

Stan graniczny nośności

1. Zastosowana metoda obliczeniowa

W celu wyznaczenia wymiarów fundamentów wykorzystano metodę analityczną podaną w załączniku D.4 EC7 Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne. Obliczenia przeprowadzono zgodnie z podejściem obliczeniowym DA2.

2. Parametry geotechniczne

Obliczenie nośności sprowadzono do wyznaczenia poszczególnych współczynników: nośności, kształtu fundamentu itp., przyjęcia obliczeniowej wartości ciężaru objętościowego oraz kąta tarcia wewnętrznego.

2.1 Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych

2.1.1 Kąt tarcia wewnętrznego

Kąt tarcia wewnętrznego wyznaczano na podstawie reprezentatywnego profilu q_c . Profil reprezentatywny określono biorąc pod uwagę każde z badań CPT, jednakże sondowanie CPT4 potraktowano jako wiodące (najbliżej położone w stosunku do fundamentu). Wyznaczono zatem średnią ważoną q_c uwzględniając usytuowanie poszczególnych profili CPT, za wagę przyjęto odległości poszczególnych sondowań od fundamentu. Szczegóły przedstawia Tabela 1.

CPT	Odległość [m]	Waga
1	13,2	0,48
2	9,0	0,7
3	10,0	0,63
4	6,3	1,0

Kąt tarcia wewnętrznego wyznaczono z zależności podanej w załączniku D.2 EC7 Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego ($\varphi' = 13,5 \log q_c + 23$).

Wykorzystując ww. zależność wyznaczano wartość φ' do głębokości B poniżej poziomu posadowienia (Rys.1). Ze zbioru wyznaczonych w ten sposób wartości φ' obliczono średnią X_m oraz odchylenie standardowe σ .

Wartość charakterystyczną kąta tarcia wewnętrznego określono wykorzystując metodę Schneidera: $X_k = X_m - 0,5\sigma$

z [m]	q_c [MPa]	φ' [°]	$\tan \varphi'$
0,8	13,20	38,13	0,78
0,9	11,45	37,29	0,76
1	11,70	37,42	0,77
1,1	11,39	37,26	0,76
1,2	11,89	37,51	0,77
1,3	12,63	37,87	0,78
1,4	13,22	38,14	0,79
1,5	13,05	38,06	0,78
1,6	14,57	38,71	0,80
1,7	15,76	39,17	0,81
1,8	14,59	38,72	0,80
1,9	14,47	38,67	0,80
2	14,85	38,82	0,80
2,1	15,90	39,22	0,82
2,2	16,01	39,26	0,82

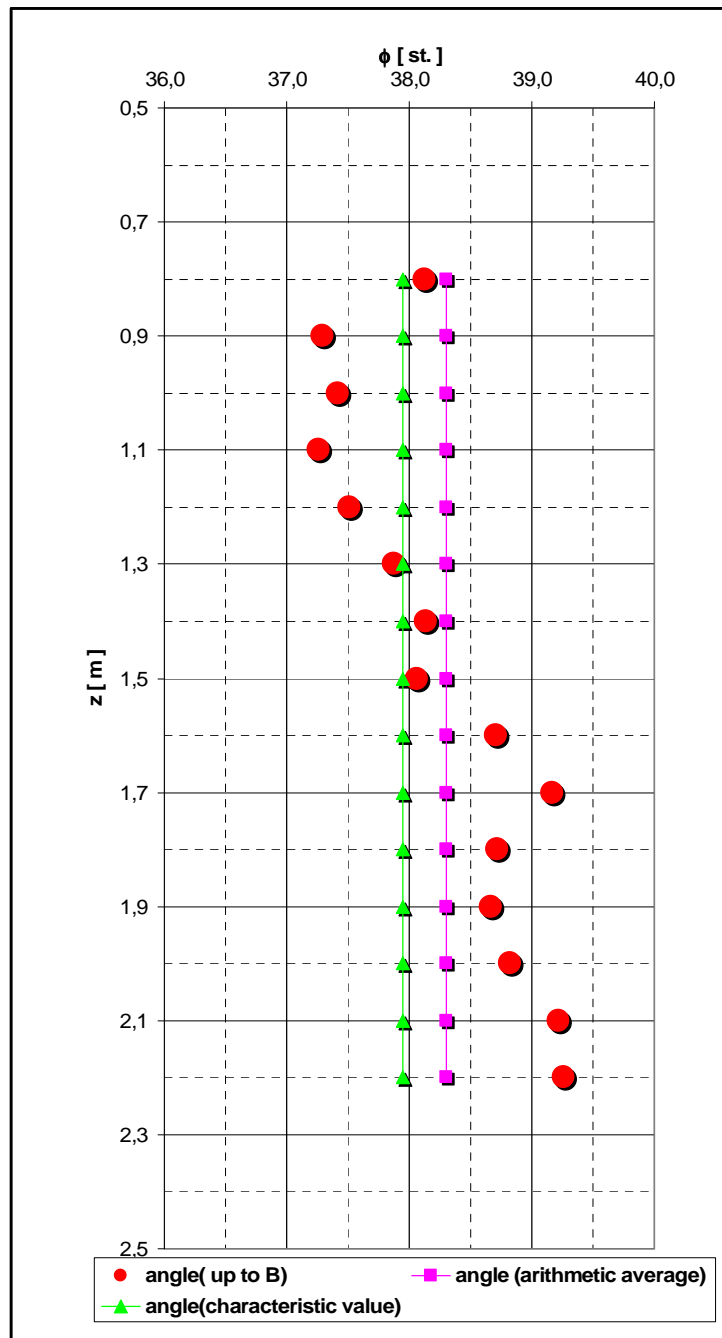
$$X_m = \frac{\sum x_i}{n} = 0,7$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - X_m)^2}{n-1}} = 0,02$$

$X_k = X_m - 0,5\sigma = 0,79 - 0,5 \times 0,02 = 0,78$, zatem $\tan \varphi' = 0,78$.

