

RAPORT

Z BADAŃ LABORATORYJNYCH


PARAMETRÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH SKAŁ

próbek skał pobranych z otworów badawczych
z tematu Piekary „Hałda”

Zlecający:

Geoprojekt Śląsk Sp. z o.o.
ul. Sokolska 46
40-124 Katowice
NIP: 634-10-04-232

Badanie przeprowadził i opracował:



Dr inż. Tadeusz Mzyk

Orzesze – wrzesień 2023

Rodzaj i sposób pobierania próbek gruntów

Do badań dostarczono dziewięć próbek gruntów i skał. Próbki zostały pobrane, zabezpieczone i dostarczone przez zamawiającego oznaczenia w sierpniu 2023 roku.

Tab. 1 Zestawienie dostarczonych do badania próbek

Lp.	Oznaczenie próbki przez zlecającego	Oznaczenie próbki w Laboratorium	Głębokość pobrania próbki m p.p.t.	Sposób oznaczenia	Opis opakowania	UWAGI
1.	R3 13,1-13,4	GP-1/IX/2023	13,1-13,4	opis na metryczce	Opakowanie foliowe	Próbki stanowią jedną warstwę geotechniczną - grunt
2.	R3 13,4-13,6	GP-2/IX/2023	13,4-13,6	opis na metryczce	Opakowanie foliowe	
3.	R3 14,6-15,0	GP-3/IX/2023	14,6-15,0	opis na metryczce	Opakowanie foliowe	Próbki stanowią jedną warstwę geotechniczną - grunt
4.	R3 15,3-15,5	GP-4/IX/2023	15,3-15,5	opis na metryczce	Opakowanie foliowe	
5.	R3 15,8-16,0	GP-5/IX/2023	15,8-16,0	opis na metryczce	Opakowanie foliowe	
6.	R3 26,0-26,2	GP-6/IX/2023	26,0-26,2	opis na metryczce	Opakowanie foliowe	Rdzeń skalny
7.	R3 27,3-27,6	GP-7/IX/2023	27,3-27,6	opis na metryczce	Opakowanie foliowe	Rdzeń skalny
8.	R18 24,4-24,7	GP-8/IX/2023	24,4-24,7	opis na metryczce	Opakowanie foliowe	grunt
9.	R18 29,0-29,3	GP-9/IX/2023	29,0-29,3	opis na metryczce	Opakowanie foliowe	grunt

Metodyka badań laboratoryjnych

Badania laboratoryjne obejmowały oznaczenie:

➤ dla skał:

- wytrzymałości na ściskanie Rc. Wytrzymałość na ściskanie oznaczono zgodnie z metodyką podaną w opracowaniu Geotechnika kopalniana Kidybińskiego na próbkach walcowych. Oznaczenie jest również zgodne z PN-G-04303:1997 Skały zwięzłe - Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie z użyciem próbek foremnych. Próbki walcowe – pochodzące z rdzenia, przycięto na możliwe do uzyskania wysokości (wynikające ze struktury próbek). Górną i dolną powierzchnię próbki doszlifowano do uzyskania równoległych płaszczyzn. Przy przygotowaniu próbek starano się uzyskać smukłość min. 2,0 (stos. wysokości do średnicy) – w przypadku próbek o smukłości mniejszej niż 1,8, uzyskaną wartość korygowano o współczynnik 0,888 (wg. Kidybiński, Podstawy geotechniki kopalnianej 1982).
- rozmakalności skał, przeprowadzono w oparciu o metodę GIG, zwaną także testem trzydobowym. Polega ona na obserwacji i rozpoznaniu stopnia utraty spójności próbki

badanej skały kolejno: zanurzonej przez 24 godz. w wodzie kopalnianej, umieszczonej następnie przez 24 godz. w warunkach powietrzno-suchych i zanurzonej ponownie w wodzie kopalnianej przez 24 godz. Po okresie drugiego zanurzenia określa się rozmałalność próbki w skali 1,0 - 0,1 (od braku zmian formy i konsystencji próbki do rozkładu całkowitego próbki).

➤ dla gruntów:

- edometrycznego modułu ścisłości pierwotnej i wtórnej zgodnie z PN-EN ISO 17892-5:2017-06 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania laboratoryjne gruntów - Część 5: Badanie edometryczne gruntów.
- pęcznienia liniowego (swobodnego) wg. PN-B-04481:1988. Badanie pęcznienia swobodnego przeprowadzono w aparacie Wasiliewa. Wskaźnik swobodnego pęcznienia obliczono z zależności:

$$P_c = ((h_i - h_0)/h_0) * 100\%$$

gdzie h_i – wysokość próbki po zakończeniu pęcznienia

h_0 – wysokość próbki przed pęcznieniem (wys. początkowa)

- wytrzymałości na ścinanie w aparacie skrzynkowym, poprzez oznaczenie kąta tarcia wewnętrznego i spójności w aparacie bezpośredniego ścinania w warunkach z konsolidacją i odpływem zgodnie z PN-EN ISO 17892-10: 2019-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów – część 10: Badania w aparacie bezpośredniego ścinania.

Wyniki oznaczeń laboratoryjnych

Wyniki oznaczeń zestawiono w tabeli poniżej oraz w załącznikach.

Tab. 2 Zestawienie wyników własności geotechnicznych badanych próbek gruntów

Lp.	Oznaczenie próbki	Oznaczenie próbki w Laboratorium	Pęcznienie swobodne	Wytrzymałość na ścinanie		Edometryczny moduł ścisłości	
			ε_p [%]	Kąt tarcia wewnętrznego ϕ [stopień]	Spójność c [kPa]	pierwotny M_o [kPa]	wtórny M [kPa]
1.	R3 13,1-13,4 13,4-13,6	GP-1/IX/2023 GP-2/IX/2023	3,04	15,1	14,05	25510	40865
2.	R3 14,6-15,0 15,3-15,5 15,8-16,0	GP-3/IX/2023 GP-4/IX/2023 GP-5/IX/2023	3,48	16,3	21,80	34159	55449
3.	R18 24,4-24,7	GP-8/IX/2023	4,78	15,4	16,81	39273	60694
4.	R18 29,0-29,3	GP-9/IX/2023	8,58	11,9	48,07	28923	35317

Tab. 3 Wyniki oznaczenia własności geotechnicznych skal

Lp.	Oznaczenie próbki	Oznaczenie próbki w Laboratorium	Smukłość próbki [-]	Zmierzona z badań wytrzymałość na ściskanie Rc [MPa]	Rozmakalność r [-]
1.	R3 26,0-26,2	GP-6/IX/2023	1,90	13,52	0,2 (próbka rozkłada się na rumosz ze szlamem)
2.	R3 27,3-27,6	GP-7/IX/2023	2,1	6,55	0,2 (próbka rozkłada się na rumosz ze szlamem)

Załączniki:

1. Wyniki badań laboratoryjnych próbek skalnych (Rc)
2. Wyniki oznaczenia edometrycznego modułu ściśliwości pierwotnej i wtórnej gruntów
3. Wyniki oznaczenia wytrzymałości na ścinanie gruntów
4. Wyniki oznaczenia pęcznienia swobodnego gruntów

WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH SKAŁ

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH

WYZNACZANIE WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCISKANIE R_c SKAŁ

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-6/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 26,0-26,2 m ppt.

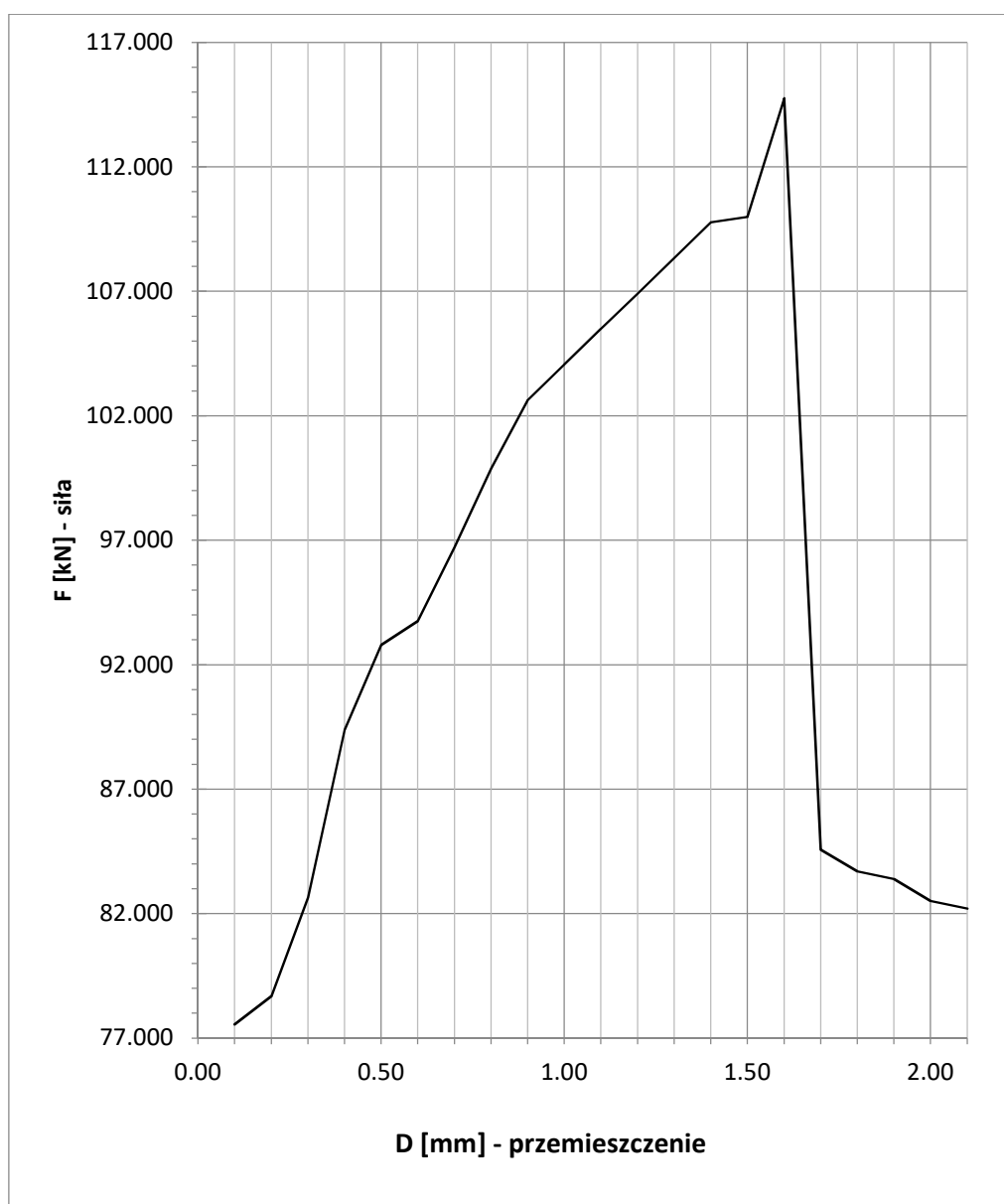
Otwór badawczy: R3

Rodzaj gruntu/skały (stan): 1i

Tab. 3 Wyniki pomiarów wytrzymałości na ściskanie R_c

Lp.	Przesunięcie D [mm]	Siła F [kN]	A [m ²]	R_c [MPa]
1	0.10	77.552	0.008491	9.13
2	0.20	78.696	0.008491	9.27
3	0.30	82.656	0.008491	9.74
4	0.40	89.383	0.008491	10.53
5	0.50	92.802	0.008491	10.93
6	0.60	93.763	0.008491	11.04
7	0.70	96.732	0.008491	11.39
8	0.80	99.884	0.008491	11.76
9	0.90	102.633	0.008491	12.09
10	1.00	104.063	0.008491	12.26
11	1.10	105.493	0.008491	12.42
12	1.20	106.922	0.008491	12.59
13	1.30	108.352	0.008491	12.76
14	1.40	109.781	0.008491	12.93
15	1.50	110.001	0.008491	12.96
16	1.60	114.764	0.008491	13.52
17	1.70	84.575	0.008491	9.96
18	1.80	83.697	0.008491	9.86
19	1.90	83.392	0.008491	9.82
20	2.00	82.514	0.008491	9.72
21	2.10	82.208	0.008491	9.68

Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie badanej próbki $R_c = 13,52$ MPa



Rys. 1 Wykres zniszczenia próbki GP-6/IX/2023

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH

WYZNACZANIE WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCISKANIE R_c SKAŁ

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-7/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 26,0-26,2 m ppt.

