

Jak zaprojektować badania podłoża dla Twojej inwestycji (przykłady dobrej praktyki)

Marek Kluczek

7 listopad 2023



O mnie

mgr inż. Marek Kluczek
R&D Manager

W Geotest Sp. z o.o. od 2009 r.

Doświadczenie:

- wykonywanie wierceń i sondowań CPT/CPTu,
- prowadzenie nadzoru nad badaniami,
- wykonywanie nalotów fotogrametrycznych dronem.

Projekty:

- Prace przedprojektowe Etap I – Praga – III linii metra wraz ze stacją techniczno postojową Kozia Górka w Warszawie,
- Centralny Port Komunikacyjny.



Agenda



1. Podstawy prawne.
2. Etapy procesu projektowania badań.
3. Przykłady błędów w projektowaniu i wykonywaniu badań.
4. Case study dobrej praktyki.

Kwestie techniczne



1. Prezentacja i nagranie będą dostępne po webinarze.
2. Zachęcam do zadawania pytań na czacie.
3. Na koniec odpowiem na zadane pytania.

Podstawy prawne



Akty prawne:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.
2. PN-EN 1997-1: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne:
 - Część 1: Zasady ogólne,
 - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
3. Prawo budowlane. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r.

Etapy procesu projektowania badań



I. Określenie celu badań



Po co wykonywać badania?

1. Ustalenie warunków gruntowo – wodnych panujących na danym terenie.
2. Dostarczenie danych do optymalnego zaprojektowania posadowienia obiektu budowlanego.
3. Określenie cech fizycznych i mechanicznych gruntów.
4. Wybór optymalnej lokalizacji inwestycji w obrębie terenu.
5. Określenie przydatności terenu dla realizacji inwestycji.
6. Określenie ryzyka związanego z realizacją inwestycji na danym terenie.

II. Analiza danych

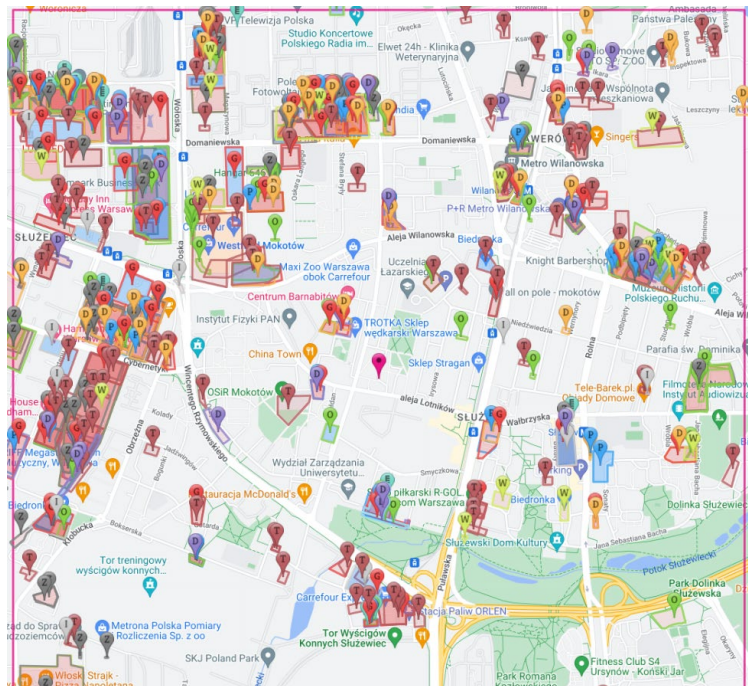


Dane projektowanego obiektu

- wielkość budynku (ilość kondygnacji nadziemnych i podziemnych),
- głębokość posadowienia,
- mapa PZT,
- obudowa i zabezpieczenie wykopu.



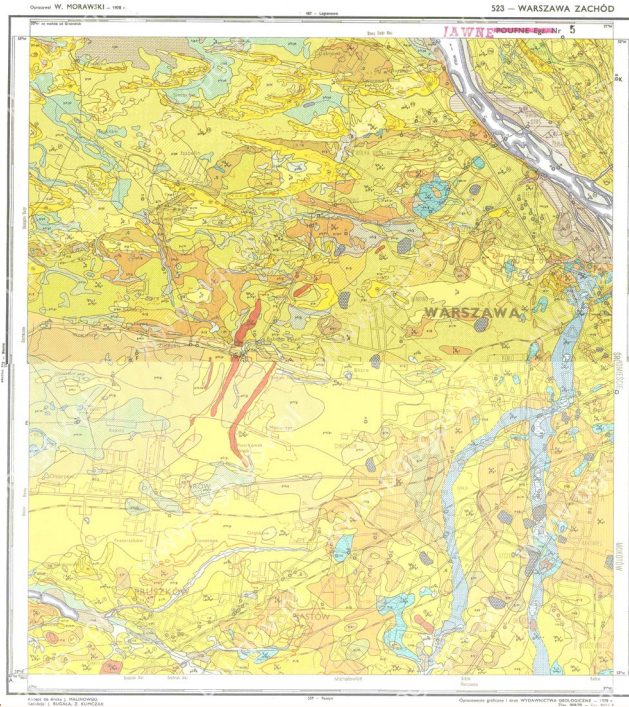
Czy wykonywaliś badania w pobliżu?



Baza danych Geotest – WellDone.

