

Obliczenia z zastosowaniem metody elementów skończonych

Topologia







Projekt

Zadanie : Budowa placu składowego w Porcie Szczecin
Część : Drogowa-Geotechnika
Opis : Obliczenie osiadań pali
Zamawiający : ZMPSziŚ S.A.
Autor : Stanisław Majer
Data : 2023-09-14

Globalne ustawienia obliczeń

Geometria zadania : Płaski stan odkształcenia
Metoda obliczeń : Naprężenie
Tunele : nie
Umożliwiaj definiowanie wody za pomocą analizy przepływu ustalonego : nie
Umożliwiaj analizę dynamiczną sejsmiki : nie
Konstrukcje betonowe : EN 1992-1-1 (EC2)
Obliczenie naprężenia geostatycznego (1. faza) : Naprężenie geostatyczne
Zaawansowane parametry generowania siatki : nie
Zaawansowane parametry gruntów : nie
Zaawansowane modele gruntów : nie
Wyniki szczegółowe : nie

Parametry gruntów - dane podstawowe


Nr	Nazwa	Szrafura	γ [kN/m ³]	E [MPa]	ν [-]
1	NN Pdh-góra		14,50	4,50	0,27
2	NN Pdh-dół		16,50	15,00	0,27
3	Or (nmT)		11,50	0,50	0,27
4	grMsa		18,50	45,00	0,30
5	Msa		20,00	45,00	0,30
6	Or/Dy (nmT)		12,50	4,00	0,27

Nr	Nazwa	Szrafura	γ [kN/m ³]	E [MPa]	ν [-]
7	Kruszywa		21,00	400,00	0,30

Parametry gruntów - dane na podstawie modelu

Nr	Model materiałowy	c_{ef} [kPa]	ϕ_{ef} [°]	ψ [°]
1	Mohr-Coulomb Modyfikowany	5,00	22,00	0,00
2	Mohr-Coulomb Modyfikowany	15,00	25,00	0,00
3	Mohr-Coulomb Modyfikowany	20,00	20,00	0,00
4	Mohr-Coulomb Modyfikowany	5,00	31,50	0,00
5	Mohr-Coulomb Modyfikowany	5,00	33,60	0,00
6	Mohr-Coulomb Modyfikowany	20,00	15,00	0,00
7	Mohr-Coulomb Modyfikowany	10,00	40,00	0,00

Parametry gruntów - wypór

Nr	Nazwa	Szrafura	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	NN Pdh-góra		16,00		
2	NN Pdh-dół		18,00		
3	Or (nmT)		13,50		
4	grMsa		19,00		
5	Msa		21,00		
6	Or/Dy (nmT)		13,50		
7	Kruszywa		21,00		

Parametry gruntu

NN Pdh-góra

Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany

Ciężar objętościowy :	γ	=	14,50 kN/m ³
Współczynnik Poisson'a :	ν	=	0,27
Moduł sprężystości :	E	=	4,50 MPa
Moduł odciążenie / dociążenie :	E_{ur}	=	9,00 MPa
Kąt tarcia wewnętrznego :	ϕ_{ef}	=	22,00 °
Spójność gruntu :	c_{ef}	=	5,00 kPa
Kąt dylatacji :	ψ	=	0,00 °
Ciężar gruntu nawodn. :	γ_{sat}	=	16,00 kN/m ³

NN Pdh-dół

Model materiałowy :	Mohr-Coulomb Modyfikowany		
Ciężar objętościowy :	γ	=	16,50 kN/m ³
Współczynnik Poisson'a :	ν	=	0,27
Moduł sprężystości :	E	=	15,00 MPa
Moduł odciążenie / dociążenie :	E_{ur}	=	30,00 MPa
Kąt tarcia wewnętrznego :	ϕ_{ef}	=	25,00 °
Spójność gruntu :	c_{ef}	=	15,00 kPa
Kąt dylatacji :	ψ	=	0,00 °
Ciężar gruntu nawodn. :	γ_{sat}	=	18,00 kN/m ³

Or (nmT)

Model materiałowy :	Mohr-Coulomb Modyfikowany		
Ciężar objętościowy :	γ	=	11,50 kN/m ³
Współczynnik Poisson'a :	ν	=	0,27
Moduł sprężystości :	E	=	0,50 MPa
Moduł odciążenie / dociążenie :	E_{ur}	=	1,00 MPa
Kąt tarcia wewnętrznego :	ϕ_{ef}	=	20,00 °
Spójność gruntu :	c_{ef}	=	20,00 kPa
Kąt dylatacji :	ψ	=	0,00 °
Ciężar gruntu nawodn. :	γ_{sat}	=	13,50 kN/m ³

grMsa

Model materiałowy :	Mohr-Coulomb Modyfikowany		
Ciężar objętościowy :	γ	=	18,50 kN/m ³
Współczynnik Poisson'a :	ν	=	0,30
Moduł sprężystości :	E	=	45,00 MPa
Moduł odciążenie / dociążenie :	E_{ur}	=	60,00 MPa
Kąt tarcia wewnętrznego :	ϕ_{ef}	=	31,50 °
Spójność gruntu :	c_{ef}	=	5,00 kPa
Kąt dylatacji :	ψ	=	0,00 °
Ciężar gruntu nawodn. :	γ_{sat}	=	19,00 kN/m ³

Msa

Model materiałowy :	Mohr-Coulomb Modyfikowany		
Ciężar objętościowy :	γ	=	20,00 kN/m ³
Współczynnik Poisson'a :	ν	=	0,30
Moduł sprężystości :	E	=	45,00 MPa
Moduł odciążenie / dociążenie :	E_{ur}	=	90,00 MPa
Kąt tarcia wewnętrznego :	ϕ_{ef}	=	33,60 °
Spójność gruntu :	c_{ef}	=	5,00 kPa
Kąt dylatacji :	ψ	=	0,00 °
Ciężar gruntu nawodn. :	γ_{sat}	=	21,00 kN/m ³

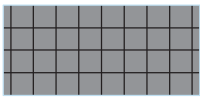
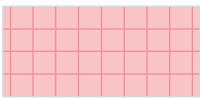
Or/Dy (nmT)

Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany
Ciężar objętościowy : γ = 12,50 kN/m³
Współczynnik Poisson'a : ν = 0,27
Moduł sprężystości : E = 4,00 MPa
Moduł odciążenie / dociążenie : E_{ur} = 7,00 MPa
Kąt tarcia wewnętrznego : ϕ_{ef} = 15,00 °
Spójność gruntu : c_{ef} = 20,00 kPa
Kąt dylatacji : ψ = 0,00 °
Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 13,50 kN/m³

Kruszywa

Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany
Ciężar objętościowy : γ = 21,00 kN/m³
Współczynnik Poisson'a : ν = 0,30
Moduł sprężystości : E = 400,00 MPa
Moduł odciążenie / dociążenie : E_{ur} = 800,00 MPa
Kąt tarcia wewnętrznego : ϕ_{ef} = 40,00 °
Spójność gruntu : c_{ef} = 10,00 kPa
Kąt dylatacji : ψ = 0,00 °
Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 21,00 kN/m³

Elementy sztywne

Nr	Nazwa	Szrafura	γ [kN/m ³]
1	Nawierzchnia		24,00
2	pale		21,00

Zagęszczenia linii

Nr	Lokalizacja	Promień r [m]	Długość l [m]
1	Warstwa nr 5, linia nr 1	0,50	0,25
2	Warstwa nr 5, linia nr 5	0,50	0,25
3	Warstwa nr 6, linia nr 1	0,50	0,25
4	Warstwa nr 6, linia nr 5	0,50	0,25
5	Warstwa nr 7, linia nr 1	0,50	0,25
6	Warstwa nr 7, linia nr 5	0,50	0,25
7	Warstwa nr 8, linia nr 1	0,50	0,25
8	Warstwa nr 8, linia nr 5	0,50	0,25
9	Warstwa nr 9, linia nr 1	0,50	0,25
10	Warstwa nr 9, linia nr 5	0,50	0,25
11	Warstwa nr 12, linia nr 5	0,50	0,25
12	Warstwa nr 12, linia nr 1	0,50	0,25
13	Warstwa nr 11, linia nr 5	0,50	0,25
14	Warstwa nr 11, linia nr 1	0,50	0,25

Nr	Lokalizacja	Promień r [m]	Długość l [m]
15	Warstwa nr 10, linia nr 5	0,50	0,25
16	Warstwa nr 10, linia nr 1	0,50	0,25

Generacja siatki

Parametry generacji siatki

Długość boku elementu : 1,00 [m]
Wygładzanie siatki : tak
Generuj elementy wielowęzłowe : tak

Wynik generacji siatki

Siatka elementów skończonych została wygenerowana prawidłowo.

Liczba węzłów 6289

Liczba elementów 4315 (powierzchniowych 1515, belkowych 700, kontaktowych 2100)

Dane wejściowe (Faza budowy 1)

Wyniki (Faza budowy 1)

Obliczenia naprężeń zostały zakończone prawidłowo.

