



Warsztaty pt.: „Wybrane aspekty formalno-prawne z zakresu geologii inżynierskiej i hydrogeologii”

Badania geologiczno-inżynierskie przy realizacji inwestycji liniowych i kubaturowych

Dr Edyta Majer

Dr Paweł Pietrzykowski

Bezpieczna Infrastruktura i Środowisko

**Państwowy Instytut Geologiczny
– Państwowy Instytut Badawczy**

Warszawa, 22 października 2014 r.

Dokumentowanie geologiczno-inżynierskie – UPGG – Rozporządzenie MŚ

PN-B-02479:1998
– Dokumentowanie
geotechniczne



**PN-EN 1997-2:2009 –
Eurokod 7**

PN-B-04452:2002
– Badania Polowe



**PN-EN 1997-2:2009 –
Eurokod 7
+ EN ISO 22476 (1-13)**

PN-B-04481:1988
– Badania Laboratoryjne



EN ISO TS (1-12)

PN-B-03020:1981
– Posadowienie
bezpośrednie budowli



**PN-EN 1997-1:2008 –
Eurokod 7**

PN-B-02480:1986
– Klasyfikacja Gruntów



PN-EN ISO 14688-2:2006



PN-EN 1997-2:2009
Eurokod 7

Zaleca się następujące rozstawy punktów badawczych:

dla budowli wysokich i przemysłowych, w formie siatki z punktami w odległościach **15 m do 40 m**

dla budowli o dużej powierzchni, w kształcie siatki z punktami w odległościach **nie większych niż 60 m**

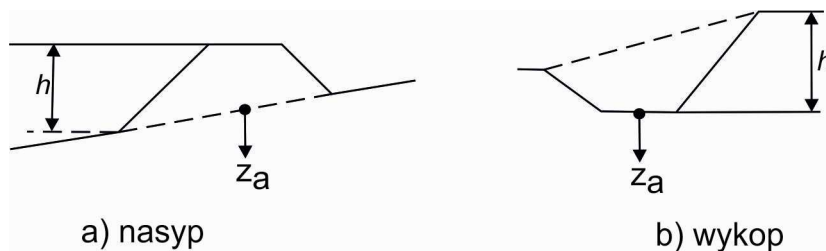
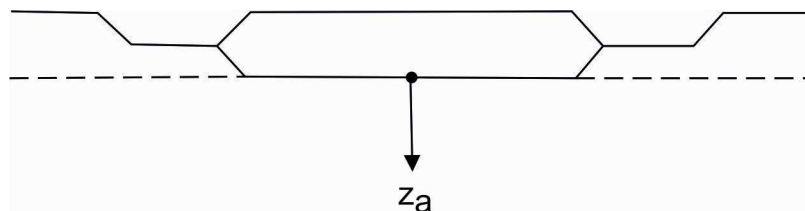
dla budowli liniowych (np. mosty, drogi kolejowe, kanały, rurociągi, wały, tunele, ściany oporowe) rozstaw **20 m do 200 m**

dla budowli specjalnych (np. mosty, kominy, fundamenty pod maszyny), **dwa do sześciu punktów badawczych na fundament**

dla zapór i jazów, odległość **25 m do 75 m wzdłuż odpowiednich przekrojów**

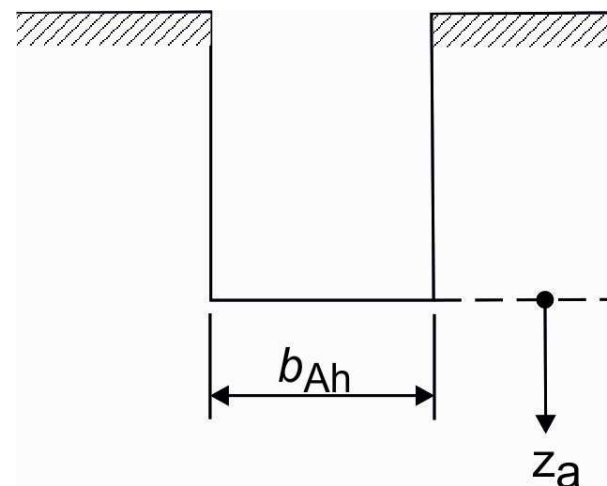


PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7



a) Dla nasypów
- $0,8 h < z_a < 1,2 h$
- $z_a \geq 6 \text{ m}$
gdzie h jest wysokością nasypu.

b) Dla wykopów
- $z_a \geq 2,0 \text{ m}$
- $z_a \geq 0,4 h$
gdzie h jest wysokością nasypu lub głębokością wykopu.



b) Dla wykopów wąskoprzestrzennych,
- $z_a \geq 2 \text{ m}$ poniżej poziomu dna wykopu
- $z_a \geq 1,5 b_{Ah}$
gdzie b_{Ah} jest szerokością wykopu.

PN-B-02479:1998 Geotechnika Dokumentowanie geotechniczne Zasady ogólne

Powielanie dokumentu zabronione. Wszelkie prawa zastrzeżone.

sierpień 1998

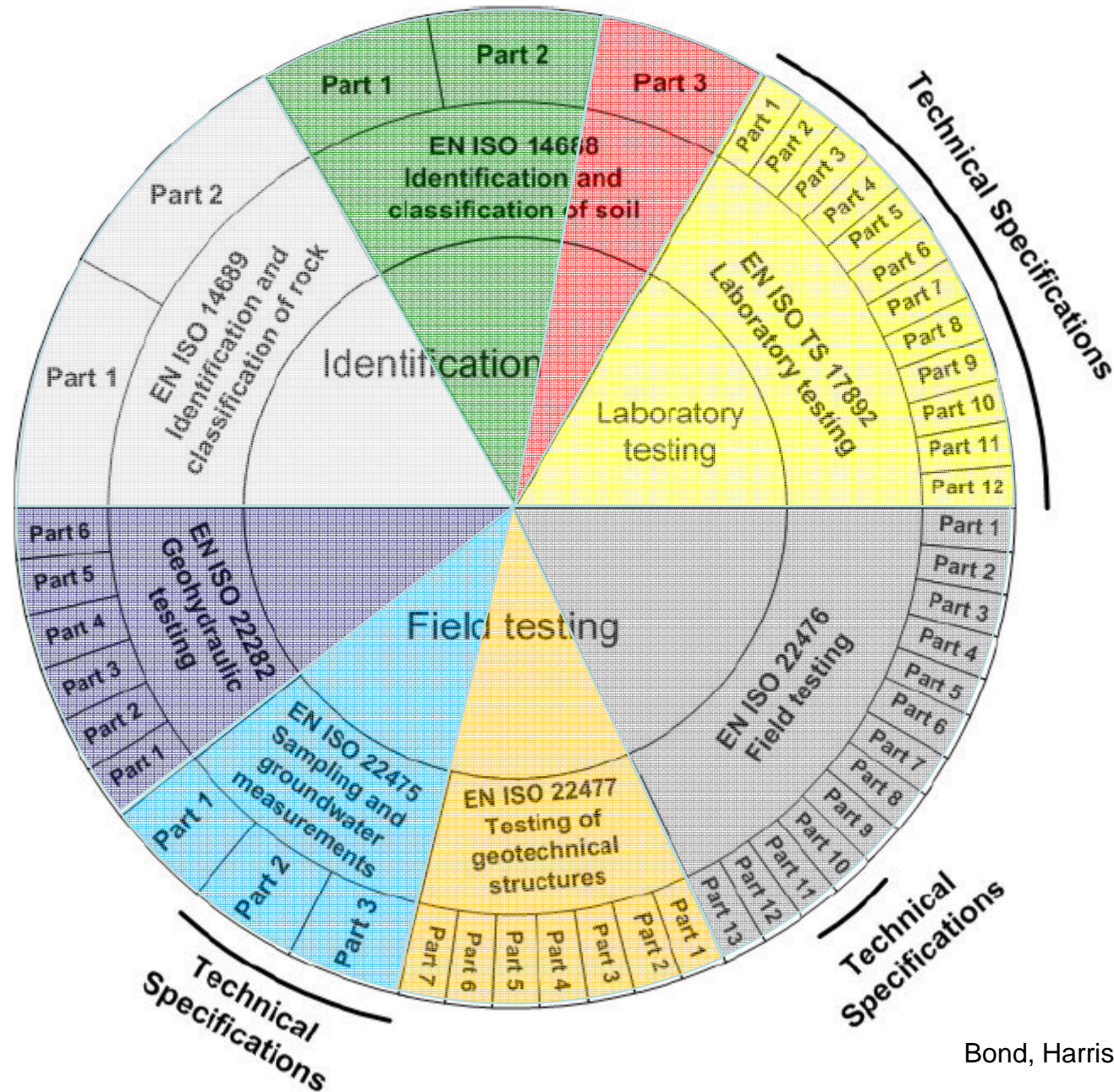
POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY	POLSKA NORMA	PN-B-02479
	Geotechnika Dokumentowanie geotechniczne	Zamiast: -
	Zasady ogólne	Grupa katalogowa ICS 93.020



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Normy w dokumentowaniu badań podłoża



Publikacje:

cykl wydawniczy „Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich”



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Publikacje branżowe



WARUNKI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

- Zarys budowy geologicznej w podłożu projektowanej trasy
- Wskazanie odcinków problematycznych (np. grunty uznawane za słabonośne)

