

**HOSPODÁRSKY DVOR ČREMOŠNÉ - ROZŠÍRENIE
PREVÁDZKOVÝCH PRIESTOROV**

k.ú. Čremošné, parc. č. 167/4, 5; 168; 169; 170; 171/1 - 14

SO 03 – CHOVNÁ HALA I.

TECHNICKÁ SPRÁVA A STATICKÝ VÝPOČET

PROJEKTOVÁ DOKUMENTÁCIA PRE STAVEBNÉ POVOLENIE

STAVEBNÍK: MORKY PETRÁNEK s.r.o., ČREMOŠNÉ 135

September 2013

TECHNICKÁ SPRÁVA

Názov stavby : HOSPODÁRSKY DVOR ČREMOŠNÉ – ROZŠÍRENIE
PREVÁDZKOVÝCH PRIESTOROV

Objekt : SO 03 – Chovná hala I.

Miesto : k.ú. Čremošné, parc. č. 167/4, 5; 168; 169; 170; 171/1 - 14

Stavebník : MORKY PETRÁNEK s.r.o., Čremošné 135

Stupeň : Projektová dokumentácia pre stavebné povolenie

Dátum : September 2013

Vypracoval : Ing. Michal Dvorský

Zodpovedný projektant : Ing. Michal Dvorský

STRUČNÝ POPIS KONŠTRUKCIE

Jednolod'ový halový objekt obdĺžnikového pôdorysu s rozmermi 24,5m x 12,5m

Svetlá výška haly 3,5m

Nosný systém priečny, rozpätie v priečnom smere 12,0m

Osová vzdialenosť priečných rámov 4,0m (6 polí x 4m = 24,0m)

Zastrešenie symetrickou sedlovou strechou so sklonom strešných rovín 15°

Výška hrebeňa 5,62m na úrovňou podlahy ($\pm 0,000$)

Oceľový rám haly je opláštený sendvičovými panelmi

ZÁKLADOVÉ KONŠTRUKCIE

Predbežný návrh základových konštrukcií bol prevedený bez inžinierskogeologického prieskumu. Rozmery základových konštrukcií sú navrhnuté za predpokladu jednoduchých základových pomerov a založenia na jemnozrnných zeminách tr. F2 tuhej konzistencie. Nepriaznivý vplyv HPV na založenie sa nepredpokladá. V prípade, že sa pri výkopových prácach zistia nepriaznivejšie podmienky na zakladanie, je potrebné spôsob založenia opäť posúdiť.

Navrhnuté je plošné založenie objektu na základových pätkách a pásoch z betónu C25/30 výškovo odstupňovaných podľa sklonu budúceho upraveného terénu (výškové skoky 250mm a 500mm, celkový výškový rozdiel základu na dĺžke objektu 2,5m). Základová škára sa nachádza min. 1,6m pod úrovňou upraveného terénu. Oceľové stĺpy rámu haly sú uvažované votknuté v hlave železobetónových stĺpových prvkov, ktoré sú v päte votknuté do základových pätiiek. Prierez stĺpov je nad úrovňou podkladného betónu 400x300mm, pod úrovňou podkladného betónu je ich prierez 500x400mm. Pätky pod stĺpmi sú navrhnuté rozmeru 1m x 2,1m, vystužené sú obojstranne zváranými sieťami BSt500M Ø8/150 – Ø8/150 a sú vzájomne prepojené základovými pásmi šírky 500mm. Základové steny sú murované z debniacich tvárnic DT40 medzi železobetónovými stĺpovými prvkami a sú vystužené na účinky zemného tlaku (horizontálna výstuž prechádzajúca stĺpovými prvkami, zvislá kotvená do základových pásov).

Podkladný betón hr.100mm bude vybetónovaný na štrkopieskovom podsype hr. 300mm zhutnenom na min.0,20MPa, po úroveň štrkovej vrstvy bude na rastlý terén nasýpaná a po vrstvách zhutnená zemina z výkopov (vhodnosť zeminu posúdi statik). Podkladný betón je navrhnutý z betónu C30/37 a bude vystužený zváranými sieťami BSt500M Ø6/150 - Ø6/150, stykovanie sietí presahom min. 300mm. Pred betonážou podkladného sa nesmie zabudnúť na zhotovenie prestupov a šácht podľa výkresovej dokumentácie ostatných profesií.

KONŠTRUKCIA NOSNÉHO RÁMU HALY

Nosnú oceľovú konštrukciu haly tvoria priečne rámy s rozpätím 12,0m v osovej vzdialenosti 4,0m (6 polí). Priečne väzby sú tvorené votknutými stĺpmi z trubkového profilu TR 220x6 (oceľ S235JRH) a strešnými sedlovými priehradovými väzníkmi výšky 1,8m zváranými z trubkových profilov, klbovo uloženými na hlavice stĺpov (spodný pás TR 90x5 + 2x L60x6, horný pás TR 110x6 + 2x L60x6, diagonály a zvislice TR 40x3 – oceľ S235JRH)

Oceľové stĺpy TR 220x6 majú dĺžku 3,0m a sú kotvené v úrovni 0,6m nad podlahou, v hlave železobetónových pilierov votknutých do základov. Kotevné skrutky sú navrhnuté M16 tr. 8,8 dĺžky 500mm (4ks/stĺp) a je potrebné ich osadiť pred betonážou pilierov. Stĺpy rámu vrát sú kotvené do podkladného betónu v úrovni -0,15 pod úrovňou podlahy. Nosný rám konštrukcie vrát v štítových stenách je z profilu U140 (S235JR).

Na zabezpečenie tvarovej tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom smere sú navrhnuté dve priečne vetrové stužidlá - medzistĺpové stuženie vo zvislej rovine z profilu □50x3 a stuženie v rovinách horných pásov strešných väzníkov z profilu □50x3.

STREŠNÉ KONŠTRUKCIE

Navrhnuté je zastrešenie objektu symetrickou sedlovou strechou so sklonom strešných rovín 15°. Strešná krytina je navrhnutá z trapézového plechu T50 hr. 0,5mm.

Nosná konštrukcia strechy je tvorená drevenými väznicami prierezu 120/160mm v osovej vzdialenosti 1,0m a priehradovými oceľovými väzníkmi. Na zaistenie stability priehradových väzníkov je navrhnuté pozdĺžne priehradové stužidlo z profilu □50x3 po celej dĺžke haly.