Ustawienia obliczeń : domyślne

Osiągnięte obciążenie = 100,00 %

Ekstrema

Naprężenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Naprężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	16,80	20,50	-17,16	15,20	0,00	515,01
Naprężenie efektywne $\sigma_{z, \text{eff}}$ [kPa]	16,80	20,50	-17,16	15,20	0,00	515,01
Naprężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]	1,98	21,69	-10,58	15,11	-0,19	211,22
Naprężenie efektywne $\sigma_{x, \text{eff}}$ [kPa]	1,98	21,69	-10,58	15,11	-0,19	211,22
Naprężenie ścinające τ_{xz} [kPa]	3,60	0,00	-46,99	15,20	0,00	43,97

Odształcenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Ekwiwalentne odkształcenie dewiatorowe E_d [%]	7,91	21,69	0,01	1,20	15,69	6,53
Ekwiwalentne dewiatorowe odkształcenie plastyczne $E_{d, pl}$ [%]	1,98	21,50	0,00	1,20	12,97	6,26

Stopień mobilizacji (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Zmobilizowana wytrzymałość [%]	0,00	14,82	0,00	15,60	12,03	100,00

Ciśnienia porowe (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]	
Całkowite ciśnienie porowe u_{tot} [kPa]	0,00	21,50	0,00

Monitory

Nr	Aktywny	Rodzaj monitora	Punkt / Punkt 1		Punkt 2		Wyniki		
			x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	Wartość	Wartość	Jednostka
1	Tak	punktowy	6,30	20,60			Przemieszczenie d_z	0,0	[mm]
							Przemieszczenie d_x	0,0	[mm]
							Naprężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$	2,09	[kPa]
							Naprężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$	1,22	[kPa]

Nr	Osiągnięte obciążenie [%]	Przemieszczenie d_z [mm]	Przemieszczenie d_x [mm]	Naprężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	Naprężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]
1	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00

Nr	Osiągnięte obciążenie [%]	Przemieszczenie d _z [mm]	Przemieszczenie d _x [mm]	Napężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	Napężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]
	25,0	0,0	0,0	0,61	0,21
	50,0	0,0	0,0	1,21	0,59
	75,0	0,0	0,0	1,80	0,92
	100,0	0,0	0,0	2,09	1,22

Dane wejściowe (Faza budowy 2)

Zbrojenie

Nr	Zbrojenie nowe	Punkt z lewej x [m]	Punkt z lewej z [m]	Punkt z prawej x [m]	Punkt z prawej z [m]	Długość L [m]	Sztywność E _h [kN/m]	Wytrzymałość R _t [kN/m]	Uwzgl. w ściskaniu
1	Tak	0,00	20,50	16,80	20,50	16,80	5000,00	nieskończona	Nie

Wyniki (Faza budowy 2)

Obliczenia naprężeń zostały zakończone prawidłowo.

Ustawienia obliczeń : domyślne

Osiągnięte obciążenie = 100,00 %

Ekstrema

Przemieszczenia (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Przemieszczenia x [mm]	0,00	0,00	-0,2	1,80	20,50	0,2
Przemieszczenia z [mm]	1,80	20,50	-1,1	16,80	20,50	14,6

Naprężenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Naprężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	16,80	9,18	-11,04	15,20	0,00	488,72
Naprężenie efektywne $\sigma_{z, \text{eff}}$ [kPa]	16,80	9,18	-11,04	15,20	0,00	488,72
Naprężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]	15,80	20,50	-8,25	15,11	-0,19	200,80
Naprężenie efektywne $\sigma_{x, \text{eff}}$ [kPa]	15,80	20,50	-8,25	15,11	-0,19	200,80
Naprężenie ścinające τ_{xz} [kPa]	1,60	0,00	-43,97	15,20	0,00	41,24

Odształcenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Ekwiwalentne odkształcenie dewiatorowe E _d [%]	12,40	12,94	0,01	1,00	19,26	6,72
Ekwiwalentne dewiatorowe odkształcenie plastyczne E _{d, pl} [%]	0,00	17,51	0,00	1,20	12,97	6,26

Stopień mobilizacji (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Zmobilizowana wytrzymałość [%]	0,00	14,82	0,00	15,60	12,03	100,00

Ciśnienia porowe (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]	
Całkowite ciśnienie porowe u_{tot} [kPa]	1,00	20,50	0,00

Monitory

Nr	Monitor nowy	Aktywny	Rodzaj monitora	Punkt / Punkt 1		Punkt 2		Wyniki		
				x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	Wartość	Wartość	Jednostka
1	Nie	Tak	punktowy	6,30	20,60					

Nr	Osiągnięte obciążenie [%]	Przemieszczenie d _z [mm]	Przemieszczenie d _x [mm]	Napężenie całkowite $\sigma_{z, tot}$ [kPa]	Napężenie całkowite $\sigma_{x, tot}$ [kPa]
1	0,0	0,0	0,0	2,09	1,22
	25,0				
	50,0				
	75,0				
	100,0				

Dane wejściowe (Faza budowy 3)

Podparcia liniowe

Nr	Podparcie liniowe		Lokalizacja	Podparcie	
	nowe	zmienione		W kierunku X	W kierunku Z
A1	Tak		Linia siatki nr 265	utwierdzone	swobodne
A2	Tak		Linia siatki nr 263	utwierdzone	swobodne
A3	Tak		Linia siatki nr 207	utwierdzone	swobodne
A4	Tak		Linia siatki nr 178	utwierdzone	swobodne
A5	Tak		Linia siatki nr 153	utwierdzone	swobodne
A6	Tak		Linia siatki nr 141	utwierdzone	swobodne
A7	Tak		Linia siatki nr 108	utwierdzone	swobodne
A8	Tak		Linia siatki nr 68	utwierdzone	swobodne
A9	Tak		Linia siatki nr 25	utwierdzone	swobodne
A10	Tak		Linia siatki nr 6	utwierdzone	swobodne
A11	Tak		Linia siatki nr 3	utwierdzone	swobodne
A12	Tak		Linia siatki nr 267	utwierdzone	swobodne
A13	Tak		Linia siatki nr 262	utwierdzone	swobodne
A14	Tak		Linia siatki nr 212	utwierdzone	swobodne
A15	Tak		Linia siatki nr 187	utwierdzone	swobodne
A16	Tak		Linia siatki nr 149	utwierdzone	swobodne
A17	Tak		Linia siatki nr 122	utwierdzone	swobodne
A18	Tak		Linia siatki nr 95	utwierdzone	swobodne
A19	Tak		Linia siatki nr 92	utwierdzone	swobodne
A20	Tak		Linia siatki nr 24	utwierdzone	swobodne
A21	Tak		Linia siatki nr 5	utwierdzone	swobodne
A22	Tak		Linia siatki nr 1	utwierdzone	swobodne
A23	Tak		Linia siatki nr 266	utwierdzone	utwierdzone

A1 do A23 - automatycznie generowane warunki brzegowe.

Zbrojenie

Nr	Zbrojenie	Punkt z lewej		Punkt z prawej		Długość	Sztywność	Wytrzymałość	Uwzgl.
	nowe	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]				
1	Nie	0,00	20,50	16,80	20,50	16,80	5000,00	nieskończona	Nie

Woda

Rodzaj wody : Brak wody

Ustawienia obliczeń

Napężenie

Metoda : Newton - Raphson
 Zmiana macierzy sztywn. : po każdej iteracji
 Maks. liczba iteracji dla jednego kroku oblicz. : 100
 Początkowy krok obliczeniowy : 0,25
 Tolerancja błędu przemieszczenia : 0,0100
 Tolerancja błędu niezrównoważonych sił : 0,0100
 Tolerancja błędu energii : 0,0100
 Uwzględniaj granice materiałowe : nie

Plastyczność

Tolerancja błędu powrotu do pow. plast. : 0,00100
Maks. liczba iteracji dla jednego kroku plast. : 20

Newton - Raphson

Stopień relaksacji kroku obliczeniowego : 2,00
Maksymalna liczba relaksacji kroku obliczeniowego : 2
Min. liczba relaksacji dla jednego kroku oblicz. : 1

Line search

Metoda obliczeń : nie iteruj
Line search limit - minimum : 0,100
Line search limit - maksimum : 1,000

Wyniki (Faza budowy 3)

Obliczenia naprężeń zostały zakończone prawidłowo.

Ustawienia obliczeń : domyślne

Osiągnięte obciążenie = 100,00 %

Ekstrema

Przemieszczenia (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Przemieszczenia x [mm]	0,00	0,00	-2,2	0,99	21,00	2,2
Przemieszczenia z [mm]	0,99	21,00	0,0	16,80	20,50	16,5

Naprężenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Naprężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	0,00	21,50	-19,25	15,20	0,00	526,03
Naprężenie efektywne $\sigma_{z, \text{eff}}$ [kPa]	0,00	21,50	-19,25	15,20	0,00	526,03
Naprężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]	1,00	20,25	-8,23	15,11	-0,19	215,46
Naprężenie efektywne $\sigma_{x, \text{eff}}$ [kPa]	1,00	20,25	-8,23	15,11	-0,19	215,46
Naprężenie ścinające τ_{xz} [kPa]	1,60	0,00	-48,00	15,20	0,00	45,20

Odształcenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Ekwiwalentne odkształcenie dewiatorowe E_d [%]	11,86	21,50	0,00	1,00	19,26	6,73
Ekwiwalentne dewiatorowe odkształcenie plastyczne $E_{d, pl}$ [%]	1,98	21,50	0,00	1,20	12,97	6,26

Stopień mobilizacji (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Zmobilizowana wytrzymałość [%]	0,00	14,82	0,00	16,80	21,50	100,00

Ciśnienia porowe (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]	
Całkowite ciśnienie porowe u_{tot} [kPa]	0,00	21,50	0,00

Monitory

Nr	Monitor nowy	Aktywny	Rodzaj monitora	Punkt / Punkt 1		Punkt 2		Wyniki		
				x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	Wartość	Wartość	Jednostka
1	Nie	Tak	punktowy	6,30	20,60			Przemieszczenie d_z	5,9	[mm]
								Przemieszczenie d_x	0,0	[mm]
								Naprężenie całkowite $\sigma_{z, tot}$	6,63	[kPa]
								Naprężenie całkowite $\sigma_{x, tot}$	3,03	[kPa]

Nr	Osiągnięte obciążenie [%]	Przemieszczenie d_z [mm]	Przemieszczenie d_x [mm]	Naprężenie całkowite $\sigma_{z, tot}$ [kPa]	Naprężenie całkowite $\sigma_{x, tot}$ [kPa]
1	0,0				
	25,0	4,5	0,0	1,48	0,98
	50,0	4,8	0,0	3,28	1,84
	75,0	5,2	0,0	5,01	2,47
	100,0	5,9	0,0	6,63	3,03

Dane wejściowe (Faza budowy 4)

Podparcia liniowe

Nr	Podparcie liniowe		Lokalizacja	Podparcie	
	nowe	zmienione		W kierunku X	W kierunku Z
A1	Tak		Linia siatki nr 265	utwierdzone	swobodne
A2	Tak		Linia siatki nr 263	utwierdzone	swobodne
A3	Tak		Linia siatki nr 207	utwierdzone	swobodne
A4	Tak		Linia siatki nr 178	utwierdzone	swobodne
A5	Tak		Linia siatki nr 153	utwierdzone	swobodne
A6	Tak		Linia siatki nr 141	utwierdzone	swobodne
A7	Tak		Linia siatki nr 108	utwierdzone	swobodne
A8	Tak		Linia siatki nr 68	utwierdzone	swobodne
A9	Tak		Linia siatki nr 25	utwierdzone	swobodne
A10	Tak		Linia siatki nr 6	utwierdzone	swobodne
A11	Tak		Linia siatki nr 3	utwierdzone	swobodne
A12	Tak		Linia siatki nr 267	utwierdzone	swobodne
A13	Tak		Linia siatki nr 262	utwierdzone	swobodne
A14	Tak		Linia siatki nr 212	utwierdzone	swobodne
A15	Tak		Linia siatki nr 187	utwierdzone	swobodne
A16	Tak		Linia siatki nr 149	utwierdzone	swobodne
A17	Tak		Linia siatki nr 122	utwierdzone	swobodne
A18	Tak		Linia siatki nr 95	utwierdzone	swobodne
A19	Tak		Linia siatki nr 92	utwierdzone	swobodne
A20	Tak		Linia siatki nr 24	utwierdzone	swobodne
A21	Tak		Linia siatki nr 5	utwierdzone	swobodne
A22	Tak		Linia siatki nr 1	utwierdzone	swobodne
A23	Tak		Linia siatki nr 266	utwierdzone	utwierdzone

A1 do A23 - automatycznie generowane warunki brzegowe.