$\tan \varphi' = 0,78 \rightarrow \varphi' = 37,9^\circ$

Wartość charakterystyczna kąta tarcia wewnętrznego przyjęto $\varphi'_k = 37,9^\circ$.



Rys.1 Kąt tarcia wewnętrznego

2.1.2 Ciężar objętościowy

Wartość charakterystyczną ciężaru objętościowego przyjęto na podstawie treści zadania $\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$.

2.2 Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych

Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych wyznaczono wykorzystując współczynniki częściowe z Tablicy A.4 – zestaw M1 (EC7 Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne).

Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych γ_M

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw M1
Kąt tarcia wewnętrznego	γ_ϕ	1,0
Ciężar objętościowy	γ_γ	1,0

3. Obciążenia

3.1 Wartość charakterystyczna obciążeń

Wartość charakterystyczną obciążeń przyjęto na podstawie danych przedstawionych w treści zadania. Dodatkowo uwzględniano ciężar fundamentu.

Siły pionowe

$G_{v,k}$ – stała wartość obciążenie pionowego

$$G_{v,k} = 1000 \text{ kN}$$

$G_{p,k}$ – ciężar fundamentu (założono $B=L=1,4 \text{ m}$)

$$G_{p,k} = 1,4 \times 1,4 \times 0,8 \times 25 = 39 \text{ kN}$$

$Q_{v,k}$ – zmienna wartość obciążenia pionowego

$$Q_{v,k} = 750 \text{ kN}$$

Siły poziome

$G_{h,k}$ – stała wartość obciążenie pionowego

$$G_{h,k} = 0 \text{ kN}$$

$Q_{h,k}$ – zmienna wartość obciążenia poziomego

$$Q_{h,k} = 0 \text{ kN}$$

Sumaryczna wartość charakterystyczna obciążenia pionowego

$$V_k = G_{v,k} + G_{p,k} + Q_{v,k} = 1000 + 39 + 750 = 1789 \text{ kN}$$

3.2 Wartość obliczeniowa obciążeń

Wartość obliczeniowe obciążeń wyznaczono wykorzystując współczynniki częściowe z Tablicy A.3 – zestaw A1 (EC7 Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne).

Współczynniki częściowe do oddziaływań γ_F

Oddziaływanie		Symbol	Zestaw A1
Stałe	Niekorzystne	γ_G	1,35
	Korzystne		1,0
Zmienne	Niekorzystne	γ_Q	1,5
	Korzystne		0

$$V_d = (G_{v,k} + G_{p,k}) \gamma_G + Q_{v,k} \gamma_Q = (1000 + 39) \times 1,35 + 750 \times 1,5 = 2528 \text{ kN}$$

4. Wyniki obliczeń

Warunek nośności podłoża został spełniony dla wymiarów stopy fundamentowej $B_{\min} = L_{\min} = 1,4 \text{ m}$.

Współczynniki częściowe do oporu podłoża przyjęto zgodnie z Tablicą A.5 (EC7 Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne).

Współczynniki częściowe do oporu/nośności γ_R dotyczące fundamentów bezpośrednich

Nośność	Symbol	Zestaw R2
Nośność podłoża	$\gamma_{R,v}$	1,4

$$R_k = (c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot b_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot b_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot b_\gamma \cdot i_\gamma) A'$$

Wymiary fundamentu

$$B' = L' = 1,4 \text{ m}$$

Współczynniki nośności

$$N_q = 48,29$$

$$N_\gamma = 73,63$$

Współczynniki kształtu fundamentu:

$$s_q = 1,61$$

$$s_\gamma = 0,7$$

Współczynniki nachylenia obciążenia:

$$i_q = i_\gamma = 1$$

$$b_q = b_\gamma = 1$$

Ciężar objętościowy

$$\gamma' = 20 \text{ kN/m}^3$$

Kąt tarcia wewnętrznego

$$\phi' = 37,9^\circ$$

Napężenie efektywne w poziomie posadowienia

$$q' = 16 \text{ kPa}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia

$$V_d = (1000 + 1,4 \times 1,4 \times 0,8 \times 25) \times 1,35 + 750 \times 1,5 = 2528 \text{ kN}$$

$$R_k = (c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot b_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot b_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot b_\gamma \cdot i_\gamma) A' = (0 + 16 \times 48,29 \times 1,61 \times 1 \times 1 + 0,5 \times 20 \times 1,4 \times 73,63 \times 0,7 \times 1 \times 1) 1,4 \times 1,4 = (0 + 1243,95 + 721,57) 1,96 = 3852 \text{ kN}$$