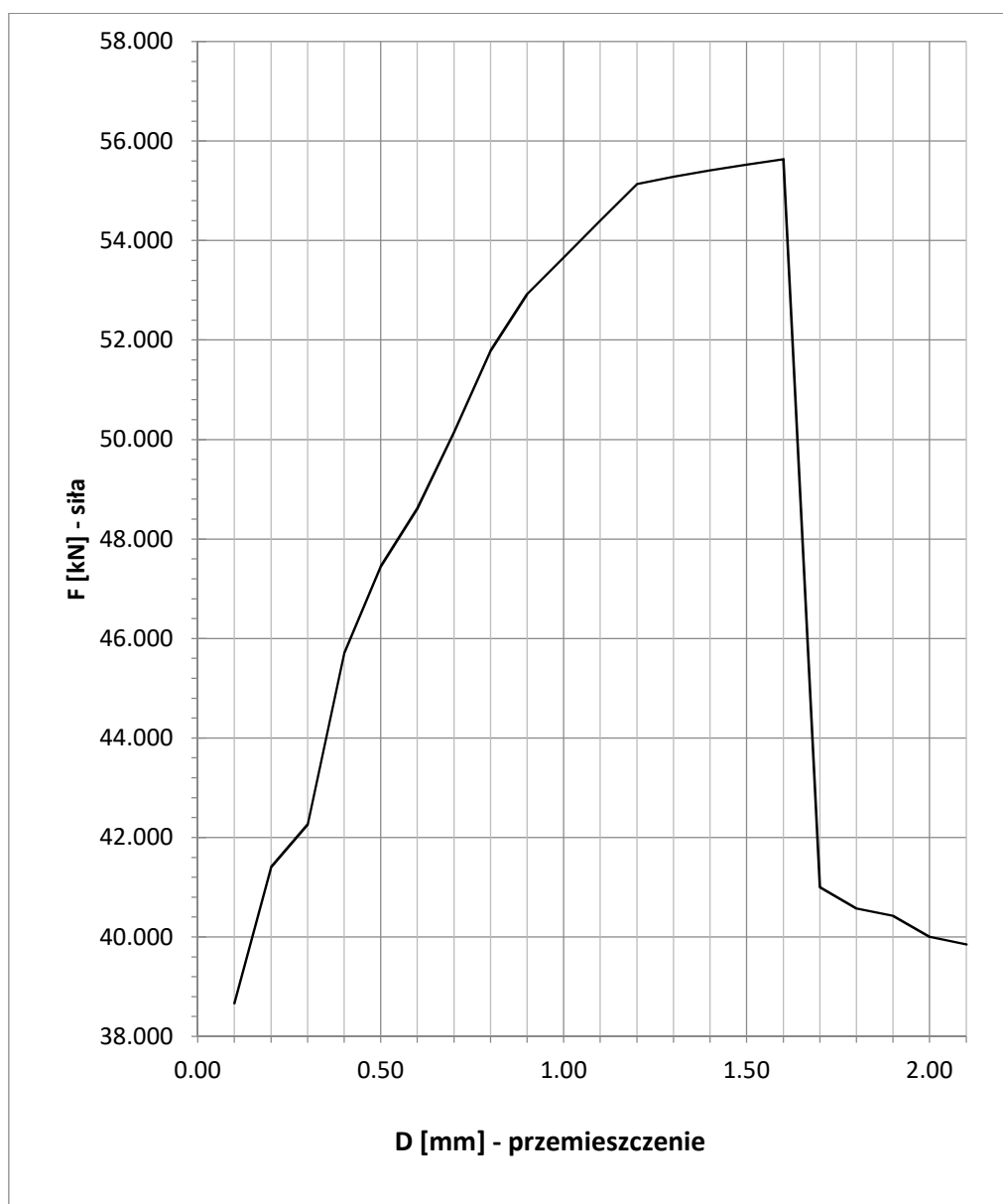
Otwór badawczy: R3

Rodzaj gruntu/skały (stan): li

Tab. 3 Wyniki pomiarów wytrzymałości na ściskanie R_c

Lp.	Przesunięcie D [mm]	Siła F [kN]	A [m ²]	R_c [MPa]
1	0.10	38.672	0.008491	4.55
2	0.20	41.413	0.008491	4.88
3	0.30	42.268	0.008491	4.98
4	0.40	45.708	0.008491	5.38
5	0.50	47.457	0.008491	5.59
6	0.60	48.616	0.008491	5.73
7	0.70	50.156	0.008491	5.91
8	0.80	51.790	0.008491	6.10
9	0.90	52.929	0.008491	6.23
10	1.00	53.666	0.008491	6.32
11	1.10	54.403	0.008491	6.41
12	1.20	55.141	0.008491	6.49
13	1.30	55.287	0.008491	6.51
14	1.40	55.417	0.008491	6.53
15	1.50	55.528	0.008491	6.54
16	1.60	55.639	0.008491	6.55
17	1.70	41.003	0.008491	4.83
18	1.80	40.577	0.008491	4.78
19	1.90	40.429	0.008491	4.76
20	2.00	40.004	0.008491	4.71
21	2.10	39.856	0.008491	4.69

Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie badanej próbki $R_c = 6,55$ MPa



Rys. 2 Wykres zniszczenia próbki GP-7/IX/2023

WYNIKI BADAŃ LABORATORJNYCH GRUNTÓW
OZNACZENIE EDOMETRYCZNEGO MODUŁU ŚCIŚLIWOŚCI

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH

WYZNACZANIE EDOMETRYCZNEGO MODUŁU ŚCISLIWOŚCI

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-1/IX/2023; GP-2/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 13,1-13,6 m p.p.t

Rodzaj gruntu (stan): Gp (pl)

Gęstość objętościowa początkowa 2,14 g/cm³

Otwór badawczy: R3

w_n=19,03%

Tab. 1 Wyniki pomiarów badań edometrycznego modułu ścisłości gruntu

σ_i [kPa]	h_i [mm]	Δh_i [mm]	$\Delta \sigma_i$ [kPa]	e -	Cc -	Cv -
0	20.0000	0.0000	0	0.5824	-	-
12.5	19.9872	0.0128	12.5	0.5814	0.00923863	1.95E-07
25	19.9623	0.0249	12.5	0.5794	0.01798292	1.00E-07
50	19.9286	0.0337	25	0.5768	0.01910579	1.48E-07
100	19.8739	0.0547	50	0.5724	0.02554370	1.82E-07
200	19.8113	0.0626	100	0.5675	0.02484275	3.17E-07
400	19.6864	0.1249	200	0.5575	0.04321831	3.17E-07
200	19.7473	-0.0609	-200	0.5623	X	X
100	19.7676	-0.0203	-100	0.5639		
50	19.7796	-0.0120	-50	0.5649		
25	19.7881	-0.0085	-25	0.5655		
12.5	19.7934	-0.0053	-12.5	0.5660		
25	19.7897	0.0037	12.5	0.5657	0.00266913	6.69E-07
50	19.7796	0.0101	25	0.5649	0.00571891	4.90E-07
100	19.7548	0.0248	50	0.5629	0.01156297	3.99E-07
200	19.7168	0.0380	100	0.5599	0.01506078	5.20E-07
400	19.6081	0.1087	200	0.5512	0.03758065	3.63E-07

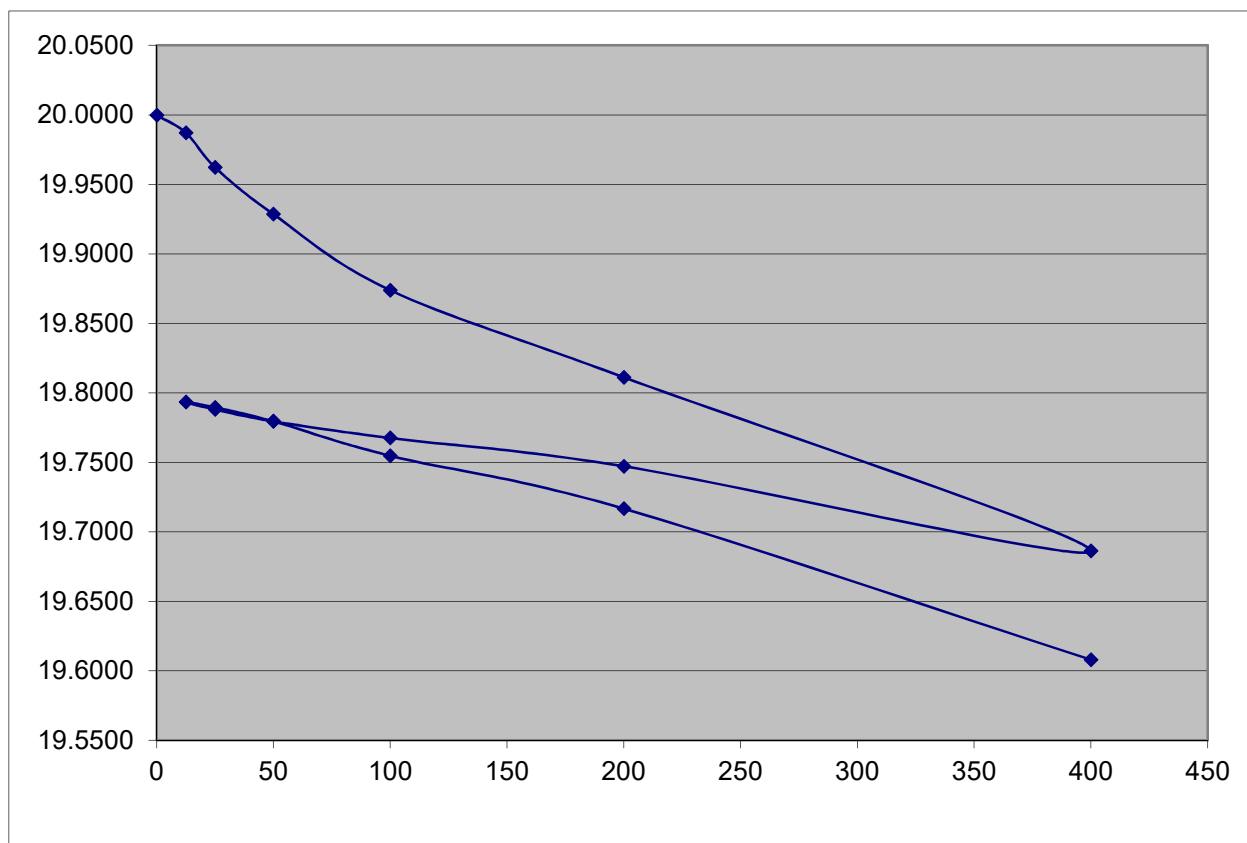
e – wskaźnik porowatości obliczony wg. PN-B-02481:1998 Geotechnika Terminologia podstawowa. symbole

literowe i jednostki miar z zależności: $e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d}$

