

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SamplePadFooting.axs

2021. 03. 28.

1. oldal

Pontalap tervezése

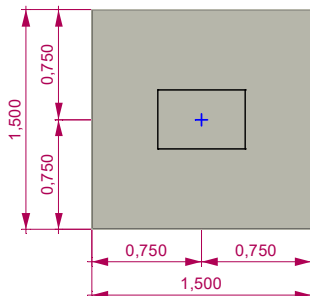
Szabvány: Eurocode

1. Talajjellemzők

Név	Leírás	Felső szint z_i [m]	Vastagság h_i [m]	Sűrűség ρ_s [kg/m ³]	Súrlódási szög φ [°]	Kohézió c [KPa]	A talajréteg összenyomódási modulusa E_s [KPa]
CSL	Laza, száraz homok	0	0,3	1700	32,00	–	20000
BST	Tömör, száraz, homokos kavics	-0,3	1,3	2100	38,00	–	1*10 ⁵
CST	Tömör, száraz homok	-1,6	20	2000	35,00	–	70000

2. Alaptest

2.1. Alaptest-tervezés paraméterei

Geometria:**Anyagok**

Beton: C16/20

$$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$$

$$\text{Sűrűség: } \rho_C = 2200 \text{ kg/m}^3$$

Vasbeton:

$$\text{Sűrűség: } \rho_{RC} = 2500 \text{ kg/m}^3$$

Betonacél

Hosszvasalás: B500A

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

Átszúródási vasalás: B500A

$$f_{ywk} = 500 \text{ MPa}$$

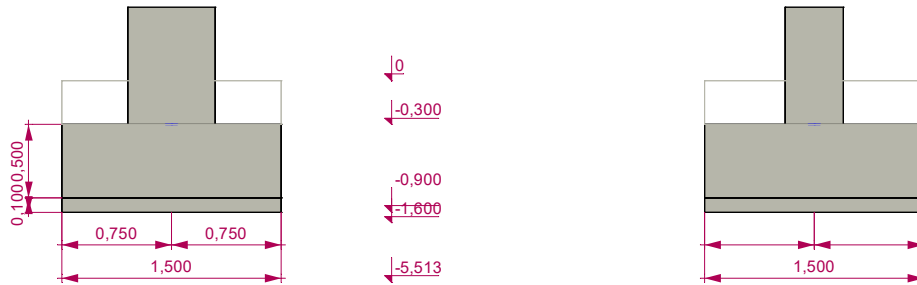
PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SamplePadFooting.axs

2021. 03. 28.

2. oldal



Takarási mélység: $D = 0,9$ m

Az anyagok térfogatsúlyának karakterisztikus értéke:

$$\text{Beton: } \gamma_{C,k} = \rho_C \cdot g \cdot 10^{-3} = 2200 \cdot 9,810 \cdot 10^{-3} = 21,582 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Vasbeton: } \gamma_{RC,k} = \rho_{RC} \cdot g \cdot 10^{-3} = 2500 \cdot 9,810 \cdot 10^{-3} = 24,525 \text{ kN/m}^3$$

2.2. Alaptest

Pontalap szélessége: $B = 1,5$ m

Pontalap hossza: $L = 1,5$ m

Lemezvastagság $h = 0,5$ m

Az alapfelület hajlása: $\alpha = 0^\circ$

Az alaptest térfogata: $V_f = 1,125 \text{ m}^3$

Az alaptest súlyának karakterisztikus értéke: $G_{f,k} = V_f \cdot \gamma_{RC,k} = 1,125 \cdot 24,525 = 27,591 \text{ kN} (\downarrow)$

2.3. A szerelőbeton

A szerelőbeton vastagsága: $h_b = 0,1$ m

A szerelőbeton súlyának karakterisztikus értéke: $G_{b,k} = B \cdot L \cdot h_b \cdot \gamma_{C,k} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,1 \cdot 21,582 = 4,8559 \text{ kN} (\downarrow)$

2.4. Visszatöltés

Anyag: Laza, száraz, finom homok (ESL)

A visszatöltés sűrűsége: $\rho_{bf} = 1500 \text{ kg/m}^3$

A visszatöltés térfogatsúlya: $\gamma_{bf,k} = \rho_{bf} \cdot g \cdot 10^{-3} = 1500 \cdot 9,810 \cdot 10^{-3} = 14,715 \text{ kN/m}^3$

A visszatöltés térfogata: $V_{bf} = 0,603 \text{ m}^3$

A visszatöltés súlyának karakterisztikus értéke: $G_{bf,k} = V_{bf} \cdot \gamma_{bf,k} = 0,603 \cdot 14,715 = 8,8731 \text{ kN} (\downarrow)$

3. A talajtörési ellenállás vizsgálata

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

3. oldal

1. tervezési módszer 1. kombináció : {A1 "+" M1 "+" R1}
1. tervezési módszer 2. kombináció : {A2 "+" M2 "+" R1} (Mértékadó)
 2. tervezési módszer: {A1 "+" M1 "+" R2}
 3. tervezési módszer: {A2 "+" M2 "+" R3} [EN-1997-1 A melléklet](#)

Parciális tényezők			
A2	Tartós, kedvezőtlen hatások	$\gamma_{G,unfav}$	1
	Tartós, kedvező hatások	$\gamma_{G,fav}$	1
	Változó, kedvezőtlen hatások	$\gamma_{Q,unfav}$	1,3
	Változó, kedvező hatások	$\gamma_{Q,fav}$	0
M2	Hatékony súrlódási szög	γ_{φ}	1,25
	Hatékony kohézió	γ_c	1,25
	Drénezetlen nyírószilárdság	γ_{cu}	1,4
	Egyirányú nyomószilárdság	γ_{qu}	1,4
	Térfogatsúly	γ_{γ}	1
R1	Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R,v}$	1
	Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R,h}$	1
	Földnyomási erők	$\gamma_{R,e}$	1

3.1. Az alapsík alatti talaj paramétereinek tervezési értékeA talajréteg sűrűsége: $\rho_s = 2100 \text{ kg/m}^3$

Térfogatsúly:

$$\gamma' = \rho_s \cdot g \cdot \gamma \cdot 10^{-3} = 2100 \cdot 9,810 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 20,601 \text{ kN/m}^3$$

Súrlódási szög $\varphi'_k = 38,00^\circ$

Hatékony súrlódási szög:

$$\varphi' = \text{Arc tg} \frac{\tan \varphi'_k}{\gamma_{\varphi}} = \text{Arc tg} \frac{\tan 38,00^\circ}{1,25} = 32,01^\circ$$

Kohézió: $c'_k = 0 \text{ KPa}$ Hatékony kohézió: $c' = \frac{c'_k}{\gamma_c} = \frac{0}{1,25} = 0 \text{ KPa}$ A kritikus állapothoz tartozó súrlódási szög: $\varphi_{cv} = 32,00^\circ$

A hatékony takarási nyomás karakterisztikus értéke az alapsík szintjén:

$$q'_k = g \cdot \sum \rho_{s,i} \cdot h_{s,i}$$

$$q'_k = g \cdot (\rho_{s,1} \cdot h_{s,1} + \rho_{s,2} \cdot h_{s,2}) \cdot 10^{-3} = 9,810 \cdot (1700 \cdot 0,5_{s,1} + 2100 \cdot 0,6) \cdot 10^{-3} = 17,364 \text{ KPa}$$

3.2. A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Csomóponti támaszerők

Tehereset: [ST1+ST2+ST5+ST6] {1,3*ST3} (A2(a,b))

1 csomóponti támasz

$$F_x = 40 \text{ kN}$$

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

4. oldal

$$F_y = 10 \text{ kN}$$

$$F_z = -980 \text{ kN}$$

$$M_x = -20 \text{ kNm}$$

$$M_y = 160 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-980) = 980 \text{ kN}$$

3.3. A terhek tervezési értéke az alapsík szintjén

$$H_{dx} = F_x = 40 \text{ kN}$$

$$H_{dy} = F_y = 10 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{f,k} + G_{b,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,unfav} = 980 + (27,591 + 4,8559 + 8,8731) \cdot 1 = 1021,3 \text{ kN}$$

A függőleges teher (V_d) külpontossága az alapfelület középpontjához képest

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fx} + G_{bf,k} \cdot e_{bfx}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{980 \cdot 0 + 160 + 40 \cdot (0,1 + 0,5) + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{1021,3} = 0,18 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fy} + G_{bf,k} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{980 \cdot 0 - (-20) + 10 \cdot (0,1 + 0,5) + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{1021,3} = 0,025 \text{ m}$$

