

TECHNICKÁ SPRÁVA

SO-01 REVITALIZÁCIA ŠPORTOVÉHO AREÁLU SLÁVIA

BEŽECKÉ DRÁHY

Investor : Mesto Trnava, Hlavná 1, 917 71 Trnava

Zodpovedný projektant : Ing. Eduard Vyskoč, autorizovaný stavebný inžinier

Vypracoval : Ing. Ľubomír Baláž, PhD. autorizovaný stavebný inžinier

Kontroloval : Ing. Eduard Vyskoč

Stupeň : Projektová dokumentácia pre realizáciu stavby – PDpRS

Číslo úlohy : St. 30/2017

Dátum : 25. 05. 2017

| | |
|--|----------|
| | sada č.: |
|--|----------|

OBSAH

| | | |
|------|-------------------------------------|----|
| 1. | ZÁKLADNÉ ÚDAJE O STAVBE | 3 |
| 1.1. | Popis objektu | 3 |
| 1.2. | Základové pomery staveniska | 4 |
| 1.3. | Základné podklady a literatúra..... | 5 |
| 2. | POUŽITÉ MATERIÁLY | 6 |
| 3. | ÚDAJE O ZAŤAŽENÍ..... | 7 |
| 3.1. | Stále a premenné zaťaženie | 7 |
| 4. | RIEŠENIE | 8 |
| 4.1. | Oporné múry - OM..... | 8 |
| 4.2. | Bežecké lávky..... | 14 |
| 4.3. | Schodisko | 18 |
| 4.4. | Technické požiadavky | 19 |
| 5. | ZÁVER..... | 21 |

TECHNICKÁ SPRÁVA

Objednávateľ : Mesto Trnava, Hlavná 1, 917 71 Trnava

Časť : Stavebná časť - STATIKA

Stupeň projektu : Projektová dokumentácia pre realizáciu stavby – PDpRS

1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE O STAVBE

Názov stavby: Revitalizácia športového areálu SLÁVIA – bežecké trasy

Miesto stavby: Trnava, parcela č. 3540/4, 3547/1

Na základe objednávky Ing. Miroslava Schronera je požiadavka vypracovať statickú časť projektu novostavby oporných múrov, bežeckých lávok, a exteriérového schodiska v športovom areály, ako dokumentáciu pre realizáciu stavby. Úlohou statickej časti projektu je navrhnuť tri samostatné oporné múry, dve samostatné bežecké lávky, ktoré sú uložené na oporných múroch a dve exteriérové schodiská.

1.1. Popis objektu

V tomto prípade sa jedná o výstavbu novej konštrukcie oporných múrov, bežeckých lávok a dvoch schodísk. Presné umiestnenie, rozmery a tvary konštrukcií sú detailne zobrazené v časti architektúra. Konštrukcie oporných múrov (OM) sú navrhnuté ako monolitická železobetónová konštrukcia. Schodisko a obe bežecké lávky sú taktiež navrhnuté ako monolitická železobetónová konštrukcia. Všetky spomínané konštrukcie sú súčasťou športového areálu.

1.2. Základové pomery staveniska

Inžiniersko-geologický prieskum záujmového územia nebol realizovaný, zatriedenie zemín bolo určené na základe verejne prístupných informácií v spádovej lokalite, bližšie informácie [24]. Základové pomery oblasti klasifikujeme ako **zložité základové pomery**. Hladina podzemnej vody (HPV) sa nachádza pod základovou škárou, na základe uvedeného klasifikujeme územie ako **podmienečne vhodné územie** na výstavbu. Predpokladáme zanedbateľné riziko nestability alebo pohybov horninového prostredia. Oporné múry na základe svojej rozlohy, dispozície a predpokladov zaraďujeme medzi **náročné konštrukcie – 2. geotechnická kategória**.

Pri klasifikovaní možného podložia sme vychádzali z dostupných geologických a geotechnických prieskumov z danej lokality.

1. Posudok o základovej pôde, Polyfunkčný dom na Murgašovej ulici, marec 2001 STAS – stavby a sanácie. s.r.o. Trnava.
2. Záverečná správa inžinierskogeologického prieskumu, Sídlo firmy ADOM na priemyselnej ulici v Trnave, september 2003. STAS – stavby a sanácie. s.r.o. Trnava.
3. Správa inžinierskogeologického prieskumu, Výstavba 34 b.j. na ulici T. Vansovej v Trnave, júl 2004. Geoprieskum-Slávik, Trnava.
4. Záverečná správa inžinierskogeologického prieskumu, Tenisové centrum Trnava, marec 2005. GEOPOL s.r.o. Bratislavská 17/26, Galanta.
5. Záverečná správa geologickej úlohy, Trnava – MK Cukrová ul., apríl 2010. WH GEOTREND, s.r.o. Piaristická 2, Nitra.

Na základe preštudovaný správ a podkladov je charakter podložia značne premenný, ale v prevažnej miere tvorený jemnozrnnými zeminami triedy F4 až F6, navážkami rôzneho pôvodu (hlina, kameň tehla) a taktiež je častý výskyt sprašovej zeminy. Piesčito štrkové zeminy sa nachádzajú v rôznych hĺbkach v závislosti na nadmorskej výške miesta v ktorom bol vykonaný vrt. Podzemná voda v tejto lokalite má premenný charakter.

Odporúčame po vytvorení základovej škáry privolať zodpovedného projektanta aby zhodnotil reálnu situáciu a upresnil ďalší postup výstavby.

