

Ing. Roman Doležal, Březinova 67, 58601, Jihlava

• IČ: 71913297 • e-mail: romandolezal@centrum.cz • tel.: 775148786

Akce : **SOŠ, SOU a ZŠ – Rekonstrukce hřiště SOŠ Třešť**
 p.č. 1536/9, 1536/12 a 1536/43 v k.ú. Třešť
 Dokumentace pro provádění stavby (DPS)

Investor : Kraj Vysočina
 Žižkova 1882/57, 586 01 Jihlava

Zak.číslo : 02 - 09 – 25

D.3 – STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

D.3.1 – POŽADAVKY NA KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

D.3.2 – POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Předmětem této projektové dokumentace pro provádění stavby jsou nosné konstrukce spojené s rekonstrukcí hřiště SOŠ Třešť, jedná se o novostavbu technického zázemí (SO 04) a opěrnou železobetonovou stěnu workoutového hřiště v Třešti (SO 06).

Technické zázemí je jednopodlažní objekt o základních půdorysných rozměrech 12,25 m x 5,25 m. Konstrukčně se jedná o zděný objekt z broušených cihelných bloků. Zastřešení je řešeno plochou střechou se sklonem střešní roviny 2°, na východní straně bude konzolový přesah délky 1,4 m. Na jižní straně pozemku bude na objekt zázemí navazovat železobetonová opěrná stěna workoutového hřiště, která bude rovněž plnit funkci lezecké stěny, do opěrné stěny budou kotveny i sloupky oplocení hřiště.

Stavba se nachází ve III. sněhové oblasti (charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ dle mapy sněhových oblastí na území ČR) a ve II. větrové oblasti (výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$ dle mapy větrných oblastí na území ČR). Jednotlivé nosné konstrukce jsou navrženy na přenesení účinků od stálého zatížení (vlastní tíha jednotl. konstrukcí), užitných zatížení a klimatických zatížení sněhem a větrem- dále viz statický výpočet.

ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

Pro návrh základových konstrukcí bylo vycházeno z hydrogeologického průzkumu, který zpracoval Mgr. Radek Mička v červnu 2025. Podrobný geologický průzkum prováděn nebyl. Na ploše hřiště se dle hydrogeologického průzkumu nachází proměnná vrstva navážek o mocnosti 0,7 m až 2,1 m, navážkou byly v minulosti

vyrovnány původní povrchy. Pod navážkou se nachází písčité eluvium a pod eluviem zvětralé skalní podloží. Objekt technického zázemí i opěrné stěny budou založeny v písčitém eluviu. Dle skutečností zjištěných na stavbě může dojít k úpravě základových konstrukcí a k úpravě hloubky základové spáry. Pro návrh základů technického zázemí byla uvažována tabulková hodnota únosnosti zeminy $R_{dt} = 150$ kPa, pro návrh opěrné stěny workoutového hřiště tabulková hodnota únosnosti zeminy $R_{dt} = 200$ kPa.

Pod nosnými zdmi technického zázemí navrhuji provést základové pasy z betonu C20/25-XC2, na západní straně bude základový pas nahrazovat viditelná opěrná stěna tvořená dvěma úseky (typ 1 a typ 2) s výškou základů 500 mm a šířkami základů 1300 mm a 1000 mm, stěnová pohledová část bude šířky 300 mm (základ opěrné stěny bude z betonu C25/30-XC2 a bude proveden na podkladním betonu C12/15-X0, stěnová část bude z betonu C30/37-XC4, XF3, $D_{max} 22$). Na objekt technického zázemí bude navazovat samostatně stojící opěrná stěna, založení navazující opěrné stěny doporučuji provádět současně se založením technického zázemí. Běžné základové pasy jsou navrženy jako dvoustupňové s monolitickou spodní částí šířky 600 mm a výšky min. 500 mm, druhý stupeň základových pasů bude proveden ze zabetonovaných bednicích tvárnic tl. 300 mm konstrukčně vyztužených, druhý stupeň základových pasů bude provázán se stěnovou částí opěrné stěny. Základová spára bude upravena dle skutečného průběhu navážek, bude vždy v nezamrzné hloubce. Po provedení opěrné stěny a základů technického zázemí a nezbytné technologické přestávce (min. 14 dní) budou provedeny zpětné zásypy hutněnou zeminou velmi vhodnou nenamrzavou, nejprve rovnoměrně z obou stran stěny (základu) do výšky nižšího upraveného terénu. hutnění bude prováděno po vrstvách max. 200 mm, horní vrstva min. tl. 150 mm pod základovou deskou bude

