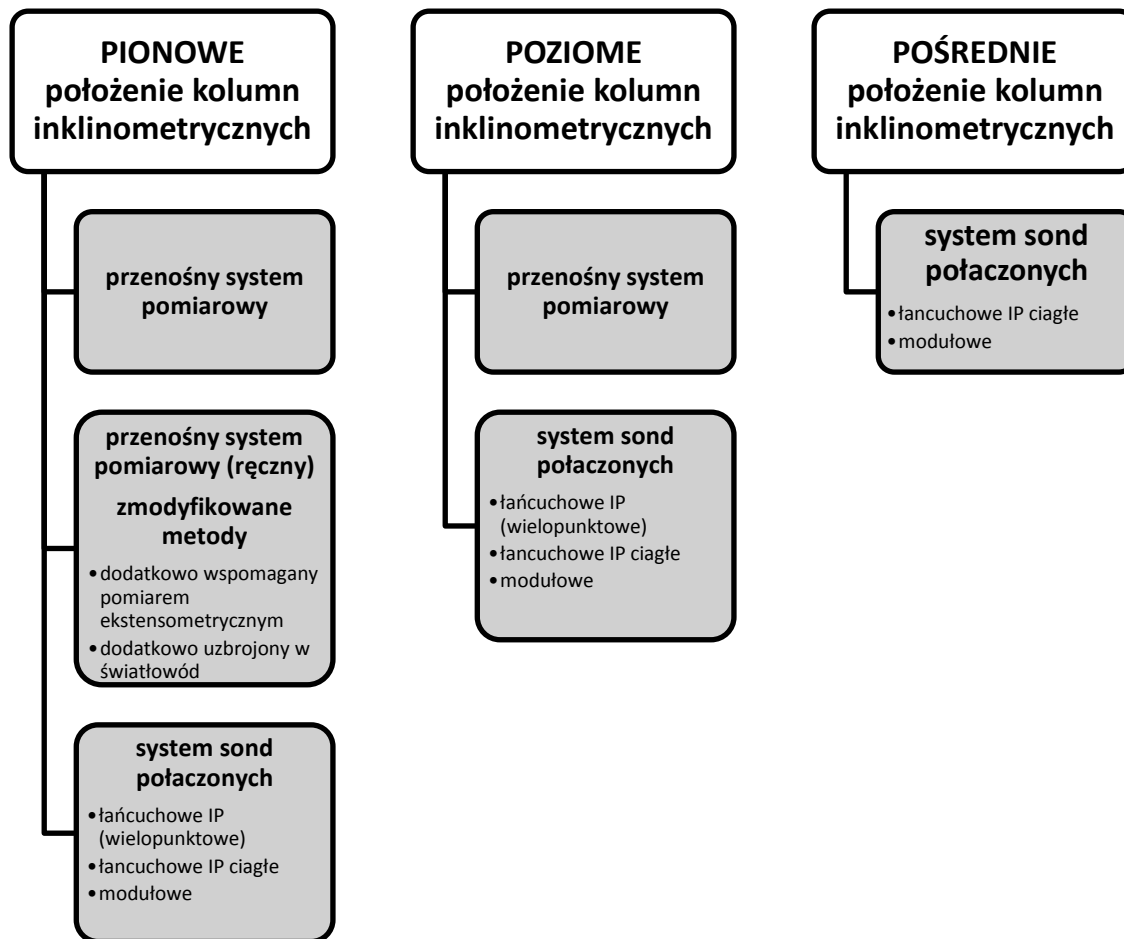






www.geosense.co.uk



www.slopeindicator.com



<https://learninglegacy.crossrail.co.uk/>



	PRZENOŚNE	ŁAŃCUCHOWE IPI	MODUŁOWE
Cały profil	tak	tak/nie	tak
Czas odczytu	15 minut na 10m	sekundy	sekundy
Zdalny dostęp	nie	tak	tak
Rejestracja danych	nie	tak	tak
Główne zalety	najtańszy sposób na monitorowanie wielu instalacji, w wielu punktach, dokładny i precyzyjny pomiar o sprawdzonej niezawodności	uzyskanie w czasie rzeczywistym odczytu, możliwość zdalnego odczytu	uzyskanie w czasie rzeczywistym odczytu, możliwość zdalnego odczytu.
Główne ograniczenia	zapuszczanie sondy, i odczyty są nieporęczne i długotrwałe	w systemie IPI kable muszą być chronione przed przepięciami elektrycznymi	w systemie SAA kable muszą być chronione przed przepięciami elektrycznymi.
Koszty instalacji	wykonanie otworu wiertniczego stanowi główny koszt	wykonanie otworu wiertniczego stanowi główny koszt, system czujników i rejestrator może kosztować drugie tyle	wykonanie otworu wiertniczego stanowi główny koszt, system czujników i rejestrator może kosztować drugie tyle
Bieżące koszty	główny koszt stanowi praca technika przy dokonywaniu pomiarów	niskie*	niskie*
Pomiary	pionowe/poziome	pionowe/poziome/ ukośne	pionowe/poziome/ ukośne pomiar konwergencji
System wczesnego ostrzegania	nie	tak	tak

Do głównych **ZALET** pomiarów inklinometrycznych możemy zaliczyć (m in. Kopczacki S., Dulski M., 2010):

