umieszczonego w nawiasie (...),
 - symbolu gruntu drobnoziarnistego i/lub gruboziarnistego wg PN-B-02480 (wypełnienie między okruchami skał) umieszczonego w tym samym nawiasie po znaku +,
 - np.: KW(w+G), zwietrzelina wapienia z wypełnieniem z gliny,
 - opis gruntu kamienistego zawiera: słowny zapis symbolu z podaniem % udziału okruchów skał i wypełnienia z gruntu drobnoziarnistego i/lub gruboziarnistego np.: w(75%) + G(25%), informacje dotyczące barwy, genezy, składu mineralnego, zawartości węglanów, wielkości okruchów skał, makroskopowy opis wypełnienia (wypełnienie opisuje się jak dla gruntów drobnoziarnistych i/lub gruboziarnistych wg PN-B-04481 - Tabela 60), opis zmian wietrzeniowych (stopień zwietrzenia i symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 61)),
 - symbol pozostałych gruntów będących efektem wietrzenia skał składa się z:
 - symbolu gruntu kamienistego KWg, KRg,
 - symbolu gruntu drobnoziarnistego i/lub gruboziarnistego wg PN-B-02480 (wypełnienie między okruchami skał) umieszczonego w tym samym nawiasie

(...),

- symbolu nazwy skały, z której zbudowane są okruchy skał wg tabeli (Tabela 85 - Załącznik 15. 3. 3) umieszczonego w nawiasie po znaku +,

np.: KWg(G+w), glina zwietrzelinowa z okruchami wapienia,

- opis pozostałych gruntów będących efektem wietrzenia skał zawiera: słowny zapis symbolu z podaniem % udziału wypełnienia z gruntu drobnoziarnistego i/lub gruboziarnistego i okruchów skał np.: G(75%) + w(25%), informacje dotyczące barwy, genezy, składu mineralnego, zawartości węglanów, wielkości okruchów skał, makroskopowy opis wypełnienia (wypełnienie opisuje się jak dla gruntów drobnoziarnistych i/lub gruboziarnistego wg PN-B-04481 - Tabela 60), opis zmian wietrzeniowych (stopień zwietrzenia i symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 61)),
- barwę skał i zwietrzelin określa się za pomocą specjalnych wzorników lub stosując kombinacje podstawowych kolorów: biały, żółty, niebieski, zielony, czerwony, brązowy, szary, czarny. Pierwszy element oznaczenia barwy określa odcień drugi barwę podstawową np.: żółto-czerwony. Do oznaczenia barwy można dodać informację o intensywności koloru stosując przymiotnik jasny, ciemny np.: jasnozielona, jasnożółto-brązowa,
- przy oznaczaniu zawartości węglanów stosuje się kwas solny o stężeniu 20%,
- przy opisie każdej skały i zwietrzeliny wymaga się podania genezy. Do oznaczenia genezy stosuje się tabelę (Tabela 84 - Załącznik 15. 3. 2).

Załącznik 11 Sondowania

Załącznik 11.1 Zasady dobierania sondowań do warunków gruntowych

W tabeli (Tabela 62) podano zasady dobierania sondowań do warunków gruntowych występujących w podłożu budowlanym.

Tabela 62 Rodzaje sondowań stosowane w rozpoznaniu podłoża budowlanego

Rodzaj sondowania	Wyniki badań wg PN-EN 1997-2	Norma/procedura wykonania badania*	Typowe zastosowania	Uwagi
sondowania dynamiczne: lekkie 10 kg DPL średnie 30 kg DPM ciężkie 50 kg DPH super ciężkie 63,5 kg DPSH	Liczba uderzeń na 10 lub 20 cm wępudy sondy (N_{10} , N_{20})	PN-EN ISO 22476-2 PN-EN ISO 22476-2/A1	Wyznaczanie parametrów zagęszczenia gruntów gruboziarnistych. Określanie miąższości gruntów słabych. Lokalizacja pustek i stref osłabień. Jakościowa ocena profilu wytrzymałościowego i odkształceniowego. Kontrola jakości budowli ziemnych.	Należy stosować w szczególności w przypadku występowania gruntów/nasypów zbudowanych z gruntów gruboziarnistych. Dobór ciężaru młota należy dostosować do przewidywanego zagęszczenia gruntu. Poszczególne rodzaje sond mają ograniczenia głębokościowe: DPL - 8 m, DPM - 20 m, DPH - 25 m. W interpretacji wyników należy uwzględnić głębokość krytyczną, położenie wody gruntowej, wpływ żwiru i kamieni na uzyskiwane wyniki oraz możliwe tarcie na żerdzi w przypadku występowania gruntów drobnoziarnistych wraz z głębokością.
sondowania statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym: bez pomiaru ciśnienia wody w porach CPT z pomiarem ciśnienia wody w porach CPTU	Opór zagłębienia stożka (q_c) jednostkowy opór tarcia na poboczniczy (f_s) ciśnienie wody w porach (u)	PN-EN ISO 22476-1 PN-EN ISO 22476-1/AC	Wyznaczanie parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych gruntu. Wydzielanie granic warstw o podobnej wytrzymałości i odkształcalności. Ocena uwarstwienia i zagęszczenia oraz stanu gruntu. Określanie miąższości gruntów słabych. Lokalizacja pustek i stref osłabień. Obliczanie osiadań fundamentów bezpośrednich metodą półempiryczną. Obliczanie nośności pali. Jakościowa ocena parametrów filtracyjnych.	Należy stosować w szczególności w gruntach drobnoziarnistych miękkoplastycznych, plastycznych i twardoplastycznych. Możliwość penetracji w gruntach zagęszczonych i zwartych oraz zawierających kamienie i otoczaki są ograniczone.
badania połową sondą krzyżakową FVT	Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu (c_u).	PN-B-04452:2002	Wyznaczanie wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odpływu oraz wrażliwości strukturalnej gruntu.	Należy stosować w szczególności w gruntach organicznych i pylastych. Stosuje się głównie dla słabych i bardzo słabych gruntów drobnoziarnistych oraz gruntów organicznych o wytrzymałości na ścinanie <150 kPa. Wpływ prędkości ścinania na uzyskiwane wartości wytrzymałości na ścinanie jest znaczny. FVT w wersji SLVT bez wyeliminowania tarcia na żerdziach można stosować tylko do wskaźnikowej oceny wytrzymałości na ścinanie bez odpływu. W przypadku określania parametrów do projektowania należy stosować rury osłonowe lub inne rozwiązanie redukujące tarcie na żerdziach.

Rodzaj sondowania	Wyniki badań wg PN-EN 1997-2	Norma/procedura wykonania badania*	Typowe zastosowania	Uwagi
badania dylatometrem płaskim DMT	Ciśnienia skorygowane wychylenia membrany o 1,1 mm (p_0 , p_1) Moduł dylatometryczny (E_{DMT}) Wskaźnik materiałowy (I_D) Wskaźnik naprężeń poziomych (K_{DMT})	PN-EN ISO 22476-11	Wyznaczanie parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych. Określanie naprężeń <i>in situ</i> oraz stopnia przekonsolidowania. Obliczanie osiadań fundamentów bezpośrednich.	Należy stosować w szczególności w gruntach drobnoziarnistych. Możliwości penetracji w gruntach zagęszczonych i zwartych oraz zawierających kamienie i otoczaki są ograniczone.
* wszelkie odstępstwa od wskazanych norm należy uzasadnić i skomentować ich wpływ na uzyskiwane wyniki. Należy stosować wyłącznie normy aktualne, a w przypadku ich braku - ostatnie wydania.				

Załącznik 11.2 Wykaz wybranych cech fizyczno-mechanicznych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych gruntów i skał możliwych do wyznaczenia na podstawie sondowań oraz polowych badań nośności i zagęszczenia

W tabelach (Tabela 63, Tabela 64, Tabela 65) podano wykaz wybranych cech fizyczno-mechanicznych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych możliwych do wyznaczenia na podstawie sondowań oraz polowych badań nośności i zagęszczenia. W tabelach nie uwzględniono wyników badań uzyskanych z sondowań podanych w załączniku A do PN-EN 1997-2. Lista możliwych cech fizyczno-mechanicznych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych podanych w tabelach (Tabela 63, Tabela 64, Tabela 65) ma charakter otwarty i może być rozszerzana lub zmieniana w zależności od istnienia korelacji udokumentowanych w literaturze branżowej dla danych warunków gruntowych lub doświadczenia własnego (nieudokumentowane w literaturze branżowej i normach) umożliwiającego skorelowanie wyników badań z wartościami wyprowadzonymi parametrów geotechnicznych.

Tabela 63 Zestawienie wybranych cech fizyczno-mechanicznych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych możliwych do określenia za pomocą sondowań podstawowych

Parametr/cecha			Sondowania podstawowe/numer normy				
Symbol	Jednostka	Nazwa	DP	CPT	CPTU	FVT	DMT
			DPL, DPM, DPH, DPSH				
			22476-2	22476-1	22476-1	22476-9	22476-11
Parametry/cechy fizyczne - grunty							
ρ	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa gruntu	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
γ	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu	NZ	NZ	Z/O	NZ	Z/O
I_D	[-]	stopień zagęszczenia	Z	Z	Z	NZ	NZ
I_s	[-]	wskaźnik zagęszczenia	Z/O	Z/O	Z/O	NZ	NZ
I_L	[-]	stopień plastyczności	NZ	Z	Z	Z	NZ
ρ_e	[Ω m]	oporność, opór właściwy	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Stan i historia naprężenia - grunty							
u_0	[kPa]	ciśnienie wody w porach gruntu <i>in situ</i>	NZ	NZ	Z/O	NZ	Z/O
K_0	[-]	współczynnik parcia gruntu w spoczynku	NZ	Z/O	Z/O	NZ	Z
OCR	[-]	współczynnik prekonsolidacji	NZ	Z/O	Z	NZ	Z
Parametry/cechy wytrzymałościowe - grunty							
c_u	[kPa]	wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	NZ	Z/O	Z	Z	Z/O
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z/O	Z	Z	NZ	Z/O
c	[kPa]	spójność całkowita	NZ	NZ	NZ	Z	NZ
I_{CBR} (CBR)	[-]	kalifornijski wskaźnik nośności	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy odkształceniowe - grunty							
E_{oed}	[kPa]	moduł edometryczny	Z/O	Z	Z	NZ	Z
c_h	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (poziomej)	NZ	NZ	Z/O	NZ	Z
E'	[MPa]	moduł Younga (odkształcenia) w warunkach z odpływem	NZ	Z/O	Z	NZ	Z/O
E_u	[MPa]	moduł Younga (odkształcenia) w warunkach bez odpływu	NZ	NZ	Z/O	NZ	NZ
G_0, G_{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy filtracyjne - grunty							
k	[m/s]	współczynnik filtracji	NZ	NZ	Z/O	NZ	Z
Parametry/cechy wytrzymałościowe - skały							
σ_c (R_c)	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Parametry/cechy odkształceniowe - skały							
E (E_s)	[MPa]	moduł sprężystości (Younga)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Z – zalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami; NZ – niezalecane; n.d. – nie dotyczy; DP (DPL, DPM, DPH, DPSH-A, DPSH-B) – sondowanie dynamiczne, CPT – sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym bez pomiaru ciśnienia wody w porach, CPTU – sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach, FVT – badanie połową sondą krzyżakową, DMT – badanie dylatometrem płaskim.

Tabela 64 Zestawienie wybranych cech fizyczno-mechanicznych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych możliwych do określenia za pomocą sondowań uzupełniających

Parametr/cecha			Sondowania uzupełniające/Numer normy															
Symbol	Jednostka	Nazwa	RCPTU	visCPTU	SCPTU	CPTM	FDT	FDT	SDMT	PMT	PMT	PMT	PMT	SPT	BDP	WST	BAT	BJT
							(SDT)	(RDT)		PBP	MPM	SPB	FDP					
			-	-	-	22476-12	22476-5	22476-5	-	22476-5	22476-4	22476-6	22476-8	22476-3	22476-14	22476-10	-	22476-7
Parametry/cechy fizyczne - grunty																		
ρ	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa gruntu	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z/O	Z/O	NZ	NZ	NZ
γ	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu	Z/O	Z/O	Z/O	NZ	NZ	NZ	Z/O	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
I_d	[-]	stopień zagęszczenia	Z	Z	Z	Z/O	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
I_s	[-]	wskaźnik zagęszczenia	Z/O	Z/O	Z/O	Z/O	NZ	NZ	NZ	Z/O	Z/O	Z/O	Z/O	Z/O	Z/O	Z/O	NZ	NZ
I_L	[-]	stopień plastyczności	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ
ρ_e	[Ω m]	oporność, opór właściwy	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Stan i historia naprężenia - grunty																		
u_0	[kPa]	ciśnienie wody w porach gruntu <i>in situ</i>	Z/O	Z/O	Z/O	NZ	NZ	NZ	Z/O	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z
K_0	[-]	współczynnik parcia gruntu w spoczynku	Z/O	Z/O	Z/O	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
OCR	[-]	współczynnik prekonsolidacji	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy wytrzymałościowe - grunty																		
c_u	[kPa]	wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	Z/O	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	Z/O	NZ	NZ	NZ	NZ	Z/O	Z/O	Z	NZ	NZ
c	[kPa]	spójność całkowita	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
I_{CBR} (CBR)	[-]	kalifornijski wskaźnik nośności	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ

Parametr/cecha			Sondowania uzupełniające/Numer normy															
Symbol	Jednostka	Nazwa	RCPTU	visCPTU	SCPTU	CPTM	FDT	FDT	SDMT	PMT	PMT	PMT	PMT	SPT	BDP	WST	BAT	BJT
							(SDT)	(RDT)		PBP	MPM	SPB	FDP					
			-	-	-	22476-12	22476-5	22476-5	-	22476-5	22476-4	22476-6	22476-8	22476-3	22476-14	22476-10	-	22476-7
Parametry/cechy odkształceniowe - grunty																		
E _{oed}	[kPa]	moduł edometryczny	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
c _h	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (poziomej)	Z/O	Z/O	Z/O	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
E'	[MPa]	moduł Younga (odkształcenia) w warunkach z odpływem	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	Z/O	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z
E _u	[MPa]	moduł Younga (odkształcenia) w warunkach bez odpływu	Z/O	Z/O	Z/O	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
G ₀ , G _{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy filtracyjne - grunty																		
k	[m/s]	współczynnik filtracji	Z/O	Z/O	Z/O	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z
Parametry/cechy wytrzymałościowe - skały																		
σ _c (R _c)	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	NZ	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	NZ
Parametry/cechy odkształceniowe - skały																		
E (E _s)	[MPa]	moduł sprężystości (Younga)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Z	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Z

Tabela 65 Zestawienie wybranych cech fizyczno-mechanicznych i wprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych możliwych do określenia za pomocą polowych badań nośności i zagęszczenia

Parametr/cecha			Polowe badania nośności i zagęszczenia					
Symbol	Jednostka	Nazwa	Numer normy					
			PLT	VSS	VD	CBR	DCP	DCP PANDA
			22476-13	-	-	-	-	-
Parametry/cechy fizyczne - grunty								
ρ	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa gruntu	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
γ	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
I _D	[-]	stopień zagęszczenia	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z
I _s	[-]	wskaźnik zagęszczenia	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z/O
I _L	[-]	stopień plastyczności	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z
ρ_e	[Ω m]	oporność, opór właściwy	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Stan i historia naprężenia - grunty								
u ₀	[kPa]	ciśnienie wody w porach gruntu <i>in situ</i>	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
K ₀	[-]	współczynnik parcia gruntu w spoczynku	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
OCR	[-]	współczynnik prekonsolidacji	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy wytrzymałościowe - grunty								
c _u	[kPa]	wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	Z/O	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z/O
c	[kPa]	spójność całkowita	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
I _{CBR} (CBR)	[-]	kalifornijski wskaźnik nośności	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ
Parametry/cechy odkształceniowe - grunty								
E _{oed}	[kPa]	moduł edometryczny	Z	Z	Z	NZ	NZ	Z/O
c _h	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (poziomej)	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
E'	[MPa]	moduł Younga (odkształcenia) w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
E _u	[MPa]	moduł Younga (odkształcenia) w warunkach bez odpływu	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
G ₀ , G _{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy filtracyjne - grunty								
k	[m/s]	współczynnik filtracji	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry/cechy wytrzymałościowe - skały								
σ_c (R _c)	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Parametry/cechy odkształceniowe - skały								
E (E _s)	[MPa]	moduł sprężystości (Younga)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Z – zalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami; NZ – niezalecane; n.d. – nie dotyczy; PLT – próbne obciążenie płytą sztywną, VSS - badanie płytą statyczną, VD - badanie płytą dynamiczną, CBR – badanie wskaźnika nośności CBR, DCP – badanie dynamicznym penetrometrem stożkowym, PANDA – badanie penetrometrem dynamicznym.

Załącznik 12 Badania hydrogeologiczne w otworach wiertniczych

W przypadku gruntów dobrze- i średnio przepuszczalnych podstawową metodą oznaczania wartości współczynnika filtracji w otworze jest metoda próbnego pompowania.

Próbne pompowanie (pompowanie pomiarowe) wykonuje się w otworach zarurowanych i zafiltrowanych, po ich wcześniejszym oczyszczeniu (pompowanie oczyszczające).

Pompowanie pomiarowe należy prowadzić do momentu całkowitego ustabilizowania się depresji, tj. do momentu, kiedy trzy kolejne pomiary różnią się między sobą nie więcej niż 1-2 cm. Pompowanie należy wykonać co najmniej z dwoma wydajnościami.

W dokumentacji hydrogeologicznej, geologiczno-inżynierskiej lub geotechnicznej należy zamieścić udokumentowaną procedurę przeprowadzenia próbnych pompowań. W każdym przypadku procedura powinna zawierać:

- opis metody próbnego pompowania, schematu obliczeniowego oraz wykorzystanych wzorów obliczeniowych wraz z uzasadnieniem,
- opis sposobu zafiltrowania warstwy wodonośnej,
- wykresy przebiegu pompowania wraz ze stabilizacją zwierciadła wody po jego zakończeniu,
- wykresy zależności depresji od wydajności w funkcji czasu.

W przypadku, gdy przeprowadzenie pompowania nie jest możliwe współczynnik filtracji można obliczyć poprzez:

- zalewanie otworów,
- za pomocą tzw. próby nagłej zmiany ciśnienia (ang. slug test) (Rogoż M., 2016).

Metoda zalewania polega na wlewaniu wody do otworu wiertniczego. Może być przeprowadzona na dwa sposoby: woda może być zatłaczana do otworu ze stałą wydajnością przy jednoczesnym pomiarze wysokości słupa wody nad zwierciadłem statycznym lub otwór może być zalany jednorazowo wraz z obserwacją obniżania się zwierciadła wody w czasie. W pierwszym z przypadków interpretację wyników przeprowadza się za pomocą wzorów empirycznych, analogicznie jak w przypadku próbnego pompowania. Metoda zalewania pozwala uzyskać jedynie przybliżone wyniki współczynnika filtracji.

Próba nagłej zmiany ciśnienia polega na wymuszeniu zmiany ciśnienia w warstwie wodonośnej poprzez zmianę położenia zwierciadła wody w otworze, a następnie na precyzyjnym pomiarze szybkości powrotu zwierciadła do stanu ustalonego. Jedną z odmian badania jest metoda PARAMEX polegająca na obniżeniu poziomu zwierciadła wody w otworze o kilkadziesiąt centymetrów przy użyciu sprężonego powietrza, a następnie rejestracji zmiany jego wzniosu w czasie.

Metodyka badań współczynnika filtracji znajduje się w następujących normach:

- PN-EN ISO 22282-1:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 1: Zasady ogólne (WERSJA ANGIELSKA).
- PN-EN ISO 22282-2:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 2: Badania współczynnika filtracji w otworze wiertniczym w systemie otwartym (WERSJA ANGIELSKA).
- PN-EN ISO 22282-3:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 3: Badania ciśnienia wody w skałach (WERSJA ANGIELSKA).
- PN-EN ISO 22282-4:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 4: Pompowanie próbne (WERSJA ANGIELSKA).
- PN-EN ISO 22282-5:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania

hydrogeologiczne - Część 5: Badania infiltracyjne (WERSJA ANGIELSKA).

- PN-EN ISO 22282-6:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 6: Badania współczynnika filtracji w otworze wiertniczym w systemie zamkniętym (WERSJA ANGIELSKA).

W dokumentacji hydrogeologicznej, geologiczno-inżynierskiej lub geotechnicznej należy zamieścić udokumentowaną procedurę przeprowadzenia w/w badań. W każdym przypadku procedura powinna zawierać:

- opis metody wraz z podstawowymi parametrami technicznymi,
- informację na temat wzorów obliczeniowych, dostosowanych do warunków hydrogeologicznych wraz z uzasadnieniem.

Załącznik 13 Badania laboratoryjne

Załącznik 13.1 Zasady klasyfikowania gruntów

Podczas klasyfikowania gruntów należy stosować następujące zasady:

- jeśli grunty klasyfikujemy zgodnie z PN-EN ISO 14688-2 to badania należy wykonywać zgodnie z normami przywołanymi w normie PN-EN 1997-2,
- jeśli grunty klasyfikujemy zgodnie z PN-B-02480 to badania należy wykonywać zgodnie z normą PN-B-04481,
- projektant może wymagać stosowania innych norm niż inwestor. W takim przypadku wymagania projektanta należy traktować, jako uzupełniające do wymagań inwestora,
- grunty można klasyfikować wykorzystując wszystkie kryteria podane w normach klasyfikacyjnych lub wybrać klasyfikacje przydatne do wydzielenia grup gruntów o podobnych cechach fizyczno-mechanicznych (Tabela 66),

Tabela 66 Kryteria klasyfikacyjne gruntów

Lp.	Kryteria klasyfikacyjne wg PN-EN ISO 14688-2	Kryteria klasyfikacyjne wg PN-B-02480
1	Uziarnienie wg krzywej uziarnienia	Uziarnienie wg krzywej granulometrycznej i nomogramu
2	Plastyczność gruntów drobnoziarnistych wg wykresu plastyczności Casagrande'a	Spoistość gruntów spoistych wg wskaźnika plastyczności
3	Zawartość części organicznych	Zawartość części organicznych wg badań laboratoryjnych
4	Zawartość węglanów	-
5	Zagęszczenie gruntów gruboziarnistych (piaski i żwiry) wg stopnia zagęszczenia	Zagęszczenie gruntów drobnoziarnistych niespoistych (piaski) wg stopnia zagęszczenia
6	Wytrzymałości na ścinanie bez odpływu gruntów drobnoziarnistych	-
7	Wrażliwość	Wrażliwość
8	Konsystencja gruntów drobnoziarnistych wg wskaźnika konsystencji (zamiennie stopnia plastyczności)	Stan gruntów spoistych wg stopnia plastyczności
9	Inne parametry: wilgotność naturalna, gęstość właściwa, aktywność, skład mineralogiczny, wskaźnik nasycenia, przepuszczalność, wskaźnik ścisłości, wskaźnik pęcznienia, wskaźnik osiadania zapadowego	Inne parametry: wilgotność gruntów niespoistych, ciśnienie pęcznienia, wskaźnik osiadania zapadowego, aktywność
10	Granica grunt-skała $R_c < 0,6$ MPa $c_u < 300$ kPa	Granica grunt-skała $R_c < 0,2$ MPa

- projektant w uzgodnieniu z dokumentatorem decyduje o stosowaniu innych klasyfikacji normowych, które mogą być wykorzystane do wydzielenia grup gruntów o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych,
- nienormatywne klasyfikacje gruntów można stosować dodatkowo, ale należy je szczegółowo opisać i uzasadnić konieczność wyboru takiej klasyfikacji,
- klasyfikowanie gruntów przeprowadza się wyłącznie w oparciu o badania laboratoryjne i terenowe (sondowania), należy je odróżnić od oznaczania (rozdział 5.5),
- badania klasyfikacyjne gruntów umożliwiają dokładne wydzielenie warstw litologicznych oraz warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych koniecznych do opracowania modelu geologicznego (rozdział 8.1, 8.2).

Badania laboratoryjne i terenowe na potrzeby klasyfikacji określa się na podstawie wymagań rozdziału 4.

Załącznik 13.2 Zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek gruntów

W tabeli (Tabela 67) podano zalecenia do wykonywania badań klasyfikacyjnych próbek gruntów oraz metody badań laboratoryjnych w celu określania właściwości fizyczno-mechanicznych i ustalenia parametrów geotechnicznych gruntów.

Tabela 67 Zalecenia do badań fizycznych i chemicznych próbek gruntów

L.p.	Rodzaj badania klasyfikacyjnego	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
1	Oznaczenie uziarnienia	Krzywa rozkładu uziarnienia zawartość % frakcji (fn) wskaźniki: (Cu, Cc)	Próby A1-4, B3-4 Wszystkie rodzaje gruntów Szczególną uwagę zwrócić na badanie ilów i gruntów organicznych Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-4 Metoda laserowa: ISO 13320	Próbki NU, NW i NNS Wszystkie rodzaje gruntów o zawartości części organicznych mniejszej niż 2 %
2	Oznaczenie wilgotności	Wartość: (w), (w _n), (S _r)	Próby A1-3, B3 Wszystkie rodzaje gruntów Szczególną uwagę zwrócić na badanie ilów i gruntów organicznych Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-1	Próbki NW i NNS Wszystkie rodzaje gruntów
3	Oznaczenie gęstości objętościowej	Wartość: (ρ), (γ)	Próby A1-2 Tylko grunty drobnoziarniste Grunty gruboziarniste tylko w badaniach <i>in situ</i> Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-2, PN-EN 1097-3	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów
4	Oznaczenie gęstości właściwej szkieletu gruntowego	Wartość: (ρ _s), (γ _s)	Próby A1-4, B3-4 Wszystkie rodzaje gruntów Szczególną uwagę zwrócić na badanie gruntów organicznych Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-3, PN-EN 1097-6	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów
5	Oznaczenie granic Atterberga (konsystencji i plastyczności)	Wartość: (w _p), (w _L), (w _s), (I _p), (I _L), (I _c) Plastyczność wg wykresu plastyczności Casagrande'a	Próby A1-4, B3-4 Tylko grunty drobnoziarniste Zalecana metoda penetrometru stożkowego Zalecana metoda: PKN-CEN ISO/TS 17892-12	Próbki NW, NNS Wszystkie grunty spoiste W przypadku oznaczania granicy skurczności - tylko próbki NNS
6	Oznaczenie stopnia zagęszczenia	Wartość: (I _D), (e _{max}), (e _{min})	Próby A1-2 Tylko grunty gruboziarniste, zawierające mniej niż 10 % cząstek drobnych (<0,063 mm) i mniej niż 10 % żwiru (>2 mm) Wykorzystywany do określenia wytrzymałości na ścinanie i ścisłości gruntów gruboziarnistych Zalecana metoda: BS 1377-4	Próbki NU, NW, NNS Grunty niespoiste, gdy zawartość części organicznych jest mniejsza niż 2% oraz zawierających nie więcej niż 5% frakcji o ziarnach 2-5 mm i niezawierających ziaren większych niż 5 mm Próbki NNS
7	Porowatość	Wartość: (e), (n)	b.d. Zalecana metoda: wzory empiryczne, PN-EN ISO 17892-5, porozymetr rtęciowy	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów
8	Oznaczenie zagęszczenia	Wartość: (ρ _{dmax}), (w _{opt}), (I _s)	Próby A1-2 Zalecana metoda: PN-EN 13286-2	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów Dodatkowe wymagania znajdują się w normach: PN-S-02205, BN-8931-12

L.p.	Rodzaj badania klasyfikacyjnego	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
9	Oznaczenie dyspersyjności	Wartość: dyspersyjności (D)	Próby A1-4, B3-4 Tylko grunty drobnoziarniste - ily, gdy zawierają więcej niż 10 % cząstek ilastych (<0,002 mm) i charakteryzują się wskaźnikiem plastyczności większym niż 4%. Metody np.: BS 1377-5, badania otworkowe, badania rozmakania, badania areometryczne, badania chemiczne	b.d.
10	Oznaczenie wysadzinowości	Wartość: Rodzaj gruntu, Zawartość cząstek (f_n) Kapilarność bierna (H_{kb}) Wskaźnik piaskowy (SE (WP)) Mrozoodporność (F_H) Kalifornijski wskaźnik nośności (I_{CBR}) po rozmrożeniu próbki	Próby A1-4, B3-4 Tylko grunty drobnoziarniste i gruboziarniste Metody badania np.: Mrozoodporność - BS 1377-5 lub PN-EN 1367-1, Kalifornijski wskaźnik nośności po rozmrożeniu próbki - PN-EN 13286-47 Rodzaj gruntu - PN-EN ISO 14688-2 Zawartość cząstek - PKN-CEN ISO/TS 17892-4 Kapilarność bierna - PN-B-04493 Wskaźnik piaskowy - PN-EN 933-8	b.d. Wymagania znajdują się w: PN-S-02205, która zaleca określić: Rodzaj gruntu - PN-B-02480, zawartość cząstek - PN-B-04481, kapilarność bierna - PN-B-04493, wskaźnik piaskowy - BN-8931-01 lub można określić wskaźnik nośności po rozmrożeniu próbki wg PN-S-02205
11	Oznaczenie zawartości substancji organicznej	Wartość (C_{OM} , I_{OM} , I_z)	Próby A1-4, B3-4 Grunty organiczne o uziarnieniu mniejszym niż 2< mm Metoda badań powinna być dobierana w zależności od składu gruntu organicznego Z uwagi na duży wpływ na uzyskane wyniki szczególną uwagę należy zwracać na: Zawartość węglanów i siarczków Rozpad niektórych minerałów ilastych Zanikanie wody chemicznie związanej Zalecana metoda: prażenie w temperaturze 440 - 520°C PN-ISO 10694, miareczkowanie PN-ISO 14235	Próbki NU, NW i NNS Wszystkie rodzaje gruntów za wyjątkiem żwirowych i kamienistych
12	Oznaczenie zawartości węglanów	Wartość (C_{CaCO_3})	Próby A1-4, B3-4 Wszystkie grunty naturalne Z uwagi na duży wpływ na uzyskane wyniki szczególną uwagę należy zwracać na zawartość dolomitu Zalecana metoda szybkiego miareczkowania, metoda Scheiblera, PN-EN ISO 10693	b.d.
13	Oznaczenie wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpyływu	Wartość: (c_u)	Próby A1 Tylko drobnoziarniste Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-7, PN-EN ISO 17892-8, PN-EN ISO 17892-6 Możliwe oznaczenie na podstawie badań terenowych Grunt powyżej 300 kPa opisywać jak skała	b.d.

Lp.	Rodzaj badania klasyfikacyjnego	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
14	Wrażliwość	Wartość: (S_r)	Próby A1 Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-7, PN-EN ISO 17892-8, PN-EN ISO 17892-6 Możliwe oznaczenie na podstawie badań terenowych	b.d.
b.d. - brak danych, stosować zalecenia rozdziału 6				

W tabeli (Tabela 68) podano zalecenia do wykonywania badań oraz metody badań laboratoryjnych w celu określania parametrów geotechnicznych lub charakterystyki cech fizyczno-mechanicznych warstw gruntów wydzielonych w podłożu budowlanym.

Tabela 68 Zalecenia do badań w celu wyznaczania parametrów do projektowania oraz charakterystyki właściwości fizyczno-mechanicznych warstw gruntów

Lp.	Rodzaj badania	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
1	Oznaczenie pęcznienia	Wartość: (L_s)	b.d.	b.d.
		(e_p / V_p)	b.d.	b.d.
		(σ'_s / P_c)	b.d.	Próbki: NNS – grunty spoiste
		TE	b.d.	b.d.
		S	b.d.	b.d.
		(FS / FS_{HG})	b.d.	b.d.
		(E_i)	b.d.	b.d.
		(ϵ_s)	b.d.	b.d.
		(ϵ_{sh})	b.d.	b.d.
2	Oznaczenie przepuszczalności	Wartość: (k)	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: PKN-CEN ISO/TS 17892-11, badania edometryczne, konsolidometryczne, badania trójosiowe, z wzorów empirycznych	b.d.
3	Badania edometryczne	Wartości: (ϵ), ($E_{oed} / M_o, / M$) – w przedziałach, (m_v), (c_v / c_h), (C_c), (C_r), (C_{ae} / C_{ae}), (C_s) Krzywa ścisłości, Krzywa konsolidacji, Krzywa ścisłości wtórnej	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: PN-EN ISO 17892-5, IL - edometr, CL - konsolidometr - CRS	Próbki: NNS – grunty spoiste, NU, NW - grunty niespoiste – próbki rekonstruowane Grunty: spoiste, niespoiste Metody: IL - edometr, CL - konsolidometr - CRL
4	Badania wytrzymałości na ścinanie bez odpływu	Wartość (c_u)	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: Laboratoryjna sonda obrotowa, PN-EN ISO 17892-6 Penetrometr stożkowy, PN-EN ISO 17892-7 Ściskanie jednoosiowe, PN-EN ISO 17892-8 Badanie trójosiowe bez odpływu, bez konsolidacji (UU)	Próbki: NNS – grunty spoiste, NU, NW - grunty niespoiste – próbki rekonstruowane Grunty: spoiste, niespoiste Metody: Penetrometr stożkowy Ścinarka obrotowa Penetrometr tłoczkowy

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
5	Badanie trójosiowego ściskania	Wartość: (φ'), (φ'_R), (c'), (c'_R) (E'), (E_u), (v'), (c_u), charakterystyki naprężenie-odkształcenie, rozkłady ciśnień wody w porach gruntu, charakterystyki zmian objętościowych, ścieżki naprężeń lub koła Mohra	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: PN-EN ISO 17892-9 aparat trójosiowego ściskania metoda z drenażem – CD, metoda bez drenażu CU.	Nie zaleca się stosowania oznaczania parametrów wytrzymałościowych według normy PN-B-04481
6	Komora trójosiowego ściskania z piezoprzetwornikami bender	Czas przejścia fali podłużnej P i fali poprzecznej S przez walcową próbkę gruntu. Prędkość fali podłużnej P - V_P i prędkość fali poprzecznej S - V_S . Moduły: E_0 , G_0 oraz współczynnik Poissona – ν .	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: metoda z drenażem – CD, metoda bez drenażu CU.	b.d.
7	Komora trójosiowego ściskania z przetwornikami naprężeń	Moduły początkowe: E_0 , G_0 oraz współczynnik Poissona – ν .	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: metoda z drenażem – CD, metoda bez drenażu CU.	b.d.
8	Kolumna rezonansowa wraz piezoprzetwornikami bender (wraz opcją skręcania i zginania próbki)	Moduły początkowe: E_0 , G_0 , współczynnik Poissona – ν oraz współczynnik tłumienia D. Charakterystyka G- γ .	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: aparat trójosiowego ściskania metoda z drenażem – CD, metoda bez drenażu CU.	b.d.
9	Badanie bezpośredniego ścinania	Wartość: (τ_{RR}), (c'), (φ'), (φ'_R), (c'_R) Charakterystyka naprężenie-odkształcenie Wykres $\tau - \sigma$	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: PKN-CEN ISO/TS 17892-10 aparat bezpośredniego ścinania	Próbki: NNS – grunty spoiste, NU, NW - grunty niespoiste – próbki rekonstruowane Grunty: spoiste, niespoiste. Metody: aparat bezpośredniego ścinania
10	Badania w aparacie pierścieniowym	Wartość: (τ_{RR}), (φ'_R), (c'_R) Charakterystyka naprężenie-odkształcenie Wykres $\tau - \sigma$	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste. Metody: aparat pierścieniowy	b.d.
b.d. - brak danych, stosować zalecenia rozdziału 6				

Załącznik 13.3 Zasady klasyfikowania skał

Podczas klasyfikowania skał należy stosować następujące zasady:

- jeśli skały klasyfikujemy zgodnie z PN-EN ISO 14689 to badania należy wykonywać zgodnie z normami przywołanymi w normie PN-EN 1997-2,
- jeśli skały klasyfikujemy zgodnie z PN-B-02480 to badania należy wykonywać zgodnie z normami polskimi,

- projektant może wymagać stosowania innych norm niż inwestor. W takim przypadku wymagania projektanta należy traktować, jako uzupełniające do wymagań inwestora,
- skały można klasyfikować wykorzystując wszystkie kryteria podane w normach klasyfikacyjnych lub wybrać klasyfikacje przydatne do wydzielenia grup skał o podobnych cechach litologicznych i fizyczno-mechanicznych (Tabela 69).

Tabela 69 Kryteria klasyfikacyjne skał

L.p.	Kryteria klasyfikacyjne wg PN-EN 1997-2, PN-EN ISO 14689	Kryteria klasyfikacyjne wg PN-B-02480
1	ze względu na wytrzymałość wyróżnia się 8 klas wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie: nadzwyczaj niska 0,6-1 MPa, bardzo niska 1-5 MPa, niska 5-12,5 MPa, mierna 12,5-25 MPa, średnia 25-50 MPa, wysoka 50-100 MPa, bardzo wysoka 100-250 MPa, nadzwyczaj wysoka >250 MPa	ze względu na wytrzymałość skały dzieli się na: ST - twarde ($R_c > 5$ MPa) i SM - miękkie ($R_c \leq 5$ MPa),
2	PN-EN 1997-2 zaleca używać dowolnego, opublikowanego i lokalnie akceptowanego systemu klasyfikacji skał pod warunkiem zamieszczenia stosowanych informacji w projekcie robót geologicznych, programie badań geotechnicznych, a następnie w dokumentacji lub zaleca stosować uznane systemy klasyfikacyjne krajowe i międzynarodowe np.: BS, ISRM, ASTM Klasyfikacje należy przeprowadzać na próbach z rdzenia wiertniczego o średnicy nie mniejszej niż 50 mm i długości w przedziale 50-200 mm	ze względu na spękania skały dzieli się na: lite (Li), mało spękane (Ms), średnio spękane (Ss) i bardzo spękane (Bs),

Załącznik 13. 4 Zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek skał

W tabelach (Tabela 70, Tabela 71, Tabela 72) podano zalecenia do wykonywania badań oraz metody badań laboratoryjnych w celu określania właściwości chemicznych, fizyczno-mechanicznych i ustalenia parametrów geotechnicznych skał.

Tabela 70 Zalecenia do badań fizycznych i chemicznych próbek skał

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Metoda badania	Zalecenia wg PN-B-02480	Wymagania
1	Mineralogia	Skład mineralogiczny	PN-EN ISO 14689	b.d.	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na 1 mb rdzenia
2	Petrografii	Opis petrograficzny	PN-EN 932-3	b.d.	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na 1 mb rdzenia
3	Wilgotność	Wartość (w)	Brak normy ISO/CEN, zalecane normy BS, metody ISRM lub metody podane przez Hobblera (1977)	Próbki NW i NNS Wszystkie rodzaje gruntów w tym grunty skaliste	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na 1 mb rdzenia
4	Gęstość Porowatość	Wartość: (ρ_s), (γ_s), (ρ_o), (γ_o), (ρ_p), (ρ_{pw})	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hobblera (1977)	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów w tym grunty skaliste	Kategoria pobrania prób A (B - gęstość właściwa) Liczba badań: 1 badanie na 2 mb rdzenia oraz 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały
5	Przepuszczalność	Wartość: (k_f)	Brak normy ISO/CEN Metody podane przez Hobblera (1977) pomiar w stanie ustalonym pomiar w stanie nieustalonym - metoda Pulse Decay (pomiar na rdzennikach) metoda spadku ciśnienia	b.d.	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Metoda badania	Zalecenia wg PN-B-02480	Wymagania
			(pomiar na okruchach skalnych) na podstawie wyników z porozymetru rtęciowego MICP test desorpcji pomiar spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego NMR		
6	Rozmywalność	Wartość (I_D / R_w)	Brak normy ISO/CEN Metody podane przez Hoblera (1977) lub wg Thiela (1988)	b.d.	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały (jedna próbka to około 10 okruchów skalnych)
7	Mrozoodporność	Wartość: (w_m), (S), (F_H)	Brak normy ISO/CEN Badania wg, PN-EN 1367-1 lub PN-EN 12371 (wycofana PN-B-04102) lub metody podane przez Hoblera (1977)	b.d.	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 2 badania na każdy wydzielony rodzaj skały
8	Rozmakalność	Oznaczenie od A do H	Brak normy ISO/CEN Badania metodą Skutty wg Kidybińskiego (1982)	b.d.	Kategoria pobrania prób A (B - przy założeniu, że okruh skalny nie ma naruszonej struktury, i jest wielkości około 10 x 10 x 10 cm) Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skalną
		Wartość (r)	Brak normy ISO/CEN Badania metodą wg Kidybiński (1982) PN-G-04352 (wycofana PN-G-97060)		b.d.
9	Nasiąkliwość	Wartość: (w / w_n), (A_b)	Brak normy ISO/CEN Badania metodą wg PN-B-04101 lub PN-EN 13755 lub metody podane przez Hoblera (1977)	b.d.	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 2 badania na każdy wydzielony rodzaj skały
b.d. - brak danych					

Tabela 71 Zalecenia do badań pęcznienia próbek skał

L.p.	Rodzaj badania pęcznienia wg PN-EN 1997-2	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Metoda badania	Wymagania
1	Oznaczanie wskaźnika ciśnienia pęcznienia (przy stałej objętości)	Wartość (w_{cp})	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) Może być oznaczany w edometrze	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych
2	Oznaczanie wskaźnika odkształcenia pęcznienia (dla próbek osiowo obciążanych bez możliwości odkształceń bocznych)	Wartość (w_{op})	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych
3	Oznaczanie odkształcenia pęcznienia (w próbce skały bez ograniczenia swobody odkształceń bocznych)	Wartość (ϵ_{px})	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych

Tabela 72 Zalecenia do badań wytrzymałościowych próbek skał

L.p.	Rodzaj badania wytrzymałościowego wg PN-EN 1997-2	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Metoda badania	Wymagania
1	Ściskanie jednoosiowe i badanie odkształcalności	Wartość: (σ_c / R_c), (K_a / A), (E / E_s), (ν / ν_s)	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM zmodyfikowane oraz normy ASTM lub metody podane przez Hoblera (1977) lub PN-EN 1926 Należy zdefiniować moduł styczny, sieczny, średni Można przedstawić charakterystykę współczynnika Poissona w funkcji naprężeń i odkształceń Oceń sposób zniszczenia próbki skały	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)
2	Badanie pod obciążeniem punktowym	Wartość: (I_{50}), (K_a / A)	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) lub ASTM D5731 – 16 Badanie wykonywane w terenie lub w laboratorium Badanie wskaźnikowe Konieczne ustalenie korelacji między wynikami badania pod obciążeniem punktowym, a wytrzymałością skały	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 10 badań na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych
3	Badanie bezpośredniego ścinania	Wartość: (σ_t / R_t), (σ_{tmax} / R_{tmax}), (σ_{tR} / R_{tR}), (φ), (φ'), (φ'_R), (c), (c'), (c'_R) Krzywe naprężenie-odkształcenie Wykres Mohra	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM zmodyfikowane lub metody podane przez Hoblera (1977) lub PN-G-04304 Konieczne uwzględnienie warstwowania i nieciągłości Próbka powinna mieć powierzchnię, co najmniej 2 500 mm ²	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: min. 5 badań na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych
4	Metoda bezpośrednia Test brazylijski Metoda na zginanie	Wartość: (σ_T / σ_r), (σ_g / R_g)	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) lub PN-EN 12372 lub PN-EN 13161 Konieczne uwzględnienie nieciągłości i powierzchni osłabienia	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)
5	Badanie trójosiowego ściskania	Wartość: (σ_{tc} / R_{tc}), (φ), (φ'), (φ'_R), (c), (c'), (c'_R) (E / E_s), (ν / ν_s) Krzywe naprężenie-odkształcenie Wykres Mohra	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) lub ASTM D2664-04 Podczas badania zazwyczaj nie uwzględnia się pomiaru ciśnienia wody w porach skały, co może mieć negatywny wpływ na wynik	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)

Załącznik 14 Masyw skalny

Załącznik 14.1 Kartowanie geologiczno-inżynierskie

Zadaniem kartowania geologiczno-inżynierskiego jest określenie budowy geologicznej masywu skalnego i zjawisk geologicznych, a w szczególności: litologii, stratygrafii i petrografii skał, stopnia i formy występowania zaburzeń (zwietrzienia, nieciągłości).

Wykorzystuje się tutaj m.in. kartowanie odsłoneń naturalnych, otwory wiertnicze, wykopy badawcze, rowy badawcze, szybiki badawcze, chodniki badawcze, szyby badawcze, sztolnie badawcze, badania fotogrametryczne oraz fotointerpretację geologiczną zdjęć lotniczych. Obserwacje wykonywane na podstawie normalnego kartowania geologicznego, zazwyczaj dostarczają jedynie informacji o utworach odsłoniętych na powierzchni i jego wychodniach. Jednak informacje te, często nie wystarczają do oceny rozciągłości i upadu warstw masywu, czy też stref nieciągłości. Może to prowadzić do powstania błędnego przestrzennego obrazu budowy masywu skalnego. Dlatego bardzo często, obok kartowania odsłoneń naturalnych, przeprowadza się obserwacje geologiczne w specjalnie wykonanych wyrobiskach górniczych lub otworach wiertniczych rozpoznawczych. Badania przy pomocy wyrobisk górniczych (wykopy badawcze, rowy badawcze, szybiki badawcze, sztolnie badawcze itp.) lub otworów wiertniczych, pozwalają na wzrokowe rozpoznanie warunków skalnych, określenie upadu i rozciągłości warstw, ustalenie głębokości zwietrzienia, dokonanie pomiarów zaburzeń geologicznych (uskoki i fałdy) i stopnia spękania skały, jak również umożliwiają pobranie próbek skalnych i wody do badań laboratoryjnych. Bardzo pomocne w kartowaniu są stereoskopowe zdjęcia lotnicze stanowiące mapę morfologiczną i hydrograficzną terenu (Tajduś i in., 2012 za Pisarczyk, Rymsza, 1993).

W momencie gdy nie jest możliwe dokonanie obserwacji bezpośredniej (np. pomiar pomiędzy poszczególnymi wyrobiskami górniczymi lub otworami wiertniczymi), informacje o budowie masywu skalnego można pozyskać w sposób pośredni na podstawie badań geofizycznych (granice poszczególnych utworów, zaburzenia tektoniczne).

Sposób rozpoznania, oznaczenie oraz opis rdzeni wiertniczych, próbek materiału skalnego i masywów skalnych (rodzaj skały, struktura, nieciągłości, zwietrzienie, przepuszczalność oraz zawodnienie) znajduje się w normie PN-EN ISO 14689. Stopień zwietrzienia masywu skalnego, położenie warstw w przestrzeni, charakter spękań i nieciągłości zawierają wytyczne ISRM.

Dodatkowe informacje dotyczące kartowania geologiczno-inżynierskiego podano w rozdziale 5.1.

Załącznik 14.2 Wiercenia badawcze

Wiercenia badawcze są podstawową metodą stosowaną w celu rozpoznania masywu skalnego. Pozwalają m.in. zbadać skałę zarówno makroskopowo, jak i pobrać próby do badań laboratoryjnych, określić warstwy wodonośne i poziom zwierciadła, dokonać pomiarów piezometrycznych i pobrać próbki wody, dokonać pomiaru współczynnika filtracji, jak również strefowego sondowania poniżej dna otworu, czy też przeprowadzić badania geofizyczne i kartograficzne.

