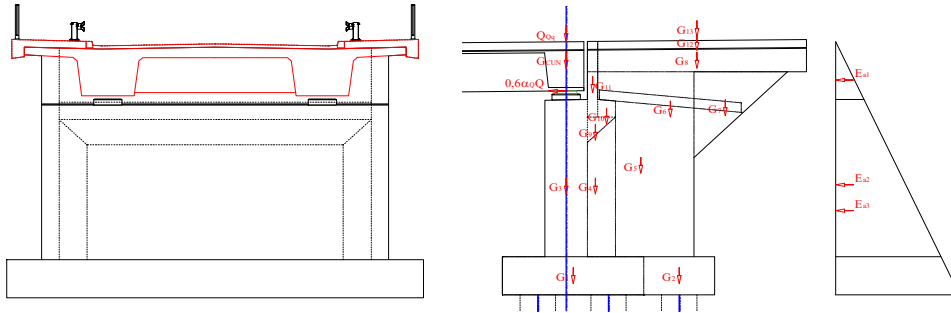


Część obliczeniowa

Przyjęcie geometrii przyczółka



Dane wejściowe

Ciężary	
g_{bet}	25 kN/m ³
g_{naw}	23 kN/m ³
g_{bar}	0.5 kN/m

ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ

Ciężar własny przyczółka

Lawa fundamentowa 1	Lawa fundamentowa 2	Korpus przyczółka 3	Pachwina 4
L1 4.00 m	L2 2.00 m	L3 1.20 m	L4 0.80 m
b1 11.94 m	b2 2.50 m	b3 9.94 m	b4 0.80 m
h1 1.20 m	h2 1.20 m	h3 4.91 m	h4 3.97 m
V1 57.31 m ³	V2 6.00 m ³	V3 58.57 m ³	V4 1.27 m ³
G1 1432.80 kN	G2 150.00 kN	G3 1464.16 kN	G4 31.76 kN

Skrzydło 5	Pl. Przejść. 6	Skrzydło 7	Skrzydło 8
L5 3.00 m	L6 4.00 m	L7 2.64 m	LP8 6.19 m
b5 0.50 m	b6 8.90 m	b7 0.50 m	bP8 0.50 m
h5 5.79 m	h6 0.30 m	h7 2.69 m	hP8 1.00 m
V5 8.69 m ³	V6 10.68 m ³	V7 3.55 m ³	VP8 3.10 m ³
G5 217.13 kN	G6 267.00 kN	G7 88.77 kN	QP8 77.38 kN

Wspornik 9	Wspornik 10	Ścianka zaplecza 11	Skrzydło wspornik 12
L9 0.80 m	L10 0.50 m	L11 0.30 m	LP8 6.19 m
b9 8.94 m	b10 8.94 m	b11 8.94 m	bP8 0.50 m
h9 0.80 m	h10 0.52 m	h11 2.37 m	hP8 0.27 m
V9 2.86 m ³	V10 2.32 m ³	V11 6.36 m ³	VP8 0.84 m ³
Q9 71.52 kN	G10 58.11 kN	Q11 158.91 kN	QP8 20.89 kN

Skrzydło wyposażenie 13			
L13k 6.19 m	L13g 6.19 m	L13b 6.19 m	
b13k 1.00 m	b13g 0.35 m	g.b 0.50 kN/m	
h13k 0.23 m	h13g 0.65 m		
V13k 1.39 m ³	V13g 1.41 m ³		
G13k 34.82 kN	G13g 35.21 kN	G13b 3.10 kN	G13 73.12 kN

Ciężar od ustroju nośnego

Ciężar płyty i wyposażenia

Lt	30.00 m
L	31.00 m

Płyta nosząca

Apł	7.24 m ²
Vpł	224.44 m ³
Qpł	5611.00 kN

Nawierzchnia

An	0.70 m ²
Vn	21.79 m ³
Qn	501.24 kN

Kapy chodnikowe

Akeh	0.64 m
Vkeh	19.98 m ³
Qkeh	499.41 kN

Barieri

nb	4.00
Qb	62.00 kN

$G_{CUN} = 3336.82$ kN

Obciażenia ruchome

Q11	300 kN	Q21	200 kN	qt,j	5 kN/m ²
Q12	300 kN	Q22	200 kN	qt	232.5 kN
q1,j	9 kN/m ²	q2,j	2.5 kN/m ²		
q1	418.5 kN	q2	155 kN		

