



XXIV Międzynarodowe
Targi Budownictwa Drogowego
AUTOSTRADA POLSKA 2018
Kielce, 08-10.05.2018 r.



PROJEKTOWANIE BADAŃ PODŁOŻA NA POTRZEBY BUDOWNICTWA DROGOWEGO

Marta SOKOŁOWSKA |
Państwowy Instytut Geologiczny - PIB



www.pgi.gov.pl/drogi

**NOWOCZESNE METODY
ROZPOZNANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO
W DROGOWNICTWIE**

Projekt „Nowoczesne metody rozpoznania podłoża gruntowego w drogownictwie”
finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Skarbu Państwa - Generalną Dyrekcję
Dróg Krajowych i Autostrad w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RD





Rozdział 4 Wytyczne projektowania badań podłoża na potrzeby budownictwa drogowego

Załącznik 7 Projektowanie badań podłoża budowlanego

Minimalny zakres badań na każdym etapie realizacji inwestycji w zakresie:

- Kartowania geologiczno-inżynierskiego i hydrogeologicznego
- Badań hydrogeologicznych w celu opracowania dokumentacji hydrogeologicznej
- Pomiarów geodezyjnych
- Badań geofizycznych
- Wierceń i sondowań oraz piezometrów
- Badań laboratoryjnych

Etapy procesu inwestycyjnego Rodzaj i metody badań	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ STEŚ-R I Etap	KP STEŚ-R II Etap	PB	B OB, RB, NB	R/P	
						PB	B
Zbieranie dostępnych informacji o terenie i jego podłożu budowlanym	W	W	W	W	W	W	
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	W	W	Z	Z	Z	Z
Badania geofizyczne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Wiercenia w tym pobór próbek oraz makroskopowe oznaczenie gruntów i skał	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Sondowania	NW	Z	W	Z	Z	Z	Z
Badania laboratoryjne	NW	Z	W	Z	Z	Z	Z
Badania hydrogeologiczne (dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)	NW	W	Z	Z	Z	Z	Z
Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane podczas wierceń (nie dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Badania środowiskowe (wykonywane podczas wierceń w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń)	NW	W	W	W	W	W	W
W - wymagane; NW - niewymagane; Z- zalecane;							

Nowości w zakresie projektowania punktów badawczych

- Minimalna **liczba wierceń na 1 km drogi** zamiast średniego rozstawu pomiędzy punktami,
- Rozdzielenie wymagań dla różnych obiektów w podziale na: **przepusty, obiekty mostowe, kładki dla pieszych, konstrukcje oporowe, tunele.**
- Minimalna ilość otworów dla obiektów wyposażenia technicznego dróg w ujęciu **liczby punktów na hektar**,
- Wymóg **wykorzystywania badań geofizycznych** do projektowania lokalizacji i głębokości otworów,
- Brak możliwości **zastępowania wierceń sondowaniami**,
- Dodatkowe otwory na krawędziach projektowanych **wysokich skarp wykopów** >5 m,
- Szczegółowe wymagania dotyczące **głębokości** punktów badawczych.

PRZYKŁAD - minimalny zakres dla drogi etap KP, STEŚ-R II Etap

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba wierceń na 1 km drogi [szt.]	Minimalna liczba wierceń w przekroju poprzecznym [szt.]	Minimalna liczba sondowań na 1 km drogi [szt.]	Minimalna liczba sondowań w przekroju poprzecznym [szt.]
proste	A, S, GP, G	≥2	30 (rozstaw wierceń min. 50 m max. 150 m)	3	5	1
		1	20 (rozstaw wierceń min. 50 m max. 150 m)	2	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
		1	40 (rozstaw wierceń min. 25 m max. 100 m)	2	20	1
	Z, L, D	1	10 (rozstaw wierceń min. 50 m max. 150 m)	1	10	1

PRZYKŁAD - minimalny zakres dla obiektów - etap KP, STEŚ-R II Etap

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,	≥2	3 (≤20 m)	1
			2	1

przepusty

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Liczba jezdni drogi	Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Liczba komór	Warunki gruntowe proste/złożone/skomplikowane	
				Minimalna liczba wierceń na komorę [szt.]	Minimalna liczba sondowań na komorę [szt.]
obiekty jednokomorowe		tunel w gruntach	1	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m w osi tunelu	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m, przy wykorzystaniu 2 metod
			≥2	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m w osi komory naprzemiennie raz w osi komory prawej, raz w osi komory lewej	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m w osi komory naprzemiennie raz w osi komory prawej, raz w osi komory lewej, przy wykorzystaniu 2 metod
obiekty wielokomorowe		tunel w skałach	≥1	Warunki gruntowe	
				proste	złożone/skomplikowane
				1	1
				na każde 50 m długości i przeciętnie w odległości 15 - 20 m od osi tunelu (wiercenie naprzemiennie, raz z prawej, raz z lewej strony osi tunelu) oraz zgodnie z wymaganiami podanymi w tabelach (Tabela 12 - Tabela 13)	na każde 25 m długości i przeciętnie w odległości 15 - 20 m od osi tunelu (wiercenie naprzemiennie, raz z prawej, raz z lewej strony osi tunelu) oraz zgodnie z wymaganiami podanymi w tabelach (Tabela 12 - Tabela 13)

