

Praktyczne zasady właściwego rozpoznania i przygotowania podłoża gruntowego dla inwestycji budowlanych



7.WPGI  **2021**

Szymon Węgliński

Zakład Geotechniki, Geologii Inżynierskiej i Geodezji
Instytut Inżynierii Lądowej
Politechnika Poznańska

Rozpoznanie podłoża gruntowego

Podłoże gruntowe jest nieodłączną częścią obiektów budowlanych.

Ważne jest właściwe rozpoznanie i poprawne określenie parametrów geotechnicznych, które są istotne do procesu projektowania.

Błędy i zaniedbania, które pojawią się w okresie rozpoznania warunków gruntowo-wodnych oraz realizacji robót ziemnych mogą mieć kosztowne konsekwencje na etapie użytkowania obiektów.



Rozpoznanie podłoża gruntowego



Przy braku danych wejściowych do obliczeń (parametrów geotechnicznych) rośnie ryzyko geotechniczne stanowiąc swoisty

„Geopoker” (lub „Geohazard”).

Sytuacji sprzyja nie zawsze uczciwa konkurencja, presja czasu, ekonomia i brak wiedzy, rozumiany jako niedocenywanie ryzyka i niebezpieczeństwa.

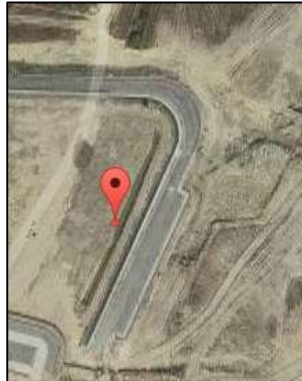
Zwiększenie świadomości geotechników oceniających warunki gruntowo-wodne podłoża oraz projektantów analizujących wspomniane wyniki, pozwala na zapobieżenia generowania kosztów i oszczędności.

Zasada 1. Analiza dokumentacji archiwalnej dostarcza wielu istotnych informacji o terenie i podłożu gruntowym

Przykład 1.

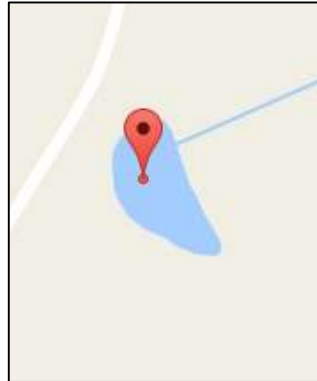
Analiza map archiwalnych

a)



maps.google.pl
(mapa satelitarna)

b)



maps.google.pl
(mapa topograficzna)

c)

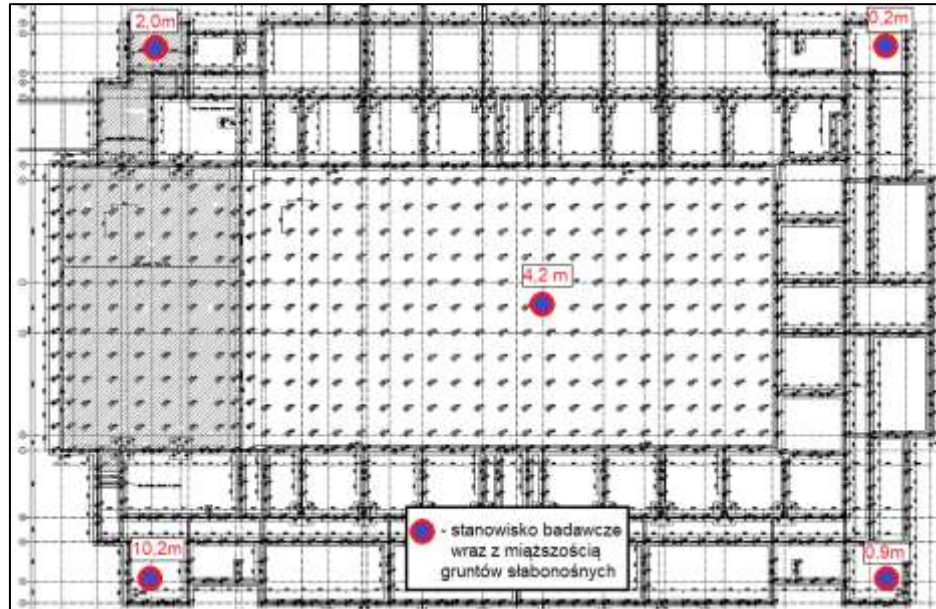


geoportal.gov.pl
(mapa satelitarna)

Zasada 2. Odpowiednia ilość badań geotechnicznych wykonanych przed i w trakcie realizacji inwestycji zapewni długoterminowe oszczędności

Przykład 3.