1.3. Základné podklady a literatúra

Pre vypracovanie tohto statického posúdenia boli použité nasledovné podklady:

1. Projektová dokumentácia stavebnej časti, vypracoval moravcik - schroner s .r. o.
2. STN EN 1990 Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií
3. STN EN 1991-1-1 Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií, Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženie.
4. STN EN 1991-1-3 Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-3. Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia snehom.
5. STN EN 1991-1-4 Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4 : Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom.
6. STN EN 1992-1-1 Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy.
7. STN EN 1993-1-1 Eurokód 3. Navrhovanie ocelových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy.
8. STN EN 1995-1-1+A1 Eurokód 5. Navrhovanie drevených konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecne. Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy + Zmena A1.
9. STN EN 1997-1 Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá.
10. STN EN 1996-1 Eurokód 6. Navrhovanie murovaných konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá pre vystužené a nevystužené murované konštrukcie.
11. STN EN 13 670 + STN EN 13 670/NA Zhotovenie betónových konštrukcií
12. STN EN 206 - Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda. 01.01.2015
13. J. Bilčík, L. Fillo, V. Benko, J. Halvoník, : Betónové konštrukcie, Navrhovanie podľa STN EN 1992-1-1, Vydavateľstvo STU, 2008 Bratislava.
14. I. Harvan, : Železobetónové nosné sústavy, Navrhovanie podľa európskych noriem, 2010 Bratislava.
15. J. Kyseľ a kolektív, : Statické tabuľky, Spolok statikov Slovenska, 2010 Trnava.
16. J. Kyseľ a autorský kolektív, : Statika stavieb s príkladmi, Spolok statikov Slovenska, 2013 Trnava.
17. P. Beinhauer, : Systém štandardných detailov, Vydavateľstvo Eurostav, 2008
18. P. Turček, J. Hulla, : Zakladanie stavieb, Jaga group, 2004, Bratislava.
19. Praktická príručka pre navrhovanie zvislých murovaných konštrukcií – STATIKA YTONG, 2015, Bratislava
20. N. Jendželovský, : Modelovanie základových konštrukcií v MKP, 2013, Bratislava
21. Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (Stavebný zákon) v znení neskorších predpisov
22. Príručka technológia – BETÓN, Českomoravský betón, 2013, Česká republika
23. Static Calculator, Ing. Miroslav Šimonovič, 2015
24. <http://www.geology.sk/new>
25. <http://hilti.sk>
26. Firemné podklady konkrétnych výrobcov a dodávateľov stavebných materiálov a výrobkov, ktoré budú pri stavbe použité.

2. POUŽITÉ MATERIÁLY

Na realizáciu stavebného objektu boli navrhnuté nasledovné stavebné materiály:

Betón:

nosné konštrukcie

STN EN 206-1, C 25/30 - XC2, XF2, XA1, (SK) - Cl 0,4 - Dmax 16mm - S3

maximálny vodný súčiniteľ $v/c = 0,55$

STN EN 206-1 – C12/15-X0 – podkladový betón

Betonárska výstuž:

prútová betonárska výstuž - B500B + dištančné prvky

zvárané siete do betónu – B 500A, Bst 500M + dištančné prvky

Konštrukčná oceľ:

Valcované profily - S 235

Skrutky a svorníky:

Trieda pevnosti 8.8

Sortiment kotviacej techniky HILTI

Kamenivo :

Ťažené kamenivo frakcie 32 - 64 (môže byť aj drvený betón)

3. ÚDAJE O ZAŤAŽENÍ

Zaťažovacie stavy: - prevádzkový stav

- zaťaženie konštrukcií vlastnou tiažou, stálym a premenným zaťažením

Medzný stav únosnosti

$$\sum_j \gamma_{Gj,\sup} G_{kj,\sup} + \sum_j \gamma_{Gj,\inf} G_{kj,\inf} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Súčiniteľ spoľahlivosti zaťaženia $\gamma_g = 1,35$; $\gamma_q = 1,5$ (Súbor B - STR / GEO)
- Súčiniteľ spoľahlivosti zaťaženia $\gamma_g = 1,0$; $\gamma_q = 1,3$ (Súbor C - STR / GEO)

Medzný stav používateľnosti

Charakteristická kombinácia zaťažení

$$\sum_j G_{kj,\sup} + \sum_j G_{kj,\inf} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Častá kombinácia zaťažení

$$\sum_j G_{kj,\sup} + \sum_j G_{kj,\inf} + P_k + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kvázi- stála kombinácia zaťažení

$$\sum_j G_{kj,\sup} + \sum_j G_{kj,\inf} + P_k + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.1. Stále a premenné zaťaženie

| TYP ZAŤAŽENIA | CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA |
|--|--|
| Vlastná tiaž konštrukcie - $g_{k1} =$ | individuálna podľa typu konštrukcie |
| Stále zaťaženie konštrukcie - $g_{k2} =$ | 1,5 kN/m ² |
| Premenné zaťaženie - $q_{k1} =$ | 2,0 kN/m ² - osoby 6,5 kN/m ² – obslužné stroje |
| Zaťaženie snehom – $q_s =$ | 1,5 kN/m ² |
| Zaťaženie OM zásypom | Individuálne podľa konštrukcie |

Metódami stavebnej mechaniky sú určené vnútorné sily a deformácie jednotlivých nosných prvkov konštrukcií – za pomoci výpočtovej techniky a ručných výpočtov.