- możliwość wykorzystania otworów rozpoznawczych do instalacji kolumn inklinometrycznych,
- łatwość i szybkość wykonania pomiaru,
- wybór formy pomiaru – manualny lub automatyczny,
- określenie z dużą dokładnością wielkości przemieszczeń oraz ich kierunku,
- po zakończeniu pomiaru możliwość szybkiej interpretacji wyników,
- możliwość monitoringu stanu technicznego obiektów budowlanych (tunele, zapory, ścianki szczelne, szczelinowe, budynki w sąsiedztwie głębokich wykopów,...),
- możliwość monitoringu obszarów zagrożonych procesami geodynamicznymi,
- możliwość monitoringu terenów górniczych,
- możliwość prowadzenia prac budowlanych bezpiecznie,
- możliwość identyfikacji wielu stref ścinania (nieciągłości),
- możliwość uzbrojenia w systemy wczesnego ostrzegania
- inklinometry łańcuchowe i modułowe – elementy systemu wczesnego ostrzegania.



Do głównych **OGRANICZEŃ** tego rozwiązania należy zaliczyć:

- pomiar przenośną sondą inklinometryczną dostarcza najczęściej wyników niepowiązane w czasie ze zjawiskami zachodzącymi w podłożu,
- pomiar przenośną sondą inklinometryczną nie obejdują się bez wykwalifikowanego personelu i sprzętu dla prowadzenia okresowych pomiarów,
- w przypadku pomiaru deformacji poziomych – pomiary dwuosiowe, w przypadku deformacji pionowych – pomiary wyłącznie jednoosiowe.
- w przypadku zastosowania systemu IPI najczęściej nieciągły, strefowy pomiar, prawidłowe pozycjonowanie jest krytyczne,
- możliwość uszkodzenia elektroniki w związku z wyładowaniami atmosferycznymi – w tym zakresie skutecznym rozwiązaniem jest stosowanie instalacji przeciwprzepięciowej,
- konieczność pozostawienia instalacji w gruncie – wiąże się to z poniesieniem odpowiednich nakładów na zabezpieczenie instalacji przed działaniem osób trzecich,
- pomiar zostanie przerwany w przypadku ścięcia obudowy (kolumn) – utrata sondy pomiarowych: IPI, SAA,
- koszty zakupu i montażu sond IPI i SAA są znaczące.



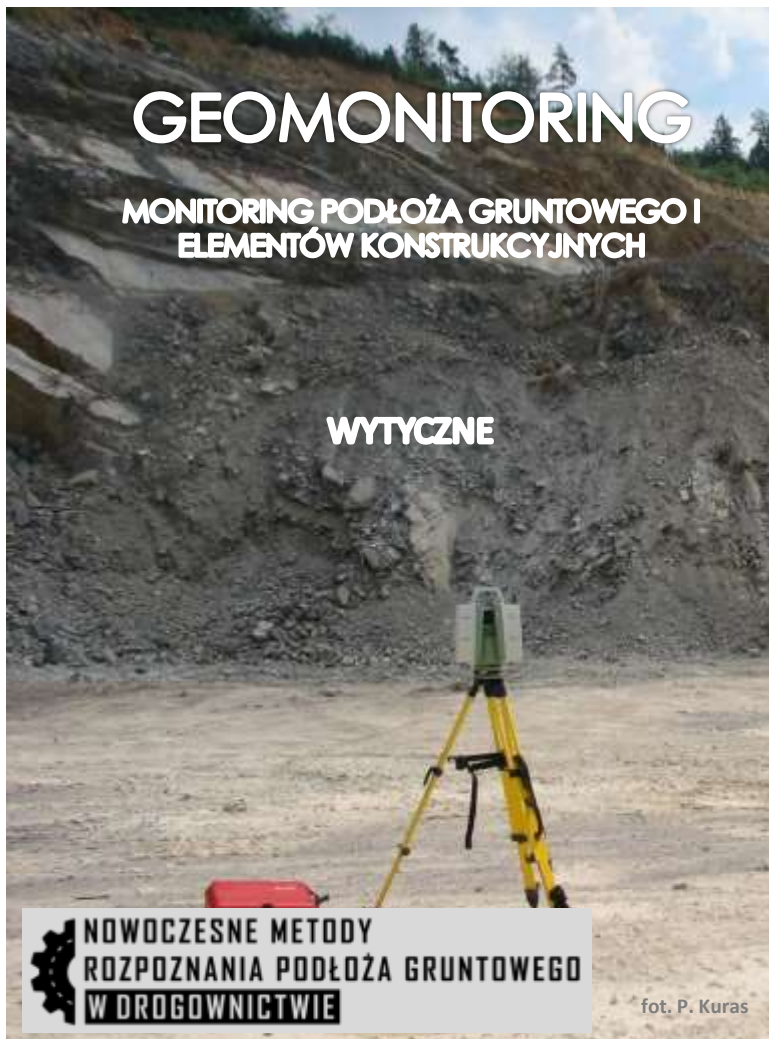
	Inklinometry					TDR *
	przenośne		łańcuchowe IPI		modułowe**	
	V	H	V	H		
Stateczność zboczy/skarp (powierzchnia poślizgu)						
Nasypy drogowe (stateczność skarp)						
Głębokie wykopy (stateczność ścian wykopu)						
Stateczność budowli w pobliżu wykopów						
Nasypy na gruntach słabonośnych – profil osiadań						
Budowa tuneli (wpływ na otaczające warstwy, struktury)						
Pomiary konwergencji						
Próbne obciążenia pali (przeszczenia poziome)						
Kontrola ugięcia (deformacji) pionowych elementów konstrukcyjnych (np. ścianki szczelinowe, mury oporowe, itp.)						
Kierunek i orientacja przemieszczeń						