Niewystarczająca ilość stanowisk badawczych dla dużych obiektów



Zasada 3. Przy definiowaniu parametrów geotechnicznych należy dobrać wiarygodne metody ich oceny, najlepiej wykorzystując wartości odczytywane w sposób bezpośredni

Przykład 4. Wartości parametrów geotechnicznych z różnych pomiarów

Rejon pobrania próbki	Pochodzenie genetyczne	Grupa konsolidacji	Rodzaj gruntu	Stopień plastyczności	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Wytrzymałość na ściskanie bez odpływu	Moduł odkształcenia pierwotnego	Edometryczny moduł ścisłości	Opór gruntu pod stożkiem
				I_L [-]	ϕ [°]	c [kPa]	S_u [kPa]	E_o [MPa]	M_o [MPa]	q_t [MPa]
powiat wrocławski	bezpośrednia akumulacja łądολου, morenowe,	B	G_{π}	0,40	17,7	6,8	67,7	-	8,1	0,9
					14,5	24,8	-	18,0	23,6	-
		B	G_{π}	0,22	22,3	13,2	110,6	-	15,1	1,6
					17,9	30,8	-	26,7	35,2	-
	miocen	D	I	0,24	20,8	16,3	95,2	-	10,2	1,3
					9,8	47,0	-	12,5	22,2	-
		D	I	0,10	22,8	20,3	132,5	-	16,9	2,2
					11,7	54,3	-	17,3	30,6	-

18,0

wartość oszacowana z normy PN-B-

7

wartość wyinterpretowana z wyników sondowania statycznego

Oznaczenie gruntu [wg DIN 18196] symbol	[wg DIN 18196]		Moduł dynamiczny Evd [MPa]	Wtórny moduł odkształcenia Ev2 [MPa]	Wskaźnik zagęszczenia Is [-]
	d < 0,063 [mm]	d < 2,0 [mm]			
GE	żwir drobnoziarnisty < 5 %	> 40 %	≥ 32	≥ 60	≥ 0,97
SE	piasek drobnoziarnisty < 5 %	< 40 %	≥ 35	≥ 70	≥ 0,98
SW	piasek gruboziarnisty < 5 %	< 40 %	≥ 40	≥ 80	≥ 1,00
SI	piasek średnio ziarnisty < 5 %	< 40 %			

Przykład 5. Ocena korelowanych wartości parametrów

Nr stanowiska	Badania polowe					Ocena wyników				
	badanie statyczne VSS			badanie dynamiczne LFG		PN-S-02205:1998		ZTVE 2009		
	E1	E2	Io	Evd	s/v	Io	Is	Evd	E2	Is
	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[MPa]	[-]
13	68,9	124,5	1,81	52,0	2,52	< 2,2	> 1,00	> 40	> 80	> 1,00
14	43,6	76,1	1,75	46,7	3,14	< 2,2	> 1,00	> 40	> 80	> 1,00
15	35,0	86,6	2,47	42,6	3,22	< 2,5	< 1,00	> 40	> 80	> 1,00
16	41,1	108,4	2,64	49,1	2,78	zaniżone zagęszczenie		> 40	> 80	> 1,00
17	61,5	132,3	2,15	50,0	2,42	< 2,2	> 1,00	> 40	> 80	> 1,00
18	65,7	124,6	1,90	69,2	2,62	< 2,2	> 1,00	> 40	> 80	> 1,00
19	43,3	124,4	2,87	59,9	2,69	zaniżone zagęszczenie		> 40	> 80	> 1,00
20	57,8	111,3	1,93	53,1	2,72	< 2,2	> 1,00	> 40	> 80	> 1,00
21	79,0	139,9	1,77	39,8	3,10	< 2,2	> 1,00	> 35	> 70	> 0,98
22	56,8	111,5	1,96	55,6	2,71	< 2,2	> 1,00	> 40	> 80	> 1,00
23	22,1	50,6	2,29	21,6	4,80	< 2,5	< 1,00	poza przedziałem		nie określono