Az alap hatékony szélessége:

$$B' = b_x - |e_x| \cdot 2 = 1,5 - |0,18| \cdot 2 = 1,14 \text{ m}$$

Az alap hatékony hosszúsága:

$$L' = b_y - |e_y| \cdot 2 = 1,5 - |0,025| \cdot 2 = 1,45 \text{ m}$$

Az alap hatékony területe:

$$A' = B' \cdot L' = 1,14 \cdot 1,45 = 1,653 \text{ m}^2$$

$$q_{E,d} = \frac{V_d}{A'} = \frac{1021,3}{1,653} = 617,86 \text{ KPa}$$

$$H_B = 40 \text{ kN}$$

$$H_L = 10 \text{ kN}$$

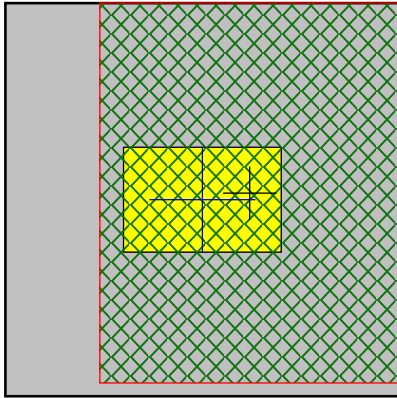
PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

5. oldal



A hatékony takarási nyomás tervezési értéke az alapsík szintjén:

$$q' = \gamma_y \cdot q'_k = 1 \cdot 17,364 = 17,364 \text{ KPa}$$

3.4. Drénezett viszonyok

Dimenziótlan tényezők a számításhoz EN-1997-1 D melléklet D.4

A talajtörési ellenállás tényezői:

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg} \varphi'} \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) = e^{3,1416 \cdot \text{tg} 32,01^\circ} \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{32,01^\circ}{2} \right) = 23,195$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg} \varphi' = 2 \cdot (23,195 - 1) \cdot \text{tg} 32,01^\circ = 27,745$$

$$N_c = \frac{(N_q - 1)}{\text{tg} \varphi'} = \frac{(23,195 - 1)}{\text{tg} 32,01^\circ} = 35,51$$

Az alap alakai tényezői:

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot \frac{B'}{L'} = 1 - 0,3 \cdot \frac{1,14}{1,45} = 0,76414$$

$$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin \varphi' = 1 + \frac{1,14}{1,45} \cdot \sin 32,01^\circ = 1,4167$$

$$s_c = \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1,4167 \cdot 23,195 - 1}{23,195 - 1} = 1,4355$$

Az alapfelület lejtésének tényezői:

$$\alpha = 0^\circ$$

$$b_\gamma = 1$$

$$b_q = b_\gamma = 1$$

$$b_c = 1$$

A teher ferdeségének tényezői:

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

6. oldal

$$m_B = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} = \frac{2 + \frac{1,14}{1,45}}{1 + \frac{1,14}{1,45}} = 1,5598$$

$$m_L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} = \frac{2 + \frac{1,45}{1,14}}{1 + \frac{1,45}{1,14}} = 1,4402$$

$$m = m_B \cdot \left(\frac{H_B}{H}\right)^2 + m_L \cdot \left(\frac{H_L}{H}\right)^2 = 1,5598 \cdot \left(\frac{40}{41,231}\right)^2 + 1,4402 \cdot \left(\frac{10}{41,231}\right)^2 = 1,5528$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V_d + A' \cdot c' \cdot \cotg \varphi'}\right]^{(m+1)} = \left[1 - \frac{41,231}{1021,3 + 1,653 \cdot 0 \cdot \cotg 32,01^\circ}\right]^{(1,5528+1)} = 0,90015$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V_d + A' \cdot c' \cdot \cotg \varphi'}\right]^m = \left[1 - \frac{41,231}{1021,3 + 1,653 \cdot 0 \cdot \cotg 32,01^\circ}\right]^{1,5528} = 0,93802$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \operatorname{tg} \varphi'} = 0,93802 - \frac{1 - 0,93802}{35,51 \cdot \operatorname{tg} 32,01^\circ} = 0,93522$$

Szorzók		Kohézió c	Önsúly γ	Talajnyomás q
A talajtörési ellenállás tényezői	N	35,51	27,745	23,195
Az alap alaki tényezői	s	1,4355	0,76414	1,4167
Az alapfelület lejtésének tényezői	b	1	1	1
A teher ferdeségének tényezői	i	0,93522	0,90015	0,93802

Talajtörési ellenállás:

$$R_{d,V} = \frac{c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot b_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot b_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot A'}{\gamma_{R,v}} =$$

$$= \frac{0 \cdot 35,51 \cdot 1,4355 \cdot 1 \cdot 0,93522 + 17,364 \cdot 23,195 \cdot 1,4167 \cdot 1 \cdot 0,93802 + 0,5 \cdot 20,601 \cdot 1,14 \cdot 27,745 \cdot 1 \cdot 0,76414 \cdot 0,90015}{1} \cdot 1,653 =$$

$$= 1255,1 \text{ kN}$$

Kihasznátság talajtörésre:

$$\Lambda_{R,v} = \frac{V_d}{R_{d,V}} = \frac{1021,3}{1255,1} = 0,814 < \Lambda_{R,v,lim} = 1,000 \text{ megfelel}$$

3.5. Az altalaj rétegzettségének hatásaAz alaptest alatti teherszétterjedés meredeksége: **1 : 1** ($\cot \beta = 1$)**Az alapozási sík alatti talajrétegek**

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

7. oldal

Talajrétegek					Alaptest							
	Név	z_i [m]	h_i [m]	γ_i [kN/m ³]	B'_i [m]	L'_i [m]	A'_i [m ²]	q'_i [KPa]	$q_{Ed,i}$ [KPa]	R/A'_i [KPa]	$\Lambda_{R,v,i}$	✓ ✗
2.	BST	-0,9	0,7	20,601	1,14	1,45	1,653	17,364	617,86	759,3	0,81373	✓
3.	CST	-1,6	20	19,62	2,54	2,85	7,239	17,364	141,09	704,19	0,20035	✓

ahol:

$$B'_i = B' \cdot 2 \cdot \frac{1}{\cot \beta} \cdot (|z_i| - D)$$

$$L'_i = L' + 2 \cdot \frac{1}{\cot \beta} \cdot (|z_i| - D)$$

$$A'_i = B'_i \cdot L'_i$$

$$B' = 1,14 \text{ m}$$

$$L' = 1,45 \text{ m}$$

$$D = 0,9 \text{ m}$$

$$q_{Ed,i} = \frac{V_d}{A'_i} + (q'_i - q')$$

$$R/A'_i = \frac{c'_i \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q'_i \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_i \cdot B'_i \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma}{\gamma_{R,v}}$$

Kihasznátság talajtörésre:

$$\Lambda_{R,v,max} = 0,20035 < \Lambda_{R,v,lim} = 1,000 \text{ megfelel}$$

4. Külpontosság ellenőrzéseA határkülpontossági faktor: $\gamma_{ecc,lim} = 0,33$

F_x F_y [kN]	F_z [kN]	M_x M_y [kNm]	V_d [kN]	e_x e_y [m]	γ_{ecc}	✓ ✗	Tehereset
31,5 13,5	-1170	-29,25 139,5	1211,3	0,131 0,031	0,089745	✓	[1,35*ST1+1,35*ST2+0,9*ST5+0,9*ST6]
45 10	-845	-19,5 177	886,32	0,23 0,029	0,15455	✓	[ST1+ST2+1,1*ST5+1,1*ST6]
31,5 13,5	-1275	-29,25 139,5	1316,3	0,12 0,028	0,082149	✓	[1,35*ST1+1,35*ST2+0,9*ST5 +0,9*ST6] {0,7*1,5*ST3}
41,5 13,5	-1160	-28,25 173,5	1201,3	0,165 0,03	0,1118	✓	[1,35*ST1+1,35*ST2+1,1*ST5+1,1*ST6]
35 10	-855	-20,5 143	896,32	0,183 0,03	0,12363	✓	[ST1+ST2+0,9*ST5+0,9*ST6]
45 10	-770	-19,5 177	811,32	0,251 0,031	0,1686	✓	[ST1+ST2+1,1*1*ST5+1,1*1*ST6] {1,5*ST4}
40 10	-850	-20 160	891,32	0,206 0,029	0,13869	✓	[ST1+ST2+ST5+ST6]
40 10	-980	-20 160	1021,3	0,18 0,025	0,12115	✓	[ST1+ST2+ST5+ST6] {1,3*ST3}
40 10	-785	-20 160	826,32	0,223 0,031	0,1501	✓	[ST1+ST2+ST5+ST6] {1,3*ST4}