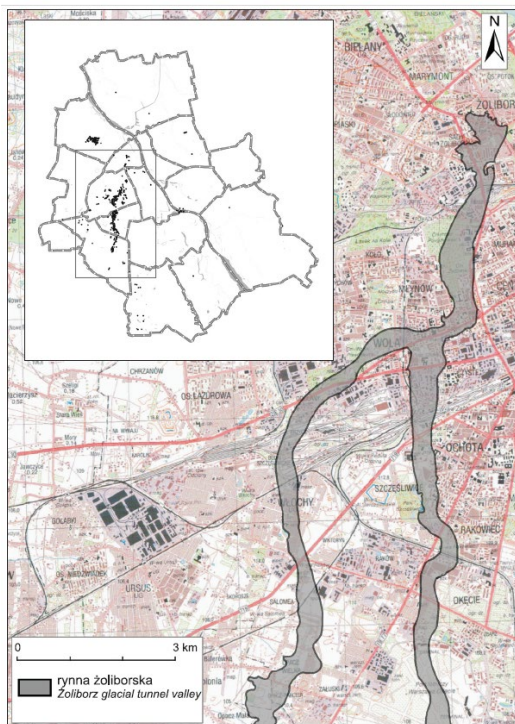
Wykonaliśmy przeszło 10 000 dokumentacji.

Jakich warunków możemy się spodziewać?



Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000 (SMGP) jest mapą seryjną obejmującą powierzchnię całej Polski podzieloną na 1069 arkuszy.

Ryzyka naturalne



„Rywna żoliborska” lub „żoliborsko – szczęśliwicka” jest doliną rynnową o długości ok. 12 km i szerokości dochodzącej do 800 m, w której następowała m. in. sedymentacja osadów organicznych. Miejscami miąższość tych osadów wynosi 20 m.

„Rywna Żoliborska” na tle topografii Warszawy.
Frankowski, Wysokiński, 2000 r.

Niekorzystne zjawiska geologiczne

Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy
System Ochrony Przeciwosuwiskowej

Strona główna PIB | SOPO

Wyszukaj ● Osuwisko spoza listy, dodawanie do listy wyników.

proste zaawansowane

osuwiska tereny zagrożone
 protokoły obserwacji

Województwo [Wybierz]

Powiat []

Gmina []

Szukaj

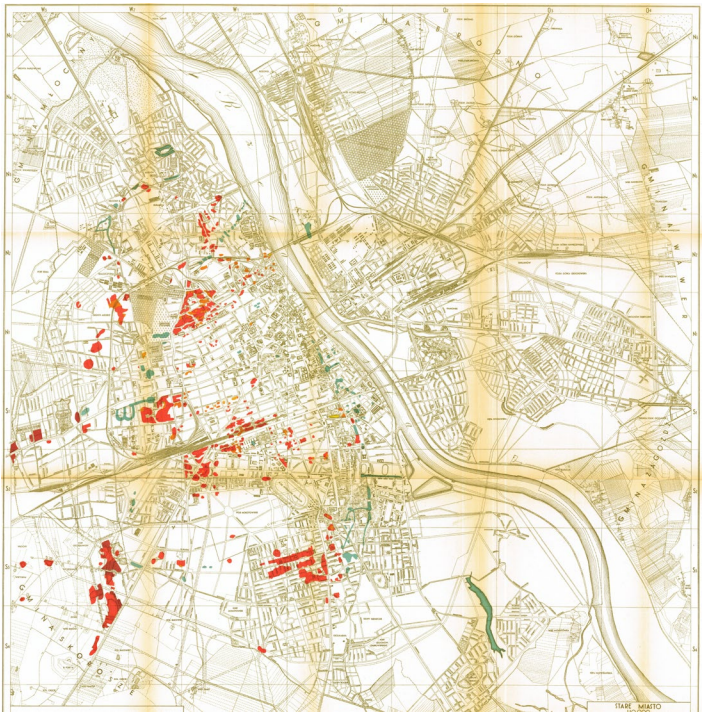
92633 KRO zsuw (41,55 ha)
Lisi Kąt - Chmielnik gm. wiejska

0 - 50 : 1
Pokaż listę na mapie

Państwowy Instytut Geologiczny - PIB

System Ochrony Przeciwosuwiskowej (SOPO) jest projektem o znaczeniu ogólnopaństwowym, którego podstawowym celem jest rozpoznanie, udokumentowanie i zaznaczenie na mapie w skali 1 : 10 000 wszystkich osuwisk oraz terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi w Polsce.