y mostowe

iki dla pieszych

tunele

konstrukcje oporowe

Nowości w zakresie projektowania sondowań – 4 podstawowe typy

Rodzaj sondowania	Norma/procedura wykonania badania*	Typowe zastosowania
sondowania dynamiczne: DPL DPM DPH DPSH	PN-EN ISO 22476-2:2005 PN-EN ISO 22476-2:2005/A1:2012	Zagęszczenie gruntów niespoistych Miąższość gruntów słabych Jakościowa ocena profilu wytrzymałościowego Kontrola jakości budowli ziemnych
sondowania statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym: bez pomiaru ciśnienia wody w porach CPT z pomiarem ciśnienia wody w porach CPTU	PN-EN ISO 22476-1:2013-03 PN-EN ISO 22476-1:2013-03/AC:2013-05	Ocena uwarstwienia i stanu gruntu oraz parametrów mechanicznych. Ocena osiadań fundamentów. Obliczanie nośności pali. Ocena parametrów filtracyjnych.
badania sondą krzyżakową FVT	PN-B-04452:2002	Wyznaczanie wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odplywu i wrażliwości strukturalnej
badania dylatometrem płaskim DMT	PN-EN ISO 22476-11:2017-07	Wyznaczanie parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych. Określanie naprężeń in situ oraz stopnia przekonsolidowania. Obliczanie osiadań fundamentów bezpośrednich.

Sondowania nie ujęte w tabeli mogą być wykonywane, jako sondowania dodatkowe. Zmianę należy każdorazowo uzasadnić i uzgodnić z projektantem/inwestorem.

Nowości w zakresie projektowania piezometrów – etap STEŚ i STEŚ-R I ETAP – dla dokumentacji hydrogeologicznej

- gdy **dane są niewystarczające** do oceny warunków hydrogeologicznych,
- **1 piezometr na 5 km drogi** gdy występuje **nieizolowane od powierzchni zwierciadło wód gruntowych**,
- **1 piezometr** (nie rzadziej niż co **500 m**) w miejscach **artezyjskiego zwierciadła** wód gruntowych,
- wymagania dotyczące głębokości **zafiltrowania**, **pomiarów** hydrogeologicznych oraz **opróbowania**.

Nowości w zakresie projektowania piezometrów – etap STEŚ-R II ETAP oraz KP – dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej

- **1 piezometr na każdy węzeł drogowy** w pierwszej napotkanej warstwie wodonośnej o zwierciadle napiętym,
- **1 piezometr na każdy DOI** w podłożu którego stwierdzono zwierciadło wód artezyjskich,
- **1 piezometr na każdy odcinek drogi poprowadzony w wykopie o głębokości ≥ 5 m, nie rzadziej niż co 200 m.**
- wymagania dotyczące głębokości **zafiltrowania, pomiarów** hydrogeologicznych oraz **opróbowania.**

Nowości w zakresie projektowania badań laboratoryjnych:

- Rozgraniczenie pojęć **próba** i **próbka**,
- Podział oznaczeń laboratoryjnych na **badania klasyfikacyjne** oraz badania w celu **wyznaczania parametrów do projektowania**,
- Wymagana **minimalna liczba prób/próbek**,
- Wymagany **minimalny zakres oznaczeń** laboratoryjnych gruntów i skał



Nowości w zakresie projektowania badań laboratoryjnych – przykład dla etapu STEŚ-R II etap lub KP:

Próby pobiera się z otworów, przy których zostały wykonane sondowania, z każdej warstwy litologicznej, ale nie rzadziej, niż **co 3 m**.

Dla **drogi** minimalna liczba wytypowanych próbek do badań laboratoryjnych **dla każdej wydzielonej warstwy litologicznej** wynosi:

- dla badań klasyfikacyjnych **30**,
- dla badań w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych **6**.

Dla **obiektów inżynierskich** minimalna liczba wytypowanych próbek do badań laboratoryjnych **dla każdej wydzielonej warstwy litologicznej** w podłożu wynosi:

- dla badań klasyfikacyjnych **6**,
- dla badań w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych **3**.