Ciężar charakterystyczny

$Q_{Rk} = 1806.00$ kN

Ciężar obliczeniowy

$\gamma_Q = 1.35$
 $Q_{Rd} = 2438.10$ kN

Rozkład obciążeń ruchomych na przyczółek

Zestawienie obciążeń charakterystycznych przypadających na łożyska

	Obciążenia stałe		Obciążenia ruchome		Razem	
RA	556.14 kN na	Ł1	302.00 kN na	Ł1	858.14 kN na	Ł1
RB	556.14 kN na	Ł2	302.00 kN na	Ł2	858.14 kN na	Ł2
RC	556.14 kN na	Ł3	301.00 kN na	Ł3	857.14 kN na	Ł3
RD	556.14 kN na	Ł4	301.00 kN na	Ł4	857.14 kN na	Ł4
RE	556.14 kN na	Ł5	300.00 kN na	Ł5	856.14 kN na	Ł5
RF	556.14 kN na	Ł6	300.00 kN na	Ł6	856.14 kN na	Ł6
	3336.82 kN		1806.00 kN		5142.82 kN	

Siła hamowania na płycie

$$H_1 = 0,6\alpha_{Q1} * Q1 + 0,1\alpha_{q1} * q1$$

α_{Q1}	1
α_{q1}	1
q1,j	9 kN/m2
q1	659.0 kN
Q1	600 kN

$$H_1 = 425.9 \text{ kN} \quad \text{max} \quad 900 \text{ kN}$$

Siła hamowania na ścianie zapleczej

$$H_2 = 0,6\alpha_{Q1} * Q1 + 0,1\alpha_{q1} * q1$$

α_{Q1}	1
α_{q1}	1
q1,j	9 kN/m2
q1	6.37725 kN
Q1	600 kN

$$H_2 = 360.6 \text{ kN}$$

PARCIE GRUNTU

$\phi =$	32 st	0.559 Pl*rad
$\gamma =$	18 kN/m3	

Parcie czynne

$$K_a = (1 - \sin(\phi)) / (1 + \sin(\phi))$$

$$1 - \sin(\phi) = 0.449$$

$$1 + \sin(\phi) = 1.551$$

$$K_a = 0.289$$

$$K_a^{0,5} = 0.538$$

$$e_a(z=h) = \gamma * h * K_a$$

$$E_a = 0,5 * K_a * \gamma * h^2$$

Naziom nieobciążony

Parcie na ściankę zapleczną - ścianka zapleczna

$h_1 = 0$ m
 $h_2 = 1.25$ m

$e_a(z=h_1) = 0.000$ kPa
 $e_a(z=h_2) = 6.506$ kPa
 $E_a = 4.066$ kN/m
 $r_a = h/3 = 0.417$ m

Moment siły E_a względem dolnej krawędzi ścianki

$M_{a1sz} = 1.694$ kNm

Parcie na ścianę przyczółka - korpus

$h_1 = 0$ m
 $h_2 = 5.8$ m

$e_a(z=h_1) = 0.000$ kPa
 $e_a(z=h_2) = 30.186$ kPa
 $E_a = 87.539$ kN/m
 $r_a = h/3 = 1.933$ m

Moment siły E_a względem dolnej krawędzi ścianki

$M_{a1kp} = 169.242$ kNm

Parcie na przyczółek - ława

$h_1 = 0$ m
 $h_2 = 6.8$ m

$e_a(z=h_1) = 0.000$ kPa
 $e_a(z=h_2) = 35.390$ kPa
 $E_a = 120.327$ kN/m
 $r_a = h/3 = 2.267$ m

Moment siły E_a względem dolnej krawędzi ścianki

$M_{a1kp} = 272.741$ kNm

Naziom obciążony

$q_z = Q_1/(2,2*3)$

$q_z = 90.909$ kN/m²
 $\gamma = 18.000$ kN/m³

$h_z = q_z/\gamma$
 $h_z = 5.051$ m

Parcie na ściankę zapleczną

Parcie czynne

$h_1 = 0.000$ m
 $h_2 = 1.150$ m

$e_a(z=h_1) = 26.285$ kPa
 $e_a(z=h_2) = 32.270$ kPa

$E_{a1} = 3.441$ kN/m
 $r_{a1} = h/3 = 0.383$ m
 $E_{a2} = 30.228$ kN/m
 $r_{a2} = h/2 = 0.575$ m