Otwory wiertnicze w zależności od techniki wiercenia, wyposażenia oraz sposobu poboru próbek, wykonywane są różnymi metodami. Najczęstszymi wierceniami badawczymi, służącymi do rozpoznania i oceny masywu skalnego, są wiercenia obrotowo-rdzeniowe, ponieważ tylko one dają możliwość pozyskania odpowiednio dużych i nieuszkodzonych rdzeni, jak również dokładne zidentyfikowanie skały i określenie jej właściwości odkształceniowych i wytrzymałościowych oraz przeprowadzenie badań podzielności rdzenia wiertniczego (RQD). Rzadziej stosowanymi wierceniami, mającymi na celu rozpoznanie masywu skalnego, są wiercenia obrotowe (nierdzeniowane) i udarowe. Związane jest to z faktem, że otrzymywany materiał skalny ma

postać zwiercin, na podstawie których można ocenić jedynie typ skały.

Rodzaj metody wiercenia należy dobrać w zależności od prognozowanych warunków geologicznych (np. wiercenia prowadzone w masywie silnie spękanym, z licznymi nieciągłościami, muszą być prowadzone przy użyciu podwójnej, a niekiedy potrójnej rury rdzeniowej, natomiast w masywie zawodnionym nie tylko dobór rur rdzeniowych ma znaczenia, ale i dobór odpowiedniego urządzenia do pobierania próbek skalnych, czy też wody) oraz przeznaczenia/celu w jakim wiercenie jest wykonywane (np. w celu uzyskania informacji na temat: rodzaju skały - wiercenie rdzeniowane, nierdzeniowane lub udarowe, kartowanie otworu wiertniczego - wiercenie rdzeniowane, nierdzeniowane lub udarowe, wodoprzepuszczalności - wiercenie rdzeniowane, RQD - wiercenie rdzeniowane itp.).

Otwory wiertnicze, wykonywane w celu posadowienia budowli podziemnej, można podzielić na podstawowe i dodatkowe. Podstawowe otwory wiertnicze wykonuje się do głębokości wymaganego rozpoznania górotworu, natomiast dodatkowe otwory wiertnicze z reguły są krótsze i służą przede wszystkim przeprowadzeniu badań uzupełniających np. geofizycznych.

Przeciętne odległości między otworami i głębokość ich drążenia przedstawia Załącznik 4.

Wymagania techniczne dla stosowanych urządzeń pomiarowych, wykonania badań oraz dokumentowania pomiarów w trakcie prowadzenia wierceń dla potrzeb geotechnicznych zawiera norma PN-EN ISO 22476-15.

Dodatkowe informacje dotyczące technik wiertniczych oraz oznaczeń makroskopowych podano w rozdziale 5.5.

Załącznik 14.3 Badania geofizyczne

Przy pomocy metod geofizycznych można badać budowę masywu skalnego oraz rozkładu wybranych właściwości fizyko-mechanicznych skał w sposób ciągły, co pozwala na tworzenie modeli geofizycznych przestrzennych lub płaskich w wybranych przekrojach (Tajduś i in., 2012).

Podstawowym celem badań geofizycznych jest rozpoznanie cech strukturalnych i właściwości mechanicznych górotworu (m.in.: głębokość stref zwietrzenia, rozkład i zasięg stref spękań, rozkład i wielkości dynamicznych modułów sprężystości).

Najczęstszymi metodami geofizycznymi stosowanymi w badaniach masywu skalnego są metody: sejsmiczna, elektrooporowa, georadarowa oraz geofizyki otworowej. W strefach oddziaływania sejsmicznego lub drgań pochodzenia komunikacyjnego mogą mieć zastosowanie metody sejsmoakustyczna i mikrosejsmiczna.

Najważniejsze z nich zostały zaprezentowane w podrozdziale 7.3.

Oprócz ich zastosowania przedstawionego w podrozdziale 7.3, metody geofizyczne używa się również do badań wielkości naprężeń i klasyfikacji masywu skalnego, tj.:

- geofizyczna metoda oceny kierunków i wielkości naprężeń w górotworze (Tajduś i in., 2012 za Marcak i Zuberek, 1994) - metoda ta zakłada, że wstrząsy są związane z przemieszczeniami masywu skalnego wzdłuż płaszczyzn uskoków - zniszczenie masywu skalnego przez ścinanie (na podstawie położenia płaszczyzn nodalnych określa się kierunki naprężeń);
- klasyfikacja geofizyczna KFG - jest to klasyfikacja masywu fliszowego (opracowana przy wykorzystaniu dwóch parametrów geofizycznych: prędkości fal sejsmicznych V_p oraz elektrycznej oporności właściwej ρ) (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018).

Dodatkowe informacje dotyczące badań geofizycznych podano w załączniku (Załącznik 4).

Załącznik 14.4 Badania właściwości hydraulicznych masywu skalnego, pomiary i obserwacje poziomu zwierciadła wody podziemnej

Badanie właściwości hydraulicznych masywu skalnego wykonywane jest poprzez pomiar wodochłonności. Badanie to polega na pomiarze objętości wody wtłoczonej pod ciśnieniem do masywu skalnego. Badanie to przeprowadza się zgodnie z normą BN-8950-07.

Otwory, w których planowane jest wyznaczenie wodochłonności, powinny być wiercone metodą obrotową, z ciągłym rdzeniowaniem, za pomocą wodnej płuczki bez zawiesin mechanicznych. Optymalna średnica otworu badawczego powinna wynosić od 86 do 112 mm, natomiast długość strefy badawczej od 2 do 5 m. W danym cyklu badawczym należy wykonać co najmniej 3 badania przy różnych ciśnieniach wtłaczanej wody (różnica ciśnień nie może być mniejsza od 0,05 MPa i większa od 0,5 MPa) (BN-8950-07).

Badanie wodochłonności pozwala na określenie szczelności masywu skalnego oraz odporności materiału wypełniającego różnego typu nieciągłości na zadane ciśnienie wody, jak również pośrednio na wyznaczenie współczynnika filtracji.

Pomiary i obserwacje poziomu zwierciadła wody podziemnej wykonywane są podczas wierceń otworów badawczych (pomiar zwierciadła wody w odstępach 2-5 min, do momentu ustabilizowania jego poziomu). Pomiary te powinny być przeprowadzone dla każdej warstwy wodonośnej. W przypadku występowania kilku warstw wodonośnych z reguły najdokładniej zostaje pomierzony poziom wody dla pierwszej warstwy wodonośnej. Związane jest to z częstym napotykiem, dużych trudności z odizolowaniem poszczególnych warstw wodonośnych. W celu uniknięcia wyżej wymienionej trudności, w momencie napotkania niżej ległej warstwy wodonośnej pomiar poziomu piezometrycznego powinien być wykonywany w drugiej kolumnie rur (Tajduś i in., 2012).

Pomiary wód podziemnych oraz pobieranie prób należy prowadzić zgodnie z normą PN-EN ISO 22475-1. Ogólne informacje zawiera również norma PN-EN 1997-2.

Dodatkowe informacje dotyczące badań geofizycznych podano w rozdziale 5.7.

Załącznik 14.5 Pomiar pierwotnego stanu naprężenia

Najbardziej uznanymi i najczęściej stosowanymi polowymi metodami pomiaru naprężeń w świecie są m.in.:

- pomiary poprzez hydroszczelinowanie (hydraulic fracturing) - metoda ta pozwala na pomiar stanu naprężeń w odległości kilkudziesięciu metrów (nawet do 70 m) od konturu wyrobiska. Nie wymaga ona znajomości współczynnika Poissona i modułu Younga masywu skalnego, jednak masyw skalny traktowany jest jako jednorodny i izotropowy. Dodatkowo pomiar naprężeń odbywa się na relatywnie dużej powierzchni, a nie punktowo (Tajduś i in., 2012).
- pomiary poprzez nacinanie otworu wiertniczego (borehole slotter) (metody tej nie powinno się stosować w masywie spękanym, lub o niskich parametrach odkształceniowych i wytrzymałościowych (Tajduś i in., 2012 za Dugan i in., 1993)).
- pomiary poprzez trepanację wgłębną (overcoring) - jedna z bardziej popularnych metod oceny wielkości i kierunków naprężeń pierwotnych.
- badania emisji akustycznej (AE).

Pomimo występowania wielu metod oceny naprężeń w masywie skalnym, Amadei i Stephansson (1997) w swojej monografii, stwierdzają, że w masywie skalnym związłym można oszacować pierwotne naprężenia z dokładnością do 10-20% przy wykonaniu co najmniej 20 pomiarów (Tajduś i in., 2012).

Załącznik 14.6 Badania polowe parametrów wytrzymałościowych

Otrzymane wartości wytrzymałości polowych często uznaje się za wytrzymałość masywu skalnego. W momencie gdy badaniu podlegają odpowiednio duże bloki skalne, wówczas takie uproszczenie jest słuszne (różnice pomiędzy tymi wytrzymałościami są niewielkie) (Tajduś i in., 2012).

Załącznik 14.6.1 Wytrzymałość na ściskanie

Badania jednoosiowe - wycięta z calizny kostka skalna (najczęściej o wymiarach od 0,8 m do 1,2 m) jest obciążona jednoosiowo za pomocą kilku (kilkunastu) siłowników hydraulicznych, napędzanych oddzielnymi pompami hydraulicznymi, które są połączone pomiędzy sobą w jeden układ obciążający. W celu określenia zależności „naprężenie–odkształcenie” wraz ze zmianą obciążenia prowadzi się pomiar zmian deformacji (Tajduś i in., 2012).

Badania trójosiowe - blok skalny przeznaczony do badań trójosiowych wycinany jest w spągu wyrobiska. Do bloku skalnego przykładane są obciążenia pionowe i poziome za pomocą samych poduszek ciśnieniowych lub cylindrów hydraulicznych i poduszek ciśnieniowych. Badanie to jest podobne do badania próbki skalnej w komorze trójosiowej (Tajduś i in., 2012).

Załącznik 14.6.2 Wytrzymałość na ścinanie

Metod pozwalających na wyznaczenie wytrzymałości na ścinanie jest wiele, m.in. można wymienić (Kidybiński, 1982, Tajduś i in., 2012 za Thiel, 1980):

- ścinanie ze ściskaniem bloku skalnego, tzw. metoda bezpośredniego ścinania - ścięcie następuje wzdłuż powierzchni kontaktu bloku skalnego z calizną - najczęściej wykorzystywana metoda (opisana w normie BN-8950-01) - po wykonaniu ścięcia bloku skalnego, dokonuje się szczegółowego kartowania geologiczno-inżynierskiego powierzchni ścięcia (dla ściętego bloku skalnego można określić wartość kąta tarcia zewnętrznego);
- ścinanie bloku skalnego bez ściskania;
- ścinanie wzdłuż kontaktu bloku betonowego z podłożem budowlanym zbudowanym ze skał;
- ścinanie przez skręcanie wielkośrednicowego rdzenia wiertniczego połączonego w dnie otworu ze skałą.

Załącznik 14.7 Badania polowe parametrów odkształceniowych

Badania modułów sprężystości i odkształcenia dla masywu skalnego, można prowadzić poprzez obciążenie masywu skalnego (Tajduś i in., 2012):

- z powierzchni terenu: pojedynczym blokiem betonowym, pojedynczym blokiem betonowym mocowanym kotwiami, dwoma blokami betonowymi mocowanymi kotwiami - siłowniki rozparte są pomiędzy blokiem betonowym a sztywną belką stalową zamocowaną do masywu skalnego przy wykorzystaniu głębokich kotwi;
- w wyrobisku podziemnym: za pomocą wody pod ciśnieniem i poduszek ciśnieniowych - obciążenia są przekazywane radialnie na wyrobisko o przekroju kołowym za pomocą wody pod ciśnieniem lub rozmieszczonych na obwodzie hydraulicznych poduszek ciśnieniowych (prasy radialne).

Przy wykonywaniu badań w warunkach polowych dla prawidłowego określania modułów sprężystości i modułu odkształcenia niezbędne są intuicja i doświadczenie. Wybór odpowiedniej metody badania właściwości masywu skalnego powinien uwzględniać charakter obiektu, dla którego badania te są prowadzone.

Załącznik 14.8 Metody polowe oparte na pomiarach w otworach wiertniczych lub pomiarach punktowych na konturze obiektu podziemnego

Metody polowe oparte na pomiarach w otworach wiertniczych lub pomiarach punktowych na konturze obiektu podziemnego są stosunkowo szybkimi, prostymi i tanimi metodami badania właściwości masywu skalnego w warunkach polowych.

Do metod tych m.in. można zaliczyć:

- badania za pomocą presjometrów;
- badania z wykorzystaniem penetrometrów otworowych;
- badania za pomocą młotków odbojnych - urządzenie to pozwala na wykonanie udaru, o określonej energii, w powierzchnię skały i pomiaru wskaźnika odbojności sprężystej od tej powierzchni. Powierzchnia do badań powinna być gładka i bez widocznych uszkodzeń i nalotów (a więc badaniu podlegają najmocniejsze fragmenty skał) - metoda sklerometryczna nie może być stosowana samodzielnie i wyniki jej badań powinny być potwierdzone w oparciu o klasyczne badania niszczące próbek skalnych na maszynie wytrzymałościowej.

Załącznik 14.9 Klasyfikacje masywu skalnego

Załącznik 14.9.1 Klasyfikacja Bieniawskiego (RMR)

Klasyfikacja RMR określa jakość masywu skalnego na podstawie następujących parametrów: wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie, RQD, średnia odległość pomiędzy nieciągłościami, charakterystyka nieciągłości, stopień zawodnienia masywu skalnego oraz przestrzenna orientacja nieciągłości w stosunku do kierunku drążenia tunelu. Dla określenia ogólnej jakości masywu klasyfikacja przydziela parametrom noty punktowe (Tabela 73), a wartość liczby klasyfikacyjnej RMR jest sumą wartości liczbowych wymienionych parametrów klasyfikacyjnych. Wartość liczby RMR zawiera się w przedziale 0–100 i dzieli masywy na 5 klas (Tabela 73).

Do zalet tej klasyfikacji RMR można m.in. zaliczyć dość proste wyznaczanie parametrów systemu, powiązanie wskaźnika jakości masywu RMR z jego właściwościami mechanicznymi oraz zaleceniami inżynierskimi odnośnie utrzymania tunelu.

Należy jednak zaznaczyć, że niewłaściwe użycie klasyfikacji RMR może prowadzić do popełnienia istotnych błędów projektowych.

RMR niedokładnie opisuje zachowanie się bardzo słabego masywu skalnego (klasa V), dlatego też bardzo ostrożnie powinno się podchodzić do oceny takiego masywu oraz zaleceń wynikających z klasyfikacji RMR.

Klasyfikacja RMR jest wykorzystywana między innymi do określenia rozpiętości niepodpartego stropu i czas jego utrzymania, wielkości ciśnienia na obudowę, inżynierskich parametrów odkształceniowych (moduł odkształcenia) oraz wytrzymałościowych (spójność, kąt tarcia wewnętrznego).

Tabela 73 Klasyfikacja Bieniawskiego - RMR (Tajduś i in., 2012)

A. KLASYFIKACJA PARAMETRÓW I WARTOŚCI ZNAMIONOWE									
Parametr		Zakres wartości							
1	Wytrzymałość Nienaruszonego materiału skalnego	Punktowa wytrzymałość	>10 MPa	4–10 MPa	2–4 MPa	1–2 MPa	Preferuje się wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie		
		Jednoosiowa wytrzymałość na ściskanie	>250 MPa	100–200 MPa	50–100 MPa	25–50 MPa	5–25 MPa	1–5 MPa	<1 MPa
	Wartość znamionowa	15	12	7	4	2	1	0	
2	RQD		90%–100%	75%–90%	50%–75%	25%–50%	<25%		
	Wartość znamionowa		20	17	13	8	3		
3	Odległość nieciągłości		> 2 m	0,6–2 m	200–600 mm	60–200 mm	< 60 mm		
	Wartość znamionowa		20	15	10	8	5		
4	Charakterystyka nieciągłości (zobacz E)		Bardzo chropowate powierzchnie. Brak ciągłości. Brak rozwarcia. Niezwietrzałe ściany	Delikatnie chropowate powierzchnie, rozwarstwo < 1 mm. Wygładzone, Zwietrzałe ściany	Delikatnie chropowate powierzchnie, rozwarstwo < 1 mm. Silnie zwietrzałe ściany	Wypolerowane, materiał wypełniający < 5 mm grubości, rozwarstwo 1–5 mm. Ciągłe	Miękki materiał wypełniający > 5 mm grubości, rozwarstwo > 5 mm. Ciągłe		
	Wartość znamionowa		30	25	20	10	0		
5	Zawodnienie	Dopływ na 10 m tunelu (l/min)	Brak	< 10	10–25	25–125	> 125		
		Generalne warunki	Sucho	Wilgotno	Mokro	Wykroplenia	Dopływ		
	Wartość znamionowa		15	10	7	4	0		
B. USTALENIE DOPASOWANIA DLA ORIENTACJI NIECIĄGŁOŚCI (patrz F)									
Rozciągłość i orientacja upadu			Bardzo korzystny	Korzystny	Średni	Niekorzystny	Bardzo niekorzystny		
Wartość znamionowa	Tunele i wyrobiska górnicze		0	-2	-5	-10	-12		
	Fundamenty		0	-2	-7	-15	-25		
	Zbocza		0	-5	-25	-50	-60		
C. Całkowita wartość znamionowa determinuje klasę masywu skalnego									
Wartość znamionowa			100–81	80–61	60–41	40–21	< 21		
Numer grupy			I	II	III	IV	V		
Ocena			Bardzo dobry masyw skalny	Dobry masyw skalny	Średni masyw skalny	Słaby masyw skalny	Bardzo słaby masyw skalny		
D. Charakterystyka masywu skalnego i sposób drążenia tunelu									
Numer grupy			I	II	III	IV	V		
Przeciętny czas utrzymania statecznego, niepodpartego zabioru			10 lat dla 15 m rozpiętości	6 miesięcy dla 8 m rozpiętości	1 tydzień dla 5 m rozpiętości	10 godzin dla 2,5 m rozpiętości	30 minut dla 1 m rozpiętości		
Spójność (MPa)			> 0,4	0,3 – 0,4	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	< 0,1		
Kąt tarcia wewnętrznego (deg)			> 45	35 – 45	25 - 35	15 – 25	< 15		
E. Wytyczne dla oceny nieciągłości*									
Długość			< 1m	1 – 3 m	3 – 10 m	10 – 20	>20 m		
Noty punktowe			6	4	2	1	0		
Rozwarstwo			Brak	<0.1 mm	0.1 – 1.0 mm	1 – 5 mm	> 5 mm		
Noty punktowe			6	5	4	1	0		
Szorstkość			Bardzo szorstkie	Szorstkie	Delikatnie szorstkie	Gładkie	Wypolerowane		
Noty punktowe			6	5	3	1	0		
Wypełnienie			Brak	Twarde < 5 mm	Twarde > 5 mm	Miękkie < 5 mm	Miękkie > 5 mm		
Noty punktowe			6	4	2	2	0		
Zwietrzenie			Niezwietrzałe	Delikatnie zwietrzałe	Średnio zwietrzałe	Mocno zwietrzałe	Zniszczony		
Noty punktowe			6	5	3	1	0		
F. Efekt drążenia przy uwzględnieniu upadu i rozciągłości w stosunku do orientacji osi tunelu									
Rozciągłość prostopadła do osi tunelu					Rozciągłość równoległa do osi tunelu				
Drążenie z upadem – upad 45–90°			Drążenie z upadem – upad 20–45°			Upad 45–90°		Upad 20–45°	
Bardzo korzystne			Korzystne			Bardzo korzystne		Średnia	
Drążenie po wzniosie – upad 45–90°			Drążenie po wzniosie – upad 20–45°			Upad 0–20° – niezależnie od rozciągłości			
Średnie			Niekorzystne			Średni			
* Niektóre warunki się wykluczają. Na przykład jeżeli spełnienia są wypełnione, niezależnie od szorstkości, wpływ wypełnienia jest dominujący. W takiej sytuacji zalecana jest ocena wprost z A.4.									

Załącznik 14. 9. 2 Klasyfikacja Bartona, Liena i Lunde (Q)

Zasadniczym celem tej klasyfikacji jest scharakteryzowanie masywu skalnego za pomocą jednej wartości wskaźnika jakości Q. Klasyfikacja ta bazuje na sześciu parametrach, tj.: RQD, liczba systemu spękań J_n , chropowatość J_r i przeobrażenie spękań J_a , zawodnienie J_w oraz współczynnik stanu naprężeń (SRF), a liczbę klasyfikacyjną Q określa się ze wzoru:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

W zależności od uzyskanej wartości Q masyw skalny przypisuje się do odpowiedniej klasy. Dla określenia wartości Q, należy prawidłowo oszacować powyżej wymienione parametry, jednak może być to trudnym zadaniem dla niedoświadczonego geoinżyniera. Dlatego Barton napisał specjalny artykuł (Barton, 1993), w którym opisuje w jaki sposób prawidłowo określić wymienione wyżej parametry.

Opis parametrów i przyporządkowanie im odpowiednich wartości punktów dla klasyfikacji Q zamieszczono w tabelach (Tabela 74 - Tabela 79). Wartość liczby Q zawiera się w przedziale 0.001 do 1000 i dzieli masyw na 9 klas które przedstawiono w tabeli (Tabela 80).

Poprzez uwzględnienie parametrów geometrycznych obiektu podziemnego oraz jego przeznaczenia możliwe jest przeprowadzenie wstępnego doboru obudowy. Podobnie jak klasyfikacja RMR, także na podstawie wartości Q możliwe jest określenie parametrów wytrzymałościowo-odkształceniowych masywu skalnego. Barton (1991, 2002) określił także korelację pomiędzy prędkością fali sejsmicznej V_p mierzonyj przed czołem przodka tunelu, a wartością Q.

Ponieważ klasyfikacja Q jest stosowana wymiennie z klasyfikacją RMR, dlatego powstało wiele wzorów korelacyjnych pomiędzy nimi. Najczęściej stosowanymi korelacjami są korelacje Bieniawskiego i Bartona (jednak i one dają duży rozrzut w wynikach).

Klasyfikacja ta jest szczególnie zalecana dla tuneli i komór z łukowym stropem. Tabela 74 - Tabela 80 zostały opracowane dla klasyfikacji Q z 2015 (Źródło: Q-system Quick Reference 2015, www.ngi.no).

Tabela 74 Podzielność rdzenia wiertniczego

Oznaczenie podzielności rdzenia wiertniczego RQD	Wartość RQD	
A. Bardzo słaba	(>27 spękań na m ³)	0 – 25
B. Słaba	(20-27 spękań na m ³)	25 – 50
C. Średnia	(13-19 spękań na m ³)	50 – 75
D. Dobra	(8-12 spękań na m ³)	75 – 90
E. Doskonała	(0-7 spękań na m ³)	90 – 100

Uwaga:
i) Jeżeli $RQD \leq 10\%$ to do obliczeń Q należy przyjąć wartość $RQD=10$
ii) RQD wystarczy podawać z dokładnością do 5, np. 85 zamiast 83

Tabela 75 Liczba sieci spękań

Wskaźnik liczby systemów spękań J_n	Wartość J_n
A. Lita skała, brak lub niewiele spękań	0,5–1,0
B. Jedna sieć spękań	2
C. Jedna sieć spękań i losowe	3
D. Dwie sieci spękań	4
E. Dwie sieci spękań i losowe	6
F. Trzy sieci spękań	9
G. Trzy sieci spękań i losowe	12
H. Cztery lub więcej sieci spękań, losowe, mocno spękane, wyodrębnione bloki skalne (kostki cukru)	15

Wskaźnik liczby systemów spękań J_n	Wartość J_n
I. Pokruszona skała, zwietrzelina	20
<i>Uwaga:</i>	
i) Dla skrzyżowań zastosuj: $J_n \times 3$	
ii) Dla portali tuneli zastosuj $J_n \times 2$	

Tabela 76 Ocena chropowatości szczelin

Wskaźnik chropowatości spękań J_r	Wartość J_r
a) kontakt ścianek spękania, oraz b) kontakt ścianek szczeliny przed 10 cm ścięciem	
A. Nieciągłe spękania	4
B. Szorstkie i nieregularne, pofałdowane	3
C. Wygładzone, pofałdowane	2
D. Wypolerowane, pofałdowane	1,5
E. Szorstkie, nieregularne, płaskie	1,5
F. Wygładzone, płaskie	1
G. Wypolerowane, płaskie	0,5
<i>Uwaga</i>	
i) Powyższy opis od B do G odpowiada małej i średniej wielkości nieciągłości.	
c) brak kontaktu pomiędzy ściankami szczeliny podczas ścięcia	
H. Strefy zawierające minerały ilaste o miąższości, która uniemożliwia kontakt ścianek	1
<i>Uwaga:</i>	
ii) Dolicz 1,0, jeżeli średnia odległość spękań znaczącej sieci spękań jest większa niż 3 m (w zależności od wymiarów tunelu)	
iii) $J_r=0,5$ dla płaskich wypolerowanych spękań charakteryzujących się liniowością, która przebiega zgodnie z kierunkiem prawdopodobnego poslizgu	

Tabela 77 Wskaźnik przeobrażenia spękań

Wskaźnik przeobrażenia spękań	φ_r (°) (Wartości orientacyjne)	Wartość J_a
a) ścianki w kontakcie (brak mineralnych wypełnień, tylko powłoka)		
A. Zrosnięte, twarde, bez osłabienia, nieprzepuszczalny materiał wypełniający	-	0,75
B. Niezmienione ścianki szczelin, tylko powierzchniowe odbarwienie	25-35	1,0
C. Lekko przeobrażone ścianki spękań. Nieosłabiona mineralna powłoka, ziarna piasku, rozdrobnione skały nie zawierające iltu itp.	25-30	2,0
D. Pylasto- lub piaskowo-ilasta powłoka, mała ilość frakcji ilastej (bez osłabienia)	20-25	3,0
E. Osłabione lub zawierające powłokę z minerałów ilastych np. kaolinitów, miki. Także chloryty, talk, gips i grafit. Małe ilości pęczniejącego iltu	8-16	4,0
b) kontakt ścianek przed 10 cm ścięciem (cienkie wypełnienia mineralne)		
F. Ziarna piasku, brak iltu rozdrobniona skała itp.	25-30	4,0
G. Silnie prekonsolidowane, bez osłabienia wypełnienie ilaste (ciągłe, ale <5 mm)	16-24	6,0
H. Średnio lub mało prekonsolidowane, osłabione wypełnienia ilaste (ciągłe, ale <5 mm)	12-16	8,0
J. Wypełnienia pęczniejącym iltu, np. montmorylonit (ciągła, ale <5 mm). Wielkość J_a zależy od procentowego udziału cząstek pęczniejącego iltu	6-12	8,0-12,0
c) brak kontaktu ścian podczas ścięcia (grube wypełnienia mineralne)		
K. Strefy lub warstwy rozdrobnionej lub pokruszonej skały. Mocno prekonsolidowane	16-24	6
L. Strefy lub warstwy iltu, rozdrobniona lub pokruszona skała. Średnio lub mało prekonsolidowane lub wypełnienia z osłabieniem	12-16	8

Wskaźnik przeobrażenia spękań	φ_r (°) (Wartości orientacyjne)	Wartość J_a
M. Strefy lub warstwy iłu, rozdrobniona lub pokruszona skała. Iły pęczniejące. J_a zależy od procentowego udziału pęczniejących minerałów ilastych	6-12	8-12
N. Ciągłe strefy o dużej miąższości lub warstwy iłów. Mocno prekonsolidowane	12-16	10
O. Ciągłe strefy o dużej miąższości lub warstwy iłów. Średnio lub mało prekonsolidowane	12-16	13
P. Grube, ciągłe strefy lub warstwy z iłem. Iły pęczniejące. J_a zależy od procentowego udziału pęczniejących minerałów ilastych	6-12	13,0-20,0

Tabela 78 Ocena zawodnienia

Wskaźnik zawodnienia J_w	Wartość J_w
A. Suche warunki lub mniejszy dopływ (wilgotno, kilka kropel)	1,0
B. Średni dopływ, lokalnie wymycia materiału wypełniającego spękania (kilka kropel/"deszcz")	0,66
C. Strumieniowy dopływ lub duże ciśnienie w skałach zwięzłych ze spękaniami bez wypełnienia	0,5
D. Duży dopływ lub duże ciśnienie, znaczne wymycia materiału wypełniającego spękania	0,33
E. Wyjątkowo silny dopływ lub ciśnienie zanikające w czasie. Powoduje wymycia materiału a czasami kawernowanie.	0,2-0,1
F. Wyjątkowo silny dopływ wody lub ciśnienie bez widocznego zanikania w czasie. Powoduje wymycia materiału a czasami kawernowanie.	0,1-0,05
<i>Uwaga:</i>	
i) Wskaźniki zawodnienia od C do F są zgrubnie oszacowane. Zwiększ J_w jeżeli masyw skalny jest z drenażem, lub zastosowano iniekcje.	
ii) Specjalne problemy na skutek formacji lodu nie są rozważone	

Tabela 79 Ocena stanu naprężenia masywu skalnego w otoczeniu wyrobisk

Wskaźnik SRF	SRF		
a. Strefy słabe przecinające wyrobisko, co może spowodować rozluźnienie się stref osłabienia			
A. Wiele występujących stref osłabienia, zawierające na krótkich odcinkach wtrącenia iłu lub chemicznie rozdrobnionej skały, bardzo luźne otaczające skały (każda głębokość), lub długie odcinki w niezwięzłej (słabej) skale (każda głębokość).	10		
B. Wiele stref ścięcia w skale zwięzłej (brak iłu), rozluźowane skały otaczające (każda głębokość)	7,5		
C. Pojedyncza strefa osłabienia z lub bez iłu lub chemicznie rozdrobnionej skały (głębokość drążenia ≤ 50 m)	5		
D. Rozluźowane, otwarte spękania, mocno spękane lub w kształcie kostek cukru, każda głębokość	5		
E. Pojedyncza strefa osłabienia zawierająca ił lub chemicznie rozdrobnioną skałę (głębokość drążenia > 50 m)	2,5		
<i>Uwaga:</i>			
i) Zredukuj SRF o 25-50% ale tylko, gdy znacząca strefa ścięcia nie przecina tunelu			
b. Masyw skalny zwięzły, problemy związane z naprężeniami			
	$\frac{\sigma_c}{\sigma_1}$	$\frac{\sigma_\theta}{\sigma_c}$	SRF
F. Niskie naprężenia, blisko powierzchni terenu, otwarte spękania	> 200	$< 0,01$	2,5
G. Średnie koncentracje naprężeń, korzystne warunki naprężeniowe	200-10	0,01-0,3	1,0
H. Duże koncentracje naprężeń, bardzo wąskie wyrobiska. Zazwyczaj korzystne dla warunków stateczności. Mogą być niekorzystne dla stateczności w zależności od orientacji naprężeń w stosunku do spękań/stref słabych*	10-5	0,3-0,4	0,5-2,0 2-5*
J. Umiarkowane odpajanie się lub „łuszczenie” po $> 1h$ w masywnej skale	5-3	0,5 -0,65	5-50
K. Odpajanie się i/lub tąpnięcia w ciągu kilku minut w	3-2	0,65-1	50-200

Wskaźnik SRF		SRF
masywnej skale		
L. Silne tąpnięcia oraz natychmiastowe deformacji dynamiczne w masywnej skale	<2	>1 200-400
Uwagi: ii) Dla mocno anizotropowego pola naprężeń pierwotnych (jeżeli jest zmierzone): kiedy $5 \leq \sigma_1 / \sigma_3 \leq 10$, zredukuj σ_c do $0.75 \sigma_c$. Jeżeli $\sigma_1 / \sigma_3 > 10$, zredukuj σ_c do $0.5 \sigma_c$, gdzie σ_c = wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie, σ_1 i σ_3 są to naprężenia główne (największe i najmniejsze), a σ_θ = wytrzymałość na rozciąganie (oszacowana na podstawie teorii sprężystości) iii) W przypadku, gdy strop tunelu znajduje się na głębokości mniejszej od jego szerokości proponuje się zwiększyć SRF z wartości 2,5 do 5,0 (patrz F)		
<i>c. Masyw skalny skłonny do plastycznego płynięcia</i>	$\frac{\sigma_\theta}{\sigma_c}$	SRF
M. Skłonny do plastycznego płynięcia	1-5	5-10
N. Silnie skłonny do plastycznego płynięcia	>5	10-20
Uwaga: iv) Oszacowanie warunków masywu skalnego z tendencją do plastycznego płynięcia musi być wykonane w odniesieniu do odpowiedniej literatury (np. Singh et al., 1992, Bhasin i Grimstad, 1996)		
<i>d. Masyw skalny pęczniejący, aktywnie chemicznie pęczniejący pod wpływem wody</i>		
O. Łagodnie pęczniejący		5-10
P. Silnie pęczniejący		10-15

Tabela 80 Klasy masywu skalnego w zależności od wskaźnika Q (Tajduś i in., 2012)

Q	Jakość górotworu
400 - 1000	Skrajnie dobry
100 - 400	Wyjątkowo dobry
40 - 100	Bardzo dobry
10 - 40	Dobry
4 - 10	Średni
1 - 4	Słaby
0,1 - 1,0	Bardzo słaby
0,01 - 0,1	Wyjątkowo słaby
0,001 - 0,001	Skrajnie słaby

Załącznik 14. 9. 3 Klasyfikacja Hoeka - Browna (GSI)

Klasyfikacja GSI opiera się na wizualnej obserwacji warunków geologicznych (Tabela 81, Tabela 82). Ideą klasyfikacji było przekroczenie ograniczeń oraz pewne uproszczenie klasyfikacji RMR w warunkach słabych masywów skalnych oraz dostarczenie danych niezbędnych do modelowania numerycznego. Generalnie wskaźnik GSI uzyskuje się, jako sumę not za pięciu podstawowych parametrów klasyfikacji RMR, tj.: wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie, RQD, odległość nieciągłości, charakterystyka nieciągłości oraz zawodnienie. Istnieją również wzory, pozwalające na podstawie wartości RMR lub Q oszacować wartość GSI (Hoek, Brown, 1997). GSI pozwala na określenie wartości wytrzymałości masywu skalnego w zależności od różnych warunków geologicznych. Wskaźnik GSI jest w głównej mierze używany dla oszacowania parametrów wytrzymałościowo-odkształceniowych masywu skalnego, zwłaszcza dla kryterium wytrzymałościowego Hoeka - Brown'a.

Klasyfikacje masywów skalnych powinny być głównie wykorzystywane we wstępnej fazie projektowania wyrobisk podziemnych, ponieważ są one oparte na związkach empirycznych. Poprawne stosowanie klasyfikacji masywu skalnego wymaga dużego doświadczenia (Tajduś i in., 2012). W praktyce zaleca się, aby klasyfikowanie masywu skalnego zostało niezależnie przeprowadzone co najmniej dwiema metodami.

W związku z faktem, że powstają ciągle nowe wersje istniejących klasyfikacji masywu skalnego, zaleca się przed zastosowaniem danej klasyfikacji, sprawdzenia aktualności tabel i nomogramów do niej przypisanych.

Tabela 81 Wartości parametru GSI (Marinos, Hoek 2000)












GSI (Geologiczny wskaźnik jakości) Na podstawie opisu litologii, struktury i jakości powierzchni nieciągłości, należy wybrać przeciętną wartość GSI. Wartość GSI zaleca się podawać w przedziale (wartość podawana w przedziale jest bardziej realistyczna niż podanie wartości punktowej). Należy zaznaczyć, że tabela nie dotyczy strukturalnie kontrolowanego zniszczenia. Słabe płaskie płaszczyzny strukturalne o niekorzystnej orientacji względem czoła wyrobiska, będą dominować zachowanie się górotworu. Wytrzymałość na ścinanie powierzchni w skałach, które w wyniku zmian wilgotności są podatne na niszczenie, zostanie zmniejszona w obecności wody. Podczas pracy ze skałami w kategoriach średnia-bardzo słaba, w przypadku stwierdzenia wilgotnych warunków można dokonać przesunięcia w prawo. Ciśnienie wody jest uwzględniane za pomocą analizy naprężeń efektywnych		Jakość powierzchni spękania Bardzo dobra Bardzo szorstka, świeża, nie wietrzala powierzchnia		Dobra Szorstka, lekko zwietrzała, zaizolowana powierzchnia		Średnia Gładka, średnio zwietrzała, przeobrażona powierzchnia		Słaba Powierzchnia wypolerowana, silnie zwietrzała, z powłoką lub wypełnieniem zwanym lub z materiałem ostrokrawędzistym		Bardzo słaba Powierzchnia wypolerowana, silnie zwietrzała, z miękką iłastą powłoką lub wypełnieniem	
Struktura		Spadek jakości powierzchni									
 Nienaruszona/Masywna Masyw skalny lity lub z kilkoma sporadycznie występującymi nieciągłościami		Spadek jakości powierzchni									
 Blokowa Dobrze zaklinowane bloki skalne, masyw skalny niezniszczony, składający się z sześciennych bloków, uformowanych przez nie więcej niż trzy przecinające się sieci nieciągłości		90									
 Bardzo blokowa Zklinowane bloki skalne, częściowo naruszone masyw skalny z wielościennymi, ostrokrawędzistymi blokami utworzonymi przez cztery lub więcej sieci nieciągłości		80	70								
 Blokowa/Zaburzona/Warstwowana Pofalowany, z kanciastymi blokami, utworzonymi przez wiele przecinających się sieci nieciągłości. Występuje warstwowanie lub złupkowacenie			60	50							
 Rozdrobniona Słabo zaklinowane bloki skalne, masyw skalny mocno pokruszony, z mieszką ostrokrawędzistych i owalnych okruszków skalnych				40							
 Laminowana/Zniszczona brak zaklinowania związany z niewielkimi odstępami złupkowacenia lub powierzchni o charakterze ścięć				30					20		
											10

Tabela 82 Wartości parametru GSI dla niejednorodnych masywów skalnych takich jak flisz (Marinos, Hoek 2000)

GSI (Geologiczny wskaźnik jakości) Na podstawie opisu litologii, struktury i jakości powierzchni nieciągłości (w szczególności powierzchni uwarstwienia) wybieramy odpowiedni schemat (rysunki od A do H), a tym samym przeciętną (średnią) wartość GSI, w obrębie konturu. Wartość GSI zaleca się podawać w przedziale (wartość podawana w przedziale jest bardziej realistyczna niż podanie wartości punktowej). Należy zaznaczyć, że kryterium Hoeka-Browna nie dotyczy strukturalnie kontrolowanego zniszczenia, tam gdzie słabe płaskie płaszczyzny strukturalne o niekorzystnej orientacji, będą determinować zachowanie się górotworu. Wytrzymałość niektórych masywów skalnych zmniejsza się przez obecność zwierciadła wody, dlatego podczas klasyfikacji skał w kategoriach średnia - bardzo słaba można dokonać przesunięcia w prawo. Ciśnienie wody nie zmienia wartości GSI i jest uwzględniane za pomocą analizy naprężeń efektywnych		JAKOŚĆ POWIERZCHNI NIECIĄGŁOŚCI Bardzo dobra Bardzo szorstka, świeża, niezwietrzała powierzchnia		Dobra Szorstka, lekko zwietrzała powierzchnia		Średnia Gładka, średnio zwietrzała, przeobrażona powierzchnia		Słaba Pow. b. gładka, sporadycznie wypolerowana, z zwartą powłoką lub wypełnieniem z materiałem ostrokraw.		Bardzo słaba Powierzchnia bardzo wypolerowana, lub silnie zwietrzała, z miękką iłastą powłoką lub wypełnieniem	
SKŁAD I STRUKTURA		Spadek jakości powierzchni									
 A- grubo uwarstwiony, blokowy piaskowiec. Efekt powłok pelitowych na powierzchni warstwowania jest zminimalizowany przez wielkość masywu skalnego. W płytkich tunelach lub zboczach powierzchnie warstwowania pokryte materiałem pelitowym mogą powodować strukturalne kontrolowane/wywolane niestabilności		70									
 B- piaskowiec przewarstwiony cienkimi mułowcami			60								
 C- piaskowiec i mułowce w podobnej ilości				50							
 D- Mułowce lub łupki ilaste z warstwami piaskowca					40						
 E- Słabe mułowce lub łupki ilaste z warstwami piaskowca						30					
C,D,E,G mogą być bardziej lub mniej sfaldowane niż ilustrowane na schematach, ale to nie oznacza zmiany wytrzymałości. Tektoniczne deformacje, sfaldowania i utrata ciągłości przesuwa te kategorie do F i H.							20				
 F- tektonicznie zdeformowane, intensywnie sfaldowane pościanane łupki ilaste lub mułowce z popękanymi i zdeformowanymi warstwami piaskowców, tworzących chaotyczną strukturę								10			
 G- nienaruszone pyliste i ilaste łupki z lub bez cienkich warstwek piaskowców											
H- tektonicznie zniekształcone pyliste i ilaste łupki tworzące chaotyczne struktury z wkładkami ilastymi. Warstwy piaskowców są przekształcone w małe fragmenty skalne											

→ Deformacje powstałe po ruchach tektonicznych

Załącznik 15 Wytyczne wydzielenia warstw gruntów i skał

Załącznik 15.1 Wytyczne wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich

Wydzielając warstwy gruntów i skał o podobnych właściwościach na potrzeby studium geologiczno-inżynierskiego lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej należy stosować następującą procedurę (Rysunek 46):

- wydzielić kompleksy stratygraficzne, czyli grupy gruntów i skał tego samego wieku¹² stosując podział i symbole podane w załączniku (Załącznik 15. 3),
- w obrębie kompleksów stratygraficznych wydzielić serie genetyczne, czyli grupy gruntów i skał tej samej genezy¹³ stosując podział i symbole podane w załączniku (Załącznik 15. 3),
- w obrębie serii genetycznych wydzielić warstwy litologiczne, czyli grupy gruntów i skał tego samego rodzaju (tej samej frakcji głównej) stosując podział i symbole podane w załączniku (Załącznik 15. 3). Należy stosować symbol z nowej normy klasyfikacyjnej zgodnie z załącznikiem (Załącznik 15. 3),
- w obrębie warstw litologicznych wydzielić warstwy geologiczno-inżynierskie, czyli grupy gruntów i skał o podobnych właściwościach fizycznych i mechanicznych uwzględniające stratygrafię, genezę i litologię. Podział na warstwy geologiczno-inżynierskie jest przeprowadzany na podstawie jednej cechy/parametru lub grupy cech/parametrów np.: na podstawie stanu gruntów, wytrzymałości skał, wartości q_c lub innych. Podstawę wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich ustala dokumentator w uzgodnieniu z projektantem,
- w obrębie wszystkich wydzielonych warstw gruntów i skał wskazać miejsca występowania lub miejsca predysponowane do występowania zagrożeń geologicznych, które mogą mieć wpływ na stateczność obiektu budowlanego - strefy zagrożeń (Załącznik 15. 3),
- ustalić symbol wydzielonych warstw.

Symbol wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich składa się z następujących elementów:

- symbol stratygrafii zgodny z załącznika (Załącznik 15. 3) np.: Qh,
- symbol genezy zgodny z załącznika (Załącznik 15. 3) np.: Ro,
- symbol litologii zgodny z załącznika (Załącznik 15. 3) np.: Or,
- kolejny numer warstwy w przypadku występowania warstw o tym samym symbolu, a różnych właściwościach fizyczno-mechanicznych np.: 1.

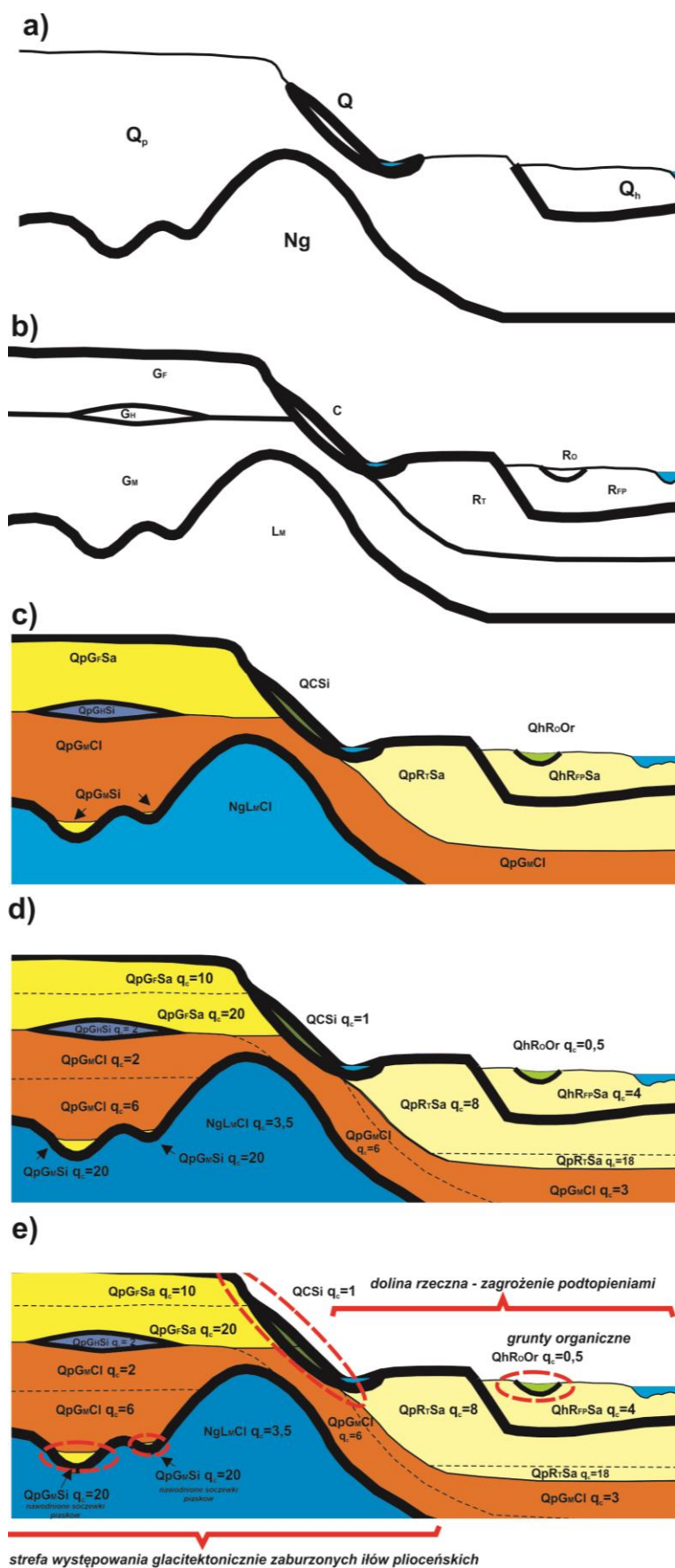
Po symbolu warstwy można umieścić symbol cechy/parametru lub wyniku badania, według której wydzielono warstwy geologiczno-inżynierskie wraz ze średnią jej wartości np.: QhRoOr $q_c=0,5$ MPa.

Symbol strefy zagrożeń (Z) umieszcza się przy symbolu otworu wiertniczego, który zlokalizowano w strefie zagrożeń.

Symbole warstw geologiczno-inżynierskich umieszcza się w karcie otworu wiertniczego, na przekrojach hydrogeologicznych/ geologiczno-inżynierskich/ geotechnicznych/ geofizyczno-geologicznych (2D) lub modelu 3D oraz we wszystkich zestawieniach tabelarycznych i statystycznych.

¹² Wiek skał i gruntów zaleca się określać na podstawie danych archiwalnych.