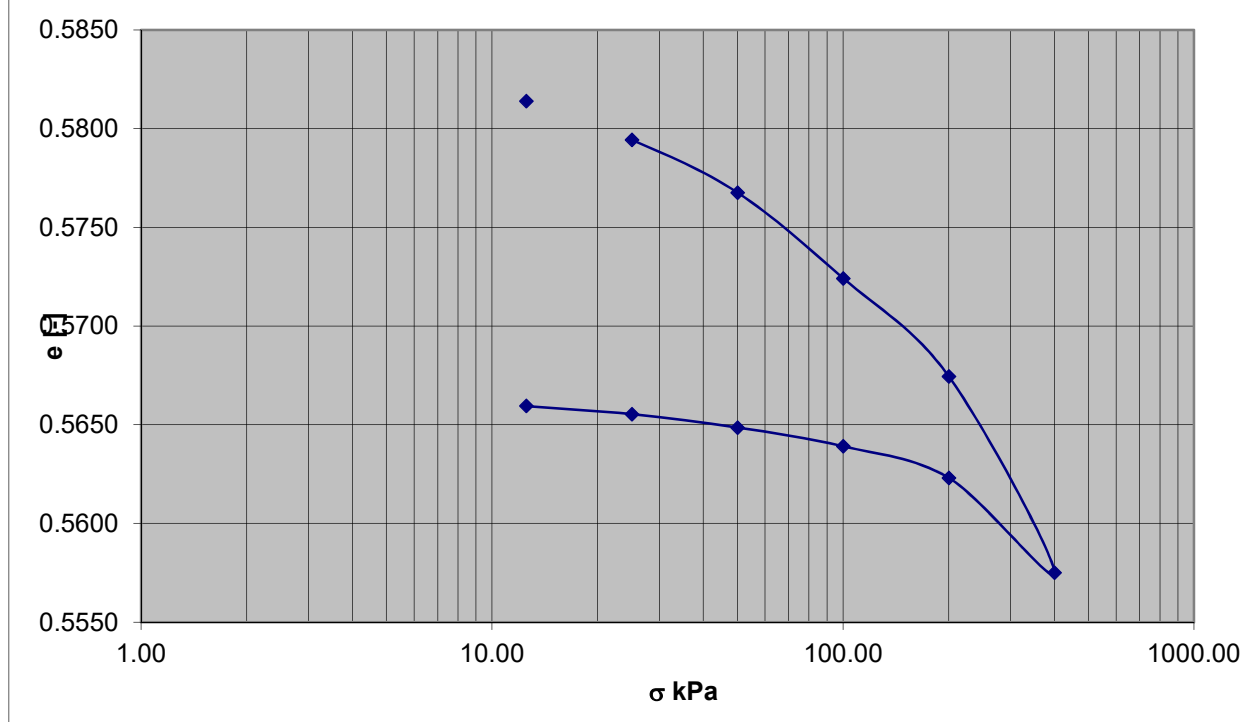
Cc – wskaźnik ścisłości; Cv – współczynnik konsolidacji

Moduł ścisłości pierwotnej Mo w zakresie obc.				
0 – 400 [kPa]	0 – 50 [kPa]	50 – 100 [kPa]	100 – 200 [kPa]	200 – 400 [kPa]
25510	14006	18216	31747	31724
Moduł ścisłości wtórnej M w zakresie obc.				
0 – 400 [kPa]	25 – 50 [kPa]	50 – 100 [kPa]	100 – 200 [kPa]	200 – 400 [kPa]
40865	48984	39878	51986	36277

Wykres ścisłości próbki GP-1/IX/2023; GP-2/IX/2023



Zmiana naprężenia efektywnego i wskaźnika porowatości w zależności od przyrostu obciążenia i odciążenia



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH

WYZNACZANIE EDMETRYCZNEGO MODUŁU ŚCISLIWOŚCI

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-3/IX/2023; GP-4/IX/2023; GP-5/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 14,6-16,0 m p.p.t

Otwór badawczy: R3

Rodzaj gruntu (stan): Gp (tpl)

Gęstość objętościowa początkowa 2,07 g/cm³

w_n=15,36%

Tab. 2 Wyniki pomiarów badań edometrycznego modułu ścisłości gruntu

σ_i [kPa]	h_i [mm]	Δh_i [mm]	$\Delta \sigma_i$ [kPa]	e -	Cc -	Cv -
0	20.0000	0.0000	0	0.4935	-	-
12.5	19.9911	0.0089	12.5	0.4929	0.00606181	2.81E-07
25	19.9801	0.0110	12.5	0.4921	0.00749291	2.27E-07
50	19.9542	0.0259	25	0.4901	0.01385364	1.93E-07
100	19.9088	0.0454	50	0.4867	0.02000084	2.20E-07
200	19.8337	0.0751	100	0.4811	0.02814737	2.65E-07
400	19.7658	0.0679	200	0.4760	0.02211144	5.84E-07
200	19.7889	-0.0231	-200	0.4777	X	X
100	19.8094	-0.0205	-100	0.4793		
50	19.8237	-0.0143	-50	0.4803		
25	19.8296	-0.0059	-25	0.4808		
12.5	19.8313	-0.0017	-12.5	0.4809		
25	19.8286	0.0027	12.5	0.4807	0.00183834	9.18E-07
50	19.8234	0.0052	25	0.4803	0.00277845	9.53E-07
100	19.8051	0.0183	50	0.4789	0.00805082	5.42E-07
200	19.7850	0.0201	100	0.4774	0.00750495	9.86E-07
400	19.6945	0.0905	200	0.4706	0.02951119	4.37E-07

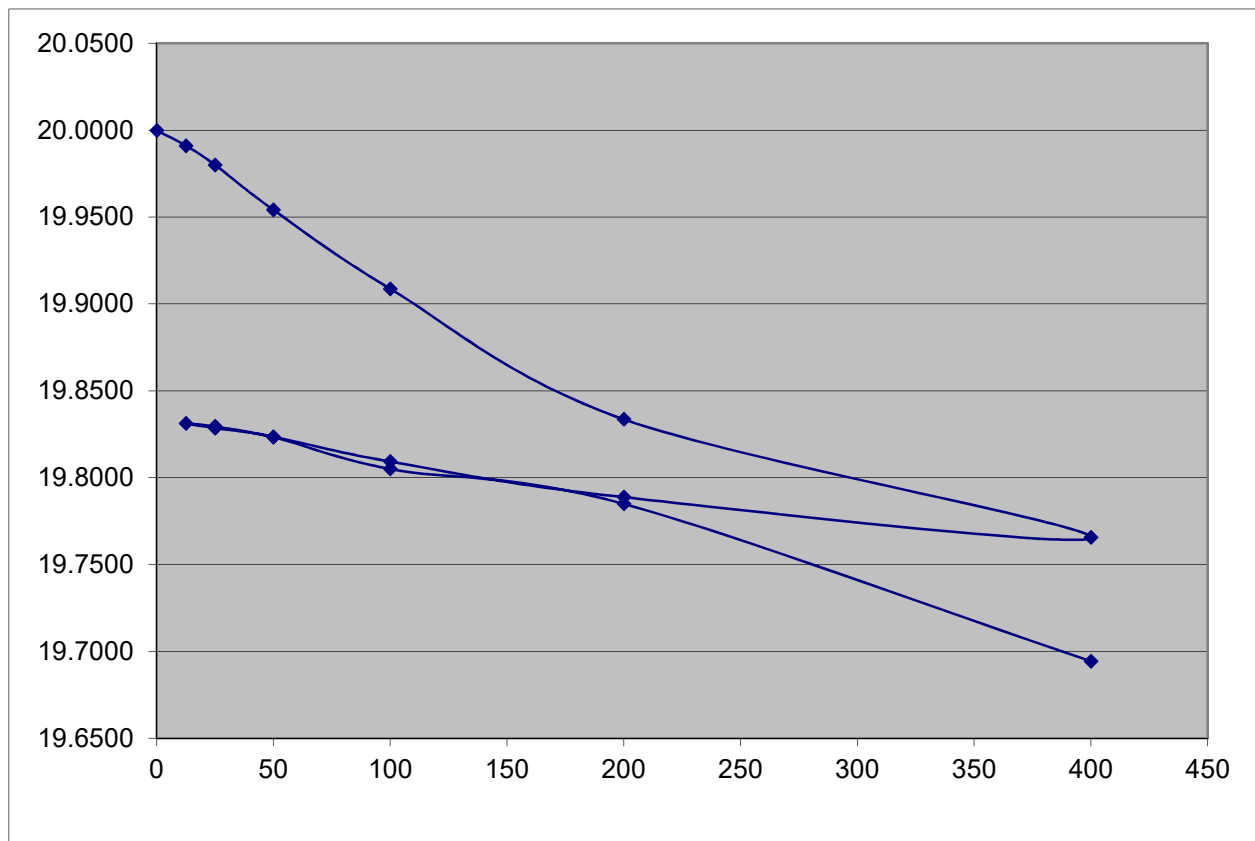
e – wskaźnik porowatości obliczony wg. PN-B-02481:1998 Geotechnika Terminologia podstawowa. symbole

$$\text{literowe i jednostki miar z zależności: } e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d}$$

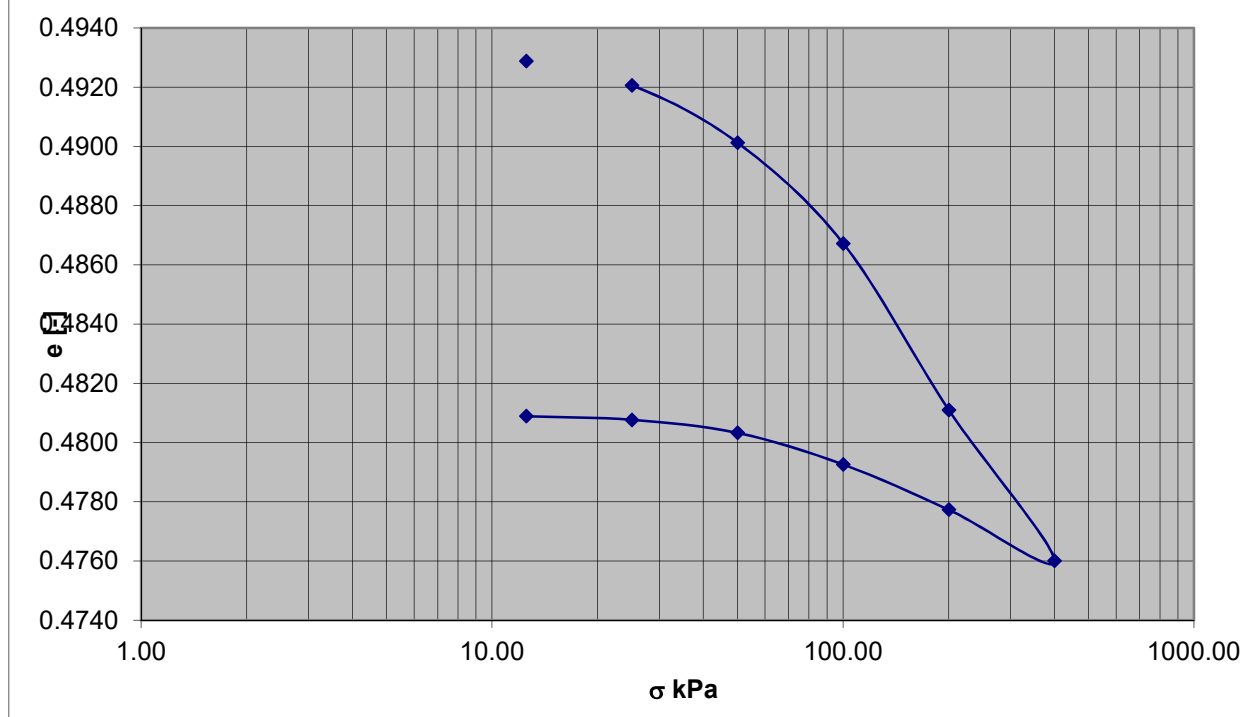
Cc – wskaźnik ścisłości; Cv – współczynnik konsolidacji