Na spodný pás väzníkov budú v uzloch väzníkov priečne uložené drevené podpory (prierez 100/120mm) pre zavesenie podhl'adu zo sendvičových panelov hr. 100mm.

STENOVÉ KONŠTRUKCIE

Navrhnuté je opláštenie celého objektu zvislými stenovými sendvičovými panelmi hr.80mm.

Nosnú funkciu stenových konštrukcií tvoria jednopoľové drevené horizontálne nosníky prierezu 160/80mm kotvené na stĺpoch haly.

SPOJE PRVKOV

Spoje prvkov oceľovej konštrukcie sú navrhnuté ako skrutkové a zvarové. Na skrutkové spoje a kotvenia do základu je potrebné použiť skrutky pevnostnej triedy 8.8 s protikoróznou úpravou.

Zvarové spoje sú navrhnuté ako kútové zvary po celom obvode styku prvkov, prípadne tupé zvary s plným prevarením. Účinná výška zvarov je pri jednostrannom zvare (uzavreté profily) rovná hrúbke profilu spájaných častí (stien a pásnic profilov), pri obojstrannom kútovom zvare (otvorené profily) je účinná výška zvaru rovná polovičnej hodnote hrúbky profilu spájaných častí.

POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Všetky oceľové prvky je potrebné opatriť ochranným protikoróznym náterom s vysokou životnosťou v zmysle *STN EN ISO 12 944 Náterové látky. Protikorózna ochrana oceľových konštrukcií ochrannými náterovými systémami.*

ZOZNAM PODKLADOV

- projektová dokumentácia – časť Architektúra a KPS
autor: CREAT, s.r.o. , Na Bystričku 16 , 036 01 Martin
- konzultácie s objednávatel'om projektu

POUŽITÉ NORMY A LITERATÚRA

- STN EN 1990 Zásady navrhovania
- STN EN 1991-1-1 Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia
- STN EN 1991-1-3 Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie snehom
- STN EN 1991-1-4 Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom
- STN EN 1992-1-1 Navrhovanie betónových konštrukcií
- STN EN 1993-1-1 Navrhovanie oceľových konštrukcií. Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
- STN EN 1993-1-8 Navrhovanie oceľových konštrukcií. Navrhovanie uzlov
- STN EN 1995-1-1 Navrhovanie drevených konštrukcií
- STN EN 1997-1 Navrhovanie geotechnických konštrukcií

Turčianske Teplice , september 2013

Vypracoval :.....

Ing. Michal Dvorský

STATICKÝ VÝPOČET

Názov stavby : HOSPODÁRSKY DVOR ČREMOŠNÉ – ROZŠÍRENIE
PREVÁDZKOVÝCH PRIESTOROV

Objekt : SO 03 – Chovná hala I.

Miesto : k.ú. Čremošné, parc. č. 167/4, 5; 168; 169; 170; 171/1 - 14

Stavebník : MORKY PETRÁNEK s.r.o., Čremošné 135

Stupeň : Projektová dokumentácia pre stavebné povolenie

Dátum : September 2013

Vypracoval : Ing. Michal Dvorský

Zodpovedný projektant : Ing. Michal Dvorský

OBSAH:

1. NÁVRH A POSÚDENIE OCEĽOVÝCH PRVKOV RÁMU HALY
2. NÁVRH A POSÚDENIE ZÁKLADOVÝCH KONŠTRUKCIÍ
3. NÁVRH VÝSTUŽE BETÓNOVÝCH KONŠTRUKCIÍ

Normy a literatúra použité pri výpočte

STN EN 1990 Zásady navrhovania
STN EN 1991-1-1 Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia
STN EN 1991-1-3 Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie snehom
STN EN 1991-1-3/NA Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie snehom. Národná príloha
STN EN 1991-1-4 Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom
STN EN 1991-1-4/NA Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom. Národná príloha
STN EN 1992-1-1 Navrhovanie betónových konštrukcií
STN EN 1993-1-1 Navrhovanie oceľových konštrukcií. Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1993-1-8 Navrhovanie oceľových konštrukcií. Navrhovanie uzlov
STN EN 1995-1-1 Navrhovanie drevených konštrukcií
STN EN 1997-1 Navrhovanie geotechnických konštrukcií

Charakteristika zaťaženia uvažovaného vo výpočte

Stále zaťaženie

uvažovaná objemová hmotnosť materiálov (vlastná tiaž nosných konštrukcií):

- železobetón 25 kN/m^3
- prostý betón 24 kN/m^3
- oceľ $78,5 \text{ kN/m}^3$
- drevo $5,0 \text{ kN/m}^3$

(+ vlastná tiaž ostatných stavebných prvkov podľa STN EN 1991-1-1)

Premenné zaťaženie

- zaťaženie snehom - obec Čremošné - nadmorská výška $A = 615 \text{ m.n.m.}$
4. zóna charakteristického zaťaženia snehom - $s_k = a + A/b = 0,716 + 615/430 = 2,15 \text{ kN/m}^2$
- zaťaženie vetrom – terén kategórie III, výška nad terénom $z = 5,0 \text{ m}$
- fundamentálna hodnota základnej rýchlosti vetra $v_{b0} = 26 \text{ m/s}$
stredná rýchlosť vetra pre $v_b = 26 \text{ m/s}$ a $z = 5,0 \text{ m}$ $v_m(z) = 15,76 \text{ m/s}$
špičkový tlak vetra pre $v_b = 26 \text{ m/s}$ a $z = 5,0 \text{ m}$ $q_p(z) = 0,54 \text{ kN/m}^2$

Použité stavebné materiály a charakteristiky potrebné pre statický výpočet

Betón C25/30 – základové konštrukcie

$f_{ck} = 25\text{MPa}$, $f_{cm} = 33\text{MPa}$, $f_{ctk\ 0,05} = 1,8\text{MPa}$, $f_{ctm} = 2,6\text{MPa}$, $E_{cm} = 31\text{GPa}$, $\gamma_c = 1,5$

Betón 30/37 – podkladný betón

$f_{ck} = 30\text{MPa}$, $f_{cm} = 38\text{MPa}$, $f_{ctk\ 0,05} = 2,0\text{MPa}$, $f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$, $E_{cm} = 33\text{GPa}$, $\gamma_c = 1,5$

Betonárska oceľ BSt 500(10505), zvarané siete BSt 500 M

$f_{yk} = 500\text{MPa}$, $f_{tk} = 550\text{MPa}$, $E_s = 200\text{GPa}$, $\gamma_s = 1,15$