V - pomiary deformacji pionowych (jednoosiowe) , H – pomiary deformacji poziomych (dwuosiowe)

*możliwość rozmycia strefy ścięcia (patrz ograniczenia dla pomiarów TDR)

**typu SAA

MONITORINGU PODŁOŻA GRUNTOWEGO I ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH



1 WSTĘP

2 PLANOWANIE PROGRAMU MONITORINGU



MONITORING POWINIEN BYĆ SZYTY NA MIARĘ

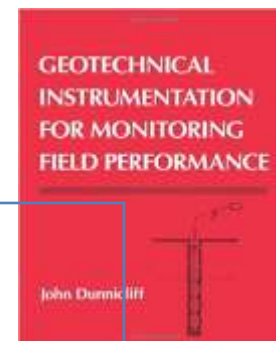


PROGRAMU MONITORINGU



PLANOWANIE PROGRAMU MONITORINGU

1. Zdefiniować warunki projektu
2. Przewidywanie mechanizmu wystąpienia niekorzystnych zjawisk (np. geologicznych)
3. Zdefiniowanie problemów/pytań geotechnicznych, które wymagają odpowiedzi
4. Zdefiniowanie celu założenia monitoringu (stosowania instrumentów pomiarowych)
5. Dokonać wyboru wielkości, parametrów, które mają być monitorowane
6. Zdefiniowanie przewidywanej wielkości (zakresy) zmian
7. Opracowanie działań naprawczych
8. Przypisanie zadań uczestnikom realizowanego projektu do fazy projektowania, budowy i eksploatacji
9. Wybór instrumentów /metod pomiarowych
10. Wybór lokalizacji instrumentów pomiarowych
11. Określenie potrzeby automatyzacji.
12. Zaplanowanie rejestracji czynników mogących mieć wpływ na mierzone wielkości
13. Ustalenie procedur zapewniającej prawidłowość mierzonych wartości
14. Sporządzenie listy zadań przypisanych dla każdego instrumentu/metody pomiarowej
15. Sporządzenie budżetu (oszacowanie kosztów)
16. Sporządzenie raportu z projektowanego systemu oprzyrządowania
17. Sporządzenie listy zamówień urządzeń pomiarowych i potwierdzić ich dostępność
18. Zaplanowanie instalacji instrumentów pomiarowych
19. Zaplanowanie plan przeglądów (konserwacji) i kalibracji instrumentów. Sprawdzić warunki serwisu i gwarancji urządzeń
20. Zaplanowanie sposobu gromadzenia danych oraz ich przetwarzania, prezentacji, interpretacji, raportowania i wdrażania
21. Opisanie wymogów obsługi terenowej
22. AKTUALIZACJA, MODYFIKACJA BUDŻETU



MONITORINGU PODŁOŻA GRUNTOWEGO I ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH



1 WSTĘP

2 PLANOWANIE PROGRAMU MONITORINGU

3 RAPORTOWANIE

4 WYTYCZNE PLANOWANIA MONITORINGU

- Zmiana położenia zwierciadła wody
- Nasypy drogowe na podłożu słabonośnym
- Osuwiska
- Tereny górnicze – potencjalne obszary występowania szkód górniczych
- Głębokie wykopy
- Tunele
- Konstrukcje oporowe i mostowe

W	Wymagany - należy rozumieć, jako czynności obligatoryjne i niezbędne do stosowania, od których nie ma odstępstw.
NW	NieWymagany , czyli nieobligatoryjny do stosowania, wykonywany opcjonalnie lub w uzgodnieniu z Inwestorem.
Z	Zalecany - zdefiniowano, jako rekomendacje do stosowania wynikający z dobrych praktyk, norm i doświadczenia, nieobligatoryjne.
Z/O	Zalecany z Ograniczeniami - zalecenia mogą mieć ograniczoną przydatność do stosowania
NZ	NieZalecany - nieprzydatne z uwagi na np.: cel badań, koszt, czasochłonność, warunki stosowania metody

	STEŚ	KP	PB	B	E	
Wahania zwierciadła wody (np. zbiorniki odwadniające,)						
Nasypy na podłożu słabonośnym	NZ	NZ	kwartał przed rozpoczęciem robót	W	do miesiąca od czasu ustabilizowania osiadań	Z/O
Osuwiska	NZ	Z na istniejących osuwiskach	Z	W	do zakończeniu okresu gwarancji	Z
Tereny górnicze	NZ	NZ	NW	NW	NW	NW
Tunele	NZ	NZ	kwartał przed rozpoczęciem robót	W	do zakończeniu okresu gwarancji	Z
Głębokie wykopy	NZ	NZ	0,5 roku przed rozpoczęciem robót	W	do zakończeniu okresu gwarancji	Z/O
Konstrukcje mostowe i oporowe	NZ	NZ	NZ	W	do zakończeniu okresu gwarancji	Z

