



Zadanie 1 (AGH):

Kwerenda metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża ze szczególnym uwzględnieniem terenów osuwiskowych, zjawisk krasowych, gruntów zapadowych oraz wpływów eksploatacji górniczej

**Agnieszka Stopkowicz, Aleksandra Borecka, Marek Cała, Malwina Kolano,
Justyna Adamczyk, Joanna Jakóbczyk**

Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

CEL ZADANIA 1

- Kwerenda i budowa bazy danych dotyczącej metod projektowania oraz technologii wzmocnień podłoża z uwzględnieniem dotychczas stosowanych technologii oraz technologii nowatorskich i perspektywicznych.
- Określenie słabych i mocnych stron poszczególnych technologii w zakresie ich projektowania i wykonywania.
- W efekcie opracowany zostanie **katalog metod projektowania i wykonania wzmocnień podłoża z uwzględnieniem podziału na metody powierzchniowe i wgłębne, jak również dodatkowe podziały oparte na technologii wykonywania wzmocnień i ich funkcji.**

Działania w ramach ZADANIA 1

W ramach zadania przewiduje się następujące działania:

1.1 Rozpoznanie i kwerenda stosowanych metod projektowania oraz technologii wzmocnień podłoża, w tym terenów osuwiskowych, zjawisk krasowych, gruntów zapadowych oraz wpływów eksploatacji górniczej, z uwzględnieniem dostępności poszczególnych technologii na podstawie danych uzyskanych od zrzeszeń, stowarzyszeń branżowych (w tym także międzynarodowych) oraz wykonawców wzmocnień podłoża, wraz z opracowaniem sprawozdania.

1.2 Rozpoznanie i kwerenda nowych (perspektywicznych) technologii wmacniania podłoża gruntowego możliwych do stosowania w realizacji inwestycji drogowych.

1.3. Rozpoznanie typowych wad wykonawczych dla poszczególnych technologii (określenie słabych stron zarówno metod projektowania, jak i technologii).

1.4. Wykonanie zestawienia (katalogu) metod projektowania i wykonania wzmocnień (w tym podłoża) uwzględniającego podział na metody powierzchniowe i wgłębne, jak również dodatkowe podziały oparte na technologii wykonywania wzmocnień i ich funkcji.

1.5. Zebranie danych dotyczących jakości oraz trwałości rozwiązań technologicznych stosowanych w budownictwie drogowym.

1.6. Określenie wymagań dotyczących wartości granicznych kluczowych parametrów podłoża w poszczególnych technologiach (granice stosowalności).

1.7. Określenie wymagań dotyczących parametrów materiałów budowlanych.

1.8. Określenie wymagań dotyczących technologii prowadzenia robót oraz kryteriów oceny jakości wraz ze wskazaniem zakresu monitoringu.

1.9. Upowszechnianie wyników projektu m.in. w formie publikacji i udziału w konferencjach.



AGH



INSTYTUT
BADAWCZY
DRÓG
I MOSTÓW



Działania w ramach ZADANIA 1

AGH odpowiedzialne było za zebranie i zestawienie danych z następujących Oddziałów GDDKiA:



- Oddział Kraków → Przeanalizowano 6 odcinków, 55 przypadków
- Oddział Rzeszów → Przeanalizowano 17 odcinków, 206 przypadków
- Oddział Katowice → Przeanalizowano 11 odcinków, 18 przypadków
- Oddział Wrocław → Przeanalizowano 3 odcinku, 30 przypadków



Warunki geotechniczne (stan zastany)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Zasadniczy problem geotechniczny	Rodzaj dokumentu źródłowego, w którym stwierdzono problem	Rodzaj i zakres badań wykonanych na potrzeby rozpoznania podłoża gruntowego i oceny parametrów geotechnicznych	Najslabsze/wiodące parametry geotechniczne skutkujące koniecznością wzmocnienia	Zakres głębokości wystąpienia problematycznych warunków geotechnicznych	Niekorzystne warunki współistniejące	Uwagi dotyczące kompletności rozpoznania parametrów geotechnicznych	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych

Lokalizacja										
Etap realizacji/rodzaj dokumentacji	Rok	Lokalizacja (np. Odcinek Roboczy nr, pobliska miejscowość)	Numer drogi	Kilometraż		Długość [km]	Klasa drogi	Oddział GDDKiA	Kontakt /Kierownik kontraktu	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych
				Od	Do					
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Elementy wzmocnienia						
Wzmocnienie zasadnicze/działanie stabilizujące						
Elementy (rodzaj i kolejność wykonawstwa)	Parametr podstawowy projektowanego rozwiązania geotechnicznego - kryterium przyjęcia danego rozwiązania (wzmocnienia)	Wartość parametru podstawowego (np. osiadania, nośność, parametry zagęszczenia...)	Parametry geometryczne (np. miąższość, objętość, długość, średnica, rozstaw, długość zbrojenia itp.)	Metoda projektowa wzmocnienia głównego (analitycznie - jaki wzór, numerycznie - jaki model, jaki program)	Koszt wzmocnienia - cena jednostkowa	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych
21	22	23	24	25	26	27

Warunki geotechniczne (stan zastany)										
Lokalizacja										
Etap realizacji/rodzaj dokumentacji	Rok	Lokalizacja (np. Odcinek Roboczy nr,	Numer drogi	Kilometraż		Długość [km]	Klasa drogi	Oddział GDDKiA	Kontakt /Kierow	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego
				Od	Do					
Elementy wzmocnienia										
Wzmocnienie zasadnicze/działanie stabilizujące										
Elementy (rodzaj i kolejność wykonawstwa)	Parametr podstawowy projektowanego rozwiązania geotechnicznego - kryterium przyjęcia danego rozwiązania (wzmocnienia)	Wartość parametru podstawowego (np. osiadania, nośność, parametry zagęszczenia...)	Parametry geometryczne (np. miąższość, objętość, długość, średnica, rozstaw, długość zbrojenia itp.)	Metoda projektowa wzmocnienia głównego (analitycznie - jaki wzór, numerycznie - jaki model, jaki program)		Koszt wzmocnienia - cena jednostkowa		Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych		
21	22	23	24	25		26		27		

Wzmocnienie uzupełniające/działania stabilizujące dodatkowe (np. warstwa przejściowa, geosyntetyki, podbudowa...)						
Elementy	Parametr wiodący geotechniczny	Wartość parametru geotechnicznego	Parametry geometryczne (np. długość, średnica, powierzchnia itd.)	Metoda projektowa wzmocnienia głównego (np. metoda analityczna -	Koszt wzmocnienia - cena jednostkowa	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych
28	29	30	31	32	33	34

Warunki geotechniczne (stan zastany)						
Lokalizacja						
Elementy wzmocnienia						
Wzmocnienie zasadnicze/działanie stabilizujące						
Elementy (rodzaj i kolejność wykonawstwa)	Wzmocnienie uzupełniające/działania stabilizujące dodatkowe (np. warstwa przejściowa, geosyntetyki, podbudowa...)					
	Elementy	Parametr wiodący geotechniczny	Wartość parametru geotechnicznego	Parametry geometryczne (np. długość, średnica, powierzchnia itd.)	Metoda projektowa wzmocnienia głównego (np. metoda analityczna -	Koszt wzmocnienia - cena jednostkowa
	28	29	30	31	32	33
						34

Monitoring						
Przed wykonaniem wzmocnienia		Podczas budowy		Po wykonaniu		
Tak/NIE	Jakie elementy?	Tak/NIE	Jakie elementy?	Tak/NIE	Jakie elementy?	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych
35	36	37	38	39	40	41

Warunki geotechniczne (stan zastany)								
Lokalizacja								
Elementy wzmocnienia								
Wzmocnienie zasadnicze/działanie stabilizujące								
Wzmocnienie uzupełniające/działania stabilizujące dodatkowe (np. warstwa przejściowa, geosyntetyki, podbudowa...)								
Elementy (rodzaj i kolejność wykonawstwa)	Elementy	Parametr wiodący geotechniczny	Monitoring					
			Przed wykonaniem wzmocnienia		Podczas budowy		Po wykonaniu	
			Tak/NIE	Jakie elementy?	Tak/NIE	Jakie elementy?	Tak/NIE	Jakie elementy?
	28	29						
			35	36	37	38	39	40
								41

Awaria						
Czy przed wykonaniem wzmocnienia powstała awaria?	Jaka awaria - ogólna informacja	Czy w czasie wykonywania wzmocnień doszło do awarii?	Jaka awaria - ogólna informacja	Czy po wykonaniu wzmocnień doszło do awarii?	Jaka awaria - ogólna informacja	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych
TAK/NIE		TAK/NIE		TAK/NIE		
42	43	44	45	46	47	48

Lp	Warunki geotechniczne (stan zastany)								
Lokalizacja									
Elementy wzmocnienia									
Wzmocnienie zasadnicze/działanie stabilizujące									
Wzmocnienie uzupełniające/działania stabilizujące dodatkowe (np. warstwa przejściowa, geosyntetyki, podbudowa...)									
Elementy (rodzaj i kolejność wykonawstwa)	Elementy	Parametr wiodący geotechniczny	Monitoring						
			Przed wykonaniem wzmocnienia	Podczas budowy		Po wykonaniu			
			Awarie						
			Czy przed wykonaniem wzmocnienia powstała awaria?	Jaka awaria ogólna informacja	Czy w czasie wykonywania wzmocnień doszło do awarii?	Jaka awaria - ogólna informacja	Czy po wykonaniu wzmocnień doszło do awarii?	Jaka awaria - ogólna informacja	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych
			TAK/NIE		TAK/NIE		TAK/NIE		
42	43	44	45	46	47	48			

Naprawy w trakcie budowy					Naprawy po oddaniu do użytkowania					Nazwa	Autor	KOD	UWAG
Czy dokonano napraw?	Zakres napraw	Częstotliwość/liczba napraw	Koszt napraw	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych	Czy po oddaniu do użytkowania	Zakres napraw	Częstotliwość/liczba napraw	Koszt napraw	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych	katalogu z zamieszczonymi plikami źródłowymi	wpisu	dokumentacji	
TAK/NIE					TAK/NIE								
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62