¹³ Genezę skał i gruntów zaleca się określać na podstawie danych archiwalnych.



Rysunek 46 Zasady wydzielenia warstw gruntów i skał. a - kompleksy stratygraficzne, b - serie genetyczne, c - warstwy litologiczne, d - warstwy geologiczno-inżynierskie, e - strefy zagrożeń

Na przekrojach geologiczno-inżynierskich, które stanowią graficzną formę przedstawienia modelu geologicznego, wymaga się stosowania następujących oznaczeń i kolorów:

- czarna, ciągła, bardzo gruba linia - oznacza granice stratygraficzne,
- czarna, ciągła, gruba linia - oznacza granice genetyczne,
- czarna, ciągła, cienka linia - oznacza granice litologiczne,
- czarna, przerywana, cienka linia - oznacza granice geologiczno-inżynierskie,
- czerwona, ciągła, gruba linia - oznacza strefy zagrożeń,
- czerwona, przerywana, gruba linia - oznacza uskoki, nieciągłości,
- niebieska, przerywana, gruba linia - oznacza zwierciadło ustabilizowane wody podziemnej,
- kolory warstw geologiczno-inżynierskich dobiera się zgodnie z załącznikiem (Załącznik 15. 3),
- symbol warstwy i symbol cechy/parametru lub wyniku badań wraz ze średnią jej wartości (patrz wyżej). Z uwagi na czytelność przekrojów symbole warstw geologiczno-inżynierskich można zastąpić liczbami pod warunkiem dołączenia do przekrojów geologiczno-inżynierskich objaśnień w postaci tabelarycznego zestawienia warstw geologiczno-inżynierskich i odpowiadającym im liczb.

Załącznik 15. 2 Zasady wydzielenia warstw geotechnicznych

Na potrzeby dokumentacji badań podłoża wydziela się warstwy geotechniczne gruntów i skał o podobnych właściwościach stosując następujące zalecenia:

- należy zapoznać się z charakterystyką warstw geologiczno-inżynierskich i stref zagrożeń umieszczonych w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- biorąc pod uwagę informacje umieszczone w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz wyniki badań wykonane na potrzeby dokumentacji badań podłoża wydzielić warstwy geotechniczne, czyli grupy gruntów i skał o ustalonych wartościach charakterystycznych parametrów geotechnicznych, o podobnym spodziewanym zachowaniu pod obciążeniem. Podział na warstwy geotechniczne jest dokonywany na podstawie wybranych parametrów gruntów i skał oraz miejsc występowania lub miejsc predysponowanych do wystąpienia zagrożeń geotechnicznych, które mogą mieć wpływ na obiekt budowlany. Reguły wydzielenia i oznaczania warstw geotechnicznych ustala projektant w uzgodnieniu z dokumentatorem. W tabeli należy podać zależność pomiędzy warstwami geologiczno-inżynierskimi a warstwami geotechnicznymi.

Jeśli nie wykonano dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub w dokumentacji wydzielano warstwy niezgodnie z wymaganiami wytycznych, w dokumentacji badań podłoża należy najpierw przeprowadzić procedurę wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich i zagrożeń geologicznych, a następnie wydzielić warstwy geotechniczne. Jeśli warstwy geologiczno-inżynierskie i strefy zagrożeń geologicznych pokrywają się z warstwami geotechnicznymi, nie jest konieczne wydzielenie warstw geotechnicznych. Zaleca się wydzielenie warstw geotechnicznych wg schematu podanego dla warstw geologiczno-inżynierskich.

Symbol warstwy można oznaczyć przypisując im kolejny numer, co należy opisać w tekście dokumentacji oraz w tabeli z warstwami geotechnicznymi lub zastosować schemat tworzenia symbolu jak dla warstw geologiczno-inżynierskich.

Po symbolu warstwy można umieścić symbol parametru, wyniku badań, według którego wydzielono warstwy geotechniczne wraz z jego ustaloną wartością charakterystyczną np.: $q_c=0,3$ MPa.

Symbole warstw gruntów i skał umieszcza się w karcie otworu wiertniczego, na przekroju

geotechnicznym (2D) lub modelu 3D oraz we wszystkich zestawieniach tabelarycznych i statystycznych.

Na przekrojach geotechnicznych stosuje się następujące oznaczenia i kolory:

- czarna, ciągła, cienka linia - oznacza granice warstw geotechnicznych,
- czerwona, ciągła, gruba linia - oznacza miejsca zagrożeń geotechnicznych,
- czerwona, przerywana, gruba linia - oznacza uskoki, nieciągłości,
- niebieska, przerywana, gruba linia - oznacza zwierciadło ustabilizowane wody podziemnej,
- kolory warstw geotechnicznych zaleca się dobierać stosując wymagania jak dla warstw geologiczno-inżynierskich zgodnie z załącznikiem (Załącznik 15. 3),
- symbol warstwy i symbol parametru wraz z ustaloną wartością charakterystyczną (patrz wyżej).

Podział na warstwy geotechniczne powinien być uzależniony od złożoności warunków geotechnicznych, warunków geologiczno-inżynierskich, sposobu posadowienia/wzmocnienia obiektów budowlanych oraz danych i parametrów wymaganych do projektowania.

Wymagane informacje, które umieszcza się na przekrojach geotechnicznych i opisuje w tekście dokumentacji badań podłoża:

- warstwy nadające się do bezpośredniego posadowienia w zależności od obiektu budowlanego,
- warstwy nienadające się do bezpośredniego posadowienia w zależności od obiektu budowlanego,
- warstwy wymagające wzmocnienia,
- warstwy mające wpływ na sposób posadowienia,
- warstwy mające wpływ na sposób wzmocnienia,
- warstwy, w których mogą wystąpić zagrożenia geotechniczne,
- poziom posadowienia,
- poziom wzmocnienia,
- ustabilizowane poziomy wód podziemnych,
- nawiercone poziomy wód podziemnych,
- maksymalny prognozowany poziom wód podziemnych,
- nieciągłości,
- głębokość rozpoznania.

Załącznik 15.3 Słowniki na potrzeby wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych

Załącznik 15.3.1 Słownik stratygrafii

Tabela 83 Słownik stratygrafii¹⁴

Eon		Era		Okres		Epoka			
Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa		
I poziom		II poziom		III poziom		IV poziom			
F	Fanerozoik	Kz	Kenozoik	Q	Czwartorzęd	Qh	Holocen		
				Ng	Neogen	Qp	Plejstocen		
				NgPg	Neogen-Paleogen	Pl	Pliocen		
				Pg	Paleogen	MPl	Miocen-Pliocen		
				KzMz	Kenozoik-Mezozoik	M	Miocen		
				Cr	Kreda	MOl	Miocen-Oligocen		
				CrJ	Kreda-Jura	-	-		
				J	Jura	Ol	Oligocen		
				JT	Jura-Trias	Eo	Eocen		
				T	Trias	Pc	Paleocen		
		Mz	Mezozoik	Pz	Paleozoik	PgCr	Paleogen-Kreda	-	-
						Cr	Kreda	Cr3	Kreda późna
						CrJ	Kreda-Jura	Cr1	Kreda wczesna
						J	Jura	-	-
						JT	Jura-Trias	J3	Jura późna
						T	Trias	J2	Jura środkowa
						P	Perm	J1	Jura wczesna
						P3	Loping	-	-
		P2	Gwadelup	T3	Trias późny				
		P1	Cisural	T2	Trias środkowy				
				T1	Trias wczesny				

¹⁴ W przypadku gruntów i skał kenozoicznych wymaga się stosować symbol i nazwę stratygrafii z IV poziomu. W przypadku gruntów i skał starszych niż kenozoik wymaga się stosować symbol i nazwę stratygrafii z III poziomu. W przypadkach szczególnych można stosować symbol i nazwę stratygrafii z II poziomu.

Eon		Era		Okres		Epoka	
Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa
I poziom		II poziom		III poziom		IV poziom	
				C	Karbon	C3	Pensylwan
						C1	Missisip
				D	Dewon	D3	Dewon późny
						D2	Dewon środkowy
						D1	Dewon wczesny
				S	Sylur	S3	Przydol
						S2	Ludlow
						S1	Wenlok
						S0	Landower
				O	Ordowik	O3	Ordowik późny
						O2	Ordowik środkowy
						O1	Ordowik wczesny
				Cm	Kambr	Cm3	Furong
						Cm2	Epoka 3
		Cm1	Epoka 2				
		Cm0	Terreneu				
pCm	Prekambr	Pt	Proterozoik	Pt3	Neoproterozoik	Pt3c	Ediakar
						Pt3b	Kriogen
						Pt3a	Ton
				Pt2	Mezoproterozoik	Pt2c	Sten
						Pt2b	Ektas
						Pt2a	Kalym
				Pt1	Paleoproterozoik	Pt1d	Stater
						Pt1c	Orosir
						Pt1b	Riak
				Pt1a	Sider		
		Ar	Archaik	Ar3	Neoarchaik	-	-
				Ar2	Mezoarchaik	-	-
				Ar1	Paleoarchaik	-	-
				Ar0	Eoarchaik	-	-

Załącznik 15. 3. 2 Słownik genezy

Tabela 84 Słownik genezy¹⁵

Grupa genetyczna			Geneza		
Symbol	Nazwa	Opis	Symbol	Nazwa	Opis
I poziom			II poziom		
Słownik genezy dla gruntów					
A	Antropogeniczna	Grunty przemieszczone w wyniku działalności człowieka, dzieli się na grunty naturalne oraz grunty wytworzone z materiałów sztucznych - grunty antropogeniczne (anthropogenic soil)	nA	Mineralna	Grunty antropogeniczne utworzone z naturalnych materiałów - grunty naturalne
			sA	Sztuczna	Grunty antropogeniczne wytworzone ze sztucznych materiałów powstających w wyniku działalności człowieka - grunty wytworzone z materiałów sztucznych
M	Morska	Grunty naniesione lub powstałe w zbiornikach morskich - grunty morskie (marine soils)	Mm	Mineralna	Grunty morskie naniesione lub powstałe w zbiornikach morskich - grunty mineralne morskie (marine mineral soils)
			Mo	Organiczna	Grunty morskie powstałe w wyniku rozkładu substancji organicznej - grunty organiczne morskie (marine organic soils)
R	Rzeczna	Grunty powstałe w wyniku działalności rzeki oraz naniesione do rzeki przez wody opadowe i roztopowe - grunty rzeczne (river soils)	Rch	Korytowa	Grunty rzeczne w korycie rzeki – grunty korytowe (river channel soils)
			RFP	Tarasów zalewowych	Grunty rzeczne w tarasach zalewowych – grunty tarasów zalewowych (flood plain soils)
			Rt	Tarasów nadzalewowych	Grunty rzeczne w tarasach nadzalewowych – grunty tarasów nadzalewowych (terrace soils)
			Rd	Deltowa	Grunty rzeczne w deltach – grunty deltowe (deltaic soils)
			Ro	Organiczna	Grunty rzeczne powstałe w wyniku rozkładu substancji organicznej – grunty rzeczne organiczne (river organic soils)
L	Jeziorna	Grunty powstałe w śródlądowych zbiornikach wodnych - grunty jeziorne (lake soils)	Lm	Mineralna	Grunty jeziorne powstałe w śródlądowych zbiornikach wodnych – grunty mineralne jeziorne (lake mineral soils)
			Lo	Organiczna	Grunty jeziorne powstałe w wyniku rozkładu substancji organicznej – grunty jeziorne organiczne (lake organic soils), np. kreda jeziorna, namuł, gytia
S	Bagienna	Grunty powstałe w bagnach - grunty bagienne (swamp soils)	Sm	Mineralna	Grunty bagienne powstałe w bagnach - grunty bagienne (swamp mineral soils)
			So	Organiczna	Grunty bagienne powstałe w wyniku rozkładu substancji organicznej - grunty organiczne bagienne (swamp organic soils), np. torf, węgiel kamienny, węgiel brunatny
E	Eoliczna	Grunty powstałe w wyniku działalności wiatru - grunty eoliczne (eolian soils)	Ed	Wydmowa	Grunty eoliczne w wydmach – grunty wydmore (dune soils) lub pola piasków przewianych (sand fields)
			El	Lessowa	Grunty eoliczne lessowe - lessy i osady lessopodobne (loess)

¹⁵ W przypadku tworzenia symbolu warstwy litologicznej wymaga się stosowania symbolu z I poziomu, jeśli jest możliwe zaleca się stosować symbol z II poziomu.

Grupa genetyczna			Geneza		
Symbol	Nazwa	Opis	Symbol	Nazwa	Opis
I poziom			II poziom		
G	Lodowcowa	Grunty powstałe w wyniku działalności lodowca - grunty lodowcowe (glacial soils)	G_M	Morenowa	Grunty lodowcowe powstałe w czasie ruchu lodowca lub po jego stopnieniu - grunty morenowe (moraine glacial soils), np. gliny zwałowe, piaski, żwiry
			G_F	Fluwiogłacialna	Grunty lodowcowe powstałe na przedpolu lodowca; tworzą charakterystyczne formy akumulacyjno-erozyjne takie jak: sandry, ozy, kemy, pradoliny, równiny peryglacialne – grunty fluwiogłacialne (wodnolodowcowe) (fluviogłacial soils)
			G_H	Zastoiszkowa	Grunty lodowcowe powstałe w zastoiszkach wodnych tworzących się na przedpolu lodowca – grunty zastoiszkowe (jeziorno-lodowcowe) (hollow soils), np. ily warwowe
			G_O	Organiczna	Grunty lodowcowe powstałe w wyniku rozkładu substancji organicznej – grunty lodowcowe organiczne (glacial organic soils) np. kreda jeziorna, namuł, gytia
W	Wietrzeniowa	Grunty powstałe w wyniku wietrzenia skał i gruntów - zwietrzliny (weathered soils) (W _x – jeśli to możliwe literę X w indeksie dolnym należy zastąpić symbolem skały lub gruntu, z której powstała zwietrzlina, np. W _p - zwietrzlina piaskowca)	W_{RU}	Rumoszowa	Zwietrzliny skał przemieszczone, które nie podlegały procesom transportu i akumulacji wodnej - rumosze (rubbles) (W _{Ux} – jeśli to możliwe literę x w indeksie dolnym należy zastąpić symbolem skały, z której powstał rumosz, np. W _{Up} – rumosz piaskowca)
			W_{RE}	Rezydualna	Zwietrzliny skał powstałe po wyługowaniu lub wypłukaniu łatwo usuwalnych składników gruntu lub skały – grunty rezydualne (rezydualne), grunty eluwalne (eluwia) (residual soils) (W _{Rx} – jeśli to możliwe literę x w indeksie dolnym należy zastąpić symbolem skały, z której powstał rumosz, np. W _{Rp} – rumosz piaskowca)
D	Deluwialna	Grunty powstałe w wyniku akumulacji cząstek lub ziaren wypłukanych ze zboczy lub skarp przez wody opadowe, roztopowe - deluwia (deluvial soils)	-	-	-
C	Koluwialna	Grunty przemieszczone w dół zbocza lub skarpy podczas osuwania - koluwia (colluvial soils)	-	-	-
K	Krasowa	Grunty powstałe w wyniku działania krasu - grunty krasowe (karst soil)	-	-	-
CD	Koluwialno-deluwialna	Koluwia i deluwia nierozdzielone (colluvial and deluvial soils)	-	-	-
RG	Rzeczno-lodowcowa	Grunty rzeczne i lodowcowe nierozdzielone (river and glacial soils)	RG_F	Rzeczno-fluwiogłacialna	Grunty rzeczne i fluwiogłacialne nierozdzielone (river and fluviogłacial soils)
			RG_H	Rzeczno-zastoiszkowa	Grunty rzeczne i zastoiszkowe nierozdzielone (river and hollow soils)

Grupa genetyczna			Geneza		
Symbol	Nazwa	Opis	Symbol	Nazwa	Opis
I poziom			II poziom		
Słownik genezy dla skał					
i	Magmowa	Skały powstałe w wyniku działania procesów magmowych – skały magmowe (igneous rocks)	-	-	-
m	Metamorficzna	Skały powstałe w wyniku działania procesów metamorficznych – skały metamorficzne (metamorphic rocks)	-	-	-
s	Osadowa	Skały powstałe w wyniku działania procesów sedymentacyjnych (osadzania) lub wytrącania z roztworu wodnego – skały osadowe (sedimentary rocks)	-	-	-
-	-	-	p	Plutoniczna	Skały powstałe w wyniku działania procesów plutonicznych – skały plutoniczne (plutonic rocks)
			v	Wulkaniczna	Skały powstałe w wyniku działania procesów wulkanicznych – skały piroklastyczne (volcanic rocks)
			c	Okruchowa	Skały powstałe w wyniku działania procesów sedymentacyjnych i lityfikacji – skały okruchowe (clastic rocks)
			ch	Chemogeniczna	Skały powstałe w wyniku działania procesów chemicznych, rozpuszczenia składników skał starszych i ponownego wytrącenia osadu wskutek parowania lub reakcji chemicznych z udziałem (albo bez) organizmów żywych – skały chemogeniczne (chemogenic rocks)
			o	Organogeniczna	Skały powstałe w wyniku nagromadzenia szczątków organicznych lub wytrącenia substancji chemicznych powstałych na skutek przemian fizjologicznych organizmów – skały organogeniczne (organogenic rocks)

Załącznik 15. 3. 3 Słownik litologii skał

Tabela 85 Słownik litologii skał na podstawie normy PN-EN ISO 14689¹⁶

Symbol skał	Grupa skał		Rodzaj skały		Dalsze podziały				Uwagi		
	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa			
	I poziom		II poziom		III poziom		IV poziom				
Ri(x)	i	Magmowe	gt	Granit	p	Plutoniczne	K	Kwaśne	-		
			mgr	Mikrogranit					-		
			rt	Riolit					-		
			dt	Dioryt			O	Obojętne	-		
			mdt	Mikrodioryt					-		
			and	Andezyt					-		
			go	Gabro			Z	Zasadowe	-		
			dot	Doleryt					-		
			bt	Bazalt					-		
			szw	Szkliwo wulkaniczne/obsydian			KOZ	Kwaśne, Obojętne, Zasadowe	-		
			pt	Pegmatyt					UZ	Ultrasasadowe	Nieujęte w PN-EN ISO 14689
			pxt	Piroksenit							
prt	Perydotyt										
Rm(x)	m	Metamorficzne	gns	Gnejs	-	-	-	-	-		
			lkd	Łupek dachowy	-	-	-	-	-		
			lkk	Łupek krystaliczny	-	-	-	-	-		
			mr	Marmur	-	-	-	-	-		
			kwf	Kwarcyt	-	-	-	-	-		
			hs	Hornfels	-	-	-	-	-		
			brt	Brekcja tektoniczna	-	-	-	-	Nieujęte w PN-EN ISO 14689		
			mit	Migmatyt	-	-	-	-			
			amf	Amfibolit	-	-	-	-			
			fyf	Fyllit	-	-	-	-			
			myt	Mylonit	-	-	-	-			
			glf	Granulit	-	-	-	-			
Rs(x)	s	Osadowe	zc	Zlepieniec (konglomerat)	s	Krzemionkowe	c	Okruhowe	Ziarna obtoczone		
			br	Brekcja			c	Okruhowe	Ziarna ostrokrawędziste		
			pc	Piaskowiec			c	Okruhowe	-		

¹⁶ W przypadku tworzenia symbolu warstwy litologicznej wymaga się stosowania symbolu z I poziomu.

Symbol skał	Grupa skał		Rodzaj skały		Dalsze podziały				Uwagi
	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	
	I poziom		II poziom		III poziom		IV poziom		
		wka	Szarogłaz (waka)			c	Okruchowe	-	
		ptc	Pyłowiec (mułowiec gruboziarnisty)			c	Okruchowe	-	
		ic	Iłowiec			c	Okruchowe	-	
		mc	Mułowiec			c	Okruchowe	-	
		krz	Krzemień			c	Okruchowe	-	
		ct	Czert			ch	Chemiczne	-	
		rc	Rogowiec			ch	Chemiczne	Nieujęte w PN-EN ISO 14689	
		lki	Łupek ilasty (Iłłupek)			c	Okruchowe		
		m	Margiel			c	Okruchowe		
		w	Wapień	b	Biogeniczne	c	Okruchowe	-	
		ch				ch	Chemiczne		
		o				o	Organiczne		
		d	Dolomit			ch	Chemiczne	-	
		o				o	Organiczne		
		kcr	Kalcyrudyt			c	Okruchowe	Organogeniczny wapień grubokruchowy	
		kk	Kalkarenit			c	Okruchowe	Wapień organogeniczny	
		kcs	Kalcysilit	c	Okruchowe	-			
		kr	Kreda	c	Okruchowe	-			
		kcl	Kalcylulit	c	Okruchowe	Wapień pelitowy			
		kt	Konglomerat			-	Ziarna obtoczone		
		brw	Brekcja wulkaniczna	v	Wulkaniczne		-	Ziarna graniaste	
		tf	Tuf				-	-	
		tfd	Tuf bardzo drobnoziarnisty				-	-	
		tfd	Tuf drobnoziarnisty				-	-	
		wl	Węgiel	co	Węglowe	o	Organiczne	-	
		lig	Lignit			o	Organiczne	-	
		wb	Węgiel brunatny			o	Organiczne	Nieujęte w PN-EN ISO 14689	
		wk	Węgiel kamienny			o	Organiczne		
		ant	Antracyt			o	Organiczne		
		ht	Halit	e	Ewaporaty	ch	Chemiczne	-	
		anh	Anhydryt			ch	Chemiczne	-	
		gs	Gips			ch	Chemiczne	-	
		t	Trawertyn			ch	Chemiczne	-	

Załącznik 15. 3. 4 Słownik litologii gruntów na podstawie normy PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2

Tabela 86 Słownik litologii gruntów wg normy PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2¹⁷

Rodzaj gruntów				Grupa gruntów		Fracja podstawowa		Dalsze podziały							
Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa				
I poziom		II poziom		III poziom		IV poziom		V poziom		VI poziom					
A	Grunt antropogeniczny	A	Grunt antropogeniczny	A	Grunt antropogeniczny	Fi	Nasyp budowlany	nFi	Nasyp budowlany z gruntu naturalnego	-	-				
						sFi		Nasyp budowlany z materiałów sztucznych	-	-					
						Mg	Grunt odtworzony	nMg	Grunt odtworzony z gruntu naturalnego	-	-				
								sMg	Grunt odtworzony z materiałów sztucznych	-	-				
N	Grunt naturalny	Or	Grunt organiczny	Or	Grunt organiczny	Pt	Torf	-	-	-	-				
						Gy	Gytia	-	-	-	-				
						Dy	Dy	-	-	-	-				
						Hu	Powierzchniowa warstwa gleby	-	-	-	-				
		M	Grunt mineralny	F	Grunt drobnoziarnisty	F	Grunt drobnoziarnisty	Cl	ł	Cl	ł	Ca S V L G	Grunty węglanowe Grunty siarczkowe Grunty wulkaniczne Grunty lessowe Grunty lodowcowe		
								Si	Pył	fSi	Pył drobny				
								mSi	Pył średni						
								cSi	Pył gruby						
								Sa	Piasek	fSa	Piasek drobny				
								mSa	Piasek średni						
								cSa	Piasek gruby						
				C	Grunt gruboziarnisty	C	Grunt gruboziarnisty	C	Grunt gruboziarnisty	Sa	Piasek			Gr	Żwir
										fGr	Żwir drobny				
										mGr	Żwir średni				
										cGr	Żwir gruby				
										Co	Kamienie			Bo	Głazy
										lBo	Duże głazy				
				VC	Grunt bardzo gruboziarnisty	VC	Grunt bardzo gruboziarnisty	VC	Grunt bardzo gruboziarnisty	Co	Kamienie			Bo	Głazy
										lBo	Duże głazy				

¹⁷ W przypadku tworzenia symbolu warstwy litologicznej wymaga się stosowania symbolu z IV poziomu. W przypadku gruntów organicznych można stosować symbol z III poziomu.

Załącznik 15. 3. 5 Słownik litologii gruntów na podstawie normy PN-B-02480

Tabela 87 Słownik litologii gruntów na podstawie normy PN-B-02480

Grupa gruntów		Grupa gruntów		Grupa gruntów		Grupa gruntów		Nazwa gruntu		Dalsze podziały			
Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa		
I poziom		II poziom		III poziom		IV poziom		V poziom		VI poziom			
N	Grunt nasypowy	A(x)	antropogeniczny	aNB(x)	Nasyp budowlany	Grunt utworzony z produktów gospodarczej lub przemysłowej działalności człowieka, którego rodzaj i stan odpowiadają wymaganiom budowy ziemnych lub podłoża budowlanego							
				aNN(x)	Nasyp niebudowlany	Grunt utworzony z produktów gospodarczej lub przemysłowej działalności człowieka np.: odpady komunalne, pyły dymnicowe, odpady poflotacyjne itd. w wysypiskach, zwałowiskach, hałdach, budowlach ziemnych itd. niespełniający warunku jak powyżej							
		Nn(x)	Grunt naturalny	NB(x)	Nasyp budowlany	M	Mineralny	S	Skalisty	Podział jak dla gruntów skalistych			
						NS	Nieskalisty	Podział jak dla gruntów nieskalistych					
				O	Organiczny	S	Skalisty	Podział jak dla gruntów skalistych					
						NS	Nieskalisty	Podział jak dla gruntów nieskalistych					
				NN(x)	Nasyp niebudowlany	M	Mineralny	S	Skalisty	Podział jak dla gruntów skalistych			
						NS	Nieskalisty	Podział jak dla gruntów nieskalistych					
		O	Organiczny	S	Skalisty	Podział jak dla gruntów skalistych							
		NS	Nieskalisty	Podział jak dla gruntów nieskalistych									
O	Grunt organiczny	O	Grunt organiczny	S	Skaliste	WB	Węgiel brunatny	-	-	-	-		
						WK	Węgiel kamienny	-	-	-	-		
				NS	Nieskaliste	H	Grunt próchniczny (np.: gleba)	IH	Ił próchniczny	-	-	-	-
								IpH	Ił piaszczysty próchniczny	-	-	-	-
								IπH	Ił pylasty próchniczny	-	-	-	-
								GpzH	Glina piaszczysta zwięzła próchnicza	-	-	-	-
								GπzH	Glina pylasta zwięzła próchnicza	-	-	-	-
								GzH	Glina zwięzła próchnicza	-	-	-	-
								GH	Glina próchnicza	-	-	-	-
								GpH	Glina piaszczysta próchnicza	-	-	-	-
								GπH	Glina pylasta próchnicza	-	-	-	-
								ΠH	Pył próchniczny	-	-	-	-
								ΠpH	Pył piaszczysty próchniczny	-	-	-	-
								PgH	Piasek gliniasty próchniczny	-	-	-	-
								PπH	Piasek pylasty próchniczny	-	-	-	-

Grupa gruntów		Grupa gruntów		Grupa gruntów		Grupa gruntów		Nazwa gruntu		Dalsze podziały			
Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa		
I poziom		II poziom		III poziom		IV poziom		V poziom		VI poziom			
M	Grunt mineralny	S	Skaliste	SM(x)	Skalisty miękki			PdH	Piasek drobny próchniczny	-	-		
								PsH	Piasek średni próchniczny	-	-		
								PrH	Piasek gruby próchniczny	-	-		
								PoH	Pospółka próchnicza	-	-		
								PogH	Pospółka gliniasta próchnicza	-	-		
								ŻH	Żwir próchniczny	-	-		
								ŻgH	Żwir gliniasty próchniczny	-	-		
								Nm(x)	Namuł	Nmp(x)	Namuł piaszczysty	-	-
										Nmg(x)	Namuł gliniasty	-	-
								Gy	Gytia	Gy	Gytia	-	-
				Kj	Kreda jeziorna	-	-						
				T	Torf	-	-						
				Li	Skąła lita	-	-						
				Ms	Skąła mała spękana	-	-						
				Ss	Skąła średnio spękana	-	-						
				Bs	Skąła bardzo spękana	-	-						
		ST(x)	Skalisty twardy	Li	Skąła lita	-	-	-	-				
				Ms	Skąła mała spękana	-	-	-	-				
				Ss	Skąła średnio spękana	-	-	-	-				
				Bs	Skąła bardzo spękana	-	-	-	-				
		NS	Nieskaliste	KW(K)	Kamieniste	KR(x)	Rumosz	-	-	-	-		
						KRg(x)	Rumosz gliniasty	-	-	-	-		
						KW(x)	Zwietrzelnina	-	-	-	-		
						KWg(x)	Zwietrzelnina gliniasta	-	-	-	-		

Grupa gruntów		Grupa gruntów		Grupa gruntów		Grupa gruntów		Nazwa gruntu		Dalsze podziały					
Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa				
I poziom		II poziom		III poziom		IV poziom		V poziom		VI poziom					
						KO	Otoczaki	-	-	-	-				
				Poż (gZ)	Gruboziarniste	Po	Pospółka	-	-	-	-				
						Pog	Pospółka gliniasta	-	-	-	-	-			
						Ż	Żwir	-	-	-	-	-			
						Żg	Żwir gliniasty	-	-	-	-	-			
				PIIGI (dZ)	Drobnoziarniste	P (NSp)	Niespoiste	Pπ	Piasek pylasty	-	-				
								Pd	Piasek drobny	-	-	-	-		
								Ps	Piasek średni	-	-	-	-		
								Pr	Piasek gruby	-	-	-	-		
						PIIGI (Sp)	Spoiste	II (mSp)	Mało spoisty	II	Pył	-	-		
										IIp	Pył piaszczysty	-	-	-	-
										Pg	Piasek gliniasty	-	-	-	-
								G (Sp)	Spoisty	G	Glina	-	-	-	-
										Gp	Glina piaszczysta	-	-	-	-
										Gπ	Glina pylasta	-	-	-	-
										Gz	Glina zwięzła	-	-	-	-
										Gpz	Glina piaszczysta zwięzła	-	-	-	-
										Gπz	Glina pylasta zwięzła	-	-	-	-
				I (bSp)	Bardzo spoisty	I	Ił	-	-	-	-				
						Ip	Ił piaszczysty	-	-	-	-				
						Iπ	Ił pylasty	-	-	-	-				
W	Woda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
P	Pustka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

(x) – zgodnie z wymaganiami rozdziału dotyczącego opisu makroskopowego (odwołanie)

Załącznik 15. 3. 6 Słownik do tworzenia symboli warstw litologicznych wraz z paletą barw

Tabela 88 Słownik do tworzenia symboli warstw litologicznych wraz z paletą barw

Symbol stratygrafii (wg Tabela 83)	Symbol genezy (wg Tabela 84)	Symbol litologii (główna frakcja) (wg Tabela 85, Tabela 86)	Kolor w RGB			Uwagi
			R	G	B	
Qh, Q	A	nA	190	190	190	
		sA	215	215	215	
	M Mm, Mo	Or	165	215	110	
		Cl, Si	180	255	240	
		Sa, Gr, Co, Bo	240	250	160	
	R RCh, RFP, RT, RD, Ro	Or	165	215	110	
		Cl, Si	230	225	235	
		Sa, Gr, Co, Bo	255	255	175	
	L Lm, Lo	Or	165	215	110	
		Cl, Si	180	220	230	
		Sa, Gr, Co, Bo	220	240	245	
	S Sm, So	Or	165	215	110	
		Cl, Si	180	220	230	
		Sa, Gr, Co, Bo	220	240	245	
	E Ed, EL	Cl, Si	255	235	105	
		Sa, Gr, Co, Bo	255	245	160	
	D	Cl, Si	150	140	85	
		Sa, Gr, Co, Bo	195	190	150	
	C, CD	Cl, Si	120	145	60	
		Sa, Gr, Co, Bo	195	215	155	
W, K	Cl, Si	kolor zgodnie ze słownikiem skał, z których powstały zwietrzliny lub w których rozwinął się kras				
	Sa, Gr, Co, Bo	kolor zgodnie ze słownikiem skał, z których powstały zwietrzliny lub w których rozwinął się kras				
Qp	M Mm, Mo	Or	110	170	45	
		Cl, Si	0	220	175	
		Sa, Gr, Co, Bo	220	250	80	
	R RCh, RFP, RT, RD, Ro	Or	110	170	45	
		Cl, Si	180	160	200	
		Sa, Gr, Co, Bo	255	255	100	

Symbol stratygrafii (wg Tabela 83)	Symbol genezy (wg Tabela 84)	Symbol litologii (główna frakcja) (wg Tabela 85, Tabela 86)	Kolor w RGB			Uwagi
			R	G	B	
	L LM, Lo	Or	110	170	45	
		Cl, Si	50	130	155	
		Sa, Gr, Co, Bo	145	205	220	
	S SM, So	Or	110	170	45	
		Cl, Si	50	130	155	
		Sa, Gr, Co, Bo	145	205	220	
	E Ed, EL	Cl, Si	240	180	0	
		Sa, Gr, Co, Bo	255	210	85	
	G, GM	Cl, Si	225	110	10	
		Sa, Gr, Co, Bo	250	190	145	
	Gr	Cl, Si	190	190	0	
		Sa, Gr, Co, Bo	255	255	0	
GH, Go	Or	110	170	45		
	Cl, Si	85	140	210		
	Sa, Gr, Co, Bo	200	215	240		
Ng NgPg	M, R, L, S, i, s, W	Cl, Si	0	175	240	
		Sa, Gr, Co, Bo	175	235	255	
	s, W	Ri, Rs	140	180	160	
Pg	M, R, L, S, i, s, W	Cl, Si	100	215	255	
		Sa, Gr, Co, Bo	200	240	255	
	s, W	Ri, Rs	100	150	120	
Cr CrJ	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	0	175	80	
	W	Cl, Si	75	255	145	
Sa, Gr, Co, Bo		150	255	200		
J JT	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	0	130	240	
	W	Cl, Si	100	185	255	
		Sa, Gr, Co, Bo	175	220	255	
T	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	165	95	165	
	W	Cl, Si	190	140	190	
		Sa, Gr, Co, Bo	105	170	105	

Symbol stratygrafii (wg Tabela 83)	Symbol genezy (wg Tabela 84)	Symbol litologii (główna frakcja) (wg Tabela 85, Tabela 86)	Kolor w RGB			Uwagi
			R	G	B	
P	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	235	115	115	
	W	F	240	155	155	
		Sa, Gr, Co, Bo	245	185	185	
C	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	90	90	90	
	W	Cl, Si	125	125	125	
		Sa, Gr, Co, Bo	165	165	165	
D	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	170	55	5	
	W	Cl, Si	210	65	10	
		Sa, Gr, Co, Bo	245	120	65	
S	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	120	210	195	
	W	Cl, Si	165	225	215	
		Sa, Gr, Co, Bo	200	235	230	
O	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	55	165	145	
	W	Cl, Si	85	200	180	
		Sa, Gr, Co, Bo	150	220	210	
Cm	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	70	135	85	
	W	Cl, Si	100	175	115	
		Sa, Gr, Co, Bo	150	200	160	
Pt	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	255	150	185	
	W	Cl, Si	255	190	210	
		Sa, Gr, Co, Bo	255	230	240	
Ar	i, m, s, W	Ri, Rs, Rm	255	50	155	
	W	Cl, Si	255	110	180	
		Sa, Gr, Co, Bo	255	160	205	

Załącznik 16 Wykaz cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów i skał wykorzystywanych w dokumentowaniu badań podłoża budowlanego

Załącznik 16.1 Wykaz cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów

Tabela (Tabela 89) zawiera zestawienie cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów, które należy stosować podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego.

Tabela 89 Zestawienie cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych gruntów, które należy stosować podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego

Symbol	Jednostka	Parametr/cecha	STeŚ, STeŚ-R Etap I	STeŚ-R Etap II KP	PB
Parametry/cechy fizyczne					
w	[%]	wilgotność	Z	W	Z
w _n	[%]	wilgotność naturalna	Z	Z	Z
S _r	[-]	stopień wilgotności	Z	Z	Z
w _P	[%]	wilgotność granicy plastyczności	Z/NW	W	Z
w _L	[%]	wilgotność granicy płynności	Z/NW	W	Z
w _S	[%]	wilgotność granicy skurczalności	Z/NW	Z/NW	Z
w _{opt}	[%]	wilgotność optymalna	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ρ	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa gruntu	Z/NW	W	Z
ρ _s	[Mg/m ³]	gęstość właściwa gruntu	Z/NW	W	Z
ρ _d	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa szkieletu gruntowego	Z/NW	W	Z
ρ _{dmax}	[Mg/m ³]	maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego	Z/NW	Z/NW	Z/NW
γ	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu	Z/NW	W	Z
γ _s	[kN/m ³]	ciężar właściwy szkieletu gruntowego	Z/NW	W	Z
γ _d	[kN/m ³]	ciężar objętościowy szkieletu gruntowego	Z/NW	W	Z
γ'	[kN/m ³]	efektywny ciężar objętościowy gruntu z uwzględnieniem wyporu	Z/NW	W	Z
γ _{sr}	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu przy pełnym nasyceniu	Z/NW	W	Z
n	[%]	porowatość	Z/NW	Z/NW	Z/NW
e	[-]	wskaźnik porowatości	Z/NW	W	Z
e _{max}	[-]	wskaźnik porowatości przy minimalnym zagęszczeniu	Z/NW	Z/NW	Z/NW
e _{min}	[-]	wskaźnik porowatości przy maksymalnym zagęszczeniu	Z/NW	Z/NW	Z/NW
I _D	[-]	stopień zagęszczenia	Z/NW	W	Z
I _S	[-]	wskaźnik zagęszczenia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
I _L	[-]	stopień plastyczności	Z/NW	W	Z
I _P	[-]	wskaźnik plastyczności	Z/NW	W	Z
I _C	[-]	wskaźnik konsystencji	Z/NW	W	Z
f _n	[%]	zawartość frakcji: kamienistej (fk), żwirowej (fz), piaskowej (fp), pyłowej (ft), ilowej (fi)	W	W	Z
C _u (U)	[-]	wskaźnik jednorodności, wskaźnik jednorodności uziarnienia	Z/NW	W	Z
C _c (C)	[-]	wskaźnik krzywizny	Z/NW	Z/NW	Z/NW
SE (WP)	[%]	wskaźnik piaskowy	Z/NW	Z/NW	Z/NW
D	[%]	dyspersyjność	Z/NW	Z/NW	Z/NW
od D do ND	[-]	kategoria dyspersji	Z/NW	Z/NW	Z/NW
F _H	[mm]	mrozoodporność	Z/NW	Z/NW	Z/NW
A	[-]	aktywność	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ρ _e	[Ωm]	opór właściwy	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Parametry/cechy chemiczne					
C _{om} (I _{OM})	[%]	zawartość części organicznych	Z/NW	Z	Z
I _z	[%]	straty masy przy prażeniu	Z/NW	W	Z
C _{CaCO3}	[%]	zawartość węglanów	Z/NW	Z	Z

Symbol	Jednostka	Parametr/cecha	STEŚ, STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II KP	PB
$C_{SO_4^{2-}}$ $C_{SO_3^{2-}}$	[%]	zawartość siarczanów	Z/NW	Z/NW	Z/NW
C_{Cl}	[%]	zawartość chlorków	Z/NW	Z/NW	Z/NW
pH	[-]	pH	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Stan i historia naprężenia					
σ_0	[kPa]	pionowe naprężenie <i>in situ</i>	Z/NW	W	Z
σ'_{v0}	[kPa]	pionowe naprężenie efektywne <i>in situ</i>	Z/NW	W	Z
σ_{h0}	[kPa]	poziome naprężenie <i>in situ</i>	Z/NW	Z	Z
σ'_{h0}	[kPa]	poziome naprężenie efektywne <i>in situ</i>	Z/NW	Z	Z
τ	[kPa]	naprężenie ścinające	Z/NW	Z	Z
σ_n	[kPa]	naprężenie normalne	Z/NW	Z	Z
u_0	[kPa]	ciśnienie wody w porach gruntu <i>in situ</i>	Z/NW	W	Z
K_0	[-]	współczynnik parcia gruntu w spoczynku	Z/NW	Z	Z
σ'_p	[kPa]	naprężenie prekonsolidacji	Z/NW	Z	Z
OCR	[-]	współczynnik prekonsolidacji	Z/NW	Z	Z
Parametry/cechy wytrzymałościowe					
q_u	[kPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	Z/NW	Z/NW	Z/NW
c_u	[kPa]	wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	Z/NW	W	Z
φ	[°]	kąt tarcia wewnętrznego	Z/NW	Z/NW	Z/NW
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z/NW	W	Z
c	[kPa]	spójność	Z/NW	Z/NW	Z/NW
c'	[kPa]	spójność efektywna	Z/NW	W	Z
τ_f	[kPa]	wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z/NW	Z/NW
τ_{fR}	[kPa]	rezydualna wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z/NW	Z/NW
φ'_R	[°]	rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z/NW	Z	Z
c'_R	[kPa]	rezydualna spójność efektywna	Z/NW	Z	Z
S_t	[-]	wrażliwość gruntu	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Ψ	[°]	kąt dylatacji	Z/NW	Z/NW	Z/NW
I_{CBR} (CBR)	[-]	kalifornijski wskaźnik nośności	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Parametry/cechy odkształceniowe					
ε	[-]	odkształcenie	Z/NW	W	Z
ε_v	[-]	odkształcenie pionowe	Z/NW	Z/NW	Z/NW
E_{oed}	[kPa]	moduł edometryczny	Z/NW	W	Z
M_0	[kPa]	edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (przedziały naprężeń)	Z/NW	W	Z
M	[kPa]	edometryczny moduł ścisłości wtórnej (przedziały naprężeń)	Z/NW	W	Z
m_v	[1/kPa]	współczynnik ścisłości objętościowej	Z/NW	Z/NW	Z/NW
c_v	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (pionowej)	Z/NW	W	Z
c_h	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (poziomej)	Z/NW	Z	Z
C_c	[-]	wskaźnik ścisłości (pierwotnej)	Z/NW	W	Z
C_r	[-]	wskaźnik ścisłości (wtórnej)	Z/NW	Z	Z
$C_{\alpha e}$	[-]	współczynnik ścisłości wtórnej od e	Z/NW	Z	Z
$C_{\alpha \varepsilon}$	[-]	współczynnik ścisłości wtórnej od ε	Z/NW	Z	Z
C_s	[-]	wskaźnik odprężenia	Z/NW	Z	Z
L_s	[%]	skurcz liniowy	Z/NW	Z/NW	Z/NW
e_p (V_p)	[%]	wskaźnik pęcznienia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
σ'_s (P_c)	[kPa]	ciśnienie pęcznienia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
TE	[%]	całkowite pęcznienie	Z/NW	Z/NW	Z/NW
S	[%]	potencjał pęcznienia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
FS (FS _{HG})	[%]	pęcznienie swobodne	Z/NW	Z/NW	Z/NW
El	[-]	wskaźnik ekspansji	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ε_s	[%]	odkształcenie pęcznienia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ε_{sh}	[%]	odkształcenie skurczu	Z/NW	Z/NW	Z/NW
σ	[kPa]	ciśnienie ssania (matrycowe)	Z/NW	Z/NW	Z/NW
h	[kPa]	ciśnienie ssania (całkowite)	Z/NW	Z/NW	Z/NW

Symbol	Jednostka	Parametr/cecha	STEŚ, STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II KP	PB
I_{mp}	[-]	wskaźnik osiadania zapadowego	Z/NW	Z/NW	Z/NW
E	[MPa]	moduł Younga (odkształcenia)	Z/NW	Z	Z
E'	[MPa]	moduł Younga w warunkach z odplywem	Z/NW	Z	Z
E_u	[MPa]	moduł Younga w warunkach bez odplywu	Z/NW	Z	Z
$E'_{0, E'_{max}}$	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł sprężystości Younga w warunkach z odplywem	Z/NW	Z	Z
$E_{0u, E_{maxu}}$	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł Younga w warunkach bez odplywu	Z/NW	Z	Z
E'_{50}	[MPa]	moduł Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach z odplywem	Z/NW	Z	Z
E_{u50}	[MPa]	moduł sprężystości Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odplywu	Z/NW	Z	Z
E'_{ur}	[MPa]	moduł Younga dla odprężenia-powtórznego obciążenia w warunkach z odplywem	Z/NW	Z	Z
E_{ur}	[MPa]	moduł Younga dla odprężenia-powtórznego obciążenia w warunkach bez odplywu	Z/NW	Z	Z
G	[MPa]	moduł ścinania (odkształcenia postaciowego)	Z/NW	Z	Z
G'	[MPa]	moduł ścinania w warunkach z odplywem	Z/NW	Z	Z
G_u	[MPa]	moduł ścinania w warunkach bez odplywu	Z/NW	Z	Z
G_0, G_{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania	Z/NW	Z	Z
ν	[-]	współczynnik Poissona	Z/NW	Z	Z
Cechy/parametry filtracyjne					
k	[m/s]	współczynnik filtracji	W	W	Z
k_v	[m/s]	współczynnik filtracji pionowej	W	W	Z
k_h	[m/s]	współczynnik filtracji poziomej	W	W	Z
H_{kb}	[cm]	kapilarność bierna	Z/NW	Z/NW	Z/NW
H_{kc}	[cm]	kapilarność czynna	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Parametry/cechy akustyczne					
V_p	[m/s]	prędkość fali podłużnej	Z/NW	Z	Z
V_s	[m/s]	prędkość fali poprzecznej	Z/NW	Z	Z
V_r	[m/s]	prędkość fali powierzchniowej	Z/NW	Z	Z
W – wymagany; NW – niewymagany; Z – zalecany; Z/NW – zalecany / niewymagany					

Załącznik 16.2 Wykaz cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych skał

Tabela (Tabela 90) zawiera zestawienie cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych skał, które należy stosować podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego.