Oceľ S235JR, S235JRH

$f_y = 235\text{MPa}$, $E = 210\text{GPa}$, $G = 81\text{GPa}$, $\gamma_{M0} = 1,0$, $\gamma_{M1} = 1,0$, $\gamma_{M2} = 1,25$

Drevo ihličnaté C22 (SI)

$f_{m,k} = 22\text{MPa}$, $f_{t,0,k} = 13\text{MPa}$, $f_{c,0,k} = 20\text{MPa}$, $f_{v,k} = 2,4\text{MPa}$, $E_{0,mean} = 10\ 000\text{MPa}$

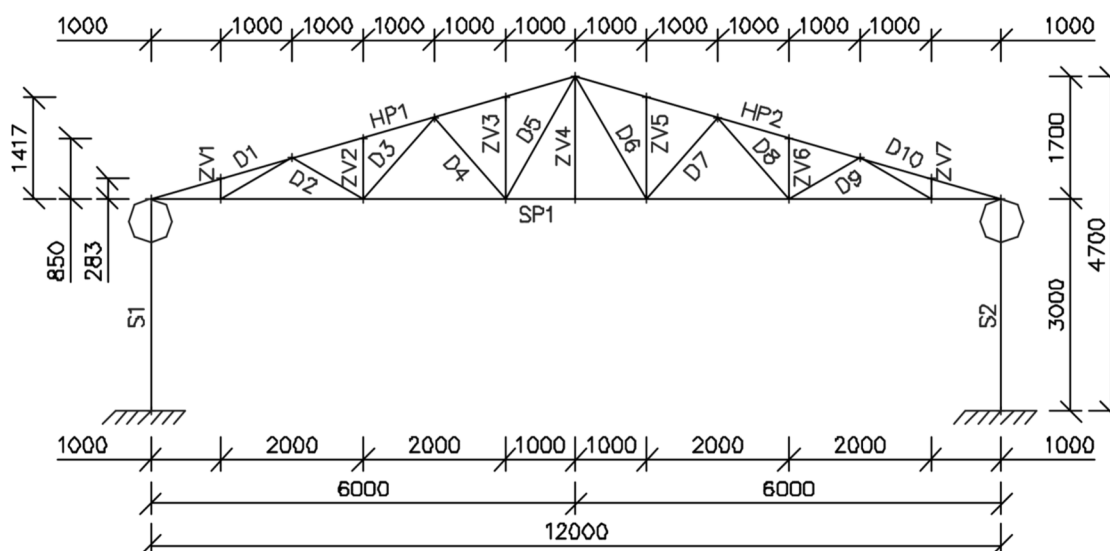
1. NÁVRH A POSÚDENIE OCEĽOVÝCH PRVKOV RÁMU HALY (STN EN 1993-1-1)

PRIEČNY NOSNÝ RÁM HALY

A) STREŠNÝ VÄZNÍK Z TRUBKOVÝCH PROFILOV (OCEĽ S235JRH)

B) STĹPY TRUBKOVÉHO PROFILOU TR 220x8 (OCEĽ S235JRH)

Statická schéma priečnej väzby: priehradový väzník s rozpätím 12,0m klbovo uložený na stĺpoch dĺžky 3,0m votknutých do základových konštrukcií



stĺpy S1, S2 – prierez TR 220x6

spodný pás SP1 – prierez TR 90x6, na dĺžke 3,2m od stĺpa (z oboch strán) zosilnený
na prierez TR 90x5 + 2x L60x6

horný pás HP1, HP2 – prierez TR 110x6, na dĺžke 4m od stĺpa zosilnený
na prierez TR 110x6 + 2x L60x6

zvislice ZV1 – ZV7 – prierez TR 40x4

diagonály D1 – D10 – prierez TR 40x4

Zaťaženie

a) Spojité zaťaženie

stále:	g_k (kN/m)
vlastná tiaž horného pásu	0,30
vlastná tiaž spodného pásu	0,30
vlastná tiaž stĺpov	0,35

b) Lokálne zaťaženie v uzloch väzníka (zaťažovacia šírka na väzník 4,0m)

stále:	G_k (kN)
uzly na hornom páse (osová vzd. uzlov 1,0m):	
streš. krytina a väznice 1,0.4.0.0,30kN/m ²	1,20
uzly na spodnom páse (osová vzd. uzlov 2,0m):	
podhl'ad zo sendvič. panelov 2,0.4.0.0,25kN/m ²	2,00
premenné:	Q_k (kN)
uzly na hornom páse (osová vzd. uzlov 1,0m):	
sneh 1,0.4.0.1,72kN/m ²	6,88
(zaťaženie snehom - sedlová strecha so sklonom strešných rovín 15° - $\mu_1 = 0,8$)	
$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_{t.sk} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,23 = 1,72\text{kN/m}^2$	
vietor 1,0.4.0.w(kN/m ²)	+1,08(G, H) / -0,44(I) / -1,72(G)
uzly na stĺpoch (osová vzd. uzlov 1,5m):	
vietor 1,5.4.0.w(kN/m ²)	+3,42(D) / -0,30(E)

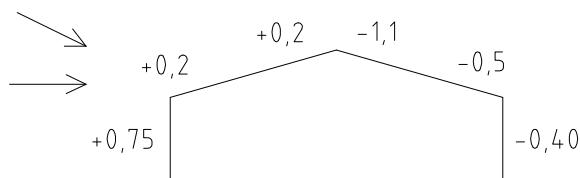
// Zaťaženie vetrom

$$w = w_e - w_i = q_p(z_e) \cdot (C_{pe}) - q_p(z_i) \cdot (C_{pi})$$

terén kategórie III, výška nad terénom $z = 5,0\text{m}$

špičkový tlak vetra pre $v_b = 26\text{m/s}$ a $z = 5,0\text{m}$ $q_p(z) = 0,54\text{kN/m}^2$

Súčinitele vonkajšieho tlaku C_{pe} :