Działalność prowadzona w przeszłości

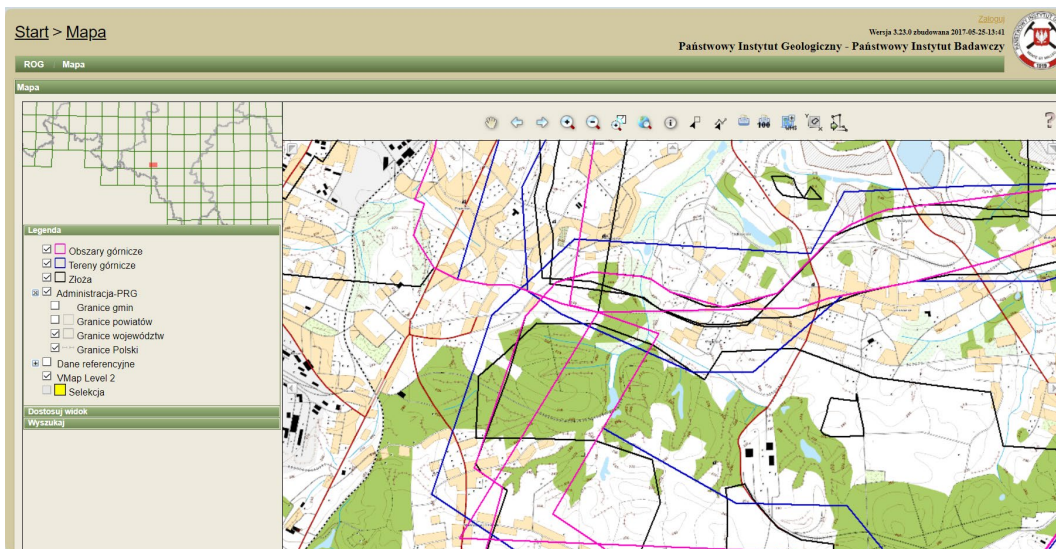


Ziemię, gruz i śmieci, przyjmuje do zasypania gliniek cegielnia przy ulicy Górczewskiej № 4, róg Młynarskiej, za rogatekami Wolskimi, z wynagrodzeniem od zakładu cegielnianego. 5345

Ogłoszenie z gazety 1936 r.

Mapa geologiczna Warszawy.
Dawne glinianki i stawy 1936 r.

Działalność górnicza



Zadaniem systemu MIDAS jest gromadzenie i udostępnianie informacji o złożach, obszarach i terenach górniczych oraz umożliwienie gromadzenia informacji o koncesjach.

III. Wstępne określenie kategorii geotechnicznej



Dlaczego już teraz?

Według *Rozporządzenia* zakres badań gruntu ustala się w zależności od kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego.

EC7 zaleca, aby przed badaniami wstępnie zaklasyfikować obiekt do odpowiedniej kategorii geotechnicznej. W każdym stadium projektowania i wykonywania obiektu należy kategorię sprawdzać, a w razie konieczności ją zmienić.

IV. Określenie zakresu badań



I kategoria geotechniczna – co i jak badać?

Dla obiektów budowlanych pierwszej kategorii geotechnicznej zakres badań może być **ograniczony do wierceń i sondowań** oraz określenia rodzaju gruntu na podstawie analizy makroskopowej. Wartości parametrów geotechnicznych można określać przy wykorzystaniu lokalnych zależności korelacyjnych.



Jakie badania dla hali magazynowej?

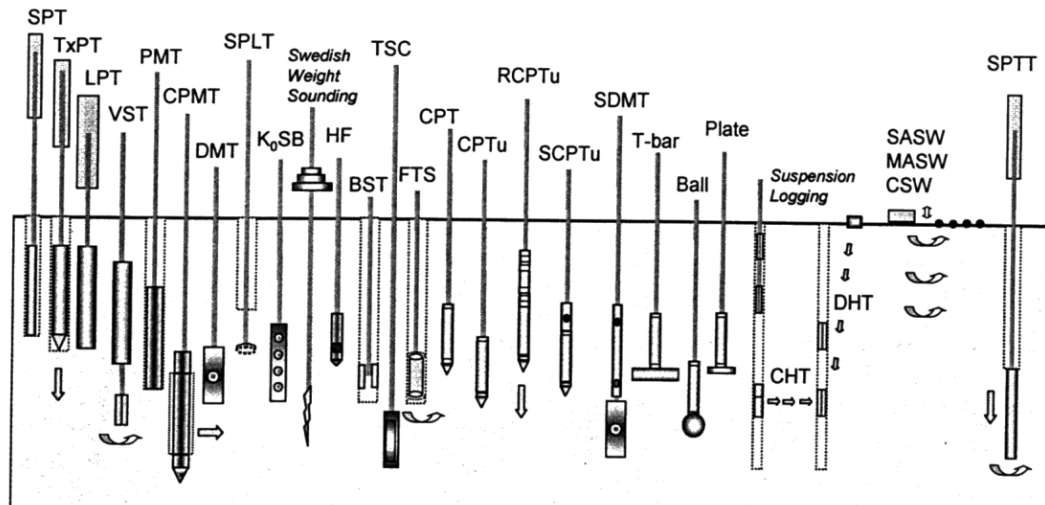
Dla obiektów budowlanych drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej zakres badań powinien określać:

- rodzaj gruntów,
- fizyczne i mechaniczne parametry gruntu takie jak: kąt tarcia wewnętrznego, spójność, wytrzymałość na ścinanie bez odplywu, moduł ściśliwości lub odkształcenia, uzyskane w badaniach laboratoryjnych lub w terenie, w szczególności za pomocą takich metod jak:



Polowe badania gruntów

- sondowania statyczne i dynamiczne,
 - badania presjometryczne i dylatometryczne,
 - badania sondą krzyżakową,
 - badania próbnych obciążeń gruntu.
-
- w zależności od potrzeb fizykochemicznych – właściwość wód gruntowych.



Mayne. 2006 r.