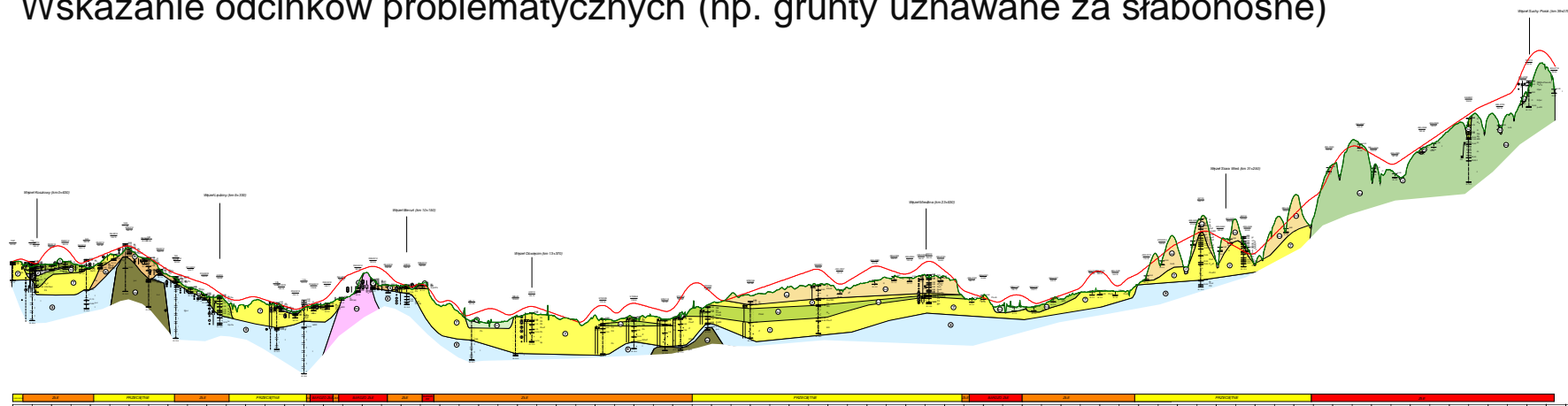


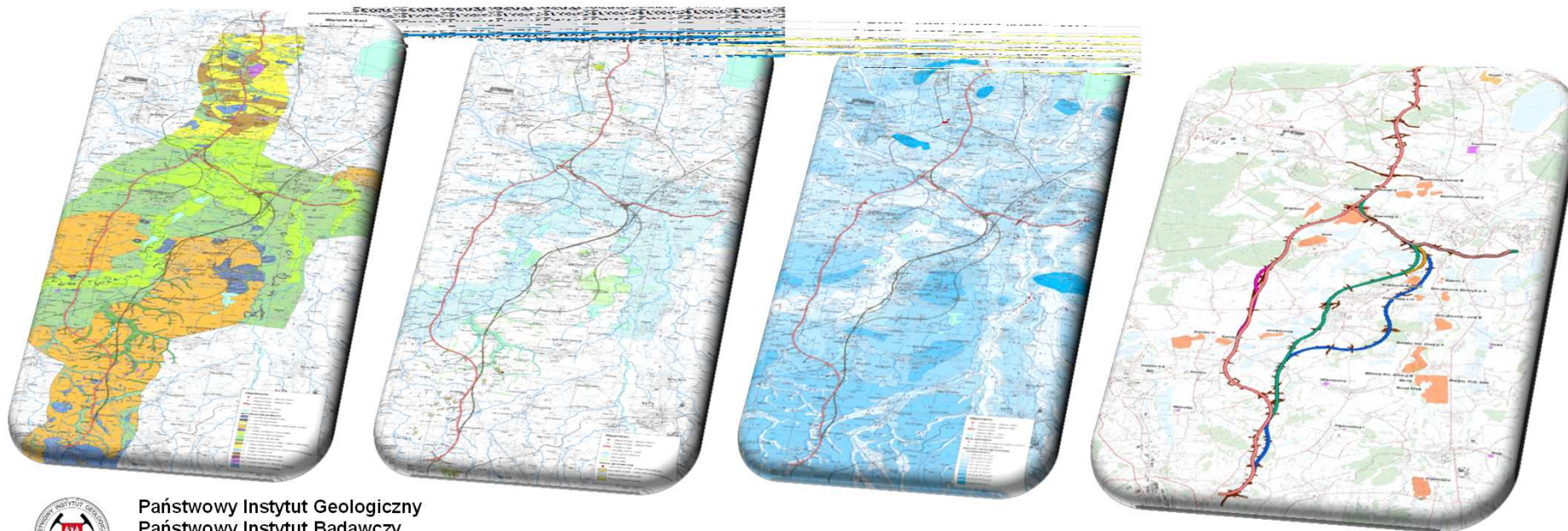
Tabela 1. Zestawienie warunków gruntowo-wodnych

Odcinek		Długość [km]	Rodzaj gruntów w podłożu	Warstwa geologiczna	Warunki wodne	Warunki geologiczno-inżynierskie
od [km]	do [km]					
0+000	0+220	0,22	Ps	7	przeciętne	Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych
0+220	2+080	1,86	Gr, T, Nm, NN	5,2 (2) (1)	przeciętne	Zle - 0 kategoria terenów górniczych
2+080	2+735	0,70	Ps	7	dobre	Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych (możliwe wstrząsygórnicze)
2+735	4+160	1,40	Pg, Gp+Ż	6	dobre	Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych (możliwe wstrząsygórnicze)
4+160	5+565	1,40	II, Gr, Grz	5,2	dobre	Zle - 0 kategoria terenów górniczych
5+565	6+815	1,30	Ps	7	dobre	Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych (możliwe wstrząsygórnicze)
6+815	7+440	0,63	Pd+H, Nm	2	złe	Zle i bardzo złe (szkody górnicze)
7+440	8+490	1,05	Ps	7	dobre	Zle i bardzo złe (szkody górnicze)
8+490	9+250	0,76	w, KR, Ps+Ż	10,2 (4,2)	dobre	Zle i bardzo złe (szkody górnicze)
9+250	9+350	0,10	Nm	2	dobre	Zle i bardzo złe (szkody górnicze)
9+350	10+700	1,35	Gp, Grz	6	przeciętne	Zle i bardzo złe (szkody górnicze)
10+700	11+680	0,98	Ps	7	przeciętne	Zle (szkody górnicze)
11+680	12+900	1,22	NN, Nm, Ps	1, 5, 1	przeciętne	Zle (szkody górnicze)
12+900	17+500	4,60	Ps	7	dobre	Zle (szkody górnicze)
17+500	18+300	0,80	Ps+G	5,2	dobre	Przeciętne - 0 kategoria terenów górniczych (możliwe wstrząsygórnicze)
18+300	24+400	6,10	II	3,2	dobre	Przeciętne (grunty wysadzinowe)
24+400	25+250	0,85	Ps+G	7	dobre	Zle i bardzo złe (szkody górnicze)
25+250	26+120	0,87	Ps+Nm	5,1	przeciętne	Zle i bardzo złe (szkody górnicze)
26+120	27+520	1,40	II, I	5,2	przeciętne	Zle (0 kategoria terenów górniczych, tereny zagrożone podtopieniami)
27+520	28+900	1,40	Ps+G	7	dobre	Zle (0 kategoria terenów górniczych, tereny zagrożone podtopieniami)
28+900	33+450	4,55	II	3,2 (2)	dobre	Przeciętne (lokalnie w dolinach grunty słabonośne)
33+450	39+734	6,25	ł, m, p-c	10,2 (2) (5,2)	dobre	Bardzo złe (obszary zagrożone występowaniem osuwisk, lokalnie w dolinach grunty słabonośne)

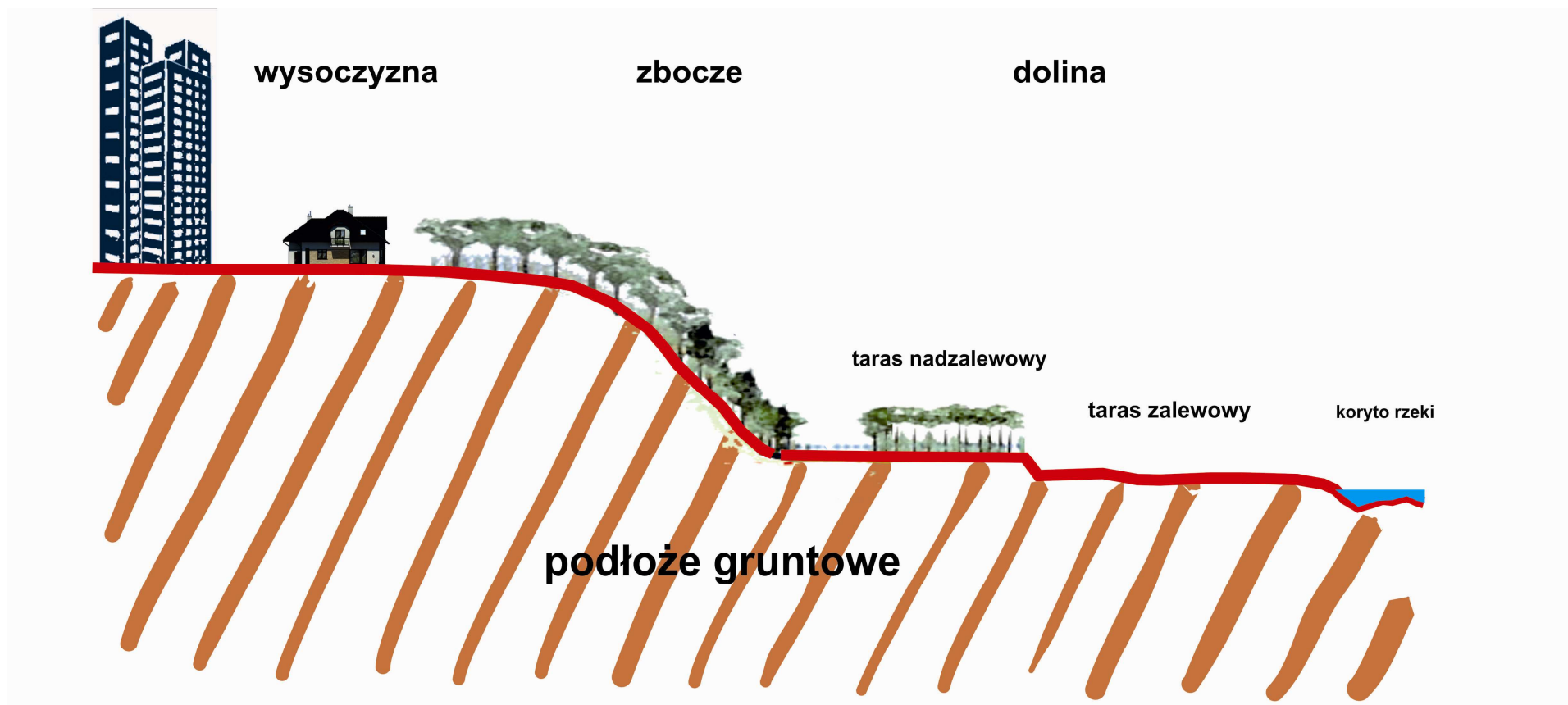


Warunki geologiczno-inżynierskie

Zwaloryzowane cechy budowy **geologicznej**, warunków **geomorfologicznych**, **hydrogeologicznych** i **litologii** z wyszczególnieniem właściwości **fizyczno-mechanicznych** gruntów i skał oraz naturalnych i **antropogenicznych** zjawisk i **procesów** geologicznych (np. osuwiska, kras, grunty uznane powszechnie za problematyczne) dla potrzeb **planowania przestrzennego** oraz bezpiecznego i ekonomicznego **projektowania** posadowienia obiektów budowlanych