Etapy procesu inwestycyjnego:

STEŚ - studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe

KP - koncepcja programowa

PB – projekt budowlany

B – budowa

E - eksploatacja

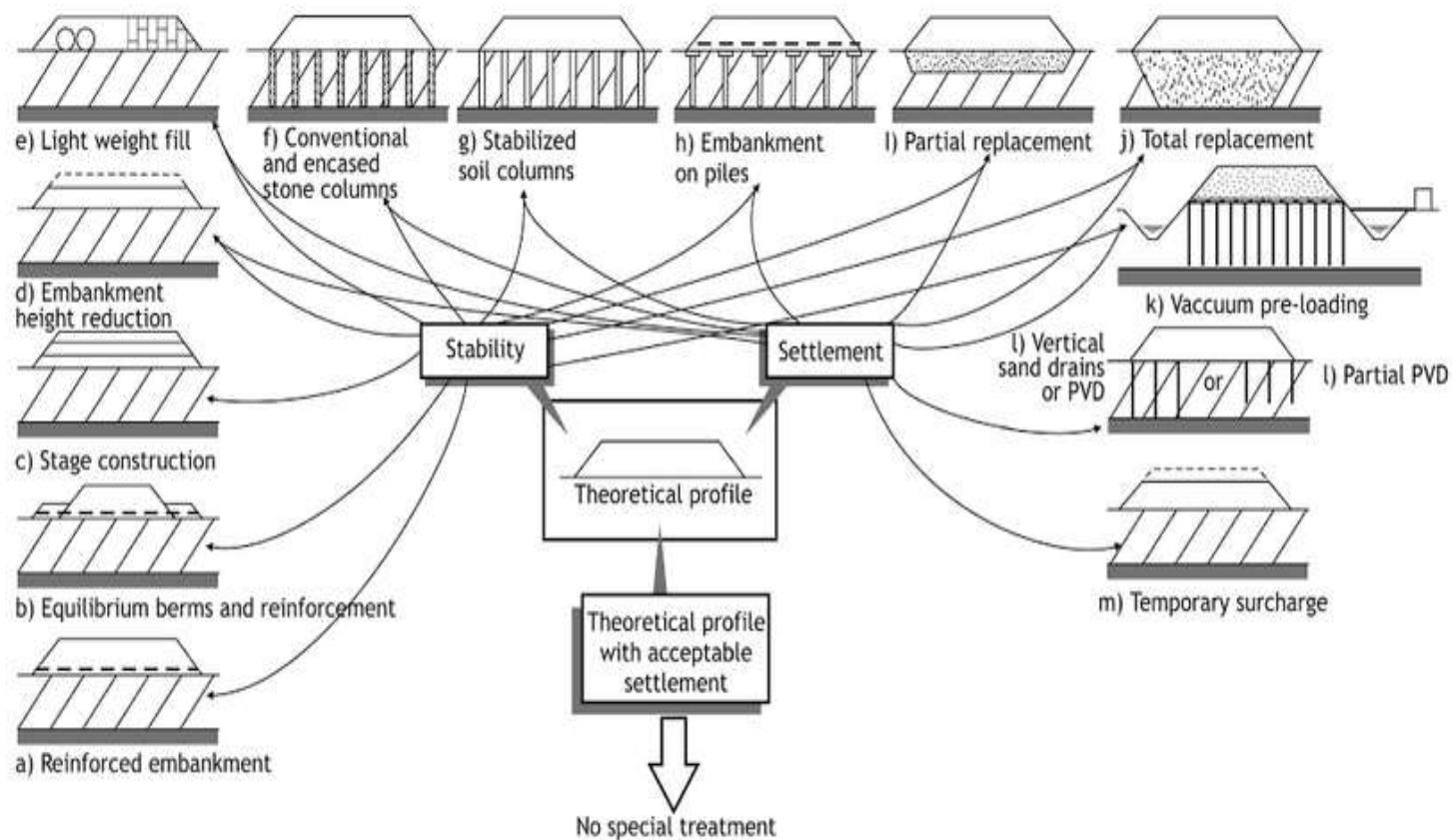
Problemy inżynierskie	Kluczowe pytania/zagadnienia/zagrożenia
Zmiany położenia zwierciadła wody	wahania sezonowe kierunki spływu wód podziemnych zmiany naprężeń efektywnych deformacje filtracyjne ocena stateczności i osiadań posadawianie poniżej zwierciadła wody
Posadawianie nasypów drogowych na podłożu słabonośnym	osiadanie podłoża pod nasypem, postęp i czas konsolidacji wypieranie gruntu utrata stateczności nasypu, odkształcenia geosyntetyków drżenia a upłynnienia podłoża
Osuwiska zagrażające zabudowie i infrastrukturze drogowej	identyfikacja zjawisk osuwiskowych zasięg obszarów osuwiskowych głębokość występowania powierzchni nieciągłości, pomiar zmian położenia zwierciadła wody gruntowej, prędkość deformacji kierunek przemieszczenia ocena stateczności drżenia a utrata stateczności wpływ warunków środowiskowych (tło atmosferyczne)
Tereny górnicze - potencjalne obszary występowania szkód górniczych	deformacja terenu pomiar zmian położenia zwierciadła wody gruntowej, występowanie pustek w górotworze drżenia parasejsmiczne
Tunele	deformacja powierzchni terenu deformacja konstrukcji oporowych pomiar zmian położenia zwierciadła wody gruntowej, deformacji masywu skalnego obciążenia przekazywane na obudowę deformacji obrysu tunelu (pomiar konwergencji) drżenia parasejsmiczne
Konstrukcje mostowe i oporowe	deformacje (zmiany geometrii osi elementu, zmiany geometrii na długość elementu) ubytki materiału (ubytki materiału elementu, ubytki warstw zabezpieczających) utrata ciągłości (rysa, pęknięcie, rozwarstwienie) zmiany położenia (nieprawidłowe usytuowanie elementów, nadmierne przemieszczenie liniowe, nadmierny obrót, ograniczenie możliwości przemieszczenia liniowego, ograniczenie możliwości obrotu) drżenia związane z wiatrem, trzęsieniami, tąpnięciami