Zbrojenie

Nr	Zbrojenie	Punkt z lewej		Punkt z prawej		Długość L [m]	Sztywność E _h [kN/m]	Wytrzymałość R _t [kN/m]	Uwzgl. w ściskaniu
	nowe	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]				
1	Nie	0,00	20,50	16,80	20,50	16,80	5000,00	nieskończona	Nie

Obciążenie

Nr	Obciążenie		Rodzaj	Lokalizacja / Punkt 1 z [m] / x ₁ [m]	Początek / Punkt 1 x [m] / z ₁ [m]	Długość / Punkt 2 l [m] / x ₂ [m]	Szerokość / Punkt 2 b [m] / z ₂ [m]	Nachylenie α [°]	Wielkość	
	nowe	zmiana							q, q ₁ , f, F	q ₂ jednostka
1	Tak		pasmowe	na powierzchni	x = 3,00	l = 10,00		0,00	165,00	kN/m ²

Nazwy obciążeń

Nr	Nazwa
1	kalmar

Woda

Rodzaj wody : Brak wody

Ustawienia obliczeń

Napężenie

Metoda : Newton - Raphson
Zmiana macierzy sztywn. : po każdej iteracji
Maks. liczba iteracji dla jednego kroku oblicz. : 100
Początkowy krok obliczeniowy : 0,25
Tolerancja błędu przemieszczenia : 0,0100
Tolerancja błędu niezrównoważonych sił : 0,0100
Tolerancja błędu energii : 0,0100
Uwzględniaj granice materiałowe : nie

Plastyczność

Tolerancja błędu powrotu do pow. plast. : 0,00100
Maks. liczba iteracji dla jednego kroku plast. : 20

Newton - Raphson

Stopień relaksacji kroku obliczeniowego : 2,00
Maksymalna liczba relaksacji kroku obliczeniowego : 2
Min. liczba relaksacji dla jednego kroku oblicz. : 1

Line search

Metoda obliczeń : nie iteruj
Line search limit - minimum : 0,100
Line search limit - maksimum : 1,000

Wyniki (Faza budowy 4)

Obliczenia naprężeń zostały zakończone prawidłowo.

Ustawienia obliczeń : domyślne

Osiągnięte obciążenie = 100,00 %

Nazwa : Obliczenia- osiadanie układu płytowo palowego

Faza : 4

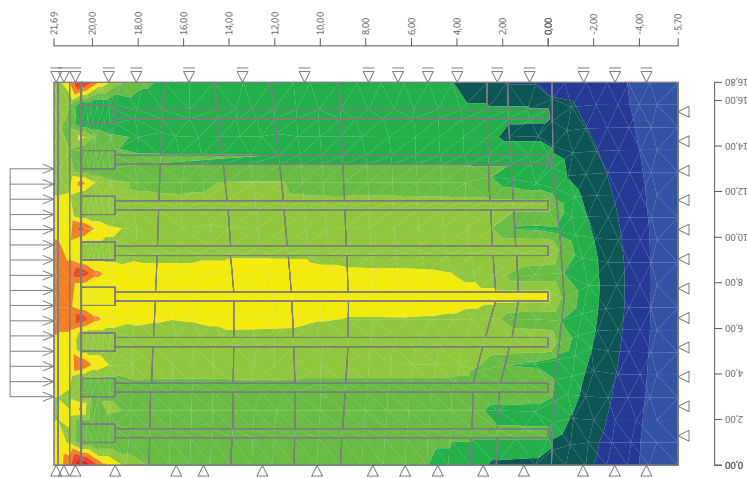
Opis : SGU



Nazwa : Obliczenia- osiadanie układu płytowo palowego

Faza : 4

Opis : SGU



Ekstrema

Przemieszczenia (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Przemieszczenia x [mm]	0,00	0,00	-2,6	0,99	21,00	2,5
Przemieszczenia z [mm]	0,99	21,00	0,0	0,00	20,50	26,1

Napężenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Napężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	16,80	21,00	-39,11	15,20	0,00	629,51
Napężenie efektywne $\sigma_{z, \text{eff}}$ [kPa]	16,80	21,00	-39,11	15,20	0,00	629,51
Napężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]	1,00	20,25	-7,81	15,11	-0,19	261,22
Napężenie efektywne $\sigma_{x, \text{eff}}$ [kPa]	1,00	20,25	-7,81	15,11	-0,19	261,22
Napężenie ścinające τ_{xz} [kPa]	3,60	0,00	-64,33	13,20	0,00	56,41

Odształcenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Ekwiwalentne odkształcenie dewiatorowe E_d [%]	11,86	21,50	0,02	1,00	19,26	6,74
Ekwiwalentne dewiatorowe odkształcenie plastyczne $E_{d, pl}$ [%]	0,00	17,51	0,00	1,20	12,97	6,26

Stopień mobilizacji (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Zmobilizowana wytrzymałość [%]	0,00	14,82	0,00	0,00	21,00	100,00

Ciśnienia porowe (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]	
Całkowite ciśnienie porowe u_{tot} [kPa]	0,00	21,50	0,00

Monitory

Nr	Monitor nowy	Aktywny	Rodzaj monitora	Punkt / Punkt 1		Punkt 2		Wyniki		
				x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	Wartość	Wartość	Jednostka
1	Nie	Tak	punktowy	6,30	20,60			Przemieszczenie d_z	20,6	[mm]
								Przemieszczenie d_x	0,4	[mm]
								Napężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$	36,93	[kPa]
								Napężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$	4,39	[kPa]

Nr	Osiągnięte obciążenie [%]	Przemieszczenie d_z [mm]	Przemieszczenie d_x [mm]	Napężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	Napężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]
1	0,0	5,9	0,0	6,63	3,03
	25,0	9,5	0,1	14,43	1,04

Nr	Osiągnięte obciążenie [%]	Przemieszczenie d _z [mm]	Przemieszczenie d _x [mm]	Napężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	Napężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]
	50,0	13,2	0,2	22,15	2,61
	75,0	16,9	0,3	30,26	3,52
	100,0	20,6	0,4	36,93	4,39

Analiza Pala CPT

Dane wejściowe

Projekt

Zadanie : „Budowa placu przeładunkowego w rejonie nabrzeża Fińskiego i Norweskiego”.
Część : Geotechnika
Zamawiający : MBI Łukasz Mężydło, ul Wichrowa 7, Szczecin
Autor : Stanisław Majer, Grzegorz Szmeczel
Data : 2023-06-07

Ustawienia

Polska - EN 1997

Pale CPT

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997-2
Metoda obliczeń : EN 1997-2

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)			
Wsp. częściowy do nośności podstawy pala :	$\gamma_b =$	1,00	[-]
Wsp. częściowy do nośności poboczniczyci pali wciskanych :	$\gamma_s =$	1,00	[-]

Współczynniki redukcji			
Wsp. redukcji granicznej krzywej obciążeniowej :	$k =$	1,00	[-]

Badania

Nr	Nazwa otworu	Przesunięcie w pionie początku d_h [m]	Głębokość całkowita d_{tot} [m]
1	CPT 1	0,00	19,75

Badanie : CPT 1

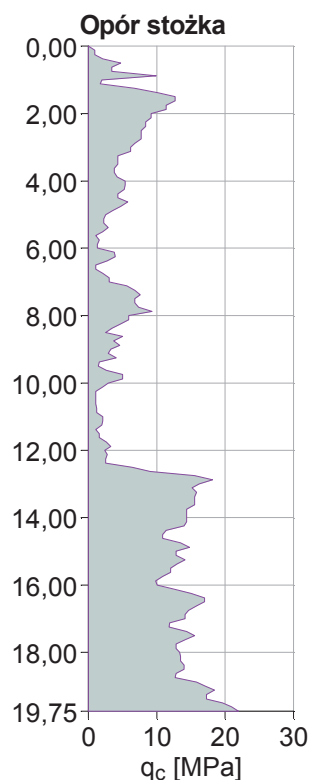


Tabela (CPT)

Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q_c [MPa]
1	0,00	0,00
2	0,12	0,92
3	0,25	0,92
4	0,38	2,09
5	0,50	4,71
6	0,62	3,40
7	0,75	3,40
8	0,88	9,93
9	1,00	1,96
10	1,12	1,70
11	1,25	6,79
12	1,38	10,19
13	1,50	12,67
14	1,62	12,67
15	1,75	11,36
16	1,88	11,36
17	2,00	9,14
18	2,12	9,14
19	2,25	8,36
20	2,38	8,36
21	2,50	7,71
22	2,62	7,71





Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q _c [MPa]
23	2,75	7,71
24	2,88	6,79
25	3,00	6,14
26	3,12	6,14
27	3,25	4,31
28	3,38	4,31
29	3,50	4,31
30	3,62	3,79
31	3,75	3,79
32	3,88	4,18
33	4,00	5,36
34	4,12	5,36
35	4,25	5,23
36	4,38	4,31
37	4,50	4,31
38	4,62	5,75
39	4,75	4,71
40	4,88	3,53
41	5,00	2,49
42	5,12	2,22
43	5,25	2,22
44	5,38	2,88
45	5,50	2,09
46	5,62	1,05
47	5,75	1,57
48	5,88	1,31
49	6,00	1,31
50	6,12	3,79
51	6,25	3,92
52	6,38	2,75
53	6,50	1,05
54	6,62	1,05
55	6,75	2,09
56	6,88	3,01
57	7,00	3,01
58	7,12	5,62
59	7,25	6,79
60	7,38	7,58
61	7,50	6,79
62	7,62	6,79
63	7,75	7,32
64	7,88	9,28
65	8,00	5,88
66	8,12	5,88
67	8,25	4,71

Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q _c [MPa]
68	8,38	3,40
69	8,50	2,49
70	8,62	4,97
71	8,75	3,66
72	8,88	4,57
73	9,00	3,27
74	9,12	2,88
75	9,25	4,05
76	9,38	1,57
77	9,50	1,44
78	9,62	2,62
79	9,75	4,97
80	9,88	4,97
81	10,00	2,88
82	10,12	2,09
83	10,25	1,05
84	10,38	1,05
85	10,50	1,05
86	10,62	1,05
87	10,75	1,18
88	10,88	1,18
89	11,00	2,09
90	11,12	2,09
91	11,25	1,96
92	11,38	1,05
93	11,50	1,57
94	11,62	1,57
95	11,75	2,62
96	11,88	3,27
97	12,00	2,35
98	12,12	2,75
99	12,25	2,49
100	12,38	2,49
101	12,50	6,40
102	12,62	9,01
103	12,75	15,54
104	12,88	18,15
105	13,00	16,20
106	13,12	15,15
107	13,25	15,80
108	13,38	15,54
109	13,50	15,54
110	13,62	15,54
111	13,75	14,37
112	13,88	14,37

Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q _c [MPa]
113	14,00	14,37
114	14,12	14,37
115	14,25	13,98
116	14,38	11,36
117	14,50	10,84
118	14,62	10,84
119	14,75	13,45
120	14,88	14,76
121	15,00	12,80
122	15,12	12,80
123	15,25	14,11
124	15,38	12,93
125	15,50	12,02
126	15,62	12,02
127	15,75	10,84
128	15,88	9,80
129	16,00	10,06
130	16,12	12,41
131	16,25	15,02
132	16,38	16,98
133	16,50	16,98
134	16,62	15,80
135	16,75	14,63
136	16,88	14,11
137	17,00	14,11
138	17,12	11,89
139	17,25	11,76
140	17,38	14,37
141	17,50	15,54
142	17,62	14,24
143	17,75	12,80
144	17,88	12,80
145	18,00	13,32
146	18,12	13,45
147	18,25	13,45
148	18,38	13,98
149	18,50	13,98
150	18,62	12,80
151	18,75	12,67
152	18,88	15,80
153	19,00	17,11
154	19,12	18,42
155	19,25	17,24
156	19,38	17,24
157	19,50	19,59

Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q_c [MPa]
158	19,62	20,90
159	19,75	21,94

Podstawowe parametry gruntów

Nr	Nazwa	Szrafura	φ_{ef} [°]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]
1	NN Pdh-góra		22,00	14,50	8,00
2	NN Pdh-dół		25,00	16,50	8,00
3	Or (nmT)		10,00	11,50	3,50
4	Or (NmT)		12,00	12,50	5,00
5	grMsa		31,50	18,50	9,00
6	Msa		33,60	20,00	11,00

Parametry gruntu

NN Pdh-góra

Ciężar objętościowy : γ = 14,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 22,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : piasek, żwir
 Wartość OCR : $OCR \leq 2$
 Rozmiar ziarn : piasek drobniejszy niż 600 nm

NN Pdh-dół

Ciężar objętościowy : γ = 16,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 25,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : piasek, żwir
 Wartość OCR : $OCR \leq 2$
 Rozmiar ziarn : piasek drobniejszy niż 600 nm

Or (nmT)

Ciężar objętościowy : γ = 11,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 10,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 13,50 kN/m³
 Rodzaj gruntu : torf

Or (NmT)

Ciężar objętościowy : γ = 12,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 12,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 15,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : torf

grMsa

Ciężar objętościowy : γ = 18,50 kN/m³
Kąt tarcia wewnętrznego : ϕ_{ef} = 31,50 °
Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 19,00 kN/m³
Rodzaj gruntu : piasek, żwir
Wartość OCR : $OCR \leq 2$
Rozmiar ziarn : żwir drobiniejszy niż 2 mm

Msa

Ciężar objętościowy : γ = 20,00 kN/m³
Kąt tarcia wewnętrznego : ϕ_{ef} = 33,60 °
Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 21,00 kN/m³
Rodzaj gruntu : piasek, żwir
Wartość OCR : $OCR \leq 2$
Rozmiar ziarn : żwir drobiniejszy niż 2 mm

Konstrukcja

Rodzaj konstrukcji : grupa pali
Szttywność konstrukcji : podatna
Obciążenie obliczeniowe F_{sd} = 855,21 kN
Obciążenie charakterystyczne F_s = 610,86 kN
Obciążenie terenu F = 175,00 kPa

Geometria konstrukcji

Rodzaj pala : wiercone, betonowane in situ
Materiał pala : beton
Rzędna terenu pierwotnego = 1,60 m
Rzędna terenu zmienionego = 0,50 m
Długość pala w gruncie = 15,00 m
Wyniesienie głowicy pala ponad teren = 0,50 m
Głębokość terenu zmienionego = 1,10 m

Przekrój pala - kołowy

Średnica pala d = 0,40 m

ZWG + inne

Zwierciadło wody gruntowej = 0,90 m
Dolna granica negatywnego tarcia na pobocznicy = 1,00 m
Górna granica negatywnego tarcia na pobocznicy = 4,00 m

Warstwa poślizgu : Brak

Globalne ustawienia obliczeń


Analiza na podstawie badań : CPT
W obliczeniach uwzględniono wpływ tarcia ujemnego na pobocznicy.
Współczynnik częściowy niepewności modelu γ_{cal} = 1,00




Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Informacja o lokalizacji

Rzędna terenu = 1,60 m

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Miaższość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Rzędna n.p.m. [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	5,60	0,00 .. 5,60	1,60 .. -4,00	NN Pdh-góra	

Nr	Miaższość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Rzędna n.p.m. [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
2	1,40	5,60 .. 7,00	-4,00 .. -5,40	Or (NmT)	
3	0,90	7,00 .. 7,90	-5,40 .. -6,30	grMsa	
4	1,00	7,90 .. 8,90	-6,30 .. -7,30	grMsa	
5	0,70	8,90 .. 9,60	-7,30 .. -8,00	Or (NmT)	
6	0,50	9,60 .. 10,10	-8,00 .. -8,50	grMsa	
7	1,60	10,10 .. 11,70	-8,50 .. -10,10	Or (NmT)	
8	0,70	11,70 .. 12,40	-10,10 .. -10,80	Or (NmT)	
9	1,90	12,40 .. 14,30	-10,80 .. -12,70	Msa	
10	4,60	14,30 .. 18,90	-12,70 .. -17,30	grMsa	
11	1,00	18,90 .. 19,90	-17,30 .. -18,30	Msa	
12	-	19,90 .. ∞	-18,30 .. -	Msa	

Analiza nośności - EN 1997-2

Analiza pionowej nośności pala - wyniki pośrednie badań

Wyniki pośrednie CPT - CPT 1

Nośność całkowita	$R_{c,i}$	= 1852,11 kN
Nośność poboczniczy	$R_{s,i}$	= 694,77 kN
Nośność podstawy	$R_{b,i}$	= 1157,34 kN
Średnia wartość oporu penetracji	$q_{cl,mean}$	= 12,91 MPa
Średnia wartość oporu penetracji	$q_{cII,mean}$	= 10,56 MPa
Średnia wartość oporu penetracji	$q_{cIII,mean}$	= 8,73 MPa
Maksymalne naprężenie w podstawie pala	$p_{max,base}$	= 9209,82 kPa
Zredukowane naprężenie w podstawie pala	$p_{max,base,red}$	= 9209,82 kPa

Analiza pionowej nośności pala - wyniki pośrednie pobocznicza

Wyniki pośrednie CPT - CPT 1

Nr	Głębokość [m]	q_{cz} [MPa]	Wsp. [-]	Tarcie na pobocz. [kPa]
1	1,10	1,74	0,0090	15,69
2	1,10	1,74	0,0090	15,69
3	1,25	6,79	0,0090	61,11
4	1,38	10,19	0,0090	91,71
5	1,50	12,67	0,0090	114,03

Nr	Głębokość [m]	q _{cz} [MPa]	Wsp. [-]	Tarcie na pobocz. [kPa]
6	1,62	12,67	0,0090	114,03
7	1,88	11,36	0,0090	102,24
8	2,12	9,14	0,0090	82,26
9	2,38	8,36	0,0090	75,24
10	2,75	7,71	0,0090	69,39
11	2,88	6,79	0,0090	61,11
12	3,12	6,14	0,0090	55,26
13	3,50	4,31	0,0090	38,79
14	3,88	4,18	0,0090	37,62
15	4,00	5,36	0,0090	48,24
16	4,12	5,36	0,0090	48,24
17	4,25	5,23	0,0090	47,07
18	4,62	5,75	0,0090	51,75
19	4,75	4,71	0,0090	42,39
20	4,88	3,53	0,0090	31,77
21	5,00	2,49	0,0090	22,41
22	5,10	2,27	0,0090	20,39
23	5,38	2,88	0,0090	25,92
24	5,50	2,09	0,0090	18,81
25	5,51	2,00	0,0090	18,00
26	5,60	1,22	0,0000	0,00
27	5,75	1,57	0,0000	0,00
28	6,03	2,00	0,0000	0,00
29	6,12	3,79	0,0000	0,00
30	6,25	3,92	0,0000	0,00
31	6,38	2,75	0,0000	0,00
32	6,43	2,00	0,0000	0,00
33	6,74	2,00	0,0000	0,00
34	6,75	2,09	0,0000	0,00
35	6,88	3,01	0,0000	0,00
36	7,00	3,01	0,0090	27,09
37	7,12	5,62	0,0090	50,58
38	7,25	6,79	0,0090	61,11
39	7,38	7,58	0,0090	68,22
40	7,75	7,32	0,0090	65,88
41	7,88	9,28	0,0090	83,52
42	7,90	8,71	0,0090	78,42
43	8,12	5,88	0,0090	52,92
44	8,25	4,71	0,0090	42,39
45	8,38	3,40	0,0090	30,60
46	8,62	4,97	0,0090	44,73
47	8,88	4,57	0,0090	41,13
48	8,90	4,35	0,0000	0,00
49	9,00	3,27	0,0000	0,00
50	9,10	2,94	0,0000	0,00