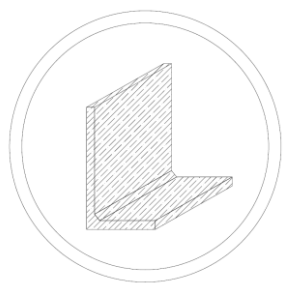
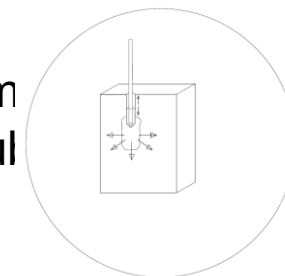
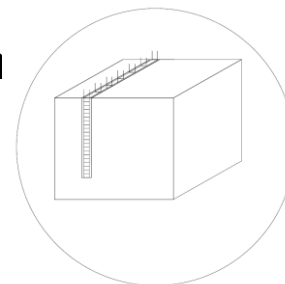
Działania w ramach ZADANIA 1

Zasadnicze wnioski z wykonanej bazy danych w zakresie oceny stateczności:

1. Do obliczeń stateczności stosowane są różne metody od metod równowagi granicznej (Bishop, Morgenstern-Price) do metod numerycznych (różne narzędzia MES 2D).
2. Metody te są stosowane zarówno na KP, jak i dalszych etapach projektowania.
3. Założenia obliczeniowe i metody obliczeniowe nie zawsze są wskazane.
4. Na poszczególnych odcinkach stosowane są zazwyczaj te same rodzaje wzmocnień.
5. Brak danych z awarii.
6. Monitoring wdrażany jest na etapie KP, program monitoringu na etapie PB.
7. Na etapie KP dominuje monitoring powierzchniowy.

Działania w ramach ZADANIA 1

- 1) Zbrojenie górnej części nasypu/nasypy z materacami lub warstwami geosyntetycznym bez wzmocnienia wgłębego
- 2) Zbrojenie dolnej części nasypu
- 3) Wgłębne wzmocnienia
- 4) Zakotwienia
- 5) Gwoździe gruntowe (wgłębne zabezpieczenie przeciwko poziomym przemieszczeniom wykonywane wraz z oblicowaniem powierzchniowym w postaci np. siatek stalowych lub betonu natryskowego)
- 6) Zabezpieczenia skarp skalnych
- 7) Wzmocnienie wgłębne liniowe
- 8) Konstrukcje oporowe
- 9) Poprawa właściwości
- 10) Zmiana geometrii
- 11) Ochrona powierzchni
- 12) Drenaż wgłębny skarp
- 13) Drenaż powierzchniowy

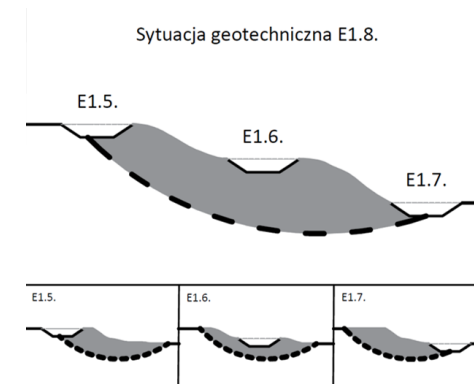
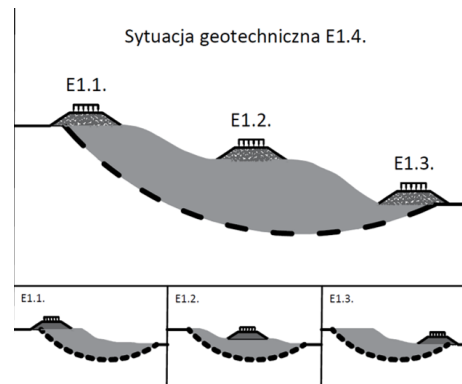


Łącznie wyodrębniono 58 technologii

Działania w ramach ZADANIA 1

E

Tereny osuwiskowe



F

Wpływy górnicze

G

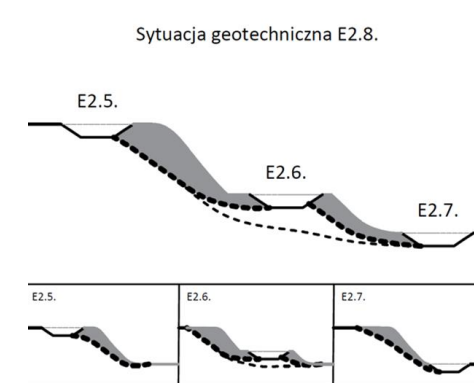
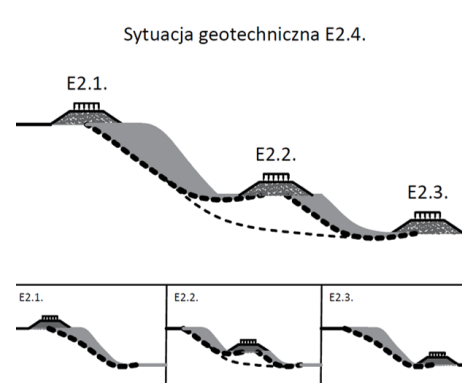
Zjawiska krasowe

H

Grunty ekspansywne

I

Grunty zapadowe



Działania w ramach ZADANIA 1

E

Tereny osuwiskowe

F

Wpływy górnicze

G

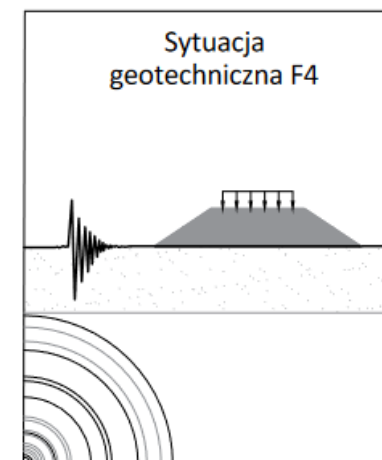
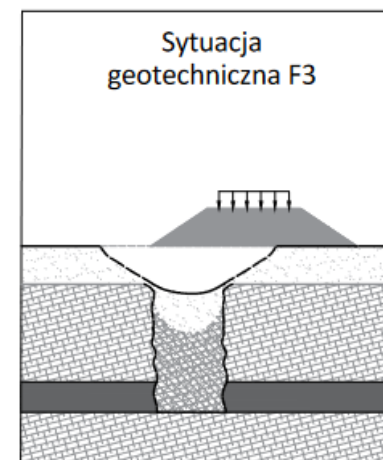
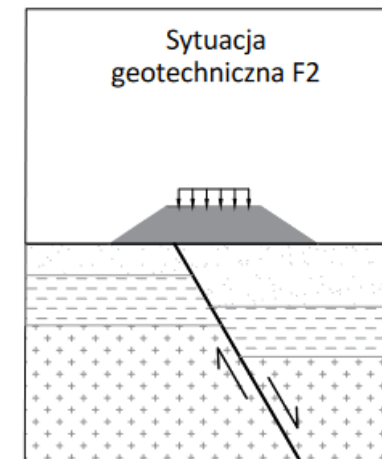
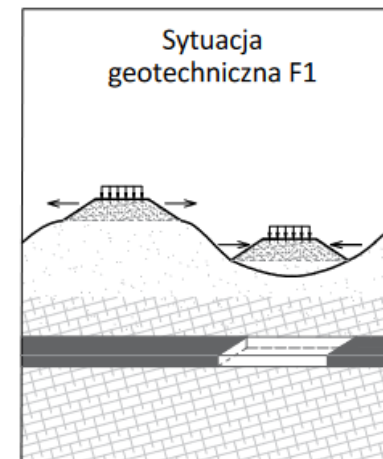
Zjawiska krasowe

H

Grunty ekspansywne

I

Grunty zapadowe



Działania w ramach ZADANIA 1

E – teren osuwiskowy

W grupie tej uwzględnione zostały tereny osuwiskowe (aktywne, okresowo aktywne, nieaktywne) oraz tereny predysponowane osuwiskowo.

E

Zalecane jest sprawdzenie terenu w bazie SOPO, ocena aktywności osuwiska podczas wizji terenowej (wykonanie sprawozdania z wizji). Podczas wizji należy zwrócić uwagę na ukształtowanie terenu, na występowanie rowów, szczelin, progów, wysięki, a także roślinność (pijany las).

Na etapie STEŚ I kartowanie wraz z badaniami geologiczno-inżynierskimi powinno umożliwić wstępną ocenę aktywności osuwisk oraz głębokości powierzchni poślizgu.

Na etapach Steś II, KP – należy rozpocząć prowadzić monitoring jeżeli potwierdzono wystąpienie osuwisk/terenów predysponowanych osuwiskowo.



AGH



INSTYTUT
BADAWCZY
DRÓG
I MOSTÓW



E – teren osuwiskowy

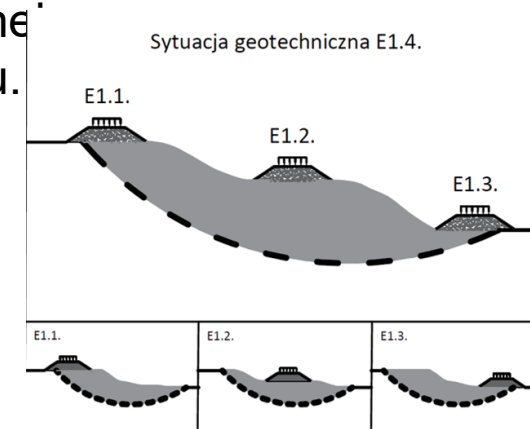
Wyróżniono:

E1. Osuwiska (aktywne, okresowo aktywne, nieaktywne) i tereny predysponowane osuwiskowo z głęboko leżącą powierzchnią poślizgu i projektowanym nasypem (E1.1-E1.3) lub wykopem (E1.4-E1.6):

E1.1. – potencjalna powierzchnia poślizgu na głębokości kilku/kilkunastu metrów, projektowany obiekt stanowi dodatkowe dociążenie osuwiska w górnej jego części.