Geomorfologia



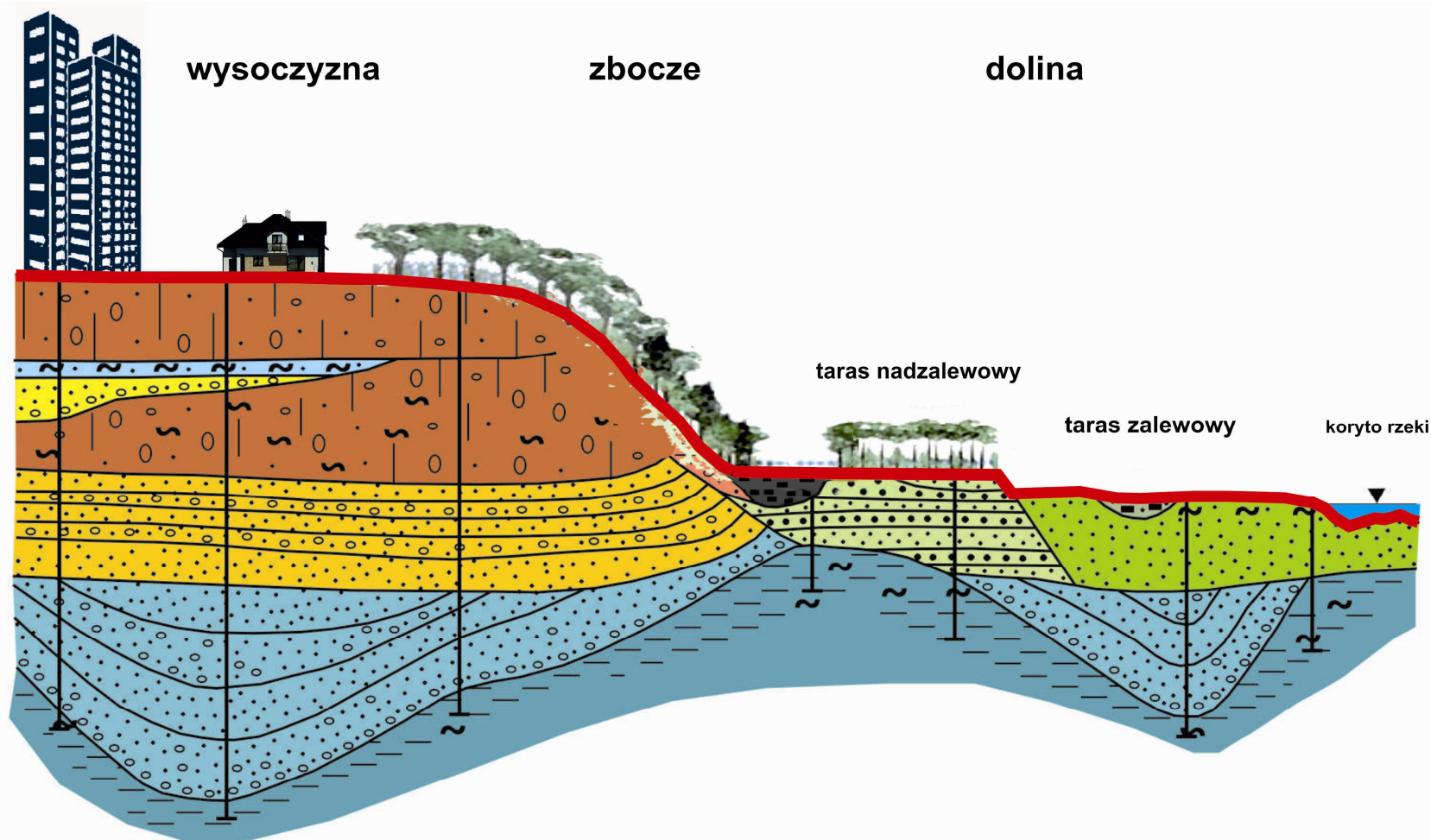
Dane geologiczne w procesie inwestycyjnym



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Budowa geologiczna



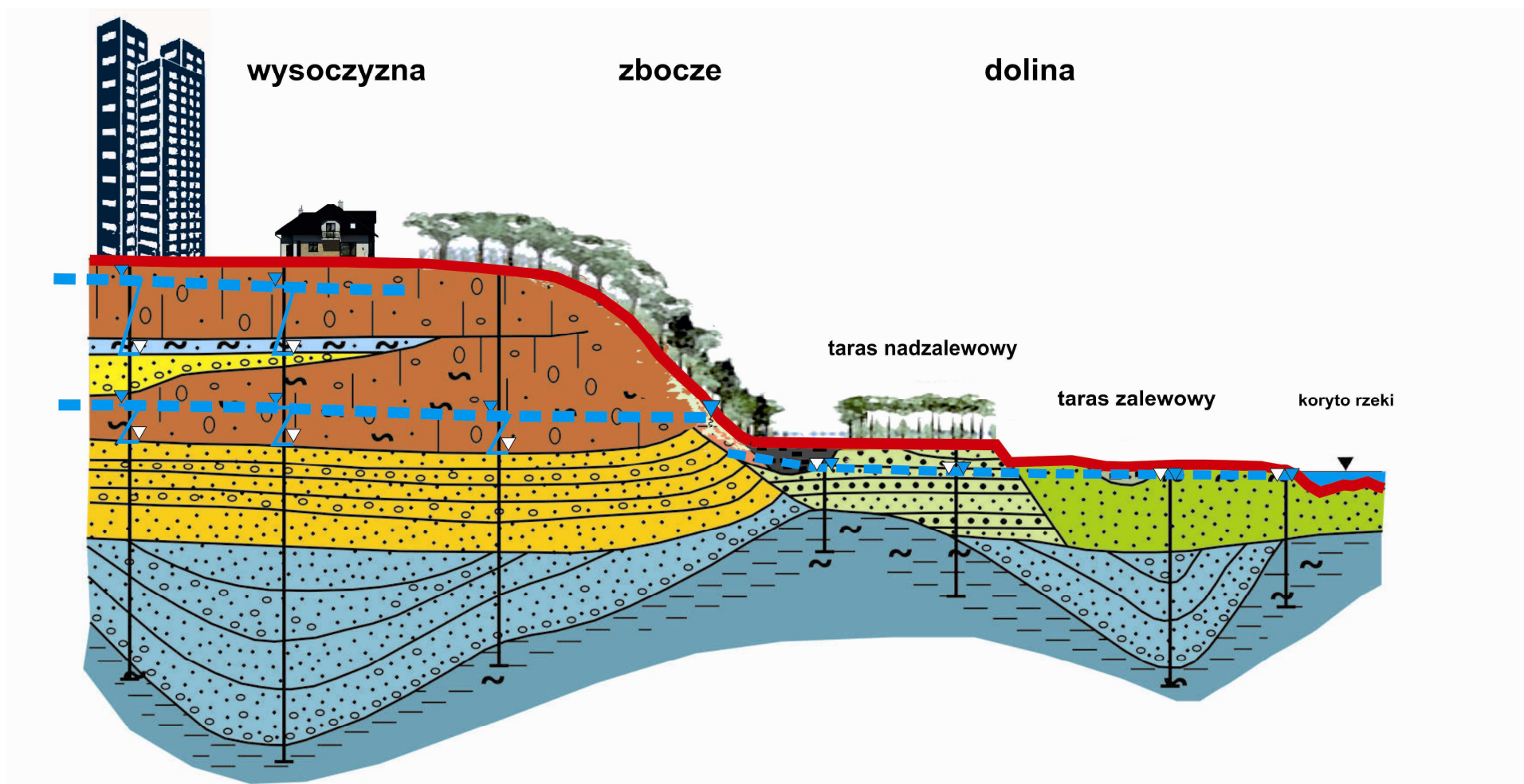
Dane geologiczne w procesie inwestycyjnym



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Warunki hydrogeologiczne



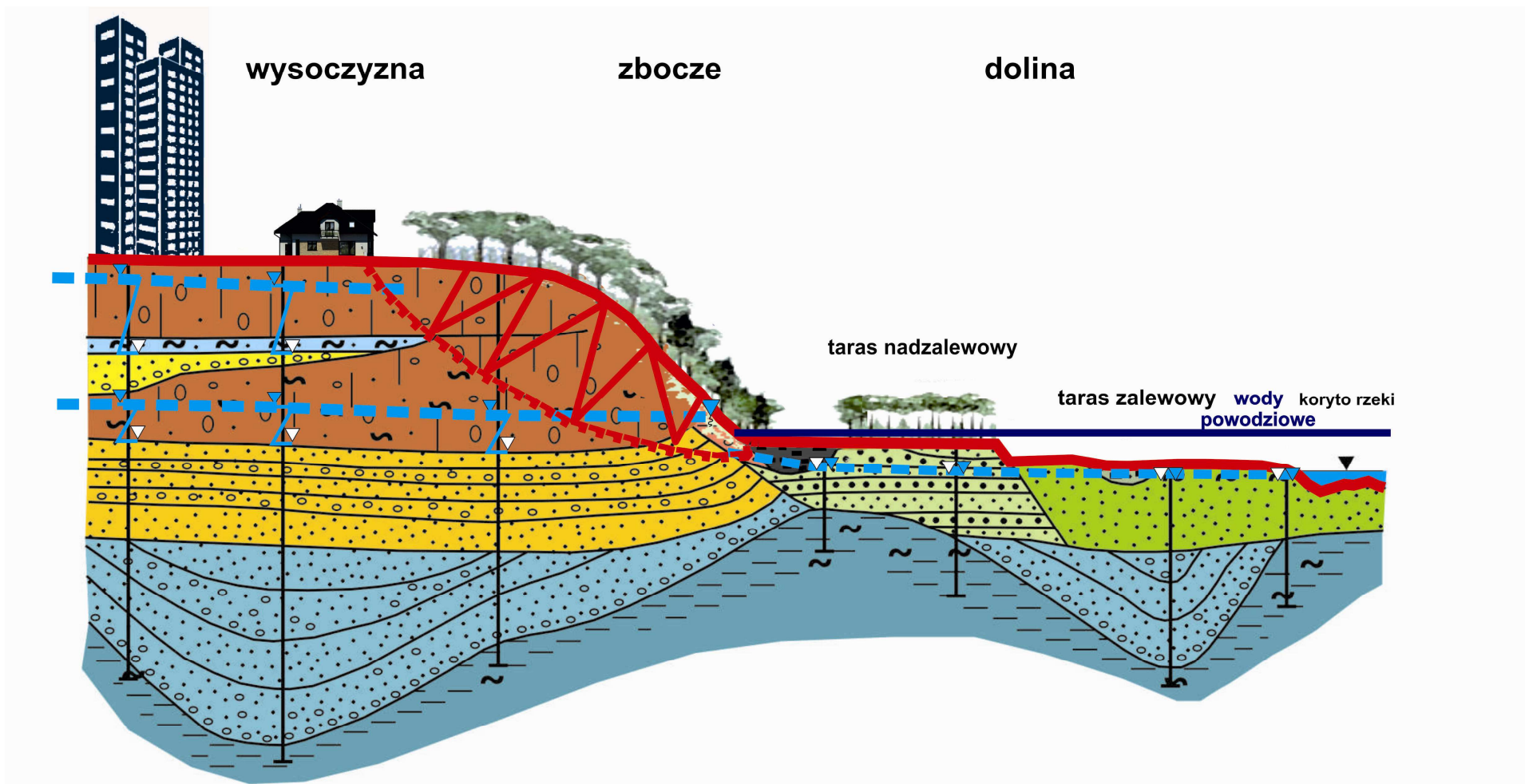
Dane geologiczne w procesie inwestycyjnym