POSADAWIANIE NASYPÓW DROGOWYCH NA PODŁOŻU SŁABONOŚNYM

W praktyce inżynierskiej pod pojęciem podłoże słabonośne najczęściej przyjmuje się podłoże zbudowane z gruntów spoistych i/lub organicznych, których stopień plastyczności $I_L > 0,5$, a odpowiadający mu wskaźnik konsystencji $I_C < 0,5$. Charakteryzują się one:

- dużą (wysoką) porowatością i wilgotnością,
- wysokim stopniem nasycenia wodą ($S_r > 0,9$)
- dużą (wysoką) odkształcalnością z wyraźną tendencją do pełzania
- dużą (wysoką) odkształcalnością (ściśliwością) i małą przepuszczalnością,
- znaczną zmianą przepuszczalności wraz ze zmianą porowatości,
- małą wytrzymałością na jednoosiowe ściskanie $q_u < 50$ kPa ,
- małą wytrzymałością na ścinanie w warunkach bez odpływu $s_u < 25$ kPa ,
- znaczną nieliniową zmiennością charakterystyk materiałowych,
- znaczną przestrzenną zmiennością właściwości.

Główne zagadnienia z jakimi się zmagamy w sytuacji posadawiania nasypów na gruntach słabonośnych to przede wszystkim: określenie osiadań podłoża pod nasypem, ocena postępu konsolidacji, wypieranie gruntu czy utrata stateczności.



Przykłady posadawiania nasypów na podłożu słabonośnym

A – wzmocnienie nasypu np. geosyntetykami, B - wzmocnienie nasypu np. geosyntetykami czy bocznymi ławami dociskowymi (bankiety dociążające), C – etapowość budowy, D – redukcja wysokości nasypu, E – zastosowanie lekkiej konstrukcji, F – posadowienie na kolumnach żwirowych/tłuczeniowych, G - posadowienie na kolumnach cementowo-gruntowych i innych, H – posadowienie na palach, I – częściowa wymiana, J – pełna wymiana, K – konsolidacja próżniowa, L – pełny lub częściowy drenaż pionowy, M – czasowe przeciążenie (nasypy przeciążające), N – inne np. zagęszczenie/dogęszczanie, wibroflotacja, mikrowybuchy