E1.2. – potencjalna powierzchnia poślizgu na głębokości kilku/kilkunastu metrów, projektowany obiekt stanowi dodatkowe dociążenie osuwiska w środkowej jego części.

E1.3. – potencjalna powierzchnia poślizgu na głębokości kilku/kilkunastu metrów, projektowany obiekt stanowi dodatkowe dociążenie osuwiska w dolnej jego części lub osuwisko zlokalizowane jest powyżej projektowanego obiektu.



AGH



**INSTYTUT
BADAWCZY
DRÓG
I MOSTÓW**



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju



E – teren osuwiskowy

Wyróżniono:

E1. Osuwiska (aktywne, okresowo aktywne, nieaktywne) i tereny predysponowane osuwiskowo z głęboko leżącą powierzchnią poślizgu i projektowanym nasypem (E1.1-E1.3) lub wykopem (E1.4-E1.6):

E1.4. – potencjalna powierzchnia poślizgu na głębokości kilku/kilkunastu metrów, projektowany obiekt zlokalizowany jest w górnej części osuwisk.

E1.5. – potencjalna powierzchnia poślizgu na głębokości kilku/kilkunastu metrów, projektowany obiekt zlokalizowany jest w środkowej części osuwiska.

E1.6. – potencjalna powierzchnia poślizgu na głębokości kilku/kilkunastu metrów, projektowany obiekt zlokalizowany jest w dolnej części osuwiska lub osuwisko zlokalizowane jest powyżej projektowanego obiektu.

E



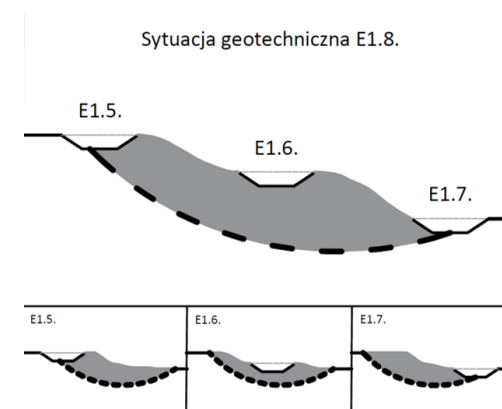
AGH



**INSTYTUT
BADAWCZY
DRÓG
I MOSTÓW**



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**



Wypełnij ankietę



<https://www.pgi.gov.pl/drogi-2/15569-wypelnij-ankiete.html>



AGH



**INSTYTUT
BADAWCZY
DRÓG
I MOSTÓW**

ZESKANUJ QR KOD

Wypełnij ANKIETĘ

Badanie jest poufne



MONITORING

regularne (cykliczne), systematyczne zbieranie i analizowanie ilościowych danych wybranych wielkości przez z góry określony czas, **w celu wykrywania zagrożeń**, ostrzegania o grożącym niebezpieczeństwie i na ich podstawie wdrażania działań na wypadek przekroczenia wartości alarmowych (interwencyjnych) lub ich zaniechania.



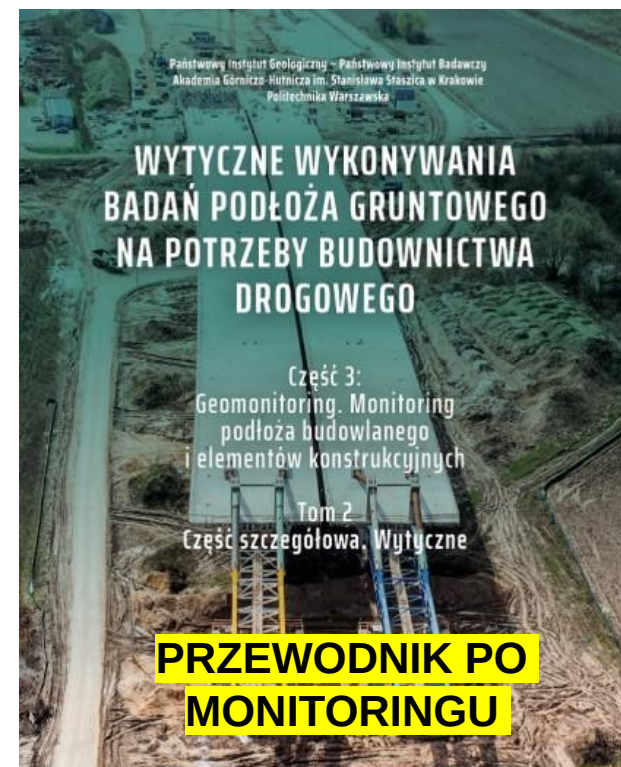
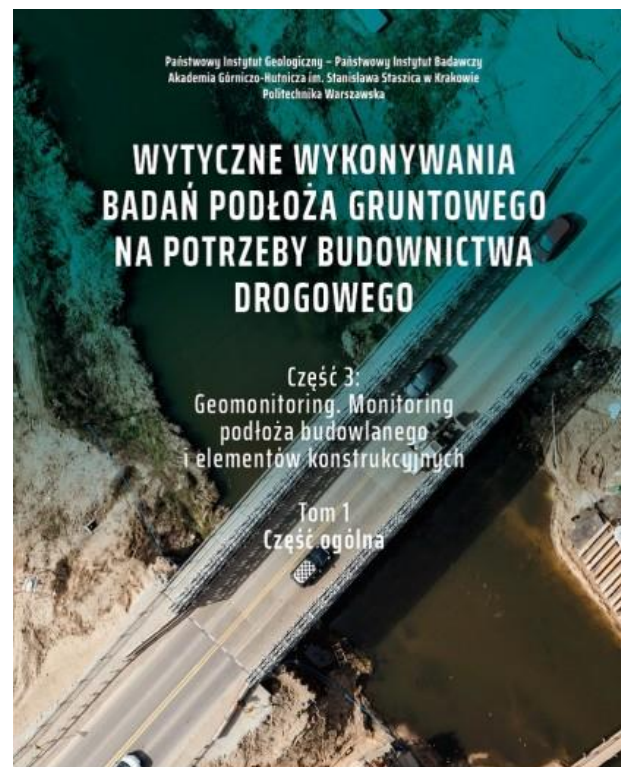
Przegląd metod
badawczych
wykorzystywanych
w rozpoznaniu i
ocenie właściwości
podłoża

Analiza obowiązujących
przepisów prawnych i
norm w zakresie
monitoringu
geotechnicznego

Przegląd metod
monitoringu
powierzchniowego i
wglębnego

MONITORINGU PODŁOŻA GRUNTOWEGO I ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

Projekt "Nowoczesne metody rozpoznawania podłoża gruntowego"
finansowany przez Narodowe Centrum Badań i rozwoju oraz Skarb Państwa - Generalną Dyрекję
Dróg Krajowych i Autostrad w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RID





**Zastosowanie geotechnicznych i
geodezyjnych metod pomiarowych
w monitoringu (na podstawie
PN-EN ISO 18674-1:2015 oraz
Mazzanti 2017)**

Mierzony parametr	Przyrządy/metody geotechniczne	Przyrządy/metody geodezyjne teledetekcyjne
przesunięcie punktu pomiarowego, uwzględniające również szczególne przypadki takie jak pionowa składowa przesunięcia (osiadanie, wypieranie), oraz wyprowadzone parametry takie jak wychylenie (przechył), odkształcenie	wskaźniki rozwarcia rys (płytki), szczelinomierze, pochylomierze, wahadła, inklinometry, deflektometry, pomiary TDR, repery wgłębne (pomiar punktowy) ekstensometry, konwergometry hydroniwelatory, hydroprofilometry, kable światłowodowe	niwelatory, pomiary tachimetryczne (dalmierze, manualne, automatyczne), pomiary GNSS (GPS), skanowanie laserowe (naziemny, lotniczy, UAV) interferometria radarowa (naziemna i satelitarna), fotogrametria (lotnicza, UAV) techniki cyfrowej korelacji obrazu (DIC)
profile przesunięć pionowych i poziomych gruntu, fundamentów, ścianek szczelinowych	systemy inklinometryczne poziome i pionowe (łańcuchowe, modułowe), wielopunktowe hydroniwelatory hydroprofilometry, kable światłowodowe	brak narzędzi pomiarowych
wahania zwierciadła wody	piezometry otwarte: studnie, otwory obserwacyjne, piezometry zamknięte: czujniki do pomiaru ciśnienia porowego wody	brak narzędzi pomiarowych
ciśnienie wody	czujniki do pomiaru ciśnienia porowego wody	brak narzędzi pomiarowych
drżenie (prędkość, przyspieszenie)	akcelerometry, geofony, sejsmometry	pomiary GNSS (GPS) naziemna interferometria radarowa, wibrometry laserowe techniki cyfrowej korelacji obrazu (DIC)
ciśnienie naprężenie siła	czujniki do pomiaru naprężeń/parcia gruntu /skały czujniki do pomiaru naprężeń/parcia obudowy czujnik do pomiaru obciążeń kotwi czujnik do pomiaru obciążeń konstrukcji tensometry kable światłowodowe	brak narzędzi pomiarowych
temperatury	termometry, termistory kable światłowodowe	kamery termowizyjne
wilgotności gruntu	czujniki do pomiaru wilgotności kable TDR	satelity operujące w zakresie radarowym

INTERNATIONAL STANDARD **ISO 18674-3**
First edition 2017-10

Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation —
Part 3:
Measurement of displacements across a line: Inclinometers

Reconnaissance et essais géotechniques — Surveillance géotechnique par instrumentation in situ —
Partie 3: Mesurages des déplacements perpendiculairement à une ligne par inclinomètre