Nr	Głębokość [m]	q_{cz} [MPa]	Wsp. [-]	Tarcie na pobocz. [kPa]
51	9,25	4,05	0,0000	0,00
52	9,36	2,00	0,0000	0,00
53	9,38	1,57	0,0000	0,00
54	9,56	2,00	0,0000	0,00
55	9,60	2,42	0,0090	21,81
56	9,62	2,62	0,0090	23,58
57	9,75	4,97	0,0090	44,73
58	9,88	4,97	0,0090	44,73
59	10,00	2,88	0,0090	25,92
60	10,10	2,22	0,0000	0,00
61	10,12	2,09	0,0000	0,00
62	10,13	2,00	0,0000	0,00
63	10,75	1,18	0,0000	0,00
64	10,99	2,00	0,0000	0,00
65	11,00	2,09	0,0000	0,00
66	11,12	2,09	0,0000	0,00
67	11,21	2,00	0,0000	0,00
68	11,25	1,96	0,0000	0,00
69	11,50	1,57	0,0000	0,00
70	11,67	2,00	0,0000	0,00
71	11,70	2,22	0,0000	0,00
72	11,75	2,62	0,0000	0,00
73	11,88	3,27	0,0000	0,00
74	12,12	2,75	0,0000	0,00
75	12,40	3,14	0,0090	28,27
76	12,50	6,40	0,0090	57,60
77	12,62	9,01	0,0090	81,09
78	12,74	15,00	0,0090	135,00
79	13,68	15,00	0,0090	135,00
80	14,12	14,37	0,0090	129,33
81	14,25	13,98	0,0090	125,82
82	14,30	12,97	0,0090	116,75
83	14,38	11,36	0,0090	102,24
84	14,75	13,45	0,0090	121,05
85	14,88	14,76	0,0090	132,84
86	15,25	14,11	0,0090	126,99
87	15,38	12,93	0,0090	116,37
88	15,62	12,02	0,0090	108,18
89	15,75	10,84	0,0090	97,56
90	16,00	10,06	0,0090	90,54
91	16,10	12,02	0,0090	108,17

Analiza pionowej nośności pała - wyniki pośrednie

Negatywne tarcie na poboczniczy $F_{s,nk,rep} = 57,25 \text{ kN}$
Średnica pała $d_{eq} = 0,40 \text{ m}$
Średnica pała w podstawie $d_{s,eq} = 0,40 \text{ m}$

Powierzchnia pala w podstawie	A_b	=	0,13 m ²
Wsp. redukcji nośności pala	α_p	=	0,90
Wsp. wpływu kształtu pala	s	=	1,00
Wsp. wpływu poszerzenia podstawy	β	=	1,00

Analiza pionowej nośności pala - wyniki

Analiza przeprowadzona dla: CPT 1

Minimalna nośność pala ściskanego	$R_{c,min}$	=	1852,11 kN
Współczynnik	ξ_4	=	1,40
Średnia nośność pala ściskanego	$R_{c,mean}$	=	1852,11 kN
Współczynnik	ξ_3	=	1,40
Nośność charakterystyczna pala	R_c	=	1322,94 kN

Nośność obliczeniowa pala	R_{cd}	=	1322,94 kN
Obciążenie obliczeniowe	$F_{s,d}$	=	855,21 kN

$$R_{cd} = 1322,94 \text{ kN} > F_{s,d} = 855,21 \text{ kN}$$

Nośność pala SPEŁNIA WYMAGANIA

Analiza osiadania - EN 1997-2

Analiza osiadania:

Obciążenie charakterystyczne	$F_{s,d} + F_{n,k}$	=	668,11 kN
Nośność pobocznic	R_s	=	362,57 kN
Nośność pala w podstawie	R_b	=	305,54 kN
Osiadanie podstawy pala	w_{base}	=	3,5 mm
Odształcenie sprężyste pala	$w_{el,d}$	=	3,6 mm
Osiadanie całkowite	$w_{1,d}$	=	7,1 mm

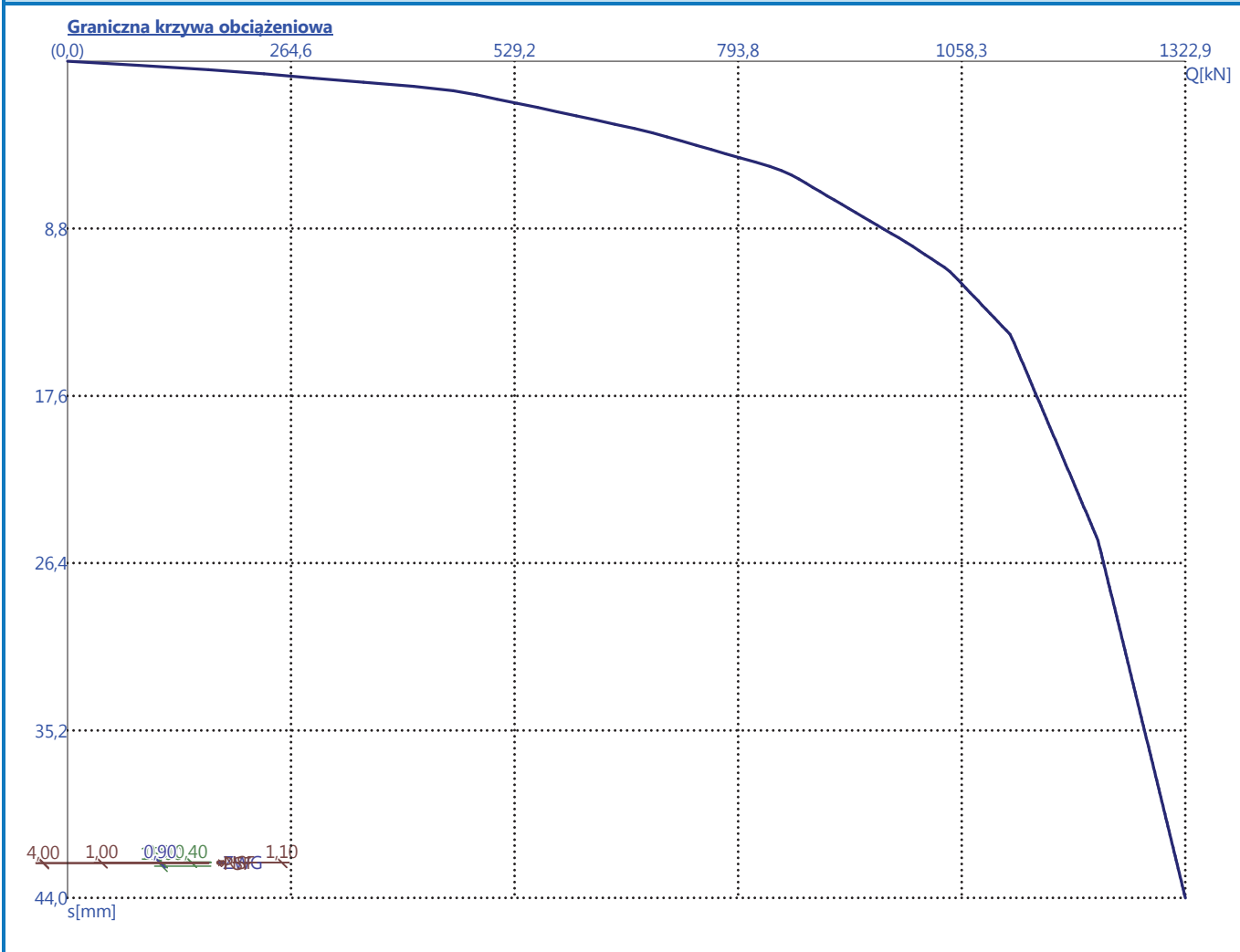
Analiza osiadania pala - wyniki

Przy obciążeniu $F_s = 668,11 \text{ kN}$ osiadanie pala wynosi = 7,1 mm

Nazwa : Osiadanie

Faza - obliczenia : 1 - -1

Opis : Stan Graniczny użytkowalności



Analiza Pala CPT

Dane wejściowe

Projekt

Zadanie : „Budowa placu przeładunkowego w rejonie nabrzeża Fińskiego i Norweskiego”.
Część : Geotechnika
Zamawiający : MBI Łukasz Mężydło, ul Wichrowa 7, Szczecin
Autor : Stanisław Majer, Grzegorz Szmechel
Data : 2023-06-07

Ustawienia

Polska - EN 1997

Pale CPT

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997-2
Metoda obliczeń : EN 1997-2

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)			
Wsp. częściowy do nośności podstawy pala :	$\gamma_b =$	1,00	[-]
Wsp. częściowy do nośności poboczniczki pali wciskanych :	$\gamma_s =$	1,00	[-]

Współczynniki redukcji			
Wsp. redukcji granicznej krzywej obciążeniowej :	$k =$	1,00	[-]

Badania

Nr	Nazwa otworu	Przesunięcie w pionie początku d_h [m]	Głębokość całkowita d_{tot} [m]
1	CPT 5	0,00	19,75