Tabela 90 Zestawienie cech fizyczno-mechanicznych i parametrów geotechnicznych skał, które należy stosować podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego

Symbol	Jednostka	Parametry/cechy	STEŚ STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II KP	PB
Parametry/cechy fizyczne					
w	[%]	wilgotność skały	W	W	Z
w_{ch}	[%]	współczynnik wodochłonności	Z/NW	Z/NW	Z/NW
q	[dm ³ /min/0,01MPa/m]	wodochłonność jednostkowa	Z/NW	Z/NW	Z/NW
K_w	[-]	wskaźnik nasycenia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ρ_o	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa skały	W	W	Z
ρ_s	[Mg/m ³]	gęstość właściwa skały	Z/NW	W	Z
γ_o	[kN/m ³]	ciężar objętościowy skały	W	W	Z
γ_s	[kN/m ³]	ciężar właściwy skały	Z/NW	W	Z
n_p	[%]	współczynnik porowatości całkowitej	NW	W	Z
n_{pw}	[%]	współczynnik porowatości względnej	Z/NW	W	Z

Symbol	Jednostka	Parametry/cechy	STeS STeS-R Etap I	STeS-R Etap II KP	PB
$I_D (R_w)$	[%]	wskaźnik rozmywalności	Z/NW	Z	Z
S	[%]	ubytek masy próbki pomiędzy masą przed zamrożeniem i po ostatnim cyklu odmrózenia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
w_m	[%]	współczynnik odporności na zamrażanie	Z/NW	W	Z
od A do H	[-]	klasyfikacja Skutty (Kidybiński, 1982) - rozmakalność	Z	Z	Z
r	[%]	wskaźnik rozmakalności	Z	W	Z
$w (n_w)$	[%]	nasiąkliwość	Z/NW	Z/NW	Z/NW
A_b	[%]	nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym	Z/NW	W	Z
ρ_e	[Ωm]	elektryczny opór właściwy skał	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Stan naprężenia					
σ_{v0}	[MPa]	pionowe naprężenie <i>in situ</i>	Z	Z	Z
σ_{h0}	[MPa]	poziome naprężenie <i>in situ</i>	Z	Z	Z
τ	[MPa]	naprężenie ścinające	Z	Z	Z
σ_n	[MPa]	naprężenie normalne	Z	Z	Z
σ_t	[MPa]	naprężenie rozciągające	Z	Z	Z
Parametry/cechy wytrzymałościowe					
$\sigma_c (R_c)$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	W	W	Z
$\sigma_{c^*} (R_{c^*})$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku prostopadłym do uwarstwienia	Z	Z	Z
$\sigma_{c\parallel} (R_{c\parallel})$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku równoległym do uwarstwienia	Z	Z	Z
$K_a (A)$	[-]	wskaźnik anizotropii wytrzymałości	W	Z	Z
I_{s50}	[MPa]	wskaźnik wytrzymałości punktowej	W	Z	Z
$\sigma_t (R_t)$	[MPa]	wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z	Z
$\sigma_{tmax} (R_{tmax})$	[MPa]	maksymalna wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z	Z
$\sigma_{tR} (R_{tR})$	[MPa]	rezydualna wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z	Z
φ	[°]	kąt tarcia wewnętrznego	Z	W	Z
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	W	Z
φ'_R	[°]	rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z/NW	Z	Z
c	[kPa]	spójność całkowita	Z	W	Z
c'	[kPa]	spójność efektywna	Z	W	Z
c'_R	[kPa]	rezydualna spójność efektywna	Z/NW	Z	Z
$\sigma_T (\sigma_r, R_r)$	[MPa]	wytrzymałość na rozciąganie	W	W	Z
$\sigma_g (R_g)$	[MPa]	wytrzymałość na zginanie	W	Z/NW	Z/NW
$\sigma_{tc} (R_{tc})$	[MPa]	wytrzymałość na trójosiowe ściskanie	Z	W	Z
Parametry/cechy odkształceniowe					
w_{cp}	[N/m ²]	wskaźnik ciśnienia pęcznienia	Z/NW	W	Z
w_{op}	[-]	wskaźnik odkształcenia pęcznienia	Z/NW	Z	Z
ϵ_{px}	[%]	odkształcenie pęcznienia	Z/NW	Z	Z
E (E_s)	[MPa]	moduł sprężystości (Younga) (statyczny moduł sprężystości (Younga), moduł odkształcenia sprężystego (Younga))	W	W	Z
$\nu (\nu_s)$	[-]	współczynnik Poissona (statyczny współczynnik Poissona)	W	W	Z
G (G_s)	[MPa]	moduł ścinania (odkształcenia postaciowego) (statyczny moduł ścinania)	Z/NW	W	Z
K (K_s)	[MPa]	moduł odkształcenia objętościowego (statyczny moduł odkształcenia objętościowego)	Z/NW	W	Z
E_d	[MPa]	dynamiczny moduł sprężystości (Younga)	Z	Z	Z
ν_d	[-]	dynamiczny współczynnik Poissona	Z	Z	Z
G_d	[MPa]	dynamiczny moduł ścinania (odkształcenia postaciowego)	Z/NW	Z	Z
K_d	[MPa]	dynamiczny moduł odkształcenia objętościowego	Z/NW	Z	Z
Parametry/cechy filtracyjne					
k_p	[D]	współczynnik przepuszczalności	Z/NW	Z/NW	Z/NW
k_f	[m/s]	współczynnik wodoprzepuszczalności (filtracji)	Z/NW	W	Z

Symbol	Jednostka	Parametry/cechy	STEŚ STEŚ-R Etap I	STEŚ-R Etap II KP	PB
Parametry/cechy akustyczne					
V_p	[m/s]	prędkość fali podłużnej	Z/NW	Z	Z
V_s	[m/s]	prędkość fali poprzecznej	Z/NW	Z	Z
V_r	[m/s]	prędkość fali powierzchniowej	Z/NW	Z	Z
W – wymagany; Z – zalecany; Z/NW – zalecany / niewymagany					

Załącznik 17 Warunki geologiczno-inżynierskie

Załącznik 17.1 Ustalanie warunków geologiczno-inżynierskich

W ramach ustalania warunków geologiczno-inżynierskich należy zidentyfikować poniższe cechy budowy geologicznej w zakresie i z dokładnością określoną w tabelach (Tabela 91, Tabela 92).

W ramach identyfikacji warunków geomorfologicznych należy:

- rozpoznać formy geomorfologiczne,
- przeprowadzić analizę spadków terenu.

W ramach identyfikacji warunków hydrogeologicznych należy:

- rozpoznać liczbę poziomów wodonośnych, ich charakter (swobodne, napięte) oraz kontakty hydrauliczne między nimi,
- ustalić głębokość do zwierciadła wody pierwszego poziomu wód gruntowych i amplitudę jego zmian,
- ustalić charakter sieci rzecznej i warunków spływu wód (przepuszczalność utworów przypowierzchniowych).

W ramach identyfikacji warunków geologicznych należy:

- ustalić stratygrafię, genezę i litologię gruntów i skał stwierdzonych w podłożu budowlanym,
- ustalić miąższości i wzajemny układ warstw gruntów i skał,
- określić właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów i skał w podłożu budowlanym oraz ustalić historię naprężeń.

W ramach identyfikacji zagrożeń geologicznych (**naturalnych lub wzbudzonych przez działalność człowieka**) należy:

- wyznaczyć obszary/miejsca na których wystąpiły, występują i/lub mogą wystąpić zagrożenia geologiczne takie jak:
 - procesy i zjawiska geologiczne (naturalne) np.:
 - związane ze zmianami wilgotności gruntów i skał np.:
 - występowanie gruntów ekspansywnych podatnych na pęcznienie, skurcz i podniesienie,
 - występowanie gruntów erozyjnych podatnych na rozmakanie, rozmywanie,
 - występowanie gruntów drobnoziarnistych podatnych na mięknięcie i uplastycznienie,
 - występowanie gruntów makroporowatych, zapadowych podatnych na osiadanie zapadowe, dodatkowe osiadania,
 - występowanie gruntów tiksotropowych podatnych na upłynnienie,
 - występowanie gruntów ściśliwych podatnych na osiadanie np.: grunty organiczne,
 - występowanie gruntów wysadzinowych,
 - erozji i abrazji,
 - ablacji i soliflukcji,
 - krasowe,
 - wietrzenia,
 - hydrogeologiczne np.: przejawy wód gruntowych - mokradła, wysięki, źródła itp.,
 - hydrologiczne np.: powódzie, podtopienia,

- deformacje filtracyjne (np.: zniszczenie hydrauliczne, upłynnienie, sufozja, kolmatacja),
- powierzchniowe ruchy masowe ziemi np.: osuwiska, niestateczne zbocza,
- tektoniczne np.: deformacje ciągłe i nieciągłe w tym nagłe pęknięcia masywu skalnego, deformacje glacitektoniczne, osiadania/ podnoszenia terenu na skutek współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej,
- sejsmiczne np.: naturalne wstrząsy sejsmiczne (trzęsienia ziemi),
- wulkaniczne np.: występowanie wulkanów.
- procesy i zjawiska antropogeniczne (wzbudzone przez człowieka) np.:
 - występowanie gruntów antropogenicznych,
 - niecki osiadań np.: spowodowane eksploatacją górnictw,
 - indukowane wstrząsy sejsmiczne np.: spowodowane eksploatacją górnictw,
 - wyciskanie podłoża (podnoszenie) wokół obiektów budowlanych np.: składowisk odpadów,
 - zmiany stosunków wodnych np.: w wyniku prowadzenia lub zaprzestania eksploatacji górnictw, prowadzonych odwodnień, budowy i eksploatacji sztucznych zbiorników wodnych, podtapianie terenów wokół sztucznych zbiorników wodnych,
 - przekształcenie zboczy zbiorników wodnych poprzez uruchomienie ruchów masowych ziemi i deformacji filtracyjnych,
 - wibracje np.: powodujące rozluźnienie gruntów na skutek badań sejsmicznych i wybuchów,
 - masowe uszkodzenia obiektów budowlanych,
 - składowanie odpadów np.: hałdy, wyrobiska, zwałowiska, składowiska itp.,
 - występowanie niewybuchów,
 - występowanie podziemnych gazów,
 - zanieczyszczenia np.: degradacja i zmiany chemizmu wód, gruntów i skał,
 - antropogeniczne zmiany wilgotności gruntów i skał,
- opisać zagrożenia geologiczne,
- podać sposób przeciwdziałania zagrożeniom geologicznym.

Wyżej podany wykaz zagrożeń geologicznych jest otwarty i należy go uzupełniać w zależności od specyfiki obszaru badań.

Zidentyfikowane zagrożenia geologiczne należy przedstawić na przekrojach oraz na mapie zagrożeń geologicznych wraz z tabelarycznym opisem, załączyć do dokumentu, który przedstawia wyniki badań podłoża budowlanego (Załącznik 18).

Zasięg i szczegółowość identyfikacji warunków geologiczno-inżynierskich zależy od etapu realizacji inwestycji. Zakres i szczegółowość rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich zawierają tabele (Tabela 91, Tabela 92).

Tabela 91 Zakres rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I

Zakres rozpoznania / Warunki	Zasięg	Dokładność	Źródła danych
warunki geomorfologiczne	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj po 2 km od osi drogi)	Ustalenie form geomorfologicznych.	Dane kartograficzne (mapy i szkice geologiczne, numeryczny model terenu, ortofotomapa, dane teledetekcyjne).
warunki hydrogeologiczne	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj po 2 km od osi drogi)	Ustalenie głębokości pierwszego poziomu wód gruntowych. Ustalenie liczby poziomów wodonośnych i ich wzajemnego układu i charakteru (swobodne, napięte). Ustalenie kierunków spływu wód. Ustalenie wahań poziomów wód podziemnych z uzasadnieniem.	Dane kartograficzne (mapy i przekroje hydrogeologiczne), dokumentacja hydrogeologiczna wykonana w ramach etapu.
warunki geologiczne	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj po 2 km od osi drogi)	Ustalenie stratygrafii, litologii i genezy gruntów i skał w profilu. Ustalenie miąższości i układu warstw (kompleksów, serii i warstw litologicznych).	Mapy geologiczne (SMGP, atlasy geologiczno-inżynierskie). Archiwalne otwory wiertnicze. Otwory wykonane w ramach etapu.
występowanie zagrożeń geologicznych (naturalnych lub wzbudzonych działalnością człowieka)	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj po 2 km od osi drogi)	Inwentaryzacja wszystkich procesów geodynamicznych i antropogenicznych, w szczególności osuwisk, powodzi i podtopień, form antropogenicznych oraz szkód górniczych, poprzez określenie ich typu i zasięgu występowania. Określenie kategorii terenów górniczych zgodnie z Instrukcją ITB z 2013 r. „Ocena przydatności terenów górniczych do zabudowy”. Przeprowadzenie oceny terenu pod kątem zanieczyszczeń zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi - w zakresie identyfikacji wstępnej , w przypadku gdy nie została ona przeprowadzona w ramach dokumentacji hydrogeologicznej.	Dane archiwalne i kartograficzne oraz geologiczne bazy danych (SOPO, BDGI, HAŁDY, PODTOPIENIA itp.). Dane z kopalń w szczególności w zakresie prognozowanych deformacji (prognoza przybliżona wg Instrukcji ITB z 2013 r. „Ocena przydatności terenów górniczych do zabudowy”).

Tabela 92 Zakres rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich na etapie STEŚ-R Etap II i KP

Zakres rozpoznania / Warunki	Zasięg	Dokładność	Źródła danych
warunki geomorfologiczne	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj 50-100 m od osi drogi w warunkach prostych i złożonych oraz 100-500 m w warunkach skomplikowanych)	Charakterystyka form geomorfologicznych. Analiza spadków terenu. Analiza hydrografii. Dane batymetryczne dla zbiorników wodnych.	Dane kartograficzne (mapy i szkice geologiczne, numeryczny model terenu, ortofotomapa, dane teledetekcyjne). Kartowanie geologiczno-inżynierskie. Badania geofizyczne.
warunki hydrogeologiczne		Ustalenie głębokości nawierconych i ustalonych poziomów wodonośnych. Ustalenie połączeń hydraulicznych między poziomami. Ustalenie amplitudy zmian sezonowych poziomów wodonośnych oraz możliwości pojawienia się wód w miejscach dotychczas suchych z uzasadnieniem.	Otwory wiertnicze i piezometry wykonane w ramach etapu. Dane z DH i dDH
warunki geologiczne		Ustalenie stratygrafii, genezy i litologii gruntów i skał w profilu Charakterystyka właściwości fizyczno-mechanicznych warstw gruntów i skał Ustalenie wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych i ich zmienności przestrzennej. Ustalenie miąższości i układu warstw geologiczno-inżynierskich.	Badania geofizyczne, otwory wiertnicze, sondowania i badania laboratoryjne wykonane w ramach etapu.
występowanie zagrożeń geologicznych (naturalnych lub wzbudzonych działalnością człowieka)		Rozpoznanie wszystkich procesów geodynamicznych i antropogenicznych zgodnie z wymaganiami poradników: <ul style="list-style-type: none"> ✓ „Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych” (Frankowski Z. i in., 2012) ✓ ”Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego” (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018) ✓ „Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego dla celów likwidacji kopalń” (Dobak P. i in., 2009). Sporządzenie lub zaktualizowanie tzw. karty rejestracyjnej osuwiska zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi. Weryfikacja kategorii terenów górniczych. Przeprowadzenie oceny terenu pod kątem zanieczyszczeń zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi - w zakresie inwentaryzacji szczegółowej , w przypadku gdy nie została ona przeprowadzona w ramach dokumentacji hydrogeologicznej.	Badania geofizyczne, kartowanie geologiczno-inżynierskie. Otwory wiertnicze, sondowania i badania laboratoryjne wykonane w ramach etapu. Dane z kopalń w szczególności w zakresie prognozowanych deformacji (prognoza podstawowa lub szczegółowa wg Instrukcji ITB z 2013 r. „Ocena przydatności terenów górniczych do zabudowy”).

Załącznik 17.2 Ocena warunków geologiczno-inżynierskich

Ocenę warunków geologiczno-inżynierskich należy przeprowadzić metodą punktową zgodnie z poniższą tabelą (Tabela 93).

Tabela 93 Ocena warunków geologiczno-inżynierskich

Rodzaj warunków geologiczno-inżynierskich	Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	Kategoria warunków geologiczno-inżynierskich	OCENA [pkt]
geomorfologiczne	spadki ≤ 2 lub formy pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego, skały niespękane	korzystne	1
	spadki 2-12% lub pokrywy zwietrzelinowe, formy denudacyjne, skały spękane	średniokorzystne	2
	formy rzeczne, eoliczne, akumulacji morskiej, formy pochodzenia roślinnego, strefy krawędziowe wysoczyzn (stromy stoki, klify)	niekorzystne	3
	spadki $\geq 12\%$, formy krasowe i erozyjne	b. niekorzystne	6
hydrogeologiczne	głębokość pierwszego zwierciadła wód gruntowych ≥ 5 m pod poziomem niwelety/posadowienia obiektu lub brak wód gruntowych lub jeden poziom wodonośny o niewielkiej i znanej zmienności występujący poniżej poziomu posadowienia	korzystne	1
	głębokość pierwszego zwierciadła wód gruntowych 1-5 m pod poziomem niwelety/posadowienia obiektu lub jeden poziom wodonośny o znacznych wahaniami poziomu występujący w poziomie posadowienia lub powyżej	średniokorzystne	2
	głębokość pierwszego zwierciadła wód gruntowych ≤ 1 m pod poziomem niwelety/posadowienia obiektu lub kilka poziomów wodonośnych o dużych wahaniami i zasilaniu, występujących pod znacznym ciśnieniem hydrostatycznym, bardzo gęsta sieć rzeczna i melioracyjna,	niekorzystne	3
	artezyjskie zwierciadło wód podziemnych, zwierciadło wód gruntowych w poziomie posadowienia lub powyżej poziomu posadowienia z uwzględnieniem wahań	b. niekorzystne	6
geologiczne	grunty w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym oraz twar doplastycznym, półzwardymi i zwardym, skały niespękane	korzystne	1
	grunty w stanie luźnym, plastycznym, skały spękane	średniokorzystne	2
	grunty problematyczne (zwietrzelinowe i inne podatne na deformacje filtracyjne)	niekorzystne	3
	grunty problematyczne (organiczne, pęczniejące, zapadowe, tiksotropowe), grunty w stanie miękkoplastycznym	b. niekorzystne	6
zagrożenia geologiczne (naturalne lub wzbudzone przez działalność człowieka)	brak przejawów czynnych i potencjalnych możliwości wystąpienia procesów geodynamicznych, brak antropopresji lub występują pokrywy nasypowe z gruntów naturalnych o miąższości ≤ 1 m, nasypy budowlane (budowle ziemne, makroniwelacja)	korzystne	1
	istnieje możliwość wystąpienia procesów geodynamicznych lub występują pokrywy nasypowe z gruntów naturalnych o dużej lub zmiennej miąższości	średniokorzystne	2
	wstrząsy sejsmiczne, zanieczyszczenia i degradacja gruntów, formy antropogeniczne (hałdy, wyrobiska, zwałowiska, składowiska, osadniki itp.), nasypy z odpadów	niekorzystne	3
	zidentyfikowano czynne procesy geodynamiczne lub szkody górnicze	b. niekorzystne	6
			SUMA PUNKTÓW
OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH		korzystne	4
		średniokorzystne	5-8
		niekorzystne	9-24

Warunki geologiczno-inżynierskie należy charakteryzować w studium geologiczno-inżynierskim lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osobno dla drogi w podziale na odcinki i osobno dla każdego DOI, WTD, ITND, IO.

Opisową charakterystykę warunków geologiczno-inżynierskich wraz z oceną punktową należy zestawić w tabelach z kilometrażem, a warunki geologiczno-inżynierskie należy wskazać na przekrojach.

Załącznik 17.3 Ocena ryzyka geologicznego

Ocena ryzyka geologicznego składa się z:

- identyfikacji zagrożeń geologicznych zgodnie z wymaganiami rozdziału Załącznik 17.3.1,
- prognozy zmian warunków geologiczno-inżynierskich w związku z realizacją inwestycji zgodnie z wymaganiami rozdziału Załącznik 17.3.2,
- oceny wpływu inwestycji na środowisko geologiczne zgodnie z wymaganiami rozdziału Załącznik 17.3.3.

Załącznik 17.3.1 Identyfikacja ryzyka geologicznego

Identyfikację ryzyka geologicznego należy przeprowadzić na każdym etapie realizacji inwestycji poprzez:

- zlokalizowanie inwestycji w na tle regionalnej budowy geologicznej (Rysunek 47),
- określenie stopnia skomplikowania warunków gruntowych wraz z oceną możliwej zmienności warunków przedstawionych w modelu geologicznym (niepewność modelu),
- ocenę warunków geologiczno-inżynierskich, przeprowadzoną zgodnie z wymaganiami rozdziału Załącznik 17.2,
- zaklasyfikowanie terenu pod kątem stopnia zagospodarowania i przekształcenia (tereny nienaruszone, tereny gęstej zabudowy, tereny działalności przemysłowej i rolniczej),
- zidentyfikowanie charakterystycznych właściwości projektowanego obiektu (droga, nasyp, wykop, drogowy obiekt inżynierski, plac itp.).

Przypisanie inwestycji (lub jej części) do konkretnego regionu geologicznego Polski implikuje możliwość zaistnienia niekorzystnych zjawisk geologicznych zgodnie z tabelą (Tabela 94).

Identyfikację ryzyka geologicznego należy umieścić w formie **zestawienia tabelarycznego** w studium geologiczno-inżynierskim lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osobno dla drogi w podziale na odcinki i osobno dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego, podając:

- region geologiczno-inżynierski zgodnie z tabelą (Tabela 94) i rysunkiem (Rysunek 47),
- stopień skomplikowania warunków gruntowych zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych,
- kategorię warunków geologiczno-inżynierskich zgodnie z tabelą (Tabela 93),
- sposób zagospodarowania i przekształcenia terenu na podstawie dokumentów planistycznych i/lub wizji terenowej - opisowo,
- rodzaj obiektu i jego podstawowe dane techniczne (odpowiednio: głębokość wykopu, wysokość nasypu, wymiary w planie, wysokość, średnica itp.).

Na każdym kolejnym etapie wymagana jest weryfikacja i aktualizacja przeprowadzonej oceny ryzyka. Tabelę można połączyć z tabelą warunków geologiczno-inżynierskich.

Tabela 94 Podział Polski na regiony geologiczno-inżynierskie i obszary gruntów i skał (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018)

Regiony geologiczno-inżynierskie Obszary gruntów i skał Procesy geologiczne i antropogeniczne	1a - Region zlodowaceń północnopolskich fazy pomorskiej	1b - Region zlodowaceń północnopolskich zlodowacenia wisły	1c - Region zlodowaceń środkowopolskich zlodowacenia warty	1d - Region zlodowaceń środkowopolskich zlodowacenia odry	2a - Region Wyżyny Lubelskiej	2b - Region Wyżyny Małopolskiej	2c - Region Wyżyny Śląsko-Krakowskiej	3a - Region Przedgórze Karpackiego	3b - Region Przedgórze Sudeckiego	4a - Region Gór Świętokrzyskich	4b - Region Karpat	4c - Region Sudetów
obszar skał twardych							+			+		+
obszar skał nierozdzielonych z uwagi na wytrzymałość											+	
obszar skał miękkich					+	+	+			+	+	
obszar gruntów morskich	+											
obszar gruntów piaszczystych i mad dolin rzecznych	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
obszar gruntów piaszczystych lodowcowych, wodnolodowcowych i innych	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
obszar glin zwałowych zlodowacenia południowopolskiego					+	+	+	+	+			
obszar glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego			+	+	+	+	+		+			
obszar glin zwałowych zlodowacenia północnopolskiego	+	+										
obszar lessów i gruntów lessopodobnych				+	+	+	+	+	+	+	+	+
obszar gruntów zastoisowych i jeziornych	+	+	+	+		+		+	+	+		
obszar gruntów eolicznych i wydmych	+	+	+	+	+	+	+	+				
obszar gruntów organicznych	+	+	+	+	+			+	+			
obszar koluwiów osuwiskowych	+	+	+	+							+	
obszar gruntów antropogenicznych	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
pokrywy zwietrzelinowe					+	+	+	+	+	+	+	+
kras				+	+		+			+		
zapadanie lessów					+	+	+	+	+	+		
szkody górnicze					+		+					+
osuwiska	+	+	+	+					+		+	



Rysunek 47 Regionalizacja geologiczno-inżynierska (Majer, Sokołowska, Frankowski (red.), 2018)

Załącznik 17. 3. 2 Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich

Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich polega na przewidywaniu, w jakim zakresie zmianie ulegną podstawowe cechy budowy geologicznej na skutek powstania obiektu budowlanego na wszystkich etapach procesu inwestycyjnego. Prognozie należy poddać te same czynniki, które podlegają ocenie, tj.: warunki geomorfologiczne, hydrogeologiczne, geologiczne i zagrożenia geologiczne (naturalne i wzbudzone przez działalność człowieka) podane w tabeli (Tabela 94).

Prognozę zmian warunków geologiczno-inżynierskich należy umieścić w formie **zestawienia tabelarycznego** w studium geologiczno-inżynierskim i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osobno dla drogi w podziale na odcinki i osobno dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego, podając listę możliwych zmian warunków geologiczno-inżynierskich w wyniku realizacji inwestycji w dostosowaniu do etapu inwestycji. Tabelę można połączyć z tabelą warunków geologiczno-inżynierskich i identyfikacją ryzyka geologicznego.

Tabela 95 Elementy podlegające ocenie w prognozie zmian warunków geologiczno-inżynierskich

Rodzaj warunków geologiczno-inżynierskich	Przykładowe zmiany w wyniku realizacji inwestycji*
geomorfologiczne	zmiany w morfologii terenu (wykopy, nasypy, makroniwelacje), sztuczne obniżenia terenu powodujące gromadzenie się wód powierzchniowych (podmokłości), wpływ budowy tymczasowych lub stałych składowisk odpadów lub zwałowisk na zmianę naturalnych stosunków wodnych.
hydrogeologiczne	zmiana stosunków wodnych (stałe i czasowe odwodnienia, próbne pompowania, nawadnianie, regulacja rzek), zmiana kierunków spływu wód (przegrody podziemne, ściany szczelinowe, ścianki szczelne, powierzchnie utwardzane, zbiorniki retencyjne), łączenie poziomów wodonośnych (zmiana chemizmu wód porowych), duże wahania poziomu wód podziemnych.
geologiczne	zmiana cech/parametrów gruntu pod wpływem zawilgocenia, wysuszenia lub przemarzania w wyniku realizacji obiektu (zmiana stanu nasycenia gruntu, pęcznienie, skurcz, zmiana parametrów wytrzymałościowych, osiadanie zapadowe itp.), odkształcenie wywołane obciążeniem podłoża budowlanego, zmiana stanu naprężeń w wyniku odprężenia (głębokie wykopy), niekorzystne zmiany w środowisku zbudowanym z gruntów problematycznych (szczególnie pyły, pyły piaszczyste, grunty organiczne).
zagrożenia geologiczne (naturalne lub wzbudzone przez działalność człowieka)	podcięcia skarp i zboczy oraz realizacja głębokich wykopów generujące ruchy masowe, zagrożenia filtracyjne (przebicia hydrauliczne, upłynnienie, osiadanie zapadowe, procesy erozji itp.), samowypływy spowodowane niewłaściwą likwidacją otworów wiertniczych lub niewłaściwym prowadzeniem robót ziemnych, zanieczyszczenie wód podziemnych i gruntów (również w strefie poza pasem drogowym) pod wpływem badań i w czasie realizacji inwestycji oraz w fazie eksploatacji (związane z ruchem samochodowym lub zimowym utrzymaniem dróg), zmiany szaty roślinnej (np. wycinka i nasadzenia drzew, krzewów itp.), aktywacja procesów erozyjnych pod wpływem zmian w przepływie wód w wyniku zmian w ukształtowaniu powierzchni terenu, aktywacja procesów osuwiskowych lub zapadliskowych (tereny górnicze) w wyniku eksploatacji drogi (ruchu pojazdów), wpływ technologii robót budowlanych na otoczenie, wskazanie zaleceń przywrócenia do stanu wyjściowego otoczenia wykonanych obiektów budowlanych w ramach inwestycji (np. rekultywacja obszarów objętych robotami ziemnymi lub obszarów zdewastowanych/zanieczyszczonych; wykonanie systemu melioracyjnego na terenach zagrożonych podtopieniami).

* Lista możliwych zmian ma charakter otwarty i może być rozszerzona w zależności od potrzeb.

Załącznik 17. 3. 3 Ocena wpływu inwestycji na środowisko geologiczne

Zgodnie z ustawą Prawo geologiczne i górnicze prognozę zmian w środowisku, które mogą powstać na skutek realizacji, funkcjonowania oraz likwidacji zamierzonych przedsięwzięć opracowuje się tylko w przypadku gdy nie istnieje obowiązek sporządzania raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko.

W dokumentacji należy tylko umieścić informację: tytuł opracowania – raportu, datę sporządzenia, instytucję, która sporządziła raport oraz numer decyzji i nazwę organu, który decyzje wydał.

Załącznik 18 Część tekstowa i graficzna dokumentów przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego

Załącznik 18.1 Treść i sposób opracowania części tekstowej

Wymaga się, aby część tekstowa dokumentów związanych z przedstawieniem wyników badań podłoża budowlanego (Tabela 5) miała charakter opracowania syntetycznego obejmującego analizę i ocenę wszystkich zebranych danych i wyników badań podłoża budowlanego w odniesieniu do obszaru badań na tle uwarunkowań regionalnych, a także wnioski z wykonanych prac i badań oraz zalecenia do dalszych prac.

Część tekstowa powinna zawierać opisy, uzasadnienia, szczegółowe komentarze oraz odniesienia do załączników graficznych i zestawień tabelarycznych w nawiązaniu do celu badań, obszaru badań i regionu badań.

Tekst dokumentów związanych z przedstawieniem wyników badań podłoża budowlanego (Tabela 5) w zależności od ich rodzaju dokumentu powinien zawierać następujące elementy:

- stronę tytułową,
- wstęp - informacja o wykonawcy dokumentacji, imiona i nazwiska wszystkich osób uczestniczących w procesie dokumentowania badań podłoża budowlanego z przypisaną im rolą i wykonanymi czynnościami, opis prac poszczególnych podwykonawców, etap inwestycji, informacje o obiekcie budowlanym, podstawa wykonania prac i robót geologicznych, badań hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, opis celu prac i robót geologicznych, badań hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych,
- założenia projektowe (konstrukcyjne) dla drogi wraz z podaniem kategorii geotechnicznej,
- ogólną charakterystykę obszaru badań oraz terenów sąsiadujących wraz z historią zagospodarowania - położenie administracyjne, charakterystyka zagospodarowania terenu obecna i historyczna,
- analiza materiałów archiwalnych oraz danych z wizji terenowej,
- cel i zakres wykonanych badań podłoża budowlanego w odniesieniu do etapu inwestycji,
- lokalizację poszczególnych badań terenowych,
- wyniki badań terenowych i laboratoryjnych wraz z ich interpretacją i oceną,
- daty wykonania wszystkich obserwacji terenowych, daty badań laboratoryjnych i terenowych oraz daty opracowania dokumentu w podziale na: data rozpoczęcia/data zakończenia,
- warunki geomorfologiczne i hydrograficzne - charakterystyka form geomorfologicznych i ich wpływ na ukształtowanie terenu opis genezy gruntów i skał, warunki hydrograficzne i położenie geograficzne,
- warunki geologiczne - charakterystyka budowy geologicznej z uwzględnieniem stratygrafii, litologii i tektoniki,
- warunki hydrogeologiczne - ustalenie, opis, ocena i prognoza zmian warunków hydrogeologicznych w tym m.in.: charakterystyka poziomów wód podziemnych stwierdzonych na obszarze badań z uwzględnieniem głębokości występowania poziomów wód podziemnych i ciśnień, charakteru zwierciadła wód podziemnych, amplitudy wahań sezonowych i z wielolecia, maksymalne położenie zwierciadła wód podziemnych na podstawie materiałów archiwalnych i wizji terenowej z podaniem uzasadnienia,
- zagrożenia geologiczne naturalne - opisane zjawiska i procesy geodynamiczne i geologiczne w tym: ruchy masowe (osuwiska), podtopienia i powodzie, zjawiska krasowe, erozja i akumulacja, deformacje filtracyjne (sufozja, osiadanie zapadowe), ekspansywność,

deformacje tektoniczne, sejsmiczność wraz ze stopniem aktywności, występowanie gruntów słabych. Jeżeli podczas prac dokumentacyjnych na terenie badań nie stwierdzono występowania zagrożeń geologicznych, to w dokumencie należy ten fakt zapisać,

- zagrożenia geologiczne antropogeniczne - opisane obecne i historyczne formy przekształceń powierzchni terenu i podłoża budowlanego w wyniku działalności człowieka, w tym: szkody górnicze, tereny zrekultywowane i niezrekultywowane, strefy zanieczyszczeń, sieć melioracyjna, infrastruktura podziemna i powierzchniowa, stare fundamenty i elementy konstrukcji, wraz ze stopniem ich oddziaływania. Jeżeli podczas prac dokumentacyjnych na terenie badań nie stwierdzono występowania zagrożeń geologicznych, to w dokumencie należy ten fakt zapisać,
- zagrożenia geotechniczne mające wpływ na obiekt budowlany wraz z ich oceną i prognozą zmian na etapie budowy i eksploatacji,
- warunki geologiczno-inżynierskie - ustalenie, opis, ocena i prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich dla drogi głównej, pozostałych dróg w pasie drogowym oraz dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego i obiektów pozostałych,
- warunki geotechniczne - ustalenie, opis, ocena i prognoza zmian warunków geotechnicznych,
- zagrożenia geotechniczne - opisane oddziaływania na obiekty budowlane, które zagrażają stateczności,
- wyniki badań terenowych i laboratoryjnych - opis metod, rodzaj i zakres wszystkich wykonanych badań, sposobu ich przetworzenia i interpretacji wraz z uzasadnieniem przyjętych metod interpretacji, ocenę pod kątem wykorzystania do realizacji obiektu budowlanego, a także zgodność z projektem robót geologicznych lub programem badań geotechnicznych, jeśli taki został wcześniej opracowany,
- charakterystykę wydzielonych warstw gruntów i skał - kryteria wydzielenia warstw gruntów i skał, opis wydzielonych warstw gruntów i skał na obszarze badań wraz z charakterystyką właściwości fizyczno-mechanicznych, wynikami badań i ustalonymi wartościami wyprowadzonymi/charakterystycznymi parametrów geotechnicznych,
- model geologiczny - opis i charakterystyka,
- charakterystykę surowców budowlanych – lokalizacja, zasobu i opis złóż kopalin przydatnych do celów budowlanych możliwych do wykorzystania na etapie budowy na podstawie np.: bazy danych o złożach MIDAS,
- podsumowanie, wnioski, zalecenia - podsumowanie wszystkich prac, robót i badań wykonanych w poszczególnych fazach dokumentowania badań podłoża budowlanego, wnioski na potrzeby prac projektowych, robót budowlanych oraz zalecenia do dalszych prac.
- literaturę - wykaz użytej i cytowanej literatury, zarówno pozycji opublikowanych, jak i niepublikowanych, wskazanie archiwum lub miejsca gdzie dane pozycje niepublikowane są zgromadzone.

Układ tekstu oraz jego zawartość należy ustalać w zależności od rodzaju dokumentu (Tabela 5), etapu badań, przepisów prawa, norm oraz potrzeb inwestora, projektanta i/lub wykonawcy robót budowlanych.

Charakter tekstu w zależności od dokumentu ulega zmianom od ogólnych opisów na etapie STEŚ, STEŚ-R Etap I do bardzo szczegółowych na etapie projektu budowlanego (PB).

Załącznik 18.2 Treść i forma części graficznej

Część graficzna w zależności od dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża budowlanego (Tabela 5) jest integralnym elementem części tekstowej. Przedstawia dane

archiwalne oraz wyniki badań w odniesieniu do obszaru badań na tle danych regionalnych w postaci map, przekrojów, modeli, kart informacyjnych, wykresów, dokumentacji fotograficznej, zestawień tabelarycznych i innych.

Załączniki graficzne w zależności od postaci powinny być przygotowane czytelnie, zawierać zestandaryzowane symbole i zwięzłe objaśnienia oraz informację na temat źródła pochodzenia, jeśli są opracowane na podstawie danych archiwalnych.

Wymaga się aby załączniki graficzne w zależności od postaci (karta, przekrój, mapa, itd.) zawierały informacje zamieszczone w załączniku (Załącznik 18. 3).

W przypadku załączników graficznych w formie map, przekrojów, i kart z wynikami badań, kierując się przede wszystkim przepisami oraz ich czytelnością i użytecznością, należy dobrąć skalę stosując następujące zalecenia:

- mapy regionalne - skala 1:50 000 i mniejsze,
- mapy lokalizacyjne - skala 1:50 000 i większe,
- archiwalne mapy geologiczne (SMGP, MHP, MGŚP) - skala 1:50 000,
- mapy dokumentacyjne z lokalizacją punktów dokumentacyjnych - skala 1:2 000 i większe,
- mapy tematyczne np.: mapa geologiczno-inżynierska, mapa gruntów słabych skala 1:2 000 i większa, mapa hydrogeologiczna skala 1:5 000 i większa,
- przekroje geologiczno-inżynierskie /geotechniczne - skala pozioma 1:2000 i większe, skala pionowa przewyższenia 1:10 dla przekrojów drogowych (podzielonych na odcinki 1 km), 1:1 dla obiektów mostowych, przepustów, zbiorników i przekrojów poprzecznych do osi drogi; w przypadku obiektów mostowych długich dopuszcza się odstępstwa od przewyższenia 1:1,
- przekroje geofizyczne, skala pionowa (rzędna terenu) powinna być liniowa. Przewyższenie skali pionowej zależy od uzyskanego zasięgu głębokościowego i długości profilu. Im mniejsza jest głębokość rozpoznania tym większe powinno być przewyższenie,
- przekroje geologiczno-geofizyczne - skala pozioma 1:2000 i większe, skala pionowa przewyższenia 1:10 dla przekrojów drogowych (podzielonych na odcinki 1 km), 1:1 dla obiektów mostowych, przepustów, zbiorników i przekrojów poprzecznych do osi drogi; w przypadku obiektów mostowych długich dopuszcza się odstępstwa od przewyższenia 1:1,
- karty wierceń, karty sondowań - opracowane w jednej skali 1: 50 lub mniejszej dostosowane do ich głębokości.

Zaleca się, aby poza mapami przedstawiającymi ogólny obraz obszaru badań (np.: mapa lokalizacyjna, mapa surowców budowlanych), skala wszystkich map, przekrojów i kart informacyjnych była jednolita dla całego opracowania.

Wymaga się, aby część graficzna dokumentów zawierała, w zależności od potrzeb następujące elementy:

- mapa lokalizacyjna - obejmuje cały obszar inwestycji, przedstawiająca m.in. lokalizację terenu inwestycji, jego sąsiedztwo, granice administracyjne i lokalizację względem dróg, siedzib gmin i powiatów, miejscowości i hydrografii (Załącznik 18. 3),
- mapa dokumentacyjna - przedstawia lokalizację i rodzaj poszczególnych badań (wiercenia, sondowania, odsonięcia, geofizyka itd.), przebieg wykonanych na ich podstawie przekrojów geologiczno-inżynierskich, geofizycznych oraz inne elementy istotne ze względu zobrazowanie wykonanych badań (Załącznik 18. 3),
- mapa geomorfologiczna - przedstawia rozmieszczenie i zasięg form rzeźby terenu oraz ich genezę, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań lub materiałów archiwalnych np.: numeryczny model terenu NMT,

- mapa geologiczna lub mapa gruntów na wybranych głębokościach - mapa lub zestaw map przedstawiających budowę geologiczną terenu, czyli interpretację przestrzennego zasięgu wydziałów geologicznych, mogą być wykonane na wybranej głębokości, powinny zawierać elementy tektoniki, opracowane na podstawie wyników wykonanych badań,
- mapa hydrogeologiczna - przedstawia warunki występowania i rozprzestrzenienia wód podziemnych oraz ich dynamiki, w zależności od potrzeb może być wykonana jako mapa hydroizobat, mapa hydroizohips lub tzw. mapa warstwy suchej, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań,
- mapa zagrożeń geologicznych - przedstawia rozprzestrzenienie oraz rodzaj zjawisk i procesów naturalnych (np.: osuwiska, osiadanie zapadowe, kras, ekspansywność) lub wywołanych działalnością człowieka (np.: szkody górnicze, szkody budowlane, drgania komunikacyjne, leje depresji) mogących mieć wpływ na inwestycję, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań lub materiałów archiwalnych,
- mapa warunków geologiczno-inżynierskich - syntetyczna mapa wykonana na podstawie charakterystyki i oceny warunków geomorfologicznych, geologicznych, hydrogeologicznych i zagrożeń geologicznych, mapa może być wykonana jako mapa warunków geologiczno-inżynierskich lub mapa rejonizacji geologiczno-inżynierskiej, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań,
- mapa warunków geotechnicznych - mapa wykonana w oparciu o ustalone warunki geotechniczne i zagrożenia geotechniczne, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań,
- mapy występowania surowców budowlanych - przedstawia położenie, rodzaj i zasoby złóż kopalin (piasek, kruszywo, grunty drobnoziarniste) przydatnych do realizacji inwestycji drogowej, mapa może zawierać prognozę możliwości wydobycia surowców,
- przekroje geofizyczne - przedstawiają wyniki badań geofizycznych, wykonane w odpowiedniej skali, zinterpretowane na podstawie wierceń i sondowań (Załącznik 18. 3),
- przekroje geologiczno-geofizyczne - przedstawiają nałożenie na siebie wyników badań geofizycznych i geologiczno-inżynierskich,
- przekroje hydrogeologiczne - obrazują na tle morfologii terenu warunki hydrogeologiczne występujące w podłożu budowlanym drogi oraz w jej sąsiedztwie (Załącznik 18. 3),
- warunki hydrogeologiczne w formie tabelarycznej - tabele zawierające opis warunków hydrogeologicznych względem drogi głównej, pozostałych dróg w pasie drogowym oraz dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego i obiektów pozostałych (Załącznik 18. 3),
- przekroje geologiczno-inżynierskie - obrazują na tle morfologii terenu układ warstw geologiczno-inżynierskich, położenie zwierciadła wody podziemnej oraz występowanie stref zagrożeń geologicznych, opracowane na podstawie wyników wykonanych badań i/lub materiałów archiwalnych, powinny przebiegać przez możliwie jak największą liczbę wydzielonych jednostek o różnych warunkach geologiczno-inżynierskich oraz zawierać lokalizację punktów dokumentacyjnych wraz z ich rzędną, głębokością i odpowiednio opisanym profilem pionowym (litologia, stany gruntów, zwierciadło wody, wyniki sondowań itd.) (Załącznik 18. 3),
- warunki geologiczno-inżynierskie w formie tabelarycznej - tabele zawierające opis warunków geologiczno-inżynierskich ich ocenę i prognozę względem drogi głównej, pozostałych dróg w pasie drogowym oraz dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego i obiektów pozostałych (Załącznik 18. 3),
- przekroje geotechniczne - obrazują na tle morfologii terenu układ warstw geotechnicznych, położenie zwierciadła wody podziemnej oraz występowanie stref zagrożeń geotechnicznych, z zaznaczonym poziomem posadowienia/wzmocnienia,

opracowane na podstawie wyników wykonanych badań i/lub materiałów archiwalnych, powinny zwierać lokalizację punktów dokumentacyjnych wraz z ich rzędną, głębokością i odpowiednio opisanym profilem pionowym (litologia, stany gruntów, zwierciadło wody, wyniki sondowań itd.) (Załącznik 18. 3),

- warunki geotechniczne w formie tabelarycznej - tabele zawierające opis warunków geotechnicznych względem pasa drogowego oraz dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego (Załącznik 18. 3),
- karty otworów wiertniczych - przedstawiają profile otworów wiertniczych wraz z litologią, stratygrafią, genezą, poziomem nawierconych i ustalonych zwierciadeł wód podziemnych, nazwą otworu, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania wiercenia. zaleca się, żeby karta otworu posiadała także ogólne informacje o lokalizacji wiercenia (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy badań podłoża budowlanego i rodzaju (techniki) wiercenia (Załącznik 18. 3),
- karty wyników badań terenowych - przedstawiają wyniki badań terenowych wraz z interpretacją, rodzajem, nazwą punktu dokumentacyjnego, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania. zaleca się, żeby karta badań posiadała także ogólne informacje o lokalizacji badań (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy badań podłoża budowlanego i rodzaju badania np.: karta sondowania, karta badania geofizycznego (Załącznik 18. 3),
- karty obserwacji terenowych - przedstawiają wyniki obserwacji terenowych wykonane podczas kartowania hydrogeologicznego/geologiczno-inżynierskiego (Załącznik 18. 3),
- zestawienia tabelaryczne wykonanych badań terenowych i laboratoryjnych (Załącznik 18. 3),
- dokumentacja fotograficzna - zawiera zdjęcia rdzeni wiertniczych, profilu litologicznego, obserwacji terenowych z georeferencją,
- zestawienie tabelaryczne wyników właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów i skał wraz ze statystykami opisowymi dla każdej wydzielonej warstwy (Załącznik 18. 3),
- zestawienie tabelaryczne wyników badań, cech fizyczno-mechanicznych lub parametrów geotechnicznych gruntów i skał,
- zestawienie tabelaryczne właściwości fizyko-chemicznych próbek wód podziemnych.

Dodatkowo wymaga się, aby w zależności od specyfiki obszaru badań opracowywać mapy tematyczne i zestawienia tabelaryczne, charakteryzujące problematykę danego regionu np.:

- mapa osiadania terenu - przedstawiająca przestrzenny zasięg i wielkość pomierzonych lub spodziewanych osiadań terenu, np.: terenów górniczych lub pogórnich,
- mapa zasięgu gruntów organicznych - przedstawiająca przestrzenny zasięg i miąższość gruntów organicznych,
- mapy stropu i/lub miąższości gruntów problematycznych (ekspansywnych, zapadowych, luźnych, zwierzających, skrasowiałych itp.) - przedstawiające morfologię i głębokość położenia stropu i/lub miąższość gruntów problematycznych mogących stanowić problem dla inwestycji.

Wykaz i zawartość załączników graficznych należy dobierać w zależności od rodzaju dokumentu (Tabela 5), etapu badań, przepisów prawa, norm oraz potrzeb inwestora, projektanta i/lub wykonawcy robót budowlanych.

Załącznik 18. 3 Zawartość załączników graficznych

Załącznik 18. 3. 1 Schemat konstrukcji otworu wiertniczego

Wymaga się, aby Schemat konstrukcji otworu wiertniczego zawierał:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 96),
- Przewidywany profil litologiczny przedstawiony graficznie i za pomocą symboli gruntów, ze skalą pionową oraz podaną głębokością granic wydzielonych warstw w metrach, projektowana głębokość otworu,
- Przewidywana głębokość zwierciadła wody oznaczona graficznie i liczbowo w m p.p.t. z rozróżnieniem na zwierciadło nawiercone, ustabilizowane i sączenie,
- Opis projektowanego opróbowania otworu. Głębokość pobrania, kategoria pobrania i klasa jakości, sposób pobrania,
- Schemat techniczny zarurowania w zależności od przewidywanego układu warstw gruntów (przedstawienie graficzne zaprojektowanej kolumny rur osłonowych, proponowanej średnicy, proponowanego zabezpieczenia przed dopływem wody, informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych),
- Sposób/schemat likwidacji otworu (usunięcie rur osłonowych, wypełnienie urobkiem zgodnie z profilem lub materiałem o takiej samej przepuszczalności),
- System wiercenia.

Tabela 96 Wzór nagłówka Schematu konstrukcji otworu wiertniczego

SCHEMAT KONSTRUKCJI OTWORU WIERTNICZEGO		Załącznik nr:
Przedsięwzięcie:		
Inwestor:		
Projektant:		
Wykonawca badań:		
Dokumentator:		
Opracował:	Podpis:	Data:

Załącznik 18. 3. 2 Karta obserwacji terenowych

Wymaga się, aby Karta obserwacji terenowych zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 97),
- Szkic lokalizacyjny i dokumentacja fotograficzna,
- Skala w jakiej został sporządzony rysunek, skala na fotografii,
- Rodzaj zjawiska/obiektu,
- Użytkownik/sposób użytkowania obiektu,
- Adres obiektu,
- Współrzędne obiektu, układ odniesienia, rzędna terenu H, układ odniesienia,
- Powierzchnia/zasięg obiektu,
- Zagrożenie dla inwestycji drogowej,
- Kolidacja z infrastrukturą naziemną/podziemną,
- Dane techniczne studni (stan, cel pobierania wody, rodzaj obudowy, wysokość obudowy, zabezpieczenie studni (przykrycie), urządzenie czerpalne, wodociąg/kanalizacja, średnica wewnętrzna (m), głębokość studni (m), głębokość do wody (m), pH (-), temperatura (°C), przewodność (µS/cm).