provedena ze štěrkopísku (frakce 0/64), míra zhutnění $E_{def2} = 45 \text{ MPa}$, $E_{def2} / E_{def1} < 2,5$. Základová deska v úrovni pod hydroizolací bude vzhledem k vysokým násypům provedena tl. 200 mm z betonu C25/30-XC2 a bude vyztužena dvěma svař. sítěmi ($\varnothing 8/8$ -100x100 mm při spodním líci, $\varnothing 6/6$ -150x150 mm při vrchním líci, krytí výztuže 400 mm) z betonářské oceli B500B. Základové konstrukce technického zázemí budou provedeny dle výkresu základů a výkresu výztuže základových konstrukcí.

Základový pas opěrných stěn workoutového hřiště výšky 500 mm a šířky 1800 mm bude proveden z betonu C25/30-XC2 a vyztužen bude betonářskou ocelí B500B. Základová spára bude vždy alespoň v nezámrazné hloubce. Pod základovým pasem opěrné zdi bude proveden podkladní beton tl. 100 mm z prostého betonu C12/15-X0. Opěrná stěna je rozdělena na sedm dilatačních celků, mezi základem a stěnovou částí je uvažováno s pracovní spárou, před betonáží stěnové části bude spára ošetřena spojovacím můstkem. Základ opěrné stěny bude vyztužen dle výkresu výztuže železobetonové stěny.

MATERIÁL ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

S0 04 - Technické zázemí:

PODKLADNÍ BETON C12/15-X0

BETON ZÁKLADOVÝCH PASŮ C20/25-XC2

BETON ZÁKLADOVÝCH PASŮ OPĚRNÝCH STĚN C25/30-XC2

BETON STĚNOVÉ ČÁSTI OPĚRNÝCH STĚN C30/37-XC4, XF3, $D_{max}22$ (některé části pohledové)

SVISLÉ KONSTRUKCE

Nosné keramické zdivo technického zázemí tl. 300 mm (k obvodovému zdivu bude kotven dřevěný obklad) je navrženo z broušených cihelných bloků pevnosti P8

plněných minerální izolací na maltu pro tenké spáry (charakteristická pevnost zdiva v tlaku $f_k = 3,5 \text{ MPa}$).

Nenosné příčky tl. 140 mm technického zázemí budou provedeny z broušených cihelných bloků pevnosti P8 na maltu pro tenké spáry (charakteristická pevnost zdiva v tlaku $f_k = 3,74 \text{ MPa}$).

Svislá stěnová část opěrných stěn workoutového hřiště navazující na konzolově vyložený základ (oboustranná konzola, větší konzola směrem pod vyšší upravený terén) bude provedena z monolitického železobetonu tl. 300 mm. Materiálem železobetonových stěn bude beton C30/37-XC4, XF3, $D_{\max}22$ a výztuž z betonářské oceli B 500B. Viditelné části budou provedeny v pohledové kvalitě, hrany budou zkoseny 15/15 mm. V dilatačních spárách tl. 20 mm (celkem 6 spár, 7 dilatačních úseků) vyplněných pěnovým polystyrenem bude přerušena veškerá výztuž, budou zde umístěny smykové trny $\varnothing 20 \text{ mm}$ (viz výkres výztuže) a povrch bude uzavřen trvale pružným tmelem. V hlavě stěnových částí budou do kalichů vetknuty ocelové sloupy pro ochrannou síť hřiště. K líci stěny od workoutového hřiště budou dodatečně kotveny lezecké úchyty. Rub opěrných stěn bude ošetřen hydroizolací a XPS tl. 50 mm, dále zde bude proveden drenážní systém s vyústěním skrz stěnovou část pomocí chrániček z PVC. Po technologické pauze budou provedeny zpětné zásypy hutněnou zeminou velmi vhodnou nenamrzavou po vrstvách max. 200 mm.