Moment siły E_a względem dolnej krawędzi ścianki

$M_{a2sz} = 18.700$ kNm

Parcie na ścianę przyczółka

$h_1 = 0$ m
 $h_2 = 3.969$ m

$h_3 = 5.700$ m
 $e_a(z=h_1) = 26.285$ kPa
 $e_a(z=h_2) = 26.285$ kPa
 $e_a(z=h_2) = 20.656$ kPa
 $e_a(z=h_3) = 29.665$ kPa

Ea1=	0.000 kN/m
ra1=	3.054 m
Ea2=	104.323 kN/m
ra2=	3.716 m
Ea3=	15.596 kN/m
ra3=	0.577 m
Ea4=	35.757 kN/m
ra4=	0.866 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma2kp= 423.067 kNm

Parcie na ścianę i ławę fundamentową

h1=	0.000 m
h2=	3.969 m
h3=	6.700 m
ea(z=h1)=	26.285 kPa
ea(z=h2)=	32.270 kPa
ea'(z=h2)=	20.656 kPa
ea'(z=h3)=	55.526 kPa

Ea1=	11.877 kN/m
ra1=	4.054 m
Ea2=	47.616 kN/m
ra2=	0.910 m
Ea3=	95.233 kN/m
ra3=	1.366 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma3hf= 660.474 kNm

Parcie na skrzydelko

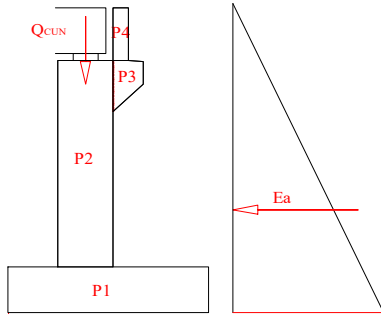
h1=	0.000 m
h2=	0.920 m
h3=	5.700 m
ea(z=h1)=	26.285 kPa
ea(z=h2)=	31.073 kPa
ea'(z=h2)=	31.073 kPa
ea'(z=h3)=	55.950 kPa

Ea1=	2.203 kN/m
ra1=	5.087 m
Ea2=	59.457 kN/m
ra2=	1.593 m
Ea3=	118.913 kN/m
ra3=	2.390 m

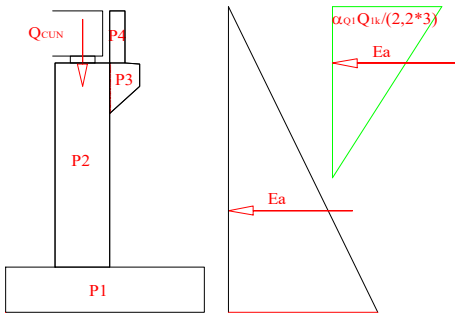
Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma3sk= 396.188 kNm

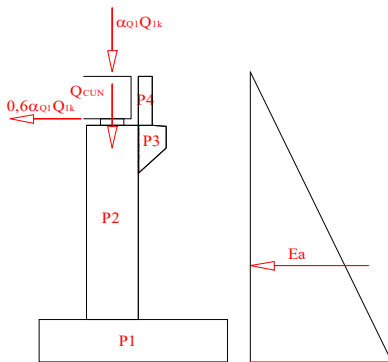
Przypadki obliczeniowe korpusu
Płyta nieobciążona, naziom nieobciążony



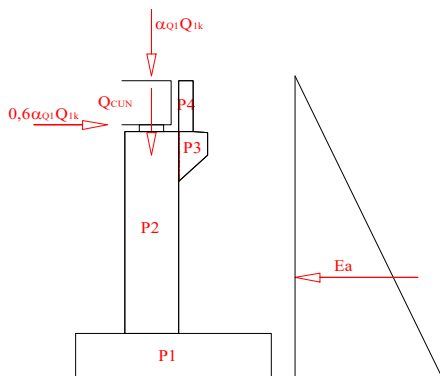
Płyta nieobciążona, naziom obciążony



Płyta obciążona (a), naziom nieobciążony



Płyta obciążona (b), naziom nieobciążony



1. Ścianka zapleczna

Obciążenie ruchome pionowo

$$V = Q_1/3 + q_1 * 0,3 \text{ m} * 1 \text{ m}$$

$$V = 202.7 \text{ kN}$$

Hamowanie

$$H = H_2/3$$

$$H = 120.21 \text{ kN}$$

$$h = 1.25 \text{ m}$$

$$MH = 150.27 \text{ kNm}$$

Parcie gruntu

$$Ma_{1sz} = 1.69 \text{ kNm}$$

Wymiarowanie ścianki zapleczej

Szukane:

x - wysokość strefy ściskanej betonu

$\sigma_{c,max}$ - naprężenia maksymalne w betonie

$\sigma_{s,max}$ - naprężenia w stali

Dane:

n =	6.4	n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu
M =	205.15 kNm	moment zginający od obciążeń stałych i ruchomych obliczeniowych
V =	273.65 kN	
h_{sz} =	0.30 m	grubość ścianki zapleczej
b_{sz} =	1.00 m	szerokość obliczanej płyty
a =	0.045 m	otulina zbrojenia głównego
r =	0.008 m	promień prętów zbrojenia głównego
a_s =	0.00020106 m ²	pole jednego pręta
d =	0.947 m	wysokość użyteczna przekroju
k =	5 szt./b	ilość prętów na szerokości przekroju
A_s =	0.00100531 m ²	pole stali
E_s =	205000 MPa	moduł sprężystości stali
E_c =	32000 MPa	moduł sprężystości betonu
n = E_s/E_c =	6.4	
f_{yk} =	500000 kPa	umowna granica plastyczności stali
f_{yd} =	434783 kPa	obliczeniowa wytrzymałość stali
f_{ck} =	30000 kPa	charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu
α_{cc} =	0.8	
γ_c =	1.5	
f_{cd} =	16000 kPa	C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$$x = n A_s / b \{ [1 + 2 b d / (n A_s)]^{0.5} - 1 \}$$

$$x = 0.18 \text{ m}$$

$$\sigma_{c,max} = 2M / [b x (d - x/3)] + V / (h b) < f_{cd}$$

$$\sigma_{c,max} = 9420 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{s,max} = M / [A_s (d - x/3)] < f_{yd}$$

$$\sigma_{s,max} = 230173 \text{ kPa}$$

$$\Delta \sigma_c = 59 \% \quad \text{wykorzystanie betonu}$$

$$\Delta \sigma_s = 53 \% \quad \text{wykorzystanie stali}$$

Płyta obciążona (a), naziom nieobciążony**Ciążar korpusu przyczółka**

QP2 = 150.00 kN
 e2 = 0.00 m
 QP3 = 1464.16 kN
 e3 = -0.7 m
 QP4 = 31.76 kN
 e4 = -0.7 m
 MPrz = -1047.15 kNm
 Vprz = 1645.92 kN

Ciążar płyty

V_{2sun} = 3336.82 kN
 eUN = 0.00 m
 MUN = 0.00 kNm

Ciążar ruchomy

V_r = R_c
 V_r = 1806.00 kN
 e_r = 0.00 m
 M_r = 0.00 kNm

Parcie gruntu naziom nieobciążony

M_{z1kp} = 1682.263 kNm

Hamowanie

H = H_{1/2}
 H = 425.90 kN
 h = 4.55 m
 MH = 1937.84 kNm

Moment całkowity obliczeniowy

M = 3473.49 kNm

Siła pionowa obliczeniowa

V = 6942.81 kN

Wymiarowanie ściany korpusu przyczółka

Szukane:

x - wysokość strefy ściskanej betonu

σ_{c,max} - naprężenia maksymalne w betonie

σ_{s,max} - naprężenia w stali

Dane:

n = 6.4 n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu
 M = 3473.49 kNm
 V = 6942.81 kNm
 h_{kp} = 1.20 m grubość korpusu przyczółka
 b_{kp} = 2.50 m szerokość korpusu przyczółka
 ρ_{min} = 0.0036 m² minimalny stopień zbrojenia
 a = 0.050 m otulina zbrojenia głównego
 r = 0.016 m promień prętów zbrojenia głównego
 a_s = 0.0008 m² pole jednego pręta
 d = 1.134 m wysokość użyteczna przekroju
 k = 25 szt./b ilość prętów na szerokości przekroju
 A_s = 0.0201 m² pole stali
 A_s > ρ_{min}?
 0.0036 m²
 E_s = 205000 MPa moduł sprężystości stali
 E_c = 32000 MPa moduł sprężystości betonu
 n = E_s/E_c = 6.4
 f_{yk} = 500000 kPa umowna granica plastyczności stali
 f_{yd} = 434783 kPa obliczeniowa wytrzymałość stali
 f_{ck} = 30000 kPa charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu
 α_{cc} = 0.8
 γ_c = 1.5
 f_{cd} = 16000 kPa C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$x = n A_s / b \{ [1 + 2 b d / (n A_s)]^{0.5} - 1 \}$