Wartość charakterystyczna oporu podłoża gruntowego $R_k = 3852 \text{ kN}$, zatem

$$V_d < R_d$$

$$V_d = 2528 \text{ kN} < R_d = R_k / \gamma_{R,v} = 3852 / 1,4 = 2751 \text{ kN}$$

Współczynnik wykorzystania nośności Λ wynosi

$$\Lambda = V_d / R_d = 2528 / 2751 = 0,92$$

Globalny współczynnik bezpieczeństwa OFS wynosi

$$OFS = R_k / V_k = 3852 / 1789 = 2,15$$

Tabela 1

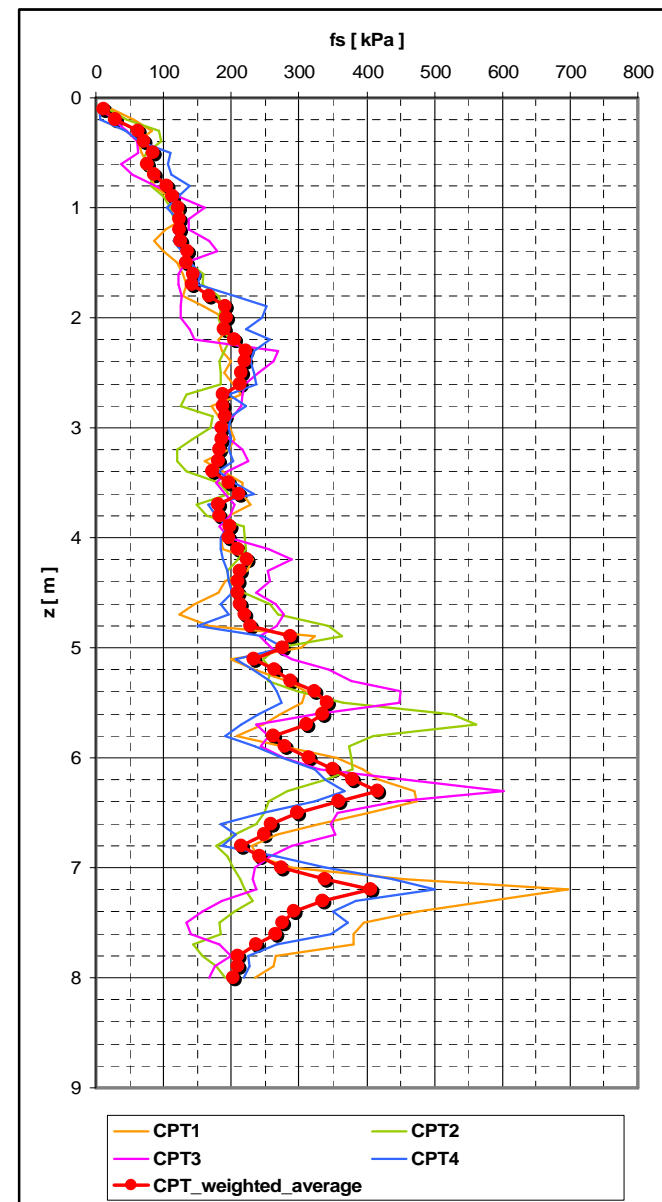
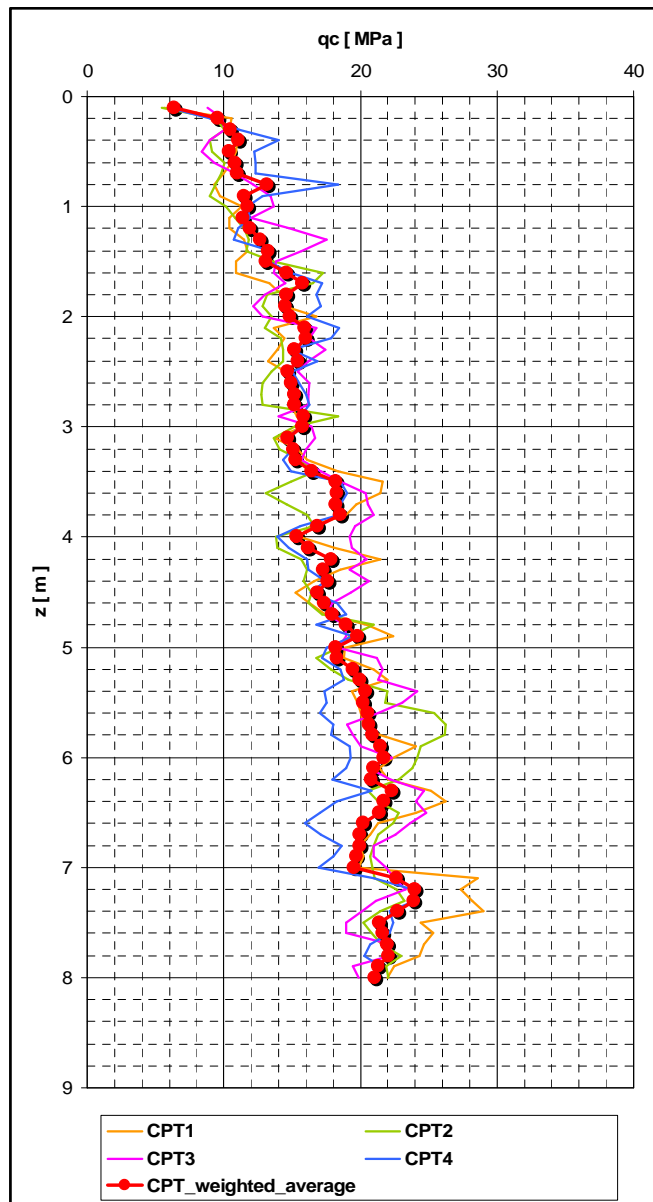
Głębokość (m)	γ (kN/m ³)	σ_{vo} (kPa)	CPT 1		CPT 2		CPT 3		CPT 4		Średnia arytmetyczna		Średnia ważona	
			qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)
0,1	20	2	5,62	23,6	5,41	18	8,78	9,1	5,99	5,7	6,45	14,1	6,41	12,58
0,2	20	4	10,56	56,5	9,37	45,6	9,89	25,6	9	6,1	9,71	33,5	9,56	28,92
0,3	20	6	10,4	83,5	10,1	92,8	10,05	45,3	11,14	44	10,42	66,4	10,51	63,20
0,4	20	8	10,95	61,9	8,94	95,9	8,96	61,6	14,01	64,8	10,72	71,1	11,09	71,33
0,5	20	10	10,92	68	9,14	75,1	8,38	63,3	12,23	110,7	10,17	79,3	10,37	83,91
0,6	20	12	10,6	76,3	10,1	67,9	9,27	38	12,36	106,4	10,58	72,2	10,80	76,33
0,7	20	14	10,01	80,5	9,78	82,9	10,78	53,3	12,36	111,7	10,73	82,1	10,96	86,10
0,8	20	16	9,34	87	9,38	81,1	12,17	88,3	18,37	139,2	12,32	98,9	13,20	104,40
0,9	20	18	9,72	107,1	8,95	100,3	13,42	122,2	12,79	121,1	11,22	112,7	11,45	113,77
1	20	20	11,35	127	10,18	109,8	13,63	160,3	11,72	105,6	11,72	125,7	11,70	122,57