Moduł ścisłości pierwotnej Mo w zakresie obc.				
0 – 400 [kPa]	0 – 50 [kPa]	50 – 100 [kPa]	100 – 200 [kPa]	200 – 400 [kPa]
34159	21834	21976	26509	58420
Moduł ścisłości wtórnej M w zakresie obc.				
0 – 400 [kPa]	25 – 50 [kPa]	50 – 100 [kPa]	100 – 200 [kPa]	200 – 400 [kPa]
55449	95329	54162	98631	43714

Wykres ścisłości próbki GP-3/IX/2023; GP-4/IX/2023; GP-5/IX/2023



Zmiana naprężenia efektywnego i wskaźnika porowatości w zależności od przyrostu obciążenia i odciążenia



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH

WYZNACZANIE EDOMETRYCZNEGO MODUŁU ŚCISLIWOŚCI

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-8/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 24,4-24,7 m p.p.t

Otwór badawczy: R18

Rodzaj gruntu (stan): $G\pi$ (tpl)

Gęstość objętościowa początkowa 2,11 g/cm³

$w_n=14,83\%$

Tab. 3 Wyniki pomiarów badań edometrycznego modułu ścisłości gruntu

σ_i [kPa]	h_i [mm]	Δh_i [mm]	$\Delta \sigma_i$ [kPa]	e -	C_c -	C_v -
0	20.0000	0.0000	0	0.4585	-	-
12.5	19.9937	0.0063	12.5	0.4580	0.00418971	3.97E-07
25	19.9814	0.0123	12.5	0.4571	0.00818237	2.03E-07
50	19.9598	0.0216	25	0.4556	0.01128009	2.31E-07
100	19.9364	0.0234	50	0.4539	0.01005580	4.26E-07
200	19.8767	0.0597	100	0.4495	0.02183349	3.34E-07
400	19.7963	0.0804	200	0.4436	0.02558389	4.94E-07
200	19.8211	-0.0248	-200	0.4454	X	X
100	19.8354	-0.0143	-100	0.4465		
50	19.8483	-0.0129	-50	0.4474		
25	19.8594	-0.0111	-25	0.4482		
12.5	19.8635	-0.0041	-12.5	0.4485		
25	19.8591	0.0044	12.5	0.4482	0.00292578	5.64E-07
50	19.8503	0.0088	25	0.4475	0.00459252	5.64E-07
100	19.8372	0.0131	50	0.4466	0.00562647	7.58E-07
200	19.8024	0.0348	100	0.4440	0.01271088	5.70E-07
400	19.7364	0.0660	200	0.4392	0.02098621	6.00E-07

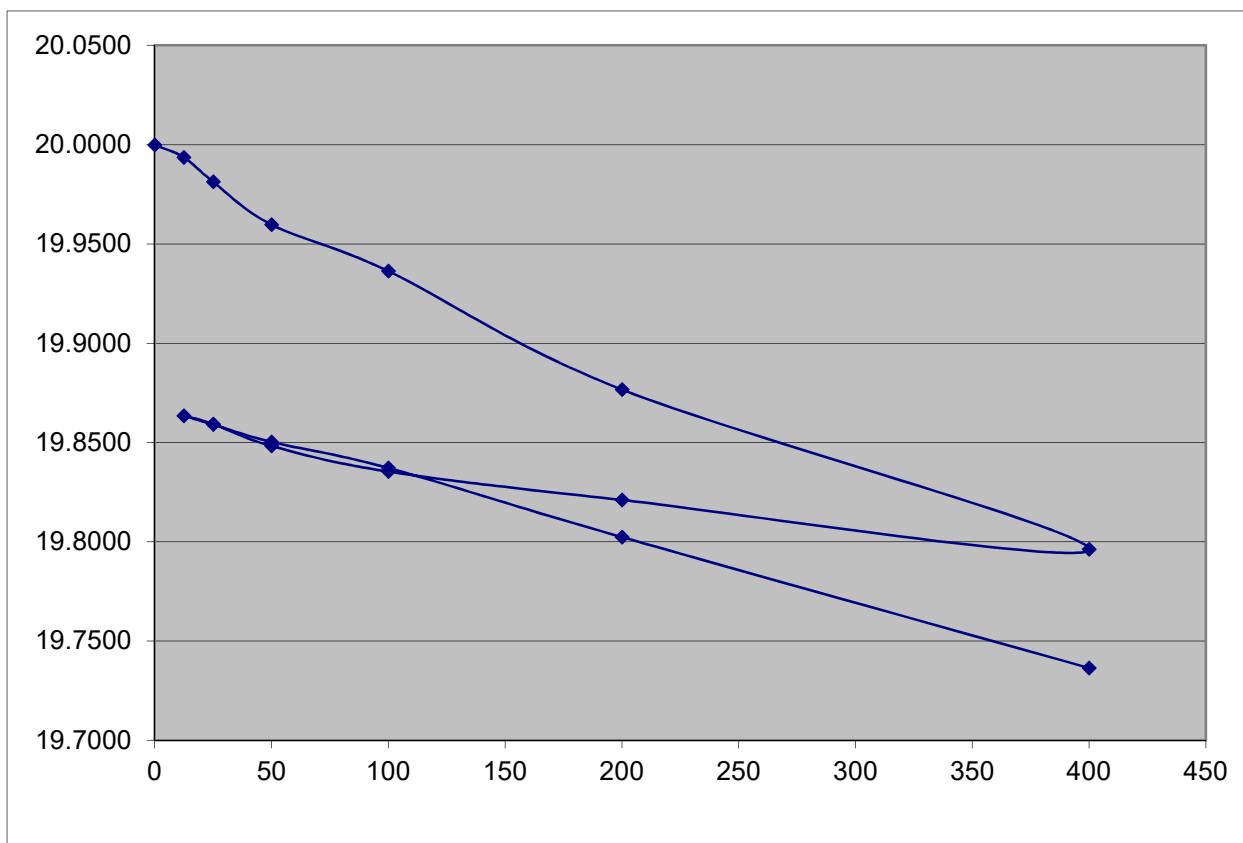
e – wskaźnik porowatości obliczony wg. PN-B-02481:1998 Geotechnika Terminologia podstawowa. symbole

$$\text{literowe i jednostki miar z zależności: } e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d}$$

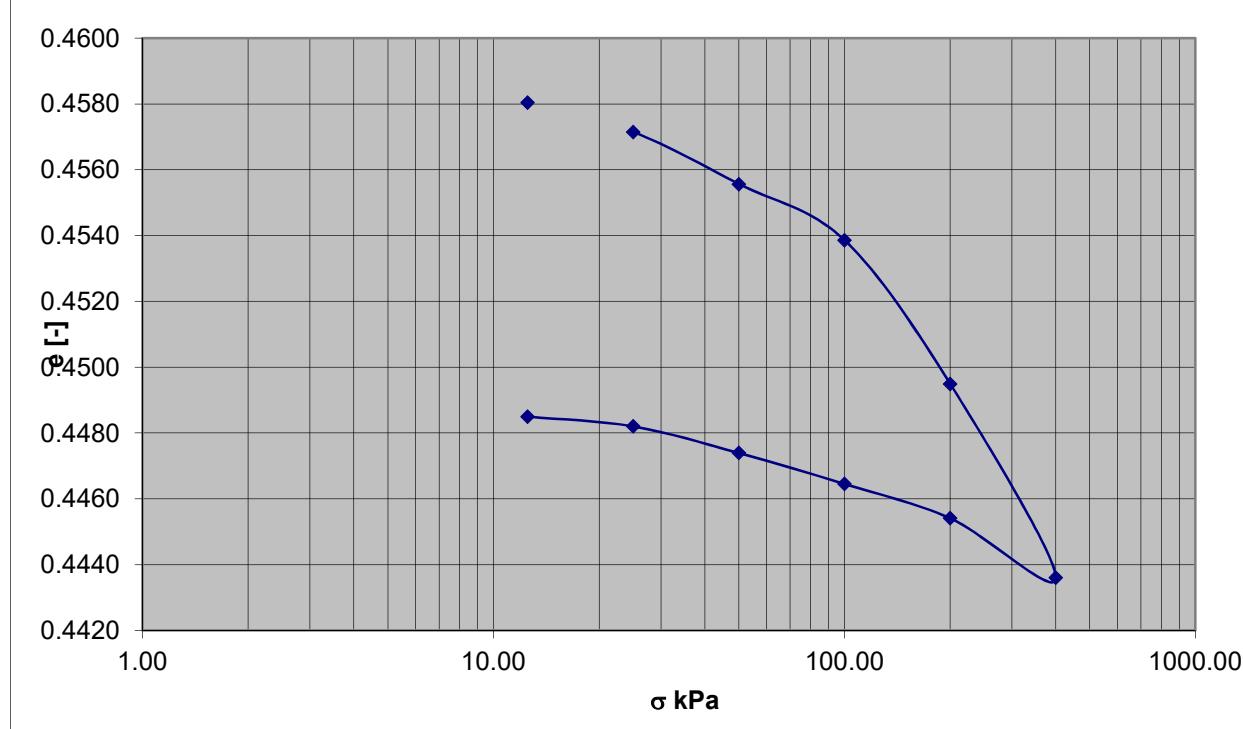
C_c – wskaźnik ścisłości; C_v – współczynnik konsolidacji

Moduł ścisłości pierwotnej M_o w zakresie obc.				
0 – 400 [kPa]	0 – 50 [kPa]	50 – 100 [kPa]	100 – 200 [kPa]	200 – 400 [kPa]
39273	24875	42649	33394	49445
Moduł ścisłości wtórnej M w zakresie obc.				
0 – 400 [kPa]	25 – 50 [kPa]	50 – 100 [kPa]	100 – 200 [kPa]	200 – 400 [kPa]
60694	56417	75764	57003	60007

Wykres ścisłości próbki GP-8/IX/2023



Zmiana naprężenia efektywnego i wskaźnika porowatości w zależności od przyrostu obciążenia i odciążenia



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH

WYZNACZANIE EDOMETRYCZNEGO MODUŁU ŚCISLIWOŚCI

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-9/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 29,0-29,3 m p.p.t

Otwór badawczy: R18

Rodzaj gruntu (stan): I_{π} (tpl)

Gęstość objętościowa początkowa 2,01 g/cm³

$w_n=19,74\%$

Tab. 4 Wyniki pomiarów badań edometrycznego modułu ścisłości gruntu

σ_i [kPa]	h_i [mm]	Δh_i [mm]	$\Delta \sigma_i$ [kPa]	e -	C_c -	C_v -
0	20.0000	0.0000	0	0.6144	-	-
12.5	19.9934	0.0066	12.5	0.6139	0.00485846	3.79E-08
25	19.9812	0.0122	12.5	0.6129	0.00898331	2.05E-08
50	19.9526	0.0286	25	0.6106	0.01653796	1.75E-08
100	19.9087	0.0439	50	0.6070	0.02090339	2.27E-08
200	19.8467	0.0620	100	0.6020	0.02510126	3.21E-08
400	19.7234	0.1233	200	0.5920	0.04352335	3.22E-08
200	19.7872	-0.0638	-200	0.5971	X	X
100	19.8079	-0.0207	-100	0.5988		
50	19.8201	-0.0122	-50	0.5998		
25	19.8285	-0.0084	-25	0.6005		
12.5	19.8326	-0.0041	-12.5	0.6008		
25	19.8234	0.0092	12.5	0.6000	0.00677285	2.69E-08
50	19.8117	0.0117	25	0.5991	0.00675937	4.24E-08
100	19.7837	0.0280	50	0.5968	0.01332107	3.54E-08
200	19.7225	0.0612	100	0.5919	0.02477529	3.23E-08
400	19.6141	0.1084	200	0.5831	0.03823386	3.64E-08