x = 0.40 m

$\sigma_{c,max} = 2M / [b x (d - x/3)] + V / (h b) < f_{cd}$

σ_{c,max} = 16853 kPa

$\sigma_{s,max} = M / [A_s (d - x/3)] < f_{yd}$

σ_{s,max} = 172504 kPa

Δσ_c = 105 % wykorzystanie betonu

Δσ_s = 40 % wykorzystanie stali

3. Korpus przyczółka - przypadek 2 pojazd na dojeździe

Ciężar korpusu przyczółka

$$V_{1ckp} = QP2/bp2 + QP3/bp3 + QP4/bp4$$

$$V_{1ckp} = 1645.92 \text{ kN}$$

Ciężar płyty

$$V_{2cun} = Q_{GUN}/n_{koz}$$

$$V_{2cun} = 3336.82 \text{ kN}$$

Parcie gruntu naziom obciążony

$$M_{a2kp} = 338.453 \text{ kNm}$$

Moment całkowity obliczeniowy

$$M = 456.91 \text{ kNm}$$

Sila pionowa obliczeniowa

$$V = 6726.71 \text{ kN}$$

Wymiarowanie ściany korpusu przyczółka

Szukane:

x - wysokość strefy ściskanej betonu

$\sigma_{c,max}$ - naprężenia maksymalne w betonie

$\sigma_{s,max}$ - naprężenia w stali

Dane:

n =	6.4	n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu
M =	456.91 kNm	
V =	6726.71 kN	512.3939
h_{kp} =	1.20 m	grubość korpusu przyczółka
b_{kp} =	10.94 m	szerokość korpusu przyczółka
ρ_{min} =	0.0158 m2	minimalny stopień zbrojenia
a =	0.050 m	otulina zbrojenia głównego
r =	0.016 m	promień prętów zbrojenia głównego
as =	0.0008 m2	pole jednego pręta
d =	1.134 m	wysokość użyteczna przekroju
k =	109.4 szt./b	ilość prętów na szerokości przekroju
As =	0.0880 m2	pole stali
As > ρ_{min} ?	0.0158 m2	
Es =	205000 MPa	moduł sprężystości stali
Ec =	32000 MPa	moduł sprężystości betonu
n = Es/Ec =	6.4	
fyk =	500000 kPa	umowna granica plastyczności stali
fyd =	434783 kPa	obliczeniowa wytrzymałość stali
fck =	30000 kPa	charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu
acc =	0.8	
γ_c =	1.5	
fcd =	16000 kPa	C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$$x = n As/b \{ [1+2 b d/(n As)]^{0.5} - 1 \}$$

$$x = 0.66 \text{ m}$$

$$\sigma_{c,max} = 2M/[b x (d - x/3)] + V/(h b) < f_{cd}$$

$$\sigma_{c,max} = 1769 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{s,max} = M/[As(d - x/3)] < f_{yd}$$

$$\sigma_{s,max} = 5691 \text{ kPa}$$

$$\Delta\sigma_c = 11 \% \quad \text{wykorzystanie betonu}$$

$$\Delta\sigma_s = 1 \% \quad \text{wykorzystanie stali}$$

4. Skrzydelko - przypadek pojazd na dojeździe

Ciążar skrzydła

$$V_{1sk} = (QP6 + QP7 + QP8)/L8$$

$$V_{1sk} = 69.97 \text{ kN}$$

Parcie gruntu naziom obciążony

$$M_{s3sk} = 396.188 \text{ kNm}$$

Wymiarowanie ściany korpusu przyczółka

Szukane:

x - wysokość strefy ściskanej betonu

σc.max - naprężenia maksymalne w betonie

σs.max - naprężenia w stali

Dane:

n =	6.4	n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu
M =	396.19 kNm	
V =	69.97 kN	
h _{sk} =	0.50 m	
b _{sk} =	1.00 m	
ρ _{min} =	0.000600 m ²	minimalny stopień zbrojenia
a =	0.050 m	otulina zbrojenia głównego
r =	0.008 m	promień prętów zbrojenia głównego
as =	0.00020106 m ²	pole jednego pręta
d =	0.942 m	wysokość użyteczna przekroju
k =	6.667 szl./b	ilość prętów na szerokości przekroju
As =	0.001340 m ²	pole stali
As > ρ _{min} ?	0.000600 m ²	
Es =	205000 MPa	moduł sprężystości stali
Ec =	32000 MPa	moduł sprężystości betonu
n = Es/Ec =	6.4	
f _{yk} =	500000 kPa	umowna granica plastyczności stali
f _{yd} =	434783 kPa	obliczeniowa wytrzymałość stali
f _{ck} =	30000 kPa	charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu
α _{cc} =	0.8	
γ _c =	1.5	
f _{cd} =	16000 kPa	C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$$x = n As / b \{ [1 + 2 b d / (n As)]^{0.5} - 1 \}$$

$$x = 0.16 \text{ m}$$

$$\sigma_{c,max} = 2M / [b x (d - x/3)] + V / (h b) < f_{cd}$$

$$\sigma_{c,max} = 11060 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{s,max} = M / [As (d - x/3)] < f_{yd}$$

$$\sigma_{s,max} = 333041 \text{ kPa}$$

$$\Delta \sigma_c = 69 \% \quad \text{wykorzystanie betonu}$$

$$\Delta \sigma_s = 77 \% \quad \text{wykorzystanie stali}$$

OBLICZANIE PALI FUNDAMENTOWYCH

Założenia

Obciążenie obliczeniowe Q_r działające wzdłuż pala

$$Q_r \leq mN_t - m_n T_n$$

N_t - obliczeniowa nosność pala wciśkanego, kN,

m - współczynnik korekcyjny w odniesieniu do przyjętej metody obliczeń

$m = 0,9$ dla pali pracujących w grupie; $m = 0,8$ dla dwóch pali, $m = 0,7$ dla jednego pala

m_n - współczynnik korekcyjny tarcia negatywnego dla pala pracującego w grupie

T_n - obliczeniowe obciążenie pala pojedynczego tarcie negatywne od odkształcalnych gruntów słabonośnych

$$N_t = N_p + N_s = m_2 [s_p \cdot a_1 \cdot q^{(r)} \cdot A_p + m_1 \cdot \sum a_2 \cdot s_{si} \cdot t_i^{(r)} \cdot A_{si}]$$

N_p - opór podstawy pala, kN,

N_s - opór pobocznic pala wciśkanego, kN,

A_p - pole przekroju poprzecznego podstawy pala, m²,

A_{si} - pole pobocznic pala zagłębionego w gruncie, w rozpatrywanej warstwie, m²,

m_1 - współczynnik redukcyjny uwzględniający pracę pali w grupie

$m_2 \geq 1$ - współczynnik korekcyjny nosności pali wbijanych

$q^{(r)}$ - jednostkowa, obliczeniowa wytrzymałość gruntu pod podstawą pala, kPa,

$t_i^{(r)}$ - jednostkowa, obliczeniowa wytrzymałość gruntu wzdłuż pobocznic pala, w obrębie rozpatrywanej warstwy, kPa,

s_p, s_{si} - wsp. technologiczne zależne od rodzaju pala, rodzaju i stanu gruntu

a_1, a_2 - wsp. redukcyjne pali otwartych

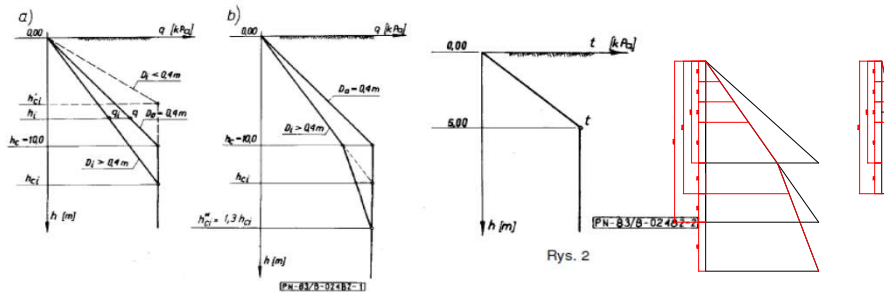
D - średnica trzonu pala lub szerokość jego boku, m,

D_p - średnica podstawy pala, m,

Głębokość krytyczna

W PN-B-02482:1983 przyjęto, że głębokość krytyczna dla oporu pod podstawą $h_c = 10$ m i odnosi się do wyjściowej średnicy $D_o = 0,4$ m

Przy głębokościach mniejszych niż h_c wartości q można interpolować liniowo.