Súčinitele tlaku vetra a výsledný tlak vetra

	C_{pe}	C_{pi} tlak	C_{pi} sanie	C_{pe} - C_{pi} tlak	C_{pe} - C_{pi} sanie	$w = q_p(z) \cdot (C_{pe}$ - C_{pi} tlak)	$w = q_p(z) \cdot (C_{pe}$ - C_{pi} sanie)
D	+0,75	+0,2	-0,3	+0,55	+1,05	+ 0,30kN/m ²	+ 0,57kN/m ²
E	-0,4	+0,2	-0,3	-0,6	-0,1	- 0,32kN/m ²	- 0,05kN/m ²
G	+0,2	+0,2	-0,3	+0,0	+0,5	0,0kN/m ²	+ 0,27kN/m ²
H	+0,2	+0,2	-0,3	+0,0	+0,5	0,0kN/m ²	+ 0,27kN/m ²
I	-0,5	+0,2	-0,3	-0,7	-0,2	- 0,38kN/m ²	- 0,11kN/m ²
J	-1,1	+0,2	-0,3	-1,3	-0,80	- 0,70kN/m ²	- 0,43kN/m ²

$$e = 2h = 10, e/10 = 10/10 = 1,0\text{m}$$

Kombinácie zaťažení pre MSÚ (trvalá a dočasná)

$$\sum \gamma_G G_k + \gamma_Q S_k + \gamma_Q \psi_0 W_k \quad \psi_0 = 0,6 \text{ (vietor)}$$

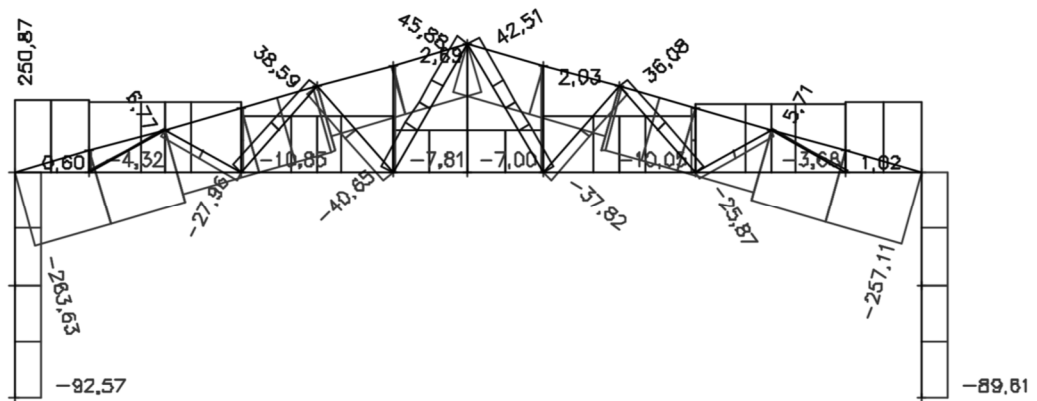
$$\sum \gamma_G G_k + \gamma_{Q1} \psi_0 S_k + \gamma_{Q2} W_k \quad \psi_0 = 0,5 \text{ (sneh do 1000m n.m)}$$

$$\gamma_G = 1,0 \text{ (priaznivé)}, \gamma_G = 1,35 \text{ (nepriaznivé)}$$

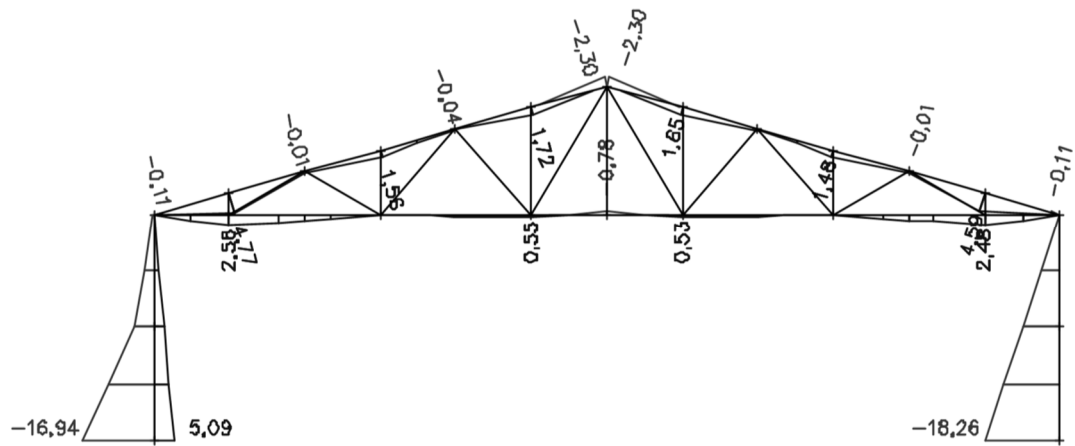
$$\gamma_Q = 0 \text{ (priaznivé)}, \gamma_Q = 1,50 \text{ (nepriaznivé)}$$

Návrhové vnútorné sily

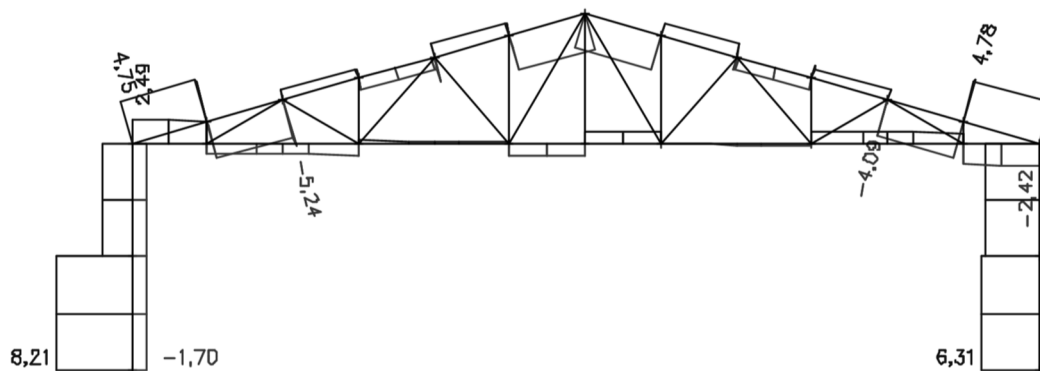
N_{Ed} [kN]



M_{Ed} [kNm]



V_{Ed} [kN]



Reakcie stĺpov rámu vo votknutí [kN]

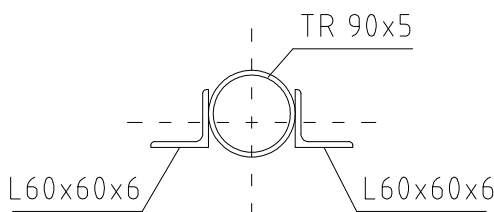
	R _{A,V} (vertikálna)	R _{A,H} (horizontálna)	R _{A,M} (moment)
Stále zaťaženie	14,95	0,29	0,86
Sneh	46,28	0,87	2,62
Vietor P	3,29	-7,38	-11,87
Kombinácie MSÚ max.	92,57	-10,78	-16,94