1,1	20	22	10,36	128,7	10,82	115,6	12,03	136,2	11,89	119,8	11,28	125,1	11,39	123,95
1,2	20	24	10,4	102,4	11,48	123,9	14,79	136,6	11,06	122,8	11,93	121,4	11,89	122,68
1,3	20	26	11,46	85,8	11,81	126,6	17,5	167	10,71	115,2	12,87	123,7	12,63	124,63
1,4	20	28	11,73	100,5	11,69	130,9	15,68	178,9	13,47	126,7	13,14	134,3	13,22	134,97
1,5	20	30	10,9	119,8	13,58	136,3	13,83	132,6	13,23	140,7	12,89	132,4	13,05	134,22
1,6	20	32	10,9	128,5	17,3	159,6	13,7	122,4	14,96	153,9	14,22	141,1	14,57	143,92
1,7	20	34	13,32	134,4	16,51	157	14,51	121,4	17,2	149,7	15,39	140,6	15,76	142,56
1,8	20	36	14,27	128,3	13,15	180,6	13,03	127,2	16,74	204,2	14,30	160,1	14,59	168,09
1,9	20	38	14,45	159,4	12,81	186	12,15	125,6	17,11	252	14,13	180,8	14,47	191,40
2	20	40	16,74	189,5	13,49	180,5	12,87	125,2	16,14	244,9	14,81	185,0	14,85	192,56
2,1	20	42	13,68	196,3	12,98	186,3	16,76	138,4	18,47	221,8	15,47	185,7	15,90	189,90
2,2	20	44	14,45	181,2	14,21	197,3	16,24	145,2	17,88	257,5	15,70	195,3	16,01	204,29
2,3	20	46	13,91	186,3	14,36	190,2	17,48	268,9	14,89	232,8	15,16	219,6	15,17	222,34
2,4	20	48	13,24	199,7	14,38	181,9	16,16	262,8	16,82	228,7	15,15	218,3	15,45	219,73
2,5	20	50	14,49	189,1	13,46	184,3	15,45	239,9	15,02	233,6	14,61	211,7	14,64	215,13
2,6	20	52	14,82	203,4	12,83	183,9	16,26	219,6	15,51	236,2	14,86	210,8	14,89	213,85
2,7	20	54	15,52	215,5	12,76	133,3	16,19	217,2	16,03	195,8	15,13	190,5	15,16	188,39