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Zagrożenia geologiczne (geozagrożenia)



Dane geologiczne w procesie inwestycyjnym



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Identyfikacja zagrożeń geologicznych

Występowanie gruntów słabonośnych

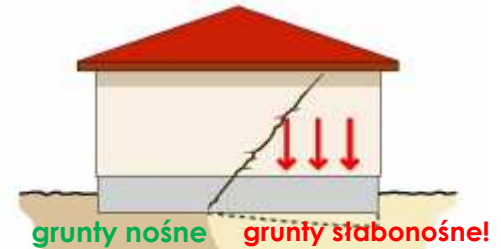
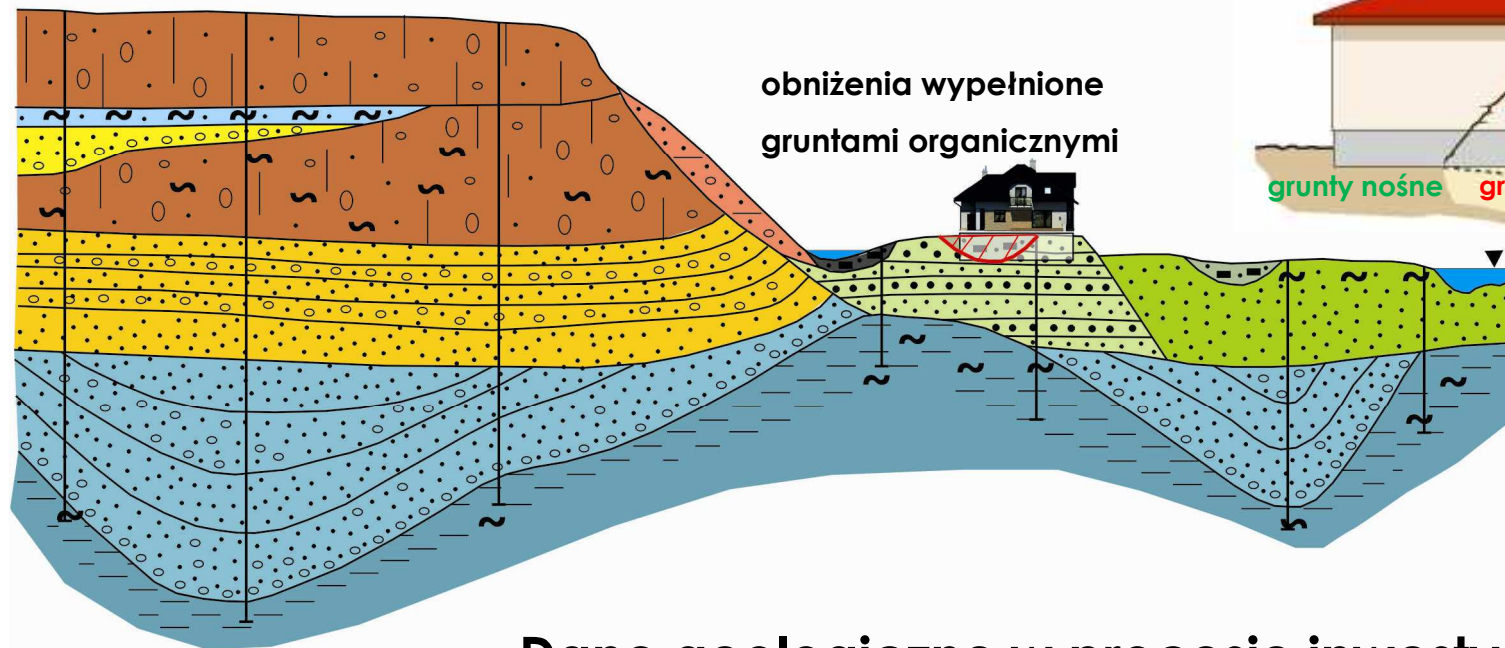


uszkodzenia konstrukcji



nierównomierne osiadania

N



Dane geologiczne w procesie inwestycyjnym

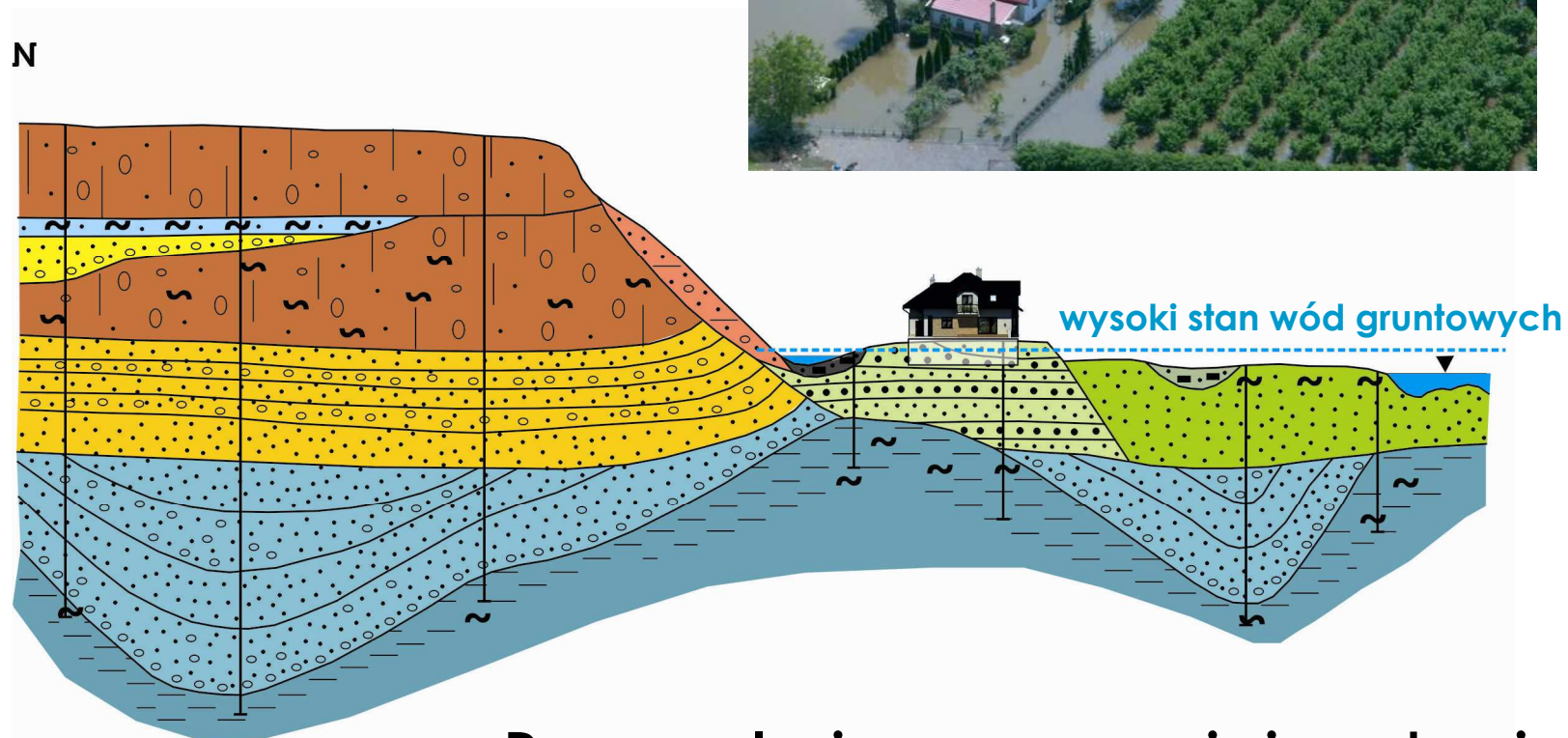


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Identyfikacja zagrożeń geologicznych

Podtopienia od wód gruntowych



Dane geologiczne w procesie inwestycyjnym

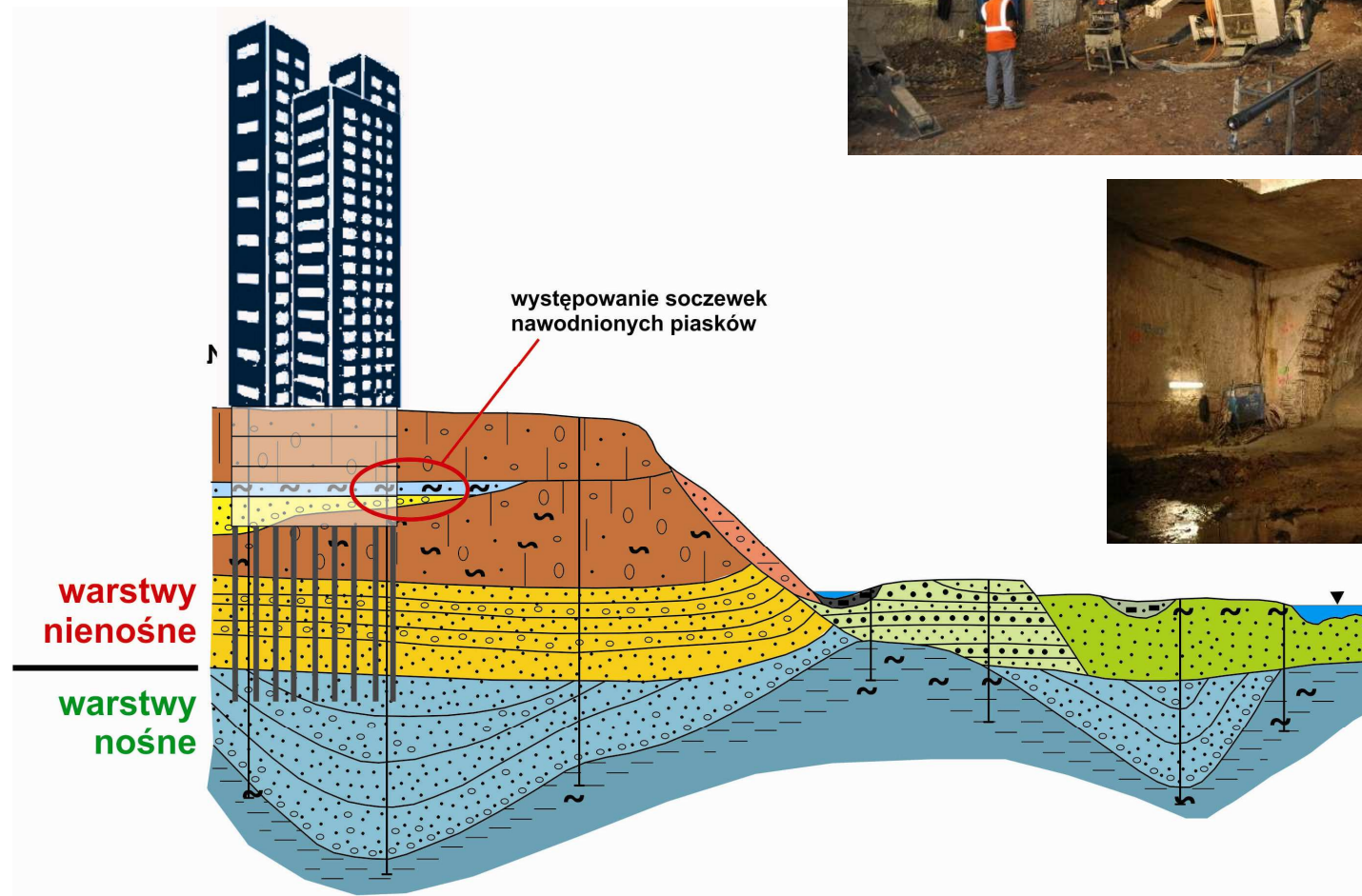


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Identyfikacja zagrożeń geologicznych