	R _{B,V} (vertikálna)	R _{B,H} (horizontálna)	R _{B,M} (moment)
Stále zaťaženie	14,95	-0,29	-0,86
Sneh	46,28	-0,87	-2,62
Vietor P	-1,44	-3,66	-10,09
Kombinácie MSÚ max.	89,61	-6,54	-18,26

POSÚDENIE PRVKOV (OCEĽ S235JRH)

A1) SPODNÝ PÁS VÄZNÍKA (SP1) TR 90x5, PRÚT JE ZOSILNENÝ NA DĺŽKE 3M
OD STĽPA NA PRIEREZ TR 90x5 + 2x L60x6

Zosilnený prierez



Prierezové charakteristiky TR 90x5

$$A = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, W_{el,y} = 2,69 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3, W_{el,z} = 2,69 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$I_y = 1,21 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4, I_z = 1,21 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4, \text{ posúdenie ako prierez tr. 3}$$

Prierezové charakteristiky zosilneného prierezu TR 90x5 + 2x L60x6

$$A = 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, W_{el,y} = 3,71 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3, W_{el,z} = 6,63 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$I_y = 2,20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4, I_z = 6,96 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4, \text{ posúdenie ako prierez tr. 3}$$

Posúdenie únosnosti prierezu TR 90x5 **N_{Ed} = 195,14kN, M_{Ed} = 0,55kNm**

ohyb + osová sila

$$\sigma_{x,Ed} \leq f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el,y} \leq f_y / \gamma_{M0}$$

$$195,14 / (1,33 \cdot 10^{-3}) + 0,55 / (2,69 \cdot 10^{-5}) \leq 235000 / 1,0$$

167168kPa < 235000kPa - prierez vyhovuje

Posúdenie únosnosti zosilneného prierezu TR 90x5 + 2x L60x6

N_{Ed} = 250,87kN, M_{Ed} = 2,56kNm

ohyb + osová sila

$$\sigma_{x,Ed} \leq f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el,y} \leq f_y / \gamma_{M0}$$

$$250,87 / (2,72 \cdot 10^{-3}) + 2,56 / (3,71 \cdot 10^{-5}) \leq 235000 / 1,0$$

161234kPa < 235000kPa - prierez vyhovuje

A2) ZVISLICE A DIAGONÁLY VÄZNÍKA TR 40x4
POSÚDENIE PRE D4

Prierezové charakteristiky TR 40x4

$$A = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, W_{el,y} = W_{el,z} = 3,71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3, I_y = I_z = 7,42 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$
$$i_y = i_z = 12,8 \text{ mm}, \text{ posúdenie ako prierez tr. 3}$$

Posúdenie vzperná odolnosť prúta TR 40x4 $N_{Ed} = - 40,65 \text{ kN}$

vzperná dĺžka prúta $l = 1,511 \text{ m}$

$$\beta_A = 1,0$$

$$\lambda = l / i_y = 1,511 / 0,0128 = 118,05$$

$$\lambda_k = \lambda / \lambda_1 = \lambda / (\pi(E/f_y)^{0,5}) = 1,26, \text{ krivka „a“ - imperfekcie } \alpha = 0,21$$

$$\phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_k - 0,2) + \lambda_k^2) = 1,41$$

$$\chi = 1 / (\phi + (\phi^2 - \lambda_k^2)^{0,5}) = 0,49$$

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,49 \cdot 4,52 \cdot 10^{-4} \cdot 235000 / 1,0 = 52,05 \text{ kN}$$

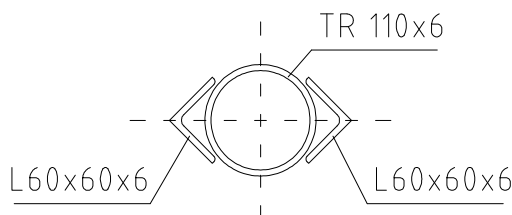
$$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1,0$$

$$40,65 / 52,05 = 0,78$$

0,78 < 1,0 - vyhovuje

A3) HORNÝ PÁS VÄZNÍKA TR 90x5, PRÚT JE ZOSILNENÝ NA DĹŽKE 4M OD
STĹPA NA PRIEREZ TR 110x6 + 2x L60x6

Zosilnený prierez



Prierezové charakteristiky TR 110x6

$$A = 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, W_{el,y} = W_{el,z} = 4,83 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$I_y = I_z = 2,66 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4, \text{ posúdenie ako prierez tr. 3}$$

Prierezové charakteristiky zosilneného prierezu TR 110x6 + 2x L60x6

$$A = 3,34 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, W_{el,y} = 6,15 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3, W_{el,z} = 9,76 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$I_y = 3,38 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4, I_z = 8,66 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4, i_y = 31,8 \text{ mm}, i_z = 50,9 \text{ mm}, \text{ posúdenie ako prierez tr. 3}$$

Posúdenie odolnosti prúta TR 110x6 + 2x L60x6 pri namáhaní ohybom a tlakom

$$N_{Ed} = - 263,63 \text{ kN}, M_{y,Ed} = 4,77 \text{ kNm}$$

vzperná dĺžka prúta y-y $l_y = 1,035 \text{ m}$

vzperná dĺžka prúta z-z $l_z = 3,105 \text{ m}$

$$\beta_A = 1,0$$

$$\lambda_y = l_y / i_y = 1,035 / 0,0318 = 32,55$$

$$\lambda_z = l_z / i_z = 3,105 / 0,0509 = 61,00$$

$$\lambda_{ky} = \lambda_y / \lambda_1 = 32,55 / (\pi(E/f_y)^{0,5}) = 0,35, \text{ krivka „c“ - imperfekcie } \alpha = 0,49$$

$$\phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_k - 0,2) + \lambda_k^2) = 0,60$$

$$\chi_y = 1 / (\phi + (\phi^2 - \lambda_{ky}^2)^{0,5}) = 0,92$$

$$\lambda_{kz} = \lambda_z / \lambda_1 = 61,0 / (\pi(E/f_y)^{0,5}) = 0,65, \text{ krivka „c“ - imperfekcie } \alpha = 0,49$$

$$\phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_k - 0,2) + \lambda_k^2) = 0,82$$