4. RIEŠENIE

4.1. Oporné múry - OM

V objekte je potrebné vytvoriť tri oporné múry premenlivých rozmerov. Oporné múry sú navrhnuté ako železobetónové, vystužené viazanou výstužou. Rozmer a tvar jednotlivých konštrukcií je zrejмый z príslušných výkresov. Oporné múry majú premenlivú výšku a OM č. 3 má po svojej dĺžke aj premennú hrúbku steny a základu. OM je potrebné betónovať s vodorovnou pracovnou škárou podľa uváženia a na obmedzenie dôsledkov objemových zmien pri tuhnutí a tvrdnutí betónu je potrebné zvoliť betonáž šachovnicovo po úsekoch max. 5 - 7 m. Pracovné škáry je potrebné zabezpečiť tesniacim prvkom podľa návrhu dodávateľa.

Pod základ OM bude zhotovený podkladový betón hrúbky 70 – 100 mm.

Posouzení stability gravitační stěny

SLÁVIA OPORNÝ MÚR

Tabulka kombinací vnitřních sil

| # | p_l [kPa] | p_r [kPa] | UC |
|---|-------------|-------------|-------|
| 1 | 10 | 10 | 0.385 |
| 2 | 6 | 13 | 0.411 |
| 3 | 10 | 15 | 0.425 |
| 4 | 1 | 24 | 0.501 |

Extrém vznikne v kombinaci: 4

Posouzení stability stěny pro extrémní kombinaci

Přetížení povrchu

Přetížení povrchu za stěnou

$$p_{kr} = 24 \text{ kPa}$$

$$p_{dr} = p_{kr} \cdot \gamma_{load} = 24000 \cdot 1 = 24 \text{ kPa}$$

Přetížení povrchu před stěnou

$$p_{kl} = 1 \text{ kPa}$$

$$p_{dl} = p_{kl} \cdot \gamma_{load} = 1000 \cdot 1 = 1 \text{ kPa}$$

Koeficient pasivního zemního tlaku

Pomocné úhly m_t, m_w

$$m_{pt} = 0.5 \cdot \left(\text{ArcCos} \left(\frac{-\sin(0)}{\sin(\varphi_{dl})} \right) - \varphi_{dl} - 0 \right) = 0.5 \cdot \left(\text{ArcCos} \left(\frac{-\sin(0)}{\sin(21)} \right) - 21 - 0 \right) = 34.5 \text{ deg}$$

$$m_{pw} = 0.5 \cdot \left(\text{ArcCos} \left(\frac{\sin(\delta_{dl})}{\sin(\varphi_{dl})} \right) - \varphi_{dl} - \delta_{dl} \right) = 0.5 \cdot \left(\text{ArcCos} \left(\frac{\sin(21)}{\sin(21)} \right) - 21 - 21 \right) = -21 \text{ deg}$$

Pomocný koeficient K_n

$$v_p = m_{pt} + 0 - m_{pw} - \text{Wall.}\mu = 34.5 + 0 - (-21) - 0 = 55.5$$

$$K_{pn} = \frac{1 + \sin(\varphi_{dl}) \cdot \sin(2 \cdot m_{pw} + \varphi_{dl})}{1 - \sin(\varphi_{dl}) \cdot \sin(2 \cdot m_{pt} + \varphi_{dl})} \cdot \text{power}(e; 2 \cdot v_p \cdot \text{tg}(\varphi_{dl}))$$

$$= \frac{1 + \sin(21) \cdot \sin(2 \cdot (-21) + 21)}{1 - \sin(21) \cdot \sin(2 \cdot 34.5 + 21)} \cdot \text{power}(2.72; 2 \cdot 0.969 \cdot \text{tg}(21)) = 2.86$$

Dílčí koeficienty pasivního zemního tlaku K_{py}, K_{pc}

$$K_{py} = K_{pn} \cdot \cos(0) \cdot \cos(0 - \text{Wall.}\mu) = 2.86 \cdot \cos(0) \cdot \cos(0 - 0) = 2.86$$

$$K_{pc} = (K_{pn} - 1) \cdot \cotg(\varphi_{dl}) = (2.86 - 1) \cdot \cotg(21) = 4.84$$

Koeficient zemního tlaku v klidu

$$K_0 = 1 - \sin(\varphi_{dl}) = 1 - \sin(21) = 0.642$$

Zemní tlak za stěnou

Efektivní geostatické napětí za zdí

$$\sigma_{zr0} = p_{dr} = 24000 = 24 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{zr0H} = p_{dr} + \gamma_{dr} \cdot (\text{Wall.H} - \text{Wall.Hnr}) \cdot \gamma_G = 24000 + 19000 \cdot (5.3 - 0.8) \cdot 1 = 110 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{zrH} = p_{dr} + \gamma_{dr} \cdot \text{Wall.H} \cdot \gamma_G = 24000 + 19000 \cdot 5.3 \cdot 1 = 125 \text{ kPa}$$

Aktivní zemní tlak za stěnou

$$\sigma_{xr0} = \sigma_{zr0} \cdot K_{ay} - c_{dr} \cdot K_{ac} = 24000 \cdot 0.25 - 0 \cdot 1.2 = 5.99 \text{ kPa}$$

$$H_{\sigma 0} = \text{Wall.H} = 5.3 = 5.3 \text{ m}$$

$$\sigma_{xr0H} = \sigma_{zr0H} \cdot K_{ay} - c_{dr} \cdot K_{ac} = 109500 \cdot 0.25 - 0 \cdot 1.2 = 27.3 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{xrH} = \sigma_{zrH} \cdot K_{ay} - c_{dr} \cdot K_{ac} = 124700 \cdot 0.25 - 0 \cdot 1.2 = 31.1 \text{ kPa}$$