Część	Tytuł	Status
1	Zasady ogólne	opublikowano – lipiec 2015 jako PN-EN ISO 18674-1
2	Ekstensometry	opublikowano - styczeń 2017 jako PN-EN ISO 18674-2
3	Inklinometry	opublikowano – luty 2018 jako PN-EN ISO 18674-3
4	Piezometry	opublikowano – grudzień 2020 jako PN-EN ISO 18674-4
5	Pomiar parcia gruntu (TPC)	opublikowano – marzec 2020 jako PN-EN ISO 18674-5
6	Pomiary przemieszczeń wykorzystujące metody hydrauliczne	w przygotowaniu
7	Pomiar tensometryczny	w przygotowaniu (konsultacje z członkami ISO)
8	Pomiar naprężeń	opublikowano – marzec 2024 jako PN-EN ISO 18674-8
9	Geodezyjne przyrządy monitorujące	w przygotowaniu
10	Pomiar drgań	

GEODEZJA

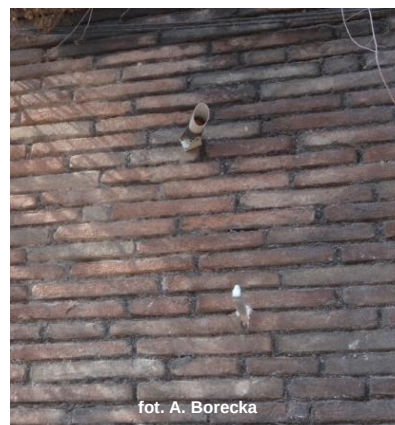
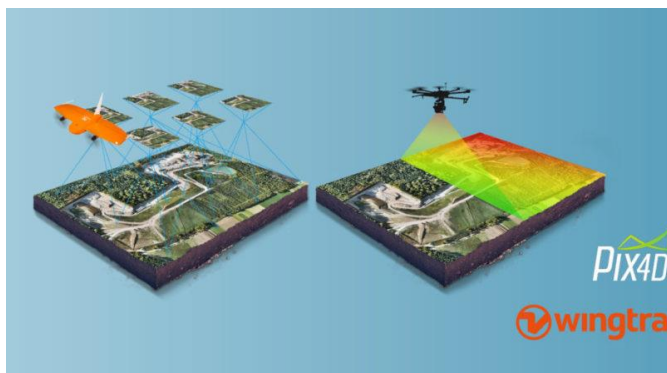
- Pomiary satelitarne GNSS (2D, 3D)
- Pomiary tachymetryczne (sieci kątowno-liniowe 2D, 3D)
- Niwelacja (1D)

TELEDETEKCJA

- Satelity optyczne o średniej zdolności rozdzielczej
- Satelity optyczne o wysokiej zdolności rozdzielczej
- Satelity operujące w zakresie radarowym
- Satelitarna interferometria radarowa
- Naziemna interferometria radarowa
- Lotniczy skaning laserowy
- Mobilny skaning laserowy z niskiego pułapu lotniczego
- Naziemny skaning laserowy

FOTOGRAMETRIA

- Fotogrametria lotnicza
- Fotogrametria niskiego pułapu - Bezzałogowe Statki Powietrzne (UAV)



MONITORING GEODEZYJNY



MONITORING GEOTECHNICZNY

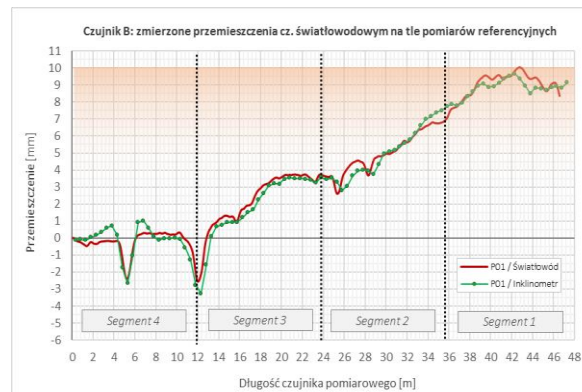
MONITORING POWIERZCHNIOWY

- Wskaźniki rozwarcia rys, szczelin
- Szczelinomierze linkowe (strunowy)
- Szczelinomierze precyzyjne (1D, 2D, 3D)
- Ekstensometry taśmowe, linkowe
- Pochyłomierze przenośne
- Pochyłomierze precyzyjne
- Wahadła
- Geofony,
- Sejsmografy, sejsmometry
- Akcelerometry



MONITORING WGLĘBNY

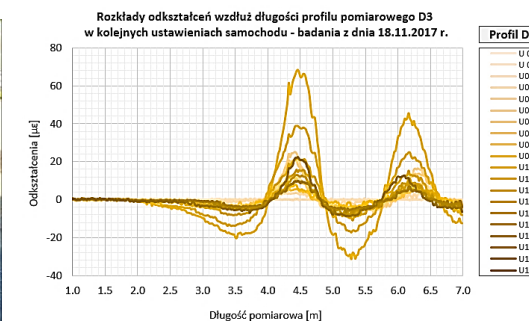
- Inklinometry przenośne
- Inklinometry łańcuchowe (IPI)
- Inklinometry modułowe (np. typu SAA)
- Pomiary reflektometryczne TDR
- Ekstensometry prętowe, strunowe...
- Ekstensometry przenośne
- Repery wglębne
- Hydroniwelatory
- Profilometry (hydroprofilometry, inklinometry poziome)
- Piezometry otwarte (studnia obserwacyjna)
- Piezometry zamknięte (pomiar ciśnienia piezometrycznego)
- Czujniki do pomiaru ciśnienia porowego wody
- Czujniki do pomiaru naprężeń/parcia gruntu/skał
- Czujniki do pomiaru naprężeń/parcia obudowy
- Czujnik do pomiaru obciążenia kotew (wciągach sprężających)
- Czujniki do pomiaru obciążeń konstrukcji
- Tensometry
- Systemy światłowodowe
- Czujniki do pomiaru wilgotności, temperatury
-



Instalacja światłowodowych czujników przemieszczeń oraz inklinometru poziomego wewnątrz nasypu drogowego za przyczółkiem obiektu mostowego



Instalacja światłowodowych czujników odkształceń w warstwach podbudowy z pianobetonu oraz widok konstrukcji drogi z czasu obciążeń próbnych



Instalacja światłowodowych czujników odkształceń w warstwach asfaltowych oraz przykładowe wyniki pomiarów z czasu

MONITORING METEOROLOGICZNY



MONITORING METEOROLOGICZNY

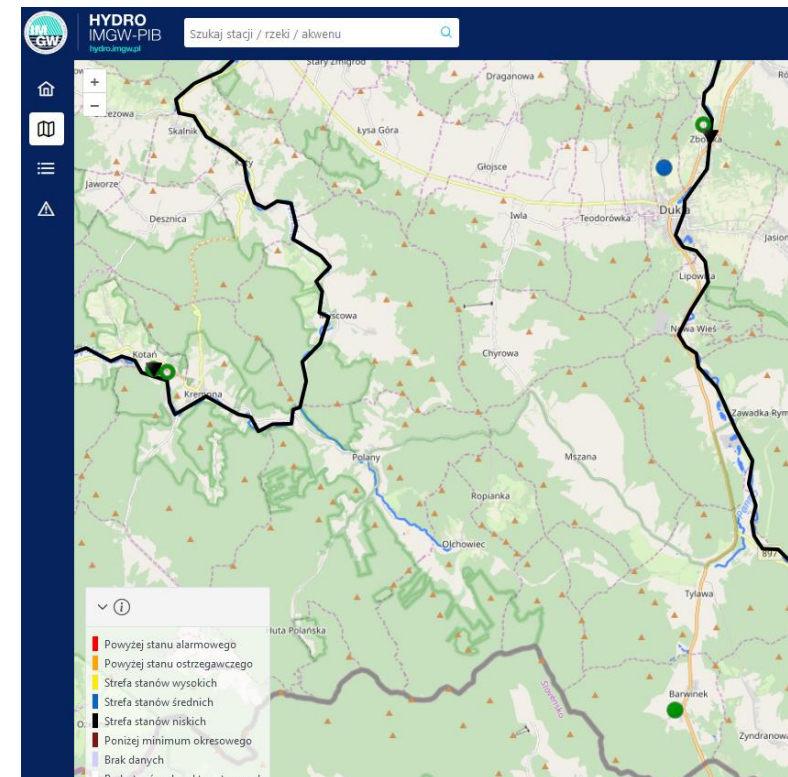
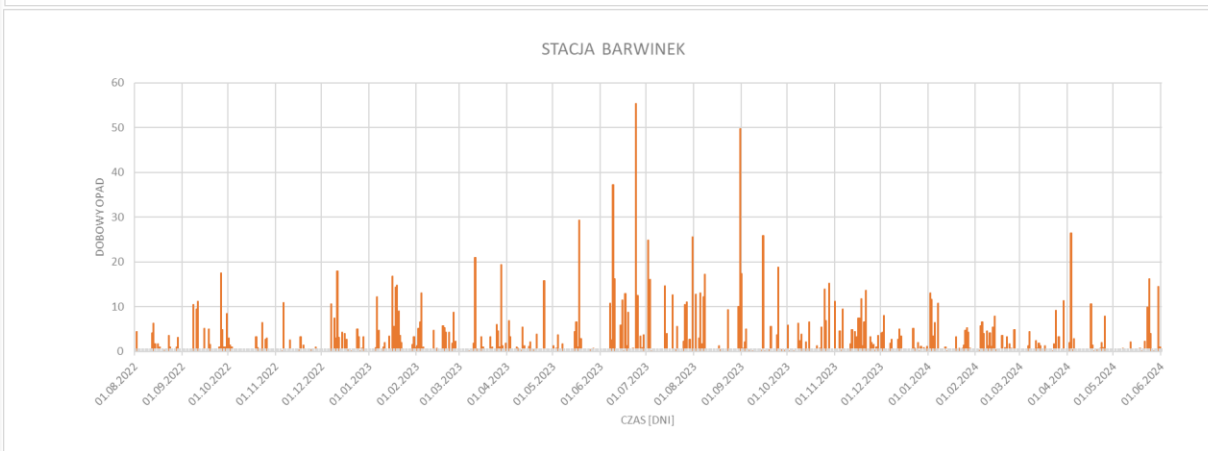
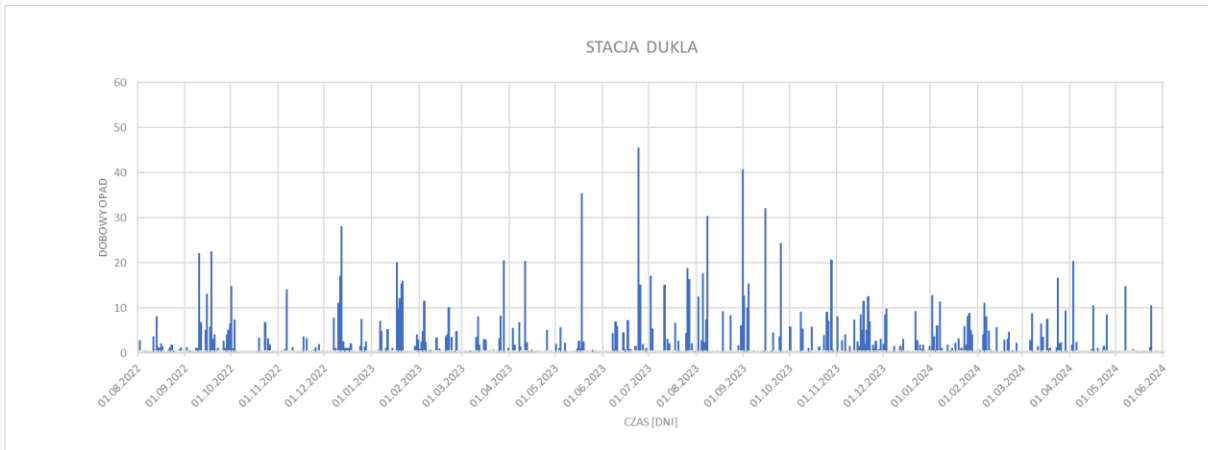