Tabela 1

Głębokość (m)	γ (kN/m ³)	σ_{vo} (kPa)	CPT 1		CPT 2		CPT 3		CPT 4		Średnia arytmetyczna		Średnia ważona	
			qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)
2,8	20	56	14,9	170,3	12,84	125,1	16,2	214,6	16,26	221	15,05	182,8	15,16	187,01
2,9	20	58	15,32	180,4	18,39	172,7	13,98	203,6	15,61	199,7	15,83	189,1	15,89	190,55
3	20	60	15,83	198,1	15,14	169,7	16,4	176,6	15,7	195,7	15,77	185,0	15,74	185,35
3,1	20	62	13,77	204,6	13,66	142,5	16,69	197,1	14,57	198,9	14,67	185,8	14,68	185,42
3,2	20	64	15,46	196,8	14,07	120,5	16,03	217,3	15,03	196,8	15,15	182,9	15,09	182,39
3,3	20	66	16,06	161,4	15,58	120,5	15,66	225,6	14,38	202,5	15,42	177,5	15,25	180,23
3,4	20	68	18,37	187,3	16,65	133,7	17,1	194,5	14,89	180,4	16,75	174,0	16,42	173,11
3,5	20	70	21,66	216,1	14,96	183,3	18,51	178,2	18,51	205,1	18,41	195,7	18,16	195,52
3,6	20	72	21,45	216,7	13,09	195,7	20,37	191	19	232,7	18,48	209,0	18,25	211,40
3,7	20	74	19,73	228,6	14,6	148,1	20,58	204,3	18,57	165,2	18,37	186,6	18,23	180,54
3,8	20	76	18,97	196	16,14	164,1	20,97	198,1	18,43	178,3	18,63	184,1	18,52	182,23
3,9	20	78	16,32	200,3	16,64	218	19,59	182,9	15,58	193,9	17,03	198,8	16,87	198,53
4	20	80	15,52	184,5	13,87	219,5	19,24	195,5	13,94	184,1	15,64	195,9	15,38	195,54
4,1	20	82	18,12	187,8	13,88	221,2	19,37	254,8	14,76	183,9	16,53	211,9	16,15	209,75
4,2	20	84	21,49	231,4	15,71	209,9	20,49	289,6	16,08	188,3	18,44	229,8	17,90	223,75
4,3	20	86	18,51	224,1	16,12	194,7	19,2	253,5	16,18	194,6	17,50	216,7	17,24	212,87
4,4	20	88	16,59	191,1	15,82	195,6	20,67	257,5	17,46	196,7	17,64	210,2	17,62	209,10
4,5	20	90	15,23	181	16,44	218,4	19,29	237,1	16,37	200,6	16,83	209,3	16,85	209,87
4,6	20	92	16,24	146,2	16,17	256,5	17,94	264,7	18,26	183,6	17,15	212,8	17,32	213,55
4,7	20	94	17,48	123,3	17,15	268,8	17,52	277,8	18,99	195,9	17,79	216,5	17,94	220,02
4,8	20	96	20,49	166,6	20,97	343,5	18,88	266,6	16,76	150,9	19,28	231,9	18,92	227,50
4,9	20	98	22,4	322,6	19,19	363,8	18,99	241,7	19,42	247,2	20,00	293,8	19,78	287,89
5	20	100	18,86	302,2	18,44	268,5	18,39	258,9	17,49	278,1	18,30	276,9	18,16	275,52
5,1	20	102	18,79	199,5	16,77	247	21,25	289,6	17,22	205,7	18,51	235,5	18,28	233,74
5,2	20	104	20,95	233,1	17,83	259,3	21,63	343,1	18,56	232	19,74	266,9	19,47	263,90
5,3	20	106	21,94	282,6	19,13	253,9	21,26	377	18,82	256,8	20,29	292,6	19,98	287,43
5,4	20	108	19,34	309,8	21,96	298,4	24,18	449,9	17,37	267,4	20,71	331,4	20,38	323,28

Tabela 1

Głębokość (m)	γ (kN/m ³)	σ_{vo} (kPa)	CPT 1		CPT 2		CPT 3		CPT 4		Średnia arytmetyczna		Średnia ważona	
			qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)	qc (MPa)	fs (kPa)
5,5	20	110	19,79	303,7	21,79	364,6	23,1	448,3	17,5	274,5	20,55	347,8	20,22	340,90
5,6	20	112	20,06	272	25,37	525,6	21,26	322,3	17,03	239,4	20,93	339,8	20,57	334,85
5,7	20	114	20,21	246,9	26,23	561,3	19,04	237,4	18,02	214,1	20,88	314,9	20,67	311,42
5,8	20	116	21,38	207,9	26,15	409,1	19,49	255	17,86	190,6	21,22	265,7	20,89	262,42
5,9	20	118	24,07	275,9	24,37	373,6	20,01	243,2	19,2	235,7	21,91	282,1	21,50	278,60
6	20	120	22,39	355,3	24,16	377,8	22,3	277	19,3	275,5	22,04	321,4	21,71	314,95
6,1	10	121	21,4	394,8	23,8	379,4	20,67	330,2	18,95	322,5	21,21	356,7	20,96	350,75
6,2	10	122	22,06	417,1	22,8	339,7	22,23	456,7	17,92	337,5	21,25	387,8	20,81	378,37
6,3	10	123	25,15	470,9	20,55	282,3	24,64	602,8	20,81	366,5	22,79	430,6	22,35	416,34
6,4	10	124	26,22	474	21,33	255,2	24,05	445,6	18,32	322,7	22,48	374,4	21,70	359,28
6,5	10	125	24,08	401,7	22,85	248,6	24,78	356,1	17,01	247,3	22,18	313,4	21,41	298,39
6,6	10	126	21,27	330,2	22,4	236,4	23,66	346,8	15,9	183,9	20,81	274,3	20,18	258,49
6,7	10	127	20,71	268	21,32	204,5	22,54	353	17,08	206,3	20,41	258,0	19,98	249,28
6,8	10	128	19,95	229,4	20,93	178,4	21	288,7	18,61	186,7	20,12	220,8	19,95	214,79
6,9	10	129	20,17	238,2	20,75	194,5	20,99	257,3	18	266,9	19,98	239,2	19,73	241,81
7	10	130	19,91	289,8	20,87	202,8	21,9	235,4	16,93	340,6	19,90	267,2	19,53	274,01
7,1	10	131	28,56	454,5	21,03	212,7	22,5	231,9	20,94	438,8	23,26	334,5	22,61	338,77
7,2	10	132	27,3	696,8	22,68	219,6	23,28	237,6	23,82	501,2	24,27	413,8	24,01	405,36
7,3	10	133	28,15	582,4	23,21	231,2	21,13	185,8	24,02	383,2	24,13	345,7	23,88	335,11
7,4	10	134	29	475,8	21,44	204,5	20,11	157	22,17	349,5	23,18	296,7	22,69	291,80
7,5	10	135	24,37	395,8	20,23	183,3	18,98	134,1	22,38	371,8	21,49	271,3	21,42	275,65
7,6	10	136	25,31	381,1	20,76	183,9	18,99	140,3	22,16	346,6	21,81	263,0	21,64	265,71
7,7	10	137	24,62	380	21,58	143,3	22,24	183,2	20,69	267	22,28	243,4	21,93	236,70
7,8	10	138	24,3	264,7	23,01	157,4	22,11	200,3	20,28	224,6	22,43	211,8	22,06	209,26
7,9	10	139	22,44	261,5	21,88	177,9	19,49	175,4	21,43	226,4	21,31	210,3	21,28	208,88
8	10	140	21,99	234,8	22,02	190,3	19,85	166,7	20,72	218,4	21,15	202,6	21,07	202,61