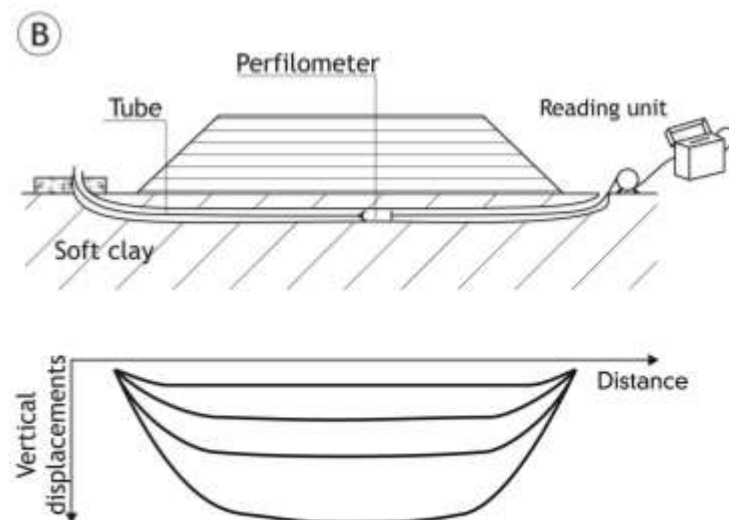
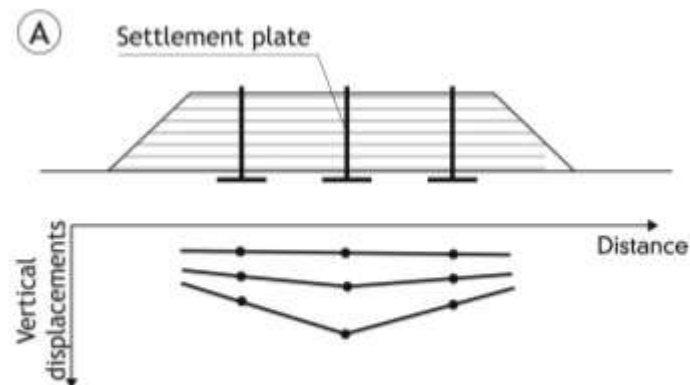
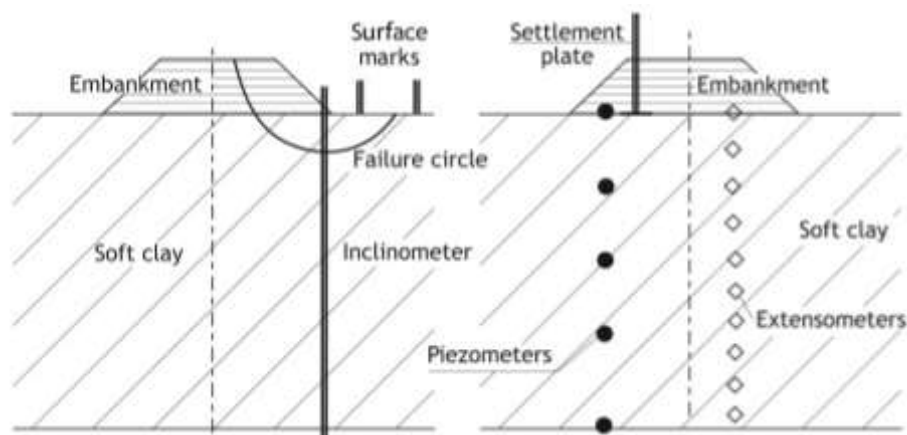
Przykłady zagadnień i pytań geotechnicznych jakie można sobie postawić rozpatrując problem z posadawianiem nasypów drogowych na gruntach słabonośnych wraz z proponowanymi instrumentami. Przedstawiona lista instrumentów/metod pomiarowych nie jest zamknięta.

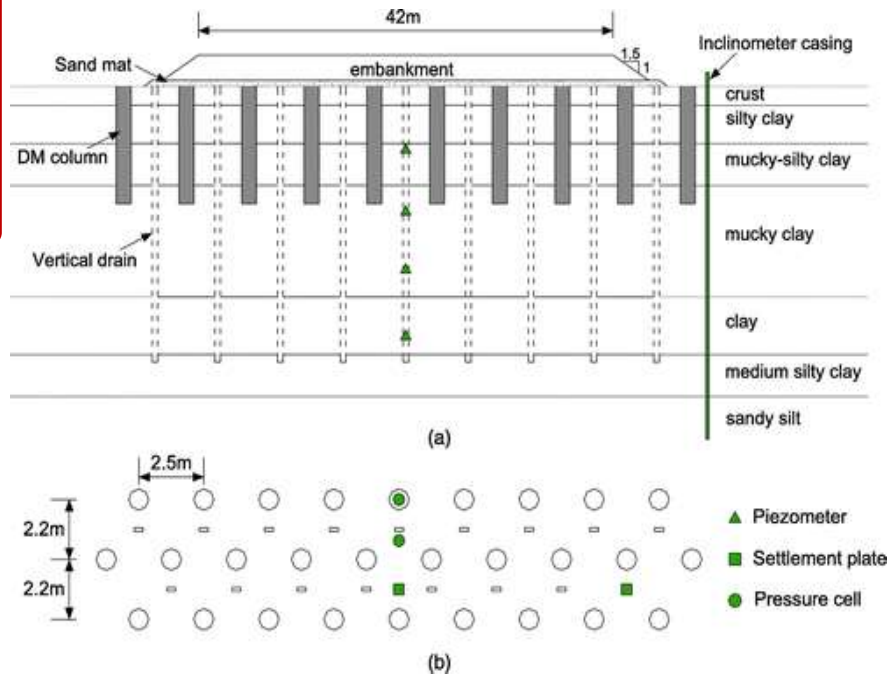
Pytania/zagadnienia	Pomiary		Odpowiednie instrumenty/metody	Uwagi
PRZED ROZPOCZĘCIEM BUDOWY				
P.1 Określenie wstępnych warunków zachowania się podłoża	Przemieszczeń pionowych - deformacje powierzchniowe		Metody geodezyjne, Teledetekcyjne:	
	Położenia zwierciadła wody (wahania)		Piezometry otwarte Piezometry zamknięte - czujniki do pomiaru ciśnienia porowego ^{P/W}	Geofizyka: ERT
	Ciśnienia porowe wody gruntowej		Czujniki do pomiaru ciśnienia porowego ^{P/W}	
P.2 Wstępna ocena zachowania się słabonośnego podłoża obciążonego próbnym nasypem Jakie informacje mogą być pozyskane w trakcie testu?	Odpowiednie co do oceny postępu konsolidacji czy oceny stateczności - zakres jak poniżej		Odpowiednie co do oceny postępu konsolidacji czy oceny stateczności - zakres jak poniżej	