Geotechnika i fundamentowanie



fot.
TVN Warszawa
Mat. Komendy
Miejskiej Państwowej
Straży Pożarnej
m.st. Warszawy



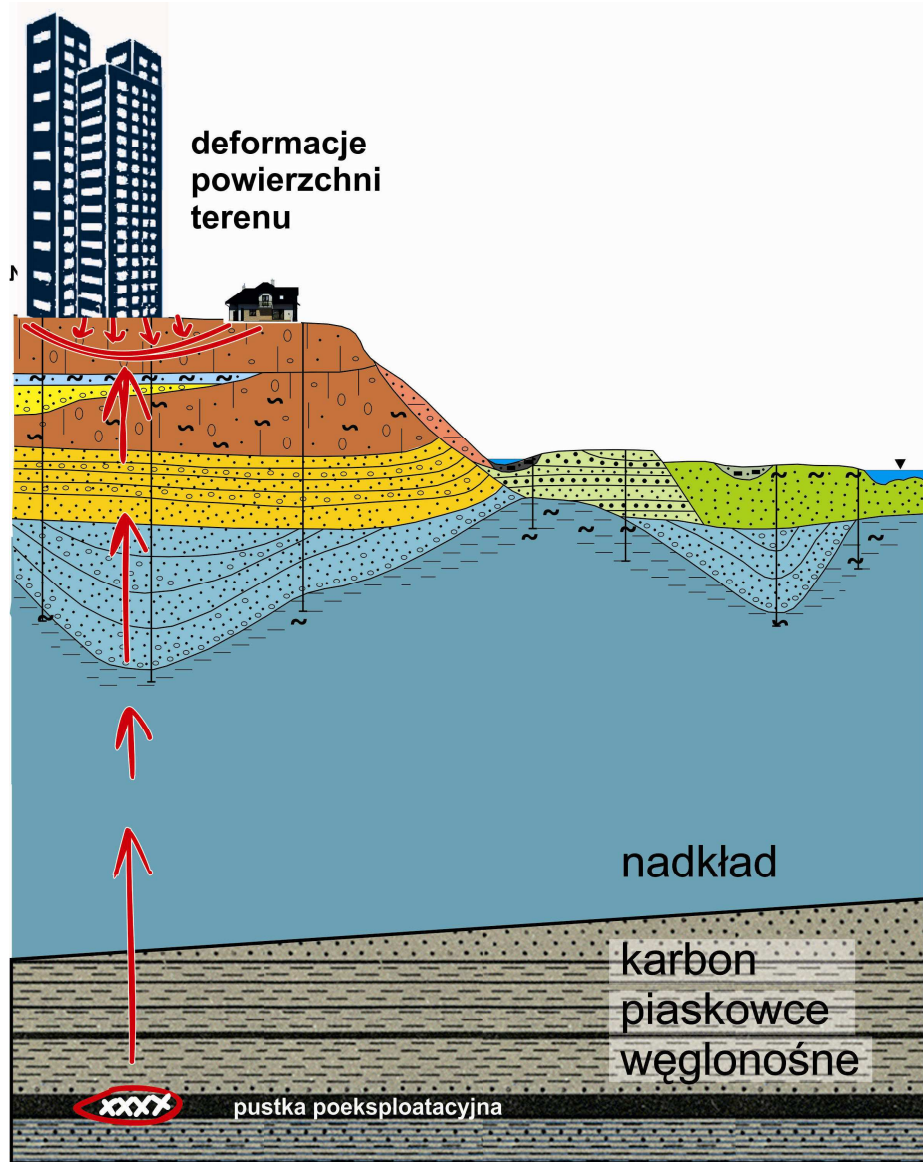
Dane geologiczne w procesie inwestycyjnym



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Identyfikacja zagrożeń geologicznych Szkody górnicze



Waloryzacja geologiczno-inżynierska

Ocena warunków geologiczno-inżynierskich

Warunki geologiczno-inżynierskie	Ocena warunków geologiczno-inżynierskich WALORYZACJA				
	Bardzo dobre	Dobre	Dostateczne	Złe	Bardzo złe
Morfologia	5	4	3	2	1
Litologia Geneza Stratygrafia	5	4	3	2	1
Hydrogeologia	5	4	3	2	1
Zjawiska i procesy geodynamiczne	5	4	3	2	1



Badania geologiczno-inżynierskie i geotechniczne –

to **projektowanie** i **wykonywanie** różnymi metodami badań **polowych** i **laboratoryjnych**, ich **interpretacja** oraz inne czynności, które służą opracowaniu **jakościowego** i **ilościowego modelu geologicznego**, zawierającego informacje o **rodzajach gruntów i skał**, ich **genezie**, stratygrafii, układzie i relacjach przestrzennych, **właściwościach fizyczno-mechanicznych**, chemicznych, a także o zjawiskach i **procesach geologicznych**, hydrogeologicznych i pokrewnych w celu ustalania stopnia skomplikowania warunków gruntowych, określenia złożoności warunków geologiczno-inżynierskich, sporządzania dokumentacji dla wyboru lokalizacji, projektowania, realizacji i eksploatacji obiektów budowlanych oraz w celach naukowych

Badania geologiczno-inżynierskie wykonywane są na podstawie ustawy Prawo geologiczne i górnicze, a badania geotechniczne w oparciu o ustawę Prawo budowlane



BADANIA LABORATORYJNE parametry fizyczne

rodzaj gruntu (nazwa gruntu)

uziarnienie:

krzywe uziarnienia

wskaźnik jednorodności uziarnienia – C_U , U [-]

wskaźnik krzywizny – C_C [-]

wskaźnik piaskowy – **WP, SE** [%]

gęstość (ciężar) gruntu:

gęstość właściwa szkieletu gruntowego ρ_s [Mg/m^3]

gęstość objętościowa gruntu ρ [Mg/m^3]

gęstość objętościowa szkieletu gruntowego ρ_d [Mg/m^3]

ciężar gruntu:

ciężar właściwy gruntu γ_s [kN/m^3]

ciężar objętościowy gruntu γ [kN/m^3]

ciężar objętościowy szkieletu gruntowego γ_d [kN/m^3]

porowatość – n [%; -]

wskaźnik porowatości – e [-]

zawartość części organicznych – I_{om} , I_z



BADANIA LABORATORYJNE parametry fizyczne

stan gruntów spoistych

wilgotność – w [%]

stopień wilgotności S_r [%; -]

granice konsystencji, granice Atterberg'a

granica plastyczności – w_p [%]

granica płynności – w_L [%]

granica skurczalności – w_s [%]

wskaźnik plastyczności – I_p [%]

stopień plastyczności – I_L [-]

wskaźnik konsystencji – I_c [-]

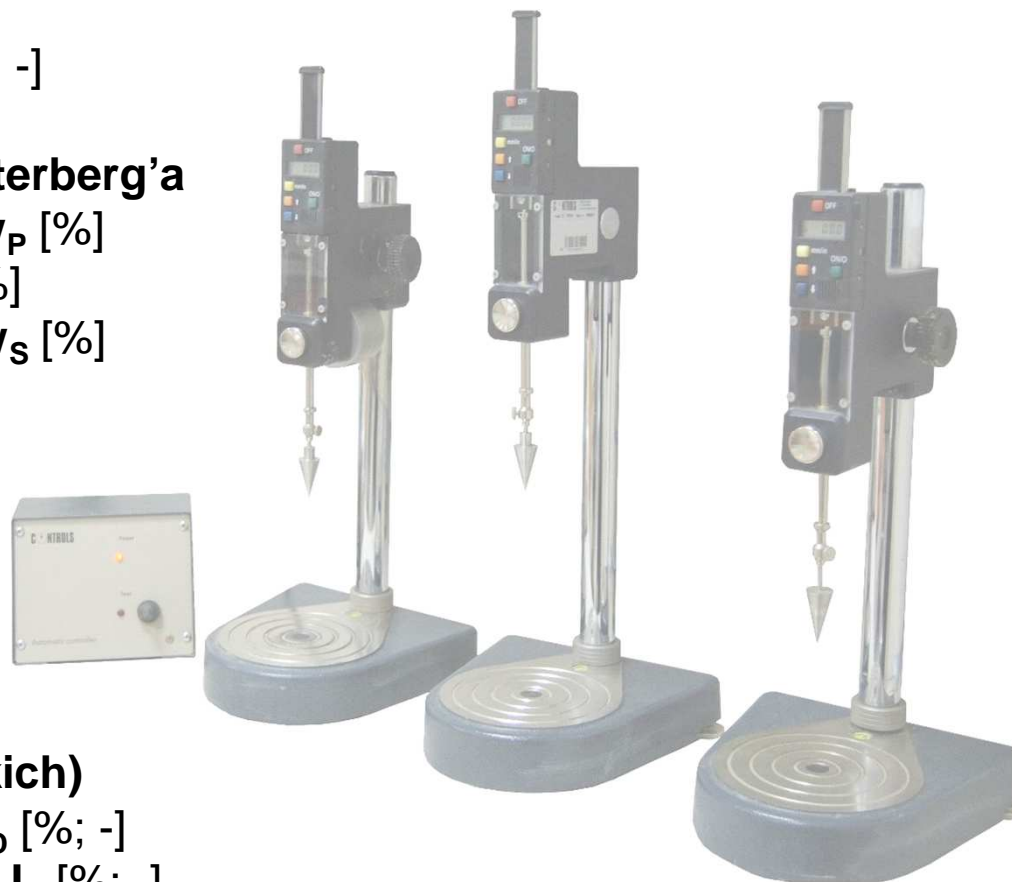
aktywność gruntu – a_c (A) [-]

stan gruntów niespoistych (sypkich)

stopień zagęszczenia – I_D [%; -]

wskaźnik zagęszczenia – I_s [%; -]

wilgotność optymalna – w_{opt} [%]