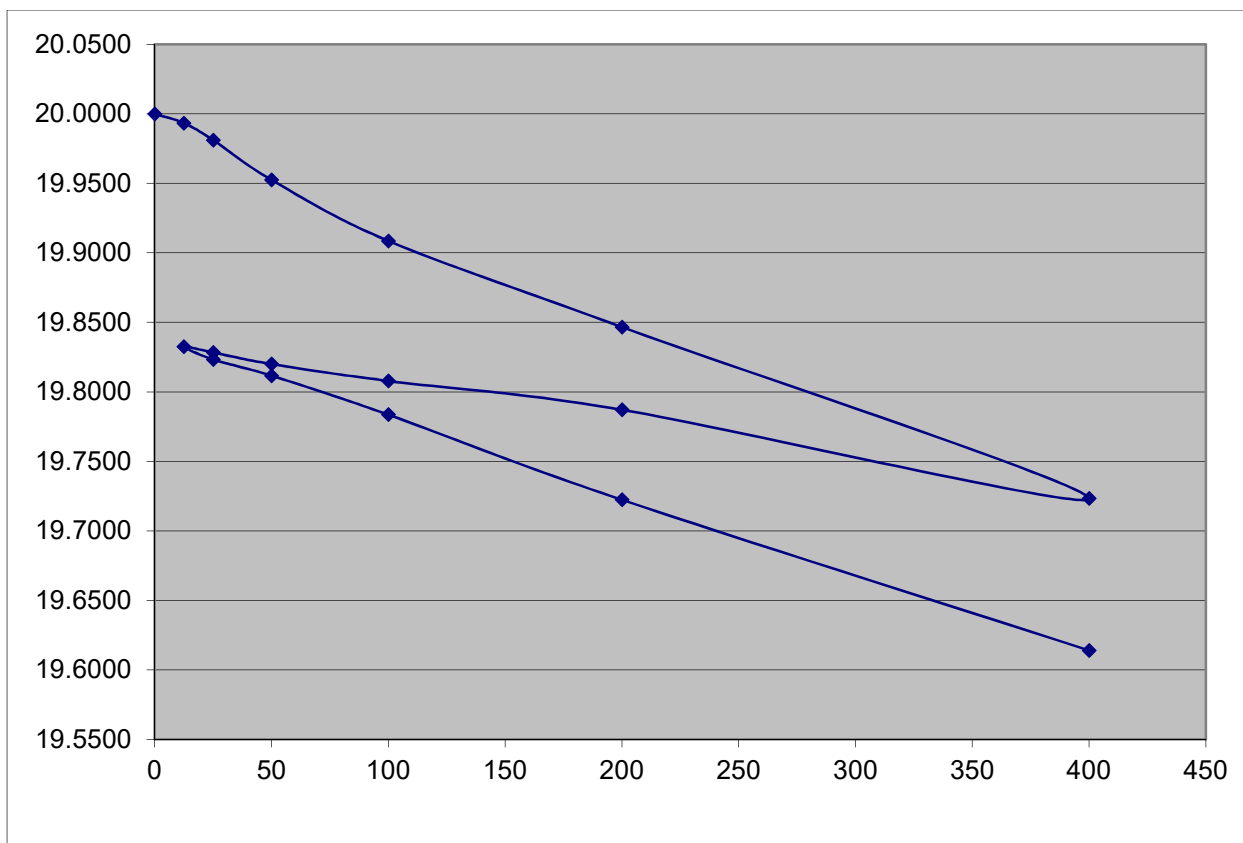
e – wskaźnik porowatości obliczony wg. PN-B-02481:1998 Geotechnika Terminologia podstawowa. symbole

$$\text{literowe i jednostki miar z zależności: } e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d}$$

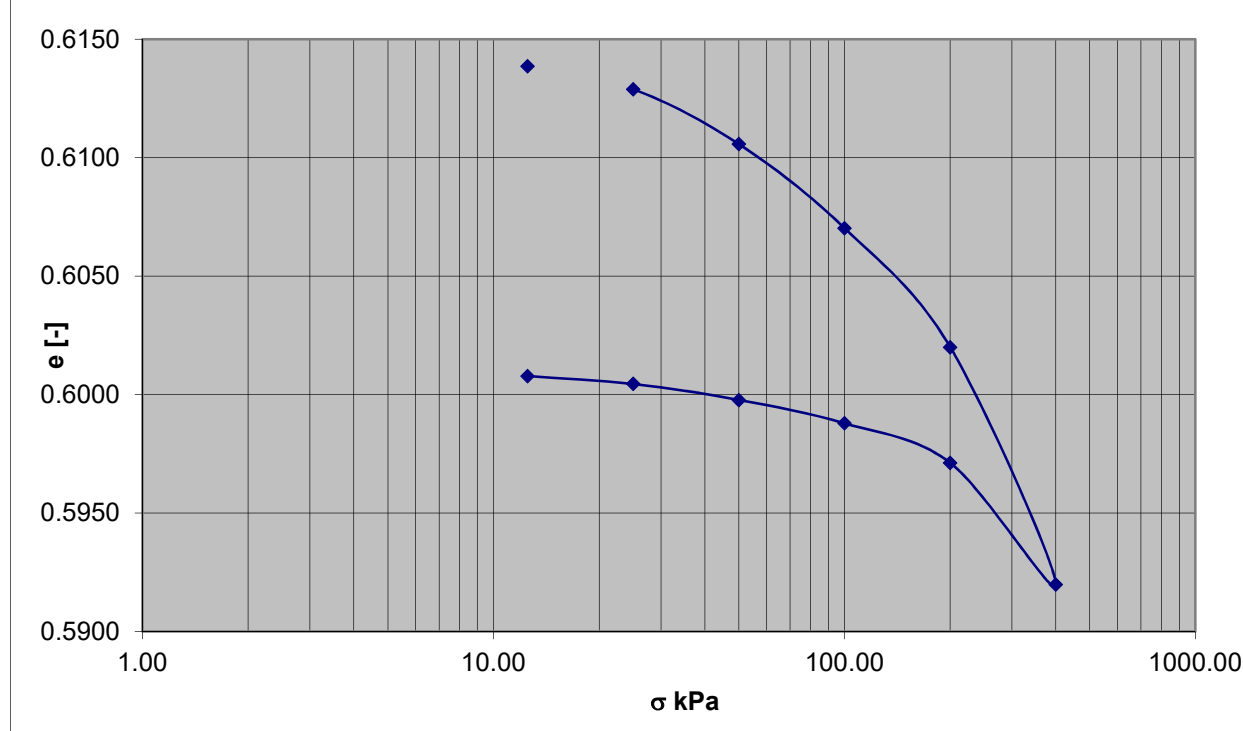
C_c – wskaźnik ścisłości; C_v – współczynnik konsolidacji

Moduł ścisłości pierwotnej M_o w zakresie obc.				
0 – 400 [kPa]	0 – 50 [kPa]	50 – 100 [kPa]	100 – 200 [kPa]	200 – 400 [kPa]
28923	21097	22725	32110	32192
Moduł ścisłości wtórnej M w zakresie obc.				
0 – 400 [kPa]	25 – 50 [kPa]	50 – 100 [kPa]	100 – 200 [kPa]	200 – 400 [kPa]
35317	42357	35378	32326	36388

Wykres ścisłości próbki GP-9/IX/2023



Zmiana naprężenia efektywnego i wskaźnika porowatości w zależności od przyrostu obciążenia i odciążenia



WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH
OZNACZENIE WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCINANIE GRUNTÓW

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH WYZNACZANIE KĄTA TARCIA WEWNĘTRZNEGO W APARACIE BEZPOŚREDNIEGO ŚCINANIA

Data badania: IX 2023

Nr próbki: GP – 1/IX/2023; GP – 2/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 13,1-13,6 m p.p.t.

Otwór badawczy: R3

Rodzaj ścinania:

R - Ścinanie szybkie po wstępnej konsolidacji

Prędkość odkształceń: 0,01 mm/min

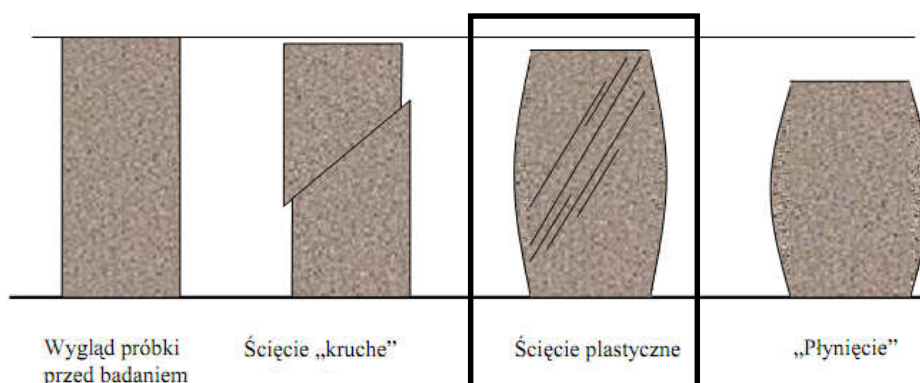
Rodzaj gruntu (stan): Gp (pl)

Szerokość/długość próbki – 60 mm

Wysokość próbki – 60 mm

Powierzchnia przekroju próbki – $A = 36,00 \text{ cm}^2$

Schemat ścięcia próbki:



Charakterystyka ścięcia wg PN-B-04481:1988: „P”

$\sigma_1 = 36,57 \text{ kPa}$ $\tau_1 = 21,86 \text{ kPa}$

$\sigma_2 = 71,94 \text{ kPa}$ $\tau_2 = 35,66 \text{ kPa}$

$\sigma_3 = 99,76 \text{ kPa}$ $\tau_3 = 38,54 \text{ kPa}$

$\sigma_4 = 133,64 \text{ kPa}$ $\tau_4 = 50,07 \text{ kPa}$

$\sigma_5 = 183,50 \text{ kPa}$ $\tau_5 = 67,17 \text{ kPa}$

Kąt tarcia wewnętrznego gruntu $\phi = 15,1^\circ$.

Spójność $c = 14,05 \text{ kPa}$

Graficzną interpretację wyników oznaczenia kąta tarcia wewnętrznego przedstawiono na załączniku 3a

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH WYZNACZANIE KĄTA TARCIA WEWNĘTRZNEGO W APARACIE BEZPOŚREDNIEGO ŚCINANIA

Data badania: IX 2023

Nr próbki: GP – 3/IX/2022; GP – 4/IX/2022; GP – 5/IX/2022;

Głębokość pobrania próbki: 14,6-16,0 m p.p.t.