Badanie : CPT 5

Załącznik 3.2

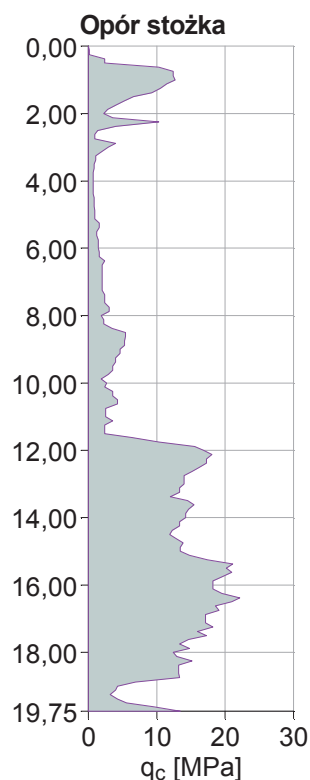


Tabela (CPT)

Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q_c [MPa]
1	0,00	0,00
2	0,12	0,14
3	0,25	0,14
4	0,38	2,38
5	0,50	2,38
6	0,62	10,28
7	0,75	12,39
8	0,88	12,39
9	1,00	12,65
10	1,12	11,46
11	1,25	10,54
12	1,38	9,23
13	1,50	6,59
14	1,62	5,27
15	1,75	3,96
16	1,88	2,77
17	2,00	2,24
18	2,12	3,56
19	2,25	10,28
20	2,38	3,96
21	2,50	1,32
22	2,62	0,93

Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q_c [MPa]
23	2,75	0,93
24	2,88	3,96
25	3,00	2,90
26	3,12	1,98
27	3,25	1,06
28	3,38	1,06
29	3,50	0,80
30	3,62	0,80
31	3,75	0,66
32	3,88	0,66
33	4,00	0,66
34	4,12	0,66
35	4,25	0,66
36	4,38	0,66
37	4,50	0,80
38	4,62	0,80
39	4,75	0,80
40	4,88	0,93
41	5,00	0,93
42	5,12	0,93
43	5,25	1,59
44	5,38	1,59
45	5,50	1,19
46	5,62	1,19
47	5,75	1,45
48	5,88	1,45
49	6,00	1,45
50	6,12	1,59
51	6,25	1,59
52	6,38	2,38
53	6,50	1,98
54	6,62	1,98
55	6,75	1,98
56	6,88	1,98
57	7,00	1,98
58	7,12	1,98
59	7,25	1,98
60	7,38	2,38
61	7,50	2,38
62	7,62	2,38
63	7,75	3,03
64	7,88	3,03
65	8,00	1,85
66	8,12	2,24
67	8,25	2,24

Załącznik 3.2

Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q_c [MPa]
68	8,38	3,43
69	8,50	5,41
70	8,62	5,41
71	8,75	5,27
72	8,88	5,27
73	9,00	4,62
74	9,12	4,62
75	9,25	3,96
76	9,38	3,96
77	9,50	3,56
78	9,62	3,56
79	9,75	2,90
80	9,88	1,85
81	10,00	2,64
82	10,12	2,38
83	10,25	3,56
84	10,38	3,56
85	10,50	4,22
86	10,62	4,22
87	10,75	2,51
88	10,88	2,51
89	11,00	2,51
90	11,12	3,56
91	11,25	2,38
92	11,38	2,38
93	11,50	2,38
94	11,62	6,33
95	11,75	10,28
96	11,88	15,55
97	12,00	16,86
98	12,12	18,05
99	12,25	17,26
100	12,38	17,26
101	12,50	16,21
102	12,62	15,15
103	12,75	13,97
104	12,88	13,97
105	13,00	13,97
106	13,12	13,31
107	13,25	13,31
108	13,38	11,99
109	13,50	14,49
110	13,62	15,42
111	13,75	14,63
112	13,88	14,23







Załącznik 3.2

Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q _c [MPa]
113	14,00	14,23
114	14,12	13,31
115	14,25	13,31
116	14,38	12,25
117	14,50	11,86
118	14,62	12,78
119	14,75	13,84
120	14,88	13,44
121	15,00	13,44
122	15,12	14,76
123	15,25	17,39
124	15,38	21,08
125	15,50	20,16
126	15,62	20,95
127	15,75	19,63
128	15,88	18,18
129	16,00	18,18
130	16,12	18,18
131	16,25	19,50
132	16,38	22,13
133	16,50	20,95
134	16,62	18,58
135	16,75	19,10
136	16,88	17,13
137	17,00	17,13
138	17,12	17,13
139	17,25	18,18
140	17,38	15,94
141	17,50	17,26
142	17,62	14,63
143	17,75	13,31
144	17,88	14,76
145	18,00	12,39
146	18,12	12,91
147	18,25	15,15
148	18,38	13,18
149	18,50	13,18
150	18,62	13,18
151	18,75	13,31
152	18,88	6,85
153	19,00	4,22
154	19,12	3,96
155	19,25	3,17
156	19,38	4,22
157	19,50	5,54

Załącznik 3.2

Nr	Głębokość d [m]	Opór stożka q_c [MPa]
158	19,62	9,49
159	19,75	13,44

Podstawowe parametry gruntów

Nr	Nazwa	Szrafura	φ_{ef} [°]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]
1	NN Pdh-góra		22,00	14,50	8,00
2	NN Pdh-dół		25,00	16,50	8,00
3	Or (nmT)		10,00	11,50	3,50
4	Or (NmT)		12,00	12,50	5,00
5	grMsa		31,50	18,50	9,00
6	Msa		33,60	20,00	11,00

Parametry gruntu

NN Pdh-góra

Ciężar objętościowy : γ = 14,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 22,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : piasek, żwir
 Wartość OCR : $OCR \leq 2$
 Rozmiar ziarn : piasek drobniejszy niż 600 nm

NN Pdh-dół

Ciężar objętościowy : γ = 16,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 25,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : piasek, żwir
 Wartość OCR : $OCR \leq 2$
 Rozmiar ziarn : piasek drobniejszy niż 600 nm

Or (nmT)

Ciężar objętościowy : γ = 11,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 10,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 13,50 kN/m³
 Rodzaj gruntu : torf

Or (NmT)

Ciężar objętościowy : γ = 12,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 12,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 15,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : torf

Załącznik 3.2

grMsa

Ciężar objętościowy : γ = 18,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : ϕ_{ef} = 31,50 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 19,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : piasek, żwir
 Wartość OCR : $OCR \leq 2$
 Rozmiar ziarn : żwir drobiniejszy niż 2 mm

Msa

Ciężar objętościowy : γ = 20,00 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : ϕ_{ef} = 33,60 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 21,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : piasek, żwir
 Wartość OCR : $OCR \leq 2$
 Rozmiar ziarn : żwir drobiniejszy niż 2 mm

Konstrukcja

Rodzaj konstrukcji : grupa pali
 Sztywność konstrukcji : podatna
 Obciążenie obliczeniowe F_{s_d} = 855,21 kN
 Obciążenie charakterystyczne F_s = 610,86 kN
 Obciążenie terenu F = 175,00 kPa

Geometria konstrukcji

Rodzaj pala : wiercone, betonowane in situ
 Materiał pala : beton
 Rzędna terenu pierwotnego = 1,60 m
 Rzędna terenu zmienionego = 0,50 m
 Długość pala w gruncie = 13,00 m
 Wyniesienie głowicy pala ponad teren = 0,50 m
 Głębokość terenu zmienionego = 1,10 m

Przekrój pala - kołowy

Średnica pala d = 0,40 m

ZWG + inne

Zwierciadło wody gruntowej = 0,90 m
 Dolna granica negatywnego tarcia na pobocznicy = 1,00 m
 Górna granica negatywnego tarcia na pobocznicy = 4,00 m

Warstwa poślizgu : Brak

Globalne ustawienia obliczeń

Analiza na podstawie badań : CPT


W obliczeniach uwzględniono wpływ tarcia ujemnego na pobocznicy.

Współczynnik częściowy niepewności modelu γ_{cal} = 1,00




Profil geologiczny i przyporządkowane grunty**Informacja o lokalizacji**

Rzędna terenu = 1,60 m

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Miaższość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Rzędna n.p.m. [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	3,30	0,00 .. 3,30	1,60 .. -1,70	NN Pdh-góra	

Załącznik 3.2

Nr	Miaższość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Rzędna n.p.m. [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
2	0,50	3,30 .. 3,80	-1,70 .. -2,20	Or (NmT)	
3	0,60	3,80 .. 4,40	-2,20 .. -2,80	Or (nmT)	
4	3,90	4,40 .. 8,30	-2,80 .. -6,70	Or (NmT)	
5	1,40	8,30 .. 9,70	-6,70 .. -8,10	NN Pdh-góra	
6	1,90	9,70 .. 11,60	-8,10 .. -10,00	Or (NmT)	
7	3,50	11,60 .. 15,10	-10,00 .. -13,50	grMsa	
8	3,70	15,10 .. 18,80	-13,50 .. -17,20	Msa	
9	0,60	18,80 .. 19,40	-17,20 .. -17,80	Or (NmT)	
10	0,50	19,40 .. 19,90	-17,80 .. -18,30	grMsa	
11	-	19,90 .. ∞	-18,30 .. -	grMsa	

Analiza nośności - EN 1997-2

Analiza pionowej nośności pala - wyniki pośrednie badań

Wyniki pośrednie CPT - CPT 5

Nośność całkowita	$R_{c,i}$	= 1519,25 kN
Nośność poboczniczy	$R_{s,i}$	= 462,12 kN
Nośność podstawy	$R_{b,i}$	= 1057,12 kN
Średnia wartość oporu penetracji	$q_{cl,mean}$	= 10,86 MPa
Średnia wartość oporu penetracji	$q_{cII,mean}$	= 10,19 MPa
Średnia wartość oporu penetracji	$q_{cIII,mean}$	= 8,17 MPa
Maksymalne naprężenie w podstawie pala	$p_{max,base}$	= 8412,31 kPa
Zredukowane naprężenie w podstawie pala	$p_{max,base,red}$	= 8412,31 kPa