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

8. oldal

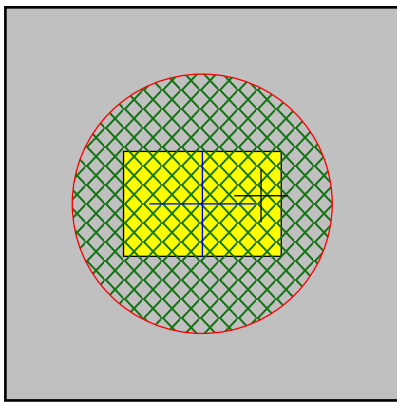
ahol:

$$V_d = -F_z + (G_{f,k} + G_{b,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,unfav}$$

$$\gamma_{ecc} = \sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2} \quad \text{Az excentricitás tartalmazza a vízszintes terhekből az alapsíkon keletkező nyomatékot is}$$

$\gamma_{G,unfav}$: Az alaptest súlyának parciális tényezője

$$\gamma_{ecc,max} = 0,1686 \leq \gamma_{ecc,lim} = 0,33 \quad \text{megfelel!}$$

**5. Helyzeti állékonyság vizsgálata**

$$\gamma_{G,dst} = 1,1$$

$$\gamma_{G,stb} = 0,9$$

Az alaptest súlyának tervezési értéke: $G_{f,d} = G_{f,k} \cdot \gamma_{G,stb} = 27,591 \cdot 0,9 = 24,832 \text{ kN} (\downarrow)$

A szerelőbeton súlyának tervezési értéke: $G_{b,d} = G_{b,k} \cdot \gamma_{G,stb} = 4,8559 \cdot 0,9 = 4,3704 \text{ kN} (\downarrow)$

A visszatöltés súlyának tervezési értéke: $G_{bf,d} = G_{bf,k} \cdot \gamma_{G,stb} = 8,8731 \cdot 0,9 = 7,9858 \text{ kN} (\downarrow)$

A felborulás forgástengelyének távolsága az alaptest szélétől az alaptest méretének arányában: $\gamma_{\omega} = 0,1$

A felborulás forgástengelyének távolsága az alaptest közepétől

$$e_{EQUx} = \frac{b_x \cdot (1 - \gamma_{\omega})}{2} = \frac{1,5 \cdot (1 - 0,1)}{2} = 0,675 \text{ m}$$

$$e_{EQUy} = \frac{b_y \cdot (1 - \gamma_{\omega})}{2} = \frac{1,5 \cdot (1 - 0,1)}{2} = 0,675 \text{ m}$$

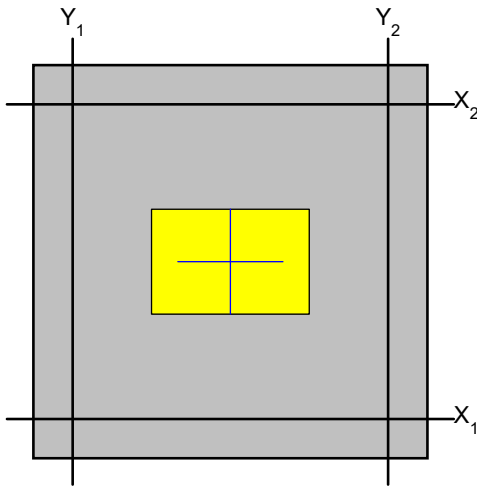
PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

9. oldal

**5.1. Vizsgálat a x_1 tengely körüli elfordulásra**Tehereset: **[0,9*ST1+0,9*ST2+1,1*ST5+1,1*ST6] {1,5*ST4}** (EQU)

A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Csomóponti támaszerők

$$F_x = 46 \text{ kN}$$

$$F_y = 9 \text{ kN}$$

$$F_z = -680 \text{ kN}$$

$$M_x = -17 \text{ kNm}$$

$$M_y = 178 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-680) = 680 \text{ kN} (\downarrow)$$

Stabilizáló nyomaték

$$M_{x1,stab} = M_x + (-V) \cdot e_{EQUy} + (-G_{fd}) \cdot e_{EQUy} + (-G_{b,d}) \cdot e_{EQUy} + (-G_{bf,d}) \cdot e_{EQUy} =$$

$$= (-17) + (-680) \cdot 0,675 + (-24,832) \cdot 0,675 + (-4,3704) \cdot 0,675 + (-7,9858) \cdot 0,675 = -501,1 \text{ kNm}$$

Destabilizáló nyomaték

$$M_{x1,dst} = F_y \cdot h = 9 \cdot 0,5 = 4,5 \text{ kNm}$$

Kihasznátság helyzeti állékonyságra

$$\Lambda_{EQU,x1} = \left| \frac{M_{x1,dst}}{M_{x1,stab}} \right| = \left| \frac{4,5}{(-501,1)} \right| = 0,0089802 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \text{megfelel!}$$

5.2. Vizsgálat a x_2 tengely körüli elfordulásraTehereset: **[0,9*ST1+0,9*ST2+1,1*ST5+1,1*ST6] {1,5*ST4}** (EQU)

A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Csomóponti támaszerők

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

10. oldal

$$F_x = 46 \text{ kN}$$

$$F_y = 9 \text{ kN}$$

$$F_z = -680 \text{ kN}$$

$$M_x = -17 \text{ kNm}$$

$$M_y = 178 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-680) = 680 \text{ kN} (\downarrow)$$

Stabilizáló nyomaték

$$M_{x2,stab} = F_y \cdot h + (-V) \cdot (-e_{EQUy}) + (-G_{f,d}) \cdot (-e_{EQUy}) + (-G_{b,d}) \cdot (-e_{EQUy}) + (-G_{bf,d}) \cdot (-e_{EQUy}) =$$

$$= 9 \cdot 0,5 + (-680) \cdot (-0,675) + (-24,832) \cdot (-0,675) + (-4,3704) \cdot (-0,675) + (-7,9858) \cdot (-0,675) = 488,6 \text{ kNm}$$

Destabilizáló nyomaték

$$M_{x2,dst} = M_x = (-17) = -17 \text{ kNm}$$

Kihasznátság helyzeti állékonyságra

$$\Lambda_{EQU,x2} = \left| \frac{M_{x2,dst}}{M_{x2,stab}} \right| = \left| \frac{(-17)}{488,6} \right| = 0,034793 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \text{megfelel!}$$

5.3. Vizsgálat a y_1 tengely körüli elfordulásra

Tehereset: [1,1*ST1+1,1*ST2+0,9*ST5+0,9*ST6] (EQU)

A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Csomóponti támaszerők

$$F_x = 34 \text{ kN}$$

$$F_y = 11 \text{ kN}$$

$$F_z = -945 \text{ kN}$$

$$M_x = -23 \text{ kNm}$$

$$M_y = 142 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-945) = 945 \text{ kN} (\downarrow)$$

Stabilizáló nyomaték

$$M_{y1,stab} = M_y + F_x \cdot h + V \cdot e_{EQUx} + G_{f,d} \cdot e_{EQUx} + G_{b,d} \cdot e_{EQUx} + G_{bf,d} \cdot e_{EQUx} =$$

$$= 142 + 34 \cdot 0,5 + 945 \cdot 0,675 + 24,832 \cdot 0,675 + 4,3704 \cdot 0,675 + 7,9858 \cdot 0,675 = 821,98 \text{ kNm}$$

Destabilizáló nyomaték

$$M_{y1,dst} = 0 \text{ kNm}$$

Kihasznátság helyzeti állékonyságra

$$\Lambda_{EQU,y1} = \left| \frac{M_{y1,dst}}{M_{y1,stab}} \right| = \left| \frac{0}{821,98} \right| = 0 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \text{megfelel!}$$

5.4. Vizsgálat a y_2 tengely körüli elfordulásra

Tehereset: [0,9*ST1+0,9*ST2+1,1*ST5+1,1*ST6] {1,5*ST4} (EQU)