Horizontální síla od zásypu za stěnou

$$H_{r1} = \frac{(H_{\sigma 0} - \text{Wall.Hnr}) \cdot (\sigma_{xr0} + \sigma_{xr0H})}{2} = \frac{(5.3 - 0.8) \cdot (5.993 + 27.345)}{2} = 75 \text{ kN}$$

$$H_{r2} = \frac{\text{Wall.Hnr} \cdot (\sigma_{xr0H} + \sigma_{xrH})}{2} = \frac{0.8 \cdot (27.345 + 31.141)}{2} = 23.4 \text{ kN}$$

Vertikální síla od zásypu za stěnou

$$V_{r0} = H_{r1} \cdot \text{tg}(\text{Wall.}\mu + \delta_{dr}) = 75011 \cdot \text{tg}(0 + 32) = 46.9 \text{ kN}$$

$$V_{r1} = H_{r2} \cdot \text{tg}(\text{Wall.}\mu + \delta_{dr}) = 23394 \cdot \text{tg}(0 + 32) = 14.6 \text{ kN}$$

Působíště síly

$$Pr0 = [1.1, 2.51]$$

Působíště síly

$$Pr1 = [2.6, 0.352]$$

Stabilizující moment vertikální složky zemního tlaku zásypu

$$M_{stab3} = V_{r0} \cdot Pr0.X - V_{r1} \cdot Pr1.X = 46872 \cdot 1.1 - 14618 \cdot 2.6 = 13.6 \text{ kNm}$$

Stabilizující moment zemního tlaku před stěnou

$$M_{stab4} = H1 \cdot Pl.Y = 43566 \cdot 0.339 = 14.8 \text{ kNm}$$

Celkový stabilizující moment

$$M_{stab} = M_{stab1} + M_{stab2} + M_{stab3} + M_{stab4} = 126464 + 237263 + 13552 + 14765 = 392 \text{ kNm}$$

Jednotkové posouzení

Jednotkové posouzení

$$s = \frac{M_{des}}{M_{stab}} = \frac{196387}{392043} = \underline{0.501} \quad \checkmark$$

Posouzení základu stěny pro extrémní kombinaci

Parametry půdy

Efektivní úhel vnitřního tření

$$\varphi_{eff,k} = 21^\circ$$

$$\varphi_{eff,d} = \frac{\varphi_{eff,k}}{\gamma_\varphi} = \frac{21}{1} = 21^\circ$$

Efektivní koheze

$$c_{eff,k} = 16 \text{ kPa}$$

$$c_{eff,d} = \frac{c_{eff,k}}{\gamma_c} = \frac{16000}{1} = 16 \text{ kPa}$$

Koheze v odvozených podmínkách

$$c_{u,k} = 100 \text{ kPa}$$

$$c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_c} = \frac{100000}{1} = 100 \text{ kPa}$$

Objemová tíha základové půdy

$$\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_d = \gamma_k \cdot \gamma_\gamma = 20000 \cdot 1 = 20 \text{ kN/m}^3$$

Objemová tíha zásypu

$$\gamma_{k,bc} = 0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{d,bc} = \gamma_{k,bc} \cdot \gamma_\gamma = 0 \cdot 1 = 0 \text{ kN/m}^3$$

Sklon základové spáry

$$\alpha_{rad} = 0$$

Zatížení

Svislá síla

$$V_z = -253 \text{ kN}$$

Horizontální síla

$$H_x = -54.8 \text{ kN}$$

Horizontální síla

$$H_y = 0 \text{ kN}$$

Výsledná horizontální síla

$$H_{res} = \sqrt{-54839^2 + 0^2} = 54.8 \text{ kN}$$

Ohybový moment

$$M_x = 0 \text{ kNm}$$

Ohybový moment

$$M_y = 196 \text{ kNm}$$

Tíha patky a zásypu

$$W_g = 0 \text{ kN} \quad (\text{zahmuto ve svislé síle } V_z)$$

Excentricita zatížení, efektivní rozměry patky

Výstřednost

$$e_L = \text{abs} \left(\frac{M_y}{(-V_z + W_g)} \right) = \text{abs} \left(\frac{196387}{(-252530 + 0)} \right) = 0.778 \text{ m} \quad \text{Excentricita je menší než } L/6 \quad \checkmark$$

Výstřednost

$$e_B = \text{abs} \left(\frac{M_x}{(-V_z + W_g)} \right) = \text{abs} \left(\frac{0}{(-252530 + 0)} \right) = 0 \text{ m} \quad \text{Excentricita je menší než } B/6 \quad \checkmark$$

Efektivní rozměr základu

$$L_{eff} = 2.6 - 2 \cdot 0.778 = 1.04 \text{ m}$$

$$B_{eff} = 1 - 2 \cdot 0 = 1 \text{ m}$$

$$A_{eff} = 1.04 \cdot 1 = 1.04 \text{ m}^2$$

Posouzení únosnosti v odvozených podmínkách

Součinitele únosnosti

$$N_q = e^{(\pi \cdot \tan(\varphi_{eff,d}))} \cdot \left(\tan\left(45 + \frac{\varphi_{eff,d}}{2}\right) \right)^2 = 2.72^{(3.14 \cdot \tan(21))} \cdot \left(\tan\left(45 + \frac{21}{2}\right) \right)^2 = 7.07$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi_{eff,d}) = 2 \cdot (7.07 - 1) \cdot \tan(21) = 4.66$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cotg(\varphi_{eff,d}) = (7.07 - 1) \cdot \cotg(21) = 15.8$$

Součinitele tvaru

$$s_q = 1 + \sin(\varphi_{eff,d}) \cdot \frac{B_{eff}}{L_{eff}} = 1 + \sin(21) \cdot \frac{1}{1.04} = 1.34$$

$$s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B_{eff}}{L_{eff}} = 1 - 0.3 \cdot \frac{1}{1.04} = 0.713$$

$$s_c = \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1.34 \cdot 7.07 - 1}{7.07 - 1} = 1.4$$