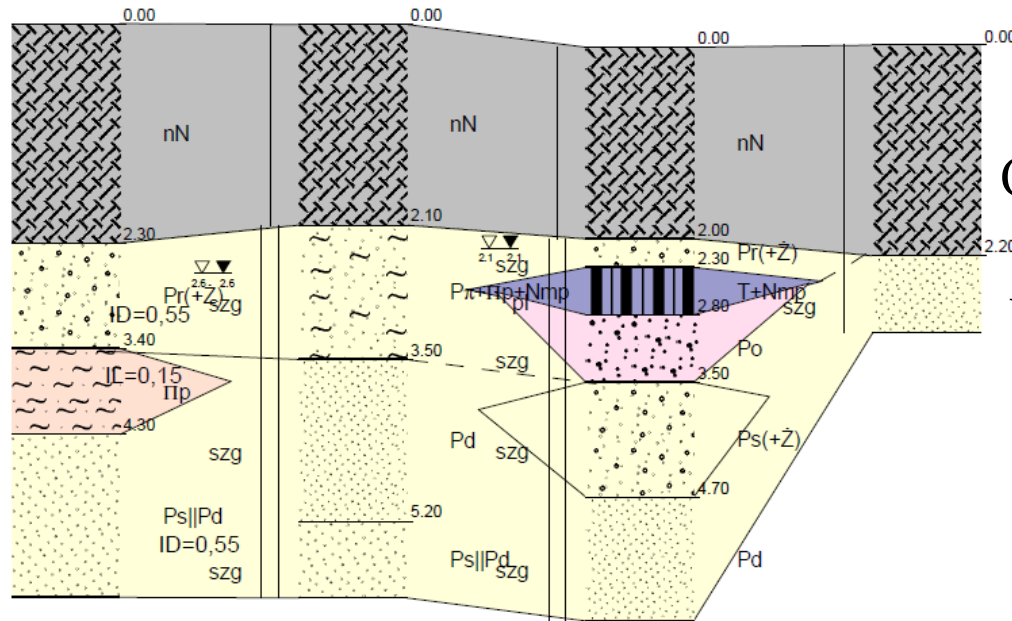
Zasada 4. Dla rozwiązania złożonych problemów geotechnicznych warto wykorzystywać kilka uzupełniających się metod badawczych

Przykład 5. Zastosowanie różnych metod pomiarowych

Głębokość	ZWG	Rodzaj gruntu	IL	Id	qc	Φ'	C'	Su	Mo	E1	E2
			[-]	[-]	[MPa]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
0,0 - 0,9		NN (Ps, C, H)	-	0,47 *	1,3	31,7	-	-	6,3	21,7	61,0
0,9 - 1,5	1,3 ▽	NN (Ps, C, H)	-	0,78 *	0,5	24,0	-	-	3,3		
1,5 - 2,3		NN (Ps, C, H)	-	0,68	0,5	24,0	-	-	3,3		
2,3 - 3,0		NN (Ps, C, H)	-	0,58	1,9	31,4	-	-	10,0	poza zasięgiem badawczym	
3,0 - 3,4		Ps	-	0,52	6,6	37,0	-	-	32,9		
3,4 - 4,5		Pd	-	0,35	2,4	32,6	-	-	13,2		
4,5 - 5,0		Nmg	0,30	-	0,6	13,5	2,9	45,6	4,5		
5,0 - 5,7		Nmp	-	0,64	2,6	32,2	-	-	14,2		
5,7 - 6,5		P π // Pd	-	0,60	4,5	31,0	-	-	34,9		
6,5 - 7,2		Nmp	-	0,64	8,9	37,9	-	-	43,7		
7,2 - 8,4		I	0,20	-	0,8	13,5	14,5	54,0	5,3		
8,4 - 10,0		I	0,05	-	2,3	22,3	21,3	163,6	17,5		
otwór badawczy i ocena makroskopowa				DPSH		sondowanie statyczne CPTu				VSS Φ 700 [mm]	

* nie uwzględniono przeliczenia z uwagi na głębokość krytyczną sondy DPSH

Zasada 5. Każde wyniki muszą być wiarygodne
i wartościowe dlatego warto wymagać
dokumentacji geotechnicznej o wysokiej
jakości wykonania



Przykład 6.