A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Csomóponti támaszerők

$$F_x = 46 \text{ kN}$$

$$F_y = 9 \text{ kN}$$

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

11. oldal

$$F_z = -680 \text{ kN}$$

$$M_x = -17 \text{ kNm}$$

$$M_y = 178 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-680) = 680 \text{ kN} (\downarrow)$$

Stabilizáló nyomaték

$$M_{y2,stab} = V \cdot (-e_{EQUx}) + G_{f,d} \cdot (-e_{EQUx}) + G_{b,d} \cdot (-e_{EQUx}) + G_{bf,d} \cdot (-e_{EQUx}) =$$

$$= 680 \cdot (-0,675) + 24,832 \cdot (-0,675) + 4,3704 \cdot (-0,675) + 7,9858 \cdot (-0,675) = -484,1 \text{ kNm}$$

Destabilizáló nyomaték

$$M_{y2,dst} = M_y + F_x \cdot h = 178 + 46 \cdot 0,5 = 201 \text{ kNm}$$

Kihasznátság helyzeti állékonyságra

$$\Lambda_{EQU,y2} = \left| \frac{M_{y2,dst}}{M_{y2,stab}} \right| = \left| \frac{201}{(-484,1)} \right| = 0,4152 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \text{megfelel!}$$

Kihasznátság helyzeti állékonyságra

$$\Lambda_{EQU,max} = 0,415 \leq \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \text{megfelel!}$$

6. Elcsúszás vizsgálata**6.1. Az alap elcsúszása a talajon**

1. tervezési módszer 1. kombináció : {A1 "+" M1 "+" R1}

1. tervezési módszer 2. kombináció : {A2 "+" M2 "+" R1} (Mértékadó)

2. tervezési módszer: {A1 "+" M1 "+" R2}

3. tervezési módszer: {A2 "+" M2 "+" R3} [EN-1997-1 A melléklet](#)

Parciális tényezők			
A2	Tartós, kedvezőtlen hatások	$\gamma_{G,unfav}$	1
	Tartós, kedvező hatások	$\gamma_{G,fav}$	1
	Változó, kedvezőtlen hatások	$\gamma_{Q,unfav}$	1,3
	Változó, kedvező hatások	$\gamma_{Q,fav}$	0
M2	Hatékony súrlódási szög	γ_{ϕ}	1,25
	Hatékony kohézió	γ_c	1,25
	Drénezetlen nyírószilárdság	γ_{cu}	1,4
	Egyirányú nyomószilárdság	γ_{qu}	1,4
	Térfogatsúly	γ_{γ}	1
R1	Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R,v}$	1
	Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R,h}$	1
	Földnyomási erők	$\gamma_{R,e}$	1

6.1.1. Az alapsík alatti talaj paramétereinek tervezési értéke

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

12. oldal

A talajréteg sűrűsége: $\rho_s = 2100 \text{ kg/m}^3$

Térfogatsúly:

$$\gamma' = \rho_s \cdot g \cdot \gamma \cdot 10^{-3} = 2100 \cdot 9,810 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 20,601 \text{ kN/m}^3$$

Súrlódási szög $\varphi'_k = 38,00^\circ$

Hatékony súrlódási szög:

$$\varphi' = \text{Arc tg} \frac{\tan \varphi'_k}{\gamma_\phi} = \text{Arc tg} \frac{\tan 38,00^\circ}{1,25} = 32,01^\circ$$

Kohézió: $c'_k = 0 \text{ KPa}$ Hatékony kohézió: $c' = \frac{c'_k}{\gamma_c} = \frac{0}{1,25} = 0 \text{ KPa}$ A kritikus állapothoz tartozó súrlódási szög: $\varphi_{cv} = 32,00^\circ$

6.1.2. A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Csomóponti támaszerők

Tehereset: [ST1+ST2+ST5+ST6] {1,3*ST4} (A2(a,b))

1 csomóponti támasz

$$F_x = 40 \text{ kN}$$

$$F_y = 10 \text{ kN}$$

$$F_z = -785 \text{ kN}$$

$$M_x = -20 \text{ kNm}$$

$$M_y = 160 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-785) = 785 \text{ kN}$$

6.1.3. A terhek tervezési értéke az alapsík szintjén

$$H_{dx} = F_x = 40 \text{ kN}$$

$$H_{dy} = F_y = 10 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{f,k} + G_{b,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,unfav} = 785 + (27,591 + 4,8559 + 8,8731) \cdot 1 = 826,32 \text{ kN}$$

A függőleges teher (V_d) külpontossága az alapfelület középpontjához képest

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fx} + G_{bf,k} \cdot e_{bfx}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{785 \cdot 0 + 160 + 40 \cdot (0,1 + 0,5) + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{826,32} = 0,223 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fy} + G_{bf,k} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{785 \cdot 0 - (-20) + 10 \cdot (0,1 + 0,5) + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{826,32} = 0,031 \text{ m}$$

Az alap hatékony szélessége:

$$B' = b_x - |e_x| \cdot 2 = 1,5 - |0,223| \cdot 2 = 1,054 \text{ m}$$

Az alap hatékony hosszúsága:

$$L' = b_y - |e_y| \cdot 2 = 1,5 - |0,031| \cdot 2 = 1,438 \text{ m}$$

Az alap hatékony területe:

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

13. oldal

$$A' = B' \cdot L' = 1,054 \cdot 1,438 = 1,5157 \text{ m}^2$$

6.1.4. Drénezett csúszási ellenállás

$$\delta_k = \varphi_{cv} = 32,00^\circ$$

A tartószerkezet és a talaj közötti súrlódási szög tervezett értéke:

$$\delta_d = \text{Arc tg} \left(\frac{\text{tg} \delta_k}{\gamma_\varphi} \right) = \text{Arc tg} \left(\frac{\text{tg} 32,00^\circ}{1,25} \right) = 25,60^\circ$$

Elcsúszási ellenállás: [EN-1997-1 6.5.3 \(8\)P \(6.3a\)](#)

$$R_{d,Hs} = V_d \cdot \text{tg} \delta_d = 826,32 \cdot \text{tg} 25,60^\circ = 395,91 \text{ kN}$$

$$\text{Csúszási kihasználtság: } \Lambda_{R,h,s} = \left| \frac{H_d}{R_{d,Hs}} \right| = \left| \frac{41,231_d}{395,91} \right| = 0,104 \leq \Lambda_{R,h,s,lim} = 1,000 \quad \text{megfelel!}$$

6.2. Az alap elcsúszása a szerelőbetonon

1. tervezési módszer 1. kombináció : {A1 "+" M1 "+" R1} (Mértékadó)

1. tervezési módszer 2. kombináció : {A2 "+" M2 "+" R1}

2. tervezési módszer: {A1 "+" M1 "+" R2}

3. tervezési módszer: {A1 "+" M2 "+" R3} [EN-1997-1 A melléklet](#)

Parciális tényezők			
A1	Tartós, kedvezőtlen hatások	$\gamma_{G,unfav}$	1,35
	Tartós, kedvező hatások	$\gamma_{G,fav}$	1
	Változó, kedvezőtlen hatások	$\gamma_{Q,unfav}$	1,5
	Változó, kedvező hatások	$\gamma_{Q,fav}$	0
M1	Hatékony súrlódási szög	γ_φ	1
	Hatékony kohézió	γ_c	1
	Drénezetlen nyírószilárdság	γ_{cu}	1
	Egyirányú nyomószilárdság	γ_{qu}	1
	Térfogatsúly	γ_γ	1
R1	Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R,v}$	1
	Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R,h}$	1
	Földnyomási erők	$\gamma_{R,e}$	1

6.2.1. A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Csomóponti támaszerők

Tehereset: [ST1+ST2+1,1*1*ST5+1,1*1*ST6] {1,5*ST4} (A1(b))

1 csomóponti támasz

$$F_x = 45 \text{ kN}$$

$$F_y = 10 \text{ kN}$$

$$F_z = -770 \text{ kN}$$

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

14. oldal

$$M_x = -19,5 \text{ kNm}$$

$$M_y = 177 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-770) = 770 \text{ kN}$$

6.2.2. A terhek tervezési értéke a szerelőbeton tetején

$$H_{dx} = F_x = 45 \text{ kN}$$

$$H_{dy} = F_y = 10 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{f,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,fav} = 770 + (27,591 + 8,8731) \cdot 1 = 806,46 \text{ kN}$$