Součinitele sklonu základu

$$b_\gamma = (1 - \alpha_{rad} \cdot \tan(\varphi_{eff,d}))^2 = (1 - 0 \cdot \tan(21))^2 = 1$$

$$b_q = b_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan(\varphi_{eff,d})} = 1 - \frac{1 - 1}{15.8 \cdot \tan(21)} = 1$$

Součinitele sklonu zatížení

$$m_B = \frac{\left(2 + \frac{B_{eff}}{L_{eff}}\right)}{\left(1 + \frac{B_{eff}}{L_{eff}}\right)} = \frac{\left(2 + \frac{1}{1.04}\right)}{\left(1 + \frac{1}{1.04}\right)} = 1.51 \quad m_L = \frac{\left(2 + \frac{L_{eff}}{B_{eff}}\right)}{\left(1 + \frac{L_{eff}}{B_{eff}}\right)} = \frac{\left(2 + \frac{1.04}{1}\right)}{\left(1 + \frac{1.04}{1}\right)} = 1.49$$

$$m = m_L \cdot \left(\frac{H_x}{H_{res}}\right)^2 + m_B \cdot \left(\frac{H_y}{H_{res}}\right)^2 = 1.49 \cdot \left(\frac{-54839}{54839}\right)^2 + 1.51 \cdot \left(\frac{0}{54839}\right)^2 = 1.49$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H_{res}}{-V_z + A_{eff} \cdot c_{eff,d} \cdot \cotg(\varphi_{eff,d})}\right)^{m+1} = \left(1 - \frac{54839}{-252530 + 1.04 \cdot 16000 \cdot \cotg(21)}\right)^{1.49+1} = 0.601$$

$$i_q = \left(1 - \frac{H_{res}}{-V_z + A_{eff} \cdot c_{eff,d} \cdot \cotg(\varphi_{eff,d})}\right)^m = \left(1 - \frac{54839}{-252530 + 1.04 \cdot 16000 \cdot \cotg(21)}\right)^{1.49} = 0.737$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan(\varphi_{eff,d})} = 0.737 - \frac{1 - 0.737}{15.8 \cdot \tan(21)} = 0.694$$

Únosnost v odvozených podmínkách

$$q_{ult,dr} = c_{eff,d} \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + \gamma_{d,bc} \cdot (h_{bc} + H) \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma_d \cdot B_{eff} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 16000 \cdot 15.8 \cdot 1 \cdot 1.4 \cdot 0.694 + 0 \cdot (0 + 0.8) \cdot 7.07 \cdot 1 \cdot 1.34 \cdot 0.737 + 0.5 \cdot 20000 \cdot 1 \cdot 4.66 \cdot 1 \cdot 0.713 \cdot 0.601 = 266 \text{ kPa}$$

Únosnost v odvozených podmínkách

$$q_{Rd,dr} = \frac{q_{ult,dr}}{\gamma_{Rv}} = \frac{265658}{1} = 266 \text{ kPa}$$

Návrhový účinek zatížení

$$q_{Ed} = \frac{-V_z + W_g}{A_{eff}} = \frac{-252530 + 0}{1.04} = 242 \text{ kPa}$$

Jednotkové posouzení

$$s_1 = \frac{q_{Ed}}{q_{Rd,dr}} = \frac{241738}{265658} = 0.91 \quad \checkmark$$

Posouzení usmyknutí v odvozených podmínkách

Technologie výroby: betonáž na místě

$$\delta_{d,sub} = \tan(\varphi_{eff,d}) = \tan(21) = 0.384$$

Odpor proti usmyknutí

$$H_{Rd,dr} = \frac{(-V_z + W_g) \cdot \delta_{d,sub} + A_{eff} \cdot c_{eff,d}}{\frac{\gamma_{Rh}}{1}} = \frac{(-252530 + 0) \cdot 0.384 + 1.04 \cdot 16000}{1} = 114 \text{ kN}$$

Jednotkové posouzení

$$s_2 = \frac{H_{res}}{H_{Rd,dr}} = \frac{54839}{113652} = 0.483 \quad \checkmark$$

Posouzení únosnosti v neodvodněných podmínkách

Součinitel základního sklonu $b_{cu} = 1 - \frac{2 \cdot \alpha_{rad}}{\pi + 2} = 1 - \frac{2 \cdot 0}{3.14 + 2} = 1$

Součinitel tvaru $s_{cu} = 1 + 0.2 \cdot \frac{B_{eff}}{L_{eff}} = 1 + 0.2 \cdot \frac{1}{1.04} = 1.19$

Součinitel sklonu zatížení

$$i_{cu} = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H_{res}}{A_{eff} \cdot c_{u,d}}} \right) = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{54839}{1.04 \cdot 100000}} \right) = 0.845$$

Únosnost v neodvodněných podmínkách

$$q_{ult,u} = (\pi + 2) \cdot c_{u,d} \cdot b_{cu} \cdot s_{cu} \cdot i_{cu} + \gamma_{d,bc} \cdot (h_{bc} + H) \\ = (3.14 + 2) \cdot 100000 \cdot 1 \cdot 1.19 \cdot 0.845 + 0 \cdot (0 + 0.8) = 517 \text{ kPa}$$

Únosnost v neodvodněných podmínkách $q_{Rd,u} = \frac{q_{ult,u}}{\gamma_{Rv}} = \frac{517411}{1} = 517 \text{ kPa}$

Jednotkové posouzení $s_3 = \frac{q_{Ed}}{q_{Rd,u}} = \frac{241738}{517411} = 0.467$ ✓

