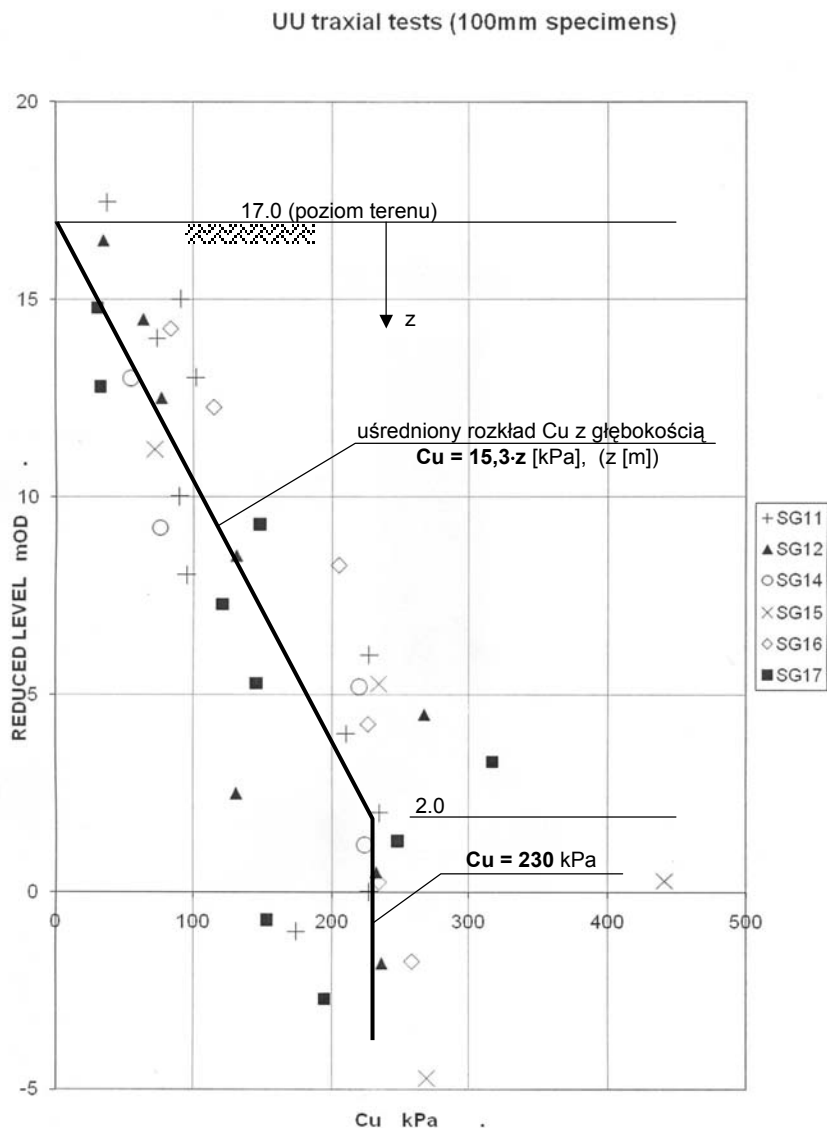


Obliczenia do przykładu 2.3



Stan graniczny nośności (ULS)

Przyjęte założenia:

- Obliczenia nośności pala wykonano na podstawie parametru C_u (w polskiej normie oznaczane jako S_u), wykorzystując zalecenia podane w polskiej normie PN-83/B-02482 (norma palowa),
- Wartość oporów $q_{b,k}$ określono z zależności: $q_{b,k} = 9 \cdot C_u$ (wzór (5) w normie palowej),
- Wartość oporów $q_{s,k}$ określono z zależności: $q_{s,k} = f(C_u)$ (według rys. 3 normy palowej),
- W wartościach oporów q_s i q_b uwzględniono interpolację po głębokości zgodnie z normą, przyjmując głębokości krytyczne: dla $q_s - h_{cs} = 5$ m, dla $q_b - h_{cb} = 10$ m
- Zgodnie z normą PN-83/B-02482 przyjęto współczynniki technologiczne jak dla pali wierconych w rurach osłonowych wyciąganych: dla nośności poboczniczy $S_s = 0.9$, dla nośności podstawy $S_p = 1.0$,
- Przyjęto, że nie wystąpi tarcie negatywne,
- Ze względu na rozstaw pali przekraczający 4D pominięto wpływ grupy pali na nośność pala pojedynczego,
- Do wyznaczenia wartości $R_{s,k}$ i $R_{b,k}$ przyjęto współczynnik korelacyjny $\xi_3 = 1.28$ ($n = 6$ profili badawczych).