$$\chi_z = 1 / (\phi + (\phi^2 - \lambda_{kz}^2)^{0,5}) = 0,76 = \chi_{min}$$

$$\mu_y = \lambda_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) \leq 0,90$$

$$\beta_{My} = 1,4$$

$$\mu_y = 0,35 \cdot (2 \cdot 1,4 - 4) = -0,42$$

$$k_y = 1 - \mu_y \cdot N_{Ed} / (\chi_y \cdot A \cdot f_y) = 1 + 0,42 \cdot 263,63 / (0,92 \cdot 3,34 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) = 1,15$$

$$N_{Ed} / (\chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}) + k_y \cdot M_{y,Ed} / (W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}) \leq 1,0$$

$$263,63 / (0,76 \cdot 3,34 \cdot 235 / 1,0) + 1,15 \cdot 4,77 / (6,15 \cdot 10^{-2} \cdot 235 / 1,0) = 0,44 + 0,38 = 0,82$$

$$0,82 < 1,0 \quad \text{- vyhovuje}$$

B) STĽP S2 TR 220x6

Prierezové charakteristiky TR 220x6

$$A = 4,03 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, W_{el,y} = W_{el,z} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_y = I_z = 2,31 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4, i_y = i_z = 75,7 \text{ mm}, \text{ posúdenie ako prierez tr. 3}$$

Posúdenie odolnosti prúta pri namáhaní ohybom a tlakom

$$N_{Ed} = -52,73 \text{ kN}, M_{y,Ed} = 18,26 \text{ kNm}$$

$$\text{vzperná dĺžka prúta } l = l_y = l_z = 2,3,0 = 6,0 \text{ m}$$

$$\beta_A = 1,0$$

$$\lambda = l / i = 6,0 / 0,0757 = 79,26$$

$$\lambda_k = \lambda / \lambda_1 = 79,26 / (\pi(E/f_y)^{0,5}) = 0,84, \text{ krivka „a“ - imperfekcie } \alpha = 0,21$$

$$\phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_k - 0,2) + \lambda_k^2) = 0,92$$

$$\chi = 1 / (\phi + (\phi^2 - \lambda_k^2)^{0,5}) = 0,77 = \chi_{min}$$

$$\mu_y = \lambda_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) \leq 0,90$$

$$\beta_{My} = 1,8$$

$$\mu_y = 0,84 \cdot (2 \cdot 1,8 - 4) = -0,34$$

$$k_y = 1 - \mu_y \cdot N_{Ed} / (\chi_y \cdot A \cdot f_y) = 1 + 0,34 \cdot 52,73 / (0,77 \cdot 4,03 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) = 1,02$$

$$N_{Ed} / (\chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}) + k_y \cdot M_{y,Ed} / (W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}) \leq 1,0$$

$$52,73 / (0,77 \cdot 4,03 \cdot 235 / 1,0) + 1,02 \cdot 18,26 / (0,21 \cdot 235 / 1,0) = 0,07 + 0,38 = 0,45$$

$$0,45 < 1,0 \quad \text{- vyhovuje}$$

2. NÁVRH A POSÚDENIE ZÁKLADOVÝCH KONŠTRUKCIÍ (STN EN 1997-1)

Konštrukcie - 1. geotechnická kategória, zasahovanie výkopov pod HPV sa nepredpokladá.

Predbežný návrh základových konštrukcií bol prevedený bez inžinierskogeologického prieskumu. Rozmery základových konštrukcií sú navrhnuté za predpokladu jednoduchých základových pomerov a založenia na jemnozrnných zeminách tr. F2 tuhej konzistencie.

Pre spätné zäsypy je uvažovaná štrkovitá zemina tr. G3.

a) POSÚDENIE STATICKEJ ROVNOVÁHY ZÁKLADOVEJ PÄTKY VO FÁZE VÝSTAVBY PRED BETONÁŽOU PODKLADNÉHO BETÓNU (EQU)

Zaťaženie zemným tlakom:

$$\text{Nesúdržná zemina G3 } \gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3, \phi_{ef} = 30^\circ$$

$$\gamma_{\phi'} = 1,25, \text{ tg}\phi = 0,577, \text{ tg}\phi' = \text{tg}\phi / \gamma_{\phi'} = 0,577 / 1,25 = 0,462, \phi' = 24,8^\circ$$

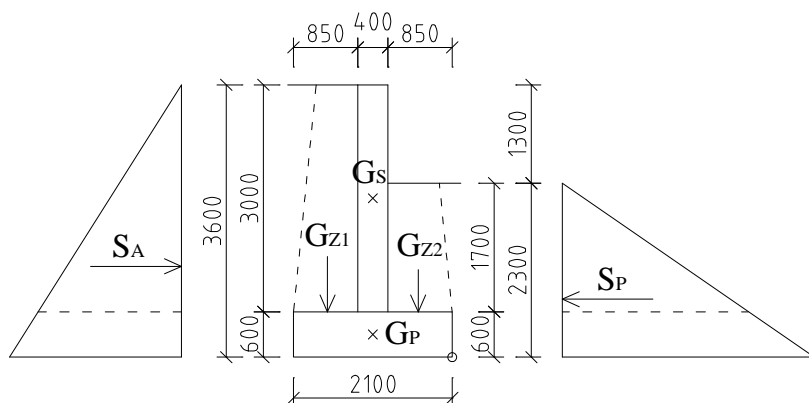
Súčinitele zemného tlaku

$$K_a = \text{tg}^2(45 - \phi'/2) = 0,41$$

$$K_p = \text{tg}^2(45 + \phi'/2) = 2,45$$

Zemina v úrovni základovej škáry:

$$\text{Jemnozrnná zemina F2 } c_u = 60 \text{ kPa}$$



napätie v úrovni základovej škáry od aktívneho zemného tlaku na zasypanej strane

$$\sigma_a = \gamma \cdot z_1 \cdot K_a = 19,0 \cdot 3,6 \cdot 0,41 = 28,04 \text{ kPa}$$

výsledná sila od aktívneho zemného tlaku na vnútornej strane steny

$$S_a = \sigma_a \cdot z_1 / 2 = 28,04 \cdot 3,6 / 2 = 50,48 \text{ kN/m}$$

napätie v úrovni základovej škáry od pasívneho zemného tlaku na nezasypanej strane

$$\sigma_p = \gamma \cdot z_1 \cdot K_p = 19,0 \cdot 2,3 \cdot 2,45 = 107,07 \text{ kPa}$$

výsledná sila od aktívneho zemného tlaku na vnútornej strane steny

$$S_p = \sigma_a \cdot z_2 / 2 = 107,07 \cdot 2,3 / 2 = 123,12 \text{ kN/m} \Rightarrow S_p = S_a = 50,48 \text{ kN/m}$$

tiaž piliera/steny $G_s = 0,4 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 30,0 \text{ kN}$ dĺžky

tiaž pätky $G_p = 2,1 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 31,5 \text{ kN}$

tiaž zeminy na pätky $G_{z1} = 0,85 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 3,0 \text{ m} \cdot 19 \text{ kN/m}^3 = 48,45 \text{ kN}$

tiaž zeminy na pätky $G_{z2} = 0,85 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 1,70 \text{ m} \cdot 19 \text{ kN/m}^3 = 27,46 \text{ kN}$