Posouzení usmyknutí v neodvodněných podmínkách

Odpor proti usmyknutí v neodv. podm. $H_{Rd,u} = \frac{A_{eff} \cdot c_{u,d}}{\gamma_{Rh}} = \frac{1.04 \cdot 100000}{1} = 104 \text{ kN}$

Jednotkové posouzení $s_4 = \frac{H_{res}}{H_{Rd,u}} = \frac{54839}{104464} = 0.525$ ✓

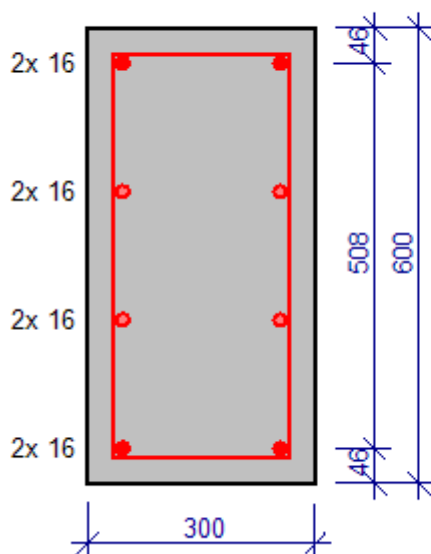
4.2. Bežecské lávky

Na oporných múroch budú vo vybraných miestach vytvorené bežecské lávky. Lávky sú navrhnuté ako monolitické železobetónové trámové dosky. Lávka č. 1 má maximálny rozmer 7200 mm x 7300 mm a hrúbku 200 – 220 mm (horná hrana lávky je v spáde). Lávku podopierajú tri trámy s rozmermi 600 mm x 300 mm vystužené prúťovou výstužou. Lávka č. 2 má maximálny rozmer 5500 mm x 4000 mm a hrúbku 200 – 220 mm (horná hrana lávky je v spáde). Lávku podopierajú dva trámy s rozmermi 600 mm x 300 mm vystužené prúťovou výstužou.

Posouzení podélné výztuže

TRÁM LÁVKY

Parametry průřezu



Vlastnosti betonu

| | |
|----------------------------------|---|
| Beton | C 25/30 |
| Charakteristická pevnost v tlaku | $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ |
| Modul pružnosti | $E_{cm} = 31 \text{ GPa}$ |
| Pevnost betonu v tlaku | $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1.5} = 16.7 \text{ MPa}$ |
| Pevnost betonu v tahu | $f_{ctd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 1.8}{1.5} = 1.2 \text{ MPa}$ |
| Poměrné přetvoření betonu | $\epsilon_{cd} = \frac{f_{cd}}{E_{cm}} = \frac{16.7}{31} = 538 \cdot 10^{-6}$ |
| Koeficienty betonu | $\alpha_{cc} = 1 \quad \eta = 1 \quad \lambda = 0.8 \quad (f_{ck} \leq 50 \text{ MPa})$ |
| Součinitel smykové pevnosti | $v_1 = 0.6$ |
| Souč. napětí v tažené části | $\alpha_{cw} = 1$ |

Vlastnosti betonářské výztuže

| | |
|---------------------------------|---|
| Výztuž | B 500 B |
| Charakteristická pevnost v tahu | $f_{yk} = 500 \cdot 10^6$ |
| Návrhová pevnost v tahu | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \cdot 10^6}{1.15} = 435 \cdot 10^6$ |
| Poměrné přetvoření | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{435 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} = 2.17 \cdot 10^{-3}$ |
| Maximální přetvoření v tlaku | Neomezný |

Tabulka kombinací vnitřních sil

| # | N [kN] | My [kNm] | UC |
|---|--------|----------|-------|
| 1 | 0 | 65 | 0.693 |

Extrém vznikne v kombinaci: 1

Posouzení podélné výztuže pro extrémní kombinaci

Kontrola minimální plochy výztuže

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,min} = 225 \text{ mm}^2$$

Posouzení

$$A_{sy1} = 402 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 225 \text{ mm}^2$$

=> Výztuž VYHOVUJE ✓

Kontrola maximální plochy výztužení

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

Posouzení

$$A_{sy1} = 402 \text{ mm}^2 < A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

=> Podmínka je splněna ✓

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = 43.7 \text{ mm}$$

Napětí v tažené výztuži

$$\sigma_{s1} = 435 \text{ MPa}$$

Napětí v tlačené výztuži

$$\sigma_{s2} = 0 \text{ MPa}$$

Není možné spočítat výšku tlačené oblasti pro zadaný průřez a výztužení.

Tlačená výztuž je ignorována

Kontrola limitní výšky tlačené oblasti

Limitní poměry pro tlačnou oblast

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{3.5 \cdot 10^{-3}}{3.5 \cdot 10^{-3} + 2.17 \cdot 10^{-3}} = 0.617$$

Kontrola limitní výšky tlačené oblasti

$$\frac{x}{d} = 0.079 < \xi_{bal,1} = 0.617$$

=> Výška tlačené oblasti je OK ✓

Únosnost průřezu

Rameno vnitřních sil

$$z_1 = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0.554 - \frac{0.8 \cdot 0.0437}{2} = 537 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = A_{sy1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 402 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^6 \cdot 0.537 = \underline{\underline{93.8 \text{ kNm}}}$$

Posouzení

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{65000}{93802} = \underline{\underline{0.693}} < 1 \Rightarrow \text{Bearing capacity is SUFFICIENT} \quad \checkmark$$