Obliczenia pomocnicze:

Średnica pala: $D = 0.45 \text{ m}$

Pole powierzchni 1 mb poboczniczy pala: $A_s(1\text{m}) = \pi \cdot 0.45 = 1.41 \text{ m}^2$

Pole powierzchni podstawy pala: $A_p = 0.25 \cdot \pi \cdot 0.45^2 = 0.159 \text{ m}^2$

Tablica 1. Obliczenia nośności pala (dla kombinacji 1: A1 + M1 + R1)

Nr warstwy obliczeniowej	Rzędna spagu z_i	Miąższość h_i	Rzędna środka z_{si}	$C_{u,k}$	$q_{si,k}$	$R_{si,k}$	$R_{s,k}$	$q_{b,k}$	$R_{b,k}$	$R_{c,k}$	γ_s	γ_b	$R_{s,d}$	$R_{b,d}$	$R_{c,d}$	Długość pala L
	[m]	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[kN]	[kN]	[kPa]	[kN]	[kN]			[kN]	[kN]	[kN]	[m]
(1)	3,0	3,0	1,5	23,0	6,0	17,8	17,8	-			1,0		17,8			
(2)	6,0	3,0	4,5	68,9	36,9	109,7	127,6				1,0		127,6			
(3)	9,0	3,0	7,5	114,8	47,0	139,8	267,4				1,0		267,4			
(4)	12,0	3,0	10,5	160,7	51,0	151,7	419,1	1445,9	179,6	598,7	1,0	1,25	419,1	143,7	562,7	12,0
(5)	13,0	1,0	12,5	191,3	54,0	53,5	472,6	1721,3	213,8	686,4	1,0	1,25	472,6	171,0	643,7	13,0
(6)	14,0	1,0	13,5	206,6	56,0	55,5	528,1	1859,0	230,9	759,0	1,0	1,25	528,1	184,7	712,9	14,0
(7)	15,0	1,0	14,5	221,9	57,0	56,5	584,6	1996,7	248,0	832,7	1,0	1,25	584,6	198,4	783,0	15,0
(8)	16,0	1,0	15,5	230,0	58,0	57,5	642,1	2070,0	257,1	899,3	1,0	1,25	642,1	205,7	847,8	16,0
(9)	17,0	1,0	16,5	230,0	58,0	57,5	699,6	2070,0	257,1	956,8	1,0	1,25	699,6	205,7	905,3	17,0
(10)	18,0	1,0	17,5	230,0	58,0	57,5	757,1	2070,0	257,1	1014,3	1,0	1,25	757,1	205,7	962,8	18,0

Obciążenie pala:

- obciążenie stałe charakterystyczne: $G_k = 300 \text{ kN}$
- obciążenie zmienne charakterystyczne: $Q_k = 150 \text{ kN}$
- obciążenie całkowite charakterystyczne: $F_k = 450 \text{ kN}$
- obciążenie całkowite obliczeniowe: $F_d = 300 \cdot 1.35 + 150 \cdot 1.5 = 630 \text{ kN}$

Warunek nośności:

$$F_d = 630 \text{ kN} < R_{c,d} = 643 \text{ kN} \rightarrow \text{przyjęto pal o długości } L = 13,0 \text{ m.}$$

Tablica 2. Obliczenia nośności pala (dla kombinacji 2: A2 + M1 + R4)

Nr warstwy obliczeniowej	Rzędna spagu z_i	Miąższość h_i	Rzędna środka z_{si}	$C_{u,k}$	$q_{si,k}$	$R_{si,k}$	$R_{s,k}$	$q_{b,k}$	$R_{b,k}$	$R_{c,k}$	γ_s	γ_b	$R_{s,d}$	$R_{b,d}$	$R_{c,d}$	Długość pala L
	[m]	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[kN]	[kN]	[kPa]	[kN]	[kN]			[kN]	[kN]	[kN]	[m]
(1)	3,0	3,0	1,5	23,0	6,0	17,8	17,8	-			1,3		13,7			
(2)	6,0	3,0	4,5	68,9	36,9	109,7	127,6				1,3		98,1			
(3)	9,0	3,0	7,5	114,8	47,0	139,8	267,4				1,3		205,7			
(4)	12,0	3,0	10,5	160,7	51,0	151,7	419,1	1445,9	179,6	598,7	1,3	1,6	322,4	112,3	434,6	12,0
(5)	13,0	1,0	12,5	191,3	54,0	53,5	472,6	1721,3	213,8	686,4	1,3	1,6	363,5	133,6	497,2	13,0
(6)	14,0	1,0	13,5	206,6	56,0	55,5	528,1	1859,0	230,9	759,0	1,3	1,6	406,2	144,3	550,6	14,0
(7)	15,0	1,0	14,5	221,9	57,0	56,5	584,6	1996,7	248,0	832,7	1,3	1,6	449,7	155,0	604,7	15,0
(8)	16,0	1,0	15,5	230,0	58,0	57,5	642,1	2070,0	257,1	899,3	1,3	1,6	493,9	160,7	654,7	16,0
(9)	17,0	1,0	16,5	230,0	58,0	57,5	699,6	2070,0	257,1	956,8	1,3	1,6	538,2	160,7	698,9	17,0
(10)	18,0	1,0	17,5	230,0	58,0	57,5	757,1	2070,0	257,1	1014,3	1,3	1,6	582,4	160,7	743,1	18,0