Rys. 2 Reprezentatywny profil q_c oraz f_s

Stan graniczny użyteczności

1. Zastosowana metoda obliczeniowa

W celu wyznaczenia wymiarów fundamentów zapewniających spełnienie warunku dopuszczalnego osiadania stopy fundamentowej ($s_{dop} = 25 \text{ mm}$) wykorzystano metodę Schmertmanna podaną m.in. w załączniku D.3 EC7 Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

W metodzie tej grunt poniżej poziomu posadowienia dzieli się na skończoną liczbę warstw obliczeniowych Δz do głębokości $2B$ (stopy kwadratowe $L/B=1$) lub $4B$ (ławy fundamentowe $L/B>10$). Każda z warstw reprezentuje sztywność gruntu zgodną z wynikami badań (w tym przypadku q_c). Wartość oporu na stożku q_c i modułu odkształcenia E' wyznacza się oddzielnie dla każdej z wydzielonych warstw. Przy czym zakłada się stałą wartość zarówno q_c jak i E' w każdej warstwie.

Głębokość masywu gruntowego brana pod uwagę podczas obliczania osiadań zgodnie z zaleceniami przyjmowano $2B$ (B – szerokość fundamentu).

Podłoże poniżej poziomu posadowienia podzielono na warstwy o miąższości $0,4 \text{ m}$ (Rys. 4), uwzględniając zmienność E' w zależności od głębokości oraz q_c . Obliczenia osiadań wykonano zgodnie z poniższym równaniem:

$$s = C_1 \cdot C_2 \cdot (q - \sigma'_o) \cdot \int_0^z \frac{I_z}{C_3 \cdot E'} dz ; \text{gdzie:}$$

a) C_1 - współczynnik poprawkowy ze względu na głębokość posadowienia;

$$C_1 = 1 - 0,5 \frac{\sigma'_0}{q_n}$$

σ'_0 - efektywne geostatyczne naprężenie pionowe w poziomie posadowienia;

q_n - naprężenie netto w poziomie posadowienia;

$$q_n = q - \sigma'_0$$

b) C_2 - współczynnik poprawkowy uwzględniający pełzanie gruntu;

$$C_2 = 1 + 0,2 \log\left(\frac{t}{0,1}\right)$$

t – czas w latach od momentu przyłożenia obciążenia;

c) C_3 - współczynnik poprawkowy ze względu na kształt fundamentu;

$C_3 = 1,25$ dla stóp kwadratowych;

$C_3 = 1,75$ dla ław fundamentowych;

d) I_z - współczynnik wpływu odkształcenia, wyznaczany na podstawie rys. 3 dla połowy miąższości każdej warstwy obliczeniowej;