BADANIA LABORATORYJNE parametry fizyczne

parametry odkształceniowe gruntów

edometryczny moduł ścisłości – M (E_{oad}) [MPa]

współczynnik zmiany objętości – m_v [MPa⁻¹]

wskaźnik ścisłości – C_c [-]

wskaźnik odprężenia – C_s [-]

ciśnienie pęcznienia – P_c [-]

wskaźnik pęcznienia – E_c [%]

wskaźnik osiadania zapadowego – i_{mp} [-]

współczynnik konsolidacji – c_v ; c_h [m²/s]

współczynnik pełzania c_α [m²/s]

stopień konsolidacji U_t [%; -]

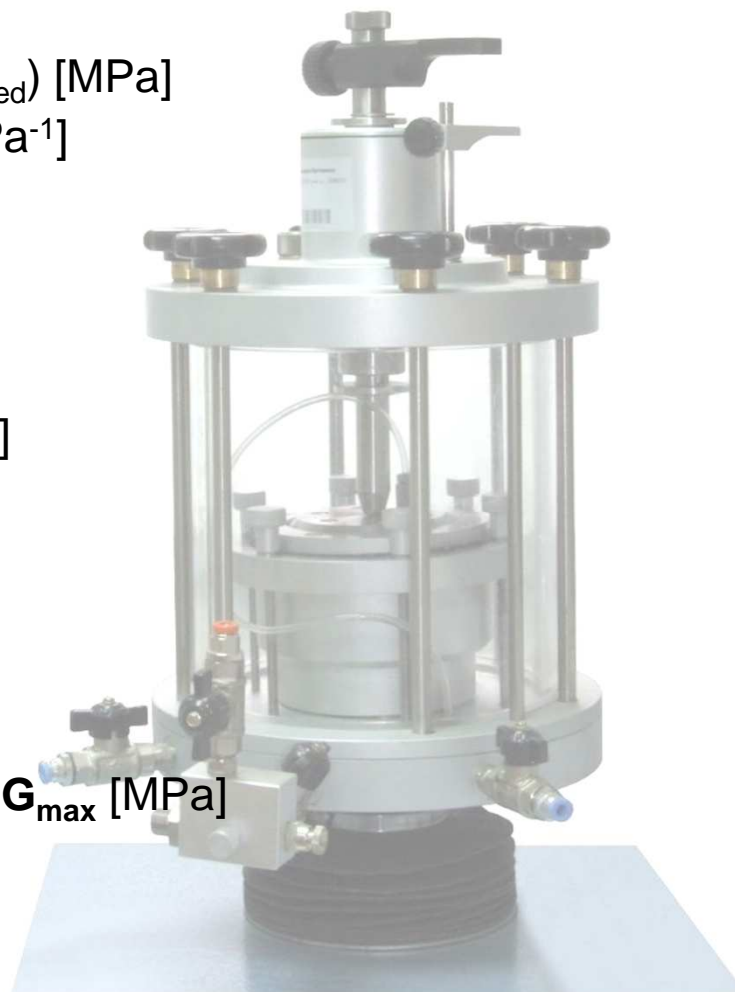
naprężenie prekonsolidacji – σ'_p [kPa]

współczynnik Poisson'a – ν [-]

moduł odkształcenia postaciowego – G , G_{max} [MPa]

współczynnik parcia gruntu w spoczynku – K_0 [-]

wskaźnik prekonsolidacji – **OCR** [-]



BADANIA LABORATORYJNE

parametry fizyczne

całkowite parametry wytrzymałościowe

wytrzymałość gruntu na ścinanie – τ_f [kPa]

wytrzymałość gruntu na ścianie bez odpływu $S_u; c_u$ [kPa]

spójność gruntu (kohezja) – $c; c_u$ [kPa]

kąt tarcia wewnętrznego $\Phi_u; \Phi$ [°]

efektywne parametry wytrzymałościowe

spójność efektywna – c' [kPa]

efektywny kąt tarcia wewnętrznego Φ' [°]

spójność rezydualna c_r [kPa]

wrażliwość gruntu S_t [-]

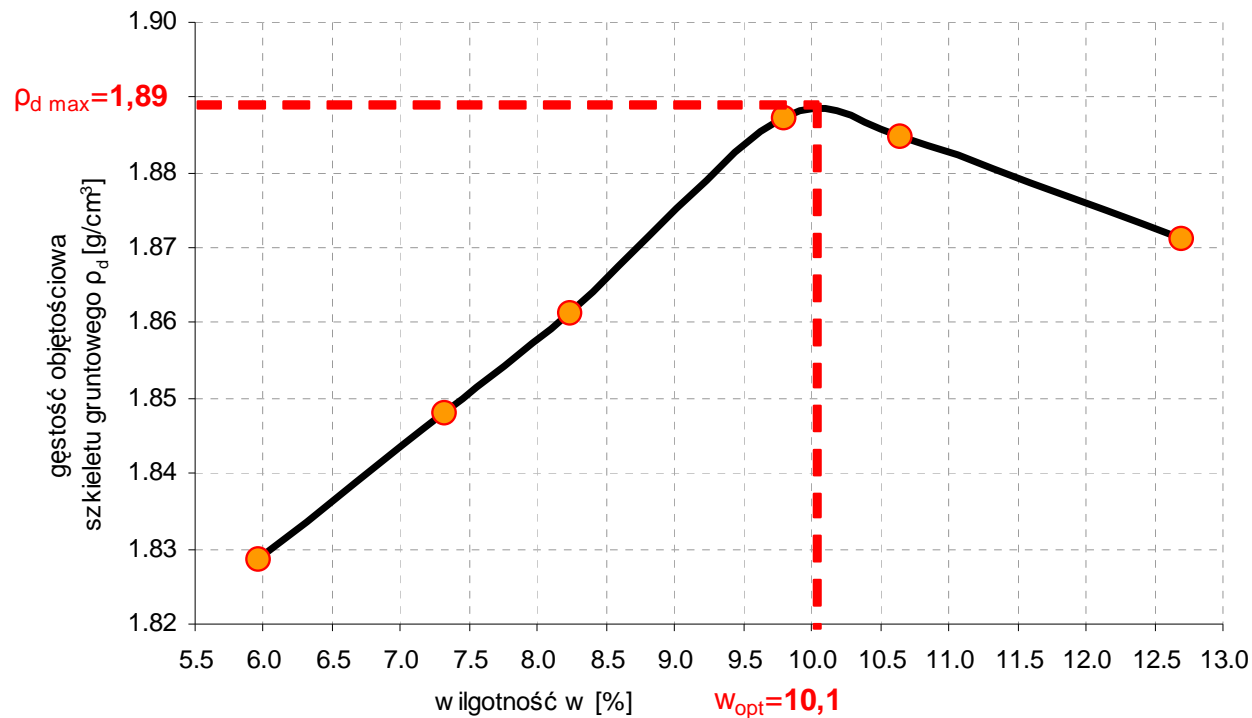
Wybrane metody badania wytrzymałości na ścinanie

- badanie w aparacie jednoosiowego ściskania
- badanie w aparacie trójosiowego ściskania
 - UU – bez konsolidacji, bez odpływu
 - CIU – z konsolidacją izotropową, bez odpływu
 - CAU – z konsolidacją anizotropową, bez odpływu
 - CID – z konsolidacją izotropową, z odpływem
 - CAD – z konsolidacją anizotropową, z odpływem
- laboratoryjna ścinarka obrotowa
- aparat prostego ścianania

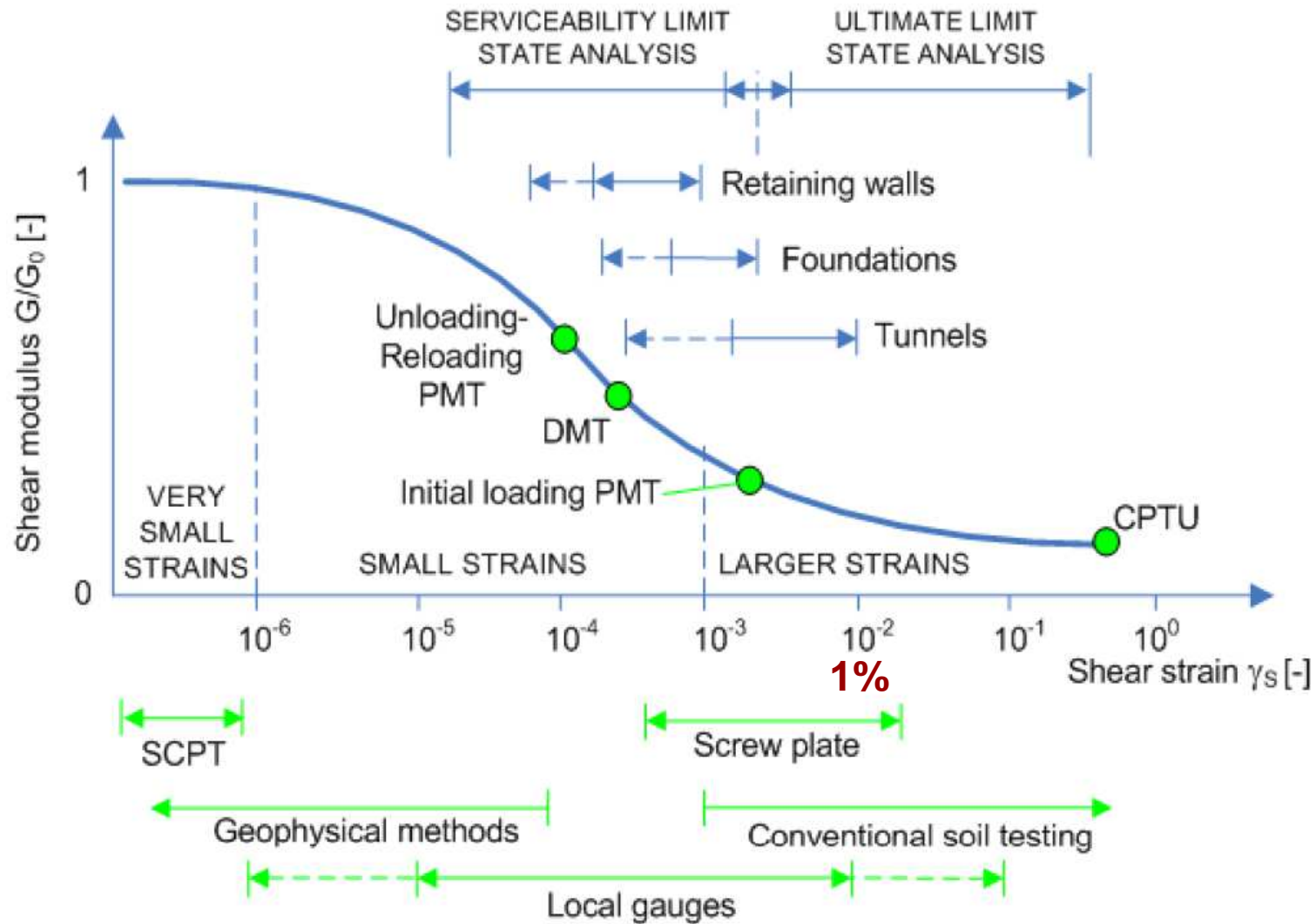


BADANIA ZAGĘSZCZALNOŚCI

Wilgotność optymalna – w_{opt} – wilgotność, przy której w danych warunkach ubijania można osiągnąć największe zagęszczenie gruntu, a więc uzyskuje on maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego – $\rho_d = \rho_{ds}$