W TRAKCIE I PO ZAKOŃCZENIU BUDOWY

P.3 Kontrola przebiegu konsolidacji Jaki jest postęp konsolidacji?	Przemieszczeń pionowych powierzchni nasypu i powierzchni podłoża poza stopą nasypu (wypieranie)		Metody geodezyjne, teledetekcyjne:	
	Przemieszczeń pionowych pierwotnej powierzchni gruntu poniżej nasypu – wyznaczenie profilu osiadań gruntu (ciągłe czy punktowe rys. 35)		Repery wgłębne ^P	
			Hydroniwelatory ^P	
			Profilometry hydrauliczne ^C	
			Inklinometry poziome ^{P/C/W}	
	Przemieszczeń pionowych i ściskanie podłoża		Ekstensometry przenośne	
			Hydroniwelatory ^P	
			Ekstensometry	
	Ciśnienia porowego wody gruntowej		Czujniki do pomiaru ciśnienia porowego ^{P/W}	
	Położenie zwierciadła wody (wahania)		Piezometry otwarte	Geofizyka: ERT
			Piezometry zamknięte - czujniki do pomiaru ciśnienia porowego ^{P/W}	
P.4 Czy nasyp jest stateczny?	Przemieszczeń poziomych powierzchni nasypu i powierzchni podłoża poza stopą nasypu (wypieranie)		Metody geodezyjne, teledetekcyjne:	
			Inklinometry pionowe ^{P/C/W}	
	Drgań		Akcelerometry	
			Naziemny radar interferometryczny	
P.5 Jaka jest rzeczywista kubatura nasypu?	Przemieszczeń pionowych pierwotnej powierzchni gruntu poniżej nasypu		Repery wgłębne ^P	
			Profilometry hydrauliczne ^C	
			Inklinometry poziome ^{P/C/W}	

NASYPY DROGOWE NA GRUNTACH SŁABONOŚNYCH

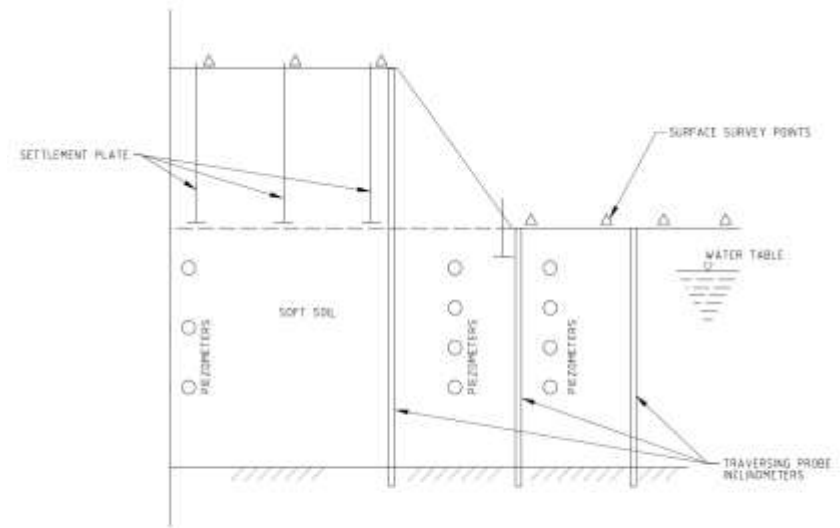
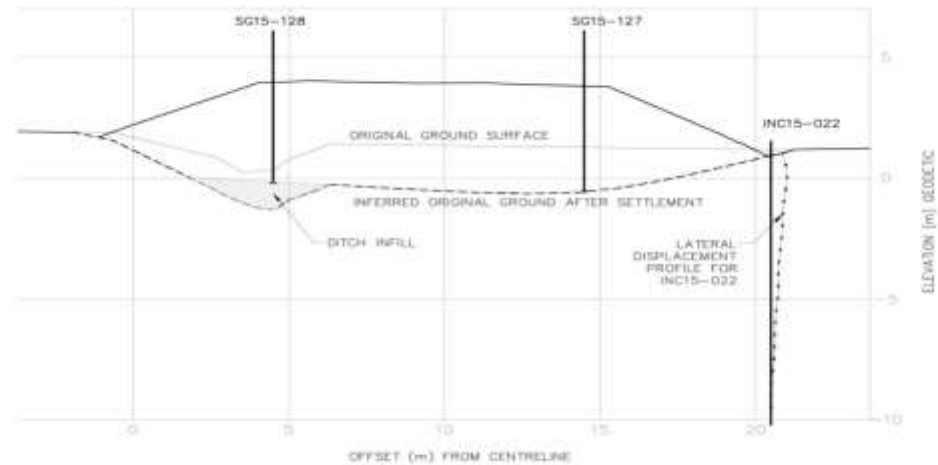




Performance Evaluation of an Embankment on Soft Soil Improved by Deep Mixed Columns and Prefabricated Vertical Drains

Guan-Bao Ye; Zhen Zhang; Jie Han, M. ASCE; Hao-Feng Xing

[Journal of Performance of Constructed Facilities](#) / Volume 27 Issue 5 - October 2013



TYPICAL INSTRUMENTATION DURING EMBANKMENT OVER SOFT SOILS (DURING AND AFTER CONSTRUCTION)

Zbyt ogólna lub błędna specyfikacja w zakresie

- definicji celu, funkcji oraz sposobu działania systemu monitorowania
- pożądanego wyposażenia pomiarowego
- formy prezentacji danych