Prierez: LAVKA

Norma: EN 1992-1-1

Betón: C25/30 $f_{ck}=25,0$ MPa $f_{ctm}=2,60$ MPa $E_{cm}=31000$ MPa

Oceľ: B500B $f_{yk}=500$ MPa $E_s=200000$ MPa

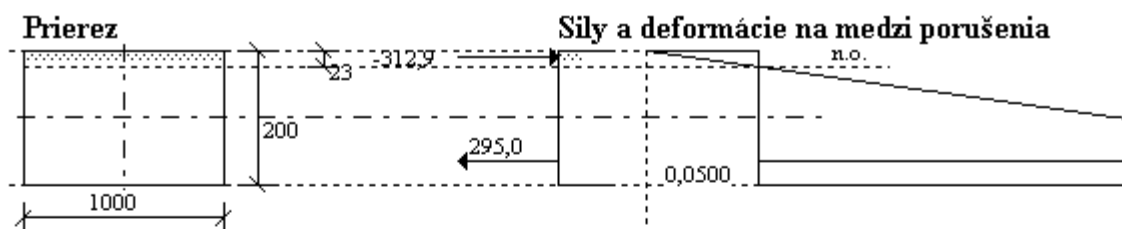
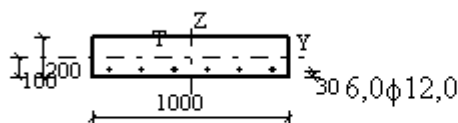
Súčiniteľ: $\gamma_c=1,500$ $\gamma_s=1,150$ $\alpha_{cc}=1,000$

Zat'azenie: $N_{Ed}=0,00$ kN $M_{Ed}=29,00$ kNm

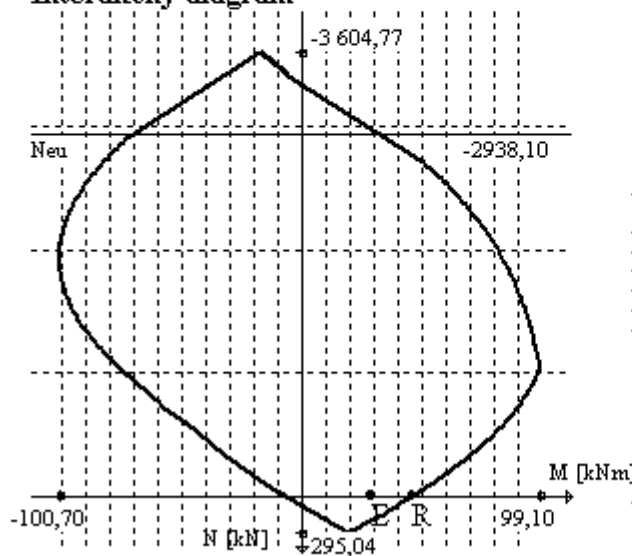
Prierez: $A_b=0,200$ m² $A_s=678,6$ mm² $d=0,164$ m $z_b=0,155$ m

Pozdĺžna výstuž: (z - vzdialenosť ťažiska radu výstuže od spodného okraja prierezu)

6 x $\phi 12,0$ $z = 36$ mm $A_s = 678,6$ mm² $t_s = 166,7$ mm



Interakčný diagram



Využitie: 63,36%

$N=0,00$ kN

$M=29,00$ kNm

$N_{Ed}=0,00$ kN

$M_{Ed}=29,00$ kNm

$N_{Rd}=0,00$ kN

$M_{Rd}=45,77$ kNm

Prierez vyhovuje !

Concrete EC2 (c) 2010

Prierez: LAVKA

Norma: EN 1992-1-1

Betón: C25/30 $f_{ck}=25,0$ MPa $f_{ctm}=2,60$ MPa $E_{cm}=31000$ MPa

Oceľ: B500B $f_{yk}=500$ MPa $E_s=200000$ MPa

Zaťaženie: $V_{Ed}=0,00$ kN $T_{Ed}=0,00$ kNm $N_{Ed}=0,00$ kN $M_{Ed}=29,00$ kNm

Súčiniteľ: $\gamma_c=1,500$ $\gamma_s=1,150$ $\alpha_{cc}=1,000$

Prierez: $b_w=1,000$ m $h=0,200$ m $d=0,164$ m $z_b=0,155$ m

Pozdĺžna výstuž: (z - vzdialenosť ťažiska radu výstuže od spodného okraja prierezu)

výstuž z [mm] A_s [mm²]

6 x $\phi 12,0$ 36 678,6

Plocha hlavnej ťahovej výstuže: $A_{sl,main} = 678,6$ mm²

Odolnosť prierezu:

Porušenie tlakovej diagonály:

$T_{Ed}/T_{Rd,max} + V_{Ed}/V_{Rd,max} < 1$ $0,000 < 1$ vyhovuje

Prierez vyhovuje

Ťahaný pás - hlavná ťahová výstuž:

$F_{td} < A_{sl,main} f_{yd}$ $187,6 < 295,0$ kN vyhovuje

Prierez vyhovuje !

4.3. Schodisko

V mieste prístupu na bežeckú dráhu je potrebné vytvoriť dve železobetónové schodiska na teréne. Schodisko bude zhotovené na upravený podklad, ktorý bude definovaný počas výstavby po zohľadnení reálnej situácie podložia. Do svahu bude uchytené pomocou troch základových pásov aby nedošlo k zošmyknutiu železobetónovej dosky uloženej na prudkom svahu. Schodisko je navrhnuté ako monolitické železobetónové vystužené viazanou výstužou v samotných stupňoch a sieťovinou v nosnej doske.

4.4. Technické požiadavky

Zložky betónu

Všeobecná vhodnosť pre cement je preukázaná podľa EN 197-1. Vhodnosť pre betón na masívne konštrukcie je preukázaná pre špeciálny cement s nízkou hydratačnou teplotou vyhovujúci EN 14216.