(za Mayne 2006)

Planuję budowę większego obiektu

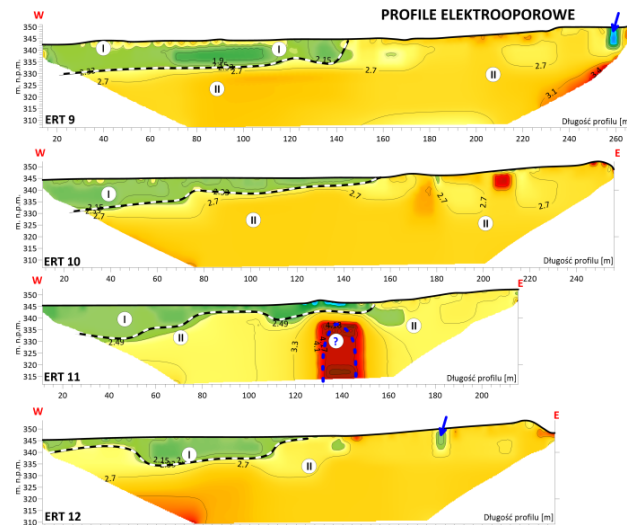


Dla obiektów budowlanych trzeciej kategorii geotechnicznej zakres badań dodatkowo należy uzupełnić badaniami niezbędnymi do przeprowadzenia obliczeń analitycznych i numerycznych dla przyjętego modelu geotechnicznego podłoża, w uzgodnieniu z wykonawcą specjalistycznych robót geotechnicznych.

Nietypowe obiekty wymagają nietypowych badań

Zakres badań w zależności od potrzeb, może być rozszerzony o dodatkowe badania gruntu, takie jak:

- badania geofizyczne,
- badania na poletkach doświadczalnych,
- odkrywki fundamentów,
- badania zanieczyszczenia gruntu i wód gruntowych,
- badania właściwości dynamicznych gruntu,
- badania teledetekcyjne.



Zakres badań według EC7

Tablica NA.1 – Wymagania co do zakresu rozpoznania podłoża

Kategoria	Zakres rozpoznania podłoża
Obiekty zaliczone do pierwszej kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych	– jakościowe określenie właściwości podłoża na podstawie: <ul style="list-style-type: none">• analizy materiałów archiwalnych• uwzględnienia doświadczeń porównywalnych• badań terenowych
Obiekty zaliczone do drugiej kategorii geotechnicznej w prostych i złożonych warunkach gruntowych	– ilościowe określenie liczbowych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie: <ul style="list-style-type: none">• analizy materiałów archiwalnych i doświadczeń porównywalnych• wyników badań polowych• wyników badań laboratoryjnych z uwzględnieniem korelacji bezpośrednich z badań
Obiekty zaliczone do trzeciej kategorii geotechnicznej w prostych, złożonych lub skomplikowanych warunkach gruntowych.	– ilościowe określenie liczbowych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie: <ul style="list-style-type: none">• analizy materiałów archiwalnych i doświadczeń porównywalnych• wyników badań polowych• wyników badań laboratoryjnych• wyników badań specjalistycznych z uwzględnieniem korelacji bezpośrednich z badań

Jaki przyjąć rozstaw punktów badawczych?

- budowle wysokie i przemysłowe – siatka z punktami w odległościach od 15 do 40 m,



Co w przypadku hali?

- budowle o dużej powierzchni – siatka z punktami w odległościach nie większych niż 60 m,



Jaki rozstaw punktów dla drogi?

- budowie liniowe – rozstaw punktów od 20 do 200 m,



Projektuję coś specjalnego

- budowle specjalne (mosty, kominy, wiatraki) – 2 do 6 punktów badawczych na fundament,



Budowle hydrotechniczne

- zapory, jazy – odległość od 25 do 75 m wzdłuż odpowiedniego przekroju,

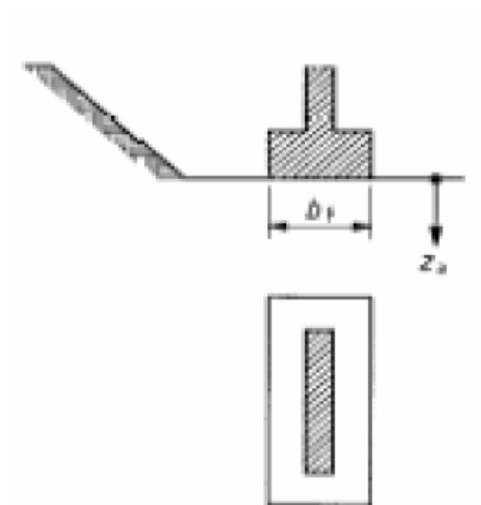


Znam już rozstaw, jak głęboko badać?

Dla budowli i innych konstrukcji inżynierskich o dużych wysokościach zaleca się zastosować większą wartość z następujących warunków:

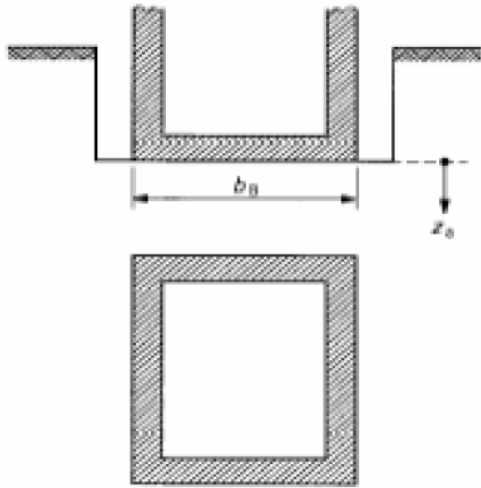
- $z_a \geq 6m$,
- $z_a \geq 3.0 b_F$

gdzie b_F jest długością krótszego boku fundamentu.