Overenie statickej rovnováhy (EQU)

- preklopenie

zaťažovacia šírka steny na pätku pre zemné tlaky 4,0m

zaťažovacia šírka steny na pätku pre vlastnú tiaž 2,7m

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$E_{dst,d} = \gamma_{G,dst} \cdot S_a \cdot 4,0 \cdot 3,6 / 3 = 1,10 \cdot 50,48 \cdot 4,0 \cdot 3,6 / 3 = 266,53 \text{ kNm}$$

$$E_{stb,d} = \gamma_{G,stb} \cdot (G_s \cdot 1,05 \cdot 2,7 + G_p \cdot 1,05 + S_p \cdot 2,3 / 3 \cdot 4,0 + G_{z2} \cdot 0,425 + G_{z1} \cdot 1,675) =$$

$$= 0,9 \cdot (30,1 \cdot 0,5 \cdot 2,7 + 31,5 \cdot 1,05 + 50,48 \cdot 2,3 / 3 \cdot 4,0 + 27,46 \cdot 0,425 + 48,45 \cdot 1,675) = 329,18 \text{ kNm}$$

$$266,53 \text{ kNm} < 329,18 \text{ kNm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

- posunutie

$$\gamma_{G,stb} \cdot S_p > \gamma_{G,dst} \cdot S_a \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

b) POSÚDENIE ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVEJ PÔDY (STR, GEO)

Návrhový postup 2, kombinácia: A1 + M1 + R2

Zaťaženie zemným tlakom:

Nesúdržná zemina G3 $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$, $\varphi_{ef} = 30^\circ$, $c_{ef} = 0$

$\tan \varphi = 0,577$, $\gamma_{\varphi'} = 1,0$, $\tan \varphi' = \tan \varphi / \gamma_{\varphi'} = 0,577$, $\varphi' = 30^\circ$

Súčinitele zemného tlaku

$$K_0 = (1 - \sin \varphi') = 0,50$$

$$K_p = \tan^2(45 + \varphi' / 2) = 3,00$$

Zemina v úrovni základovej škáry:

Jemnozrnná zemina F2 $c_u = 60 \text{ kPa}$, $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$

horizontálna sila od zemného tlaku v pokoji na zasypanej strane

$$S_0 = \gamma \cdot z_1 \cdot K_0 \cdot z_1 / 2 = 1,0 \text{ m} \cdot 19,3 \cdot 7^2 \cdot 0,5 / 2 = 65,03 \text{ kN}$$

horizontálna sila od prítlačenia premenným zaťažením na povrchu terénu

$$S_{0q} = q \cdot z_1 \cdot K_0 = 1,0 \text{ m} \cdot 2,0 \cdot 3,7 \cdot 0,5 = 3,7 \text{ kN}$$

horizontálna sila od pasívneho zemného tlaku na nezasypanej strane

$$S_p = \gamma \cdot z_2 \cdot K_p \cdot z_2 / 2 = 1,0 \text{m} \cdot 19,2 \cdot 3^2 / 2 = 150,77 \text{kN} \Rightarrow S_p = S_0 = 65,03 \text{kN}$$

$$\text{ťaž steny 1 } G_{s1} = 0,3 \text{m} \cdot 1,0 \text{m} \cdot 0,75 \cdot 25 \text{kN/m}^3 = 5,63 \text{kN}$$

$$\text{ťaž steny 2 } G_{s2} = 0,4 \text{m} \cdot 1,0 \text{m} \cdot 3,1 \cdot 25 \text{kN/m}^3 = 31,00 \text{kN}$$

$$\text{ťaž pätky } G_p = 2,1 \text{m} \cdot 1,0 \text{m} \cdot 0,6 \cdot 25 \text{kN/m}^3 = 31,50 \text{kN}$$

$$\text{ťaž zeminy na pätky } G_{z1} = 0,85 \text{m} \cdot 1,0 \text{m} \cdot 3,0 \text{m} \cdot 19 \text{kN/m}^3 = 48,45 \text{kN}$$

$$\text{ťaž zeminy na pätky } G_{z2} = 0,85 \text{m} \cdot 1,0 \text{m} \cdot 1,70 \text{m} \cdot 19 \text{kN/m}^3 = 27,46 \text{kN}$$

$$\text{Zvislá reakcia rámu - stále zat'. } R_{V,G} = 14,95 \text{kN}$$

$$\text{Vodorovná reakcia rámu - stále zat'. } R_{H,G} = 0,29 \text{kN}$$

$$\text{Moment vo votknutí rámu - stále zat'. } R_{M,G} = 0,86 \text{kNm}$$

$$\text{Zvislá reakcia rámu - sneh } R_{V,Q1} = 46,28 \text{kN}$$

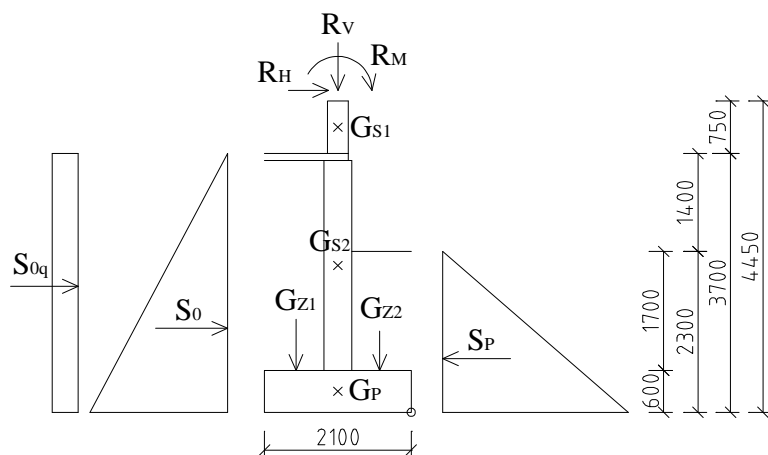
$$\text{Vodorovná reakcia rámu - sneh } R_{H,Q1} = 0,87 \text{kN}$$