Tabela 7 Zestawienie sumy miesięcznych opadów dla stacji meteo zlokalizowanych w sąsiedztwie S19 odcinek Dukla-Barwinek

	Opady miesięczne za rok 2024			Opady miesięczne za rok 2023			Opady miesięczne za rok 2022			2021
Stacja	Dukla	Barwinek	Zboiska	Dukla	Barwinek	Zboiska	Dukla	Barwinek	Zboiska	Zboiska
Miesiąc	Suma opadów miesięcznych w [mm]									
styczeń	78,9	68,2	85,9	101,9	96,1	111,41	33	34,2	45,1	65,6
luty	48,9	56,0	47,3	55,4	65,1	66,3	27	33,7	41,1	69,6
marzec	64,0	39,0	60,8	53,9	65,9	61,6	44,5	17,2	36,6	37,3
kwiecień	47,6	55,9	45,7	44,5	42,1	50,1	42,5	63,5	47,3	81,1
maj				53,9	52,5	51,3	31,1	42,3	27,8	84,9
czerwiec				97,3	183,8	106,8	52,5	33	35	59,4
lipiec				93,8	130,7	96,2	25	52,4	121	124,3
sierpień				139,6	131,1	136,1	24,8	28,3	17,3	174,2
wrzesień				103,7	81,6	113,3	80,5	77,9	83,5	75,4
październik				70,7	70,7	75,7	39,1	22	37,4	1,8
listopad				88,1	99,6	101,2	27,1	20,4	30,8	55,9
grudzień				45,4	43,6	61,4	86,8	65,7	92,6	50,3

	Cykl pomiarowy																
	0-I 92 dni	I 2022- I 2023 37 dni	I-II 28 dni	II-III 29 dni	III-IV 31 dni	IV-V 47 dni	V-VI 24 dni	VI-VII 29 dni	VII-VIII 19 dni	VIII-IX 36 dni	IX-X 31 dni	X-XI 34 dni	XI-XII 18 dni	XII-XIII 34 dni	XIII-XIV 29 dni	XIV-XV 30 dni	XV-XVI 27 dni
Stacja	Ilość opadów w mm pomiędzy kolejnymi cyklami pomiarowymi																
DUKŁA	160	106,7	56,7	28,5	74,6	70,9	107,8	71,5	82,7	160,5	49,5	109,2	27,6	62,1	73,0	42,9	57,0
BARWINEK	130	102,9	59,6	43,0	76,0	135,1	174,1	89,8	61,8	150,0	56,4	114,8	32,2	62,0	62,3	24,7	57,2

Metody bezpośrednie charakteryzują się **wyższą** dokładnością w danej lokalizacji, ale **zmniejszoną** gęstością informacji przestrzennej i ograniczonym rozmiarem monitorowanego obszaru, podczas gdy **metody zdalne** charakteryzują się **mniejszą** dokładnością w danej lokalizacji, ale **większą** gęstością informacji i większym rozmiarem monitorowany obszar.

WSPÓŁCZYNNIK MONITOROWANEJ PRZESTRZENI

pomiary:

- ✓ **punktowe,**
- ✓ **liniowe,**
- ✓ **przestrzenne - powierzchniowe**
- ✓ **przestrzenne - objętościowe – quasi-3D**

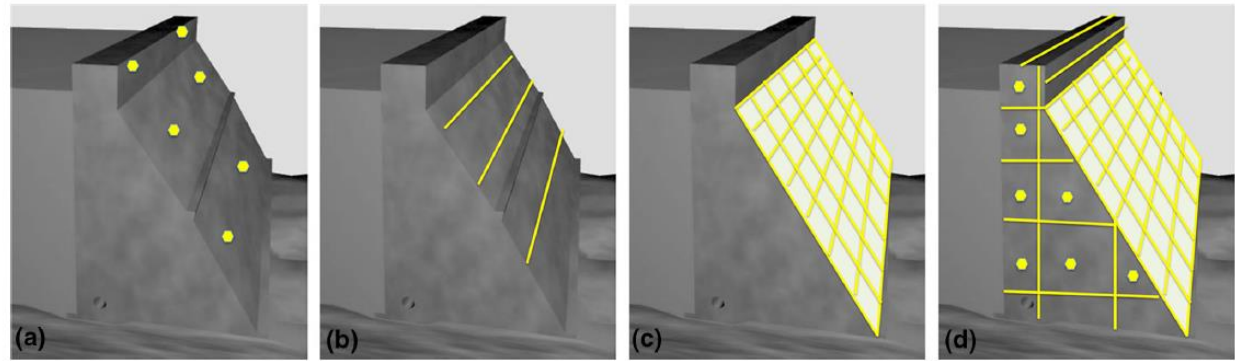
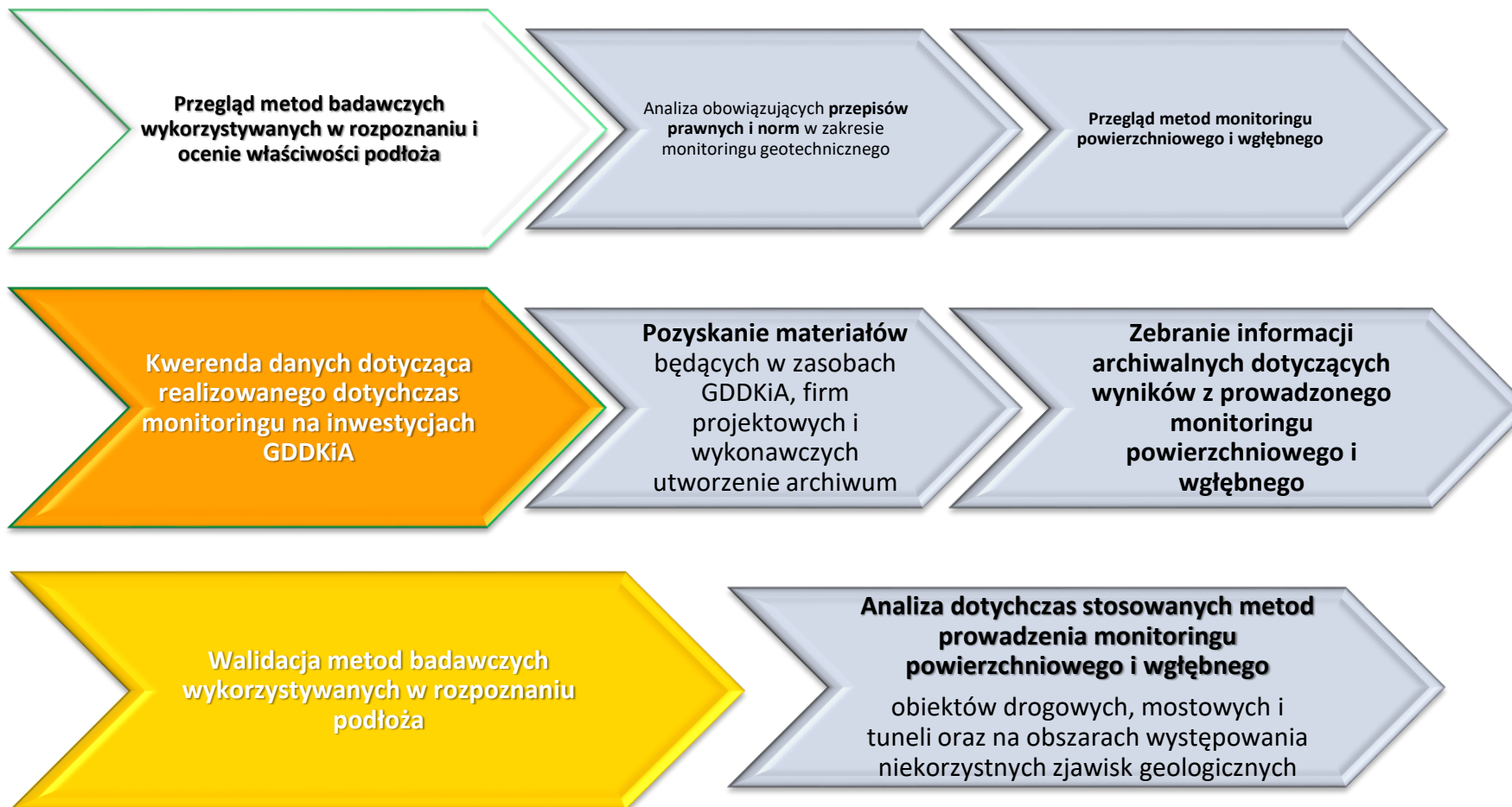