Fys. 2

$$\text{dla } h < h_c, q_i = q \cdot (D_o/D_i)^{0.5} \quad (6)$$

$$h_{ci} = h_c \cdot (D_i/D_o)^{0.5} \quad (7)$$

Dla pali wierconych, głębokość krytyczną określoną powyższym wzorem (7) należy zwiększyć o 30%.

Wytrzymałość gruntu pod podstawą pala należy interpolować zgodnie z rys. 1b), przyjmując dla $h \leq h_c = 10$ m zależność (6)

Dla pozostałych gruntów (wymienionych w tabl. 1) wartości q nie zależą od średnicy pala i po przekroczeniu głębokości krytycznej 10 m

Di = 1.0 m
Do = 0.4 m
hc = 10.0 m
hci = 15.8 m
1,3*hci = 20.6 m

Wytrzymałość obliczeniowa gruntu $q(r)$ wyznaczamy ze wzoru

$q^{(r)} = \gamma_m q = 0,9q$ q - jednostkowa, graniczna wytrzymałość gruntu pod podstawą pala, kPa,

Wytrzymałość gruntu wzdłuż pobocznic $t(r)$

$t^{(r)} = \gamma_m t = 0,9t$ t - jednostkowa, graniczna wytrzymałość gruntu wzdłuż pobocznic pala, kPa,

Uwarstwienie gruntu podłoża

1. Głina (tpl),

I_L = 0.25
g_{zg} = 0.00 m
g_{zd} = 2.00 m
q₁ = 1400.00 kPa
q_{r1} = 73.08 kPa
t₁ = 38.00 kPa
t_{r1} = 6.84 kPa
S_s = 0.9
S_w = 0.6

2. Głina piaszcz. (tpl),

I_L = 0.20
g_{zg} = 2.00 m
g_{zd} = 4.00 m
q₂ = 1510.00 kPa
q_{r2} = 258.21 kPa
t₂ = 40.00 kPa
t_{r2} = 21.60 kPa
S_s = 0.9
S_w = 0.6

3. Piasek drobny,

I_D = 0.35
g_{zg} = 4.00 m
g_{zd} = 6.00 m
q₃ = 2235.00 kPa
q_{r3} = 633.62 kPa
t₃ = 49.00 kPa
t_{r3} = 41.90 kPa
S_s = 0.9
S_w = 0.7

4. Piasek średni,

I_D = 0.55
g_{zg} = 6.00 m
g_{zd} = 10.00 m
q₄ = 3088.00 kPa
q_{r4} = 1403.50 kPa
t₄ = 64.00 kPa
t_{r4} = 57.60 kPa
S_s = 0.9

$S_w = 0.7$
 5. Piasek średni,
 $I_D = 0.55$
 $g_{zg} = 10.00 \text{ m}$
 $g_{zd} = 13.00 \text{ m}$
 $q_4 = 3088.00 \text{ kPa}$
 $q_{r4} = 1903.75 \text{ kPa}$
 $t_4 = 64.00 \text{ kPa}$
 $t_{r4} = 57.60 \text{ kPa}$
 $S_p = 1$
 $S_s = 0.9$
 $S_w = 0.7$
 Średnica podstawy pala
 $D = 1 \text{ m}$
 $A_p = 0.79 \text{ m}^2$
 $Obpala = 3.14 \text{ m}$
 $Lpala = 10.00 \text{ m}$
 $h_1 = 0.80 \text{ m}$
 $h_2 = 2.00 \text{ m}$
 $h_3 = 2.00 \text{ m}$
 $h_4 = 4.00 \text{ m}$
 $h_5 = 1.20 \text{ m}$