Tabela 97 Wzór nagłówka - Karta obserwacji terenowych

KARTA OBSERWACJI TERENOWYCH		Załącznik nr:
Nr drogi/obiektu:	Przedsięwzięcie:	Rodzaj obserwacji:
Kilometraż:	Inwestor:	
Województwo:	Projektant:	Data wykonania obserwacji:
Powiat:	Wykonawca badań:	Metoda pomiaru współrzędnych (GNSS/ RTK/RTN):
Gmina:	Dokumentator:	Metoda pomiaru wysokości (GNSS/ RTK/RTN):
Opracował:	Podpis:	Data:

Załącznik 18.3.3 Karta badania geofizycznego

Wymaga się, aby Karta badania geofizycznego zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 98),
- Dane dotyczące wykonanych badań i pomiarów (w zależności od metody):
 - Tomografia elektrooporowa (nazwa profilu, technika pomiarów/układ pomiarowy, długość profilu [m], kilometraż trasy [km], długość układu pomiarowego [m], odległość między elektrodami [m], kierunek przebiegu profilu w terenie, nazwa pliku ze współrzędnymi),
 - Metody sejsmiczne (nazwa profilu, technika pomiarów/układ pomiarowy, długość profilu [m], kilometraż trasy [km], krok pomiarowy (strzałowy) [m], odległość między geofonami [m], liczba kanałów aktywnych, częstotliwość geofonów [Hz], kierunek przebiegu profilu w terenie, nazwa pliku ze współrzędnymi),
 - Georadar (nazwa profilu, technika pomiarów, długość profilu [m], kilometraż trasy [km], rodzaj anteny, próbkowanie, składanie, kierunek przebiegu profilu w terenie, nazwa pliku ze współrzędnymi),
 - Inne metody geofizyczne (nazwa profilu / stanowiska pomiarowego, technika pomiarów, kilometraż trasy [km], nazwa pliku ze współrzędnymi oraz pomierzonymi parametrami, uwagi).

Tabela 98 Wzór nagłówka - Karta badania geofizycznego

Nr drogi/obiektu / Kilometraż:	KARTA BADANIA GEOFIZYCZNEGO	Załącznik nr:
Województwo:	Przedsięwzięcie:	Data wykonania badań:
Powiat:	Inwestor:	Metodyka prac:
Gmina:	Projektant:	Oprogramowanie do przetwarzania danych:
Operator sprzętu:	Wykonawca badań:	Metoda pomiaru współrzędnych (GNSS/ RTK/RTN):
Aparatura geofizyczna:	Dokumentator:	Metoda pomiaru wysokości (GNSS/ RTK/RTN):
Opracował:	Podpis:	Data:

Załącznik 18.3.4 Karta otworu wiertniczego

Wymaga się, aby Karta otworu wiertniczego zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 99),
- Symbole wydzielonych kompleksów stratygraficznych zgodnie z Załącznik 15.3.1,
- Symbole wydzielonych serii genetycznych zgodnie z Załącznik 15.3.2,
- Symbole wydzielonych warstw litologicznych zgodnie z Załącznik 15.3.6,
- Symbole wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych zgodnie z Załącznik 15.1, Załącznik 15.2,
- Symbole wydzielonych gruntów i skał zgodnie z załącznikami (Załącznik 15.3.3, Załącznik 15.3.4, Załącznik 15.3.5) przedstawione tekstowo i graficznie w formie profilu litologicznego, ze skalą pionową oraz podaną głębokością wydzielonych granic w metrach,
- Symbole wydzielonych gruntów zgodnie z normą PN-B-02480,
- Nazwy i opisy makroskopowe gruntów zgodnie z normą PN-EN ISO 14688-1 (Załącznik 10.1),
- Nazwy i opisy makroskopowe skał zgodnie z normą PN-EN ISO 14689 (Załącznik 10.2),
- Położenie zwierciadła wody powierzchniowej i podziemnej oznaczone graficznie i liczbowo w metrach - odpowiednio - nad powierzchnią terenu i pod powierzchnią terenu z rozróżnieniem na zwierciadło nawiercone, ustabilizowane i sączenie,

- Głębokość pobrania, kategoria pobrania, klasa jakości, sposób pobrania prób zgodnie z Załącznik 9,
- Sposób likwidacji otworu wiertniczego.

Na karcie otworu wiertniczego można umieścić:

- Nazwy i opisy makroskopowe gruntów zgodnie z normą PN-B-04481/PN-B-02480 (opis litologiczny, symbol warstwy w profilu wietrzeniowym, barwa, liczba wałeczkowania, stan gruntu (na podstawie wałeczków), wilgotność, zawartość CaCO₃ [%], klasa zawartości węglanów, geneza) zgodnie z Załącznik 10. 1,
- Nazwy i opisy makroskopowe gruntów skalistych zgodnie z normą PN-B-04481/PN-B-02480 (opis litologiczny, mineralogiczny i petrograficzny gruntu skalistego, symbol warstwy w profilu wietrzeniowym, barwa, geneza,) zgodnie z Załącznik 10. 2,
- Wartości cech fizyczno-mechanicznych/parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw gruntów i skał pozyskane z badań terenowych i laboratoryjnych zgodnie z Załącznik 11. 2, Załącznik 16.

Tabela 99 Wzór nagłówka - Karta otworu wiertniczego

Nr drogi/obiektu / Kilometraż:	KARTA OTWORU WIERTNICZEGO NR OTWORU		Załącznik nr:
Województwo:	Przedsięwzięcie:	Typ wiertnicy:	System wiercenia (wg PN-EN ISO 22475-1):
Powiat:	Inwestor:	Rzędna H:	Układ odniesienia:
Gmina:	Projektant:	Współrzędna X:	Układ odniesienia:
Operator wiertnicy:	Wykonawca badań:	Współrzędna Y:	
Dozór geologiczny:	Dokumentator:	Data wykonania wiercenia:	Skala:
Sposób likwidacji otworu:		Data likwidacji otworu:	
Opracował:	Podpis:		Data:

Załącznik 18. 3. 5 Karta sondowania

Wymaga się, aby Karta sondowania zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 100),
- Profil stratygraficzny (stratygrafia warstw wydzielonych na profilu litologicznym),
- Profil litologiczny przedstawiony graficznie i za pomocą symboli gruntów, ze skalą pionową oraz podaną głębokością granic wydzielonych warstw w metrach,
- Głębokość zwierciadła wody oznaczona graficznie i liczbowo w m p.p.t., z rozróżnieniem na zwierciadło nawiercone, ustabilizowane i sączenie,
- Wyniki sondowania przedstawione graficznie i liczbowo, wyniki badań i wartości wprowadzone.

Tabela 100 Wzór nagłówka - Karta sondowania

Nr drogi/obiektu / Kilometraż:	KARTA SONDOWANIA NR SONDOWANIA		Załącznik nr:
Województwo:	Przedsięwzięcie:	Typ sondy:	Rodzaj sondowania (podać nr normy):
		Data kalibracji/cechowania, nr certyfikatu (jeśli dotyczy):	
Powiat:	Inwestor:	Rzędna H:	Układ odniesienia:
Gmina:	Projektant:	Współrzędna X:	Układ odniesienia:
Operator sondy:	Wykonawca badań:	Współrzędna Y:	
Dozór geologiczny:	Dokumentator:	Data wykonania wiercenia:	Skala:
Opracował:	Podpis:		Data:

Załącznik 18.3.6 Karta badania laboratoryjnego

Wymaga się, aby Karta badania laboratoryjnego zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 101),
- Wszystkie wartości mierzone i wyniki badań, przedstawione w formie liczbowej i graficznej (jeśli jest możliwe) wraz z interpretacją,
- Zakres stosowalności metody,
- Ocenę jakości wyników badań np.: oszacowanie niepewności pomiaru.

Tabela 101 Wzór nagłówka - Karta badania laboratoryjnego

KARTA BADANIA LABORATORYJNEGO		Załącznik nr:
Nr drogi/obiektu / Kilometraż:	Nazwa badania:	
Numer otworu:	Przedsięwzięcie:	Typ aparatury:
Głębokość pobrania (m):	Inwestor:	Metoda badania:
Sposób pobrania:	Projektant:	Norma/instrukcja/procedura/literatura:
Rodzaj urządzenia pobierającego:	Wykonawca badań (laboratorium):	Data rozpoczęcia badania
Kategoria pobrania i klasa jakości:	Dokumentator:	Data zakończenia badania:
Opracował:	Podpis:	Data:

Załącznik 18.3.7 Przekrój hydrogeologiczny

Wymaga się, aby Przekrój hydrogeologiczny zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 102),
- Tabelę charakteryzującą warunki hydrogeologiczne zgodnie ze wzorem (Tabela 103),
- Morfologia terenu (istniejąca rzędna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzędna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzędna, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych,
- Położenie zwierciadła wody zaznaczone liczbowo i graficznie,
- Oznaczenie stron świata na przekroju,
- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż, ewentualnie dodatkowo odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 102 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój hydrogeologiczny

PRZEKRÓJ HYDROGEOLOGICZNY		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Nr drogi/obiektu:	Kilometraż:		
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Opracował:	Podpis:	Data:	

Tabela 103 Wzór tabeli z warunkami hydrogeologicznymi

Charakterystyka drogi:	
Warunki hydrogeologiczne:	
Zagrożenia dla wód podziemnych:	
Odległości:	
Kilometraż:	

Załącznik 18.3.8 Przekrój geofizyczny

Wymaga się, aby Przekrój geofizyczny zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 104),
- Numer profilu (L – profil lewy, P – profil prawy),
- Morfologia terenu (istniejąca rzędna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzędna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzedną, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych,
- Położenie zwierciadła wody zaznaczone graficznie,
- Izoliniowy rozkład wartości oporności (w skali liniowej lub logarytmicznej),
- Oznaczenie stron świata na przekroju,
- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż, ewentualnie dodatkowo odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 104 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój geofizyczny

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNY		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Nr drogi/objektu:		Kilometraż:	
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Opracował:		Podpis:	Data:

Załącznik 18.3.9 Przekrój geofizyczno-geologiczny

Wymaga się, aby Przekrój geofizyczno-geologiczny zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 105),
- Numer profilu (L – profil lewy, P – profil prawy),
- Morfologia terenu (istniejąca rzedna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzedna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzedną, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych,
- Położenie zwierciadła wody zaznaczone graficznie,
- Izoliniowy rozkład wartości oporności (w skali liniowej lub logarytmicznej) z naniesioną interpretacją warstw litologicznych,
- Oznaczenie stron świata na przekroju,
- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż, ewentualnie dodatkowo odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 105 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój geofizyczno-geologiczny

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNO-GEOLOGICZNY		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Nr drogi/objektu:		Kilometraż:	
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Opracował:		Podpis:	Data:

Załącznik 18. 3. 10 Przekrój geologiczno-inżynierski

Wymaga się, aby Przekrój geologiczno-inżynierski zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 106),
- Tabelę charakteryzującą warunki geologiczno-inżynierskie zgodnie ze wzorem (Tabela 107),
- Morfologia terenu (istniejąca rzędna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzędna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzędną, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych, stan gruntu, wilgotność,
- Wyniki sondowania przedstawione graficznie (głębokość, rzędna, wyniki badań przedstawione graficznie),
- Położenie zwierciadła wody zaznaczone liczbowo i graficznie,
- Oznaczenie stron świata na przekroju,
- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż, ewentualnie dodatkowo odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 106 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój geofizyczno-inżynierski

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNO-INŻYNIERSKI		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Nr drogi/obiektu:		Kilometraż:	
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Opracował:		Podpis:	Data:

Tabela 107 Wzór tabeli z warunkami geologiczno-inżynierskimi

Charakterystyka drogi:	
Warunki geomorfologiczne:	
Warunki hydrogeologiczne:	
Warunki geologiczne:	
Zagrożenia geologiczne:	
Ocena warunków geologiczno-inżynierskich:	
Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich:	
Odległości:	
Kilometraż:	

Załącznik 18. 3. 11 Przekrój geotechniczny

Wymaga się, aby Przekrój geotechniczny zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 108),
- Tabelę charakteryzującą warunki geotechniczne zgodnie ze wzorem (Tabela 109),
- Morfologia terenu (istniejąca rzędna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzędna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzędną, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych, stan gruntu, wilgotność,
- Wyniki sondowania przedstawione graficznie (głębokość, rzędna, wyniki badań przedstawione graficznie),

- Położenie zwierciadła wody zaznaczone liczbowo i graficznie,
- Projektowana głębokość posadowienia/wzmocnienia przedstawiona graficznie,
- Oznaczenie stron świata na przekroju,
- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż, ewentualnie dodatkowo odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 108 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój geotechniczny

PRZEKRÓJ GEOTECHNICZNY		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Nr drogi/obiektu:		Kilometraż:	
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Opracował:		Podpis:	Data:

Tabela 109 Wzór tabeli z warunkami geotechnicznymi


Charakterystyka drogi:	
Stopień skomplikowania warunków gruntowych (warunki geotechniczne):	
Warunki wodne:	
Grupy nośności:	
Poziom posadowienia:	
Poziom wzmocnienia:	
Przydatności gruntów/skał na potrzeby budownictwa drogowego:	
Przydatności gruntów/skał z wykopów do wykonania budowli ziemnych:	
Odległości:	
Kilometraż:	

Załącznik 18.3.12 Mapa

Wymaga się, aby Mapa zawierała:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 110),
- Obraz kartograficzny - treść mapy,
- Elementy matematyczne (skalę, siatkę, podziałkę, ramkę z podziałem stopniowym),
- Objaśnienia.

Tabela 110 Wzór tabeli informacyjnej – Mapa

TYTUŁ MAPY		Strzałka północy	Załącznik nr:
Skala:			
Układ odniesienia:			
Podziałka liniowa skali			
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Nr drogi/obiektu:			
Kilometraż:			
Opracował:		Podpis:	Data:

Załącznik 18. 4 Listy kontrolne dotyczące dokumentów przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego

Załącznik 18. 4. 1 Lista kontrolna – dokumentacja hydrogeologiczna (DH) i dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH)

Tabela 111 Lista kontrolna – dokumentacja hydrogeologiczna (DH) i dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH)

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NI E	WYMAGA UZUPEENIENIA	NIE DOTYCZY
1	Rozdział 8.5.1	Formalny	Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2 (+4)				
2	Rozdział 8.7	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytucznych				
3	Załącznik 19	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytucznych				
4	Rozdział 8.5.1	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna (w każdym egzemplarzu do urzędu)				
5	Rozdział 8.5.1	Formalny	Ogólne	Kopia decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych/dokumentacji (dla dodatku)				
6	Rozdział 8.5.1	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres wykonawcy i inwestora				
7	Rozdział 8.5.1	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
8	Rozdział 8.5.1	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych oraz dane i podpis osoby upoważnionej do reprezentowania wykonawcy				
9	Rozdział 8.5.1	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
10	Rozdział 8.5.1	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
11	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
12	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
13	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
14	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Informacja, że mapy zostały opracowane na podkładach pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego				
15	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Informacja do prawie do korzystania z informacji geologicznej (dotyczy tylko dodatku)				
16	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Przyczyny opracowania dodatku do dokumentacji (dotyczy tylko dodatku)				
17	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Opis położenia geograficznego i administracyjnego				
18	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Opis hydrografii i Jednolitych Części Wód Powierzchniowych przez które przebiega trasa				
19	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Opis morfologii				
20	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące zagospodarowania terenu				
21	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące obszarów chronionych, w tym dotyczące Głównych Zbiorników Wód Podziemnych i stref ochrony pośredniej ujęć				
22	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące zaopatrzenia w wodę, lokalizacji ujęć wód podziemnych i ich stref ochronnych				
23	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Wymagania techniczno-budowlane (lokalizacja drogi charakterystyka jej niwelety, liczba i rodzaj obiektów inżynierskich, klasa drogi, informacje na temat odwodnienia)				

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NI E	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
24	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Opis budowy geologicznej (opis głównych jednostek geologicznych oraz charakterystyka warstw pod kątem przepuszczalności)				
25	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków hydrogeologicznych (głębokość do pierwszego poziomu wodonośnego, charakterystyka głównych użytkowych poziomów wodonośnych, liczby poziomów wodonośnych, miąższości i przepuszczalności nadkładu, więzi hydraulicznej z wodami powierzchniowymi, kierunku i prędkości przepływu wód podziemnych oraz wielkości sezonowych wahań położenia zwierciadła wód podziemnych)				
26	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka właściwości fizycznych i składu chemicznego wód podziemnych na podstawie wykonanych badań i prognoza ich zmian.				
27	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka parametrów hydrogeologicznych na podstawie badań przeprowadzonych w wykonanych otworach badawczych (np. współczynnik filtracji warstwy wodonośnej, przewodność wodna warstwy wodonośnej, wydajność jednostkowa) – jeśli były wykonywane.				
28	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Opis zagrożeń dla środowiska gruntowo-wodnego na etapie realizacji, eksploatacji i likwidacji inwestycji i możliwości ich ograniczenia.				
29	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Zalecenia dotyczące prowadzenia monitoringu jakości wód podziemnych.				
30	Rozdział 8.5.1	Formalny	Część tekstowa	Opis wykonanych prac terenowych i laboratoryjnych w odniesieniu do prac w PRG				
31	Rozdział 8.5.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Opis zakresu przeprowadzonego kartowania hydrogeologicznego i charakterystyka jego wyników.				
33	Rozdział 8.4.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Analiza naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia zgodnie z wymaganiami rozdziału				
34	Rozdział 8.4.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocenę stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem zgodnie z wymaganiami rozdziału				
35	Rozdział 8.5.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Opis procedur poboru, transportu i przechowywania próbek wody				
36	Rozdział 8.5.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Opis wykorzystanego sprzętu oraz metod użytych do badań polowych i laboratoryjnych				
37	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem				
38	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
39	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Legenda				
40	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z lokalizacją terenu badań w skali co najmniej 1:250 000				
41	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na podkładzie topograficznym z lokalizacją: osi trasy/wariantów tras, obszaru kartowania hydrogeologicznego, ujęć wód podziemnych, obiektów potencjalnie uciążliwych, archiwalnych otworów wiertniczych wykorzystanych do opracowania dokumentacji, wykonanych otworów wiertniczych i obserwacyjnych (piezometrów) na potrzeby dokumentacji, miejsc opróbowania, punktami monitoringowymi, granicami GZWP, granicami obszarów i terenów górniczych, granicami obszarów chronionych oraz liniami przekrojów hydrogeologicznych lub informacją na temat ich przebiegu w skali co najmniej 1:50 000.				

Lp.	Punkt Wytycznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
42	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa hydrogeologiczna na podkładzie topograficznym zawierająca: oś trasy/wariantów, granice obszaru kartowania hydrogeologicznego, hydroizohipsy poziomu wodonośnego istotnego ze względu na zagrożenie jakości wód podziemnych wraz z punktami stanowiącymi podstawę ich wykreślenia (otwory archiwalne, studnie kopane, otwory wykonane na potrzeby dokumentacji), kierunki spływu wód, informacje na temat ich jakości oraz klasy podatności tych wód na zanieczyszczenia w skali co najmniej 1:50 000.				
43	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa hydrogeologiczna na podkładzie topograficznym występowania pierwszego poziomu wód gruntowych w skali co najmniej 1:50 000 (dotyczy dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
44	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje hydrogeologiczne podłużne dla każdego wariantu trasy z naniesioną niweletą trasy oraz oceną stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem dla poszczególnych odcinków trasy w skali poziomej co najmniej 1:50 000.				
45	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Wykresy próbnych pompowań (jeśli były wykonywane)				
46	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich wierceń wykorzystanych w dokumentacji (archiwalnych i wykonanych na jej potrzeby)				
47	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich obserwacji terenowych				
48	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań laboratoryjnych				
49	Rozdział 5.4	Formalny	Część graficzna	Dokumentacja fotograficzna wykonanych wierceń				
50	Rozdział 8.5.1	Merytoryczny	Ogólne	Zgodność z zakresem prac terenowych i laboratoryjnych w projekcie robót geologicznych w zakresie ilości, rodzaju, głębokości itp.				
51	Rozdział 8.5.1	Merytoryczny	Ogólne	Odstępstwa od zakresu ilościowego, lokalizacyjnego i głębokościowego PRG są uzasadnione.				
52	Rozdział 5.8	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocena terenu pod kątem zanieczyszczeń lub jednoznaczna informacja, że ich nie ma.				
53	Rozdział 8.5.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat normy/procedury wykonania badań terenowych i laboratoryjnych				
54	Rozdział 8.5.1	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat źródła stosowanych korelacji, w szczególności wzorów empirycznych, współczynników korelacyjnych i dokumentów odniesienia (norm, procedur, publikacji, nomogramów itp.) oraz uzasadnienie ich wyboru				
55	Rozdział 5.2	Merytoryczny	Część tekstowa	Dokładność pomiarów geodezyjnych i system odniesień zgodne z wymaganiami wytycznych				
56	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowany rozstaw, ilość i głębokość punktów dokumentacyjnych jest zgodny z wymaganiami wytycznych				

Załącznik 18. 4. 2 Lista kontrolna – studium geologiczno-inżynierskie (SGI)

Tabela 112 Lista kontrolna – studium geologiczno-inżynierskie (SGI)

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Rozdział 8.5.3	Formalny	Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2				
2	Rozdział 8.7	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytucznych				
3	Załącznik 19	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytucznych				
4	Rozdział 8.5.3	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres wykonawcy i inwestora				
5	Rozdział 8.5.3	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
6	Rozdział 8.5.3	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
7	Rozdział 8.5.3	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
8	Rozdział 8.5.3	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
9	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
10	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
11	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
12	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Informacja, że mapy zostały opracowane na podkładach pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego				
13	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Opis inwestycji (klasa drogi, lokalizacja, rodzaje i wymiary projektowanych obiektów, niweleta) dla każdego z wariantów				
14	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka geomorfologii i hydrografii terenu dla każdego z wariantów				
15	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka modelu budowy geologicznej, warunków geologiczno-inżynierskich i warunków hydrogeologicznych oraz zagrożeń geologicznych dla każdego z wariantów				
16	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka sposobu użytkowania dla każdego z wariantów				
17	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka warunków górniczych dla każdego z wariantów				
18	Załącznik 17. 3. 1	Formalny	Część tekstowa	Ocena ryzyka geologicznego zgodnie z wymaganiami wytucznych				
19	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Omówienie i ocena materiałów archiwalnych				
20	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Opis wykonanych prac terenowych (kartograficznych, geodezyjnych, teledetekcyjnych, geofizycznych, geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, środowiskowych)				
21	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Orientacyjne wskazanie miejsc pozyskania złóż kruszyw				
22	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Ocena przydatności podłoża budowlanego dla każdego wariantu				
23	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie rejonów/obiektów wymagających dalszego rozpoznania				

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
24	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Określenie stopnia złożoności warunków gruntowych dla każdego z wariantów i kategorii geotechnicznej				
25	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Wnioski i zalecenia pod kątem możliwości wykonania projektowanego obiektu				
26	Rozdział 8.5.3	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie najkorzystniejszego wariantu z punktu widzenia warunków geologiczno-inżynierskich				
27	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem				
28	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
29	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Legenda				
30	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z zaznaczeniem wszystkich wariantów w skali co najmniej 1:100 000 na tle granic administracyjnych				
31	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na mapie sytuacyjno-wysokościowej z lokalizacją punktów archiwalnych i wykonanych badań w skali nie mniejszej niż 1:50 000				
32	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa geologiczna w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów				
33	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa hydrogeologiczna w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów				
34	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa głębokości pierwszego poziomu wodonośnego w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów (jeśli dostępna)				
35	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa zagrożeń geologicznych w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów (jeśli zidentyfikowano)				
36	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa zagrożeń górniczych w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów (jeśli zidentyfikowano)				
37	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa złóż kopalin przydatnych dla budownictwa drogowego w skali nie mniejszej niż 1:100 000				
38	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Syntetyczny przekrój geologiczny dla każdego wariantu w skali nie mniejszej niż 1:50 000				
39	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty archiwalnych otworów badawczych (i ew. sondowań)				
40	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wykonanych otworów badawczych (i ew. sondowań)				
41	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie wyników badań laboratoryjnych				
42	Załącznik 17	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie warunków geologiczno-inżynierskich osobno dla drogi i obiektów dla każdego z wariantów i ich ocena punktowa				
43	Rozdział 5.4	Formalny	Załączniki graficzne	Dokumentacja fotograficzna wykonanych wierceń				
44	Załącznik 18	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				
45	Załącznik 14	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocena masywu skalnego zgodnie z wymaganiami wytycznych (jeśli dotyczy)				
46	Załącznik 17	Merytoryczny	Mapa zagrożeń geologicznych	Identyfikacja zagrożeń geologicznych zgodnie z wymaganiami instrukcji				

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
47	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowany rozstaw, ilość i głębokość punktów dokumentacyjnych jest zgodny z wymaganiami wytucznych w odniesieniu do etapu i klasy drogi oraz rodzaju obiektu.				
48	Załącznik 15	Merytoryczny	Przekrój geologiczny	Przekroje geologiczne z wydzielonymi kompleksami stratygraficznymi, seriami genetycznymi i warstwami litologicznymi (model konceptualny)				

Załącznik 18. 4. 3 Lista kontrolna – dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI) i dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)

Tabela 113 Lista kontrolna – dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI) i dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Rozdział 8.5.4	Formalny	Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2 (+4)				
2	Rozdział 8.7	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych				
3	Załącznik 19	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych				
4	Rozdział 8.5.4	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna (w każdym egzemplarzu do urzędu)				
5	Rozdział 8.5.4	Formalny	Ogólne	Karta informacyjna dokumentacji				
6	Rozdział 8.5.4	Formalny	Ogólne	Kopia decyzji zatwierdzającej projekt prac/robót geologicznych				
7	Rozdział 8.5.4	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres wykonawcy i inwestora				
8	Rozdział 8.5.4	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
9	Rozdział 8.5.4	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
10	Rozdział 8.5.4	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
11	Rozdział 8.5.4	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
12	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Tytuł dokumentacji				
13	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Data rozpoczęcia i zakończenia badań				
14	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Liczba wierceń, łączny metraż, wykonawca, głębokości wierceń (przedział)				
15	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Opróbowanie otworów (imię, nazwisko, nr kwalifikacji zawodowych)				
16	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Miejsce przechowywania próbek gruntów i rdzeni wiertniczych				
17	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Liczba sondowań, łączny metraż, rodzaj, liczba badań wykonawca (imię i nazwisko)				
18	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Położenie otworów i sondowań w państwowym układzie współrzędnych (x, y, H), układ odniesienia				
19	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Pomiary presjometryczne, dylatometryczne i inne (rodzaj, liczba badań wykonawca)				
20	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Badania geofizyczne (rodzaj, liczba badań wykonawca (imię i nazwisko, nr kwalifikacji zawodowych)				
21	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Badania laboratoryjne (rodzaj, liczba badań, wykonawca)				

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
22	Rozdział 8.5.4	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Roboty ziemne (rodzaj, liczba badań, wykonawca)				
23	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
24	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
25	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
26	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Informacja, że mapy zostały opracowane na podkładach pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego				
27	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Informacja do prawie do korzystania z informacji geologicznej (dotyczy tylko dodatku)				
28	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Przyczyny opracowania dodatku do dokumentacji (dotyczy tylko dodatku)				
29	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Opis położenia geograficznego i administracyjnego				
30	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków hydrologicznych				
31	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące zagospodarowania terenu				
32	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Wymagania techniczno-budowlane (lokalizacja i niweleta drogi, klasa drogi, rodzaje i wymiary projektowanych obiektów inżynierskich, rodzaj i głębokość posadowienia tych obiektów)				
33	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Kategoria geotechniczna dla drogi i obiektów inżynierskich ustalona przez projektanta				
34	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Stopień skomplikowania warunków gruntowych				
35	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Opis budowy geologicznej (tektonika, kras, litologia, geneza, procesy geodynamiczne i antropogeniczne, deformacje filtracyjne)				
36	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków hydrogeologicznych				
37	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Opis wykonanych prac terenowych i laboratoryjnych				
38	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał każdej wydzielonej warstwy geologiczno-inżynierskiej				
39	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Ocena agresywności wód gruntowych względem materiałów konstrukcyjnych				
40	Załącznik 17	Formalny	Część tekstowa	Opis i ocena warunków geologiczno-inżynierskich zgodnie z wymaganiami wytycznych				
41	Załącznik 17. 3	Formalny	Część tekstowa	Ocena ryzyka geologicznego zgodnie z wymaganiami wytycznych				
42	Załącznik 17. 3. 2	Formalny	Część tekstowa	Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich zgodnie z wymaganiami wytycznych				

Lp.	Punkt Wytocznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
43	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część tekstowa	Informacja o złożach kopalin możliwych do wykorzystania w celu realizacji inwestycji, określenie jakości tych zasobów				
44	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem				
45	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
46	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Legenda				
47	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z lokalizacją terenu badań i strefy zagrożeń w skali co najmniej 1:50 000				
48	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na mapie sytuacyjno-wysokościowej z lokalizacją punktów archiwalnych i wykonanych badań w skali co najmniej 1:2 000				
49	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania i miąższości gruntów słabych w granicach pasa drogowego i strefie zagrożeń w skali co najmniej 1:2 000				
50	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania pierwszego poziomu wód gruntowych w skali co najmniej 1:2 000				
51	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania zagrożeń geologicznych w skali co najmniej 1:2 000 lub jednoznaczna informacja o braku takich obszarów				
52	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania zagrożeń górniczych w skali co najmniej 1:2 000 lub jednoznaczna informacja o braku takich obszarów				
53	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa złóż kopalin przydatnych dla budownictwa drogowego w skali nie mniejszej niż 1:100 000				
54	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa geologiczno-inżynierska w granicach pasa drogowego i w strefie zagrożeń				
55	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie drogowe podłużne z naniesioną niweletą trasy w skali co najmniej 1:2 000 (skala pozioma) i z przewyższeniem 1:10				
56	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie drogowe poprzeczne z naniesioną niweletą trasy z przewyższeniem 1:1				
57	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie obiektowe z przewyższeniem 1:10				
58	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie zawierają elementy wymagane formularzami				
59	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geofizyczne zawierają elementy wymagane formularzami				
60	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań geofizycznych				
61	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich wierceń				
62	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich sondowań				
63	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich obserwacji terenowych				
64	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań laboratoryjnych				
65	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty badań zawierają elementy wymagane formularzami				
66	Załącznik 17	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie warunków geologiczno-inżynierskich osobno dla drogi i obiektów ich ocena punktowa				
67	Rozdział 8.5.4	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie wyników badań laboratoryjnych				

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
68	Rozdział 5.4	Formalny	Część graficzna	Dokumentacja fotograficzna wykonanych wierceń				
69	Załącznik 18	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				
70	Załącznik 4	Merytoryczny	Ogólne	Zgodność z zakresem prac terenowych i laboratoryjnych w projekcie robót geologicznych w zakresie ilości, rodzaju, głębokości itp.				
71	Załącznik 4	Merytoryczny	Ogólne	Odstępstwa od zakresu ilościowego, lokalizacyjnego i głębokościowego PRG są uzasadnione				
72	Załącznik 4	Merytoryczny	Ogólne	Grunty słabe zostały odpowiednio przewiercone zgodnie z wymaganiami wytucznych				
73	Rozdział 8.2	Merytoryczny	Część tekstowa	Statystyki opisowe wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych dla wszystkich wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich				
74	Rozdział 8.5.4	Merytoryczny	Część tekstowa	Prognoza zmian położenia zwierciadła wód gruntowych				
75	Rozdział 5.8	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocena terenu pod kątem zanieczyszczeń lub jednoznaczna informacja, że ich nie ma				
76	Załącznik 14	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocena masywu skalnego zgodnie z wymaganiami wytucznych (jeśli dotyczy)				
77	Załącznik 17. 3. 2	Merytoryczny	Część tekstowa	Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich zgodnie z wymaganiami wytucznych				
78	Rozdział 8.4.3	Merytoryczny	Część tekstowa	Określenie przydatności gruntów z wykopów powstałych przy budowie inwestycji do budowy nasypów projektowanego obiektu inwestycji liniowej				
79	Rozdział 8.5.4	Merytoryczny	Część tekstowa	Wskazanie odcinków trasy oraz obiektów budowlanych wymagających monitoringu ze względu na niekorzystne warunki geologiczno-inżynierskie				
80	Rozdział 5.6	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat producenta stosowanego sprzętu i jego podstawowych parametrów technicznych (w szczególności nazwę producenta stożka CPT/CPTU, typ stożka, rozmiar stożka, system kotwienia, wymiary końcówki krzyżakowej, ciężar młota sondy dynamicznej, dane dotyczące urządzenia wprowadzającego końcówkę w grunt itp.), informację na temat normy/procedury wykonania badania, opis procedury				
81	Rozdział 8.5.4	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat normy/procedury wykonania badań terenowych i laboratoryjnych				
82	Rozdział 5.6	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat stosowanych korelacji, w szczególności wzorów empirycznych, współczynników korelacyjnych i dokumentów odniesienia (norm, procedur, publikacji, nomogramów itp.) oraz uzasadnienie ich wyboru				
83	Rozdział 5.2	Merytoryczny	Część tekstowa	Potwierdzenie (w postaci zestawień tabelarycznych, wykresów zależności, nomogramów itp.) współzależności wartości parametrów pomierzonych z wartościami wyprowadzonymi parametrów geotechnicznych (np. poprzez zestawienie z wynikami badań laboratoryjnych, próbnymi obciążeniami itp.)				

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
84	Rozdział 5.2	Merytoryczny	Część tekstowa	Dokładność pomiarów geodezyjnych i system odniesień zgodne z wymaganiami wytucznych				
85	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowany rozstaw, ilość i głębokość punktów dokumentacyjnych jest zgodny z wymaganiami wytucznych w odniesieniu do etapu i klasy drogi oraz rodzaju obiektu.				
86	Załącznik 17	Merytoryczny	Mapa zagrożeń geologicznych	Identyfikacja zagrożeń geologicznych zgodnie z wymaganiami wytucznych				
87	Załącznik 4	Merytoryczny	Mapa występowania i miąższości gruntów słabych	Okonturowano grunty słabe w strefie zagrożeń lub jednoznaczna informacja, że nie ma takich gruntów				
88	Załącznik 15	Merytoryczny	Przekroje geologiczno-inżynierskie	Przekroje geologiczno-inżynierskie z wydzielonymi warstwami geologiczno-inżynierskimi i naniesionymi sondowaniami (model obserwacyjny)				
89	Załącznik 17	Merytoryczny	Karta rejestracyjna osuwiska	Opracowano/zaktualizowano kartę osuwiska (jeśli dotyczy)				

Załącznik 18. 4. 4 Lista kontrolna – dokumentacja badań podłoża (DBP)

Tabela 114 Lista kontrolna – dokumentacja badań podłoża (DBP)

Lp.	Punkt Wytycznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Liczba egzemplarzy papierowych 2				
2	Rozdział 8.7	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych				
3	Załącznik 19	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych				
4	Rozdział 8.5.6	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres wykonawcy i inwestora				
5	Rozdział 8.5.6	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
6	Rozdział 8.5.6	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
7	Rozdział 8.5.6	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
8	Rozdział 8.5.6	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
9	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
10	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
11	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
12	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Opis położenia geograficznego i administracyjnego				
13	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące zagospodarowania terenu				
14	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Szczegółowe techniczno-budowlane dla każdego odcinka drogi lub obiektu (niweleta drogi, poziom posadowienia, sposób wzmocnienia, sposób posadowienia itp.)				
15	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Stopień skomplikowania warunków gruntowych				
16	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Kategoria geotechniczna dla drogi i obiektów inżynierskich ustalona przez projektanta				
17	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Opis wykonanych prac terenowych i laboratoryjnych				
18	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Opis metodyki prac terenowych i laboratoryjnych				
19	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Ograniczenia dotyczące stosowania wyników (warunki brzegowe)				
20	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Propozycja dalszych koniecznych badań polowych i laboratoryjnych z komentarzem, szczegółowy program dalszych badań				
21	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Informacja na temat zachowania się sąsiednich budowli				
22	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Opis warstw geotechnicznych wraz z podaniem charakterystycznych wartości parametrów geotechnicznych				
23	Rozdział 8.4.3	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków geotechnicznych zgodnie z wymaganiami wytycznych				

Lp.	Punkt Wytocznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
24	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Informacja czy trasa przebiega przez tereny występowania zagrożeń geologicznych i górniczych				
25	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie odcinków trudnych przy wykonywaniu wykopów				
26	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie odcinków wymagających wzmocnienia				
27	Rozdział 8.5.6	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie zaleceń do posadowienia				
28	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem				
29	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
30	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Legenda				
31	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z lokalizacją terenu badań i strefy zagrożeń w skali co najmniej 1:50 000				
32	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na mapie sytuacyjno-wysokościowej z lokalizacją punktów archiwalnych i wykonanych badań w skali co najmniej 1:2 000				
33	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania i miąższości gruntów słabych w granicach pasa drogowego i strefie zagrożeń w skali co najmniej 1:2 000				
34	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania pierwszego poziomu wód gruntowych w skali co najmniej 1:2 000				
35	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania zagrożeń geologicznych w skali co najmniej 1:2 000 lub jednoznaczna informacja o braku takich obszarów				
36	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania zagrożeń górniczych w skali co najmniej 1:2 000 lub jednoznaczna informacja o braku takich obszarów				
37	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Mapa grup nośności podłoża budowlanego w granicach pasa drogowego i w strefie zagrożeń				
38	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie drogowe podłużne z naniesioną niweletą trasy w skali w skali co najmniej 1:2 000 (skala pozioma) i z przewyższeniem 1:10				
39	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geotechniczne drogowe poprzeczne z naniesioną niweletą trasy z przewyższeniem 1:1				
40	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geotechniczne obiektowe z przewyższeniem 1:10				
41	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geotechniczne zawierają elementy wymagane formularzami				
42	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Przekroje geofizyczne zawierają elementy wymagane formularzami				
43	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań geofizycznych				
44	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich wierceń				
45	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich sondowań				
46	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich obserwacji terenowych				
47	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań laboratoryjnych				
48	Załącznik 18	Formalny	Część graficzna	Karty badań zawierają elementy wymagane formularzami				

Lp.	Punkt Wytucznych	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
					TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
49	Rozdział 8.4.3	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie warunków geotechnicznych				
50	Rozdział 8.4.3	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie wyników badań laboratoryjnych				
51	Rozdział 5.4	Formalny	Część graficzna	Dokumentacja fotograficzna wykonanych wierceń				
52	Załącznik 18	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				
53	Rozdział 5.2	Merytoryczny	Część tekstowa	Dokładność pomiarów geodezyjnych i system odniesień zgodne z wymaganiami wytucznych				
54	Rozdział 5.6	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat producenta stosowanego sprzętu i jego podstawowych parametrów technicznych (w szczególności nazwę producenta stożka CPT/CPTU, typ stożka, rozmiar stożka, system kotwienia, wymiary końcówki krzyżakowej, ciężar młota sondy dynamicznej, dane dotyczące urządzenia wprowadzającego końcówkę w grunt itp.), informację na temat normy/procedury wykonania badania, opis procedury				
55	Rozdział 8.5.6	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat normy/procedury wykonania badań terenowych i laboratoryjnych				
56	Rozdział 5.6	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat stosowanych korelacji, w szczególności wzorów empirycznych, współczynników korelacyjnych i dokumentów odniesienia (norm, procedur, publikacji, nomogramów itp.) oraz uzasadnienie ich wyboru - dla korelacji literaturowych				
57	Rozdział 5.6	Merytoryczny	Część tekstowa	Potwierdzenie (w postaci zestawień tabelarycznych, wykresów zależności, nomogramów itp.) współzależności wartości parametrów pomierzonych z wartościami wyprowadzonymi parametrów geotechnicznych (np. poprzez zestawienie z wynikami badań laboratoryjnych, próbnymi obciążeniami itp.) – dla korelacji własnych				
58	Załącznik 15	Merytoryczny	Przekroje geologiczno-inżynierskie	Przekroje geotechniczne z wydzielonymi warstwami geotechnicznymi i naniesionymi sondowaniami (model obserwacyjny)				

Załącznik 18.5 Wymagania do dokumentacji w zakresie dokumentu elektronicznego

Zaleca się, aby dokumenty związane z wykonywaniem badań podłoża budowlanego były sporządzane w otwartym, tekstowym, uniwersalnym formacie XML, który umożliwia łatwą wymianę danych (dokumentów) pomiędzy różnymi systemami, co zapewnia ich odczyt w dowolnym programie obsługującym format XML, niezależnie od tego, w jakim wcześniej zostały utworzone.

Dodatkowo zaleca się, aby dokumentację z badań dostarczać w modelu w formacie IFC (BS ISO 16739) na potrzeby wymiany danych i współpracy wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego na różnych etapach realizacji inwestycji, używających odmiennych systemów i programów informatycznych w celu stosowania narzędzi elektronicznego modelowania danych budowlanych (Dyrektywa 2014/24/UE) np.: BIM (Building Information Modelling, modelowanie informacji o budynku) – rozdział 9.

Ze względu na zróżnicowane oprogramowanie posiadane przez dokumentatorów, wymaga się, aby dokumenty w całości posiadały elektroniczną wersję w najbardziej powszechnych formatach danych zarówno umożliwiających, jak i blokujących edycję¹⁸:

- część tekstowa dokumentacji – formaty np.: TXT, DOC, DOCx, RTF, PDF i inne,
- część tabelaryczna – formaty np.: CSV, TXT, XLS, XLSx, DAT, DOC, DOCx, GPX, PDF i inne,
- część graficzna:
 - pliki grafiki wektorowej – formaty np.: CDR, SVG, SWF, EPS, SDF, KML, CAD, DXF, DWG, DGN, WMS, WMF i inne,
 - pliki grafiki rastrowej – formaty np.: JPG, TIF, TIFF, PNG, BMP, GIF, EXR, PGM, MPO, WMS, GRD, i inne,
 - pliki grafiki kartograficznej – formaty np.: SHP, GML, GDB, MDB, MIF, TAB, DWG, DGN i inne
 - pliki projektowe – formaty np.: PSX, P4D, ENVI, ERS, SARscape, PRJ, SHX, DBF, SHP i inne,
 - pliki audio – format np.: SEQ, MP4, MOV, WMV, AVI i inne,
 - karty informacyjne – formaty np.: DAT, XLS, XLSx, JPG, TIF, PDF i inne,
- pliki danych i pliki tekstowe – formaty np.: LAS, LIS, DLIS, SEG-Y, SEG-D, SEG-EDI, UKOOA, SPS, RADAN, MALA RD3, 3DR, PAR, MALA RD6, SEG2, IDS, RADSYS, MOD, INV, XYZ, XYZG, VTK, SG2, SGY, SRF, 3DD, 3DW, RAD, LOG, GRD, GPR, ASCII, XLS, XLSx, XLSM, XLSB, XLTX, XLTM, XLS, XLT, XML, XLAM, XLA, XLW, DAT, CPT, ASC, GOR, GRU, CPD, GEF, CSV, STD, TXT, DAT, VCT, STA, UNI, MRK, COR, PCK, KMZ, DZT, DT1, HD, DT, RDF, PRN, DIF, SLK, WB1, WB2, WB3, GML, MIF, MID, VPF, DEM, ODBC, ARCSDE, ORACLE, PDF i inne,
- pliki baz danych – formaty np.: GDB, MDB, DBF, SDE, PG3 i inne,
- pliki w formatach wymiany np.: DOC, DOCX, XLS, XLSX, PDF, TXT, CSV, SHP, DXF, JPG, TIF, XML, IFC, ODT, ODS, ODG, ODP, ODF, ODB, PPT, PPTX, RTF.

Wymaga się, aby dokumentacja hydrogeologiczna i geologiczno-inżynierska była przekazywana poprzez administrację geologiczną do Narodowego Archiwum Geologicznego (NAG) w formie

¹⁸ Informację dotyczącą poszczególnych rozszerzeń można znaleźć np.: na stronie internetowej <http://www.file-extension.info/pl>.

dokumentu elektronicznego w wyżej wymienionych formatach danych i zawierała:

- metadane, czyli zestaw logicznie powiązanych z dokumentem elektronicznym informacji opisujących ten dokument, zgodne z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i administracji z dnia 30 października 2016 r w sprawie niezbędnych elementów struktury dokumentów elektronicznych (obowiązkowy zakres metadanych: identyfikator, twórca, tytuł, data, format, dostęp, typ, krótki opis treści dokumentu),
- wszystkie szczegółowe dane zawarte w części tekstowej (tekst opracowania, tabele, figury, spis użytej literatury itp.),
- szczegółowe dane zawarte w części tabelarycznej (zestawienia wierceń, zestawienia sondowań, zestawienia badań laboratoryjnych itp.),
- wyniki badań specjalistycznych, w tym dane źródłowe (wiercenia, sondowania, badania geofizyczne, badania laboratoryjne itp.),
- dane zawarte w części graficznej (mapy, przekroje, karty otworów wiertniczych itp.)

Załącznik 19 Wymagania do przygotowania danych cyfrowych

Załącznik 19.1 Wymagania ogólne do przygotowania danych cyfrowych

W trakcie przygotowywania danych należy obowiązkowo korzystać z tabel słownikowych (Tabela 116, Tabela 117, Tabela 118, Tabela 121, Tabela 124, Tabela 125, Tabela 128).

Wszystkie pozostałe tabele i pliki referencyjne podane w załącznikach (Załącznik 19. 2 - Załącznik 19. 9) należy dostosować do wzorów podanych w wytycznych ze zwróceniem szczególnej uwagi na nazwy i strukturę pól w tabelach atrybutów oraz nazwy plików.

Wszystkie pliki z danymi należy umieszczać w określonych miejscach podanych struktur katalogowych (Załącznik 19. 10) na nośnikach danych lub w udostępnionych przestrzeniach sieciowych.

Zbiorcze zestawienie schematów tworzenia nazw plików, ich lokalizacji w strukturze katalogowej (Załącznik 19. 10) wraz z przykładami podano w tabeli (Tabela 115).

Nie zaleca się stosować polskich znaków w nazwach plików.

Wymagania dotyczą danych hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych.

W tabelach w załączniku (Załącznik 19) umieszczono dane przykładowe pozyskane w ramach realizacji projektu badawczego RID.