A függőleges teher (V_d) külpontossága az alapfelület középpontjához képest

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot h + (G_{f,k} \cdot e_{fx} + G_{bf,k} \cdot e_{bfx}) \cdot \gamma_{G,fav}}{V_d} = \frac{770 \cdot 0 + 177 + 45 \cdot 0,5 + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{806,46} = 0,247 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot h + (G_{f,k} \cdot e_{fy} + G_{bf,k} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{G,fav}}{V_d} = \frac{770 \cdot 0 - (-19,5) + 10 \cdot 0,5 + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{806,46} = 0,03 \text{ m}$$

Az alap hatékony szélessége:

$$B' = b_x - |e_x| \cdot 2 = 1,5 - |0,247| \cdot 2 = 1,006 \text{ m}$$

Az alap hatékony hosszúsága:

$$L' = b_y - |e_y| \cdot 2 = 1,5 - |0,03| \cdot 2 = 1,44 \text{ m}$$

Az alap hatékony területe:

$$A' = B' \cdot L' = 1,006 \cdot 1,44 = 1,4486 \text{ m}^2$$

Súrlódási tényező az alaptest és a szerelőbeton között: $\mu_{cc} = 0,7$ Az elemek közti súrlódás parciális tényezője: $\gamma_\mu = 1$

Elcsúszási ellenállás:

$$R_{d,Hb} = V_d \cdot \frac{\mu_{cc}}{\gamma_\mu} = 806,46 \cdot \frac{0,7}{1} = 564,52 \text{ kN}$$

$$\text{Csúszási kihasználtság: } \Lambda_{R,h,b} = \left| \frac{H_d}{R_{d,Hb}} \right| = \left| \frac{41,231_d}{564,52} \right| = 0,082 \leq \Lambda_{R,h,b,lim} = 1,000 \quad \text{megfelel!}$$

7. Az alaptest szerkezeti vizsgálata

7.1. A vasalás tervezése

$$d_x = h - u_{B,x} = 0,5 - 0,04 = 0,46 \text{ m}$$

$$d_y = h - u_{B,y} = 0,5 - 0,06 = 0,44 \text{ m}$$

Hosszvasalás

	X	Y
Felső	Ø 20 mm ($A_\varnothing = 3,14 \text{ cm}^2$)	Ø 20 mm ($A_\varnothing = 3,14 \text{ cm}^2$)
Alsó	Ø 20 mm ($A_\varnothing = 3,14 \text{ cm}^2$)	Ø 20 mm ($A_\varnothing = 3,14 \text{ cm}^2$)

7.2. Hajlítónyomatéki vasalás tervezése

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

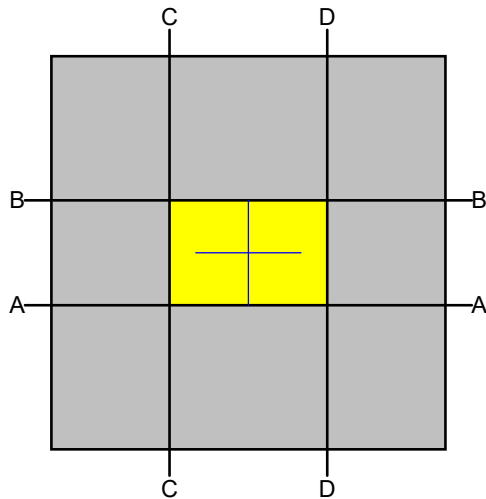
15. oldal

A nyomott zóna magasságát meghatározó tényező:

$$\lambda = 0,8 \quad \text{EN-1992-1-1 3.1.7 (3.19)}$$

A hatékony szilárdságot meghatározó tényező:

$$\eta = 1 \quad \text{EN-1992-1-1 3.1.7 (3.21)}$$



Nyomatékok a vizsgált keresztmetszetekben:

	Vizsgált keresztmetszet	m_d [kNm/m]	Tehereset
1.	A-A	87,457	[1,35*ST1+1,35*ST2+0,9*ST5+0,9*ST6] {0,7*1,5*ST3}
2.	B-B	108,41	[1,35*ST1+1,35*ST2+0,9*ST5+0,9*ST6] {0,7*1,5*ST3}
3.	C-C	16,107	[1,35*ST1+1,35*ST2+0,9*ST5+0,9*ST6] {0,7*1,5*ST3}
4.	D-D	72,572	[1,35*ST1+1,35*ST2+0,9*ST5+0,9*ST6] {0,7*1,5*ST3}

$$f_{ck} = 16 \text{ MPa} \quad \gamma_c = 1,500 \quad f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_s} = 1 \cdot \frac{16}{1,150} = 10,667 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad \gamma_s = 1,150 \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,150} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\xi_0 = \frac{\varepsilon_{cu1}}{\varepsilon_{cu1} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot \lambda = \frac{(-3,500)}{(-3,500) - \frac{434783}{2 \cdot 10^8}} \cdot 0,8 = 0,49349$$

7.2.1. Hosszvasalás tervezése M_y hajlítónyomatékra

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

16. oldal

7.2.1.1. Vizsgálat a megtámasztott elem peremén - C-C és D-D keresztmetszet**Húzott vasalás x irányban**

$$m_d = \text{Max}(m_{dC-C} ; m_{dD-D}) = \text{Max}(16,107 ; 72,572) = 72,572 \text{ kNm/m}$$

$$m_d = 72,572 \text{ kNm/m}$$

$$d = h - u_{Bx} = 0,5 - 0,04 = 0,46 \text{ m}$$

$$d_2 = u_{Tx} = 0,04 \text{ m}$$

$$x_{c0} = d \cdot \xi_0 = 0,46 \cdot 0,49349 = 0,227 \text{ m}$$

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot m_d}{\eta \cdot f_{cd}}} = 0,46 - \sqrt{0,46^2 - \frac{2 \cdot 72,572}{1 \cdot 10667}} = 0,015036 \text{ m} \leq x_{c0} = 0,227 \text{ m}$$

Húzott vaskeresztmetszet:

$$a_{s1,c} = \frac{x_c \cdot b_w \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,015036 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10667}{434783} = 0,00036889 \text{ m}^2/\text{m} = 369 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Minimális vashányad

$$\rho_{l,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \geq 0,0013 = 0,26 \cdot \frac{1,9049}{500} \geq 0,0013 = 0,0013 \quad \text{EN-1992-1-1 9.2.1.1 (1)}$$

Minimális húzott hosszvasalás:

$$a_{s,min} = \rho_{l,min} \cdot d = 0,0013 \cdot 0,46 = 0,000598 \text{ m}^2/\text{m} = 598 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$a_{s1} = \text{Max}(a_{s1,c} ; a_{s,min}) = \text{Max}(369 ; 598) = 598 \text{ mm}^2/\text{m} = 0,000598 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_{\varnothing} = \frac{\varnothing_{Bx}^2}{4} \cdot \pi = \frac{20^2}{4} \cdot 3,1416 = 3,14 \text{ cm}^2 = 0,00031416 \text{ m}^2$$

$$s_{max,slabs} = \text{Min}(2 \cdot h = 2 \cdot 0,5 = 1 ; 0,25) = 0,25 \text{ m} \quad \text{EN-1992-1-1 9.3.1.1 (3)}$$

$$s = \text{Min}\left(\frac{A_{\varnothing}}{a_{s1}} = \frac{0,00031416}{0,000598} = 0,52535 ; s_{max,slabs} = 0,25\right) = 0,25 \text{ m} = 250 \text{ mm}$$

Hosszvasalás:

$$a_{s,prov} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{0,00031416}{0,25} = 0,0012566 \text{ m}^2/\text{m} = 1257 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 20 \text{ mm}/250 \text{ mm})$$

7.2.2. Hosszvasalás tervezése M_x hajlítónyomatékra**7.2.2.1. Vizsgálat a megtámasztott elem peremén - A-A és B-B keresztmetszet****Húzott vasalás y irányban**

$$m_d = \text{Max}(m_{dA-A} ; m_{dB-B}) = \text{Max}(87,457 ; 108,41) = 108,41 \text{ kNm/m}$$

$$m_d = 108,41 \text{ kNm/m}$$

$$d = h - u_{By} = 0,5 - 0,06 = 0,44 \text{ m}$$

$$d_2 = u_{Ty} = 0,06 \text{ m}$$

$$x_{c0} = d \cdot \xi_0 = 0,44 \cdot 0,49349 = 0,21713 \text{ m}$$

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot m_d}{\eta \cdot f_{cd}}} = 0,44 - \sqrt{0,44^2 - \frac{2 \cdot 108,41}{1 \cdot 10667}} = 0,023739 \text{ m} \leq x_{c0} = 0,21713 \text{ m}$$