$$\text{Moment vo votknutí rámu - sneh } R_{M,Q1} = 2,62 \text{kNm}$$

$$\text{Zvislá reakcia rámu - vietor } R_{V,Q2} = -1,44 \text{kN}$$

$$\text{Vodorovná reakcia rámu - vietor } R_{H,Q2} = 3,66 \text{kN}$$

$$\text{Moment vo votknutí rámu - vietor } R_{M,Q2} = 10,09 \text{kNm}$$



Zvislé zaťaženie v ťažisku základu

stále:

$$V_g = R_{V,G} + G_{s1} + G_{s2} + G_p + G_{z1} + G_{z2} = 14,95 + 5,63 + 31,0 + 31,5 + 48,45 + 27,46 = 158,99 \text{kN}$$

premenné

$$V_q = \psi_0 \cdot R_{V,Q1} + R_{V,Q2} + \psi_0 \cdot q \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,5 \cdot 46,28 - 1,44 + 0,7 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 22,89 \text{kN}$$

Vodorovné zaťaženie v ťažisku základu

stále:

$$H_g = S_0 - S_p = 0 \text{kN}$$

premenné

$$H_q = \psi_0 \cdot S_{0q} + \psi_0 \cdot R_{H,Q1} + R_{H,Q2} = 0,7 \cdot 3,7 + 0,5 \cdot 0,87 + 3,66 = 7,29 \text{kN}$$

Moment sily v ťažisku základu

od stáleho zaťaženia:

$$M_g = R_{H,G} \cdot 4,45 + R_{M,G} + S_0 \cdot 3,7/3 - S_p \cdot 2,3/3 + G_{z2} \cdot 0,625 - G_{z1} \cdot 0,625 = 0,29 \cdot 4,45 + 0,86 + 65,03 \cdot 3,7/3 - 65,03 \cdot 2,3/3 + 27,46 \cdot 0,625 - 48,45 \cdot 0,625 = 19,38 \text{kNm}$$

od premenného zaťaženia:

$$M_q = \psi_0 \cdot R_{H,Q1} \cdot 4,45 + R_{H,Q2} \cdot 4,45 + \psi_0 \cdot S_{0q} \cdot 3,7/2 + \psi_0 \cdot R_{M,Q1} + R_{M,Q2} - \psi_0 \cdot q \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,625 = 0,5 \cdot 0,87 \cdot 4,45 + 3,66 \cdot 4,45 + 0,7 \cdot 3,7 \cdot 3,7/2 + 0,5 \cdot 2,62 + 10,09 - 0,7 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,625 = 33,67 \text{kNm}$$

Kombinácia zaťažení $\sum \gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$

$$V_d = 1,35 \cdot V_g + 1,50 \cdot V_q = 1,35 \cdot 158,99 + 1,5 \cdot 22,89 = 248,97 \text{kN}$$

$$H_d = 1,35 \cdot H_g + 1,50 \cdot H_q = 1,35 \cdot 0 + 1,5 \cdot 7,29 = 10,94 \text{kN}$$

$$M_d = 1,35 \cdot M_g + 1,50 \cdot M_q = 1,35 \cdot 19,38 + 1,5 \cdot 33,67 = 76,67 \text{kNm}$$

Geometria pätky:

šírka $B = 2,1\text{m}$

dĺžka $L = 1,0\text{m}$

výška $h = 0,6\text{m}$

hlbka založenia $D = 2,30\text{m}$

pôdorysná plocha $A = B \cdot L = 2,1 \cdot 1,0 = 2,1\text{m}^2$

$$e_B = M_d / V_d = 76,67 / 248,97 = 0,31\text{m}$$

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 2,1 - 2 \cdot 0,31 = 1,48\text{m}$$

$$A' = B' \cdot L = 1,48 \cdot 1,0 = 1,48\text{m}^2$$

Návrhová únosnosť základu – neodvodnené podmienky

$$R/A' = ((\pi + 2)c_u / \gamma_{cu} s_c b_c i_c + q) / \gamma_{R,v} = ((\pi + 2) \cdot 60,0 / 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 0,97 + 43,7) / 1,4 = \mathbf{309,08\text{kPa}}$$

$$s_c = 1 + 0,2(B'/L) = 1 + 0,2 \cdot (1,48 / 1,0) = 1,30$$

$$b_c = 1,0 (\alpha = 0^\circ)$$

$$i_c = 0,5 \cdot (1 + (1 - H/(A' \cdot c_u)))^{0,5} = 0,5 \cdot (1 + (1 - 10,94 / (1,48 \cdot 60)))^{0,5} = 0,97$$

$$q = 19,0\text{kN/m}^3 \cdot D = 19,0 \cdot 2,3\text{m} = 43,7\text{kN/m}^2$$

Posúdenie únosnosti zeminy

kontaktné napätie v základovej škáre

$$\sigma_d = V_d / (B' \cdot L) = 248,97 / (1,48 \cdot 1,0) = \mathbf{168,22\text{kPa}}$$

$$\sigma_d \leq R/A'$$

$$168,22\text{kPa} < 309,08\text{kPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

vodorovný posun

$$R_{d,h} \cdot A' = c_d \cdot A' / \gamma_{R,h} = 60 / 1,0 \cdot 1,48 / 1,1 = \mathbf{80,72\text{kN}}$$

$$H_d \leq R_{d,h} \cdot A'$$

$$10,94\text{kN} < 80,72\text{kN} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

ZÁVER

POSÚDENIE MECHANICKEJ ODOLNOSTI A STABILITY OBJEKTU BOLO PREVEDENÉ PODĽA PLATNÝCH PREDPISOV A NORIEM PRE NAVRHOVANIE STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ A NÁVRH VYHOVUJE. VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA ŽELEZOBETÓNOVÝCH PRVKOV A ŠPECIFIKÁCIA VÝSTUŽE BUDE ZHOTOVENÁ A DODANÁ AKO SÚČASŤ REALIZAČNEJ DOKUMENTÁCIE STATIKY.

Turčianske Teplice, september 2013

Vypracoval :

Ing. Michal Dvorský