Tabela 115 Zbiorcze zestawienie schematów tworzenia nazw plików

L.p.	Rodzaj danych	Schemat nazwy pliku	Przykład nazwy pliku (1)	Przykład nazwy pliku (2)	Lokalizacja pliku w strukturze katalogowej (wg Załącznik 19. 10)	Przykład lokalizacji pliku w strukturze katalogowej (wg Załącznik 19. 10)
1	Dokumentacja tekstowa	TXT_[symbol drogi]_[nazwa lub numer odcinka drogi]_[rok]_[symbol rodzaju opracowania wg słownika Tabela 118].pdf	TXT_S19_ODC1_2017_DGI.pdf	TXT_S50_OBWODNICA_KOLBIEL_2018_DH.docx	[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\DOK_TXT\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\DOK_TXT\ TXT_S19_ODC1_2017_DGI.pdf
2	Dane otworowe (tabele referencyjne)	TR_[rodzaj dokumentacji]_[rok]_[symbol numer odcinka drogi lub nazwa odcinka drogi]_OW_XYH.xls	TR_DGI_2017_S19_1_OW_XYH.xls	TR_DGI_2018_S50_OBWODNICA_KOLBIEL_OW_XYH.xls	[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Kart_Otw\Export_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Kart_Otw\Export_data\ TR_DGI_2017_S19_1_OW_XYH.xls
3	Dane otworowe (karty otworów)	[symbol numer odcinka drogi]_KO_[rodzaj i numer wiercenia].pdf	S19_1_KO_Wo2_OW1.pdf	S50_OBWODNICA_KOLBIEL_KO_Pz_OW5.xlsx	[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Kart_Otw\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Kart_Otw\Final_data\ S19_1_KO_Wo2_OW1.pdf
4	Baza danych otworowych	[symbol numer odcinka drogi]_BAZA.gdb	S19_1_BAZA.gdb		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Kart_Otw\Dane_surowe\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Kart_Otw\Raw_data\ S19_1_BAZA.gdb
5	Przekrój geologiczny (poprzeczny)	[symbol numer odcinka drogi]_[symbol rodzaju przekroju wg słownika Tabela 121]_[numer przekroju]_[kilometrąz].pdf	S19_1_PG_001_5+630.pdf		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\ S19_1_PG_001_5+630.pdf
6	Przekrój geologiczny (podłużny)	[symbol numer odcinka drogi]_[symbol rodzaju przekroju wg słownika Tabela 121]_[numer przekroju]_[kilometrąz początku_kilometrąz końca]_[pozycja przekroju względem osi drogi].pdf	S19_1_PG_008_2+300_4+300_L.pdf		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\ S19_1_PG_008_2+300_4+300_L.pdf

L.p.	Rodzaj danych	Schemat nazwy pliku	Przykład nazwy pliku (1)	Przykład nazwy pliku (2)	Lokalizacja pliku w strukturze katalogowej (wg Załącznik 19. 10)	Przykład lokalizacji pliku w strukturze katalogowej (wg Załącznik 19. 10)
7	Przekrój geologiczny (schemat rozbudowany)	[symbol_numer odcinka drogi]_[symbol rodzaju przekroju wg słownika Tabela 121]_[kilometraż]_[numer przekroju].pdf	S_19_1_PG_PZM_2+635_001.pdf		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\S_19_1_PG_PZM_2+635_001.pdf
8	Przekrój geologiczny (tabela referencyjna)	TR_[rodzaj dokumentacji]_[rok]_[symbol i numer odcinka drogi]_[symbol przekroju].xls	TR_DGI_2017_S19_1_PG_PZM.xls		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Przek_Geol\Export_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Przek_Geol\Export_data\TR_DGI_2017_S19_1_PG_PZM.xls
9	Badania laboratoryjne	[symbol i numer odcinka drogi]_[symbol wiercenia]_[symbol badania wg słownika Tabela 124]_[przelot/głębokość pobrania próby w metrach].pdf	S19_1_OW1_PSA_0,3-0,5.pdf	S19_1_OW1_PSA_w_0,3-0,5.pdf	[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_LAB\Fizyczne\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_LAB\Fizyczne\S19_1_OW1_PSA.pdf
10	Dane geofizyczne (tabela referencyjna)	TR_[rodzaj dokumentacji]_[rok]_[symbol odcinka drogi]_[symbol metody wg słownika Tabela 125]_XYH.xls	TR_DGI_2017_S19_1_ERT_XYH.xls		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\GEOFIZYKA\ERT\Geodezja\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC1_2017_V01\GEOFIZYKA\ERT\Geodezja\TR_DGI_2017_S19_1_ERT_XYH.xls
11	Dane geodezyjne (tabela referencyjna)	TR_[rodzaj dokumentacji]_[symbol odcinka drogi]_[symbol metody wg słownika Tabela 128]_[data]_XYH.txt	TR_DGI_S19_1_GNSS_2017-06-01_XYH.txt		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\GEODEZJA\GNSS\NMT\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC1_2017_V01\GEODEZJA\GNSS\NMT\S19_1_GNSS_2017-06-01_XYH.txt
12	Dane teledetekcyjne (warstwa GIS)	[symbol odcinka drogi]_tele_DinSAR.shp	S19_1_tele_DinSAR.shp		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\INNE\TELEDETEKCJA\DinSAR\SENTINEL\[nazwa pliku]	E:\S19-1\INNE\TELEDETEKCJA\DinSAR\SENTINEL\S19_1_tele_DinSAR.shp
13	Mapy tematyczne (tabela referencyjna)	TR_DGI_[rok]_[nazwa odcinka]_M.xls	TR_DGI_2017_S19_1_M.xls		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_MAPY\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC1_2017_V01\MAPY\TR_DGI_2017_S19_1_M.xls

Załącznik 19.2 Wymagania do przygotowania dokumentacji tekstowej

Dokumentację tekstową zgodnie z ogólnymi zasadami przedstawionymi w wytycznych należy przygotować w edytowalnym formacie np. *.doc, *.rtf, *.odt oraz nieedytowalnym (przeznaczonym tylko do wydruku i odczytu) formacie *.pdf. Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 115).

Załącznik 19.3 Wymagania do przygotowania danych otworowych

Wszystkie pliki zawierające dane otworowe należy przygotować zgodnie z tabelami słownikowymi (Tabela 116, Tabela 117, Tabela 118) oraz tabelami referencyjnymi (Tabela 119) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 120). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 115).

Tabela 116 Słownik danych otworów wiertniczych i sondowań

SYMBOL	OPIS
OW	otwory wiertnicze (ogólnie)
DP	sondowania dynamiczne DP (SD) [ogółem]
DPL	sondowania dynamiczne, sonda lekka - DPL (SL) - 10 kg
DPM	sondowania dynamiczne, sonda średnia - DPM (SS) - 30 kg
DPH	sondowania dynamiczne, sonda ciężka - DPH (SC) - 50 kg
DPSH	sondowania dynamiczne, sonda bardzo ciężka - DPSH (SH) - 63,5 kg
CPT	sondowania statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym bez pomiaru ciśnienia wody w porach CPT
CPTM	sondowania statyczne stożkiem mechanicznym
CPTU	sondowania statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach
SCPTU	sondowania statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z końcówką sejsmiczną
RCPTU	sondowania statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z pomiarem oporności
VISCPPTU	sondowania statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z końcówką wideo
PMT	badania presjometryczne PMT [ogółem]
PBP	badania presjometryczne wymagające wstępnego wiercenia
SPB	badania presjometryczne presjometr samowierzący
FDP	badania presjometryczne presjometr zagłębiany z pełnym przemieszczeniem
MPM	badania presjometryczne presjometr Menarda
FDT	badania cylindrycznym dylatometrem sprężystym
RDT	badania cylindrycznym dylatometrem sprężystym do skał
SDT	badania cylindrycznym dylatometrem sprężystym do gruntów
DMT	badania dylatometrem płaskim
SDMT	badania dylatometrem płaskim z końcówką sejsmiczną
SPT	badania sondą cylindryczną
BDP	sondowania dynamiczne w otworze
WST	badania sondą wkręcaną
FVT	badania połową sondą krzyżakową [ogółem]
FVTa	badanie połową sondą krzyżakową bez rur osłonowych kluczem dynamometrycznym
FVTb	badanie połową sondą krzyżakową w rurach osłonowych kluczem dynamometrycznym
FVTc	badanie połową sondą krzyżakową w rurach osłonowych z automatycznym mechanizmem ścinania
PLT	próbne obciążenia płytą sztywną
VSS	badania płytą statyczną
VD	badania płytą dynamiczną
CBR	badania wskaźnika nośności CBR
PAN	badania penetrometrem dynamicznym PANDA
DCP	badania dynamicznym penetrometrem stożkowym
BAT	badania piezometrem
BJT	próba ciśnieniowa w otworze

Tabela 117 Słownik rodzajów wierceń (pole TYP_P - typ wiercenia w tabeli (Tabela 119))

SYMBOL	OPIS
Wiercenia w gruntach	
gWo1	Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho pojedynczą rdzeniówką
gWo2	Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho świdrem przelotowym
gWo3	Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką pojedynczą rdzeniówką
gWo4	Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką podwójną rdzeniówką
gWo5	Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką potrójną rdzeniówką
gWo6	Obrotowe wiercenie rdzeniowane podwójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem
gWo7	Obrotowe wiercenie rdzeniowane potrójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem
gWo8	Obrotowe wiercenie świdrem
gWo9	Obrotowe wiercenie z lewym obiegiem płuczki
gWo10	Obrotowe wiercenie świdrem lekkim
gWur	Wiercenie rdzeniowane udarowe (np.: RKS)
gWu	Wiercenie udarowe
gWum	Wiercenie udarowe małośrednicowe
gWou1	Wiercenie obrotowo-udarowe pojedynczą rdzeniówką
gWou2	Wiercenie obrotowo-udarowe podwójną rdzeniówką
gWw1	Wiercenie wibracyjne
gWw2	Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym
gWh	Wiercenie hydrauliczne
gWch	Wiercenie chwytakowe
gWR	Wiercenie ręczne
gW	Wyrobisko w gruncie np.: szybk, wykop badawczy
gPz	Piezometr w gruntach
Wiercenia w skałach	
sWo1	Wiercenie obrotowe na sucho pojedynczą rdzeniówką
sWo2	Wiercenie obrotowe z płuczką pojedynczą rdzeniówką
sWo3	Wiercenie obrotowe z płuczką podwójną rdzeniówką
sWo4	Wiercenie obrotowe z płuczką potrójną rdzeniówką
sWl	Wiercenie linowym przewodem wiertniczym
sWot	Wiercenie otwarte
sW	Wyrobisko w skale np.: szybk, wykop badawczy
sPz	Piezometr w skałach

Tabela 118 Słownik rodzajów dokumentacji

SYMBOL	OPIS
PRG	Projekt robót geologicznych
dPRG	Dodatek do projektu robót geologicznych
DH	Dokumentacja hydrogeologiczna
dDH	Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej
SGI	Studium geologiczno-inżynierskie
DGI	Dokumentacja geologiczno-inżynierska
dDGI	Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej
OG	Opinia geotechniczna
DBP	Dokumentacja badań podłoża
PG	Projekt geotechniczny
SPG	Sprawozdanie z pomiarów i opracowań geodezyjnych
PBGf	Program badań geofizycznych
DBG	Dokumentacja badań geofizycznych
SPTd	Sprawozdanie z pomiarów i opracowań teledetekcyjnych
SWL	Sprawozdanie z wizji lokalnej
DGKI	Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego
DKH	Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego
RW	Raport z wierceń
RS	Raport z sondowań
RBL	Raport z badań laboratoryjnych

Tabela 119 Przykład tabeli referencyjnej (format xls) lokalizacji wierceń i sondowań

SYMBOL_O	TYP_P	STATUS	NUMER	NAZWA_P	x1992N	y1992E	H_KRON86
S19_1	CPTU	N	1	S19_1_CPTU1	333163,56	732342,98	254,6
S19_1	CPTU	N	2	S19_1_CPTU2	333205,96	732355,23	254,9
S19_1	OW_Wo2	A	1	S19_1_OW1_Wo2	333136,25	732315,92	254,8
S19_1	OW_Wo3	A	1	S19_1_OW1_Wo3	333163,05	732343,15	254,6
.....

Tabela 120 Struktura tabeli referencyjnej lokalizacji wierceń i sondowań

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol drogi z numerem odcinka	ogólne	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka]
TYP_P	typ punktu - wiercenia/sondowania	ogólne	wartości ze słowników
STATUS	status punktu badawczego	ogólne	określenie statusu punktu (A - archiwalny, N - nowy)
NUMER	numer punktu - wiercenia/sondowania	liczbowe	liczba całkowita
NAZWA_P	pełna nazwa punktu badawczego	ogólne	symbol połączony
x1992N	współrzędna geodezyjna x	liczbowe	miejsca dziesiętne – 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
y1992E	współrzędna geodezyjna y	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
H_KRON86	rzędna terenu	liczbowe	miejsca dziesiętne - 1 (obowiązujący układ wysokościowy)

Pola x, y i H muszą być polami liczbowymi (miejsca dziesiętne oddzielone przecinkiem). Nazwy kolumn określających współrzędne x i y oraz rzędne terenu mogą ulegać zmianom wraz z wprowadzaniem nowych, państwowych układów współrzędnych geodezyjnych oraz układów wysokościowych.

Załącznik 19.4 Wymagania do przygotowania przekrojów

Wszystkie pliki zawierające dane dotyczące przekrojów geologicznych należy przygotować zgodnie z tabelami słownikowymi (Tabela 121) oraz tabelami referencyjnymi (Tabela 122) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 123). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 115).

Tabela 121 Słownik rodzajów przekrojów

SYMBOL	OPIS
PG	Przekrój geologiczny
PH	Przekrój hydrogeologiczny
PGF	Przekrój geofizyczny
PGFG	Przekrój geofizyczno-geologiczny
PGI	Przekrój geologiczno-inżynierski
PGT	Przekrój geotechniczny
...	...

Tabela 122 Przykład tabeli referencyjnej (format xls) lokalizacji punktów na linii przekroju geologicznego

SYMBOL_O	TYP_L	STATUS	NUMER	NAZWA_L	WEZEL	x1992N	y1992E	H_KRON86
S19_1	PG	N	1	S19_1_PG_001.pdf	1	333065,03	732346,99	261,0
S19_1	PG	N	1	S19_1_PG_001.pdf	2	333089,80	732343,62	260,4
S19_1	PG	N	1	S19_1_PG_001.pdf	3	333114,67	732340,71	259,6
S19_1	PG_PZM	A	2	S19_1_PG_PZM_0-600_002.pdf	1	333079,80	732333,62	259,4
S19_1	PG_PZM	A	2	S19_1_PG_PZM_0-600_002.pdf	2	333104,67	732330,71	258,6
...

Tabela 123 Struktura tabeli referencyjnej lokalizacji punktów na linii przekroju geologicznego

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol drogi z numerem odcinka	ogólne	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka]
TYP_L	typ linii przekroju	ogólne	wartości ze słowników
STATUS	status punktu badawczego	ogólne	określenie statusu punktu (A - archiwalny, N - nowy)
NUMER	numer przekroju	liczbowe	liczba całkowita
NAZWA_L	pełna nazwa przekroju	ogólne	symbol połączony
WEZEL	numer węzła na linii przekroju (geometryczny punkt początkowy, punkty przegięcia, punkt końcowy przekroju)	liczbowe	liczba całkowita
x1992N	współrzędna geodezyjna X węzłów na przekroju	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
y1992E	współrzędna geodezyjna Y węzłów na przekroju	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
H_KRON86	rzędna terenu	liczbowe	miejsca dziesiętne - 1 (obowiązujący układ wysokościowy)

Załącznik 19.5 Wymagania do przygotowania badań laboratoryjnych

Wszystkie pliki zawierające badania laboratoryjne należy przygotować zgodnie z tabelami słownikowymi (Tabela 124). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 115).

W przypadku badania w którym jednocześnie stosujemy więcej niż jedno oznaczenie stosujemy symbol złożony łącząc poszczególne symbole np. S19-1_OW1_PSA_w.pdf.

W przypadku pomiaru jednego badania dla próbek z różnych głębokości z tego samego otworu wszystkie wyniki umieszczamy w jednym wielostronicowym pliku.

Tabela 124 Słownik badań laboratoryjnych

SYMBOL	OPIS
Badania laboratoryjne próbek gruntów	
PSA	Oznaczenie uziarnienia
WC	Oznaczenie wilgotności
BDD	Oznaczenie gęstości objętościowej
SD	Oznaczenie gęstości właściwej szkieletu gruntowego
AL	Oznaczenie granic Atterberga (konsystencji)
ID	Oznaczenie stopnia zagęszczenia
P	Porowatość
DC	Oznaczenie zagęszczenia
D	Oznaczenie dyspersyjności

SYMBOL	OPIS
FH	Oznaczenie wysadzinowości
SIT	Wskaźnikowe badanie wytrzymałości
COM	Oznaczenie zawartości części organicznych
CCaCO	Oznaczenie zawartości węglanów
S	Oznaczanie pęcznienia
PTF	Oznaczanie przepuszczalności przy zmiennym spadku hydraulicznym
PTC	Oznaczanie przepuszczalności przy stałym spadku hydraulicznym
TXCH	Oznaczanie przepuszczalności w komorze trójosiowej
OEDIL	Badania edometryczne IL
OEDCL	Badania konsolidometryczne CL
DSS	Badania prostego ścinania
TX	Badanie trójosiowego ściskania
TXBE	Komora trójosiowego ściskania z piezo-przetwornikami bender
TXN	Komora trójosiowego ściskania z przetwornikami napróbkowymi
RC	Kolumna rezonansowa wraz piezoprzetwornikami bender
SB	Badania w skrzynkowym aparacie bezpośredniego ścinania
RS	Badania w pierścieniowym aparacie bezpośredniego ścinania
.....
Badania laboratoryjne próbek skał	
WC	Oznaczanie wilgotności
D	Oznaczanie gęstości
P	Oznaczanie porowatości
PT	Oznaczanie przepuszczalności
WD	Oznaczanie rozmywalności
FH	Oznaczanie mrozoodporności
SK	Oznaczanie rozmakalności
SU	Oznaczanie nasiąkliwości
SI	Oznaczanie wskaźnika ciśnienia pęcznienia (przy stałej objętości)
SDC	Oznaczanie wskaźnika odkształcenia pęcznienia (dla próbek osiowo obciążanych bez możliwości odkształceń bocznych)
SDUC	Oznaczanie odkształcenia pęcznienia (w próbce skały bez ograniczenia swobody odkształceń bocznych)
US	Ściskanie jednoosiowe i badanie odkształcalności
IS50	Badanie pod obciążeniem punktowym
DS	Badanie bezpośredniego ścinania
DE	Metoda bezpośrednia (rozciąganie)
EBT	Test brazylijski
BT	Metoda na zginanie
TX	Badanie trójosiowego ściskania
.....

Załącznik 19.6 Dane geofizyczne - wymagania do przygotowania

Wszystkie pliki zawierające dane geofizyczne należy przygotować zgodnie z tabelami słownikowymi (Tabela 125) oraz tabelami referencyjnymi (Tabela 126) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 127). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 115).

Tabela 125 Słownik metod geofizycznych

SYMBOL	OPIS
VES	Sondowanie elektrooporowe
ERT	Tomografia elektrooporowa
GCM	Profilowanie konduktometryczne
SR	Sejsmika refleksyjna
SRP	Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne
SRT, SRT-P, SRT-S	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P, fali S
MASW, SASW, CSWS	Analiza fal powierzchniowych
DH, DH-P, DH-S	Pionowe profilowania sejsmiczne fali P, fali S:

SYMBOL	OPIS
UH, UH-P, UH-S	Downhole (DH, DH-P, DH-S) Uphole (UH, UH-P, UH-S)
SBT, SBT-P, SBT-S	Tomograficzne sejsmiczne prześwietlenia międzyotworowe
CH, CH-P, CH-S	Crosshole (CH, CH-P, CH-S)
GRAW	Grawimetria
GPR	Georadar

Tabela 126 Przykład tabeli referencyjnej (format xls) lokalizacji badań geofizycznych powstałej w wyniku przetworzenia pliku z danymi surowymi

SYMBOL_O	TYP_M	STATUS	SYMBOL_C	NUMER	NAZWA_P	x1992N	y1992E	H_KRON86
S19_1	ERT	N	S19_1_ERT_P1	1	S19_1_ERT_P1_1	333065,03	732346,99	261,0
S19_1	ERT	N	S19_1_ERT_P1	2	S19_1_ERT_P1_2	333089,80	732343,62	260,4
S19_1	ERT	N	S19_1_ERT_P1	3	S19_1_ERT_P1_3	333114,67	732340,71	259,6
...

Tabela 127 Struktura tabeli referencyjnej

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol odcinka drogi	ogólne	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka] przykład: (S19-1)
TYP_M	typ/rodzaj metody sondowania	ogólne	wartości ze słowników
STATUS	status punktu badawczego	ogólne	określenie statusu punktu (A - archiwalny, N - nowy)
SYMBOL_C	symbol ciągu geofizycznego	ogólne	symbol połączony
NUMER	numer punktu badawczego	liczbowe	liczba całkowita
NAZWA_P	pełna nazwa punktu badawczego	ogólne	symbol połączony
x1992N	współrzędna geodezyjna X	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
y1992N	współrzędna geodezyjna Y	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
H_KRON86	rzędna terenu	liczbowe	miejsca dziesiętne - 1 (obowiązujący układ wysokościowy)

Załącznik 19.7 Dane geodezyjne - wymagania do przygotowania

Wszystkie pliki zawierające dane geodezyjne należy przygotować zgodnie z tabelą słownikową (Tabela 128) oraz plikiem referencyjnym o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 129). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 115).

Tabela 128 Słownik metod geodezyjnych i układów współrzędnych

SYMBOL	OPIS
NIW	pomiary metodą niwelacji geometrycznej
TC	pomiary kątowe i liniowe - tachymetria
GNSS	geodezyjne pomiary satelitarne GNSS
TLS	pomiary naziemnym skanerem laserowym
BSL	pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne z niskiego pułapu pozyskane bezzałogowym statkiem lotniczym
LOT	pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne z poziomu lotniczego
SAT	pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne z poziomu satelitarne
RTK	pomiary kinematyczne GNSS w czasie rzeczywistym dla których wykorzystywane są dane z pojedynczej stacji referencyjnej
RTN	pomiary kinematyczne GNSS czasu rzeczywistego dla których wykorzystywane są jednocześnie dane z wielu stacji referencyjnych
Niwelacja techniczna	Pomiary wysokości punktów terenowych i geodezyjnych wykonywane z dokładnością mniejszą niż 2mm/km

SYMBOL	OPIS
Niwelacja precyzyjna	Pomiary wysokościowe punktów geodezyjnych wykonywane z dokładnością nie gorszą niż 2mm/km
Borowa Góra	Układ współrzędnych płaskich wprowadzony przez Wojskowy Instytut Geograficzny w 1936 r i obowiązujący do 1952 r.
1942	Państwowy układ współrzędnych wprowadzony w roku 1953 i oficjalnie obowiązujący do połowy lat 60.
1965	Państwowy układ współrzędnych wprowadzony w roku 1968 i oficjalnie obowiązujący do końca 2009 r.
GUGiK'80	Układ współrzędnych wprowadzony w 1980 r. dla potrzeb sporządzania map topograficznych w skalach 1:25000 i mniejszych
PL-1992	Układ współrzędnych wprowadzony w 2000 r., stosowany na potrzeby wydawania standardowych opracowań kartograficznych w skalach od 1:10000 do 1:250000
PL-2000	Układ współrzędnych wprowadzony w 2000 r., stosowany na potrzeby wykonywania map wielkoskalowych (większych od 1:10000), a w szczególności mapy ewidencyjnej i zasadniczej
PL-UTM	Układ współrzędnych wprowadzony w 2012 r., stosowany na potrzeby wydawania standardowych opracowań kartograficznych w skalach od 1:10000 do 1:250000, wydawania map morskich oraz wydawania innych map przeznaczonych na potrzeby bezpieczeństwa i obronności państwa
PL-LAEA	Układ współrzędnych wprowadzony w 2012 r., stosowany dla potrzeb analiz przestrzennych i sprawozdawczych na poziomie ogólnoeuropejskim
PL-LCC	Układ współrzędnych wprowadzony w 2012 r., stosowany na potrzeby wydawania map w skali 1:500 000 i mniejszych
PL-KRON86-NH	Geodezyjny układ wysokości normalnych, odniesiony do średniego poziomu Morza Bałtyckiego, wyznaczonego dla mareografu w Kronsztadzie koło Sankt Petersburga (Federacja Rosyjska)
PL-EVRF2007-NH	Geodezyjny układ wysokości normalnych, odniesiony do średniego poziomu Morza Północnego, wyznaczonego dla mareografu w Amsterdamie (Holandia)

Tabela 129 Przykład zawartości pliku (format txt) ze współzrędnymi punktów będących podstawą do tworzenia numerycznego modelu terenu (NMT) na podstawie pomiarów fotogrametrycznych i teledetekcyjnych z poziomu lotniczego (LOT)

x2000N	y2000E	H_KRON86
5632190.27	7591582.08	260.76
5632192.23	7591581.89	260.79
5632194.25	7591581.76	260.92
5632196.23	7591581.59	260.86
.....

Załącznik 19.8 Dane teledetekcyjne - wymagania do przygotowania

Wszystkie pliki zawierające dane teledetekcyjne należy przygotować zgodnie tabelami referencyjnymi (Tabela 130) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 131). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 115).

Tabela 130 Przykład tabeli referencyjnej (format shp) warstwy wynikowej interferometrii radarowej

SYMBOL_O	DATA	WYKONAWCA	PASMO	SATELITA	PRZEDZIAŁ	ZMIANA_H
S19-1	2017-07-30	PIG-PIB	C (5,5 cm)	SENTINEL-1	2017/01/07-2017/05/19	-2
S19-1	2017-07-30	PIG-PIB	C (5,5 cm)	SENTINEL-1	2017/01/07-2017/05/19	-4
S19-1	2017-07-30	PIG-PIB	C (5,5 cm)	SENTINEL-1	2017/01/07-2017/05/19	-3
.....

Plik w formacie wymiany *.shp należy przygotować w aktualnie obowiązującym państwowym układzie współrzędnych.

Tabela 131 Struktura tabeli referencyjnej pliku SHP warstwy wynikowej interferometrii radarowej

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol odcinka drogi	Text (20)	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka] Przykład: S19-1
DATA	data przetworzenia zdjęć radarowych	Date	Przykład: 2016-11-22
WYKONAWCA	wykonawca	Text (50)	Przykład: PIG-PIB
PASMO	pasmo radarowe	Text (10)	Przykład: C (5,5 cm)
SATELITA	nazwa satelity radarowego	Text (50)	Przykład: ENVISAT
PRZEDZIAL	przedział czasowy pomiaru	Text (50)	Przykład: 2005/03/16 - 2005/05/25
ZMIANA_H	szybkość przemieszczania się punktu	Short Integer	jednostka przemieszczenia: milimetr

Załącznik 19.9 Mapy tematyczne - wymagania do przygotowania

Wszystkie pliki zawierające dane dotyczące map tematycznych należy przygotować zgodnie tabelami referencyjnymi (Tabela 132) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 133). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 115).

Tabela 132 Tabela referencyjna map tematycznych i innych załączników mapowych

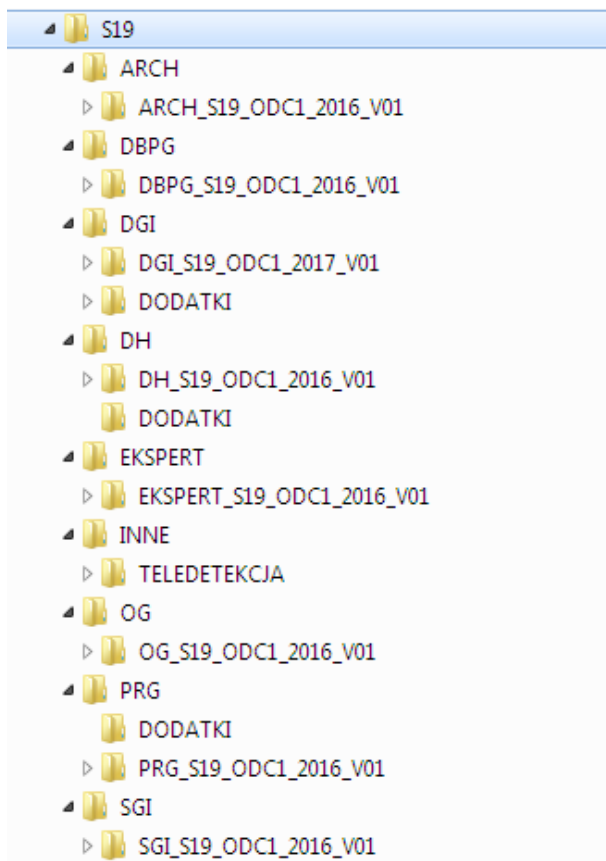
SYMBOL_O	SKALA	NAZWA_ZAL	NAZWA_M
S19-1	1:1 000	Mapa dokumentacyjna, Arkusz 1	S19-1_M_[nazwa mapy].pdf (np. S19-1_M_Mapa dokumentacyjna_01.pdf)
S19-1	-	Wyniki interferometrii satelitarnej	S19-1_M_Zal7.pdf
S19-1	1:10 000	Mapa lokalizacyjna	S19-1_M_Mapa lokalizacyjna.pdf
S19-1	1:1 000	Mapa warunków geologiczno-inżynierskich	S19-1_M_Zal5.pdf
..

Tabela 133 Struktura tabeli referencyjnej map tematycznych i innych załączników mapowych

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol odcinka drogi	Text (20)	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka] Przykład: S19-1
SKALA	skala mapy	Text (20)	Przykład: 1:1 000
NAZWA_ZAL	nazwa załącznika mapowego	Text (350)	Przykład: Mapa dokumentacyjna, Arkusz 1
NAZWA_M	pełna nazwa załącznika mapowego (nazwa pliku)	Text (100)	Przykład: S19-1_M_Mapa lokalizacyjna.pdf

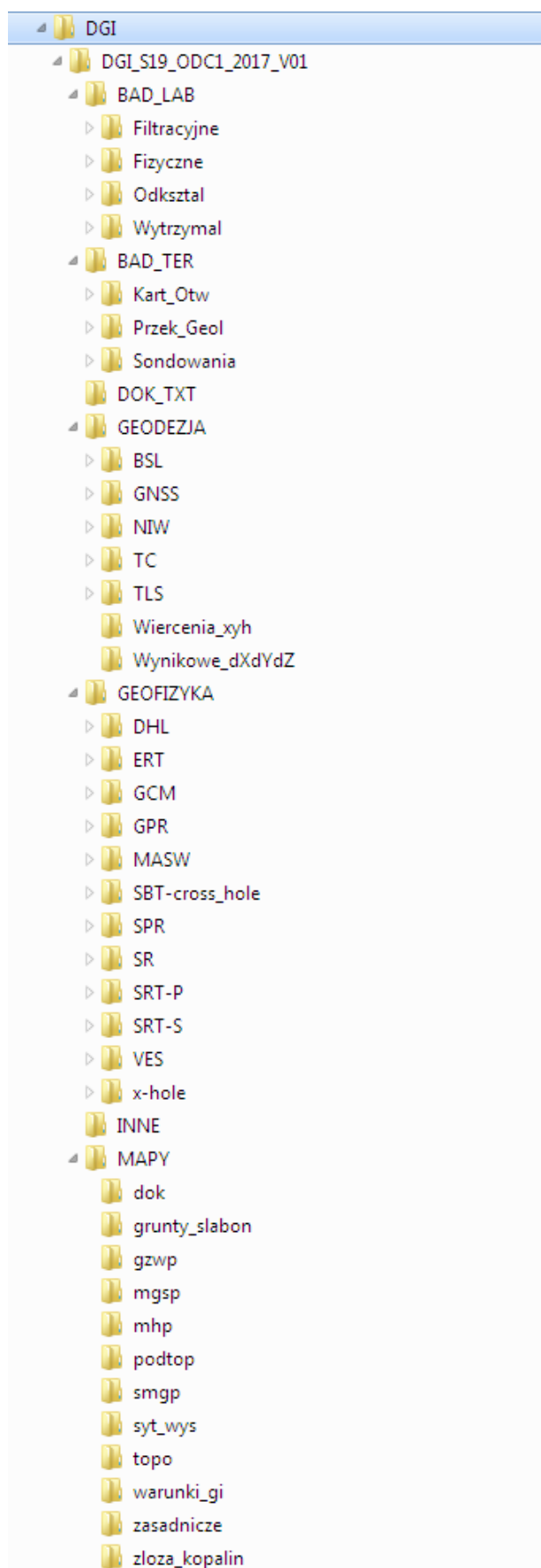
Załącznik 19.10 Organizacja plików w strukturach katalogowych

Na rysunku (Rysunek 48) przedstawiono przykładową strukturę katalogową dla inwestycji drogowej. Jest to widok z poziomu przestrzeni roboczej katalogu (patrz Rysunek 23). W każdym z nadrzędnych katalogów odpowiadających typom opracowań (tj. ARCH - opracowania archiwalne, PRG - projekt robót geologicznych, DH - dokumentacja hydrogeologiczna, SGI - studium geologiczno-inżynierskie, DGI - dokumentacja geologiczno-inżynierska, OG - opinia geotechniczna, DBP - dokumentacja badań podłoża, EKSPERT - ekspertyzy, INNE - pozostałe opracowania, DODATKI - dodatki do dokumentacji geologicznych i projektów robót geologicznych) znajdują się katalogi zawierające konkretne opracowania wykonane przez wykonawców opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego w postaci dokumentacji cyfrowej oraz zawierające tabele referencyjne. Przykładowo folder DGI_S19_ODC1_2017_V01 oznacza, że jest to dokumentacja geologiczno-inżynierska wykonana dla drogi S-19 dla odcinka 1 w roku 2017, i że jest to pierwsza wersja opracowania. Jeżeli w późniejszym okresie powstanie kolejne opracowanie tego typu lub pojawi się kolejna rewizja tej dokumentacji wówczas pojawi się w katalogu DGI kolejny podkatalog - np. DGI_S-19_2017_V02.



Rysunek 48 Przykładowa struktura katalogowa dla pojedynczej inwestycji drogowej na poziomie typów opracowań

Rysunek 49 przedstawia szczegółowy widok struktury katalogowej dla pojedynczego opracowania. W tym przypadku jest to wspomniana wyżej dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI_S19_ODC1_2017_V01). Podział katalogów w obrębie pojedynczego opracowania jest zgodny z rysunkiem (Rysunek 20). Na rysunku (Rysunek 49) zamieszczono bardziej szczegółową strukturę katalogową, która uwzględnia również zawartość poszczególnych folderów odpowiadających typom badań. Przykładowo folder BAD_LAB (badania laboratoryjne) powinien zawierać podfoldery odpowiadające poszczególnym grupom właściwości gruntów i skał (odpowiednio właściwości: filtracyjne, fizyczne, odkształceniowe i wytrzymałościowe). Analogicznie postępujemy w przypadku kolejnych folderów, tj. BAD_TER, DOK_TXT, GEODEZJA, GEOFIZYKA, INNE, MAPY.



Rysunek 49 Przykładowa struktura katalogowa dla pojedynczego opracowania: Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI)

Zalecenia przedstawione w niniejszym rozdziale są zgodne z wytycznymi do nazewnictwa plików i modeli BIM zgodnie z normą BS 1192:2007+A2:2016 (Tabela 134). Przyjęto założenie, że pliki i modele wytwarzane po stronie wykonawcy opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego mają status S01, tj. Work in Progress (WIP) - etapy rozwoju projektów branżowych. Identyfikator statusu S01 wraz z odpowiednim identyfikatorem rewizji może być dodawany dowolnie do nazw plików jako prefiks bądź sufiks. Poniżej przedstawiono przykładowe dodanie sufiksu identyfikującego status i rewizję dokumentu w procesie BIM.

Przykład: **S19-1_OW1_Wo2_KO.pdf** (OW - otwór wiertniczy, KO - karta otworu, Wo2 - wiercenie rdzeniowane podwójną rdzeniówką na płuczkę /pozycja ze słownika/)

Na etapie odbioru przez zamawiającego pliku (dokumentacji wynikowej danego zadania) o statusie S01 (WIP - Work in Progress) wykonawca opracowań dotyczących badań podłoża budowlanego powinien go nazwać:

[symbol i numer odcinka drogi]_[symbol, numer i rodzaj wiercenia]_KO_S01_P0n.01.pdf

n - rewizja - kolejna wersja tego samego dokumentu po poprawkach

Przykład: **S19-1_OW1_Wo2_KO_S01_P01.01.pdf**

Po przeprowadzeniu procedury odbioru opracowania przez zamawiającego (GDDKiA) i na etapie importu pliku do katalogu/bazy danych GIS w GDDKiA celem dalszego udostępniania dokumentacji badań podłoża na etapie współdzielenia plików/modeli między zespołami projektantów (wykonawców) oraz między zespołami projektantów a zamawiającym (SHARED) plik ten powinien nazywać się:

[symbol i numer odcinka drogi]_[symbol, numer i rodzaj wiercenia]_KO_S1_P0n.01.pdf

n - rewizja - kolejna wersja tego samego dokumentu po poprawkach

Przykład: **S19-1_OW1_Wo2_KO_S1_P01.01.pdf**

Sufiks statusu S1 - Odpowiedni do Koordynacji - Plik jest dostępny do „współdzielenia” i użycia przez inne branże jako tło dla ich informacji (zgodnie z BS 1192:2007+A2:2016).

Zakłada się, aby statusy typu S2 - S, D, A, B, etc. były nadawane w toku realizacji drogowego procesu inwestycyjnego przez GDDKiA bądź działającego w jej imieniu koordynatora BIM.

Tabela 134 Wersje, rewizje i kody zgodności wersji modeli wg BS 1192:2007+A2:2016

Status	Opis	Rewizja	Dane graficzne	Dane niegraficzne	Dokumenty
Work in Progress (WIP) - Etap rozwoju projektów branżowych					
S01	Status początkowy lub WIP Dokument główny indeksu identyfikatorów pliku przesłany do ekstranetu.	P01.01 itd. do P0n.01 itd.	+	+	+
Shared - Etap współdzielenia plików/modeli między zespołami projektantów i między zespołami projektantów, a zamawiającym					
S1	Odpowiedni do Koordynacji Plik jest dostępny do „współdzielenia” i użycia przez inne branże jako tło dla ich informacji.	P01.01 do P0n.01	+	-	-
S2	Odpowiedni do Informacji	P01do Pnn	-	+	+
S3	Odpowiedni do Weryfikacji i Komentowania	P01do Pnn	Jeśli potrzeba	+	+
S4	Odpowiedni do Zatwierdzenia Etapu	P01do Pnn	-	-	+
S5	Odpowiedni do Produkcji	P01do Pnn	+	+	+
S6	Odpowiedni do Autoryzacji PIM (Wymiany Informacji 1-3)	P01do Pnn	-	-	+
S7	Odpowiedni do Autoryzacji AIM (Wymiana Informacji 6)	P01do Pnn	-	-	+

Status	Opis	Rewizja	Dane graficzne	Dane niegraficzne	Dokumenty
Dokumenty przekazane z WIP do Strefy Dokumentacji Opublikowanej. Dokumenty nieautoryzowane, użycie na własne ryzyko.					
D1	Odpowiedni do Kosztorysowania	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	+	+	+
D2	Odpowiedni do Przetargu	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	-	+	+
D3	Odpowiedni do Projektu Wykonawczego	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	+	+	+
D4	Odpowiedni do Produkcji/Zamawiania	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	-	+	+
Opublikowana Dokumentacja (wynikająca z umowy)					
A1, A2, A3, An itd.	Zatwierdzony i zaakceptowany jako etap zakończony (C=wynikający z umowy/ukończony)	C01 do C0n	+	+	+
B1, B2, B3, Bn itd.	Częściowo ukończony: z drobnymi uwagami od Klienta. Wszystkie drobne uwagi powinny być oznaczone przez wstawienie chmury oraz komunikat „w zawieszeniu” do czasu, aż uwaga zostanie rozpatrzona, a następnie ponownie przedłożony do pełnej autoryzacji.	P01.01 itd. do P0n.0n itd.	+	+	+
Opublikowany dla akceptacji w AIM					
CR	Jako dokumentacja Dziennika Budowy, PDF, Modele itd.	C01 do C0n	+	+	+

Załącznik 20 Wzory protokołów kontroli

Załącznik 20.1 Protokół kontroli potencjału wykonawcy badań podłoża budowlanego

PROTOKÓŁ KONTROLI POTENCJAŁU WYKONAWCY BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO			
Nr/2018			
Termin kontroli			
Data	dd/mm/rrrr	Godzina	hh:mm
Inwestycja			
Nr drogi		km	
Nazwa przedsięwzięcia		Lokalizacja	
Wykonawca badań podłoża budowlanego			
Nazwa firmy	Nazwa, ul. Ulica x, xx-xxx Miejscowość		
Miejsce kontroli			
Siedziba wykonawcy badań podłoża budowlanego	Nazwa, ul. Ulica x, xx-xxx Miejscowość	Siedziba zamawiającego	Nazwa, ul. Ulica x, xx-xxx Miejscowość
Przedmiot kontroli			
<input type="checkbox"/> zgodność sprzętu terenowego z deklarowanym w ramach procedury przetargowej			
<input type="checkbox"/> zgodność sprzętu laboratoryjnego z deklarowanym w ramach procedury przetargowej			
<input type="checkbox"/> kwalifikacje personelu			
<input type="checkbox"/> dokumenty kalibracyjne			
<input type="checkbox"/> zgodność z wymaganym systemem jakości			
<input type="checkbox"/> zgody na wykonanie prac (<i>m in. decyzji zatwierdzających, uzgodnień, zgód właścicieli działek itp.</i>)			
<input type="checkbox"/> sposób przechowywania prób i próbek			
<input type="checkbox"/> inne (<i>wymienić jakie</i>)			

**PROTOKÓŁ KONTROLI POTENCJAŁU WYKONAWCY
BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO**

Nr/2018

Zgodność sprzętu terenowego z deklarowanym

Lp.	Nazwa sprzętu	Zgodny	Niezgodny
1.			
2.			
3.			
4.			

Wymagane kwalifikacje personelu

Lp.	Imię i nazwisko	Numer uprawnień	Brak uprawnień
1.			
2.			
3.			
4.			

Wymagane dokumenty kalibracyjne

Lp.	Nazwa dokumentu kalibracyjnego	Data ważności	Brak/nieważny
1.			
2.			
3.			
4.			

Wymagany system jakości

Lp.	Nazwa systemu jakości	Zgodny	Niezgodny
1.			
2.			
3.			
4.			

Wymagane zgody na wykonanie prac

Lp.	Rodzaj zgody	Jest	Brak
1.			
2.			
3.			
4.			

Wymagany sposób przechowywania próbek

Lp.	Opis przechowywania próbek	Zgodny	Niezgodny
1.			

**PROTOKÓŁ KONTROLI POTENCJAŁU WYKONAWCY
BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO**

Nr/2018

2.			
3.			
4.			
Inne			
Lp.	Opis wymagania	Zgodny	Niezgodny
1.			
2.			
3.			
4.			
Załączniki			
1. Dokumentacja fotograficzna			
2. ...			
3. ...			
GDDKiA		Wykonawca badań podłoża budowlanego	
Imię i nazwisko		Imię i nazwisko	

Rysunek 50 Protokół kontroli potencjału wykonawcy badań podłoża budowlanego

Załącznik 20.2 Protokół kontroli prac terenowych

PROTOKÓŁ KONTROLI PRAC TERENOWYCH			
Nr/2018			
Termin kontroli			
Data	dd/mm/rrrr	Godzina	hh:mm
Inwestycja			
Nr drogi		km	
Nazwa przedsięwzięcia		Lokalizacja	
Wykonawca badań podłoża budowlanego			
Nazwa firmy	Nazwa, ul. Ulica x, xx-xxx Miejscowość		
Dozór geologiczny/geotechniczny	Imię i nazwisko	Nr uprawnień (jeżeli wymagane)	x-xxxxxxx
Przedmiot kontroli			
<input type="checkbox"/> Wizja terenowa przed opracowaniem PRG lub przed rozpoczęciem badań			
<input type="checkbox"/> Wyznaczanie lokalizacji miejsca badań (tyczenie punktów)			
<input type="checkbox"/> Wykonywanie wierceń i sondowań lub badań geofizycznych			
1.	<input type="checkbox"/> urządzenie wiertnicze, typ		
2.	<input type="checkbox"/> sonda rodzaj, typ		
3.	<input type="checkbox"/> inne urządzenie, typ		
<input type="checkbox"/> Pobór próbek gruntu, skał lub wody			
<input type="checkbox"/> Inne prace terenowe:			
Wyrobiska badawcze/punkty dokumentacyjne objęte kontrolą			
Lp.	Nr otworu/ sondowania /inne	Głębokość	Uwagi
1.			
2.			
3.			
4.			
Inne uwagi (np. przestrzeganie zasad BHP, stan techniczny sprzętu, sposób poboru i przechowywania próbek, ocena makroskopowa, sposób likwidacji otworu, zgodność badań z PRG/dPRG/PBG)			

PROTOKÓŁ KONTROLI PRAC TERENOWYCH

Nr .../2018

Załączniki

1. Dokumentacja fotograficzna
2. ...
3. ...

GDDKiA

Wykonawca badań podłoża budowlanego

Imię i nazwisko

Imię i nazwisko

Rysunek 51 Protokół kontroli prac terenowych

Załącznik 20.3 Protokół kontroli prac laboratoryjnych

<p style="text-align: center;">PROTOKÓŁ KONTROLI PRAC LABORATORYJNYCH</p> <p style="text-align: center;">Nr/2018</p>				
Termin kontroli				
Data	dd/mm/rrrr		Godzina	hh:mm
Inwestycja				
Nr drogi			km	
Nazwa przedsięwzięcia			Lokalizacja	
Wykonawca badań podłoża budowlanego				
Nazwa firmy/laboratorium	Nazwa, ul. Ulica x, xx-xxx Miejscowość			
Laboratorium akredytowane (jeżeli wymagane)			Wykonawca badania laboratoryjnych	Imię i nazwisko
<input type="checkbox"/> TAK nr akredytacji <input type="checkbox"/> NIE				
Przedmiot kontroli				
<input type="checkbox"/> warunki lokalowe i środowiskowe (<i>m.in. opis warunków w laboratorium mających wpływ na przeprowadzane badania, monitorowanie, nadzorowanie i rejestracja zapisów</i>)				
<input type="checkbox"/> wyposażenie (<i>m.in. status metrologiczny, dostępność instrukcji obsługi i konserwacji wyposażenia, zapisy dotyczące wyposażenia, postępowanie z wyposażeniem, aktualizacja oprogramowania komputerowego</i>)				
<input type="checkbox"/> kompetencje personelu i nadzór nad zapisami (<i>m.in. doświadczenie i umiejętności personelu, wykaz stosowanych formularzy, zapisów, postępowanie w razie pomyłki w zapisach</i>)				
<input type="checkbox"/> sposób przechowywania i postępowanie z próbkami (<i>m.in. utrzymywanie, monitorowanie i zapisywanie postępowania z obiektami do badań, system identyfikacji próbek</i>)				
<input type="checkbox"/> metodyka badań (<i>m.in. zgodność z normą, procedurą, instrukcją, itp.</i>)				
<input type="checkbox"/> przedstawianie wyników badań				
<input type="checkbox"/> inne				
Próbki objęte kontrolą				
Lp.	Nr próbki	Rodzaj badania	Osoba wykonująca badanie	Norma, procedura, instrukcja, ...

<p style="text-align: center;">PROTOKÓŁ KONTROLI PRAC LABORATORYJNYCH</p> <p style="text-align: center;">Nr .../2018</p>				
1.				
2.				
3.				
<p>Inne uwagi (np. przestrzeganie zasad BHP, stan techniczny i metrologiczny sprzętu, instrukcja i serwisowanie sprzętu, sposób przechowywania próbek, ocena makroskopowa, itp.)</p>				
<p>Załączniki</p>				
<p>1. Dokumentacja fotograficzna 2. ... 3. ...</p>				
<p style="text-align: center;">GDDKiA</p>			<p style="text-align: center;">Wykonawca badań podłoża</p>	
<p style="text-align: center;">Imię i nazwisko</p>			<p style="text-align: center;">Imię i nazwisko</p>	

Rysunek 52 Protokół kontroli prac laboratoryjnych

Załącznik 21 Spis wykorzystanych materiałów

Uwaga: aktualność podanych aktów prawnych należy każdorazowo sprawdzić.