Fig. 1 Schematic description of the four main categories of space monitoring: **a** point based; **b** linear based; **c** spatial based; **d** volumetric based



Lp	Oddział GDDKiA	Problem badawczy
1	BI - Białystok	występowanie podłoża słabonośnego
2	BY - Bydgoszcz	występowanie podłoża słabonośnego
3	GD - Gdańsk	występowanie podłoża słabonośnego
4	KA - Katowice	występowanie podłoża słabonośnego obszary osuwiskowe szkody górnicze
5	KR - Kraków	występowanie podłoża słabonośnego obszary osuwiskowe
6	KI - Kielce	brak danych
7	LU - Lublin	występowanie podłoża słabonośnego

8	LO - Łódź	brak danych
9	OL - Olsztyn	występowanie podłoża słabonośnego
10	OP - Opole	występowanie podłoża słabonośnego
11	PO - Poznań	brak danych
12	RZ - Rzeszów	obszary osuwiskowe
13	SZ - Szczecin	występowanie podłoża słabonośnego
14	WA - Warszawa	występowanie podłoża słabonośnego obszary osuwiskowe

Lp.	Firma/ instytucja	Rok powstania dokumentacji	Rodzaj dokumentacji							Monitoring		Dotyczy monitoringu terenów:					
			Projekt geologiczno-inżynierski	Dokumentacja geologiczno-inżynierska	KP	Projekt budowlany	Projekt wykonawczy	Dokumentacja powykonawcza	Inny	kontrolacji inżynierskiej	podłoża	osuwiskowych	poddanych oddziaływaniom eksploatacji górniczej	występowania podłoża słabonośnego	występowania gruntów zapadowych	występowania gruntów ekspansywnych	objętych procesami krasowymi
1		2014/2015					x			x	x			Występowanie nasypów niekontrolowanych z gruntów spoistych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym, osadów organicznych tj. torfów, namulów i gytii, występowanie w podłożu gruntów słabonośnych wykształconych w posytaci piasków gliniastych, glin piaszczystych, glin w stanie miękkoplastycznym i plastycznym,			
		2018															
2		2017				x				x	x			grunty organiczne, tj. głównie torfy i namuły oraz gytie, które zlokalizowane są w obrębie doliny Kanalu Bydgoskiego do głębokości ~ 3 + 4 m p.p.t.; rzeczne piaski różnej granulacji występujące w obrębie dolin rzecznych i podścielające wyżej opisane grunty organiczne, piaski rzeczne zawierają liczne ślady i domieszki humusu oraz namulów i pyłów; pyły piaszczyste, pyłu, gliny pulasye o IL>0,5			
3		2015				x				x	x			grunty organiczne			

[illegible]

[illegible]

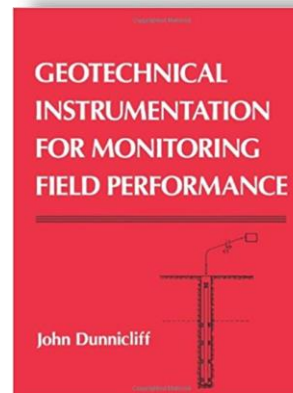
[illegible]

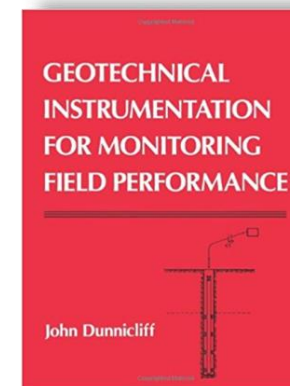
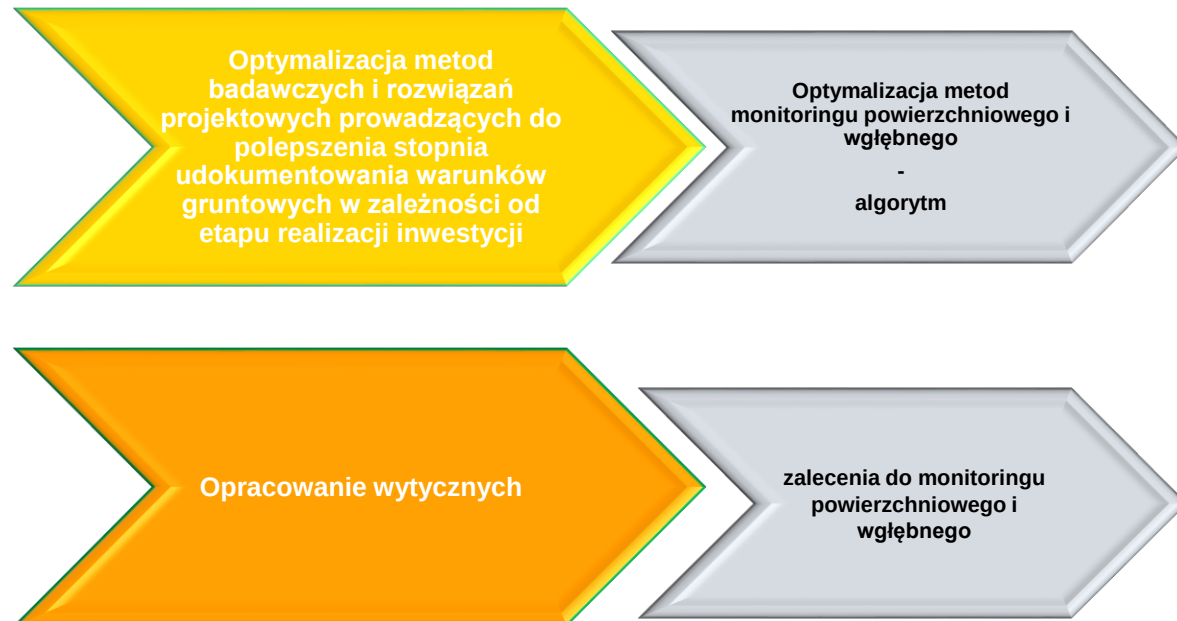


														Przed wykonaniem wzmocnienia		Podczas budowy		Po wykonaniu			UWAGI	
Pomiary pącia i naprężeń		Pomiary obciążeń i odkształceń elementów konstrukcyjnych					Pomiary meteorologiczne			Pomiary drgań												Inne nie ujęte w tabeli
		Inne			Pomiary obciążeniowe kotew																	
poduszki hydrauliczne	czujniki wkładane w grunt	tensometry	oporowe ogniwa obciążeniowe np. pali	systemy światłowodowe OTDR	elektryczne	pomiar hydrauliczny	opadomierze (deszczomierze)	pomiar ciśnienia atmosferycznego (barometr)	pomiar temperatury	akcelerometry	geofony	sejsmometry	konstrukcja inżynierska (K) czy podłoże (P)	Tak/NIE	Jakie elementy?	Tak/NIE	Jakie elementy?	Tak/NIE	Jakie elementy?	Źródło: Podać nazwę dokumentu źródłowego i zamieścić go w danych		
														nie		tak	repery talerzowe	tak	repery talerzowe	projekt monitoringu wglębnego wzmocnienia	pomiary tachimetrycznym czy GNSS?? Zgodnie z projektem monitoringu repery talerzowe można było zastąpić profilometrami (inclinometrami poziomymi)	
																tak	repery powierzchniowe	tak	inclinometry pionowe i poziome	taki monitoring został zaprojektowany - projekt geotechniczny		
																tak	repery talerzowe i powierzchniowe			taki monitoring został zaprojektowany - projekt geotechniczny w przypadku koniecznego wzmocnienia za pomocą kolumn żwirowych wykonywanych w przypadku niepełnej wymiany gruntów organicznych lub w przypadku wzmocnienia metodami konsolidacyjnymi		

Optymalizacja metod
badawczych i rozwiązań
projektowych prowadzących
do polepszenia stopnia
udokumentowania warunków
gruntowych w zależności od
etapu realizacji inwestycji