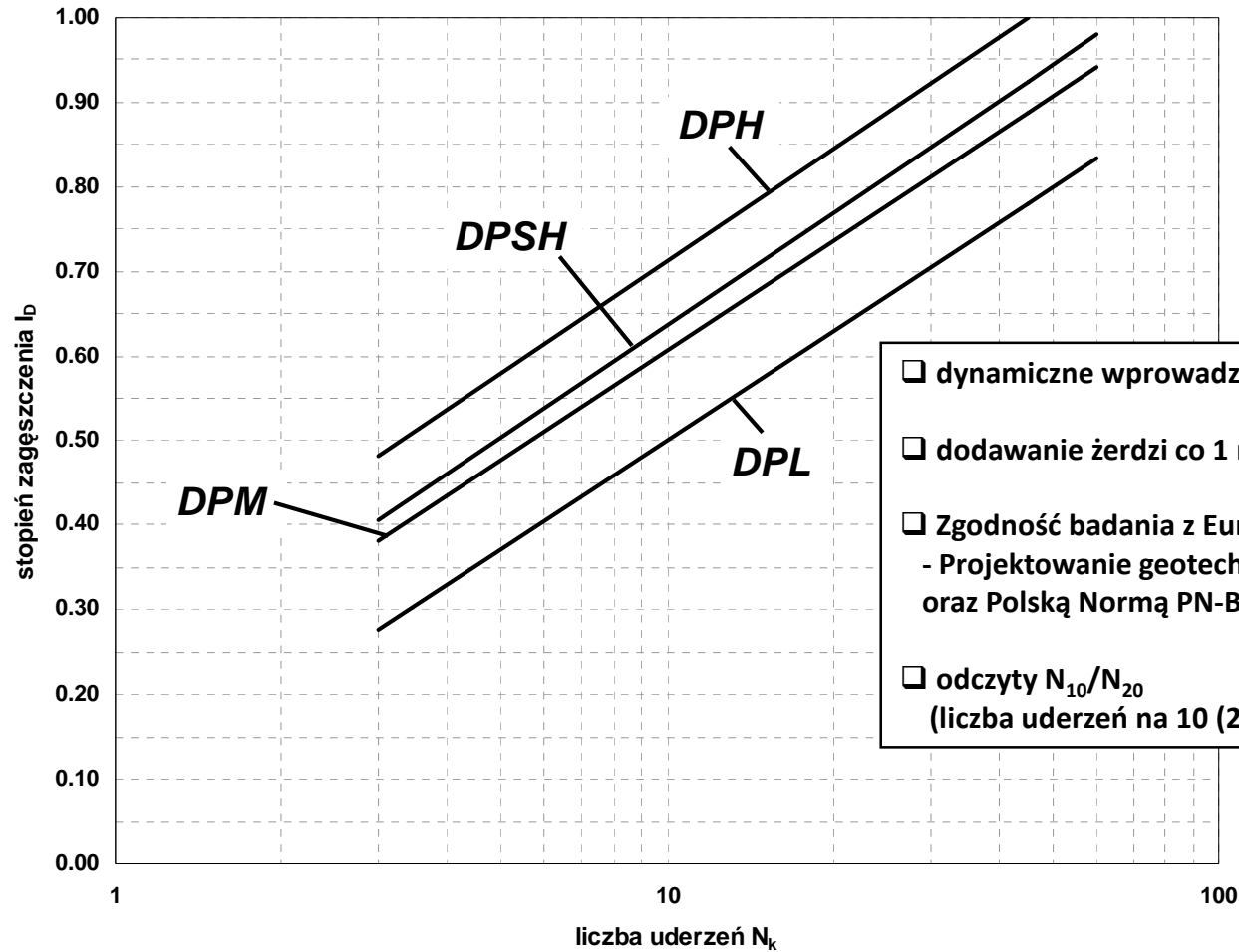


Dobór metody badań w zależności od wymagań projektowych

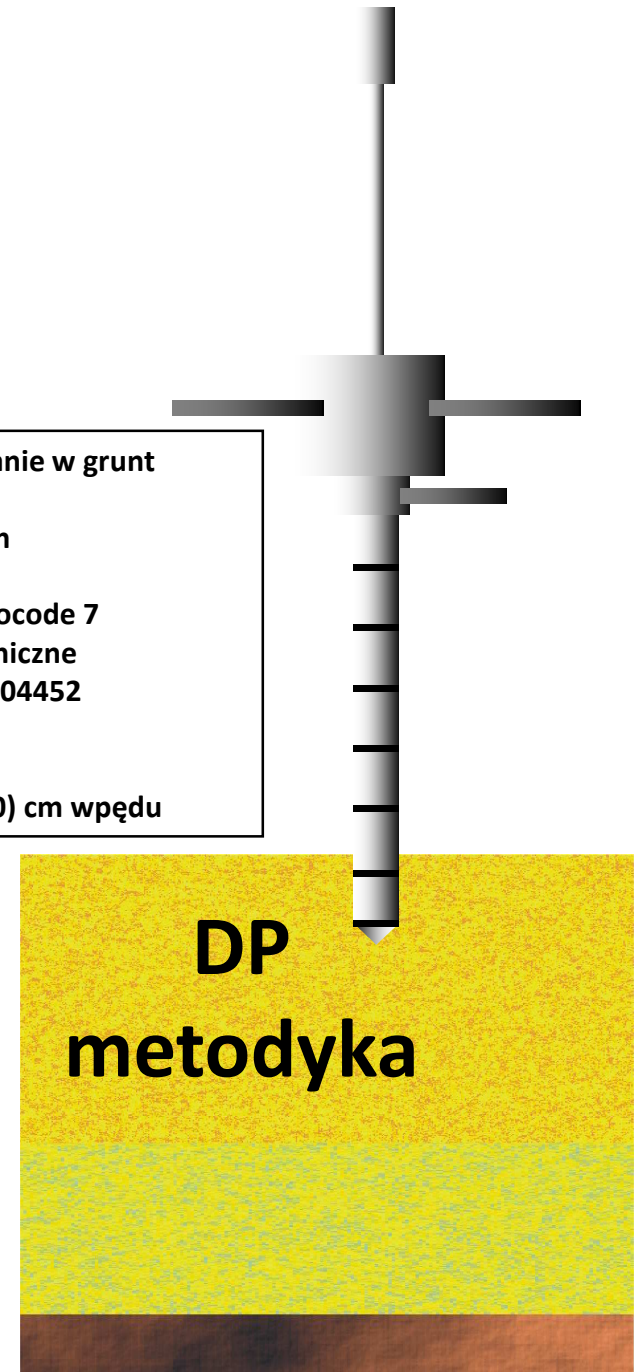


PN-B-04452:2002

BADANIA POLOWE



- dynamiczne wprowadzanie w grunt
- dodawanie żerdzi co 1 m
- Zgodność badania z Eurocode 7 - Projektowanie geotechniczne oraz Polską Normą PN-B-04452
- odczyty N_{10}/N_{20} (liczba uderzeń na 10 (20) cm wpędu)