$$I_{z \max} = 0,5 + 0,1 \sqrt{\frac{q_n}{\sigma'_p}}$$

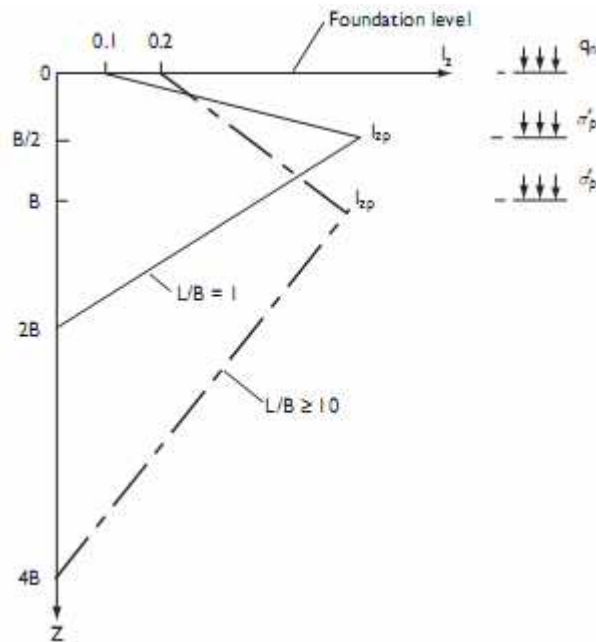
σ'_p - efektywne geostatyczne naprężenie pionowe na głębokości $0,5 B$ dla fundamentu kwadratowego oraz B dla ławy fundamentowej;

e) dz - miąższość wydzielonej warstwy obliczeniowej;

f) E' - moduł odkształcenia danej warstwy. Zaleca się przyjmować:

$E' = 2,5q_c$ (dla stóp kwadratowych)

$E' = 3,5q_c$ (dla ław fundamentowych)



Rys. 3 Współczynnik wpływu odkształcenia I_z

2. Parametry geotechniczne

Do obliczeń osiadań wykorzystano moduł odkształcenia E' wyznaczany dla każdej warstwy obliczeniowej. Osiadania całkowite stanowią sumę odkształceń wszystkich warstw obliczeniowych.

2.1 Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych

2.1.1 Moduł odkształcenia E'

Wartość charakterystyczną modułu odkształcenia przyjęto w zależności od oporu zagłębienia stożka $E' = 2,5 q_c$ (osiowosymetryczny stan odkształcenia – fundamenty kołowe i kwadratowe). Do wyznaczenia modułów odkształcenia wykorzystano profil reprezentatywny q_c .

2.2 Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych

Obliczenia prowadzono przy wykorzystaniu wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych.

3. Obciążenia

3.1 Wartość charakterystyczna obciążeń

Wartość charakterystyczna obciążeń przyjęto na podstawie danych przedstawionych w treści zadania. Dodatkowo uwzględniano ciężar fundamentu.

Siły pionowe

$G_{v,k}$ – stała wartość obciążenie pionowego

$G_{v,k} = 1000 \text{ kN}$

$G_{p,k}$ – ciężar fundamentu (założono $B=L=2,0 \text{ m}$)

$G_{p,k} = 2,0 \times 2,0 \times 0,8 \times 25 = 80 \text{ kN}$

$Q_{v,k}$ – zmienna wartość obciążenia pionowego

$Q_{v,k} = 750 \text{ kN}$

Siły poziome

$G_{h,k}$ – stała wartość obciążenie pionowego

$$G_{h,k} = 0 \text{ kN}$$

$Q_{h,k}$ – zmienna wartość obciążenia poziomego

$$Q_{h,k} = 0 \text{ kN}$$

Sumaryczna wartość charakterystyczna obciążenia pionowego

$$V_k = G_{v,k} + G_{p,k} + Q_{v,k} = 1000 + 80 + 750 = 1830 \text{ kN}$$

3.2 Wartość obliczeniowe obciążeń

Obliczenia prowadzono przy wykorzystaniu wartości charakterystyczne obciążeń.