Húzott vaskeresztmetszet:

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

17. oldal

$$a_{s1,c} = \frac{x_c \cdot b_w \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,023739 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10667}{434783} = 582 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Minimális vashányad

$$\rho_{l,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \geq 0,0013 = 0,26 \cdot \frac{1,9049}{500} \geq 0,0013 = 0,0013 \quad \text{EN-1992-1-1 9.2.1.1 (1)}$$

Minimális húzott hosszvasalás:

$$a_{s,min} = \rho_{l,min} \cdot d = 0,0013 \cdot 0,44 = 572 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$a_{s1} = \text{Max}(a_{s1,c} ; a_{s,min}) = \text{Max}(582 ; 572) = 0,0005824 \text{ m}^2/\text{m}$$

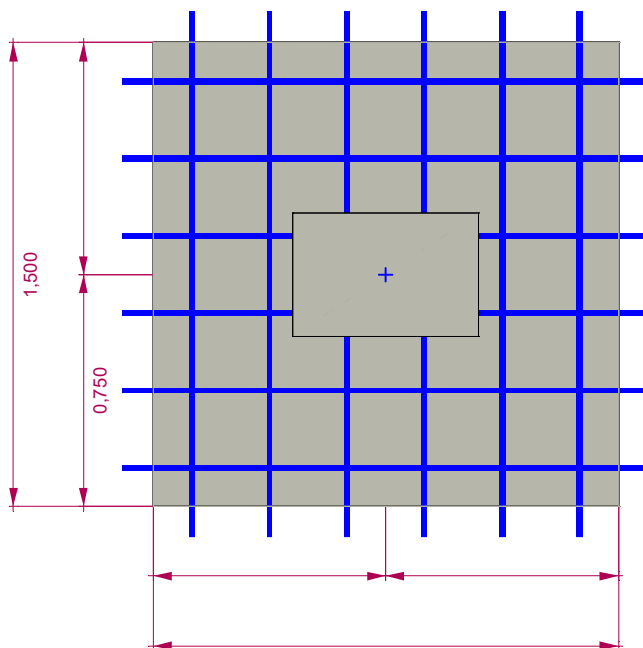
$$A_{\varnothing} = \frac{\varnothing_{By}^2}{4} \cdot \pi = \frac{20^2}{4} \cdot 3,1416 = 3,14 \text{ cm}^2 = 0,00031416 \text{ m}^2$$

$$s_{max,slabs} = \text{Min}(2 \cdot h = 2 \cdot 0,5 = 1 ; 0,25) = 0,25 \text{ m} \quad \text{EN-1992-1-1 9.3.1.1 (3)}$$

$$s = \text{Min}\left(\frac{A_{\varnothing}}{a_{s1}} = \frac{0,00031416}{0,0005824} = 0,53943 ; s_{max,slabs} = 0,25\right) = 0,25 \text{ m} = 250 \text{ mm}$$

Hosszvasalás:

$$a_{s,prov} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{0,00031416}{0,25} = 1257 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 20 \text{ mm}/250 \text{ mm})$$

**7.3. Átszúródás - Átszúródási vasalás**

Lemezvastagság

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

18. oldal

$$h = 0,5 \text{ m}$$

Hasznos vastagság:

$$d = \frac{d_x + d_y}{2} = \frac{0,46 + 0,44}{2} = 0,45 \text{ m}$$

Az első vasalási elemek távolsága az oszlop (konvex) kerületétől $a_1 = 0,2 \text{ m}$ A vasalási elemek egymástól való sugárirányú távolsága $s_r = 0,3 \text{ m}$

Az x és y irányú tapadásos húzott acélbetétekből számított vashányadok:

$$\rho_{lx} = \frac{A_{s,ax}}{d_x} = \frac{0,0012566}{0,46} = 0,0027318$$

$$\rho_{ly} = \frac{A_{s,ay}}{d_y} = \frac{0,0012566}{0,44} = 0,002856$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq 0,02 = \sqrt{0,0027318 \cdot 0,002856} \leq 0,02 = 0,0027932$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 = 1 + \sqrt{\frac{200}{450}} \leq 2 = 1,6667$$

ahol d mértékegysége mm

$$v = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{16}{250} \right] = 0,5616$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \cdot 1,6667^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{16} = 0,30123$$

ahol f_{ck} mértékegysége N/mm^2

$$\alpha_{cc} = 1 \quad \text{EN-1992-1-1 2.4.8 (2)}$$

Tervezési állapot: Tartós és ideiglenes

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{16}{1,5} = 10,667 \text{ MPa} = 10667 \text{ KPa}$$

A figyelembe vehető legnagyobb átszűrődási teherbírás tervezési értéke az oszlop kerülete mentén:

$$v_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,5616 \cdot 10667 = 2396,2 \text{ KPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{C_{Rk,c}}{\gamma_c} = \frac{??C_{Rk,c}}{1,5} = 0,12$$

Az átszűrődási vasalás nélküli lemez átszűrődási teherbírásának tervezési értéke:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \cdot 1,6667 \cdot (100 \cdot 0,0027932 \cdot 16)^{\frac{1}{3}} = 329,44 \text{ KPa}$$

ahol f_{ck} mértékegysége N/mm^2

Mértékadó teherkombináció

7.3.1. A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Csomóponti támaszerők

Tehereset: [1,35*ST1+1,35*ST2+0,9*ST5+0,9*ST6] {0,7*1,5*ST3} (A1(a))

1 csomóponti támasz

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

19. oldal

$$F_x = 31,5 \text{ kN}$$

$$F_y = 13,5 \text{ kN}$$

$$F_z = -1275 \text{ kN}$$

$$M_x = -29,25 \text{ kNm}$$

$$M_y = 139,5 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-1275) = 1275 \text{ kN}$$

7.3.2. A terhek tervezési értéke az alapsík szintjén

$$H_{dx} = F_x = 31,5 \text{ kN}$$

$$H_{dy} = F_y = 13,5 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{f,k} + G_{b,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,fav} = 1275 + (27,591 + 4,8559 + 8,8731) \cdot 1 = 1316,3 \text{ kN}$$

A függőleges teher (V_d) külpontossága az alapfelület középpontjához képest

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fx} + G_{bf,k} \cdot e_{bfk}) \cdot \gamma_{G,fav}}{V_d} =$$

$$= \frac{1275 \cdot 0 + 139,5 + 31,5 \cdot (0,1 + 0,5) + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{1316,3} = 0,12 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fy} + G_{bf,k} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{G,fav}}{V_d} =$$

$$= \frac{1275 \cdot 0 - (-29,25) + 13,5 \cdot (0,1 + 0,5) + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{1316,3} = 0,028 \text{ m}$$

Az alap hatékony szélessége:

$$B' = b_x - |e_x| \cdot 2 = 1,5 - |0,12| \cdot 2 = 1,26 \text{ m}$$

Az alap hatékony hosszúsága:

$$L' = b_y - |e_y| \cdot 2 = 1,5 - |0,028| \cdot 2 = 1,444 \text{ m}$$

Az alap hatékony területe:

$$A' = B' \cdot L' = 1,26 \cdot 1,444 = 1,8194 \text{ m}^2$$

$$q_{E,d} = \frac{V_d}{A'} = \frac{1316,3}{1,8194} = 723,48 \text{ KPa}$$

$$H_B = 31,5 \text{ kN}$$

$$H_L = 13,5 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = -F_z = -(-1275) = 1275 \text{ kN} (\downarrow)$$

A nyírási teherbírás felső korlátjának ellenőrzése az oszlop kerületén

A terhelt felület kerületének hossza

$$u_0 = 2 \text{ m}$$

$$\beta = \left[1 + \sqrt{\left(k_x \cdot \frac{M_{Edx} \cdot u_0}{V_{Ed} \cdot W_x} \right)^2 + \left(k_y \cdot \frac{M_{Edy} \cdot u_0}{V_{Ed} \cdot W_y} \right)^2} \right] = \left[1 + \sqrt{\left(0,5 \cdot \frac{(-29,25) \cdot 2}{1275 \cdot 0,32} \right)^2 + \left(0,65 \cdot \frac{139,5 \cdot 2}{1275 \cdot 0,42} \right)^2} \right] = 1,3462$$

$$v_{Ed,0} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = \frac{1,3462 \cdot 1275}{2 \cdot 0,45} = 1907,1 \text{ KPa}$$