Otwór badawczy: R3

Rodzaj ścinania:

R - Ścinanie szybkie po wstępnej konsolidacji

Prędkość odkształceń: 0,01 mm/min

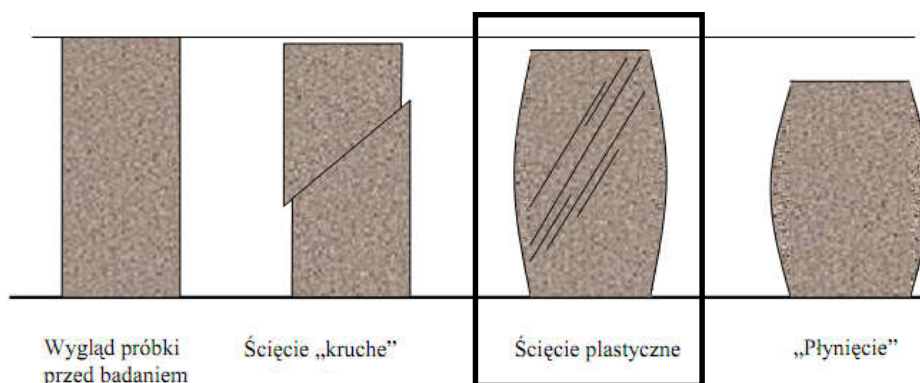
Rodzaj gruntu (stan): Gp (tpl)

Szerokość/długość próbki – 60 mm

Wysokość próbki – 60 mm

Powierzchnia przekroju próbki – $A = 36,00 \text{ cm}^2$

Schemat ścięcia próbki:



Charakterystyka ścięcia wg PN-B-04481:1988: „P”

$\sigma_1 = 30,47 \text{ kPa}$ $\tau_1 = 32,41 \text{ kPa}$

$\sigma_2 = 67,92 \text{ kPa}$ $\tau_2 = 44,25 \text{ kPa}$

$\sigma_3 = 96,40 \text{ kPa}$ $\tau_3 = 50,02 \text{ kPa}$

$\sigma_4 = 130,44 \text{ kPa}$ $\tau_4 = 57,96 \text{ kPa}$

$\sigma_5 = 191,36 \text{ kPa}$ $\tau_5 = 75,55 \text{ kPa}$

Kąt tarcia wewnętrznego gruntu $\phi = 16,3^\circ$.

Spójność $c = 21,80 \text{ kPa}$

Graficzną interpretację wyników oznaczenia kąta tarcia wewnętrznego przedstawiono na załączniku 3b

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH WYZNACZANIE KĄTA TARCIA WEWNĘTRZNEGO W APARACIE BEZPOŚREDNIEGO ŚCINANIA

Data badania: IX 2023

Nr próbki: GP – 8/IX/2022;

Głębokość pobrania próbki: 24,4-24,7 m p.p.t.

Otwór badawczy: R18

Rodzaj ścinania:

R - Ścinanie szybkie po wstępnej konsolidacji

Prędkość odkształceń: 0,01 mm/min

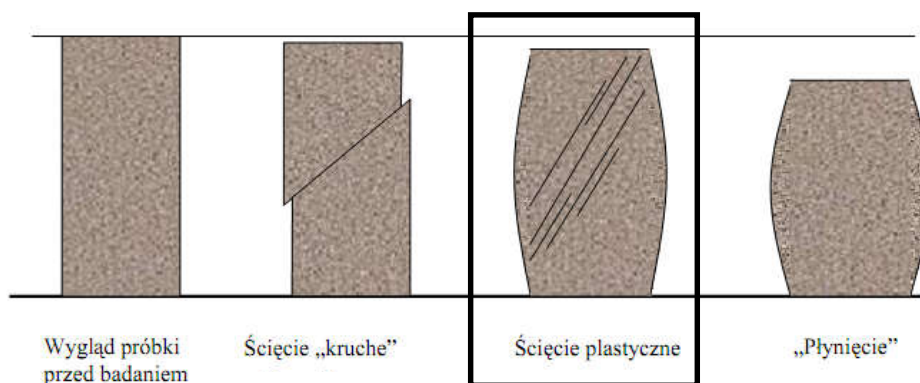
Rodzaj gruntu (stan): $G\pi$ (tpl)

Szerokość/długość próbki – 60 mm

Wysokość próbki – 60 mm

Powierzchnia przekroju próbki – $A = 36,00 \text{ cm}^2$

Schemat ścięcia próbki:



Charakterystyka ścięcia wg PN-B-04481:1988: „P”

$\sigma_1 = 36,03 \text{ kPa}$ $\tau_1 = 26,78 \text{ kPa}$

$\sigma_2 = 77,38 \text{ kPa}$ $\tau_2 = 36,33 \text{ kPa}$

$\sigma_3 = 106,99 \text{ kPa}$ $\tau_3 = 47,89 \text{ kPa}$

$\sigma_4 = 132,97 \text{ kPa}$ $\tau_4 = 53,61 \text{ kPa}$

$\sigma_5 = 169,42 \text{ kPa}$ $\tau_5 = 61,79 \text{ kPa}$

Kąt tarcia wewnętrznego gruntu $\phi = 15,4^\circ$.

Spójność $c = 16,81 \text{ kPa}$

Graficzną interpretację wyników oznaczenia kąta tarcia wewnętrznego przedstawiono na załączniku 3c

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH WYZNACZANIE KĄTA TARCIA WEWNĘTRZNEGO W APARACIE BEZPOŚREDNIEGO ŚCINANIA

Data badania: IX 2023

Nr próbki: GP – 9/IX/2022;

Głębokość pobrania próbki: 29,0-29,3 m p.p.t.

Otwór badawczy: R18

Rodzaj ścinania:

R - Ścinanie szybkie po wstępnej konsolidacji

Prędkość odkształceń: 0,001 mm/min

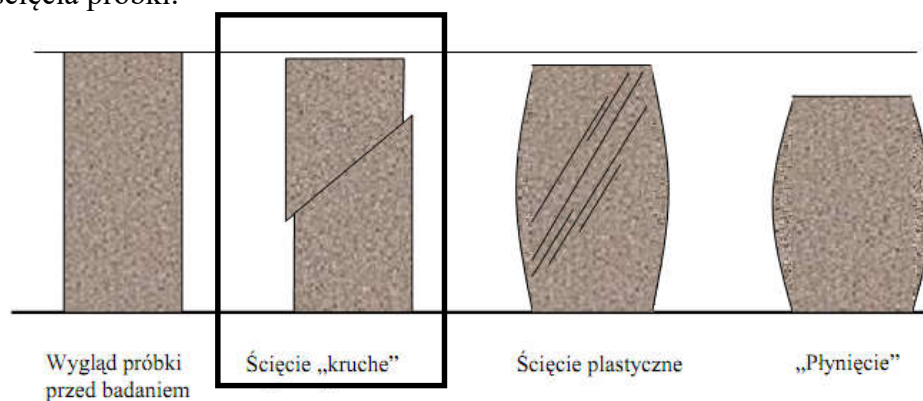
Rodzaj gruntu (stan): $I\pi$ (tpl)

Szerokość/długość próbki – 60 mm

Wysokość próbki – 60 mm

Powierzchnia przekroju próbki – $A = 36,00 \text{ cm}^2$

Schemat ścięcia próbki:



Charakterystyka ścięcia wg PN-B-04481:1988: „K”

$\sigma_1 = 39,53 \text{ kPa}$ $\tau_1 = 58,56 \text{ kPa}$

$\sigma_2 = 77,03 \text{ kPa}$ $\tau_2 = 64,31 \text{ kPa}$

$\sigma_3 = 108,90 \text{ kPa}$ $\tau_3 = 72,73 \text{ kPa}$

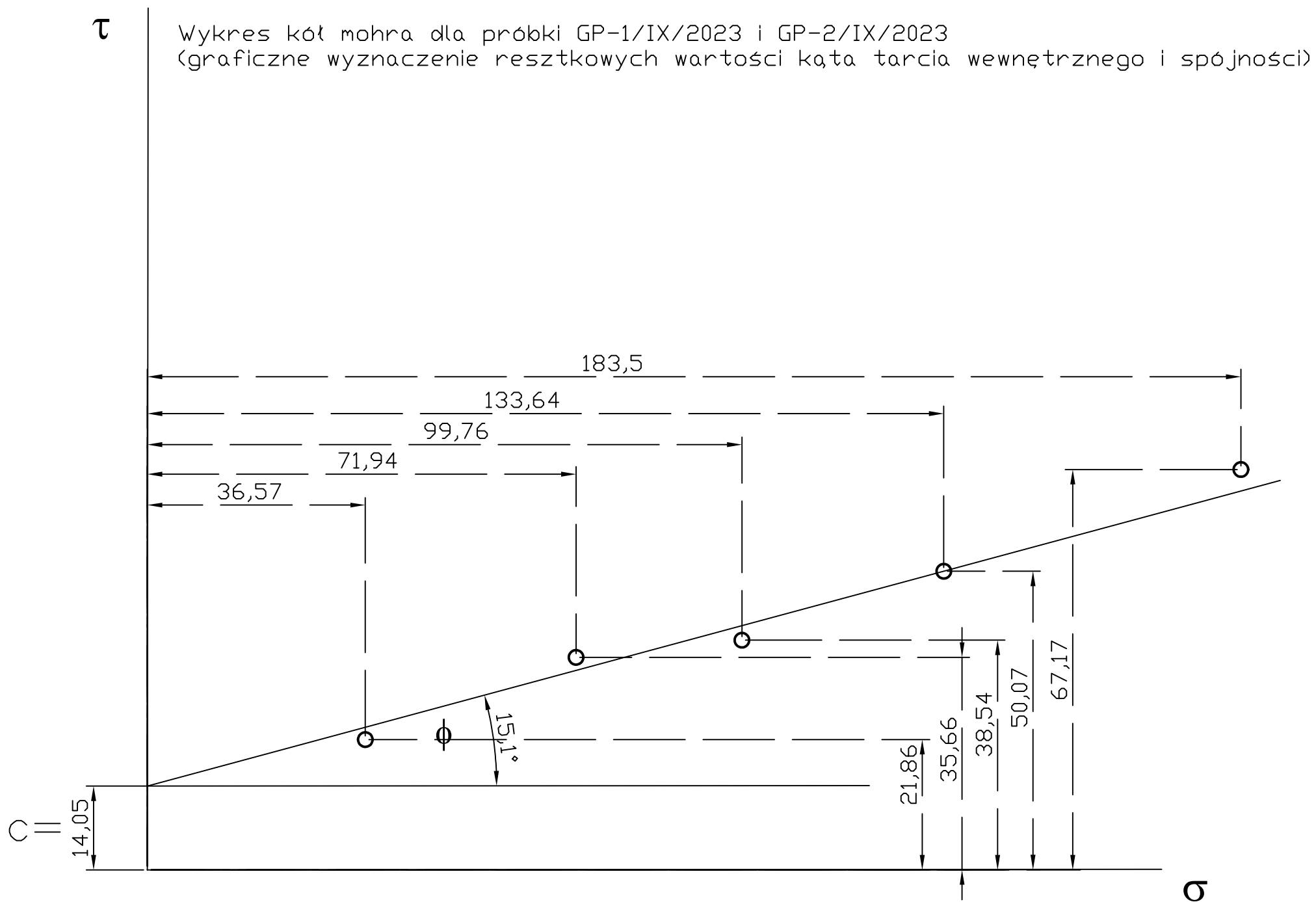
$\sigma_4 = 151,03 \text{ kPa}$ $\tau_4 = 77,78 \text{ kPa}$

$\sigma_5 = 190,91 \text{ kPa}$ $\tau_5 = 90,45 \text{ kPa}$

Kąt tarcia wewnętrznego gruntu $\phi = 11,9^\circ$.