Brak planów i procedur

- planu akwizycji danych,
- procedur interpretacji, raportowania, wdrażania działań zaradczych i ich implementacji

Etap:

Projektowania

Wykonawstwa

Eksploatacji

Stosowanie zamiennych technologii i urządzeń pomiarowych

- sprzecznych z intencjami inwestora i projektanta
- niski koszt instalacji , wysokie koszty eksploatacji

Brak procedury odbioru systemu monitorowania przez inwestora

- często brak niezbędnej wiedzy by dokonać odbioru

Etap:

Projektowania

Wykonawstwa

Eksploatacji

Brak osób odpowiedzialnych

za bieżącą analizę danych po stronie inwestora

Niedostosowanie treści i formy prezentacji danych

do potrzeb i kwalifikacji osób odpowiedzialnych za analizę danych

Brak lub nieprzestrzeganie procedur

interpretacji, raportowania zdarzeń oraz zastosowania działań naprawczych

Etap:

Projektowania

Wykonawstwa

Eksploatacji

PODSUMOWANIE

Powody budowy i instalacji oprzyrządowania (instrumentów) oraz wykorzystania innym metod pomiarowych dla celów monitoringu można zawrzeć w kilku punktach:

Wstępne rozpoznanie terenu

Instrumenty/metody pomiarowe mogą być używane do opisu początkowych warunków jakie panują na danym obszarze badań. Typowe parametry jakie mierzy się to chociażby ciśnienia porowe, położenie zwierciadła wody (z uwzględnieniem zmian nawet w krótkim czasie), ocena przepuszczalność ośrodka gruntowego lub skalnego, ocena stateczności czy przestrzenna zmienność (metody geofizyczne).

Weryfikacja założeń projektowych

Instrumenty mogą służyć do weryfikacji założeń projektowych i sprawdzania czy zachowanie się obiektu/podłoża jest takie jak przewidywano. Dane z instrumentów/metod pomiarowych z początkowej fazy projektu mogą ujawnić potrzebę (lub możliwość) zmodyfikowania projektu w późniejszych etapach.

Kontrola konstrukcji

Instrumenty/metody pomiarowe służą do monitorowania efektów budowy. Dane z nich mogą pomóc inżynierom określić, jak szybko może przebiegać budowa bez ryzyka wystąpienia awarii.

Kontrola jakości

Oprzysiężowanie może być wykorzystywane zarówno do egzekwowania jakości wykonania inwestycji, jak i udokumentowania, że praca została wykonana zgodnie ze specyfikacjami (projektem).

Bezpieczeństwo

Instrumenty/metody pomiarowe mogą zapewnić wczesne ostrzeżenie o zbliżających się zagrożeniu, umożliwiając czas na bezpieczną ewakuację z zagrożonego obszaru i czasu na wdrożenie działań zaradczych. Monitorowanie bezpieczeństwa wymaga szybkiego pozyskiwania, przetwarzania i prezentacji danych, dzięki czemu decyzje można podejmować szybko.

Ochrona prawna

Dane z instrumentu mogą dostarczyć dowodów na obronę prawną projektantów i wykonawców, jeżeli właściciele sąsiednich nieruchomości stwierdzą, że realizacja przedsięwzięcia spowodowała szkody w ich nieruchomościach.

Skuteczność zrealizowanego przedsięwzięcia

Instrumenty mogą służyć do monitorowania działania wybudowanej konstrukcji. Na przykład monitorowania obciążeń ciągłych lub kotew skalnych oraz ruchu w obrębie zbocza, co może stanowić wskazówkę dotyczącą działania systemu odwadniającego zainstalowanego na ustabilizowanym zboczu.

Doświadczenie pokazuje, że koszty zapobiegania awariom są zawsze znacznie mniejsze od usuwania ich skutków.

Systemy monitorowania powinny być zatem projektowane w taki sposób, aby dostarczały odpowiedzi na konkretnie postawione pytania, nie narażając jednocześnie użytkownika na nieuzasadnione koszty.

Współczesna technika pomiarowa pozwala wykonać praktycznie dowolny pomiar. Należy myśleć o potrzebach, powodach, celach instalacji monitoringu. Konkretnie rozwiązania techniczne są sprawą drugorzędną.



Ralph B. Peck
1912 - 2008



Narzędzia (instrumenty) niezbędne do uzyskania ilościowych odpowiedzi na postawione sobie pytania, są często źle wykorzystywane

Istnieje niebezpieczeństwo, że mogą być dyskredytowane z powodu nieuzasadnionego ich użycia.

Nie należy instalować urządzeń (instrumentów), których użycie nie jest potrzebne do udzielenia odpowiedzi na konkretnie zadane sobie pytanie techniczne.



System monitorowania, który wskutek BŁĘDNYCH OBLICZEŃ, wygeneruje kilka razy NIEPOTRZEBNE OSTRZEŻENIA szybko straci wiarygodność, co może zniweczyć wysiłek włożony w jego tworzenie, ale również zmarnować pozytywny potencjał jaki niesie za sobą wczesne ostrzeganie.



<https://www.livescience.com/57231-who-invented-the-traffic-light.html>



Patronat medialny