Ocena możliwości wykorzystania
nasypów niebudowlanych
w zastosowaniach inżynierskich

Przykład 7. Poprawne określenie grup nośności podłoża w drogownictwie

a)

Profil litologiczny		Przelot [m]	Symbol gruntu	Stan gruntu	Wilgotność	Grupa nośności
[m]	[m]					
			nN	-	-	G4
-1.0	1.00	Pg/Ps	mpl	m		
∇ -2.0	1.90	Ps/Pg	szg	nw		
-3.0	3.00					

b)

Profil litologiczny		Przelot [m]	Symbol gruntu	Stan gruntu	Wilgotność	Grupa nośności
[m]	[m]					
			Gb	ln		G4
	0.40	G _π	tpl	mw		
-1.0	1.00	II				
	1.50	Nm				
-2.0	2.60	II+H	pl	w		
-3.0	3.00					

c)

Profil litologiczny		Przelot [m]	Symbol gruntu	Stan gruntu	Wilgotność	Grupa nośności
[m]	[m]					
			AC			G4
	0.15	nB	nN(G, H)	w		
	0.70					
-1.0	1.50	G _π	tpl	mw		
-2.0			pl	w		
-3.0	3.00					

Zasada 6. Bieżąca kontrola robót pozwoli na uniknięcie nieprawidłowości na etapie eksploatacji obiektu

Profil litologiczny	Miaższość warstwy	Rodzaj warstwy / Rodzaj gruntu	Wyniki badania sondą DPL																
			N _{10 kor}	f _D	I _S	Liczba uderzeń skorygowanych													
						5	10	15	20	25	30	35	40						
0,0		posadzka C20/25	-	-	-														
	0,16	podbudowa C12/15	-	-	-														
	0,40	wzmocnienie z przekruszonego gruzu	-	-	-														
0,5	0,67	nB (Pd + C + H)	40	-	0,980														
	0,80	nB (Pd)	37	-	0,978														
			23	-	0,963														
			16	-	0,952														
1,0			12	-	0,943														
			12	-	0,943														
	1,20	nR (PSH, C, smieci)	6	-	0,922														
			4	-	0,909														
			1	-	0,867														
1,5	1,50	Pd	6	0,405	-														
			10	0,500	-														
	1,65	Pd + Ps	6	0,405	-														
			3	0,276	-														
2,0		Pr	10	0,500	-														



Przykład 8.

Nadzór nad zagęszczeniem nasypów pozwala na bezawaryjną pracę posadzki przemysłowej

Podsumowanie i wnioski

Podsumowanie i wnioski

- Przygotowanie podłoża gruntowego jest jednym z najważniejszych etapów realizacji obiektów budowlanych.

Podsumowanie i wnioski

- Przygotowanie podłoża gruntowego jest jednym z najważniejszych etapów realizacji obiektów budowlanych.
- Ważnym elementem jest właściwe rozpoznanie warunków gruntowowodnych podłoża.

Podsumowanie i wnioski

- Przygotowanie podłoża gruntowego jest jednym z najważniejszych etapów realizacji obiektów budowlanych.
- Ważnym elementem jest właściwe rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych podłoża.
- Wyeliminowanie zaniedbań oraz wad z okresu wykonawstwa zapewni bezawaryjną eksploatację obiektu, ograniczając długoterminowe koszty, związane z utrzymaniem i naprawami, których wartość może przekroczyć nakłady robót ziemnych.

Podsumowanie i wnioski

- Przygotowanie podłoża gruntowego jest jednym z najważniejszych etapów realizacji obiektów budowlanych.
- Ważnym elementem jest właściwe rozpoznanie warunków gruntowowodnych podłoża.
- Wyeliminowanie zaniedbań oraz wad z okresu wykonawstwa zapewni bezawaryjną eksploatację obiektu, ograniczając długoterminowe koszty, związane z utrzymaniem i naprawami, których wartość może przekroczyć nakłady robót ziemnych.
- Warto stosować "dobre rady" oraz uczyć się na błędach – choć to nauka bardzo kosztowna – najlepiej na cudzych...



Szymon Węgliński
szymon.wegliński@put.poznan.pl

Dziękuję za uwagę !!!

POLITECHNIKA POZNAŃSKA



7. WPGI  **2021**