Posadowienie na płycie fundamentowej

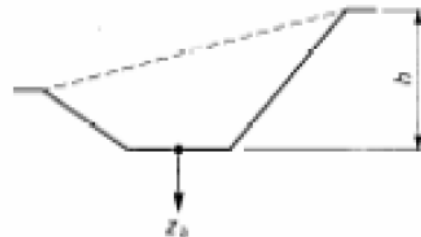
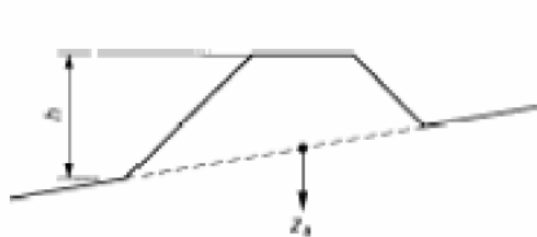
Dla fundamentów płytowych oraz konstrukcji z kilkoma elementami fundamentowymi, których obciążenie w głębszych warstwach nakłada się na siebie:



$$z_a \geq 1.5 b_B$$

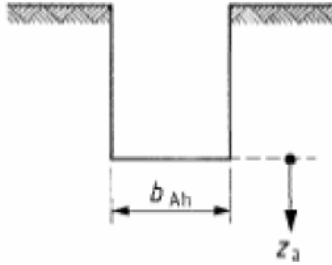
gdzie b_B jest krótszym bokiem konstrukcji.

Głębokość rozpoznania dla budowli ziemnych

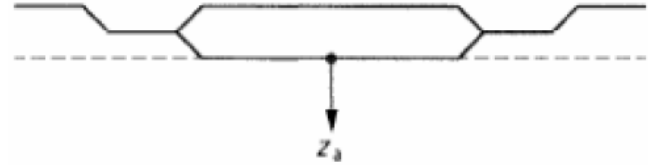


- $0.8h < z_a < 1.2h$,
 - $z_a \geq 6m$,
 - $z_a \geq 2.0 m$,
 - $z_a \geq 0.4h$,
- gdzie h jest wysokością nasypu lub głębokością wykopu.

Budowle liniowe



- $z_a \geq 2.0 \text{ m}$,
 - $z_a \geq 1.5b_{Ah}$,
- gdzie b_{Ah} jest szerokością wykopu.



- $z_a \geq 2m.$

V. Wizja terenowa



Warunki terenowe bywają trudne



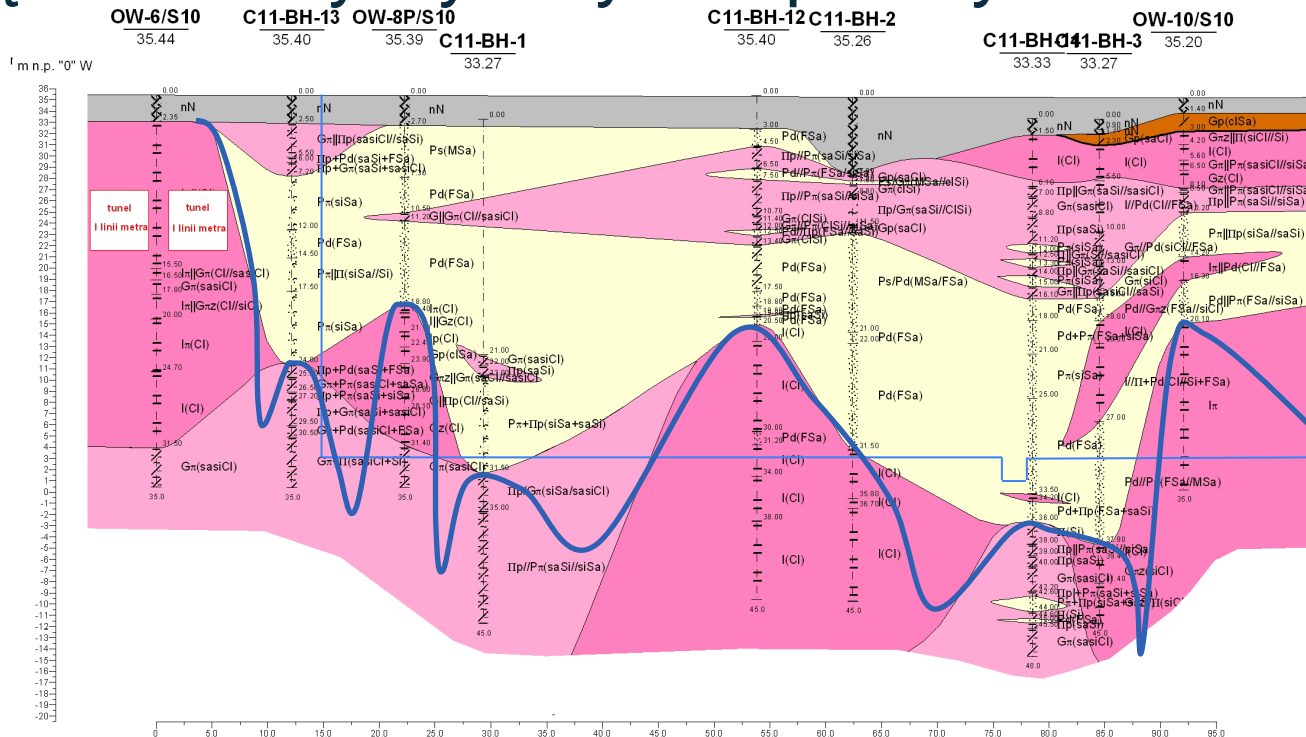
Trudne warunki wymagają specjalnego podejścia



Przykłady błędów w projektowaniu i wykonywaniu badań



Jak gęsto należy wykonywać punkty badawcze?