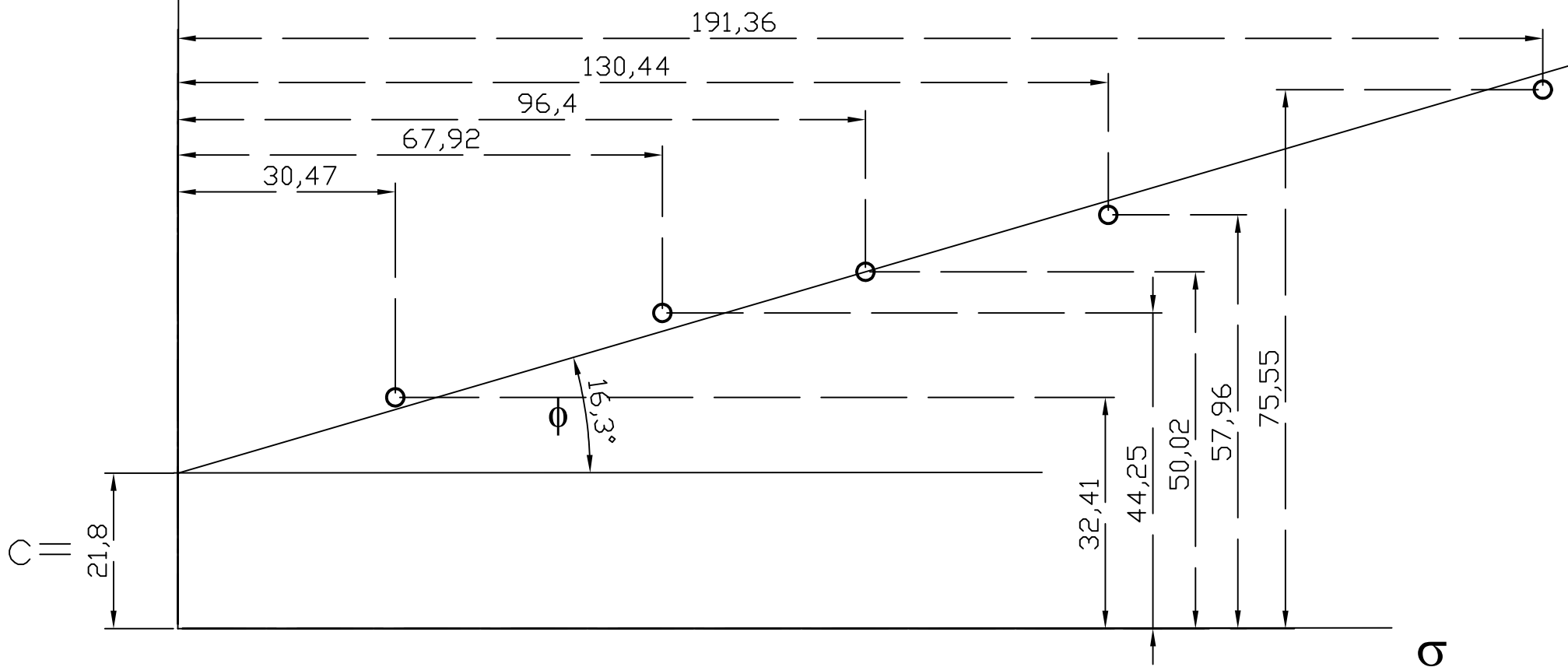
Spójność $c = 48,07 \text{ kPa}$

Graficzną interpretację wyników oznaczenia kąta tarcia wewnętrznego przedstawiono na załączniku 3d



τ

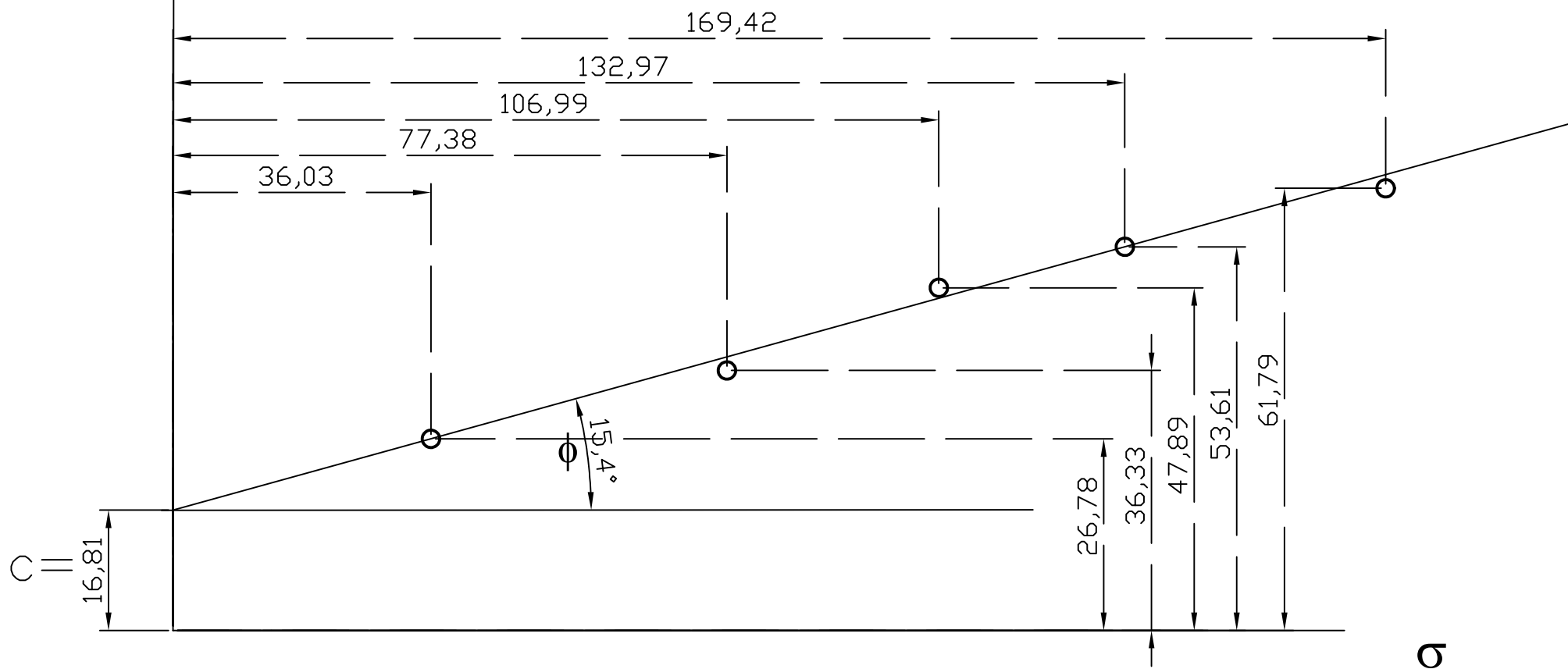
Wykres kąt mohra dla próbki GP-3/IX/2023; GP-4/IX/2023; GP-5/IX/2023
(graficzne wyznaczenie resztkowych wartości kąta tarcia wewnętrznego i spójności)



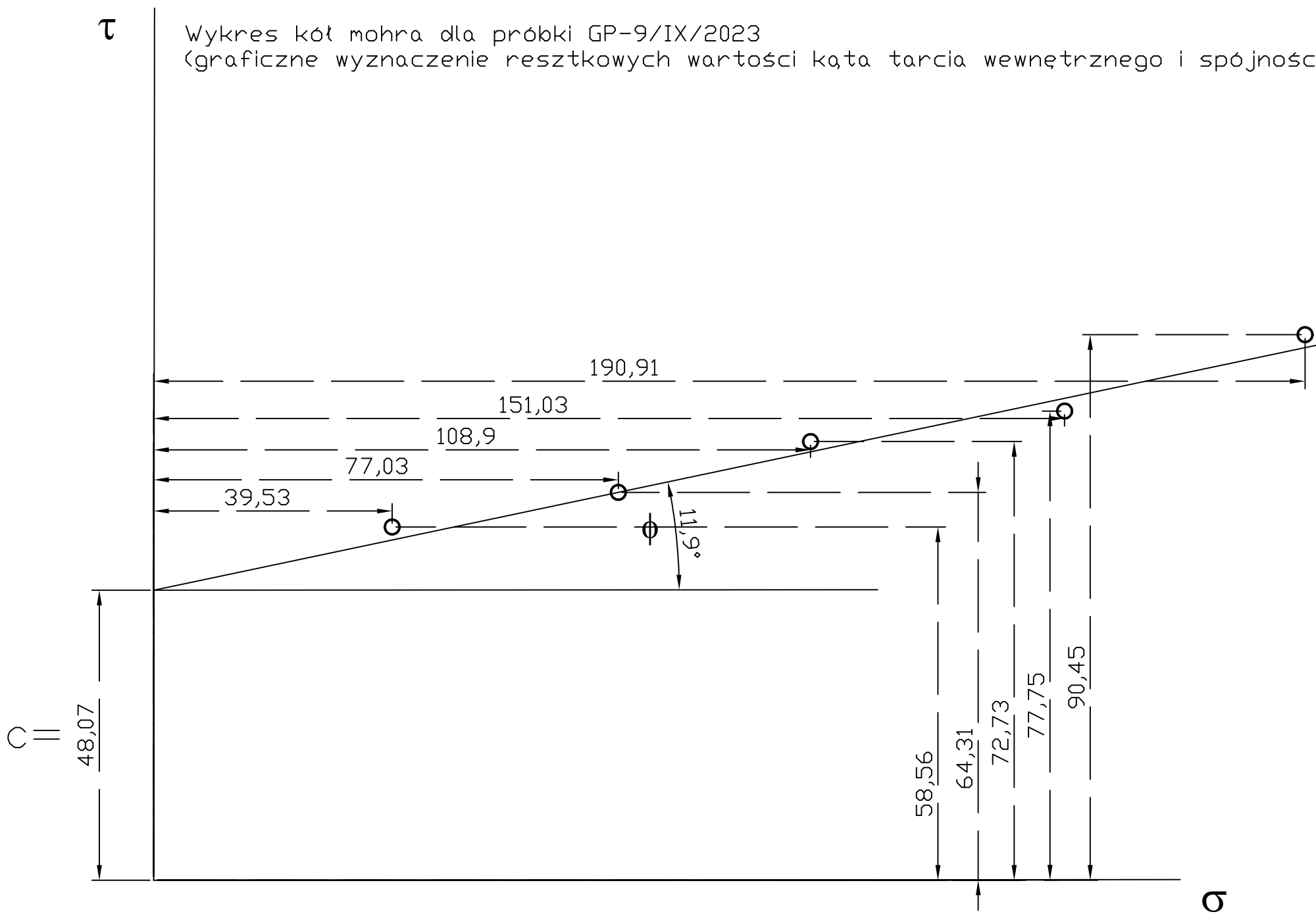
τ

Wykres kół mohra dla próbki GP-8/IX/2023

(graficzne wyznaczenie resztkowych wartości kąta tarcia wewnętrznego i spójności)



Wykres kół mohra dla próbki GP-9/IX/2023
(graficzne wyznaczenie resztkowych wartości kąta tarcia wewnętrznego i spójności)



WYNIKI BADAŃ LABORATORJNYCH GRUNTÓW
OZNACZENIE PĘCZNIENIA SWOBODNEGO GRUNTÓW

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH WYZNACZANIE WSKAŹNIKA PĘCZNIEŃ GRUNTU

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-1/IX/2023; GP-2/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 13,1-13,6 m p.p.t

Otwór badawczy: R3

Rodzaj gruntu (stan): Gp (pl)