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

20. oldal

$$\frac{v_{Ed,0}}{v_{Rd,max}} = \frac{1907,1}{2396,2} = 0,79588 < 1 \text{ megfelel}$$

7.3.3. Alaptestek átszűrődési teherbírásának ellenőrzése az oszlop szélétől 2d távolságon belüli átszűrődési kerületek mentén

	a [m]	A_{cont} [m ²]	A_{sr} [m ²]	ΔV_{Ed} [kN]	$V_{Ed,red}$ [kN]	u_i [m]	$\frac{2 \cdot d}{a}$	v_{Ed} [KPa]	v_{Rd} [KPa]	$\frac{v_{Ed}}{v_{Rd}}$	✓ ✗
1.	0,045	0,33635	0,33635	238,49	1036,5 (↓)	2,2827	20	1383,6	6588,7	0,20999	✓
2.	0,09	0,44541	0,44541	315,82	959,18 (↓)	2,5653	10	1126,7	3294,4	0,34202	✓
3.	0,135	0,56718	0,56718	402,16	872,84 (↓)	2,848	6,6667	920,91	2196,2	0,41931	✓
4.	0,18	0,70166	0,70166	497,51	777,49 (↓)	3,1306	5	750,39	1647,2	0,45556	✓
5.	0,225	0,84884	0,84124	596,48	678,52 (↓)	3,4133	4	608,83	1317,7	0,46202	✓
6.	0,27	1,0087	0,97089	688,41	586,59 (↓)	3,6959	3,3333	495,3	1098,1	0,45105	✓
7.	0,315	1,1813	1,1053	783,71	491,29 (↓)	3,9786	2,8571	397,59	941,25	0,42241	✓
8.	0,36	1,68	1,4112	1000,6	274,38 (↓)	5,24	2,5	296,52	823,59	0,36003	✓
9.	0,405	1,815	1,5246	1081	193,98 (↓)	5,42	2,2222	259,53	732,08	0,35452	✓
10.	0,45	1,95	1,638	1161,4	113,57 (↓)	5,6	2	224,95	658,87	0,34142	✓

ahol:

 a : A vasalási kör távolsága az oszlop szélétől A_{cont} : A vizsgált átszűrődési kerület által bezárt terület A_{sr} : a vizsgált átszűrődési kerület által határolt terület és az alap hatékony területének közös része

$$A_{sr} = A' \cap A_{cont}$$

$$\Delta V_{Ed} = A_{sr} \cdot (q_{E,d} - \gamma_{RC} \cdot h \cdot \gamma_G)$$

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed,red}}{u \cdot d} \cdot \left[1 + \sqrt{\left(k_x \cdot \frac{M_{Edx} \cdot u}{V_{Ed,red} \cdot W_x} \right)^2 + \left(k_y \cdot \frac{M_{Edy} \cdot u}{V_{Ed,red} \cdot W_y} \right)^2} \right]$$

$$v_{Rd} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{2 \cdot d}{a} \geq v_{min} \cdot \frac{2 \cdot d}{a} \rightarrow v_{Rd} = v_{Rd,c} \cdot \frac{2 \cdot d}{a}$$

A maximális kihasználtság a 5. átszűrődési kerületre esik.

$$\frac{v_{Ed}}{v_{Rd}} = \frac{608,83}{1317,7} = 0,46202 < 1 \quad \text{Nincs szükség átszűrődési vasalásra.}$$

az összes vizsgált átszűrődési kerületen $v_{Ed} \leq v_{Rd}$ Nincs szükség átszűrődési vasalásra. megfelel**8. Süllyedésszámítás****8.1. Feszültség-alakváltozás módszer** EN-1997-1 F melléklet

(Mértékadó) EN-1997-1 A melléklet

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

21. oldal

Parciális tényezők			
A0	Tartós, kedvezőtlen hatások	$\gamma_{G,unfav}$	1
	Tartós, kedvező hatások	$\gamma_{G,fav}$	1
	Változó, kedvezőtlen hatások	$\gamma_{Q,unfav}$	1
	Változó, kedvező hatások	$\gamma_{Q,fav}$	0
M1	Hatékony súrlódási szög	γ_{φ}	1
	Hatékony kohézió	γ_c	1
	Drénezetlen nyírószilárdság	γ_{cu}	1
	Egyirányú nyomószilárdság	γ_{qu}	1
	Térfogatsúly	γ_{γ}	1
R1	Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R,v}$	1
	Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R,h}$	1
	Földnyomási erők	$\gamma_{R,e}$	1

EN-1997-12.4.8 (2) A használhatósági határállapothoz tartozó parciális tényezők értékeit általában indokolt 1,0-re venni.

8.2. A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Csomóponti támaszerők

Tehereset: [ST1+ST2+ST5+ST6] {0,3*ST3} (SLS Kváziállandó)

1 csomóponti támasz

$$F_x = 40 \text{ kN}$$

$$F_y = 10 \text{ kN}$$

$$F_z = -880 \text{ kN}$$

$$M_x = -20 \text{ kNm}$$

$$M_y = 160 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-880) = 880 \text{ kN}$$

8.3. A terhek tervezési értéke az alapsík szintjén

$$H_{dx} = F_x = 40 \text{ kN}$$

$$H_{dy} = F_y = 10 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{f,k} + G_{b,k} + G_{bf,k}) \cdot \gamma_{G,unfav} = 880 + (27,591 + 4,8559 + 8,8731) \cdot 1 = 921,32 \text{ kN}$$

A függőleges teher (V_d) külpontossága az alapfelület középpontjához képest

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fx} + G_{bf,k} \cdot e_{bfx}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{880 \cdot 0 + 160 + 40 \cdot (0,1 + 0,5) + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{921,32} = 0,2 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h) + (G_{f,k} \cdot e_{fy} + G_{bf,k} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{880 \cdot 0 - (-20) + 10 \cdot (0,1 + 0,5) + (27,591 \cdot 0 + 8,8731 \cdot 0) \cdot 1}{921,32} = 0,028 \text{ m}$$

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

22. oldal

Az alap hatékony szélessége:

$$B' = b_x - |e_x| \cdot 2 = 1,5 - |0,2| \cdot 2 = 1,1 \text{ m}$$

Az alap hatékony hosszúsága:

$$L' = b_y - |e_y| \cdot 2 = 1,5 - |0,028| \cdot 2 = 1,444 \text{ m}$$

Az alap hatékony területe:

$$A' = B' \cdot L' = 1,1 \cdot 1,444 = 1,5884 \text{ m}^2$$

$$q_{E,d} = \frac{V_d}{A'} = \frac{921,32}{1,5884} = 580,03 \text{ KPa}$$

$$H_B = 40 \text{ kN}$$

$$H_L = 10 \text{ kN}$$

A terhelőfelület egy sarokpontja alatt z mélységben ébredő normálfeszültség:

$$\sigma_z = \frac{p}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\text{Arc tg} \left(\frac{b}{z} \cdot \frac{a \cdot (a^2 + b^2) - 2 \cdot a \cdot z \cdot (r - z)}{z \cdot (a^2 + b^2) \cdot (r - z) - z \cdot (r - z)^2} \right) \right] + \left[\frac{b \cdot z}{b^2 + z^2} \cdot \frac{a \cdot (r^2 + z^2)}{(a^2 + z^2) \cdot r} \right]$$

Steinbrenner után

ahol:

 p a terhelőfelületen egyenletesen megoszló terhelés a és b a téglalap alakú terhelőfelület oldalhossza és szélessége

$$r = \sqrt{a^2 + b^2 + z^2}$$

A karakterisztikus pont alatti feszültség:

$$\sigma_{z,a} = \sigma_{z,I} + \sigma_{z,II} + \sigma_{z,III} + \sigma_{z,IV}$$

	a	b
$\sigma_{z,I}$	$(0,5 - 0,37) \cdot L' = 0,18772$	$(0,5 - 0,37) \cdot B' = 0,143$
$\sigma_{z,II}$	$(0,5 + 0,37) \cdot L' = 1,2563$	$(0,5 - 0,37) \cdot B' = 0,143$
$\sigma_{z,III}$	$(0,5 + 0,37) \cdot L' = 1,2563$	$(0,5 + 0,37) \cdot B' = 0,957$
$\sigma_{z,IV}$	$(0,5 + 0,37) \cdot B' = 0,957$	$(0,5 - 0,37) \cdot L' = 0,18772$

A karakterisztikus pont a terhelőfelület középtengelyeitől $0,37B'$ -re, illetve $0,37L'$ -re van.