Analiza pionowej nośności pala - wyniki pośrednie pobocznicza

Wyniki pośrednie CPT - CPT 5

Nr	Głębokość [m]	q_{cz} [MPa]	Wsp. [-]	Tarcie na pobocz. [kPa]
1	1,10	11,66	0,0090	104,92
2	1,10	11,66	0,0090	104,92
3	1,12	11,46	0,0090	103,14
4	1,25	10,54	0,0090	94,86
5	1,38	9,23	0,0090	83,07
6	1,50	6,59	0,0090	59,31
7	1,62	5,27	0,0090	47,43

Załącznik 3.2

Nr	Głębokość [m]	q _{cz} [MPa]	Wsp. [-]	Tarcie na pobocz. [kPa]
8	1,75	3,96	0,0090	35,64
9	1,88	2,77	0,0090	24,93
10	2,12	3,56	0,0090	32,04
11	2,25	10,28	0,0090	92,52
12	2,38	3,96	0,0090	35,64
13	2,47	2,00	0,0090	18,00
14	2,50	1,32	0,0090	11,88
15	2,80	2,00	0,0090	18,00
16	2,88	3,96	0,0090	35,64
17	3,00	2,90	0,0090	26,10
18	3,10	2,13	0,0090	19,20
19	3,12	1,98	0,0090	17,82
20	3,25	1,06	0,0090	9,54
21	3,38	1,06	0,0000	0,00
22	3,62	0,80	0,0000	0,00
23	4,40	0,68	0,0000	0,00
24	4,50	0,80	0,0000	0,00
25	4,88	0,93	0,0000	0,00
26	5,25	1,59	0,0000	0,00
27	5,38	1,59	0,0000	0,00
28	5,75	1,45	0,0000	0,00
29	6,12	1,59	0,0000	0,00
30	6,32	2,00	0,0000	0,00
31	6,38	2,38	0,0000	0,00
32	7,38	2,38	0,0000	0,00
33	7,75	3,03	0,0000	0,00
34	7,88	3,03	0,0000	0,00
35	7,98	2,00	0,0000	0,00
36	8,05	2,00	0,0000	0,00
37	8,12	2,24	0,0000	0,00
38	8,30	2,70	0,0090	24,28
39	8,38	3,43	0,0090	30,87
40	8,50	5,41	0,0090	48,69
41	8,62	5,41	0,0090	48,69
42	8,88	5,27	0,0090	47,43
43	9,12	4,62	0,0090	41,58
44	9,38	3,96	0,0090	35,64
45	9,62	3,56	0,0090	32,04
46	9,70	3,15	0,0000	0,00
47	9,75	2,90	0,0000	0,00
48	9,86	2,00	0,0000	0,00
49	9,90	2,00	0,0000	0,00
50	10,00	2,64	0,0000	0,00
51	10,25	3,56	0,0000	0,00
52	10,50	4,22	0,0000	0,00

Nr	Głębokość [m]	q_{cz} [MPa]	Wsp. [-]	Tarcie na pobocz. [kPa]
53	10,62	4,22	0,0000	0,00
54	11,12	3,56	0,0000	0,00
55	11,60	5,67	0,0090	51,05
56	11,62	6,33	0,0090	56,97
57	11,75	10,28	0,0090	92,52
58	11,87	15,00	0,0090	135,00
59	12,64	15,00	0,0090	135,00
60	13,00	13,97	0,0090	125,73
61	13,25	13,31	0,0090	119,79
62	13,50	14,49	0,0090	130,41
63	13,57	15,00	0,0090	135,00
64	13,69	15,00	0,0090	135,00
65	13,75	14,63	0,0090	131,67
66	14,00	14,23	0,0090	128,07
67	14,10	13,46	0,0090	121,17

Analiza pionowej nośności pala - wyniki pośrednie

Negatywne tarcie na pobocznicy	$F_{s,nk,rep} = 57,25 \text{ kN}$
Średnica pala	$d_{eq} = 0,40 \text{ m}$
Średnica pala w podstawie	$d_{s,eq} = 0,40 \text{ m}$
Powierzchnia pala w podstawie	$A_b = 0,13 \text{ m}^2$
Wsp. redukcji nośności pala	$\alpha_p = 0,90$
Wsp. wpływu kształtu pala	$s = 1,00$
Wsp. wpływu poszerzenia podstawy	$\beta = 1,00$

Analiza pionowej nośności pala - wyniki

Analiza przeprowadzona dla: CPT 5

Minimalna nośność pala ściskanego	$R_{c,min} = 1519,25 \text{ kN}$
Współczynnik	$\xi_4 = 1,40$
Średnia nośność pala ściskanego	$R_{c,mean} = 1519,25 \text{ kN}$
Współczynnik	$\xi_3 = 1,40$
Nośność charakterystyczna pala	$R_c = 1085,18 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa pala	$R_{cd} = 1085,18 \text{ kN}$
Obciążenie obliczeniowe	$F_{s,d} = 855,21 \text{ kN}$

$R_{cd} = 1085,18 \text{ kN} > F_{s,d} = 855,21 \text{ kN}$

Nośność pala SPEŁNIA WYMAGANIA

Analiza osiadania - EN 1997-2

Analiza osiadania:

Obciążenie charakterystyczne	$F_{s,d} + F_{n,k} = 668,11 \text{ kN}$
Nośność pobocznicy	$R_s = 285,50 \text{ kN}$
Nośność pala w podstawie	$R_b = 382,61 \text{ kN}$
Osiadanie podstawy pala	$w_{base} = 5,8 \text{ mm}$
Odształcenie sprężyste pala	$w_{el,d} = 3,4 \text{ mm}$
Osiadanie całkowite	$w_{1,d} = 9,2 \text{ mm}$

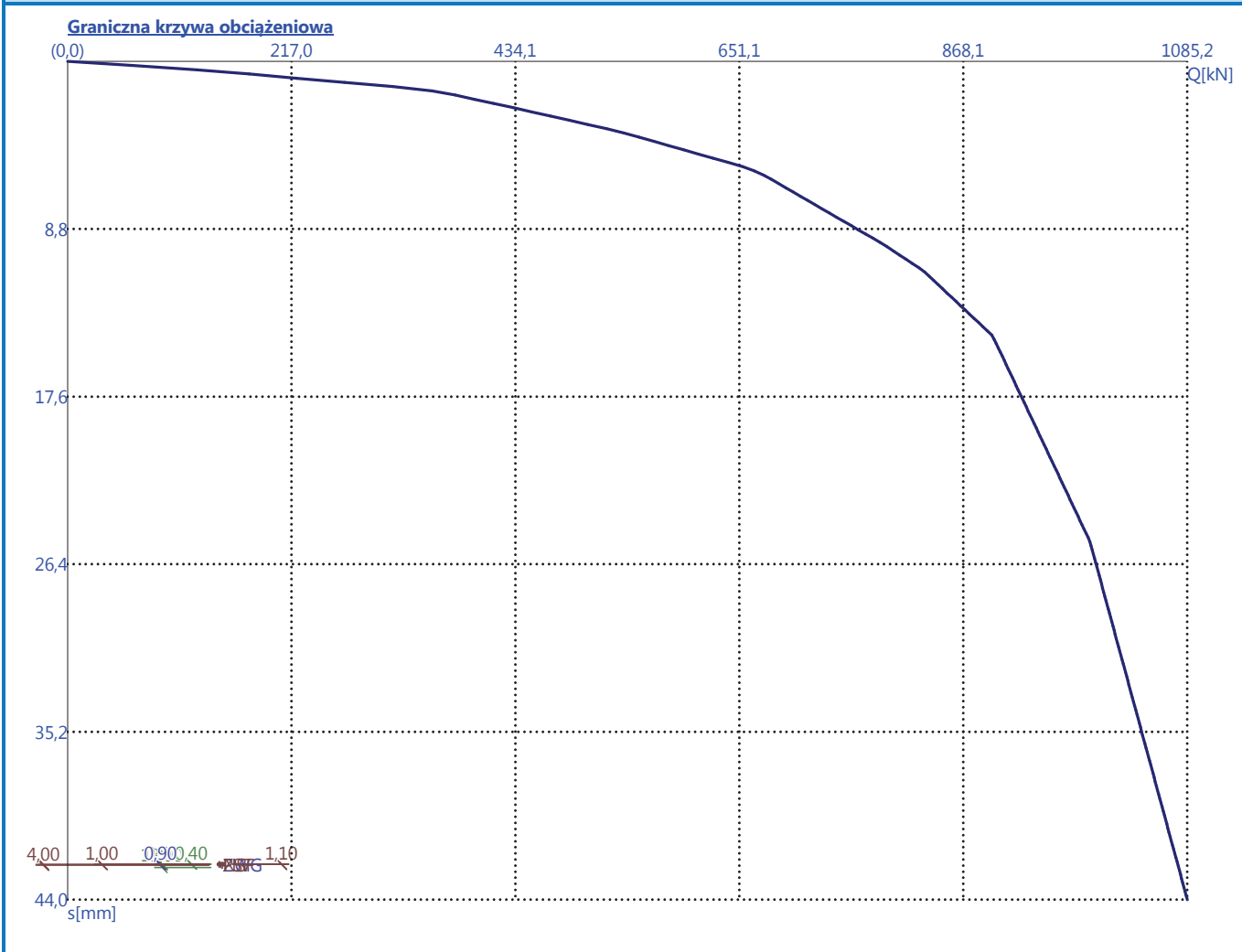
Analiza osiadania pala - wyniki

Przy obciążeniu $F_s = 668,11 \text{ kN}$ osiadanie pala wynosi $= 9,2 \text{ mm}$

Nazwa : Osiadanie

Faza - obliczenia : 1 - -1

Opis : Stan Graniczny użytkowalności



Analiza Pała CPT

Dane wejściowe

Projekt

Zadanie : „Budowa placu przeładunkowego w rejonie nabrzeża Fińskiego i Norweskiego”.
Część : Geotechnika
Zamawiający : MBI Łukasz Mężydło, ul Wichrowa 7, Szczecin
Autor : Stanisław Majer, Grzegorz Szmechel
Data : 2023-06-07

Ustawienia

Polska - EN 1997

Pale CPT

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997-2
Metoda obliczeń : EN 1997-2