Konsekwencje niedostatecznego rozpoznania budowy podłoża gruntowego na przykładzie różnych inwestycji budowlanych w Polsce. K. Traczyński, M. Grela. WPPK 2013.

Konsekwencje dla budowy



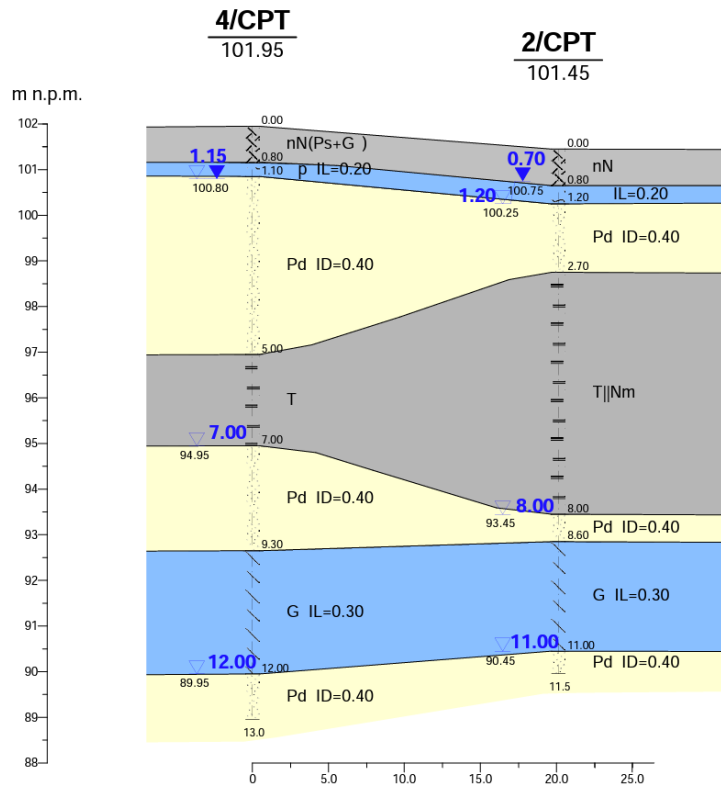
Konsekwencje niedostatecznego rozpoznania budowy podłoża gruntowego na przykładzie różnych inwestycji budowlanych w Polsce. K. Traczyński, M. Grela. WPPK 2013.

Wpływ na otoczenie



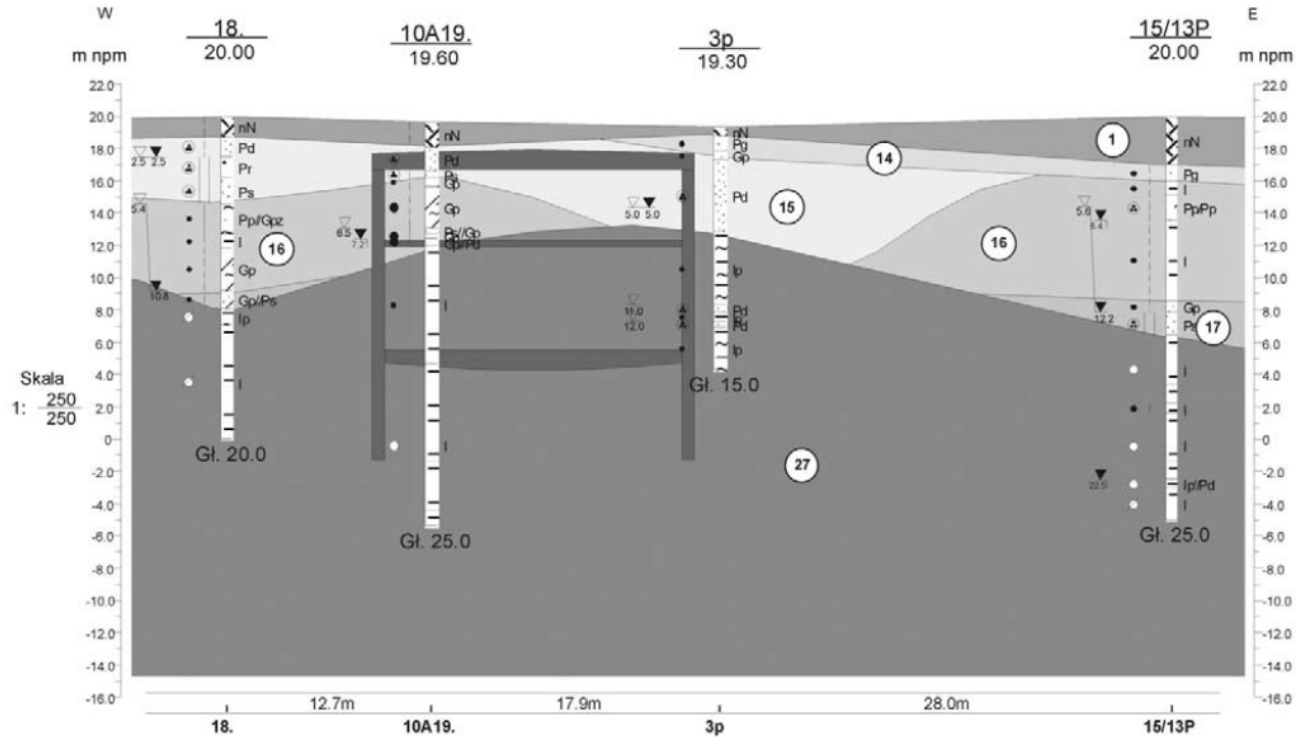
Konsekwencje niedostatecznego rozpoznania budowy podłoża gruntowego na przykładzie różnych inwestycji budowlanych w Polsce. K. Traczyński, M. Grela. WPPK 2013.