Az eredeti függőleges hatékony önsúlyfeszültség az alapsík szintjén:

$$q' = \gamma_\gamma \cdot \sum \gamma_i \cdot h_i = 1 \cdot \sum \gamma_i \cdot h_i = 17,364 \text{ KPa}$$

Az alap terheléséből származó hatékony függőleges feszültség az alapsík szintjén:

$$q_{E,d} = \frac{V_d}{A'} = \frac{921,32}{1,5884} = 580,03 \text{ KPa}$$

$$p = q_{E,d} - q' = 580,03 - 17,364 = 562,67 \text{ KPa}$$

Az alap terheléséből származó hatékony függőleges feszültség a határmélység szintjén:

$$\sigma_{D_{lim}} = 21,711 \text{ KPa}$$

Az eredeti függőleges hatékony önsúlyfeszültség a határmélység szintjén:

$$q_{D_{lim}} = 108,56 \text{ KPa}$$

Határmélység:

$$D_{lim} = -5,513 \text{ m}$$

Ez a mélység ott vehető fel, ahol az alap terheléséből származó hatékony függőleges feszültség egyenlő az eredeti függőleges hatékony önsúlyfeszültség 20%-ával EN-1997-1 6.6.2 (6)

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

23. oldal

Süllyedés:

$$s = \sum s_i = 6,516 \text{ mm} < s_{lim} = 50,000 \text{ mm} \text{ megfelel}$$

A referencia talajréteg: BST - (Tömör, száraz, homokos kavics)

$$\text{A referencia talajréteg összenyomódási modulusa } E_{s,ref} = 1 \cdot 10^5 \text{ KPa}$$

$$\text{A referencia talajréteg sűrűsége } \rho_{s,ref} = 2100 \text{ kg/m}^3$$

i	z_0 [m]	h_i [m]	$h_{i,eq}$ [m]	σ_z [KPa]	q' [KPa]	σ_z/q' [%]	s_i [mm]	$\sum s_i$ [mm]
0.	0	0	0	0	0	-	0	0
1.	-0,1	0,1	0,057164	0	1,6677	0	0	0
2.	-0,2	0,1	0,057164	0	3,3354	0	0	0
3.	-0,3	0,1	0,057164	0	5,0031	0	0	0
4.	-0,4	0,1	0,1	0	7,0632	0	0	0
5.	-0,5	0,1	0,1	0	9,1233	0	0	0
6.	-0,6	0,1	0,1	0	11,183	0	0	0
7.	-0,7	0,1	0,1	0	13,244	0	0	0
8.	-0,8	0,1	0,1	0	15,304	0	0	0
9.	-0,9	0,1	0,1	562,67	17,364	32	0	0
10.	-1	0,1	0,1	520,65	19,424	27	0,542	0,542
11.	-1,1	0,1	0,1	418,82	21,484	19	0,470	1,011
12.	-1,2	0,1	0,1	340,22	23,544	14	0,380	1,391
13.	-1,3	0,1	0,1	288,4	25,604	11	0,314	1,705
14.	-1,4	0,1	0,1	252,54	27,664	9	0,270	1,976
15.	-1,5	0,1	0,1	225,68	29,724	8	0,239	2,215
16.	-1,6	0,1	0,1	204,13	31,784	6	0,307	2,522
17.	-1,7	0,1	0,088413	187,92	33,746	6	0,280	2,802
18.	-1,8	0,1	0,088413	173,62	35,708	5	0,258	3,060
19.	-1,9	0,1	0,088413	160,78	37,67	4	0,239	3,299
20.	-2	0,1	0,088413	149,15	39,632	4	0,221	3,520
21.	-2,1	0,1	0,088413	138,54	41,594	3	0,205	3,726
22.	-2,2	0,1	0,088413	128,84	43,556	3	0,191	3,917
23.	-2,3	0,1	0,088413	119,95	45,518	3	0,178	4,095
24.	-2,4	0,1	0,088413	111,79	47,48	2	0,166	4,260
25.	-2,5	0,1	0,088413	104,3	49,442	2	0,154	4,414
26.	-2,6	0,1	0,088413	97,429	51,404	2	0,144	4,558
27.	-2,7	0,1	0,088413	91,112	53,366	2	0,135	4,693
28.	-2,8	0,1	0,088413	85,306	55,328	2	0,126	4,819
29.	-2,9	0,1	0,088413	79,965	57,29	1	0,118	4,937
30.	-3	0,1	0,088413	75,051	59,252	1	0,111	5,048
31.	-3,1	0,1	0,088413	70,524	61,214	1	0,104	5,152
32.	-3,2	0,1	0,088413	66,351	63,176	1	0,098	5,250

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

24. oldal

33.	-3,3	0,1	0,088413	62,501	65,138	1	0,092	5,342
34.	-3,4	0,1	0,088413	58,945	67,1	1	0,087	5,428
35.	-3,5	0,1	0,088413	55,658	69,062	1	0,082	5,510
36.	-3,6	0,1	0,088413	52,615	71,024	1	0,077	5,588
37.	-3,7	0,1	0,088413	49,796	72,986	1	0,073	5,661
38.	-3,8	0,1	0,088413	47,181	74,948	1	0,069	5,730
39.	-3,9	0,1	0,088413	44,752	76,91	1	0,066	5,796
40.	-4	0,1	0,088413	42,493	78,872	1	0,062	5,858
41.	-4,1	0,1	0,088413	40,391	80,834	0	0,059	5,917
42.	-4,2	0,1	0,088413	38,432	82,796	0	0,056	5,974
43.	-4,3	0,1	0,088413	36,604	84,758	0	0,054	6,027
44.	-4,4	0,1	0,088413	34,896	86,72	0	0,051	6,078
45.	-4,5	0,1	0,088413	33,299	88,682	0	0,049	6,127
46.	-4,6	0,1	0,088413	31,804	90,644	0	0,047	6,173
47.	-4,7	0,1	0,088413	30,403	92,606	0	0,044	6,218
48.	-4,8	0,1	0,088413	29,088	94,568	0	0,042	6,260
49.	-4,9	0,1	0,088413	27,853	96,53	0	0,041	6,301
50.	-5	0,1	0,088413	26,692	98,492	0	0,039	6,340
51.	-5,1	0,1	0,088413	25,6	100,45	0	0,037	6,377
52.	-5,2	0,1	0,088413	24,57	102,42	0	0,036	6,413
53.	-5,3	0,1	0,088413	23,599	104,38	0	0,034	6,448
54.	-5,4	0,1	0,088413	22,683	106,34	0	0,033	6,481
55.	-5,5	0,1	0,088413	21,817	108,3	0	0,032	6,512
56.	-5,513	0,012963	0,011461	21,711	108,56	0	0,004	6,516
57.	-5,6	0,087037	0,076952	20,999	110,26	0	0,027	6,543
58.	-5,7	0,1	0,088413	20,224	112,23	0	0,029	6,573
59.	-5,8	0,1	0,088413	19,49	114,19	0	0,028	6,601
60.	-5,9	0,1	0,088413	18,794	116,15	0	0,027	6,628
61.	-6	0,1	0,088413	18,134	118,11	0	0,026	6,655

 z_0 : Mélység h_i : A talajszelét vastagsága $h_{i,eq}$: Az azonos merevséget adó helyettesítő vastagság

$$h_{i,eq} = h_i \cdot \left(\frac{E_{s,i}}{E_{s,ref}} \cdot \frac{\rho_{s,ref}}{\rho_{s,i}} \right)^{\frac{1}{2,5}}$$

ahol:

 $\rho_{s,i}$: A talajréteg sűrűsége $E_{s,i}$: A talajréteg összenyomódási modulusa $E_{s,ref}$: A referencia talajréteg összenyomódási modulusa

PadFooting

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SamplePadFooting.axs**

2021. 03. 28.

25. oldal

- $\rho_{s,ref}$: A referencia talajréteg sűrűsége
- σ_z : Az alap terheléséből származó hatékony függőleges feszültség
- q' : Az eredeti függőleges hatékony önsúlyfeszültség
- s_i : A talajréteg összenyomódása
- Σs_i : Összenyomódás az adott mélységig