Optymalizacja metod
monitoringu
powierzchniowego i
wglębnego
-
algorytm





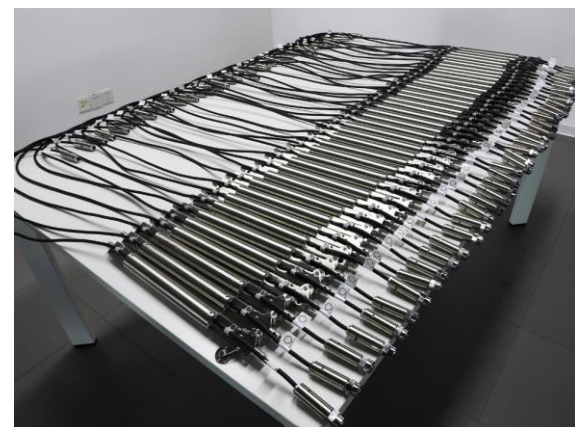
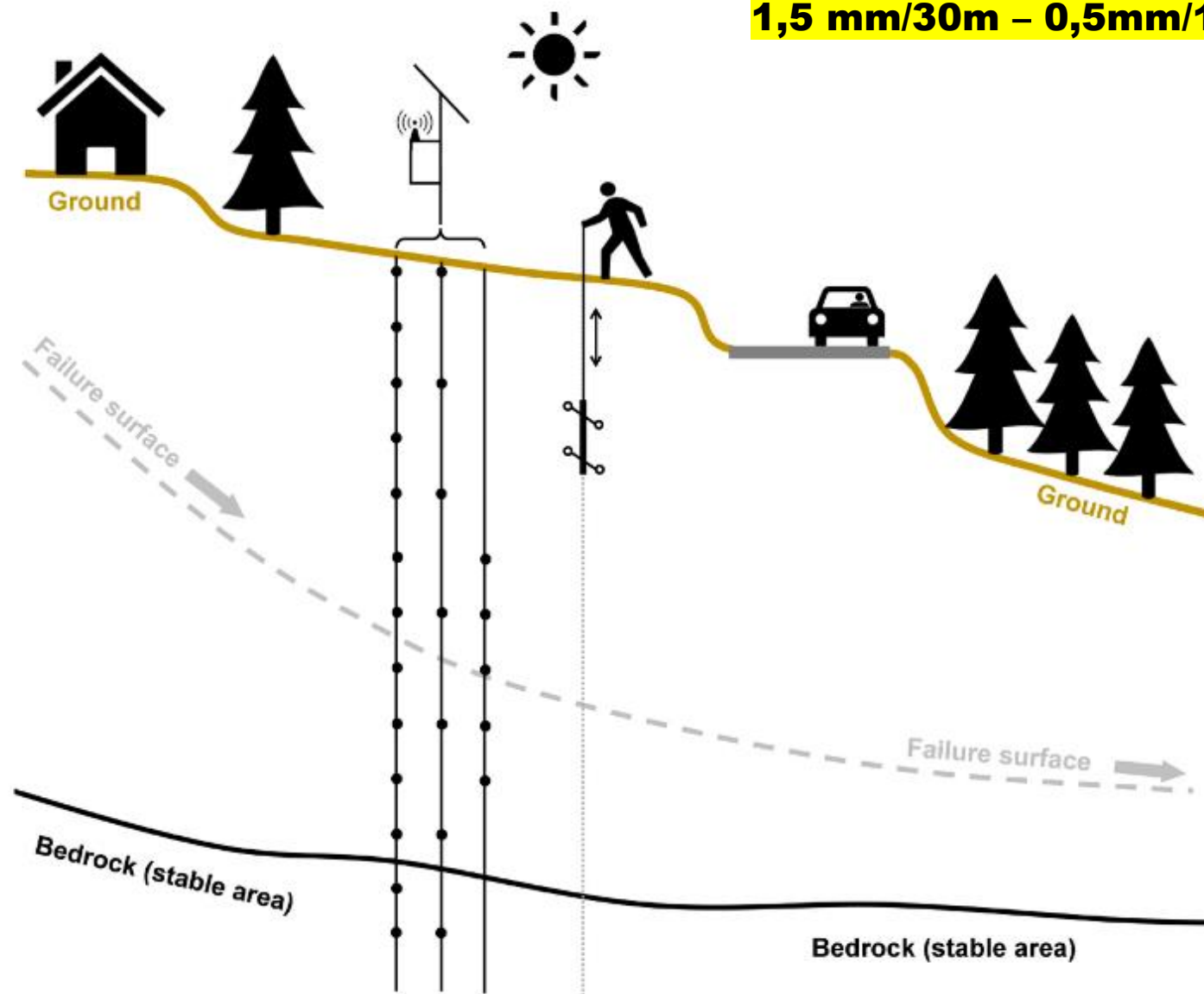
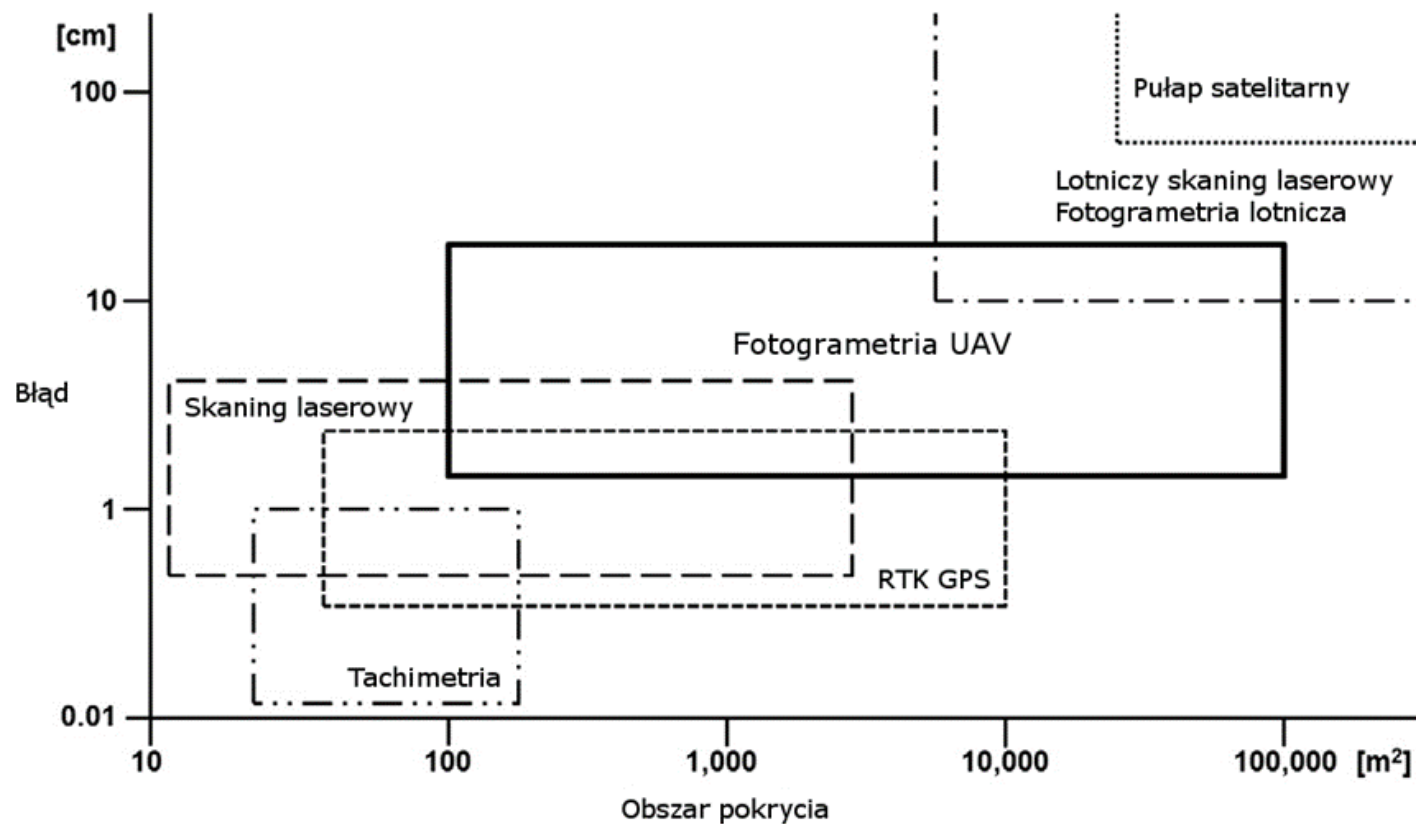


Figure 2. Standard approach to the deep-seated horizontal ground deformation. (a) Manual measurements with operator and portable probe; (b) In-Place Inclinator (IPI) with high number of sensors for all the length of the borehole; (c) IPI with reduced number of sensors for all the length of the borehole; and (d) IPI with a reduced number of sensors only for a small part of the borehole (close to the hypothesized failure surface).