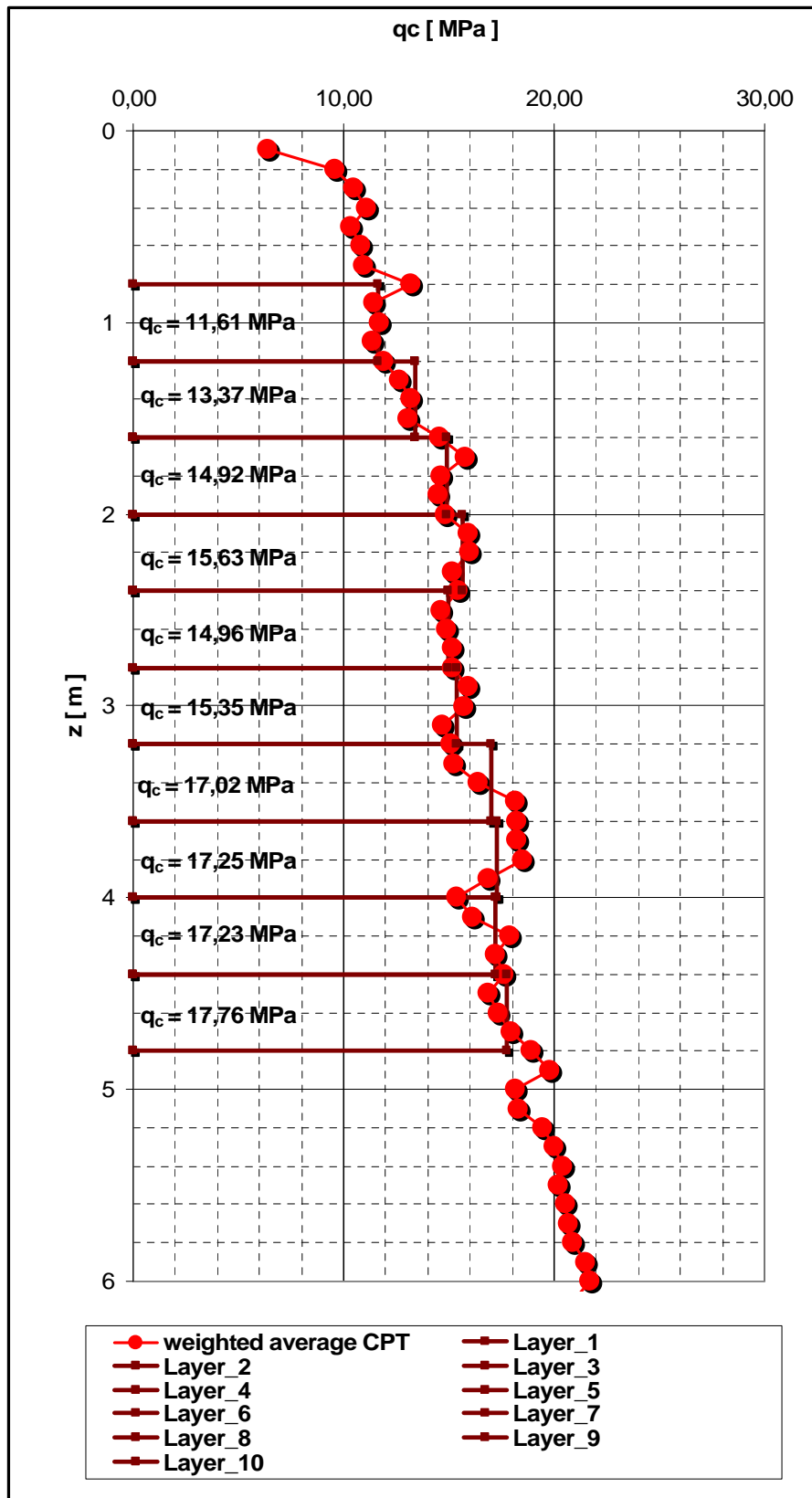
4. Wyniki obliczeń

Wartości osiadań zbliżone do granicznych ($s_{dop} = 25 \text{ mm}$) otrzymano dla wymiarów stopy fundamentowej $B = L = 2,0 \text{ m}$. Obliczona wartość osiadań w tym przypadku wyniosła ok. 25 mm.

Dane wyjściowe oraz wynik obliczeń przedstawiono w tabelach 1 oraz 2.

Tabela 3 Dane wyjściowe do obliczeń osiadań zgodnie z metodą Schmertmanna

Wymiary fundamentu			
Szerokość	B	2	[m]
Długość	L	2	[m]
Głębokość posadowienia	D	0,8	[m]
Obciążenia			
Siła skupiona	V	1830	[kN]
Naprężenia w poziomie posadowienia	q	457,5	[kPa]
Naprężenie netto w poziomie posadowienia	q_n	441,5	[kPa]
Warunki gruntowe oraz współczynniki poprawkowe			
Głębokość zwierciadła wody gruntowej	d	6	[m]
Ciężar objętościowy gruntu	γ	20	[kN/m ³]
Czas	t	50	[years]
Efektywne pionowe naprężenia geostatyczne w poziomie posadowienia	σ_o	16	[kPa]
Efektywne pionowe naprężenia geostatyczne na głębokości B/2	σ'_p	36	[kPa]
Współczynnik poprawkowy ze względu na głębokość posadowienia	C_1	0,982	[-]
Współczynnik poprawkowy uwzględniający pełzanie gruntu	C_2	1,540	[-]
Współczynnik poprawkowy ze względu na kształt fundamentu	C_3	1,25	[-]
Współczynnik wpływu odkształcenia	$l_{z_{max}}$	0,850	[-]
Moduł odkształcenia	$E_s = 2,5 q_c$	-	[kPa]



Rys. 4 Warstwy obliczeniowe wykorzystane w obliczeniach osiadań

Tabela 4 Wyniki obliczeń osiadań

Warstwa	Strop	Spąg	Głębokość	Δz	q_c	E'	l_z	$(l_z \times \Delta z)/C_3 E_s$	s
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[-]	[mm/kPa]	[mm]
1	0	-0,4	-0,2	0,4	11610	29025	0,2490	0,003	1,833
2	-0,4	-0,8	-0,6	0,4	13370	33425	0,5471	0,005	3,496
3	-0,8	-1,2	-1	0,4	14920	37300	0,8452	0,007	4,840
4	-1,2	-1,6	-1,4	0,4	15630	39075	0,7325	0,006	4,004
5	-1,6	-2	-1,8	0,4	14960	37400	0,6198	0,005	3,540
6	-2	-2,4	-2,2	0,4	15350	38375	0,5072	0,004	2,823
7	-2,4	-2,8	-2,6	0,4	17020	42550	0,3945	0,003	1,980
8	-2,8	-3,2	-3	0,4	17250	43125	0,2818	0,002	1,396
9	-3,2	-3,6	-3,4	0,4	17230	43075	0,1691	0,001	0,839
10	-3,6	-4	-3,8	0,4	17760	44400	0,0564	0,000	0,272
Suma	-	-	-	4	-	-	-	-	25,0

Obliczona wartość osiadań dla fundamentu $B=L=2,0$ m wynosi ok. 25 mm.