Zaleca się korzystać ze strony Internetowy System Aktów Prawnych <http://isap.sejm.gov.pl>

Uwaga: aktualność podanych norm należy każdorazowo sprawdzić.

Zaleca się korzystać ze strony Polskiego Komitetu Normalizacyjnego <http://www.pkn.pl>

Załącznik 21. 1 Przepisy prawne

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/24/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie zamówień publicznych, uchylająca dyrektywę 2004/18/WE. Tekst mający znaczenie dla EOG

Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 2 listopada 2015 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej (Dz. U. 2015 poz. 2028)

Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 21 października 2015 r. w sprawie powiatowej bazy GESUT i krajowej bazy GESUT (Dz. U. 2015 poz. 1938)

Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 5 września 2013 r. w sprawie organizacji i trybu prowadzenia państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. 2013 poz. 1183)

Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 8 lipca 2014 r. w sprawie formularzy dotyczących zgłaszania prac geodezyjnych i prac kartograficznych, zawiadomienia o wykonaniu tych prac oraz przekazywania ich wyników do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. 2014 poz. 924)

Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 9 lipca 2014 r. w sprawie udostępniania materiałów państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, wydawania licencji oraz wzoru Dokumentu Obliczenia Opłaty (Dz.U. 2014 poz. 917 oraz Dz.U. 2017 poz. 1989)

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21 lutego 1995 r. w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie. (Dz. U. 1995 nr 25 poz. 133)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jedn.: Dz. U. 2015 poz. 1422 oraz Dz.U. 2017 poz. 2285)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (tekst jedn.: Dz. U. 2013 poz. 1129)

Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków (tekst jedn.: Dz. U. 2016 poz. 1034 oraz Dz.U. 2017 poz. 1990)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. 2011 nr 263 poz. 1572)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w

sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu (Dz. U. 2011 nr 263 poz. 1571 oraz Dz.U. 2012 poz. 1011)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz. U. 2011 nr 279 poz. 1642 oraz Dz.U. 2013 poz. 1031)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 30 października 2006 r. w sprawie niezbędnych elementów struktury dokumentów elektronicznych (Dz. U. 2006 nr 206 poz. 1517)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 8 grudnia 2017 r. w sprawie planów ruchu zakładów górniczych (Dz.U. 2017 poz. 2293)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. 2016 poz. 1395)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 r. poz. 2033)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz. U. 2007 nr 121 poz. 840)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. 2011 Nr 288 poz. 1696 oraz Dz.U. 2015 poz. 964)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie korzystania z informacji geologicznej za wynagrodzeniem (Dz. U. 2011 nr 292 poz. 1724)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 marca 2016 r. w sprawie kwalifikacji w zakresie geologii (Dz. U. 2016 poz. 425)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2017 poz. 2075)

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jedn.: Dz.U. 2016 poz. 124)

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. 2000 Nr 63 poz. 735 oraz Dz.U. 2010 nr 65 poz. 408 oraz Dz.U. 2012 poz. 608 oraz Dz.U. 2013 poz. 528 oraz Dz.U. 2014 poz. 858 oraz Dz.U. 2015 poz. 331)

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 3 czerwca 2013 r. w sprawie świadectw kwalifikacji (tekst jedn.: Dz. U. 2017 poz. 288)

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1935)

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 r. poz. 463)

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2012 poz. 1247)

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 października 2011 r. w sprawie rodzajów

kartograficznych opracowań tematycznych i specjalnych (Dz. U. 2011 nr 222 poz. 1328)

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (tekst jedn.: Dz.U. 2016 poz. 71)

Ustawa z dnia 10 kwietnia 2003 r. o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1474 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji (tekst jedn.: Dz. U. 2015 poz. 1483)

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1614)

Ustawa z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne (tekst jedn.: Dz. U. 2017 poz. 570 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (tekst jedn.: Dz.U. 2017 poz. 2101 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 19 lipca 1990 r. o zmianie ustawy o ochronie dóbr kultury i o muzeach (Dz. U. 1990 nr 56 poz. 322)

Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (tekst jedn.: Dz.U. 2017 poz. 2222 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 25 lutego 2016 r. o ponownym wykorzystywaniu informacji sektora publicznego (Dz. U. 2016 poz. 352)

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 799 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1945)

Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1183 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1330 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. 2018 poz. 1202 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (tekst jedn.: Dz.U. 2017 poz. 2126 z późn. zm.)

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2007/2/WE z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE)

Załącznik 21. 2 Normy

Załącznik 21. 2. 1 Normy ogólne dotyczące projektowania, wykonywania i dokumentowania badań podłoża budowlanego

PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne. (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN 1997-1:2008, PN-EN 1997-2:2009)

PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar

PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN 1997-2:2009)

PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-EN 1990:2004 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji

PN-EN 1990:2004/A1:2008 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji

PN-EN 1990:2004/AC:2010 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji

PN-EN 1990:2004/Ap1:2004 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji
PN-EN 1990:2004/Ap2:2010 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji
PN-EN 1990:2004/NA:2010 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji
PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne
PN-EN 1997-1:2008/A1:2014-05 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne
PN-EN 1997-1:2008/AC:2009 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne
PN-EN 1997-1:2008/Ap1:2010 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne
PN-EN 1997-1:2008/Ap2:2010 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne
PN-EN 1997-1:2008/NA:2011 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne
PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
PN-EN 1997-2:2009/AC:2010 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
PN-EN 1997-2:2009/Ap1:2010 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
PN-EN 1998-1:2005 Eurokod 8: Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym. Część 1: Reguły ogólne, oddziaływania sejsmiczne i reguły dla budynków (WERSJA ANGIELSKA)
PN-EN 1998-1:2005/A1:2014-01 Eurokod 8: Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym. Część 1: Reguły ogólne, oddziaływania sejsmiczne i reguły dla budynków (WERSJA ANGIELSKA)
PN-EN 1998-1:2005/AC:2009 Eurokod 8: Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym. Część 1: Reguły ogólne, oddziaływania sejsmiczne i reguły dla budynków (WERSJA ANGIELSKA)
PN-EN 206+A1:2016-12 Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania

Załącznik 21. 2. 2 Normy klasyfikacyjne

PN-B-02480:1986 Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-B-02481:1998)
PN-EN ISO 14688-1:2018-05 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 1: Oznaczanie i opis (WERSJA ANGIELSKA)
PN-EN ISO 14688-2:2018-05 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania (WERSJA ANGIELSKA)
PN-EN ISO 14689:2018-05 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie skał (WERSJA ANGIELSKA)

Załącznik 21. 2. 3 Normy dotyczące badań polowych

ASTM D4428/D4428M-14 Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing
ASTM D7400/D7400M-19 Standard Test Methods for Downhole Seismic Testing
BN-8950-01:1978 Badanie wytrzymałości skał - Polowe wyznaczanie wytrzymałości skał na ścinanie - Metoda bezpośredniego ścinania
BN-8950-07:1975 Budownictwo hydrotechniczne - Badania geologiczne i hydrogeologiczne -

Określenie wodochłonności skał litych - Warunki techniczne i metody badań

EN ISO/TS 22475-2:2006 Geotechnical investigation and testing -- Sampling methods and groundwater measurements -- Part 2: Qualification criteria for enterprises and personnel

EN ISO/TS 22475-3:2007 Geotechnical investigation and testing -- Sampling methods and groundwater measurements -- Part 3: Conformity assessment of enterprises and personnel by third party

ISO 22476-13 Ground investigation and testing -- Field testing -- Part 13: Plate loading test (W PRZYGOTOWANIU)

ISO/CD 22476-14 Ground investigation and testing -- Field testing -- Part 14: Borehole dynamic probing (W PRZYGOTOWANIU)

ISO/CD 22476-9 Ground investigation and testing -- Field testing -- Part 9: Field vane test (W PRZYGOTOWANIU)

PN-EN ISO 17628:2015-09 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania geotermalne -- Określenie przewodności cieplnej skał i gruntów przy zastosowaniu wymiennika ciepła w otworze wiertniczym (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22475-1:2006 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych - Część 1: Techniczne zasady wykonania (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-1:2013-03 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 1: Badanie sondą statyczną ze stożkiem elektrycznym lub stożkiem piezo-elektrycznym (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-10:2018-01 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 10: Badanie sondą wkręcaną (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-11:2017-07 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 11: Badanie dylatometrem (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-12:2009 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 12: Badanie sondą stożkową (CPTM) o końcówce mechanicznej (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-15:2016-10 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 15: Pomiary w otworach wiertniczych (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-2:2005 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe - Część 2: Sondowanie dynamiczne (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-3:2005 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 3: Sonda cylindryczna SPT (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-4:2013-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 4: Badanie presjometrem Menarda

PN-EN ISO 22476-5:2013-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 5: Badanie dylatometrem (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-6 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 6: Badanie samowkręcającym się presjometrem (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-7:2013-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 7: Próba ciśnieniowa w otworze (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22476-8 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 8: Badanie presjometrem (WERSJA ANGIELSKA)

Załącznik 21. 2. 4 Normy dotyczące badań hydrogeologicznych

PN-EN ISO 22282-1:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 1: Zasady ogólne (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22282-2:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 2: Badania współczynnika filtracji w otworze wiertniczym w systemie otwartym (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22282-3:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 3: Badania ciśnienia wody w skałach (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22282-4:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 4: Pompowanie próbne (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22282-5:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 5: Badania infiltracyjne (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 22282-6:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 6: Badania współczynnika filtracji w otworze wiertniczym w systemie zamkniętym (WERSJA ANGIELSKA)

Załącznik 21. 2. 5 Normy dotyczące badań laboratoryjnych

ASTM D2664-04 Standard Test Method for Triaxial Compressive Strength of Undrained Rock Core Specimens without Pore Pressure Measurements (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ ASTM D7012-14e1)

ASTM D5731-16 Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications

BN-8931-01:1964 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego

BS 1377-5 Methods of test for soils for civil engineering purposes. Compressibility, permeability and durability tests

BS 1377-9:1990 Methods of test for soils for civil engineering purposes - Part 9: vertical settlement and strength tests

DIN 18124 :2011-04 Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korndichte - Kapillarpyknometer, Weithalspyknometer, Gaspyknometer

ISO 13320:2009 Particle size analysis -- Laser diffraction methods

PKN-CEN ISO/TS 17892-10:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 10: Badanie w aparacie bezpośredniego ścinania

PKN-CEN ISO/TS 17892-11:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 11: Badanie filtracji przy stałym i zmiennym gradiencie hydraulicznym

PKN-CEN ISO/TS 17892-12:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 12: Oznaczanie granic Atterberga

PN-B-04101:1985 Materiały kamienne -- Oznaczanie nasiąkliwości wodą (Norma wycofana)

PN-B-04102:1985 Materiały kamienne -- Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią (Norma wycofana i zastąpiona przez PN-EN 12371:2002)

PN-B-04492:1955 Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczanie wskaźnika wodoprzepuszczalności (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-B-04493:1960 Grunty budowlane. Oznaczanie kapilarności biernej (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-EN 1097-3:2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie

gęstości nasypowej i jamistości

PN-EN 1097-6:20013-11 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości i nasiąkliwości (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 12371:2010 Metody badań kamienia naturalnego – Oznaczanie mrozoodporności (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 12372:2010 Metody badań kamienia naturalnego -- Oznaczanie wytrzymałości na zginanie pod działaniem siły skupionej

PN-EN 12372:2010/Ap1:2018-04 Metody badań kamienia naturalnego -- Oznaczanie wytrzymałości na zginanie pod działaniem siły skupionej

PN-EN 13161:2008 Metody badań kamienia naturalnego -- Oznaczanie wytrzymałości na zginanie przy stałym momencie (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 13286-2:2010 Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie - Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody - Zagęszczanie metodą Proctora (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 13286-2:2010/AC:2014-07 Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie - Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody - Zagęszczanie metodą Proctora (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 13286-47:2017 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym -- Część 47: Metoda badania wskaźnika CBR, wskaźnika nośności natychmiastowej i pęcznienia liniowego (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 1367-1:2007 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych -- Część 1: Oznaczanie mrozoodporności

PN-EN 13755:2008 Metody badań kamienia naturalnego – Oznaczanie nasiąkliwości przy ciśnieniu atmosferycznym (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 1926:2007 Metody badań kamienia naturalnego – Oznaczanie jednoosiowej wytrzymałości na ściskanie (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 932-3:1999 Badania podstawowych właściwości kruszyw -- Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego

PN-EN 933-8+A1:2015-07 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek. Badanie wskaźnika piaskowego

PN-EN ISO 10693:2014-06 Jakość gleby -- Oznaczanie zawartości węglanów -- Metoda objętościowa (wersja angielska)

PN-EN ISO 17892-1:2015-02 – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 1: Oznaczanie wilgotności naturalnej (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 17892-2:2015-02 - Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 2: Oznaczanie gęstości objętościowej (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 17892-3:2016-03 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 3: Oznaczanie gęstości właściwej. Metoda piknometru (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 17892-4:2017-01 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 4: Badanie uziarnienia gruntów (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 17892-5:2017-06 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 5: Badanie edometryczne gruntów (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 17892-6:2017-06 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 6: Badanie penetrometrem stożkowym (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 17892-7:2018-05 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 7: Ściskanie jednoosiowe (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 17892-8:2018-05 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 8: trójosiowe bez konsolidacji i bez drenażu (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 17892-9:2018-05 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 9: Ściskanie trójosiowe z konsolidacją na próbkach całkowicie nasyconych wodą (WERSJA ANGIELSKA)

PN-G-04304:1997 Skały zwięzłe - Oznaczanie wytrzymałości na ścinanie proste

PN-G-04304:1997/Az1:1999 Skały zwięzłe - Oznaczanie wytrzymałości na ścinanie proste

PN-G-04352:1997 Skały zwięzłe -- Oznaczanie ścieralności i rozmakalności skał w wodzie na próbkach o niewielkiej masie (Norma wycofana)

PN-ISO 10694:2002 Jakość gleby -- Oznaczanie zawartości węgla organicznego i całkowitej zawartości węgla po suchym spalaniu (analiza elementarna)

PN-ISO 14235:2003 Jakość gleby -- Oznaczanie zawartości węgla organicznego przez utlenianie dwuchromianem(VI) w środowisku kwasu siarkowego(VI)

Załącznik 21. 2. 6 Normy dotyczące formatów danych

BS ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries

Załącznik 21. 2. 7 Normy geodezyjne

ISO/TS 19103:2005 Geographical information - Conceptual schema language

ISO/TS 19139:2007 Geographic information Metadata - XML

PN-EN ISO 19101:2005 Model tworzenia norm (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN ISO 19101-1:2015-03 WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19101-1:2015-03 Informacja geograficzna – Model odniesienia – Część 1: Podstawy (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19105:2005 Informacja geograficzna - Zgodność i testowanie zgodności (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19106:2006 Informacja geograficzna - Profile norm bazowych (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19107:2010 Informacja geograficzna - Schemat przestrzenny

PN-EN ISO 19108:2010 Informacja geograficzna - Schemat czasowy

PN-EN ISO 19109:2016-04 Informacja geograficzna - Reguły schematów aplikacyjnych 19109:2016-04

PN-EN ISO 19110:2017-03 Informacja geograficzna - Metodyka katalogowania obiektów (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19111:2010 Informacja geograficzna - Odniesienia przestrzenne za pomocą współrzędnych.

PN-EN ISO 19112:2005 Informacja geograficzna - Odniesienia przestrzenne za pomocą identyfikatorów geograficznych (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19113:2009 Informacja geograficzna - Podstawy opisu jakości (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN ISO 19157:2014-04 WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19114:2005 Informacja geograficzna - Procedury oceny jakości (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN ISO 19157:2014-04)

PN-EN ISO 19115-1:2014-08 Informacja geograficzna – Metadane (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19116:2006 Informacja geograficzna - Usługi wyznaczania położenia (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19117:2014-07 Informacja geograficzna – Prezentacja (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19118:2011 Informacja geograficzna – Kodowanie (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19119:2016-06 Informacja geograficzna – Usługi (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19123:2010 Informacja geograficzna - Schemat dla geometrii i funkcji pokryć

PN-EN ISO 19125-1:2010 Informacja geograficzna - Środki dostępu do obiektów prostych – Część 1: Wspólna architektura

PN-EN ISO 19128:2010 Informacja geograficzna - Interfejs internetowego serwera map

PN-EN ISO 19133:2007 Informacja geograficzna - Usługi oparte na lokalizacji - Śledzenie i nawigacja (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19135-1:2016-02 Informacja geograficzna - Procedury rejestracji pozycji informacji geograficznej – Część 1: Podstawy (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19136:2009 Informacja geograficzna - Język znaczników geograficznych GML (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19142:2011 Informacja geograficzna – Internetowa usługa dostępu do obiektów (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19157:2014-04 Informacja geograficzna - Jakość danych (WERSJA ANGIELSKA)

PN-N-02206:1978 Obliczenia geodezyjne – Rachunek krakowianowy – Teoria błędów – Rachunek wyrównawczy – podstawowe nazwy, określenia i oznaczenia (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-N-02207:1986 - Geodezja. Terminologia (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-N-02211:2000 - Geodezja. Geodezyjne wyznaczanie przemieszczeń. Terminologia podstawowa

PN-N-02251:1987 - Geodezja. Osnowy geodezyjne. Terminologia (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-N-99310:2000 - Geodezja. Pomiary realizacyjne. Terminologia

Załącznik 21.3 Wytyczne i instrukcje

Załącznik 21.3.1 Zarządzenia i Instrukcje Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad

INSTRUKCJA badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. Część 1., Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1998

INSTRUKCJA badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. Część 2. Załącznik, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1998

INSTRUKCJA obserwacji i badań osuwisk drogowych, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, 1999

WYTYCZNE wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 2002

ZARZĄDZENIE nr 17 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 11 maja 2009 roku w sprawie stadiów i składu dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowywania zadań

ZARZĄDZENIE nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca

2014 roku w sprawie Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych

ZARZĄDZENIE nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3 czerwca 2009 roku zmieniające zarządzenie stadiów i składu dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowywania zadań

ZARZĄDZENIE nr 58 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dn. 23 listopada 2015 w sprawie dokumentacji do realizacji inwestycji

Załącznik 21. 3. 2 Wytyczne Ministerstwa Środowiska (MŚ) i Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB)

DOBĄK P., DRĄGOWSKI A., FRANKOWSKI Z., FROLIK A., KACZYŃSKI R., KOTYRBA A., PINIŃSKA J., RYBICKI S., WOŹNIAK H. 2009 – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla celów likwidacji kopalń, Warszawa

FRANKOWSKI Z., GODLEWSKI T., IRMIŃSKI W., ŁUKASIK S., MAJER E., NAŁĘCZ T., SOKOŁOWSKA M., WOŁKOWICZ W., CHADA K., CHOROMAŃSKI D., GAŁKOWSKI P., JAŚKIEWICZ K., JURYS L., KACZYŃSKI Ł., MADEJ M., MAJER K., PIETRZYKOWSKI P., SAMEL I., WSZĘDYRÓWNY-NAST M. 2012 – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych, Ministerstwo Środowiska, Warszawa

MAJER E., SOKOŁOWSKA M., FRANKOWSKI Z. (red.), BARAŃSKI M., BESTYŃSKI Z., OSTROWSKI S., PASIECZNA A., PIETRZYKOWSKI P., PRZYŁUCKA M., BŁACHNIO O., CHADA M., CZARNIAK P., DZIEKAN-KAMIŃSKA E., JAROS M., JUDKOWIAK M., ŁUKAWSKA A., MAJER K., PACANOWSKI G., PIECHOTA A., ROGUSKI A., RYŻYŃSKI G., SAMEL I., SOKOŁOWSKI J., SZABŁOWSKA M., SZLASA M. 2018 - Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego (w świetle wymagań Eurokodu 7), Wyd. PIG-PIB Warszawa

RODZOCH A., KUŚMIERZ A., SAWICKA-SIARKIEWICZ H., BORZYSZKOWSKI J., BESTYŃSKI Z., DOBKOWSKA A., GÓRKA J., KRUK L., LEŚNIAK J., OFICJALSKA H., PACHOLEWSKI A., TKACZYK A. 2006 – Zasady sporządzania dokumentacji określających warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem dróg krajowych i autostrad. Ministerstwo Środowiska, Warszawa

Załącznik 21. 3. 3 Instrukcje Instytutu Techniki Budowlanej (ITB)

INSTRUKCJA ITB 296, Posadowienie budowli na gruntach ekspansywnych, ITB, Warszawa 1990

INSTRUKCJA ITB 303, Ustalenie przydatności gruntów na potrzeby budownictwa, ITB, Warszawa 1990

INSTRUKCJA ITB 487. Ocena przydatności terenów górniczych do zabudowy, ITB, Warszawa 2013

Załącznik 21. 3. 4 Instrukcje Polskich Kolei Państwowych, Polskich Linii Kolejowych S.A. (PKP PLK S.A)

WYTYCZNE badań podłoża gruntowego dla potrzeb budowy i modernizacji infrastruktury kolejowej, PKP PLK S.A., Warszawa 2016

Załącznik 21. 4 Literatura

AMADEI B., STEPHANSSON O. 1997 – Rock Stress and its Measurement. London, Chapman & Hall

BARTON N. 1991 – Geotechnical Design, World Tunneling, s: 410-416

BARTON N. 1993 – Application of Q System and Index Tests to Estimate Shear Strength and Deformability of Rock Masses, Workshop on Norwegian Method of Tunneling, New Delhi, India,

s: 64-84

BARTON N. 2002 – Some new Q-value correlations to assist in site characterization and tunnel design, *Int. J. Rock Mech. And Mining Sciences*, 39, s: 185-216

BARTON N., LIEN R., LUNDE J. 1974 – Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support, *Rock Mechanics*, Springer-Verlag, Vol. 6, p. 189-236

BAŻYŃSKI J., TUREK S. 1969 – Słownik Hydrogeologii i geologii inżynierskiej. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa

BIENIAWSKI Z T. 1989 – Engineering rock mass classification. John Willey & Sons, New York

BOHATKIEWICZ J. (red.). 2000 - Podręcznik dobrych praktyk wykonywania opracowań środowiskowych dla dróg krajowych. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Kraków

BOND A. J., HARRIS A. 2008 – Decoding Eurocode 7. Taylor & Francis, New York, USA

CYMERMAN Z. 2014 – Geologiczna i geomorfologiczna interpretacja danych z lotniczego skaningu laserowego (ALS) rejonu Kasprowego Wierchu (Tatry) – uwagi polemiczne, *Przegląd Geologiczny*, Vol. 62, nr 2, 80-82

DEARMAN W. 1995 – Description and classification of weathered rocks for engineering purpose: the background to the BS 5930:1981 proposals. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*. Vol. 28, s. 267-276

DRĄGOWSKI A. 1981 – Inżyniersko-geologiczna charakterystyka niszczenia skał masywowych Wyżyny Lubelskiej w wyniku pęcznienia i skurczu. *Biuletyn Geologiczny UW*. t. 29

DRĄGOWSKI A., KACZYŃSKI R., PINIŃSKA J. 1984 – Geotechniczne problemy oceny zwierzelin. VII Krajowa Konferencja Mechaniki Gruntów i Fundamentowania, T. I, Poznań

DUGAN K. J., HULLS I. H., MILLER D. R. 1993 – Recent experiences with borehole slotter for measuring *in situ* stress. *Geotechnical Instrumentation and Monitoring in Open Pit and Underground Mining*. Edited by Szewedzicki, s: 117-124

FAJKLEWICZ Z. 2007 – Grawimetria stosowana, UWND AGH Kraków, s:1-433

FOOKES P., DEARMAN W., FRANKLIN J. 1971 - Some engineering aspects of rock weathering with field examples from Dartmoor and elsewhere. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* vol. 4, s. 139-185

FRANK R. i in. 2004 - Designers' Guide to EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical Design - General Rules, Wydawnictwo ICE Publishing, Londyn

GRABOWSKA-OLSZEWSKA B. 1990 - Metody badań gruntów spoistych. Wyd. Geologiczne, Warszawa

GRABOWSKA-OLSZEWSKA B. 1998 - Geologia Stosowana. Właściwości gruntów nienasyconych, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa

HENCHER S. 2012 - Practical Engineering Geology. Spon Press an imprint of Taylor & Francis. London and New York

HOBLER H. 1977 – Badania fizykochemicznych właściwości skał. Wydawnictwo PWN

HOEK E., BROWN E. T. 1980 –Underground Excavation in Rock, Institution of Mining and Metallurgy, London 1980, 527 pp

JAKUBICZ B., ŁODZIŃSKA W. 1989 – Zasady metodyczne opracowania map i atlasów geologiczno – inżynierskich obszarów zurbanizowanych i perspektywicznej zabudowy powierzchniowej. Instrukcje i metody badań geologicznych. Zeszyt 49. Wydawnictwa Geologiczne PIG-PIB

- KIDYBIŃSKI A. 1982 – Podstawy geotechniki kopalnianej. Wyd. Śląsk, Katowice
- KLECZKOWSKI A., RÓŹKOWSKI A. 1997 – Słownik hydrogeologiczny, Wyd. TRIO, Warszawa
- KLEIN J., JARVA J. 2008 – Input for geological risk assessment, LIFE – Third Countries GeoInforM, St. Petersburg
- KOWALSKI W. C. 1988 – Geologia Inżynierska. Wydawnictwo PWN. Warszawa
- LOOK G. B. 2007 - Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables. BALKEMA – Proceedings and Monographs in Engineering, Water and Earth Sciences. Taylor & Francis Group, London, UK
- MADRYAS C., KOLONKO A., SZOT A., WYSOCKI L. 2009 – Mikrotunelowanie. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław
- MALINOWSKI J. 1960 – Geologia inżynierska, cz. II, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
- MARCAK H., ZUBEREK W. M. 1994 – Geofizyka górnicza. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice
- MARINOS, P AND HOEK, E. 2000 – GSI – A geologically friendly tool for rock mass strength estimation. Proc. GeoEng2000 Conference, Melbourne. 1422-1442
- MATULA M. 1981 - Rock and Soil Description and Classification for Engineering Geological Mapping Report by the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping, Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 24, 235–274
- MIGOŃ P. 2009 – Geomorfologia. Wyd. PWN. Warszawa
- MOIK J. G. 1980 – Digital Processing of Remotely Sensed Images. Washington, D.C. NASA, Government Printing Office
- NORBURY D. 2016 - Soil and Rock Description in Engineering Practice. Whittles Publishing, Caithness, Scotland, UK
- NORBURY D., HENCHER S., CRIPPS J., LUMSDEN A. 1995 – The description and classification of weathered rocks for engineering purposes. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. Vol. 28, s. 207-242
- ORR T. L. L, FARRELL E. R. 1999 – R.: Geotechnical Design to Eurocode 7. Springer, London
- PARRY S., BAYENS F. J., CULSHAW M. G., EGGERS M., KEATON J. F, LENTFER K., NOWOTNY J., PAUL D. 2014 – Engineering geological models – an introduction: IAEG Commission 25. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol. 73, Issue 3 s: 689-706
- PISARCZYK S., RYMSZA B. 1993 – Badania laboratoryjne i polowe gruntów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa
- PROST G. L. 2013 - Remote Sensing for Geoscientists, 3rd edition, CRC Press
- RODRIGUEZ L. G. 2010 – Model for Geologic Risk Management in the Building and Infrastructure Processes. W: Nota G. (Red.), 2010 Advances in Risk Management, IntechOpen Limited, United Kingdom
- ROGOŹ M. 2012 – Metody obliczeniowe w hydrogeologii. Wydawnictwo Śląsk. Katowice
- SRBULOV M. 2014 – Practical Guide to Geo-Engineering With Equations, Tables, Graphs and Check Lists. Geotechnical, geological and earthquake engineering vol. 29. Springer Science + Business Media Dordrecht
- TAJDUŚ A., CAŁA M., TAJDUŚ K. 2012 – Geomechanika w budownictwie podziemnym – Projektowanie i budowa tuneli. Wyk. AGH, Kraków
- THIEL K. (red.). 1989 – Właściwości fizyko-mechaniczne i modele masywów skalnych Polskich

- Karpat Fliszowych. IBW PAN, Biblioteka Naukowa Hydrotechnika nr 19, Gdańsk
- USING the Q-System 2015 - Rock mass classification and support design. NGI
- VAN DER MERWE D. H. 1964 - Prediction of Heave from the Plasticity Index and Percentage of Clay Fraction of Soils. Transactions of the South African Institution of Civil Engineers, 6, 103-107
- VAN STAVEREN M. 2006 – Uncertainty and Ground Conditions. A Risk Management Approach. Butterworth - Heinemann, Oxford
- VIJAYVERGIYA V. N., GHAZZALY O. I. 1973 - Prediction of swelling potential of natural clays. Proceedings, 3rd International Research and Engineering Conference on Expansive Clays, pp. 227-234
- WĘŻYK P. (red.) 2015 – Podręcznik dla uczestników szkoleń z wykorzystania produktów LiDAR. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa
- WIŁUN Z. 2003 – Zarys geotechniki, Wydawnictwo Komunikacja i Łączność, Warszawa
- WOJCIECHOWSKI T., PERSKI Z., WÓJCIK A. 2015: Wykorzystanie wysokościowych danych laserowych w badaniu osuwisk. Materiały konferencyjne, Ogólnopolska Konferencja OSUWISKO, 19-22.05, Wieliczka, PIG-PIB
- WOJCIECHOWSKI T., WÓJCIK A., PERSKI Z. 2014 - Geologiczna i geomorfologiczna interpretacja danych z lotniczego skaningu laserowego (ALS) rejonu Kasprowego Wierchu (Tatry) – odpowiedź, Przegląd Geologiczny, Vol. 62, nr 2, 83-85
- WÓJCIK A., WĘŻYK P., WOJCIECHOWSKI T., PERSKI Z., MACZUGA S. 2013 - Geologiczna i geomorfologiczna interpretacja danych z lotniczego skaningu laserowego (ALS) rejonu Kasprowego Wierchu (Tatry), Przegląd Geologiczny, Vol. 61, nr 4, s: 234-242
- WYSOKIŃSKI L., KOTLICKI W., GODLEWSKI T. 2011 – Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7. Poradnik. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa

Załącznik 22 Spis skrótów i symboli

Tabela 135 Spis skrótów i symboli¹⁹

Symbol/Skrót	Opis
A	Aktywność
A	Autostrada
A _b	Nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym
AE	Badania emisji akustycznej
AIL%	(Ang. Average Laplacian Index)
ALS	(Ang. AIRBORNE LASER SCANNING) lotniczy skaning laserowy
ARCH	Opracowania archiwalne
B	Budowa
b.d.	Brak danych
BAT	System pomiarowy Bengt, Arne, Torstensson
BDD	Wyznaczenie gęstości objętościowej gruntu
BDGI	Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich
BDGI-WFM	Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich Właściwości Fizycznych i Mechanicznych Gruntów I Skał
BDOO	Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych
BDOT10k	Baza Danych Obiektów Topograficznych (dane w skali 1:10000)
BDOT500	Baza Danych Obiektów Topograficznych (dane w skalach 1:500–1:5000)
BDP	Sondowania dynamiczne w otworze
BDSOG	Baza Danych Szczegółowych Osnów Geodezyjnych
BE	Piezoprzetworniki typu Bender elements
BIM	(Ang. Building Information Modelling) modelowanie informacji o budynku
BJT	Próba ciśnieniowa w otworze
BSL	Pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne z niskiego pułapu pozyskane bezzałogowym statkiem lotniczym
BT	Metoda na zginanie
BTEX	Lotne węglowodory aromatyczne
c	Spójność całkowita
C	Pasma mikrofalowe o częstotliwościach od 3,4 do 4,2 GHz
c'	Spójność efektywna
c' _R	Rezydualna spójność efektywna
CBDG	Centralna Baza Danych Geologicznych
CBDH	Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych
CBR	Badanie kalifornijskiego wskaźnika nośności
C _c	Wskaźnik ściśliwości (pierwotnej)
C _c (C)	Wskaźnik krzywizny
C _{CaCO3}	Zawartość węglanów
C _{Cl}	Zawartość chlorków
CD	Badanie trójosiowego ściskania z konsolidacją w warunkach z odplywem
CEIDG	Centralna Ewidencja i Informacja o Działalności Gospodarczej
c _h	Współczynnik konsolidacji (poziomej)
CH CH-P CH-S	Sejsmiczne prześwietlenia międzyotworowe Crosshole
ChZT	Chemiczne zapotrzebowanie tlenu
CMP	(Ang. Common Mid-Point Surveys Using the DVL-500p)
C _{om} (IOM) / C _{OM}	Zawartość części organicznych
CORINE	(Ang. Co-Ordination Of Information On Environment)
CP	(Ang. Control Point) fotopunkt kontrolny
CPT	Sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym bez pomiaru ciśnienia wody w porach
CPTM	Badanie statyczną mechaniczną sondą stożkową
CPTU	Sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach

¹⁹ Spisu skrótów i symboli dotyczy różnych nauk i ich dziedzin, co powoduje, że te same skróty i symbole mają inne znaczenie.

Symbol/Skrót	Opis
C_r	Wskaźnik ściśliwości (wtórnej)
c_r'	Rezydualna spójność efektywna
CRS	Badanie konsolidometryczne
C_s	Wskaźnik odprężenia
$C_{SO_4^{2-}}, C_{SO_3^{2-}}$	Zawartość siarczanów
c_u	Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu
Cu (U)	Wskaźnik jednorodności, wskaźnik jednorodności uziarnienia
CU	Badanie trójosiowego ściskania z konsolidacją w warunkach bez odpływu
c_v	Współczynnik konsolidacji (pionowej)
C_{ae}	Współczynnik ściśliwości wtórnej od e
$C_{\alpha e}$	Współczynnik ściśliwości wtórnej od ϵ
C_{α}	Współczynnik ściśliwości wtórnej
D	Dyspersyjność
D	Współczynnik tłumienia
D	Droga dojazdowa
DBG	Dokumentacja badań geofizycznych
DBP	Dokumentacja badań podłoża
DCP	Badanie dynamicznym penetrometrem stożkowym
DD	Układ Dipole-Dipole
dDGI	Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej
dDH	Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej
DEM	(Ang. Digital Elevation Model) cyfrowy model terenu
DGI	Dokumentacja geologiczno-inżynierska
DGKI	Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego
DGPS	(Ang. Differential Global Positioning System) technika pomiarów GPS pozwalająca na uzyskanie większej dokładności niż przy standardowym pomiarze jednym odbiornikiem
DH	Dokumentacja hydrogeologiczna
DH DH-P DH-S	Pionowe profilowania sejsmiczne fali P, fali S Downhole
DInSAR	(Ang. Differential SAR Interferometry) interferometria różnicowa
DKGI	Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego
DKH	Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego
DMT	Badanie dylatometrem płaskim
DOI	Drogowy obiekt inżynierski
DP	Dokumentacja projektowa (przetargowa)
DP	Sondowanie dynamiczne
DPH	Sondowania dynamiczne, sonda ciężka - DPH (SC) - 50 kg
DPL	Sondowania dynamiczne, sonda lekka - DPL (SL) - 10 kg
DPM	Sondowania dynamiczne, sonda średnia - DPM (SS) - 30 kg
dPRG	Dodatek do projektu robót geologicznych
DPSH DPSH-A DPSH-B	Sondowania dynamiczne, sonda bardzo ciężka - DPSH (SH) - 63,5 kg
DS	(Ang. Distributed scatterers)
DSS	Badania prostego ścinania
DSU	Dokumentacja do decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach
DTTH	Młot wbijany tzw. Down-the-hole-hammer
E	Moduł Younga (odkształcenia)
e	Wskaźnik porowatości
E	Eksploatacja
ϵ	Odkształcenie
E'	Moduł Younga w warunkach z odpływem
E (E_s)	Moduł sprężystości (Younga) (statyczny moduł sprężystości (Younga), moduł odkształcenia sprężystego (Younga))
E_0, E_{max}	Początkowy (maksymalny) moduł sprężystości Younga
E'_0, E'_{max}	Początkowy (maksymalny) moduł sprężystości Younga w warunkach z odpływem
E_{0u}, E_{maxu}	Początkowy (maksymalny) moduł Younga w warunkach bez odpływu

Symbol/Skrót	Opis
E'_{50}	Moduł Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach z odplywem
E_d	Dynamiczny moduł sprężystości (Younga)
E_{DMT}	Moduł dylatometryczny
EGiB	Ewidencja gruntów i budynków
E_l	Wskaźnik ekspansji
e_{max}	Maksymalny wskaźnik porowatości
eMGSP	Baza danych Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000
e_{min}	Minimalny wskaźnik porowatości
EN	Norma europejska
E_{oed}	Moduł edometryczny
$e_p (V_p)$	Wskaźnik pęcznienia
ϵ_{px}	Odształcenie pęcznienia
ERT	Tomografia elektrooporowa
ϵ_s	Odształcenie pęcznienia
ESA	Europejska Agencja Kosmiczna
ϵ_{sh}	Odształcenie skurczu
E_u	Moduł Younga w warunkach bez odplywu
E_{u50}	Moduł sprężystości Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odplywu
E_{ur}	Moduł Younga dla odprężenia-powtórnego obciążenia w warunkach bez odplywu
E'_{ur}	Moduł Younga dla odprężenia-powtórnego obciążenia w warunkach z odplywem
ϵ_v	Odształcenie pionowe
FCC	(Ang. False Colour Composite) bliska podczerwień
FDP	Badania presjometryczne presjometr zagłębiany z pełnym przemieszczeniem
FDT	Badania cylindrycznym dylatometrem sprężystym
FDT (RDT)	Badanie cylindrycznym dylatometrem sprężystym dla skał
FDT (SDT)	Badanie cylindrycznym dylatometrem sprężystym dla gruntów
F_H	Mrozoodporność
f_n	Zawartość frakcji: kamienistej (f_k), żwirowej (f_z), piaskowej (f_p), pyłowej (f_{π}), ilowej (f_i)
f_s	Jednostkowy opór tarcia na pobocznicy
FS (FS _{HC})	Pęcznienie swobodne
FVT	Badanie połową sondą krzyżakową
G	Moduł ścinania (odkształcenia postaciowego)
g	Pomierzona wartość siły ciężkości
G	Droga główna
G (G_s)	Moduł ścinania (odkształcenia postaciowego) (statyczny moduł ścinania)
G'	Moduł ścinania w warunkach z odplywem
G_0, G_{max}	Początkowy (maksymalny) moduł ścinania
GCM	Profilowanie konduktometryczne
GCP	(Ang. Ground Control Point) fotopunkt kontrolny
G_d	Dynamiczny moduł ścinania (odkształcenia postaciowego)
GDDKiA	Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad
GDOP	(Ang. Geometrical Dilution Of Precision) geometryczny współczynnik GNSS
GDOŚ	Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska
GDR	(Ang. Geotechnical Design Report) projekt geotechniczny
GESUT	Geodezyjna ewidencja sieci uzbrojenia terenu
G_i	Grupa nośności podłoża budowlanego
GIOŚ	Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
GIR	(Ang. Ground Investigation Report) dokumentacja badań podłoża
GIS	(Ang. Geographic Information System) system informacji przestrzennej (geograficznej)
GNSS	Geodezyjne pomiary satelitarne GNSS
GP	Droga główna ruchu przyspieszonego
GPR	Georadar
GRAW	Grawimetria
GRID	Model pseudorastrowy
GSI	Geologiczny wskaźnik jakości

Symbol/Skrót	Opis
G_u	Moduł ścinania w warunkach bez odpływu
GUGiK	Główny Urząd Geodezji i Kartografii
GZWP	Obszary ochronne Głównych Zbiorników Wód Podziemnych
h	Ciśnienie ssania (całkowite)
H	Głębokość rozpoznania tunelu
h	Wysokość n.p.m. punktu pomiarowego
H	Rzędna
H_{kb}	Kapilarność bierna
H_{kc}	Kapilarność czynna
H_{max}	Największa planowana wysokość wyrobiska
HMP	Lekka płyta dynamiczna HMP
HPF	(Ang. High-Pass Filter)
Hz	Częstotliwość geofonów
H _z l	Mięszkość warstw zalegających
I_c	Wskaźnik konsystencji
I_{CBR} (CBR)	Kalifornijski wskaźnik nośności
I_D	Wskaźnik materiałowy
I_D	Stopień zagęszczenia
I_D (R_w)	Wskaźnik rozmywalności
I_f	Stopień spękania (ang. Fracture Index)
IFR	(Ang. Instrument Flight Rules) lot wykonywany zgodnie z przepisami dla lotów według wskazań przyrządów
IHS	(Ang. Intensity-Hue-Saturation)
I_L	Stopień plastyczności
IL%	(Ang. Laplacian Index RASE - relative average spectral error)
I_{imp}	Wskaźnik osiadania zapadowego
IMU	(Ang. Inertial Measurement Unit) jednostka do nawigacji inercyjnej
IO	Inne obiekty
I_{OM}	Zawartość części organicznych
I_P	Wskaźnik plastyczności
IRS	Obraz satelitarny
I_s	Wskaźnik zagęszczenia
I_{s50}	Wskaźnik wytrzymałości punktowej
ISOK	Informatyczny System Osłony Kraju
ITND	Infrastruktura techniczna niezwiązana z drogą
I_z	Straty masy przy prażeniu
J_a	Wskaźnik przeobrażenia spękań
J_n	Wskaźnik liczby systemów spękań
J_r	Wskaźnik chropowatości spękań
J_w	Wskaźnik zawodnienia
k	Współczynnik filtracji
K (K_s)	Moduł odkształcenia objętościowego (statyczny moduł odkształcenia objętościowego)
K_0	Współczynnik parcia gruntu w spoczynku
K_a (A)	Wskaźnik anizotropii wytrzymałości
KB	Kompozycje barwne
K_d	Dynamiczny moduł odkształcenia objętościowego
K_{DMT}	Wskaźnik naprężeń poziomych
k_f	Współczynnik wodoprzepuszczalności (filtracji)
KFG	Klasyfikacja masywu fliszowego (opracowana przy wykorzystaniu dwóch parametrów geofizycznych: prędkości fal sejsmicznych V_p oraz elektrycznej oporności właściwej ρ)
k_h	Współczynnik filtracji poziomej
k_p	Współczynnik przepuszczalności
KP	Koncepcja programowa
K_w	Wskaźnik nasycenia
k_v	Współczynnik filtracji pionowej
L	Droga lokalna
L	Lewa strona pasa drogowego
L	Pasma mikrofalowe o częstotliwościach od 1 do 2 GHz

Symbol/Skrót	Opis
LAB	Wartości wyprowadzone parametru określone w laboratorium
LOS	(Ang. Line Of Sight) linia wybierania satelity
LOT	Pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne z poziomu lotniczego
L _s	Skurcz liniowy
LS	Próbniki wielkoskalowe
M	Edometryczny moduł ścisłości wtórnej (przedziały naprężeń)
M ₀	Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (przedziały naprężeń)
MASW	Analiza fal powierzchniowych (ASW ang. Analysis Of Surface Waves) Wielokanałowa analiza fal powierzchniowych (ang. Multichannel Analysis Of Surface Waves)
SASW	Analiza fal powierzchniowych (ang. Spectral Analysis Of Surface Waves)
CSWS	Analiza fal powierzchniowych (ang. Continuous Surface Wave System)
MCPT	Sondowania statyczne sondą stożkową z końcówką mechaniczną
ME	(Ang. Mean error) średni błąd
MGŚP	Mapa geośrodowiskowa Polski 1:50 000
MHP	Mapa hydrogeologiczna polski
MICP	(Ang. Microbiologically Induced Calcium Carbonate Precipitation) porozymetria rtęciowa
MIDAS	System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych
MLP	Mapa litogenetyczna 1:50 000
MOIK	Kompozycja barwna pochodząca od nazwiska autora propozycji - Moik, 1980
MOP	Miejsce obsługi podróżnych
MPM	Badania presjometryczne presjometrem Menarda
MPO	Miejsce poboru opłat
MPZP	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego
m _v	Współczynnik ścisłości objętościowej
n	Porowatość
N	(Próbka) naruszona
N/A	Nie dotyczy
N ₁₀ , N ₂₀	Liczba uderzeń na 10 lub 20 cm wępudy sondy
NAG	Narodowe Archiwum Geologiczne
NB	Nadbudowa
ND	Nie dotyczy
NMPT	Numeryczny model pokrycia terenu
NMR	Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego
NMT	Numeryczny model terenu
NN	(Próbka) nienaruszona
NNS	Próbka gruntu o nienaruszonej strukturze
n _p	Współczynnik porowatości całkowitej
n _{pw}	Współczynnik porowatości względnej
nQ	(Ang. New Quantity) wskaźnik syntetyczny
NW	Próbka gruntu o naturalnej wilgotności
NW	(niewymagane) czynności nieobligatoryjne do stosowania, wykonywane opcjonalnie lub w uzgodnieniu z inwestorem
NZ	Nieprzydatne z uwagi na np.: cel badań, koszt, czasochłonność, warunki stosowania metody (niezalecane)
O	Główna oś drogi
OB	Odbudowa
OCR	Współczynnik prekonsolidacji
od A do H	Klasyfikacja Skutty (Kidybiński, 1982) - rozmakalność
od D do ND	Kategoria dyspersji
ODGIK	Ośrodki Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
OED	Badanie edometryczne
OG	Opinia geotechniczna
OI	Obiekt inżynierski
OIF	(Ang. Optimum Indeks Factor) wskaźnik potencjału informacyjnego kompozycji barwnych
OPZ	Opis przedmiotu zamówienia
OS-T/W	Cienkościenne, rurowe próbki otwarte

Symbol/Skrót	Opis
OS-TK/W	Grubościenne, rurowe próbniki otwarte
OW	Otwory wiertnicze (ogólnie)
P	Prawa strona pasa drogowego
P	Przebudowa
P	Fala podłużna
p	Pokrycie podłużne
p ₀	Zasadnicze pokrycie podłużne
p ₀ , p _i	Ciśnienia skorygowane wychylenia membrany o 1,1 mm
PAN	Obraz panchromatyczny
PANDA	Badanie penetrometrem dynamicznym
PB	Projekt budowlany
PBG	Program badań geotechnicznych
PBGf	Program badań geofizycznych
PBL	Program badań laboratoryjnych
PBP	Program badań polowych
PBP	Badania presjometryczne wymagające wstępnego wiercenia
PBs	Projekt Budowlany obiektu
PDOP	(Ang. Position dilution of precision)
PFU	Program funkcjonalno-użytkowy
PG	Projekt geotechniczny (GDR)
pH	Ilościowa skala kwasowości i zasadowości roztworów wodnych związków chemicznych
PKN	Polski Komitet Normalizacyjny
PLT	Próbne obciążenie płytą sztywną
PMT	Badanie presjometryczne
PN	Polska Norma, norma o zasięgu krajowym, przyjęta w drodze konsensu i zatwierdzona przez krajową jednostkę normalizacyjną (PKN)
PODGiK	Powiatowe Ośrodki Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
PPP	(Ang. Precise Point Positioning) precyzyjne pozycjonowanie absolutne
PRG	Projekt robót geologicznych
PRG	Państwowy rejestr granic
PRPOG	Rejestr Podstawowych Osnów Geodezyjnych, Grawimetrycznych i Magnetycznych
PS	(Ang. Persistent Scatterers)
PSA	Analiza składu granulometrycznego
PS-T/W	Cienkościenne próbniki tłokowe
PS-TK/W	Grubościenne próbniki tłokowe
PTC	Badania przepuszczalności przy stałym spadku hydraulicznym
PTF	Badanie przepuszczalności przy zmiennym spadku hydraulicznym
PWs	Projekt Wykonawczy inwestycji drogowej
PZGiK	Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny
q	Wodochłonność jednostkowa
Q	Wskaźnik jakości
q	Zasadnicze pokrycie poprzeczne
q ₀	Zasadnicze pokrycie poprzeczne
q _c	Opór zagłębienia stożka
q _u	Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie
r	Wskaźnik rozmakalności
R	Remont
RASE	Wskaźnik syntetyczny
RB	Rozbudowa
RBK	Raport z badań kontrolnych
RBL	Raport z badań laboratoryjnych
RC	Kolumna rezonansowa
Rc	Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie
RCL	Rządowe Centrum Legislacji
RCPTU	Sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z pomiarem oporności
RDOŚ	Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska