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)			
Wsp. częściowy do nośności podstawy pała :	$\gamma_b =$	1,00	[-]
Wsp. częściowy do nośności poboczniczy pali wciskanych :	$\gamma_s =$	1,00	[-]

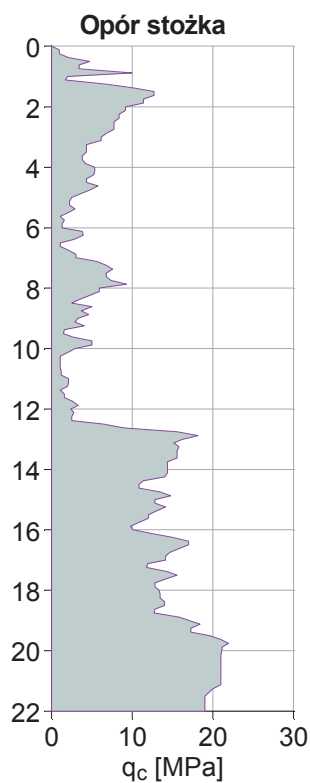
Współczynniki redukcji			
Wsp. redukcji granicznej krzywej obciążeniowej :	$k =$	1,00	[-]

Badania

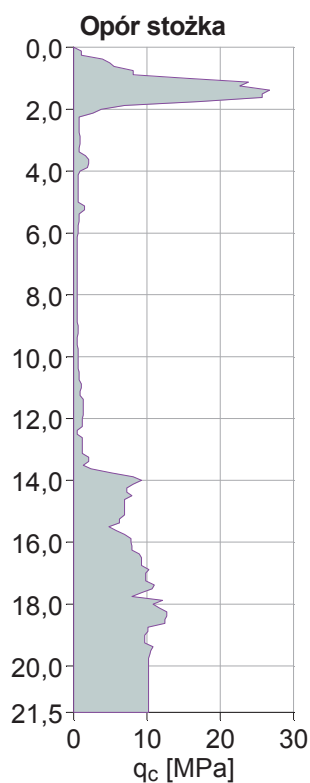
Nr	Nazwa otworu	Przesunięcie w pionie początku d_h [m]	Głębokość całkowita d_{tot} [m]
1	CPT(1)	0,00	22,00
2	CPT(2)	0,70	21,50
3	CPT(3)	0,50	21,50
4	CPT(4)	0,00	21,50

Badanie : CPT(1)

Załącznik 3.3

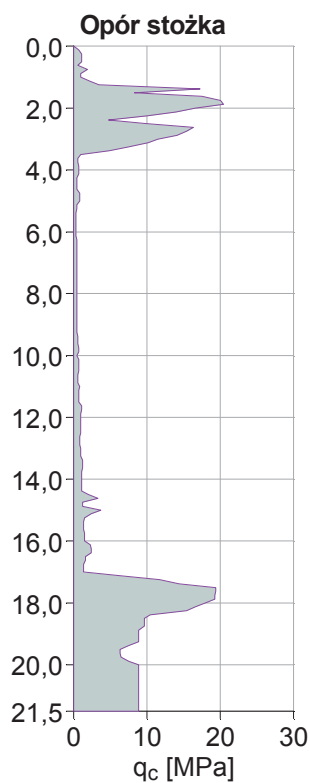


Badanie : CPT(2)

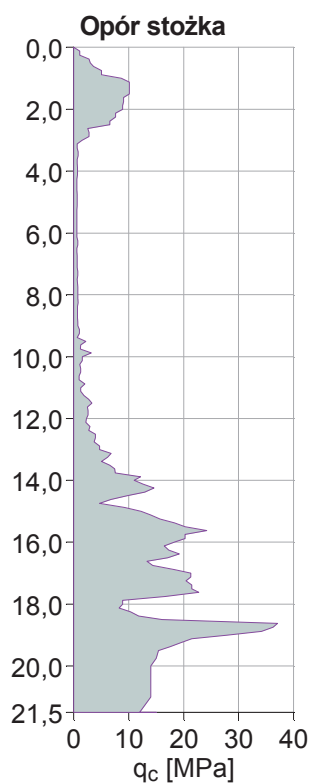


Badanie : CPT(3)






Załącznik 3.3



Badanie : CPT(4)



Podstawowe parametry gruntów

Nr	Nazwa	Szrafura	φ_{ef} [°]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]
1	NN Pdh-góra		22,00	14,50	8,00
2	NN Pdh-dół		25,00	16,50	8,00
3	Or (nmT)		10,00	11,50	3,50
4	Or (NmT)		12,00	12,50	5,00
5	grMsa		31,50	18,50	9,00
6	Msa		33,60	20,00	11,00

Parametry gruntu**NN Pdh-góra**

Ciężar objętościowy : γ = 14,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 22,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : piasek, żwir
 Wartość OCR : OCR ≤ 2
 Rozmiar ziarn : piasek drobniejszy niż 600 nm

NN Pdh-dół

Ciężar objętościowy : γ = 16,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 25,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : piasek, żwir
 Wartość OCR : OCR ≤ 2
 Rozmiar ziarn : piasek drobniejszy niż 600 nm

Or (nmT)

Ciężar objętościowy : γ = 11,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 10,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 13,50 kN/m³
 Rodzaj gruntu : torf

Or (NmT)

Ciężar objętościowy : γ = 12,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 12,00 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 15,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : torf

grMsa

Ciężar objętościowy : γ = 18,50 kN/m³
 Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 31,50 °
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 19,00 kN/m³
 Rodzaj gruntu : piasek, żwir
 Wartość OCR : OCR ≤ 2

Załącznik 3.3

Rozmiar ziarn : żwir drobiniejszy niż 2 mm

Msa

Ciężar objętościowy : γ = 20,00 kN/m³

Kąt tarcia wewnętrznego : φ_{ef} = 33,60 °

Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 21,00 kN/m³

Rodzaj gruntu : piasek, żwir

Wartość OCR : $OCR \leq 2$

Rozmiar ziarn : żwir drobiniejszy niż 2 mm

Konstrukcja

Rodzaj konstrukcji : grupa pali

Sztywność konstrukcji : podatna

Obciążenie obliczeniowe F_{sd} = 855,21 kN

Obciążenie charakterystyczne F_s = 610,86 kN

Geometria konstrukcji

Rodzaj pala : wiercone, betonowane in situ

Materiał pala : beton

Rzędna terenu pierwotnego = 1,01 m

Rzędna terenu zmienionego = -0,09 m

Długość pala w gruncie = 18,50 m

Wyniesienie głowicy pala ponad teren = 0,50 m

Głębokość terenu zmienionego = 1,10 m

Przekrój pala - kołowy

Średnica pala d = 0,40 m

ZWG

Zwierciadło wody gruntowej ZWG = 0,90 m

Globalne ustawienia obliczeń

Analiza na podstawie badań : CPT

W obliczeniach nie uwzględniono wpływu tarcia ujemnego na poboczniczy.

Współczynnik częściowy niepewności modelu γ_{cal} = 1,00

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty**Informacja o lokalizacji**

Rzędna terenu = 1,01 m

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Miaższość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Rzędna n.p.m. [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	1,30	0,00 .. 1,30	1,01 .. -0,29	NN Pdh-góra	
2	2,20	1,30 .. 3,50	-0,29 .. -2,49	NN Pdh-dół	
3	1,70	3,50 .. 5,20	-2,49 .. -4,19	Or (nmT)	
4	2,40	5,20 .. 7,60	-4,19 .. -6,59	Or (NmT)	
5	3,30	7,60 .. 10,90	-6,59 .. -9,89	Or (NmT)	

Nr	Mięszość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Rzędna n.p.m. [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
6	5,10	10,90 .. 16,00	-9,89 .. -14,99	Or (nmT)	
7	1,10	16,00 .. 17,10	-14,99 .. -16,09	Or (NmT)	
8	1,20	17,10 .. 18,30	-16,09 .. -17,29	grMsa	
9	1,00	18,30 .. 19,30	-17,29 .. -18,29	Msa	
10	1,60	19,30 .. 20,90	-18,29 .. -19,89	Msa	
11	-	20,90 .. ∞	-19,89 .. -	Msa	

Analiza nośności - EN 1997-2

Analiza pionowej nośności pala - wyniki pośrednie

Średnica pala	d_{eq}	= 0,40 m
Średnica pala w podstawie	$d_{s,eq}$	= 0,40 m
Powierzchnia pala w podstawie	A_b	= 0,13 m ²
Wsp. redukcji nośności pala	α_p	= 0,90
Wsp. wpływu kształtu pala	s	= 1,00
Wsp. wpływu poszerzenia podstawy	β	= 1,00

Analiza pionowej nośności pala - wyniki

Analiza przeprowadzona została dla wszystkich badań.

Minimalna nośność pala ściskanego	$R_{c,min}$	= 1117,48 kN
Współczynnik	ξ_4	= 1,20
Średnia nośność pala ściskanego	$R_{c,mean}$	= 1663,10 kN
Współczynnik	ξ_3	= 1,31
Nośność charakterystyczna pala	R_c	= 931,23 kN

Nośność obliczeniowa pala	R_{cd}	= 931,23 kN
Obciążenie obliczeniowe	$F_{s,d}$	= 855,21 kN

$$R_{cd} = 931,23 \text{ kN} > F_{s,d} = 855,21 \text{ kN}$$

Nośność pala SPEŁNIA WYMAGANIA

Analiza osiadania - EN 1997-2

Analiza osiadania:

Obciążenie charakterystyczne	F_s	= 610,86 kN
Nośność poboczniczy	R_s	= 363,06 kN
Nośność pala w podstawie	R_b	= 247,80 kN
Osiadanie podstawy pala	w_{base}	= 5,5 mm
Odształcenie sprężyste pala	$w_{el,d}$	= 4,3 mm
Osiadanie całkowite	$w_{1,d}$	= 9,7 mm

Analiza osiadania pala - wyniki

Przy obciążeniu $F_s = 610,86 \text{ kN}$ osiadanie pala wynosi = 9,7 mm

Załącznik 3.3

Nazwa : Osiadanie

Faza - obliczenia : 1 - -1

Opis : Stan Graniczny użytkowalności