Obciążenie pala:

- obciążenie stałe charakterystyczne: $G_k = 300 \text{ kN}$
- obciążenie zmienne charakterystyczne: $Q_k = 150 \text{ kN}$
- obciążenie całkowite charakterystyczne: $F_k = 450 \text{ kN}$
- obciążenie całkowite obliczeniowe: $F_d = 300 \cdot 1.0 + 150 \cdot 1.3 = 495 \text{ kN}$

Warunek nośności:

$$F_d = 495 \text{ kN} < R_{c,d} = 497 \text{ kN} \rightarrow \text{przyjęto pal o długości } L = 13,0 \text{ m.}$$

Stan graniczny użyteczności (SLS)

Przyjęte założenia:

a) Obliczenia osiadania s_1 pala pojedynczego od obciążenia charakterystycznego F_k wykonano metodą funkcji transformacyjnych według Gwizdały (1996),

b) zastosowano następujące postacie funkcji transformacyjnych:

- dla q_s : $q_s = q_{s,ult} \cdot (z/z_v)^\alpha$, dla $z < z_v$

- dla q_b : $q_b = q_{b,ult} \cdot (z/z_f)^\beta$, dla $z < z_f$

c) W rozpatrywanym przypadku powyższe funkcje zaadaptowano do wartości całkowitych oporów $R_{s,k}$ i $R_{b,k}$ i przemieszczeń głowicy oraz przyjęto następujące parametry funkcji:

$$z_v = s_{s,ult} = 0.01D = 4,5 \text{ mm}, \quad z_f = s_{b,ult} = 0.05D = 22.5 \text{ mm}, \quad \alpha = \beta = 0.5$$

d) Przyjęte zmodyfikowane postacie funkcji transformacyjnych:

- dla R_s : $R_s = R_{s,ult} \cdot (s/4.5)^{0.5}$,

- dla R_b : $R_b = R_{b,ult} \cdot (s/22.5)^{0.5}$

e) Wartości $R_{s,ult}$ i $R_{b,ult}$ przyjęto z obliczeń stanu granicznego nośności (tablica 1), jako $R_{s,k}$ i $R_{b,k}$,

f) Ze względu na brak informacji o liczbie pali pod obiektem, co wpływa na wartość osiadania całej grupy pali, założono liczbę pali $n = 25$ szt, a osiadanie grupy pali określono w przybliżeniu:

$$s = \sqrt{n} \cdot s_1$$

Tablica 3. Obliczenia osiadania pala o założonej długości $L = 13$ m

Wartość osiadania	Wartości graniczne oporów		Wartości oporów zmobilizowanych		Opór zmobilizowany całkowity
	$R_{s,ult}$	$R_{b,ult}$	$R_s(s1)$	$R_b(s1)$	
$s1$ [mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	$R_c(s1)$ [kN]
1,0	473,0	180,0	223,0	37,9	260,9
1,5	473,0	180,0	273,1	46,5	319,6
2,0	473,0	180,0	315,3	53,7	369,0
2,5	473,0	180,0	352,6	60,0	412,6
3,0	473,0	180,0	386,2	65,7	451,9
3,5	473,0	180,0	417,1	71,0	488,1

Obciążenie charakterystyczne pala: $F_k = 450$ kN

Osiadanie pala pojedynczego przy obciążeniu F_k wyniesie: $s_1 \approx 3.0$ mm

Przybliżone osiadanie grupy pali przy założeniu $n = 25$ szt. pali wyniesie:

$$s \approx \sqrt{n} \cdot s_1 = \sqrt{25} \cdot 3.0 = 15.0 \text{ mm}$$