Jak głęboko należy wykonywać punkty badawcze?



Materiały własne Geotest

Dlaczego należy wykonywać badania laboratoryjne?



„Ocena metod oznaczania modułu odkształcenia do projektowania ścian szczelinowych”.
Małgorzata Wszędyrówny – Nast.

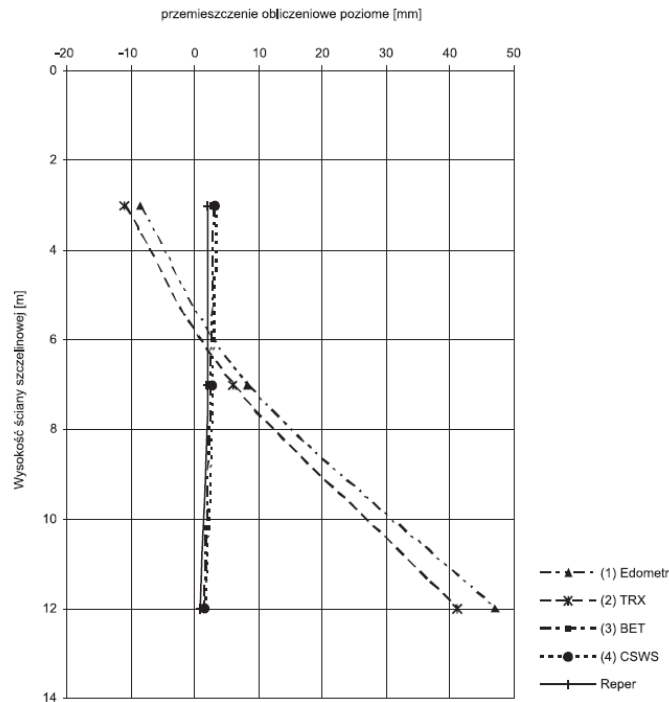
Parametry geotechniczne

Numer wydzielenia	γ [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	ν [-]	E [MPa]			
1 (nasyt)	21	18	12,5	0,27	80			
14 (G _p , G, P _p)	22	25	19	0,25	40			
15 (P)	20	3	34	0,3	70			
16 (G _s , G _{sz} , P _p)	21	25	18	0,3	30			
17 (G _p)	22,5	35	23	0,25	47			
27 (I, I _n , G _{sz})	19	55	13	0,37	20 ⁽¹⁾	25 ⁽²⁾	201 ⁽³⁾	260 ⁽⁴⁾
żelbeton	25	10000	45	0,182	326			

Metoda	E [MPa]
1 Edometr	20
2 Aparat trójosiowego ściskania (TRX)	25
3 Bender element test (BET)	201
4 CSWS	260

„Ocena metod oznaczania modułu odkształcenia do projektowania ścian szczelinowych”.
Małgorzata Wszędyrówny – Nast.

Wyniki obliczeń odkształcenia konstrukcji



Metoda	E [MPa]
1 Edometr	20
2 Aparat trójosiowego ściskania (TRX)	25
3 Bender element test (BET)	201
4 CSWS	260

„Ocena metod oznaczania modułu odkształcenia do projektowania ścian szczelinowych”.
Małgorzata Wszędyrówny – Nast.

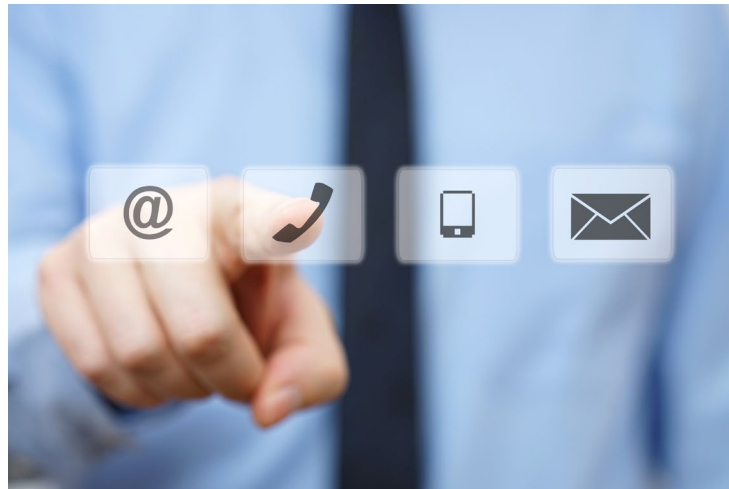
Case study dobrej praktyki



Komunikacja jest ważna

Po podpisaniu zlecenia Klient otrzymuje maila zawierającego:

- kontakty do osób zajmujących się poszczególnymi etapami obsługi zlecenia np. pracami terenowymi, koordynowaniem projektu,
- prośbę o przesłanie wszelkich materiałów, danych dotyczących projektowanego obiektu.