Symbol/Skrót	Opis
RDT	(Ang. Rock dilatometer test) dylatometr do skał
R _g	Wytrzymałość na zginanie
RGB	Red, Green, Blue (format zapisu koloru)
RiR	Rejon i region, w którym jest planowana lokalizacja lub jest zlokalizowana inwestycja drogowa
RKS	Wiercenie rdzeniowe udarowe
RM	Raport z monitoringu
RMR	Wskaźnik jakości masywu
RMS	(Ang. Root Mean Square)
RMSE	(Ang. Root Mean Square Error)
RQD	Wskaźnik spękania masywu (ang. Rock Quality Designation)
R _r	Wytrzymałość na rozciąganie
RS	Ścinanie pierścieniowe (badanie w pierścieniowym aparacie bezpośredniego ścinania)
RS	Raport z sondowań
RSW	Rezultaty studium wykonalności
R _{tc}	Wytrzymałość na trójosiowe ściskanie
RTK	(Ang. Real Time Kinematic) pomiary kinematyczne GNSS w czasie rzeczywistym dla których wykorzystywane są dane z pojedynczej stacji referencyjnej
R _{tmax}	Maksymalna wytrzymałość na ścinanie
RTN	(Ang. Real Time Network) pomiary kinematyczne GNSS czasu rzeczywistego dla których wykorzystywane są jednocześnie dane z wielu stacji referencyjnych
R _{rR}	Rezydualna wytrzymałość na ścinanie
R _w	Stopień zwietrzenia
R _w	Wskaźnik rozmywalności
RW	Raport z wierceń
RZGW	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej
S	Potencjał pęcznienia
S	Ubytek masy próbki pomiędzy masą przed zamrożeniem i po ostatnim cyklu odmrożenia
S	Standardowy sposób postępowania, ustalony na mocy przepisów prawa, norm lub literatury branżowej, od których są odstępstwa w uzasadnionych przypadkach
S	Droga ekspresowa
S	Fala poprzeczna
s	Sondowanie
S	Oznaczanie pęcznienia
SAR	(Ang. Synthetic Aperture Radar)
SAT	Pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne z poziomu satelitarnego
SB	Badanie w skrzynkowym aparacie bezpośredniego ścinania
SB	Strefa buforowa - obszar, który wyznaczają granice ustalone w określonej odległości od osi wariantu/drogi w zależności od etapu badań (Tabela 91, Tabela 92, Załącznik 17. 1)
SPB	badania presjometryczne presjometrem samowiercącym
SBT SBT-P SBT-S	Tomograficzne sejsmiczne prześwietlenia międzyotworowe fali P, fali S
SCPTU	Sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z końcówką sejsmiczną
SCR	Uzysk litego rdzenia (ang. Solid Core Recovery)
SD	(Ang. Standard Deviation) odchylenie standardowe
SDMT	Badanie dylatometrem płaskim z końcówką sejsmiczną
SE (WP)	Wskaźnik piaskowy
SGI	Studium geologiczno-inżynierskie
SHP	Wektorowe warstwy tematyczne
SIP	System informacji przestrzennej
SIT	Wskaźnikowe badanie wytrzymałości
SIWZ	Specyfikacje istotnych warunków zamówienia
SK	Studium korytarzowe
SMGP	Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000
SMGT	Mapa geologiczna Tatr 1:10 000
SOPO	System Osłony Przeciwosuwiskowej

Symbol/Skrót	Opis
SPG	Sprawozdanie z pomiarów geodezyjnych
SPT	Badanie sondą cylindryczną
SPTd	Sprawozdanie z pomiarów teledetekcyjnych
S _r	Stopień wilgotności
SR	Sejsmika refleksyjna
SRF	Współczynnik stanu naprężeń
SRP	Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne
SRT SRT-P SRT-S	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P, fali S
SS	Studium sieciowe
S-SPT SPT	(Ang. Standard Penetration Test) próbniaki SPT
S _t	Wrażliwość gruntu
SST	Szczegółowa Specyfikacja Techniczna
ST	Specyfikacja Techniczna
STEŚ	Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe
STEŚ-R	Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe z elementami Koncepcji Programowej
SUIKZP	Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego
SW	Studium wykonalności
SWL	Sprawozdanie z wizji lokalnej
SZ	Strefa zagrożeń - obszar, który wyznacza granice zagrożeń mające wpływ na drogę zidentyfikowane poza korytarzem/wariantem/pasem drogowym i strefą buforową
TBD	Topograficzna baza danych
TC	Pomiary kątowe i liniowe - tachymetria
TCR	Całkowity uzysk rdzenia (ang. Total Core Recovery)
TE	Całkowite pęcznienie
TIN	(Ang. Triangular Irregular Network Grid) model trójkątowy
TLS	Pomiary naziemnym skanerem laserowym
TOC (OWO)	Ogólny węgiel organiczny
TPH	(Ang. Total Petroleum Hydrocarbons) suma węglowodorów ropopochodnych
TR	Tabela referencyjna
TX	Badanie trójosiowe
TX BE	Badanie trójosiowe z piezoelementami typu bender element
TXCH	Badanie przepuszczalności w komorze trójosiowej
u	Ciśnienie wody w porach
U	Utrzymanie
u ₀	Ciśnienie wody w porach gruntu <i>in situ</i>
UAV	(Ang. Unmanned Aerial Vehicle) bezzałogowy statek powietrzny – dron
UAVO	(Ang. Unmanned Aerial Vehicle Operator) operator bezzałogowego statku powietrznego
UH UH-P UH-S	Pionowe profilowania sejsmiczne fali P, fali S Uphole
VD	Badanie płytą dynamiczną
VES	Sondowanie elektrooporowe
VFR	Załogowy statek powietrzny wykonujący lot z widocznością
VIS	Wideo
visCPTU	Sondowanie statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym z pomiarem ciśnienia wody w porach dodatkowo z końcówką wideo
V _p	Prędkość fali podłużnej
V _r	Prędkość fali powierzchniowej
V _s	Prędkość fali poprzecznej
VSS	Badanie płytą statyczną
w	Wilgotność
W	(Wymagane) czynności obligatoryjne i niezbędne do stosowania, od których nie ma odstępstw
w	Wiercenie
w (n _w)	Nasiąkliwość
WARR	(Ang. Wide-Angle Reflection)

Symbol/Skrót	Opis
w_{ch}	Współczynnik wodochłonności
w_{ep}	Wskaźnik ciśnienia pęcznienia
WIOŚ	Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska
w_L	Wilgotność granicy płynności
w_m	Współczynnik odporności na zamarzanie
w_n	Wilgotność naturalna
w_{op}	Wskaźnik odkształcenia pęcznienia
w_{opt}	Wilgotność optymalna
w_P	Wilgotność granicy plastyczności
WRW	Współczynnik redukcji wytrzymałości
w_s	Wilgotność granicy skurczu
WS	Układ Wenner-Schlumberger
WST	Badanie sondą wkręcaną
WTD	Wyposażenie techniczne dróg
WWA	Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne
X	Zwykle oznaczane
x	Każda kombinacja składników
X	Pasma mikrofalowe o częstotliwościach od 8 do 12,5 GHz
x, y	Współrzędne płaskie
Z	Odległość otworu od osi tunelu
Z	Droga zbiorcza
Z (z)	Wysokość
Z	Zalecenie - rekomendacje do stosowania, wynikające z dobrych praktyk, norm i doświadczenia, nieobligatoryjne (zalecane)
Z/O	Zalecenie, które ma ograniczoną przydatność do stosowania (zalecane z ograniczeniami)
Zmax	Największa szerokość budowy podziemnej
γ	Ciężar objętościowy gruntu
γ'	Efektywny ciężar objętościowy gruntu
γ_d	Ciężar szkieletu gruntowego
γ_o	Ciężar objętościowy skały
γ_s	Ciężar właściwy szkieletu gruntowego/skały
γ_{sr}	Ciężar objętościowy gruntu przy pełnym nasyceniu
δg	Wartości anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera
Δx	Rozstawienia elektrod
ν	Współczynnik Poissona
ν_d	Dynamiczny współczynnik Poissona
ν_s	Statyczny współczynnik Poissona
ρ	Gęstość objętościowa gruntu
ρ	Elektryczny opór właściwy skał, oporność
ρ_d	Gęstość szkieletu gruntowego
ρ_{dmax}	Maksymalna gęstość szkieletu gruntowego
ρ_e	Opór właściwy
ρ_o	Gęstość objętościowa skały
ρ_s	Gęstość właściwa gruntu/skały
σ	Ciśnienie ssania (matrycowe)
σ	Gęstość utworów warstwy zredukowanej
σ'_R	Rezydualna spójność efektywna
σ_0	Pionowe naprężenie <i>in situ</i>
$\sigma_c (R_c)$	Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie
$\sigma_c^\wedge (R_c^\wedge)$	Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku prostopadłym do uwarstwienia
$\sigma_c \parallel (R_c \parallel)$	Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku równoległym do uwarstwienia
$\sigma_g (R_g)$	Wytrzymałość na zginanie
σ_{h0}	Poziome naprężenie <i>in situ</i>
σ'_{h0}	Poziome naprężenie efektywne <i>in situ</i>
σ_n	Naprężenie normalne
σ_p	Naprężenie prekonsolidacji
σ'_p	Naprężenie prekonsolidacji

Symbol/Skrót	Opis
σ_r	Wytrzymałość na rozciąganie
$\sigma'_s (P_c)$	Ciśnienie pęcznienia
σ_t	Napężenie rozciągające
$\sigma_c (R_t)$	Wytrzymałość na ścinanie
$\sigma_T (\sigma_r, R_r)$	Wytrzymałość na rozciąganie
$\sigma_{tc} (R_{tc})$	Wytrzymałość na trójosiowe ściskanie
$\sigma_{tmax} (R_{tmax})$	Maksymalna wytrzymałość na ścinanie
$\sigma_{tR} (R_{tR})$	Rezydualna wytrzymałość na ścinanie
σ_{v0}	Pionowe napężenie <i>in situ</i>
σ'_{v0}	Pionowe napężenie efektywne <i>in situ</i>
σ_θ	Wytrzymałość na rozciąganie (oszacowana na podstawie teorii sprężystości)
τ	Napężenie ścinające
τ_f	Wytrzymałość na ścinanie
τ_{tR}	Rezydualna wytrzymałość na ścinanie
φ	Kąt tarcia wewnętrznego
φ'	Efektywny kąt tarcia wewnętrznego
φ_r	Wskaźnik przeobrażenia spękań
φ'_{tR}	Rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego
Ψ	Kąt dylatacji
δg_t	Poprawka topograficzna
γ_o	Normalna wartość siły ciężkości

Załącznik 23 Spis tabel

TABELA 1 ZAKRES PRAC DOKUMENTACYJNYCH NA POSZCZEGÓLNYCH ETAPACH PROCESU INWESTYCYJNEGO W SYSTEMIE PROJEKTUJ I BUDUJ	17
TABELA 2 ZAKRES PRAC DOKUMENTACYJNYCH NA POSZCZEGÓLNYCH ETAPACH PROCESU INWESTYCYJNEGO W SYSTEMIE BUDUJ.....	17
TABELA 3 ZAKRES BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO NA POSZCZEGÓLNYCH ETAPACH PROCESU INWESTYCYJNEGO W SYSTEMIE PROJEKTUJ I BUDUJ	18
TABELA 4 ZAKRES BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO NA POSZCZEGÓLNYCH ETAPACH PROCESU INWESTYCYJNEGO W SYSTEMIE BUDUJ.....	18
TABELA 5 PODSTAWOWE DOKUMENTY DOTYCZĄCE BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO.....	20
TABELA 6 WYMAGANIA FORMALNO-PRAWNE DOTYCZĄCE DOKUMENTOWANIA BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO	41
TABELA 7 CELE BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO W ZALEŻNOŚCI OD ETAPU PRZYGOTOWANIA INWESTYCJI DROGOWEJ	44
TABELA 8 PRZYKŁADOWE PORÓWNANIE PARAMETRÓW DANYCH TELEDETEKCYJNYCH NA POTRZEBY WYKONANIA ORTOFOTOMAPY.	55
TABELA 9 ZESTAWIENIE PRZYDATNOŚCI ORAZ TYPOWYCH ZASTOSOWAŃ POSZCZEGÓLNYCH GEODEZYJNYCH, FOTOGRAMETRYCZNYCH I TELEDETEKCYJNYCH TECHNOLOGII POMIAROWYCH.....	56
TABELA 10 ORIENTACYJNE ZASIĘGI GŁĘBOKOŚCIOWE METOD GEOFIZYCZNYCH REKOMENDOWANE DO BADANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO	57
TABELA 11 KLASY JAKOŚCI PRÓB GRUNTÓW ORAZ KATEGORIE ICH POBORU W CELU OKREŚLENIA GRANIC WARSTW GRUNTÓW (NA PODSTAWIE PN-EN 1997-2)	60
TABELA 12 KATEGORIE METOD POBIERANIA PRÓB SKAŁ W CELU OKREŚLENIA GRANIC WARSTW SKAŁ (NA PODSTAWIE PN-EN 1997-2).....	60
TABELA 13 ZAKRES ROZPOZNANIA MASYWU SKALNEGO ZE WZGLĘDU NA ETAP ZAAWANSOWANIA BADAŃ.....	84
TABELA 14 METODY ROZPOZNANIA MASYWU SKALNEGO ZE WZGLĘDU NA ETAP ZAAWANSOWANIA BADAŃ.....	84
TABELA 15 WYMAGANIA DOTYCZĄCE MODELI PODŁOŻA BUDOWLANEGO W ZALEŻNOŚCI OD DOKUMENTU ZAWIERAJĄCEGO WYNIKI BADAŃ	88
TABELA 16 WYMAGANIA DOTYCZĄCE MODELI PODŁOŻA BUDOWLANEGO W ZALEŻNOŚCI OD ETAPU PLANOWANIA INWESTYCJI DROGOWEJ	89
TABELA 17 WYMAGANIA DOTYCZĄCE STOSOWANIA KRYTERIÓW WYDZIELANIA WARSTW GRUNTÓW I SKAŁ.....	90
TABELA 18 WYMAGANIA W ZAKRESIE OPISU ILOŚCIOWEGO WARSTW GRUNTÓW I SKAŁ	93
TABELA 19 WYMAGANIA W ZAKRESIE WARUNKÓW BUDOWLANÝCH WYSTĘPUJĄCYCH W PODŁOŻU BUDOWLANYM	95
TABELA 20 OCENA STOPNIA SKOMPLIKOWANIA WARUNKÓW GRUNTOWYCH (Dz. U. 2012 poz. 463 UZUPEŁNIONE O SKAŁY)	124
TABELA 21 KATALOG METOD BADAWCZYCH WRAZ Z WYMAGANAMI W ZAKRESIE DOBORU BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO W ZALEŻNOŚCI OD ETAPU INWESTYCJI DROGOWEJ.....	146
TABELA 22 PODZIAŁ PAŃSTWOWEGO ZASOBU GEODEZYJNEGO I KARTOGRAFICZNEGO	151
TABELA 23 ŹRÓDŁA DANYCH PRZYDATNE NA ETAPIE ZBIERANIA INFORMACJI O TERENIE I DANYCH O PODŁOŻU BUDOWLANYM	153
TABELA 24 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO PROJEKTOWANYCH DRÓG NA ETAPIE STEŚ I STEŚ-R ETAP I	165
TABELA 25 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO PROJEKTOWANYCH DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH NA ETAPIE STEŚ I STEŚ-R ETAP I.....	165
TABELA 26 MINIMALNY ZAKRES BADAŃ LABORATORYJNYCH PRÓBEK SKAŁ POBRANYCH Z WIERCEŃ POD TUNELE W SKAŁACH NA ETAPIE STEŚ, STEŚ-R ETAP I NA PODSTAWIE PN-EN 1997-2 ORAZ TAJDUŚ I IN, 2012.....	168
TABELA 27 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES BADAŃ GEOFIZYCZNYCH DLA DROGI*.....	172
TABELA 28 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES BADAŃ GEOFIZYCZNYCH DLA DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH*	176
TABELA 29 WYMAGANA MINIMALNA GŁĘBOKOŚĆ ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH W ZALEŻNOŚCI OD ZASTOSOWANEJ METODY BADAŃ GEOFIZYCZNYCH	178

TABELA 30 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO PROJEKTOWANYCH DRÓG NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II ORAZ KP	179
TABELA 31 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO PROJEKTOWANYCH PRZEPUSTÓW NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II ORAZ KP	180
TABELA 32 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO PROJEKTOWANYCH DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH – OBIEKTY MOSTOWE NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II ORAZ KP	180
TABELA 33 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO PROJEKTOWANYCH DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH – KŁADKI DLA PIESZYCH NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II ORAZ KP ...	180
TABELA 34 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO PROJEKTOWANYCH DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH –KONSTRUKCJE OPOROWE NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II ORAZ KP	181
TABELA 35 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO PROJEKTOWANYCH DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH –TUNELE W GRUNTACH NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II ORAZ KP	181
TABELA 36 WYMAGANY MINIMALNY ZAKRES ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO PROJEKTOWANYCH DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH –TUNELE W SKAŁACH NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II ORAZ KP	181
TABELA 37 GŁĘBOKOŚĆ ROZPOZNANIA MASYWU SKALNEGO W PRZYPADKU BUDOWY TUNELU	184
TABELA 38 BADANIA KLASYFIKACYJNE GRUNTU NA PODSTAWIE PN-EN 1997-2 DLA DROGI NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II I KP	187
TABELA 39 BADANIA W CELU WYZNACZENIA PARAMETRÓW DO PROJEKTOWANIA NA PODSTAWIE PN-EN 1997-2 DLA DROGI NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II I KP.....	187
TABELA 40 BADANIA KLASYFIKACYJNE GRUNTU NA PODSTAWIE PN-EN 1997-2 DLA DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH ORAZ WKOPÓW I NASYPÓW NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II I KP	188
TABELA 41 BADANIA W CELU WYZNACZENIA PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH NA PODSTAWIE PN-EN 1997-2 DLA OBIEKTÓW NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II I KP	188
TABELA 42 MINIMALNY ZAKRES BADAŃ LABORATORYJNYCH PRÓBEK SKAŁ NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II, KP, B NA PODSTAWIE PN-EN 1997-2 ORAZ TAJDUŚ I IN, 2012	189
TABELA 43 WYMAGANA MINIMALNA LICZBA PRZEKROJÓW DLA DROGI NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II ORAZ KP	190
TABELA 44 WYMAGANA MINIMALNA LICZBA PRZEKROJÓW - PRZEPUSTY NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II ORAZ KP .	190
TABELA 45 LISTA KONTROLNA – PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH (PRG) I DODATEK DO PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH (DPRG)	197
TABELA 46 LISTA KONTROLNA – PROGRAM BADAŃ GEOTECHNICZNYCH (PBG)	201
TABELA 47 PRZYKŁADOWY WZÓR KOSZTORYSU POWYKONAWCZEGO.....	203
TABELA 48 OCZEKIWANE RELACJE POMIĘDZY SKAŁĄ OPRACOWANIA A ROZMIAREM PIKSELA TERENOWEGO	215
TABELA 49 OCZEKIWANE RELACJE POMIĘDZY SKAŁĄ OPRACOWANIA A ROZDZIELCZOŚCIĄ SKANÓW	220
TABELA 50 MOŻLIWOŚĆ WYZNACZANIA CECH FIZYCZNO-MECHANICZNYCH I PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH WARSTW GRUNTÓW/SKAŁ ZA POMOCĄ BADAŃ GEOFIZYCZNYCH	242
TABELA 51 TECHNIKI POBIERANIA PRÓB W GRUNTACH (WG PN-EN ISO 22475-1, PRZETŁUMACZONE I ZMODYFIKOWANE).....	261
TABELA 52 TECHNIKI POBIERANIA PRÓB W SKAŁACH (WG PN-EN ISO 22475-1, PRZETŁUMACZONE I ZMODYFIKOWANE).....	266
TABELA 53 MOŻLIWOŚĆ WYZNACZENIA CECH FIZYCZNO-MECHANICZNYCH I PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH NA PRÓBACH GRUNTÓW W ZALEŻNOŚCI OD KLASY JAKOŚCI PRÓBY	268
TABELA 54 MOŻLIWOŚĆ WYZNACZENIA CECH FIZYCZNO-MECHANICZNYCH I PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH NA PRÓBACH SKAŁ W ZALEŻNOŚCI OD KATEGORII POBIERANIA	270
TABELA 55 RODZAJE PRÓBNIKÓW (WG PN-EN ISO 22475-1, PRZETŁUMACZONE I ZMODYFIKOWANE)	272
TABELA 56 OKREŚLENIE RODZAJU GRUNTU WG PN-EN ISO 14688-1.....	273
TABELA 57 IDENTYFIKACJA I OPIS GRUNTÓW MINERALNYCH WG PN-EN ISO 14688-1.....	273
TABELA 58 IDENTYFIKACJA I OPIS GRUNTÓW ORGANICZNYCH WG PN-EN ISO 14688-1.....	275
TABELA 59 IDENTYFIKACJA I OPIS GRUNTÓW ANTROPOGENICZNYCH WG PN-EN ISO 14688-1	276
TABELA 60 OZNACZENIA GRUNTÓW ORAZ OPIS BADANIA WŁAŚCIWOŚCI GRUNTÓW METODĄ MAKROSKOPOWĄ WG PN-B-04481	276
TABELA 61 STREFY (WARSTWY) PROFILU WIETRZENIOWEGO WRAZ Z OPISEM I KRYTERIAMI WYDZIELANIA (NA PODSTAWIE MAJER, SOKOŁOWSKA, FRANKOWSKI (RED.), 2018, PN-EN ISO 14689)	278
TABELA 62 RODZAJE SONDOWAŃ STOSOWANE W ROZPOZNANIU PODŁOŻA BUDOWLANEGO.....	284

TABELA 63 ZESTAWIENIE WYBRANYCH CECH FIZYCZNO-MECHANICZNYCH I WYPROWADZONYCH WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH MOŻLIWYCH DO OKREŚLENIA ZA POMOCĄ SONDOWAŃ PODSTAWOWYCH	286
TABELA 64 ZESTAWIENIE WYBRANYCH CECH FIZYCZNO-MECHANICZNYCH I WYPROWADZONYCH WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH MOŻLIWYCH DO OKREŚLENIA ZA POMOCĄ SONDOWAŃ UZUPEŁNIAJĄCYCH	287
TABELA 65 ZESTAWIENIE WYBRANYCH CECH FIZYCZNO-MECHANICZNYCH I WYPROWADZONYCH WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH MOŻLIWYCH DO OKREŚLENIA ZA POMOCĄ POŁOWYCH BADAŃ NOŚNOŚCI I ZAGĘSZCZENIA	289
TABELA 66 KRYTERIA KLASYFIKACYJNE GRUNTÓW	292
TABELA 67 ZALECENIA DO BADAŃ FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH PRÓBEK GRUNTÓW	293
TABELA 68 ZALECENIA DO BADAŃ W CELU WYZNACZANIA PARAMETRÓW DO PROJEKTOWANIA ORAZ CHARAKTERYSTYKI WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH WARSTW GRUNTÓW	295
TABELA 69 KRYTERIA KLASYFIKACYJNE SKAŁ.....	297
TABELA 70 ZALECENIA DO BADAŃ FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH PRÓBEK SKAŁ.....	297
TABELA 71 ZALECENIA DO BADAŃ PĘCZNIEŃ PRÓBEK SKAŁ	298
TABELA 72 ZALECENIA DO BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH PRÓBEK SKAŁ	299
TABELA 73 KLASYFIKACJA BIENIAWSKIEGO - RMR (TAJDUŚ I IN., 2012)	305
TABELA 74 PODZIELNOŚĆ RDZENIA WIERTNICZEGO.....	306
TABELA 75 LICZBA SIECI SPĘKAŃ.....	306
TABELA 76 OCENA CHROPOWATOŚCI SZCELIN	307
TABELA 77 WSKAŹNIK PRZEOBRAŻENIA SPĘKAŃ	307
TABELA 78 OCENA ZAWODNIENIA	308
TABELA 79 OCENA STANU NAPRĘŻENIA MASYWU SKALNEGO W OTOCZENIU WYROBISK	308
TABELA 80 KLASY MASYWU SKALNEGO W ZALEŻNOŚCI OD WSKAŹNIKA Q (TAJDUŚ I IN., 2012).....	309
TABELA 81 WARTOŚCI PARAMETRU GSI (MARINOS, HOEK 2000)	310
TABELA 82 WARTOŚCI PARAMETRU GSI DLA NIEJEDNORODNYCH MASYWÓW SKALNYCH TAKICH JAK FLISZ (MARINOS, HOEK 2000).....	310
TABELA 83 SŁOWNIK STRATYGRAFII	315
TABELA 84 SŁOWNIK GENEZY	317
TABELA 85 SŁOWNIK LITOLOGII SKAŁ NA PODSTAWIE NORMY PN-EN ISO 14689.....	320
TABELA 86 SŁOWNIK LITOLOGII GRUNTÓW WG NORMY PN-EN ISO 14688-1 I PN-EN ISO 14688-2.....	322
TABELA 87 SŁOWNIK LITOLOGII GRUNTÓW NA PODSTAWIE NORMY PN-B-02480	323
TABELA 88 SŁOWNIK DO TWORZENIA SYMBOLI WARSTW LITOLOGICZNYCH WRAZ Z PALETĄ BARW.....	326
TABELA 89 ZESTAWIENIE CECH FIZYCZNO-MECHANICZNYCH I PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH GRUNTÓW, KTÓRE NALEŻY STOSOWAĆ PODCZAS DOKUMENTOWANIA BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO	329
TABELA 90 ZESTAWIENIE CECH FIZYCZNO-MECHANICZNYCH I PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH SKAŁ, KTÓRE NALEŻY STOSOWAĆ PODCZAS DOKUMENTOWANIA BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO	331
TABELA 91 ZAKRES ROZPOZNANIA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH NA ETAPIE STEŚ I STEŚ-R ETAP I	336
TABELA 92 ZAKRES ROZPOZNANIA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH NA ETAPIE STEŚ-R ETAP II I KP	337
TABELA 93 OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH.....	338
TABELA 94 PODZIAŁ POLSKI NA REGIONY GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE I OBSZARY GRUNTÓW I SKAŁ (MAJER, SOKOŁOWSKA, FRANKOWSKI (RED.), 2018).....	340
TABELA 95 ELEMENTY PODLEGAJĄCE OCENIE W PROGNOZIE ZMIAN WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH	342
TABELA 96 WZÓR NAGŁÓWKA SCHEMATU KONSTRUKCJI OTWORU WIERTNICZEGO	348
TABELA 97 WZÓR NAGŁÓWKA - KARTA OBSERWACJI TERENOWYCH.....	348
TABELA 98 WZÓR NAGŁÓWKA - KARTA BADANIA GEOFIZYCZNEGO.....	349
TABELA 99 WZÓR NAGŁÓWKA - KARTA OTWORU WIERTNICZEGO	350
TABELA 100 WZÓR NAGŁÓWKA - KARTA SONDOWANIA	350
TABELA 101 WZÓR NAGŁÓWKA - KARTA BADANIA LABORATORYJNEGO	351

TABELA 102 WZÓR TABELI INFORMACYJNEJ – PRZEKRÓJ HYDROGEOLOGICZNY	351
TABELA 103 WZÓR TABELI Z WARUNKAMI HYDROGEOLOGICZNYMI	351
TABELA 104 WZÓR TABELI INFORMACYJNEJ – PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNY	352
TABELA 105 WZÓR TABELI INFORMACYJNEJ – PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNO-GEOLOGICZNY	352
TABELA 106 WZÓR TABELI INFORMACYJNEJ – PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNO-INŻYNIERSKI.....	353
TABELA 107 WZÓR TABELI Z WARUNKAMI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIMI	353
TABELA 108 WZÓR TABELI INFORMACYJNEJ – PRZEKRÓJ GEOTECHNICZNY	354
TABELA 109 WZÓR TABELI Z WARUNKAMI GEOTECHNICZNYMI.....	354
TABELA 110 WZÓR TABELI INFORMACYJNEJ – MAPA.....	354
TABELA 111 LISTA KONTROLNA – DOKUMENTACJA HYDROGEOLOGICZNA (DH) I DODATEK DO DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ (DDH).....	355
TABELA 112 LISTA KONTROLNA – STUDIUM GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE (SGI)	358
TABELA 113 LISTA KONTROLNA – DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA (DGI) I DODATEK DO DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEJ (DDGI).....	361
TABELA 114 LISTA KONTROLNA – DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA (DBP)	366
TABELA 115 ZBIORCZE ZESTAWIENIE SCHEMATÓW TWORZENIA NAZW PLIKÓW	372
TABELA 116 SŁOWNIK DANYCH OTWORÓW WIERTNICZYCH I SONDOWAŃ	374
TABELA 117 SŁOWNIK RODZAJÓW WIERCEŃ (POLE TYP_P - TYP WIERCENIA W TABELI (TABELA 119)).....	375
TABELA 118 SŁOWNIK RODZAJÓW DOKUMENTACJI.....	375
TABELA 119 PRZYKŁAD TABELI REFERENCYJNEJ (FORMAT XLS) LOKALIZACJI WIERCEŃ I SONDOWAŃ.....	376
TABELA 120 STRUKTURA TABELI REFERENCYJNEJ LOKALIZACJI WIERCEŃ I SONDOWAŃ.....	376
TABELA 121 SŁOWNIK RODZAJÓW PRZEKROJÓW	376
TABELA 122 PRZYKŁAD TABELI REFERENCYJNEJ (FORMAT XLS) LOKALIZACJI PUNKTÓW NA LINII PRZEKROJU GEOLOGICZNEGO.....	377
TABELA 123 STRUKTURA TABELI REFERENCYJNEJ LOKALIZACJI PUNKTÓW NA LINII PRZEKROJU GEOLOGICZNEGO	377
TABELA 124 SŁOWNIK BADAŃ LABORATORYJNYCH.....	377
TABELA 125 SŁOWNIK METOD GEOFIZYCZNYCH	378
TABELA 126 PRZYKŁAD TABELI REFERENCYJNEJ (FORMAT XLS) LOKALIZACJI BADAŃ GEOFIZYCZNYCH POWSTAŁEJ W WYNIKU PRZETWORZENIA PLIKU Z DANymi SUROWYMI.....	379
TABELA 127 STRUKTURA TABELI REFERENCYJNEJ	379
TABELA 128 SŁOWNIK METOD GEODEZYJNYCH I UKŁADÓW WSPÓŁRZĘDNYCH	379
TABELA 129 PRZYKŁAD ZAWARTOŚCI PLIKU (FORMAT TXT) ZE WSPÓŁRZĘDNYMI PUNKTÓW BĘDĄCYCH PODSTAWĄ DO TWORZENIA NUMERYCZNEGO MODELU TERENU (NMT) NA PODSTAWIE POMIARÓW FOTOGRAMETRYCZNYCH I TELEDETEKCYJNYCH Z POZIOMU LOTNICZEGO (LOT)	380
TABELA 130 PRZYKŁAD TABELI REFERENCYJNEJ (FORMAT SHP) WARSTWY WYNIKOWEJ INTERFEROMETRII RADAROWEJ	380
TABELA 131 STRUKTURA TABELI REFERENCYJNEJ PLIKU SHP WARSTWY WYNIKOWEJ INTERFEROMETRII RADAROWEJ	381
TABELA 132 TABELA REFERENCYJNA MAP TEMATYCZNYCH I INNYCH ZAŁĄCZNIKÓW MAPOWYCH.....	381
TABELA 133 STRUKTURA TABELI REFERENCYJNEJ MAP TEMATYCZNYCH I INNYCH ZAŁĄCZNIKÓW MAPOWYCH ...	381
TABELA 134 WERSJE, REWIZJE I KODY ZDATNOŚCI WERSJI MODELI WG BS 1192:2007+A2:2016	384
TABELA 135 SPIS SKRÓTÓW I SYMBOLI	406

Załącznik 24 Spis rysunków

RYSUNEK 1 ZAKRES PRAC DOKUMENTACYJNYCH	13
RYSUNEK 2 DOKUMENTOWANIE BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO	14
RYSUNEK 3 ETAPY PROCESU INWESTYCYJNEGO.....	15
RYSUNEK 4 OBSZAR BADAŃ (DEFINICJE ZAŁĄCZNIK 1. 3).....	16
RYSUNEK 5 DOKUMENTY PODSTAWOWE	19
RYSUNEK 6 DOKUMENTY UZUPEŁNIAJĄCE.....	20
RYSUNEK 7 GŁÓWNI UCZESTNICY PROCESU DOKUMENTOWANIA BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO.....	22
RYSUNEK 8 SCHEMAT USTALANIA KATEGORII GEOTECHNICZNEJ OBIEKTU BUDOWLANEGO (MAJER, SOKOŁOWSKA, FRANKOWSKI (RED.), 2018, FRANK ET AL., 2004). W NAWIASACH ZNAJDUJĄ SIĘ ODNOŚNIKI DO NUMERÓW ROZDZIAŁÓW NORMY PN-EN 1997-1.....	29
RYSUNEK 9 NORMY UZUPEŁNIAJĄCE ORAZ SPECYFIKACJE TECHNICZNE DO PN-EN 1997-2 (BOND, HARRIS, 2008).....	36
RYSUNEK 10 ETAPY BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO PODCZAS PROJEKTOWANIA GEOTECHNICZNEGO, WYKONAWSTWA I EKSPLOATACJI OBIEKTÓW BUDOWLANYCH (NA PODSTAWIE PN-EN 1997-2)	37
RYSUNEK 11 PRZYKŁAD PROWADZENIA DOKUMENTACJI FOTOGRAFICZNEJ (FOT. G. SUJKA)	63
RYSUNEK 12 MODEL GEOLOGICZNY KONCEPTUALNY NA PODSTAWIE MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH OPRACOWANY W RAMACH STUDIUM GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO DLA INWESTYCJI DROGOWEJ (MAJER, SOKOŁOWSKA, FRANKOWSKI (RED.), 2018).....	87
RYSUNEK 13 MODEL GEOLOGICZNY OBSERWACYJNY OPRACOWANY W RAMACH PROJEKTU BUDOWLANEGO DLA OBIEKTU INŻYNIERSKIEGO (MAJER, SOKOŁOWSKA, FRANKOWSKI (RED.), 2018).....	87
RYSUNEK 14 MODEL GEOTECHNICZNY OPRACOWANY DLA PROJEKTU BUDOWLANEGO DLA OBIEKTU INŻYNIERSKIEGO (MAJER, SOKOŁOWSKA, FRANKOWSKI (RED.), 2018)	87
RYSUNEK 15 RODZAJE WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH WG NORMY PN-EN 1997-2.....	92
RYSUNEK 16 WARTOŚCI WYPROWADZONE PARAMETRU GEOTECHNICZNEGO (PN-EN 1997-2, WYSOKIŃSKI L. I IN., 2011)	92
RYSUNEK 17 IDEA WYZNACZANIA WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNYCH (ORR T. L. L, FARRELL E. R., 1999 ZA WYSOKIŃSKI L. I IN., 2011).....	94
RYSUNEK 18 SCHEMAT OBIEGU DANYCH O PODŁOŻU BUDOWLANYM W RELACJI WYKONAWCÓW OPRACOWAŃ DOTYCZĄCYCH BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO Z INWESTOREM. PC – OPRACOWANIA W FORMIE PLIKÓW CYFROWYCH (DOKUMENTU ELEKTRONICZNEGO, TR – TABELE REFERENCYJNE	103
RYSUNEK 19 SCHEMAT STRUKTURY KATALOGOWEJ DLA POJEDYNCZEJ INWESTYCJI DROGOWEJ NA POZIOMIE RODZAJÓW OPRACOWAŃ. OBJAŚNIENIA SKRÓTÓW: ARCH - OPRACOWANIA ARCHIWALNE, PRG - PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH, DH - DOKUMENTACJA HYDROGEOLOGICZNA, SGI - STUDIUM GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE, DGI - DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA, OG - OPINIA GEOTECHNICZNA, DBP - DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA, EKSPERT - EKSPERTYZY, INNE - POZOSTAŁE OPRACOWANIA, DODATKI - DODATKI DO DOKUMENTACJI GEOLOGICZNYCH I PROJEKTÓW ROBÓT GEOLOGICZNYCH	106
RYSUNEK 20 SCHEMAT STRUKTURY KATALOGOWEJ I ZAWARTOŚCI POSZCZEGÓLNYCH KATALOGÓW NA POZIOMIE POJEDYNCZEGO OPRACOWANIA. OBJAŚNIENIA: BAD_LAB - WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH, BAD_TER - WYNIKI BADAŃ TERENOWYCH, DOK_TXT - TEKST DOKUMENTACJI (OPRACOWANIA), GEODEZJA - DANE I WYNIKI POMIARÓW GEODEZYJNYCH, GEOFIZYKA - DANE I WYNIKI POMIARÓW GEOFIZYCZNYCH, MAPY - ZAŁĄCZNIKI MAPOWE, INNE - DANE I WYNIKI INNYCH METOD BADAWCZYCH (NP. TELEDETEKCJA).....	107
RYSUNEK 21 STRUKTURA BAZY DANYCH GIS O PODŁOŻU BUDOWLANYM. PC – OPRACOWANIA W FORMIE PLIKÓW CYFROWYCH (DOKUMENTU ELEKTRONICZNEGO, TR – TABELE REFERENCYJNE	109
RYSUNEK 22 IDEOGRAM PROCEDURY IMPORTU DANYCH O PODŁOŻU BUDOWLANYM DO BAZ DANYCH GIS	110
RYSUNEK 23 SCHEMAT GROMADZENIA I OBIEGU DANYCH O PODŁOŻU BUDOWLANYM W BAZIE DANYCH GIS DLA KAŻDEGO Z ETAPÓW Z REALIZACJI PROCESU INWESTYCYJNEGO W DROGOWNICTWIE	111
RYSUNEK 24 ZASIĘG ROZPOZNANIA MASYWU SKALNEGO W OTOCZENIU TUNELU - STEŚ I STEŚ-R ETAP I.....	166
RYSUNEK 25 SCHEMAT ZAPROJEKTOWANIA PROFILI GEOFIZYCZNYCH DLA PASA DROGOWEGO, W ZALEŻNOŚCI OD LICZBY JEZDNI	174
RYSUNEK 26 SCHEMAT ZAPROJEKTOWANIA PROFILI GEOFIZYCZNYCH DLA WĘZŁA DROGOWEGO.....	175
RYSUNEK 27 SCHEMAT ZAPROJEKTOWANIA PROFILU GEOFIZYCZNEGO DLA DROGOWEGO OBIEKTU INŻYNIERSKIEGO	178

RYSUNEK 28 PRZYKŁADOWY SCHEMAT ROZSTAWU WIERCEŃ W WARUNKACH PROSTYCH WZDŁUŻ OSI TUNELU ($Z =$ ODLEGŁOŚĆ OTWORU OD OSI TUNELU, $Z=(1,5\div 2,5)Z_{MAX}$) - STEŚ-R ETAP II ORAZ KP	182
RYSUNEK 29 ZASIĘG ROZPOZNANIA MASYWU SKALNEGO W OTOCZENIU TUNELU ($Z=(1,5\div 2,5)Z_{MAX}$) - STEŚ-R ETAP II ORAZ KP	184
RYSUNEK 30 PRZYKŁAD OPRACOWANIA PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ TERENU ZIDENTYFIKOWANYCH NA SERII INTERFEROGRAMÓW RÓŻNICOWYCH, POKRYWAJĄCYCH OKRES OD 7 STYCZNIA DO 19 MAJA 2017 R. SUMARYCZNE PRZEMIESZCZENIA TERENU W KIERUNKU OBRAZOWANIA SATELITY ZOSTAŁY PRZEKONWERTOWANE DO KIERUNKU PIONOWEGO I NA MAPIE PRZEDSTAWIONE JAKO OSIADANIA W MILIMETRACH. UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH PL-1992	229
RYSUNEK 31 PRZYKŁAD OPRACOWANIA WYNIKOWEGO ZBIORU PUNKTÓW PS, PRZEDSTAWIAJĄCYCH PRZEMIESZCZENIA TERENU W OKRESIE OD GRUDNIA 2014 ROKU DO MAJA 2017 ROKU. NA MAPIE ZOSTAŁA PRZEDSTAWIONA ŚREDNIA PRĘDKOŚĆ W KIERUNKU PIONOWYM W JEDNOSTKACH MILIMETRY NA ROK. UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH PL-1992	230
RYSUNEK 32 DROGA EKSPRESOWA S19 POMIĘDZY JANOWEM LUBELSKIM A MODLIBORZYCAMI. CZERWONĄ STRZAŁKĄ ZAZNACZONO LOKALNIE PODNIENIE UWILGOTNIENIA, WYDZIELENIE NA PODSTAWIE ANALIZY MULTITEMPORALNEJ, PRAWDOPODOBNIENIE POWIĄZANE Z PODZIEMNYM CIEKIEM	235
RYSUNEK 33 DROGA EKSPRESOWA S19 - 857 MODLIBORZYCE – SŁUPIE, WIDOCZNE NA FCC NADMIERNE UWILGOTNIENIE (Z PRAWEJ), PORÓWNANIE NA RGB (Z LEWEJ)	236
RYSUNEK 34 DROGA EKSPRESOWA S19 POLICHNA PIERWSZA – ODE LEWEJ: RGB FOTO, KOMPOZYCJE Z OBRAZÓW HIPERSPEKTRALNYCH RGB I FCC, ANALIZA OBSZARÓW NADMIERNE UWILGOTNIONYCH	236
RYSUNEK 35 DROGA EKSPRESOWA S19 JANÓWEK - MODLIBORZYCE, POWIERZCHNIOWE ZJAWISKA, PRAWDOPODOBNIENIE EROZYJNE	237
RYSUNEK 36 WIZUALIZACJA BUDOWY GEOLOGICZNEJ NA TLE PRZETWORZONEGO NUMERYCZNEGO MODELU TERENU POCHODZĄCEGO Z LOTNICZEGO SKANOWANIA LASEROWEGO OBEJMUJĄCA REJON WEJHEROWA (1 - GLINY ZWAŁOWE, 2 - PIASKI I ŻWIRY WODNOŁODOWCOWE, 3 - PIASKI I ŻWIRY RZECZNE I WODNOŁODOWCOWE, 4 - PIASKI RZECZNE, 5 - PIASKI RZECZNO-JEZIORNE, 6 - PIASKI, ŻWIRY I GLINY DELUWIALNE, 7 - ŻWIRY I PIASKI REZYDUALNE, 8 - PIASKI I ŻWIRY STOŻKÓW NAPŁYWOWYCH, 9 - PIASKI I ŻWIRY ELUWIALNE, 10 – NAMUŁY, 11 - TORFY)	240
RYSUNEK 37 WIZUALIZACJA NUMERYCZNEGO MODELU TERENU POCHODZĄCEGO Z LOTNICZEGO SKANOWANIA LASEROWEGO POD KĄTEM INTERPRETACJI FORM GEOMORFOLOGICZNYCH OBEJMUJĄCA REJON OLSZTYNA. 240	
RYSUNEK 38 WIZUALIZACJA NUMERYCZNEGO MODELU TERENU POCHODZĄCEGO Z LOTNICZEGO SKANOWANIA LASEROWEGO POD KĄTEM IDENTYFIKACJI FORM OSUWISKOWYCH OBEJMUJĄCA REJON JEZIORA ROŻNOWSKIEGO	241
RYSUNEK 39 PRZYKŁADOWE WZORCE SONDEWANIA UKŁADEM SCHLUMBERGERA DLA ROZSTAWÓW AB/2 DO 100 M I TRZECH DIPOLI POTENCJAŁOWYCH MN	243
RYSUNEK 40 PRZYKŁAD PRZEDSTAWIENIA WYNIKÓW INWERSJI SONDEWANIA KRZYŻOWEGO UZYSKANEJ AUTOMATYCZNIE Z POMIARÓW (A) ORAZ WYMUSZONEJ DOPASOWANIEM DO INFORMACJI GEOLOGICZNEJ (B)	244
RYSUNEK 41 PRZYKŁADOWE PRZEDSTAWIENIE GRAFICZNE KRZYWYCH SONDEWANIA VES UKŁADEM SCHLUMBERGERA DLA ROZSTAWÓW AB/2 DO 100 M I TRZECH DIPOLI POTENCJAŁOWYCH MN. WZORZEC POMIAROWY: 7 ROZSTAWÓW NA DEKADĘ	245
RYSUNEK 42 PRZYKŁAD WARIANTOWEJ INTERPRETACJI GEOFIZYCZNO-GEOLOGICZNEJ SONDEWANIA ELEKTROOPOROWEGO AZYMUTALNEGO (ROZSZERZONY WARIANT SONDEWANIA KRZYŻOWEGO)	245
RYSUNEK 43 SCHEMAT UKŁADU WENNER-SCHLUMBERGER (WS) ORAZ STOSOWANE OZNACZENIA. (AB - DIPOL PRĄDOWY, MN - DIPOL POTENCJAŁOWY)	247
RYSUNEK 44 SCHEMAT UKŁADU DIPOLE-DIPOLE (DD) ORAZ STOSOWANE OZNACZENIA. (AB - DIPOL PRĄDOWY, MN - DIPOL POTENCJAŁOWY)	247
RYSUNEK 45 OCENA MASYWU SKALNEGO NA PODSTAWIE RDZENIA WIERTNICZEGO WG PN-EN ISO 22475-1 ...	280
RYSUNEK 46 ZASADY WYDZIELANIA WARSTW GRUNTÓW I SKAŁ. A - KOMPLEKSY STRATYGRAFICZNE, B - SERIE GENETYCZNE, C - WARSTWY LITOLOGICZNE, D - WARSTWY GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE, E - STREFY ZAGROZEŃ	312
RYSUNEK 47 REGIONALIZACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA (MAJER, SOKOŁOWSKA, FRANKOWSKI (RED.), 2018)	341

RYSUNEK 48 PRZYKŁADOWA STRUKTURA KATALOGOWA DLA POJEDYNCZEJ INWESTYCJI DROGOWEJ NA POZIOMIE TYPÓW OPRACOWAŃ	382
RYSUNEK 49 PRZYKŁADOWA STRUKTURA KATALOGOWA DLA POJEDYNCZEGO OPRACOWANIA: DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA (DGI)	383
RYSUNEK 50 PROTOKÓŁ KONTROLI POTENCJAŁU WYKONAWCY BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO	388
RYSUNEK 51 PROTOKÓŁ KONTROLI PRAC TERENOWYCH.....	390
RYSUNEK 52 PROTOKÓŁ KONTROLI PRAC LABORATORYJNYCH.....	392

NOWOCZESNE METODY ROZPOZNANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO W DROGOWNICTWIE

Konsorcjum:



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie



Politechnika Warszawska

Projekt „Nowoczesne metody rozpoznania podłoża gruntowego w drogownictwie” finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Skarb Państwa - Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RID.