$N_t = N_p + N_s = S_p \cdot q(r) \cdot A_p + \sum S_{si}(r) \cdot A_{si}$
 $N_t = 2716.60 \text{ kN}$

$N_w = \sum S_{si}(r) \cdot A_{si}$
 $N_w = 934.69 \text{ kN}$

Obliczanie nośności grupy pali obciążonych siłą pionową według stanów granicznych nośności

Pale wciskane
 $R = D/2 + h \cdot \text{tga}$
 $r = 2.20 \text{ m}$
 $h = 11.00 \text{ m}$
 $D = 1.00 \text{ m}$
 $\text{tga}1 = 0.07$
 $\text{tga}2 = 0.11$
 $R = 1.41 \text{ m}$
 $r/R = 1.56$
 $m_1 = 0.925$
 $N_t = S_p \cdot q(r) \cdot A_p + m_1 \sum S_{si}(r) \cdot A_{si}$
 $N_t = 2625.00 \text{ kN}$

Pale wyciągane
 $R = D/2 + h \cdot 0.1$
 $r = 2.20 \text{ m}$
 $h = 11.00 \text{ m}$
 $D = 1.00 \text{ m}$
 $R = 1.6 \text{ m}$
 $r/R = 1.375$
 $m_1' = 0.89$
 $N_w = m_1' \sum S_{si}(r) \cdot A_{si}$
 $N_w = 831.87 \text{ kN}$

Obciążenia pali

Wyznaczenie sił w palach

Wymiary fundamentu

bx = 4
 hy = 13
 Liczba pali
 np. = 12
 2 rzędy pali
 6 sztuk w rzędzie

Wzór na siłę w pojedynczym palu

$$N_i = F^* \sigma_i = \Sigma V/n + M_y^* x_i / \Sigma x_i^2$$

V1 = 1432.80 kN
 M1 = -585.00 kNm
 V2 = 150.00 kN
 M2 = 0.00 kNm
 V3 = 1464.16 kN
 M3 = -1244.54 kNm
 V4 = 31.76 kN
 M4 = -22.23 kNm
 V5 = 217.13 kN
 M5 = -727.37 kNm
 V6 = 534.00 kN
 M6 = -1788.90 kNm
 V7 = 177.54 kN
 M7 = -500.66 kNm
 V8 = 154.75 kN
 M8 = -193.44 kNm
 Vun = 5018.00 kN
 Mun = 0.00 kNm
 Mgr = 324.90 kNm
 MH = -3180.49 kNm

$$J = \Sigma J_{pi}$$

$$J_{pi} = J_o + f_i^* x_i^2$$

$$J_o = \pi * d^4 / 64$$

d = 1 m
 fi = 0.79 m²
 Jo = 0.05 m⁴
 x1 = -0.95 m
 x2 = 1.85 m
 y1 = 1.10 m
 y2 = 3.30 m
 y3 = 5.50 m
 Jp1 = 0.76 m⁴
 Jp2 = 0.76 m⁴
 Jp3 = 0.76 m⁴
 Jp4 = 0.76 m⁴
 Jp5 = 0.76 m⁴
 Jp6 = 0.76 m⁴
 Jp7 = 2.74 m⁴
 Jp8 = 2.74 m⁴
 Jp9 = 2.74 m⁴
 Jp10 = 2.74 m⁴
 Jp11 = 2.74 m⁴
 Jp12 = 2.74 m⁴

$$J = 20.97 \text{ m}^4$$

$$N_i = F^* \sigma_i = \Sigma V/n + M_y^* x_i / \Sigma x_i^2$$

$\Sigma V =$	12393.18 kN	v	12375		
n =	12	m	8762		
$M_y =$	-10688.93 kNm	x1	-0.95	6	5.415
$\Sigma x_i^2 =$	25.95 m ²	x2	1.85	6	20.535
x1 =	-0.95 m				25.95
x2 =	1.85 m				0.071291
				1	1352.017
				2	1655.901
$N_{1r2} =$	1424.08 kN				
$N_{2r2} =$	1794.79 kN				

Wyznaczenie sił dla najbardziej obciążonego pala wciskanego

$N_{t,obl,max} = 1794.8 \text{ kN} < N_t = 2625.0$

Wyznaczenie sił dla najbardziej obciążonego pala wyciąganego

$N_{w,obl,max} = \text{kN} < N_w = 831.9$