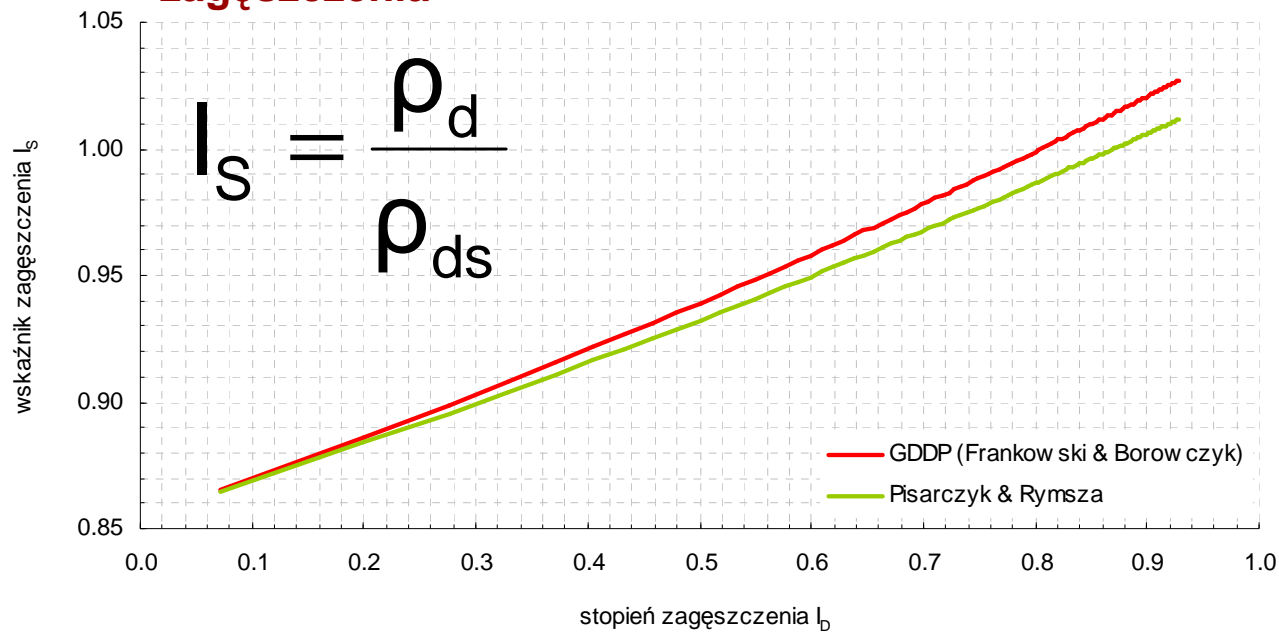


BADANIA POLOWE

GDDP, 1998

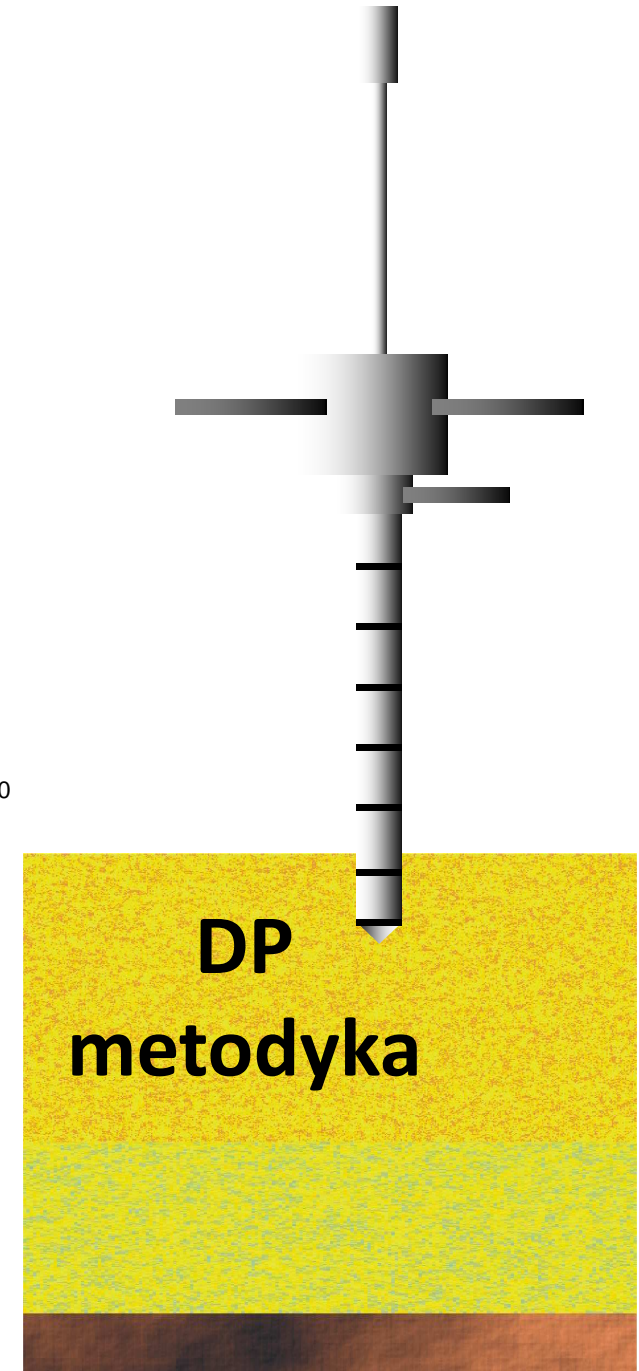
wskaznik zagęszczenia

Zależności $I_s = f(I_D)$

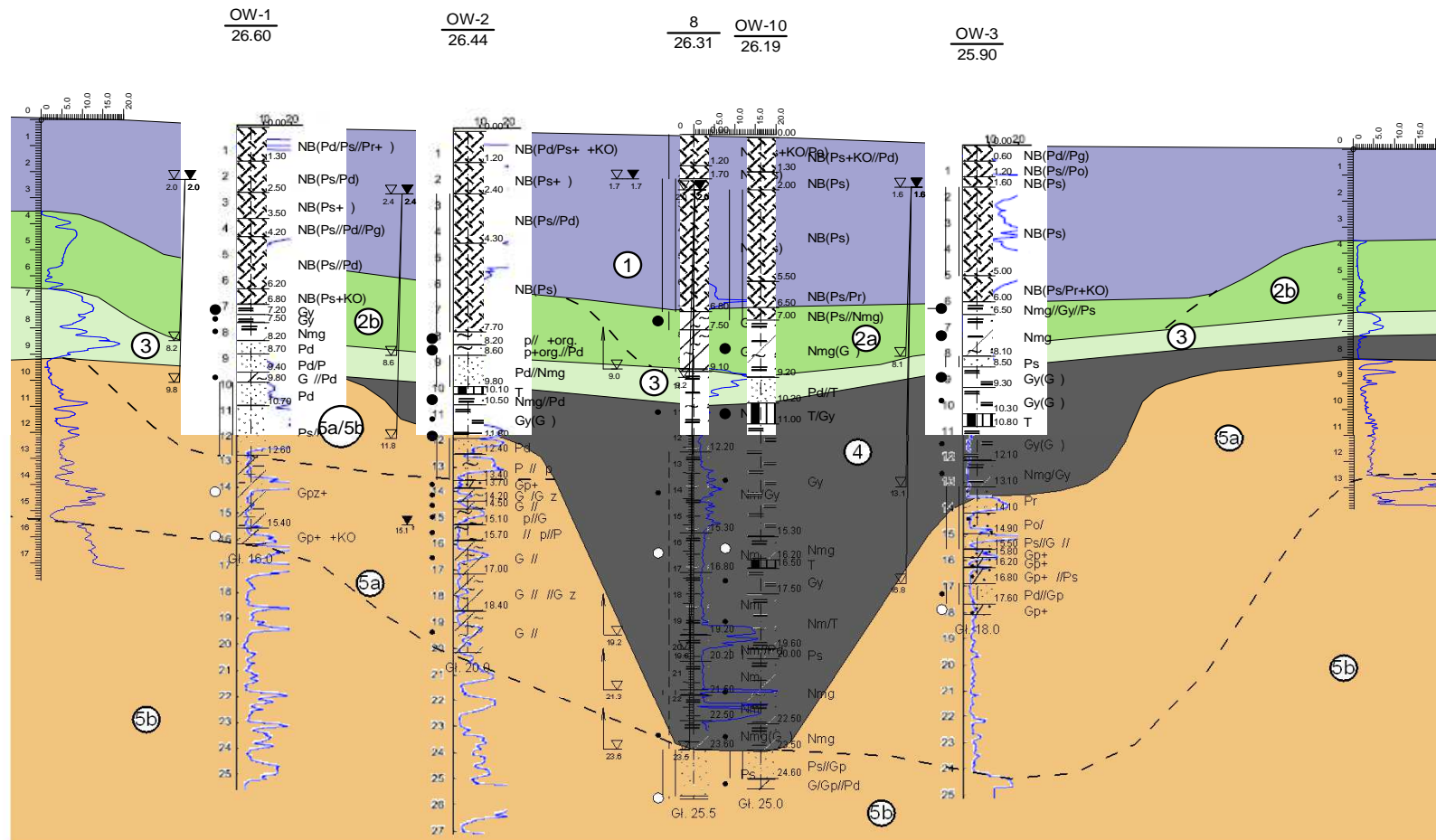


$$I_s = \frac{0.818}{0.958 - 0.174 I_D}$$

$$I_s = \frac{5.10}{5.97 - I_D}$$







Dokumentacja geologiczno-inżynierska wykonana zgodnie z przepisami polskiego prawa, zasadami dokumentowania, dobrą praktyką i starannym profesjonalizmem a jednak...

Zagęszczone piaski pod warstwą gruntów organicznych



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Wiatraki – najczęstsze badania, pomiary, obserwacje

Zakres badań	Opis
Głębokość wierceń	8-30 m (najczęściej 20 m)
Liczba wierceń na wiatrak	1-4 wiercenia (najczęściej 2 wiercenia)
Rodzaj sondowań	presjometryczne PMT, statyczne CPTU, dylatometryczne SDMT, cylindryczne SPT lub brak sondowań (najczęściej CPTU)
Głębokość sondowań	jak wiercenia
Liczba sondowań na wiatrak	1-3 sondowania (najczęściej 1)
Badania skał	RQD stan spękania skał, badania wytrzymałościowe
Rodzaj badań laboratoryjnych	pH, wskaźnik osiadania zapadowego, analiza granulometryczna, oznaczenie części organicznych, wilgotność naturalna, gęstość objętościowa, oznaczenie granic konsystencji gruntów wraz z określeniem stopnia i wskaźnika plastyczności, oznaczenie edometrycznego modułu ścisłości pierwotnej i wtórnej, oznaczenie wytrzymałości na ścinanie w odniesieniu do naprężeń całkowitych (oznaczenie spójności i kąta tarcia), badania wytrzymałości skał na ściskanie, badania agresywności wody w stosunku do betonu, oznaczenie wskaźnika nośności gruntów CBR, pęcznienie swobodne,
Liczba badań na wiatrak	od 1 do kilku na wiatrak, zazwyczaj badania fizyczne, parametry mechaniczne określone na podstawie normy 03020 i sondowań statycznych CPTU
Rodzaj badań geofizycznych	Rezystywność (projektowanie uziemienia) – metoda elektrooporowa Sejsmika MASW (dynamiczny moduł sprężystości G_{max})



Budynki wielokondygnacyjne

– najczęstsze badania, pomiary, obserwacje

Zakres badań	Opis
Głębokość wierceń	20-55
Liczba wierceń na obiekt	5-20
Rodzaj sondowań	statyczne CPTU
Głębokość sondowań	20-30
Liczba sondowań na obiekt	5-10 lub brak
Rodzaj badań laboratoryjnych	analiza granulometryczna, wilgotność naturalna, oznaczenie granic konsystencji gruntów wraz z określeniem stopnia i wskaźnika plastyczności, oznaczenie części organicznych, gęstość objętościowa, oznaczenie edometrycznego modułu ścisłości pierwotnej i wtórnej, pęcznienie swobodne, oznaczenie wytrzymałości na ścinanie w odniesieniu do naprężeń całkowitych (oznaczenie spójności i kąta tarcia), efektywny moduł Younga
Liczba badań na obiekt	2-16 (badania fizyczne) 1-14 lub brak (badania mechaniczne)
Rodzaj badań geofizycznych	brak



POŁOŻENIE OTWORÓW BADAWCZYCH W PAŃSTWOWYM UKŁADZIE WSPÓŁRZĘDNYCH

X: Y:

UKŁAD ODNIESIENIA:



DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 14 listopada 2012 r.

Poz. 1247

ROZPORZĄDZENIE
RADY MINISTRÓW

z dnia 15 października 2012 r.

w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



Dziękuję za uwagę

**Badania geologiczno-inżynierskie
przy realizacji inwestycji liniowych i kubaturowych**

**Dr Edyta Majer
Dr Paweł Pietrzykowski
Bezpieczna Infrastruktura i Środowisko**

**Państwowy Instytut Geologiczny
– Państwowy Instytut Badawczy**

Warszawa, 22 października 2014 r.