Nowości w zakresie projektowania badań laboratoryjnych:

Parametr	Rodzaj gruntu								Etap STEŚ-R, II Etap, KP
	ilasty		pylasty		piaszczysty żwirowy		organiczny		
	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 Attenberga (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 gruntu na ścinanie bez odpływu	X	-	(X)	-	-	-	X	-	W
Wysadzinowość	X	X	X	X	X	X	-	-	Z

Badania klasyfikacyjne dla drogi

Badania w celu wyznaczenia parametrów do projektowania dla drogi

Parametr	Rodzaj gruntu						Etap STEŚ-R, II Etap, KP
	żwir	piasek	pył	ił (ns)	ił (pk)	torf ił organiczny	
Gęstość objętościowa (ρ)	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	W
Przepuszczalność (k)	TXCH	TXCH	PTC	TXCH	TXCH	TXCH	W
	PSA	PSA	TXCH	(PTF)	(PTF)	(PTF)	
	PTF	PTF	(PTF)	(OED)	(OED)	(OED)	
Moduł edometryczny (E_{OED})	(OED)	(OED)	OED	OED	OED	OED	W
Wskaźnik ścisłości (C_c)	(TX)	(TX)	(TX)	(TX)	(TX)	(TX)	Z
Współczynnik konsolidacji (c_v)	-	-	OED TX	OED TX	OED TX	OED TX	
Wskaźnik odprężenia (C_s)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	Z
Wytrzymałość na ścinanie w warunkach 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

Nowości w zakresie projektowania rozpoznania masywu skalnego:

Metody badań	Badania			
	STEŚ, STEŚ-R I Etap		STEŚ-R II Etap, KP, PB	
Zebranie 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 odsłonięć naturalnych)	W	określenie budowy geologicznej masywu skalnego i zjawisk geologicznych (m.in. kartowanie odsłonięć naturalnych, otworów wiertniczych, wykopów badawczych, rowów badawczych, szybków badawczych, badania fotogrametryczne)	W
Wyrobiska badawcze	szczególne przypadki (znacząca i trudna w wykonaniu budowa podziemna, zbyt słabe rozpoznanie warunków geotechnicznych)	Z/O	wykopy, sztolnie, szyby, szybiki	Z/O
Siatka wierceń	siatka rozrzedzona, zależna od typu budowli (np. 100-300 m - w siatce trójkąta równobocznego pokrywającej rozpoznawany teren budowlany; ok. 200 m - w ciągu liniowym wzdłuż orientacyjnej trasy tunelu (tunel na małej głębokości), drogi; 500-1 000 m - w ciągu liniowym wzdłuż trasy tunelu (tunel na dużej głębokości - tunele w warunkach górskich)	W	siatka wierceń podstawowych (wiercenia do głębokości wymaganego rozpoznania masywu skalnego, rozmieszczone w otoczeniu osi projektowanego tunelu - przeciętnie w odległości 15-20 m od osi tunelu) i wierceń dodatkowych (z reguły krótsze od wierceń podstawowych, służące przede wszystkim przeprowadzeniu uzupełniających badań geofizycznych)	W
Metody geofizyczne	badania podstawowe (rozpoznanie cech strukturalnych, m.in.: głębokość stref zwietrzenia, rozkład i zasięg stref spękań, nieciągłości)	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)	W
Metody polowe i laboratoryjne	podstawowe właściwości fizyko-mechaniczne skał i masywu skalnego	Z/ W	podstawowe i rozszerzone właściwości fizyko-mechaniczne skał i masywu skalnego	W

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

Nowości w zakresie nazewnictwa punktów badawczych:

- dla punktów dokumentacyjnych dla drogi głównej i dróg serwisowych, np.:
 - kilometraż drogi **25+368**,
 - po ukośniku symbol lokalizacji w pasie drogowym: L - lewa strona, P – prawa strona (patrząc w kierunku rosnącego kilometrażu), O – główna oś drogi - **25+368/L**,
 - kolejny numer punktu jeśli po lewej lub prawej stronie wykonujemy kilka punktów - **25+368/L1**,
 - symbol rodzaju punktu dokumentacyjnego: s-sondowanie, w – wiercenie, np.: **25+368/L1w**, **25+368/L2s**,
- w przypadku wierceń archiwalnych na początku należy wstawić dużą literę A następnie nazwę archiwalną po ukośniku aktualną nazwę zgodnie z powyższymi zasadami,
- zasady nazewnictwa dla punktów:
 - dla pozostałych dróg,
 - dla drogowych obiektów inżynierskich,
 - dla infrastruktury technicznej niezwiązanej z drogą,
 - dla przekrojów/profilu geologicznych i geofizycznych
 - dla powierzchni (np.: pomiary teledetekcyjne),

Co to oznacza w praktyce

- Ograniczenie **mechanicznego rozstawiania** punktów co x metrów,
- Większe wykorzystanie badań i **opracowań archiwalnych**, a w szczególności geofizycznych do planowania rozstawu i głębokości,
- Określone procedury **kartowania** (zakres oraz zasięg w stosunku do osi),
- Określone procedury **oceny masywu skalnego** oraz stosowania klasyfikacji,
- **Listy kontrolne** – łatwiejszy odbiór dokumentów projektowych,
- Porównywalny zakres przy wycenach (**wzory kosztorysów inwestorskich**)
- Konieczność uzgadniania **dodatkowego/ograniczonego zakresu** prac



www.pgi.gov.pl

**Dziękuję za
uwagę**

Patronat medialny



**NOWOCZESNE METODY
ROZPOZNANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO
W DROGOWNICTWIE**

Projekt „Nowoczesne metody rozpoznania podłoża gruntowego w drogownictwie”
finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Skarbu Państwa - Generalną Dyрекcję
Drog Krajowych i Autostrad w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RIB