Všeobecná vhodnosť kameniva je preukázaná pre prírodné obyčajné a ťažené kamenivo, ako aj vysokopecnú trosku vychladzovanú na vzduchu zhodné s EN 12620. Pre hrubé recyklované kamenivo podľa EN 12620 a ľahké kamenivo podľa prEN 13055.

Vhodnosť prísad musí byť preukázaná v súlade s EN 934-2. Prísady, ktoré nie sú zahrnuté v EN 934-2 musia spĺňať všeobecné požiadavky EN 934-1 a národné ustanovenia platné v mieste použitia.

Vhodnosť zámesovej vody je preukázaná v súlade s EN 1008.

Skladba a vlastnosti čerstvého betónu

Na dosiahnutie požadovaných vlastností betónu je nutné voliť takú konzistenciu, aby čerstvý betón bol optimálne spracovateľný používanými zhutňovacími prostriedkami, pričom nesmie ísť o betón so zvýšeným obsahom zámesovej vody. Vhodné je použitie plastifikačných prísad na zabezpečenie požadovanej konzistencie čerstvého betónu pri zachovaní predpísaných vlastností zatvrdnutého betónu.

Konzistencia betónu pri ukladaní do debnenia sa volí spravidla od 100 mm - 150 mm sadnutia kužela = S3.

Najvyšší prípustný vodný súčiniteľ: $\frac{W}{C} = 0,55$

Veľkosť najväčšieho zrna kameniva daného hornou medzou frakcie hrubého kameniva sa volí čo najväčšia v medziach triedenia hrubého kameniva. Vo vystužených prvkoch nemá byť veľkosť najväčšieho zrna kameniva:

- a) väčšia ako 3/4 šírky medzery medzi prútmi nosnej výstuže
- b) väčšia ako hrúbka betónu krycej vrstvy výstuže, zmenšená o 5 mm

Podiel jemných častíc v betóne skladajúci sa z cementu, z jemných zŕn kameniva do 0,25 mm, prípadne z prímies sa musí obmedziť na mieru nutnú na zabezpečenie požadovanej vodotesnosti betónu a reologických vlastností čerstvého betónu.

Obsah cementu, určený na základe výsledkov preukazných skúšok nemá presiahnuť pre tenkostenné konštrukcie (t.j. pre hrúbku konštrukcie od 150 mm do 600 mm) 400 kg/m³.

Ukladanie a zhutňovanie čerstvého betónu

Pred začatím betonáže je nutné skontrolovať opracovanie pracovnej škáry, tesnosť debnenia, uloženie a spoje výstuže. Odstránia sa prípadné nečistoty z pracovnej škáry. Pracovná škáru a debnenie sa navlhčí vodou, zvyšnú vodu je potrebné odstrániť.

Čerstvý betón sa uloží a zhutní čo najskôr po jeho dovezení domiešavačom. Betón sa ukladá na miesto určenia plynule v súvislých a podľa možnosti vodorovných pracovných vrstvách. Čerstvý betón sa nesmie voľne vypúšťať do hĺbky väčšej ako 1,5 m, v opačnom prípade je nutné použiť betónovacie rúry. Betón sa má ukladať bez prerušovania, nesmú sa vytvárať nepredvídané pracovné škáry.

Ošetrovanie uloženého betónu

Ošetrovanie betónu je proces zameraný na udržanie dostatočného obsahu vlhkosti a priaznivej teploty v betóne počas hydratácie cementu, aby sa mohli vyvíjať požadované vlastnosti betónu. Strata vlhkosti v štádiu hydratácie má za následok zmrašťovanie a vznik trhliniek v cementovej kaši.

Možno použiť tieto spôsoby ošetrovania:

- dodávanie vlhkosti na povrch betónu
- prikrytie povrchu betónu materiálmi zadržiavajúcimi vlhkosť
- použitie osobitných nástrekových hmôt na vytvorenie ochranných povlakov

Nepredpokladám betónovanie pri nízkych teplotách ovzdušia. V opačnom prípade je nutné postupovať podľa špeciálnych pracovných postupov, zabezpečujúcich zachovanie požadovaných vlastností betónu (pevnosť, vodotesnosť, trvanlivosť).

Okrem technických požiadaviek, stručne uvedených v tejto kapitole je nutné dodržiavať aj ustanovenia všetkých platných noriem z danej oblasti.

5. ZÁVER

Táto projektová dokumentácia bola vypracovaná na základe určitých zistených skutočností, ale aj na základe niektorých predpokladov, popísaných v predchádzajúcich bodoch posúdenia.

Na základe hore uvedeného môžeme konštatovať, že predmetná stavba vyhovuje z hľadiska statického pri dodržaní vstupných predpokladov výpočtov. Pre uskutočnenie stavby je potrebné postupovať podľa § 66 ods. (2), písm. a) a g) Zákona č. 50/1976 (Stavebný zákon) v znení zákona č. 237 / 2000 a ostatných.

V prípade, že sa počas stavebných prác vyskytne akákoľvek odlišnosť od tu uvedených predpokladov, je nevyhnutné prerušiť práce a ihneď privolať autora posudku. Na základe takýchto dodatočných zistení sa v prípade potreby môžu stavebné postupy prehodnotiť prípadne upraviť.



Ing. Eduard VYSKOČ

Ing. Ľubomír BALÁŽ, PhD.

Bratislava, 25.05.2017

Projektová dokumentácia Ing. Eduarda VYSKOČA je chránená v zmysle autorského zákona č. 185/2015 Zb. z. Tento posudok je platný len ako originál.