Prace terenowe

W Geotest dokumentujemy prace terenowe za pomocą aplikacji, dzięki której w czasie bieżącym koordynator projektu ma podgląd na wyniki prac.

Dzięki temu możemy szybko weryfikować zakres programu badań, proponować zmiany, dodatkowe badania tak aby finalnie Klient otrzymał wysokiej jakości produkt.



Każdy projekt jest inny



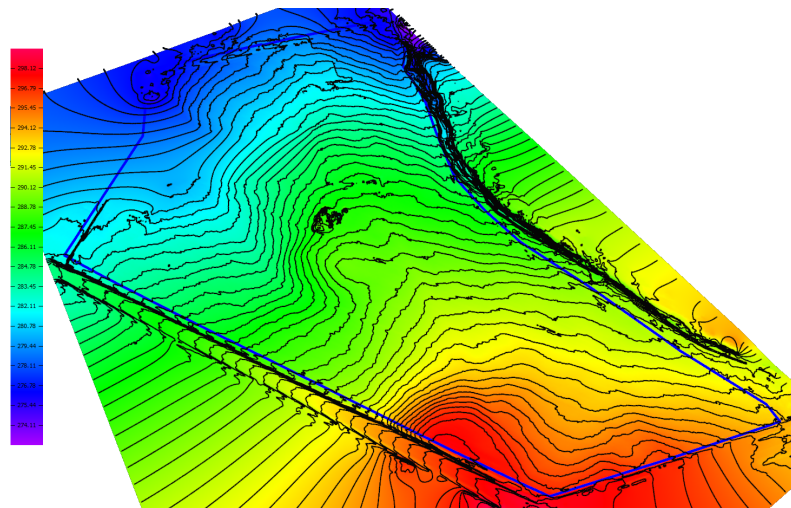
Zrealizowaliśmy już kilkadziesiąt projektów dotyczących wielkopowierzchniowych hal magazynowych.

Zalecamy siatkę o maksymalnym wymiarze 35 x 35 m

Spojrzenie na projekt z góry

Produkty nalotu fotogrametrycznego efektywnie wspomagają proces projektowania badań.

Deniwelacja na terenie badań wynosi **23 m**.



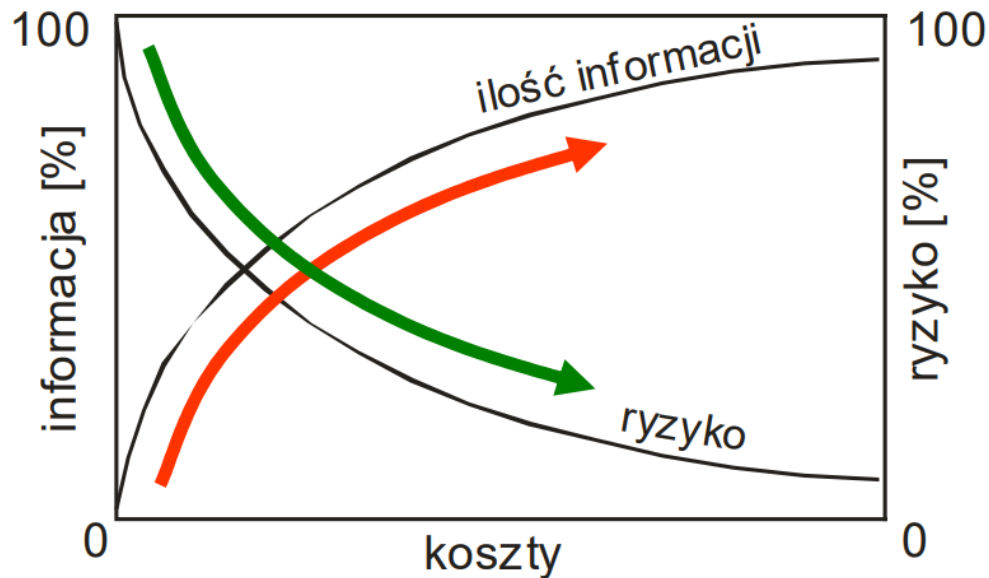
Materiał własny Geotest

Podsumowanie

Warto zapamiętać

1. Prawidłowo zaprojektowane i wykonane badania pozwalają zminimalizować ryzyko związane z realizacją inwestycji, a także mają istotny wpływ na optymalizację kosztów.
2. Wykonanie badań podłoża zawsze należy powierzyć firmie posiadającej odpowiednie doświadczenie.
3. Laboratoryjne badania gruntów są istotnym elementem programu badań.
4. Oszczędność na badaniach terenowych zazwyczaj przynosi odwrotny do zamierzonego skutek.

Wiedza oznacza spokój



(za Zettler i inni 1996)

Dziękuję za uwagę

Sesja Q&A