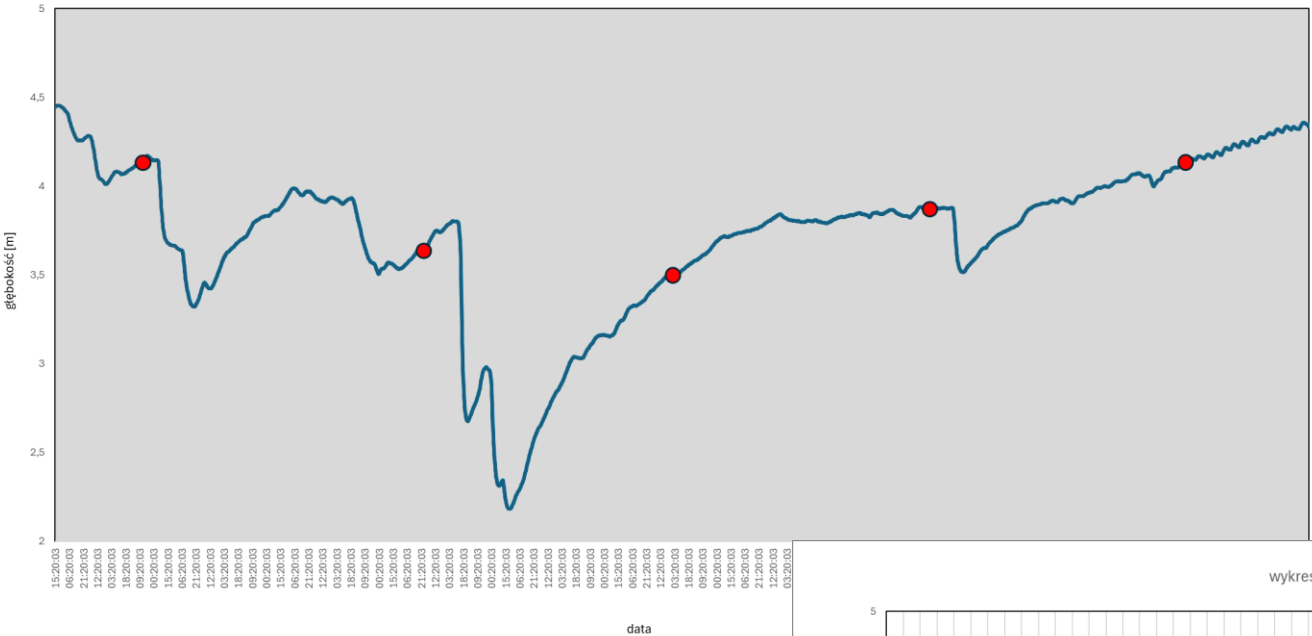
1,5 mm/30m – 0,5mm/10m



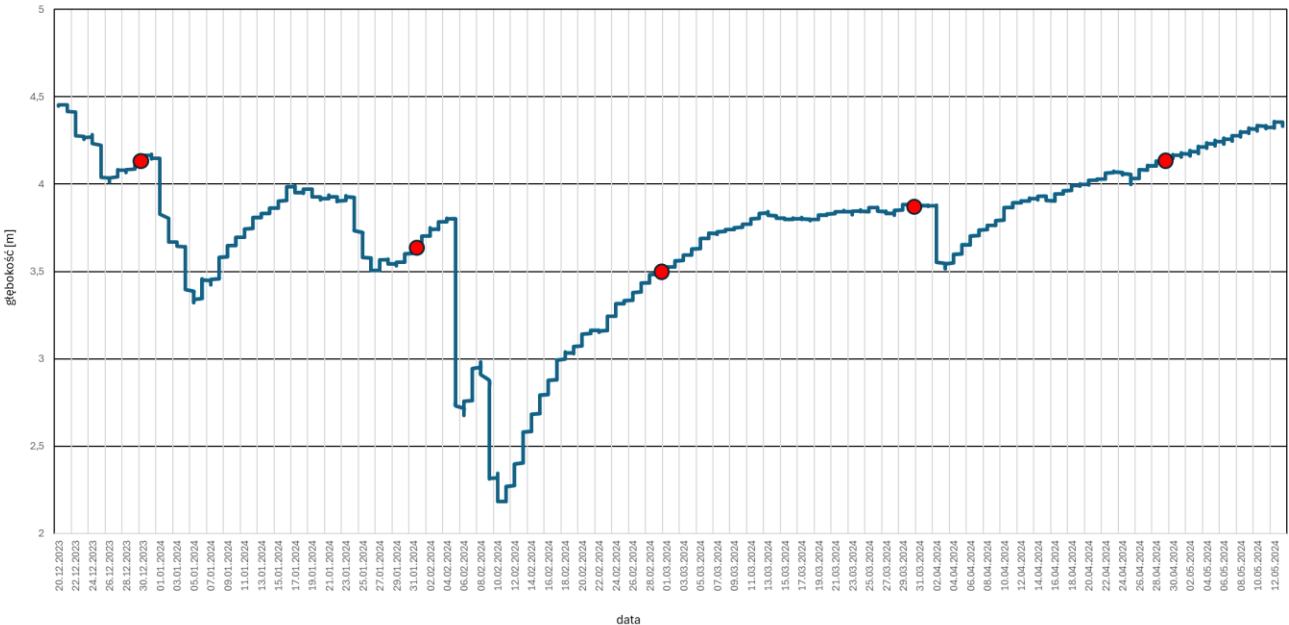
WSPÓŁCZYNNIK MONITOROWANEJ PRZESTRZENI



wykres głębokości poziomu zwierciadła wody w piezometrze P-2 [m]



wykres głębokości poziomu zwierciadła wody w piezometrze P-2 [m]



Rodzaj pomiaru	Zalety	Ograniczenia
Pomiar ręczny	✓ Zwykle łatwe do wykonania i nie wymagające wysokiego poziomu wiedzy ?? ✓ Jakość danych może być dopiero oceniana po ich zebraniu	✓ Pracochłonne gromadzenie danych ✓ W wielu wypadkach brak możliwości zbierania częstych danych ✓ Możliwość wystąpienia błędów w przenoszeniu danych do narzędzi zarządzających danymi / prezentacji ✓ Mogą być niepraktyczne dla terenów odległych, np. gdy pracownicy nie są często obecni na miejscu ✓ W sytuacji kryzysowej (zagrożenia) często brak możliwości wykonywania pomiarów ✓ Czynnik ludzki
Rejestrator danych	✓ Gromadzenie danych w oparciu o zaistniałe zdarzenia ✓ Spójne gromadzenie danych i elektroniczna obsługa danych ✓ Sprzęt jest dość tani i prosty w konfiguracji	✓ Wymaga specjalistycznej wiedzy w zakresie konfigurowania rejestratorów danych ✓ Jakość danych nie może być oceniona, dopóki nie zostanie pozyskana z terenu ✓ Wyładowania atmosferyczne ✓ Należy wziąć pod uwagę źródło zasilania
Monitoring w czasie rzeczywistym	✓ Gromadzenie danych w oparciu o występujące zdarzenia ✓ Spójne gromadzenie danych i elektroniczna obsługa danych ✓ Wyświetlanie danych w czasie rzeczywistym (24/7) ✓ Zmniejszenie nakładu pracy związany z gromadzeniem i przetwarzaniem danych (pomiar automatyczny) ✓ Można zdalnie zmieniać częstotliwości odczytów i konfiguracji zbierania danych w razie potrzeby ✓ Możliwe szybsze oszacowanie wyników monitoringu - zwiększanie nie tylko możliwości interpretacji otrzymywanych wyników ale i szybkość reakcji na zagrożenie.	✓ Automatyzacja może sprzyjać samozadowoleniu, jeżeli program monitorowania nie jest dobrze zdefiniowany lub zrozumiany ✓ Wymaga wysokiego poziomu doświadczenia przy instalacji i utrzymaniu systemu ✓ Większy koszt instalacji i okresowej konserwacji ✓ Znaczenie kontroli wizualnych może zostać pominięte lub zdyskontowane, co wynika z rzeczywistej prezentacji wskazań przyrządów automatycznych ✓ Wyładowania atmosferyczne ✓ Potrzeba źródła zasilania ✓ Wandalizm



**CO PIERWSZE
INKLINOMETR CZY PIEZOMETR?**

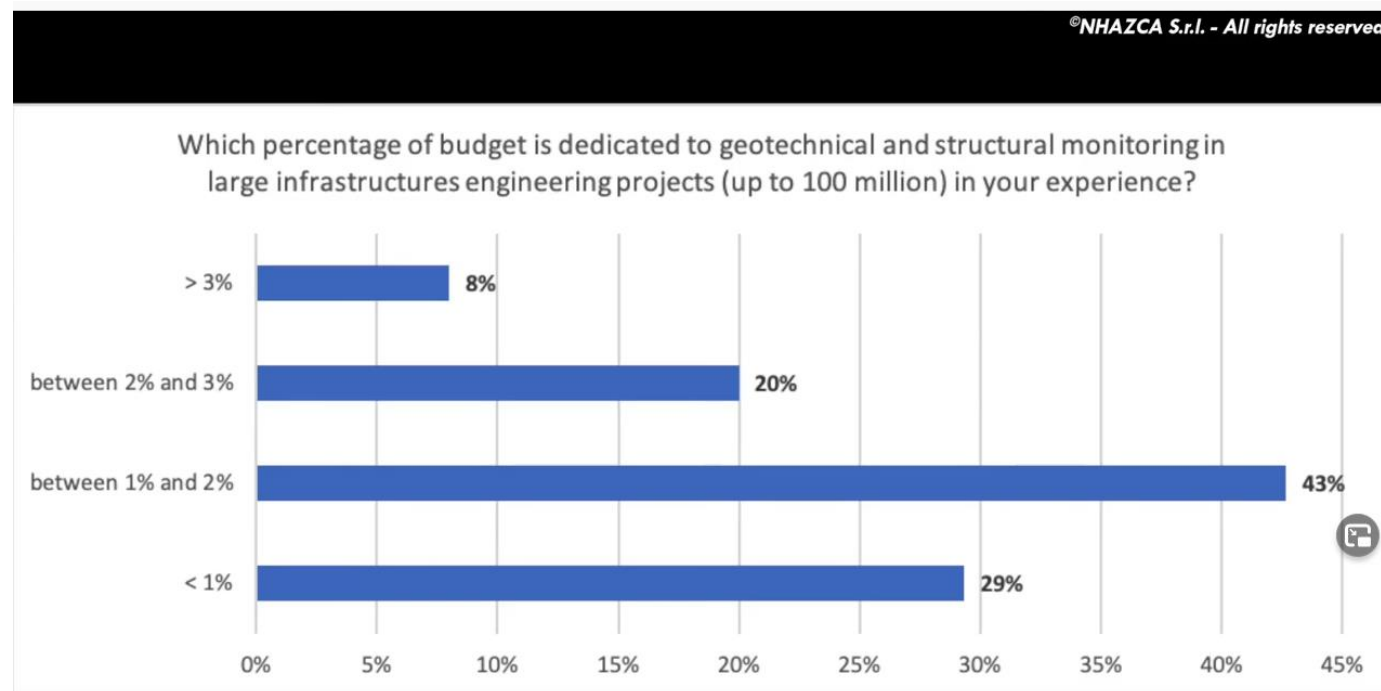
TERMINOLOGIA



KOSZTY MONITOROWANIA

**W Polsce udział systemu
monitorowania
w koszcie
monitorowanego obiektu
to około 0.5%-1%**

Past, present and future of geotechnical and structural monitoring by Prof. Paolo Mazzanti, CEO of NHAZCA S.r.l., 10.2020



W przypadku budownictwa geotechnicznego **ogólną praktyczną zasadą jest to, że 1% do 2% budżetu budowlanego** jest na ogół wystarczające na kompleksowy program monitorowania. Oczywiście jest to tylko ogólna idea, ponieważ zgodnie z zasadą nr 1 zakres monitorowania zależy od potrzeb projektu, w szczególności **od stopnia ryzyka**.

KOSZTY MONITOROWANIA



% of Monitoring Budget

Monitoring Budget

1-4 % of the infrastructure project

Monitoring Technical Value

0-20 % of the infrastructure project

"Design" of Monitoring Plan

0-15 % of the monitoring project





DZIĘKUJEMY