Gęstość objętościowa początkowa 2,01 g/cm³

w_n=18,24%

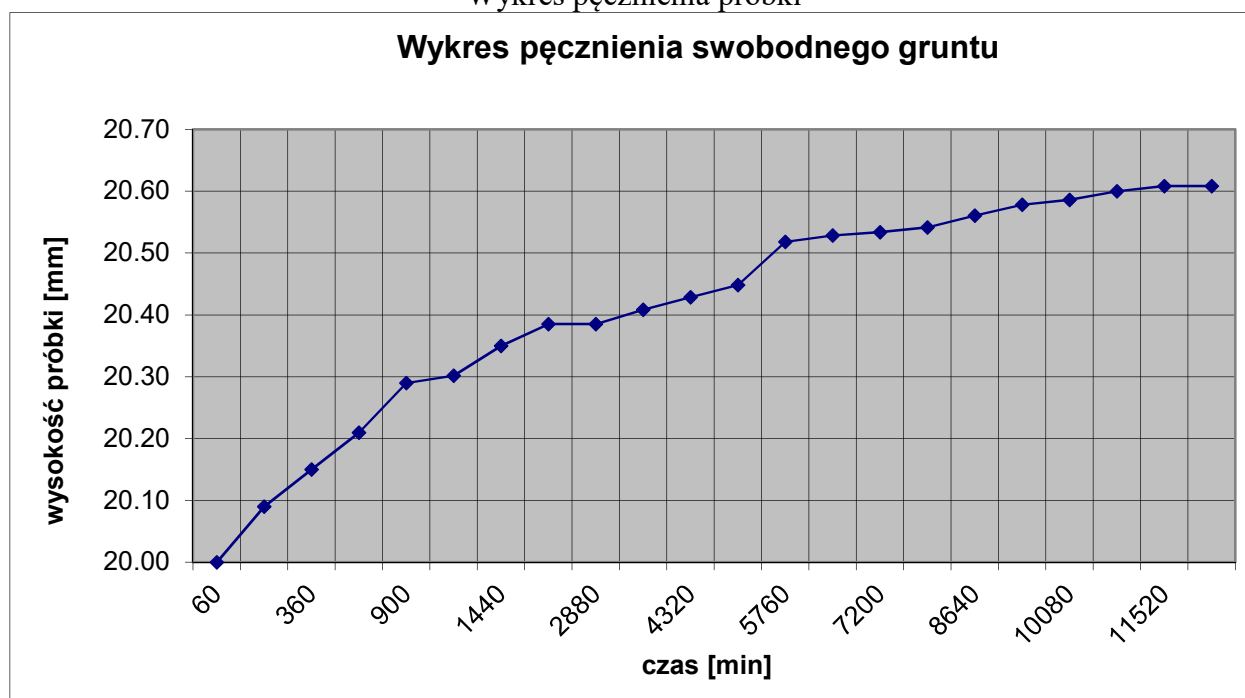
Gęstość objętościowa po spęcznieniu 2,13 g/cm³

w_n=31,93%

Zmiany wysokości próbki w wyniku pęcznienia

[mm]	[h]	doby
20.00	1	0
20.09	3	0,125
20.15	6	0,25
20.21	12	0,5
20.29	15	0,625
20.30	20	0,83
20.35	24	1
20.39	36	1.5
20.39	48	2
20.41	60	2.5
20.43	72	3
20.45	84	3.5
20.52	96	4
20.53	108	4.5
20.53	120	5
20.54	132	5.5
20.56	144	6
20.58	156	6.5
20.59	168	7
20.60	180	7.5
20.61	192	8
20.61	204	8.5

Wykres pęcznienia próbki



Wskaźnik pęcznienia gruntu $\varepsilon_p = 3,04$ [%]

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH WYZNACZANIE WSKAŹNIKA PĘCZNIEŃ GRUNTU

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-3/IX/2023; GP-4/IX/2023; GP-5/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 14,6-16,0 m p.p.t

Otwór badawczy: R3

Rodzaj gruntu (stan): Gp (tpl)

Gęstość objętościowa początkowa $2,07 \text{ g/cm}^3$

$w_n=15,36\%$

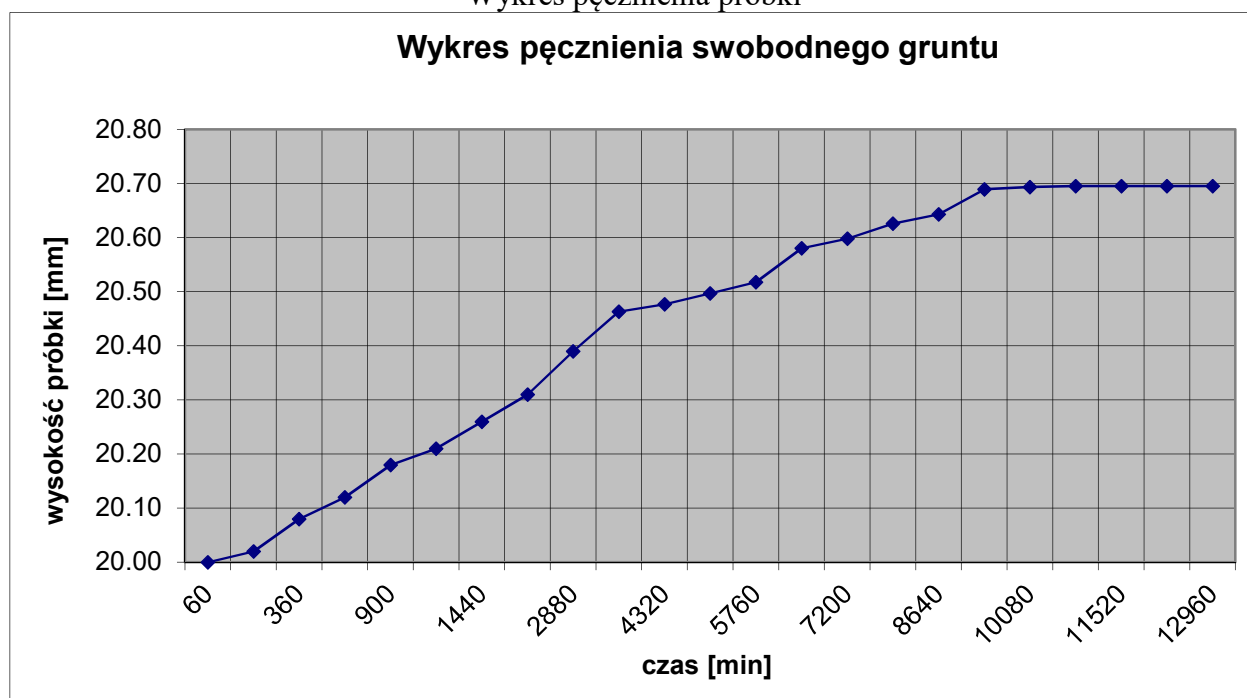
Gęstość objętościowa po spęcznieniu $2,15 \text{ g/cm}^3$

$w_n=28,97\%$

Zmiany wysokości próbki w wyniku pęcznienia

[mm]	[h]	doby
20.00	1	0
20.02	3	0,125
20.08	6	0,25
20.12	12	0,5
20.18	15	0,625
20.21	20	0,83
20.26	24	1
20.31	36	1.5
20.39	48	2
20.46	60	2.5
20.48	72	3
20.50	84	3.5
20.52	96	4
20.58	108	4.5
20.60	120	5
20.63	132	5.5
20.64	144	6
20.69	156	6.5
20.69	168	7
20.70	180	7.5
20.70	192	8
20.70	204	8.5
20.70	216	9

Wykres pęcznienia próbki



Wskaźnik pęcznienia gruntu $\varepsilon_p = 3,48$ [%]

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH WYZNACZANIE WSKAŹNIKA PĘCZNIEŃ GRUNTU

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-8/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 24,4-24,7 m p.p.t

Otwór badawczy: R18

Rodzaj gruntu (stan): G_{π} (tpl)

Gęstość objętościowa początkowa $2,11 \text{ g/cm}^3$

$w_n=14,83\%$

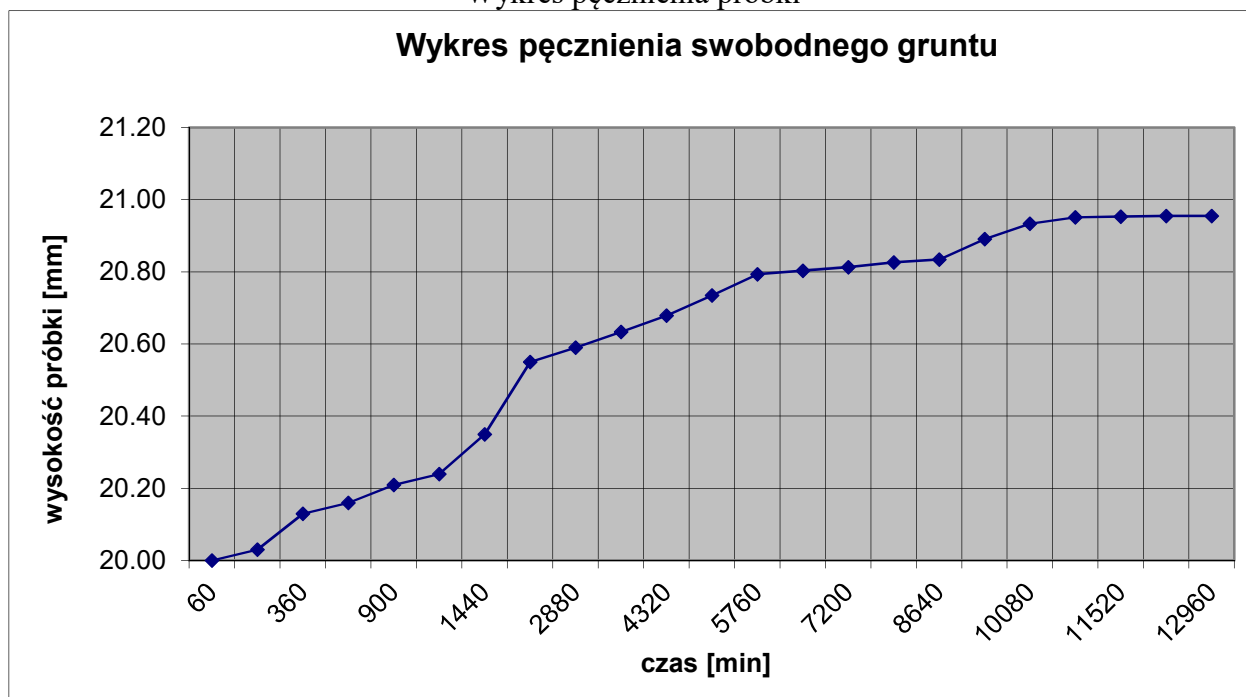
Gęstość objętościowa po spęcznieniu $2,18 \text{ g/cm}^3$

$w_n=29,32\%$

Zmiany wysokości próbki w wyniku pęcznienia

[mm]	[h]	doły
20.00	1	0
20.03	3	0,125
20.13	6	0,25
20.16	12	0,5
20.21	15	0,625
20.24	20	0,83
20.35	24	1
20.55	36	1.5
20.59	48	2
20.63	60	2.5
20.68	72	3
20.74	84	3.5
20.79	96	4
20.80	108	4.5
20.81	120	5
20.83	132	5.5
20.83	144	6
20.89	156	6.5
20.93	168	7
20.95	180	7.5
20.95	192	8
20.96	204	8.5
20.96	216	9

Wykres pęcznienia próbki



Wskaźnik pęcznienia gruntu $\varepsilon_p = 4,78$ [%]

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH WYZNACZANIE WSKAŹNIKA PĘCZNIEŃ GRUNTU

Data badania: IX 2023

Nr próbki – GP-9/IX/2023

Głębokość pobrania próbki: 29,0-29,3 m p.p.t

Otwór badawczy: R18

Rodzaj gruntu (stan): I_{π} (tpl)

Gęstość objętościowa początkowa $2,01 \text{ g/cm}^3$

$w_n=19,74\%$

Gęstość objętościowa po spęcznieniu $2,16 \text{ g/cm}^3$

$w_n=36,42\%$

Zmiany wysokości próbki w wyniku pęcznienia

[mm]	[h]	doły
20.00	1	0
20.12	3	0,125
20.26	6	0,25
20.33	12	0,5
20.44	15	0,625
20.54	20	0,83
20.65	24	1
20.77	36	1.5
20.98	48	2
21.09	60	2.5
21.20	72	3
21.31	84	3.5
21.42	96	4
21.52	108	4.5
21.53	120	5
21.54	132	5.5
21.55	144	6
21.57	156	6.5
21.59	168	7
21.61	180	7.5
21.64	192	8
21.65	204	8.5
21.68	216	9
21.69	228	9.5
21.70	240	10
21.72	264	10.5
21.72	288	11
21.72	312	11.5

Wykres pęcznienia próbki



Wskaźnik pęcznienia gruntu $\varepsilon_p = 8,58$ [%]