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

Nadpraží stavebních otvorů technického zázemí budou tvořena systémovými keramickými překlady 70x238 mm (3ks + tepelná izolace). Stropní (zároveň střešní) železobetonová monolitická deska je navržena tl. 200 mm z betonu C25/30-XC1 a betonářské výztuže B 500B, stropní deska zároveň plní ztužující funkci objektu. Pro přerušení tepelného mostu a vynesení konzolového přesahu jsou v desce

navrženy ISO nosníky (celkem 11 ks, např. Schöck Isokorb T typ KL-M3-V1-REI120-CV1-H200-2.2 nebo od jiného výrobce obdobné technické specifikace). Při provádění bednění stropní desky doporučuji provést na konci konzoly nadvýšení o 10 mm pro eliminaci pozdějšího průhybu.

POUŽITÉ PODKLADY, NORMY, LITERATURA

Architektonicko-stavební řešení objektu

ČSN EN 1991-1 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992-1 - Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993-1 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1996-1 - Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí

ČSN EN 1997-1 - Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

Statické tabulky

POŽADAVKY NA PROVÁDĚNÍ KONTROL

- kontrola základové spáry
- kontrola výztuže zákl. konstrukcí
- kontrola výztuže stěnových částí opěrných stěn
- kontrola a odsouhlasení použití bednění pro pohledové monolitické železobetonové části
- kontrola výztuže stropní desky technického zázemí

Při provádění stavebních prací budou dodrženy technologické postupy a ustanovení platných technických norem vč. vyhlášek, nařízení a předpisů. V případě nejasností nebo nepředvídaných okolností je nutno neprodleně informovat projektanta a konzultovat s ním další postup prací.

D.3.3 – STATICKÝ VÝPOČET

ZATÍŽENÍ TECHNICKÉHO ZÁZEMÍ:

ROVNOMĚRNÉ ZATÍŽENÍ STROPU (STŘECHY)

TECHNICKÉHO ZÁZEMÍ – SKLADBA S2:

	kN/m ²	γ	kN/m ²
krytina + spádové klíny EPS	0,40	1,35	0,54
železobet. deska tl. 200 mm	5,00	1,35	6,75
SDK podhled	0,30	1,35	0,41
sníh 0,8x1,5	1,20	1,50	1,80
vítr 0,2x0,6	0,12	1,50	0,18
<hr/>			
	q _k = 7,02		q _d = 9,68

zatížení větrem: základní rychlost větru v_b = 25,0 m / s

q_p = 0,60 kN/m², sklon 2°

W = q_p * c_{pe}, c_{pe,1} = +0,2 , c_{pe,10} = +0,2

ROVNOMĚRNÉ ZATÍŽENÍ PODLAHY

TECHNICKÉHO ZÁZEMÍ – SKLADBA S1:

	kN/m ²	γ	kN/m ²
podlaha	2,00	1,35	2,70
náhrada za příčky	1,50	1,50	2,25
železobet. deska tl. 200 mm	5,00	1,35	6,75
užitné (kategorie C1)	3,00	1,50	4,50
<hr/>			
	q _k = 11,50		q _d = 16,20

NÁVRH A POSOUZENÍ ŽELEZOBETONOVÉ STROPNÍ

DESKY TL. 200 MM

rozpětí nosníku desky max. 4,65 m,

deska tl. 200 mm, šířka 1000 mm

zatížení:

q_d = 9,68 kN/m

NÁVRHOVÝ MOMENT:

M_{Ed} = 1/8 x q_d x l² = 1/8 x 9,68 x 4,65² = 26,16 kNm

MATERIÁL:

Beton C 25/30

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 25 / 1,5 = 16,7 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰} , \eta = 1,0 , \lambda = 0,8 , f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

OCEL 10 505 (B500B)

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa} , E_s = 200 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 435 / 200 = 2,175 \text{ ‰}$$

$$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) = 3,5 / (3,5 + 2,175) = 0,617$$

POSOUZENÍ:

$$\text{Výztuž dolní } \varnothing 10 \text{ á } 150 \text{ mm} , A_{s1} = 524 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \varnothing = 20 + 5 = 25 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 0,20 - 0,025 = 0,175 \text{ m}$$

$$A_{s,min} = \max\{ 0,26 f_{ctm} b_t d / f_{yk} ; 0,0013 b_t d \} = \{ 0,26 \times 2,6 \times 1,0 \times 0,175 / 500 = 237 \times 10^{-6} \text{ m}^2 ; 0,0013 \times 1,0 \times 0,175 = 228 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \} \\ = 237 \times 10^{-6} \text{ m}^2 < A_{s1}$$

$$A_{s,max} = 0,04 A_c = 0,04 \times 1,0 \times 0,20 = 0,008 \text{ m}^2 > A_{s1}$$

$$X = A_{s1} f_{yd} / (b \lambda \eta f_{cd}) = 524 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3 / (1,0 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 16,7 \cdot 10^3) = 0,0171 \text{ m}$$

$$\xi = X / d = 0,0171 / 0,175 = 0,097 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

MOMENT ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd} = A_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda X) = 524 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot (0,175 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0171) = 38,3 \text{ kNm} > M_{Ed} = 26,16 \text{ kNm}$$

Rozdělovací výztuž volena $\varnothing R8$ po 150 mm

ŽB DESKA VYHOVUJE

NÁVRH KERAMICKÝCH PŘEKLADŮ:

a) překlady pod konzolou:

- zatěžovací šířka desky 4,2 m

Zatížení od žb desky a atiky na bm:

$$q_k = 4,2 \times 7,02 + 0,15 \times 0,4 \times 25 = 30,98 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 4,2 \times 9,68 + 0,15 \times 0,4 \times 25 \times 1,35 = 42,82 \text{ kN/m}$$

únosnost 3ks překladů (např. Porotherm KP7)

dle tabulek výrobce:

$$\text{dl. } 1250 \text{ mm} \dots q_d = 57,6 \text{ kN/m} > 42,82 \text{ kN/m} \dots \text{vyhovuje}$$

dl. 1500 mm ... $q_d = 38,1 \text{ kN/m} \leq 42,82 \text{ kN/m}$... malý rozdíl
v zatížení bezpečně přenese stropní deska

b) překlady nad vraty:

- zatěžovací šířka desky 0,75 m

Zatížení od žb desky a atiky na bm:

$$q_k = 0,75 \times 7,02 + 0,15 \times 0,4 \times 25 = 6,77 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 0,75 \times 9,68 + 0,15 \times 0,4 \times 25 \times 1,35 = 9,29 \text{ kN/m}$$

únosnost 3ks překladů (např. Porotherm KP7)

dle tabulek výrobce:

dl. 3000 mm ... $q_d = 22,9 \text{ kN/m} > 9,29 \text{ kN/m}$... vyhovuje

c) překlady nad okenními otvory sv. šířky 750 mm :

- zatěžovací šířka desky max. 2,44 m

Zatížení od žb desky na bm:

$$q_k = 2,44 \times 7,02 = 17,13 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 2,44 \times 9,68 = 23,62 \text{ kN/m}$$

únosnost 3ks překladů (např. Porotherm KP7)

dle tabulek výrobce:

dl. 1000 mm ... $q_d = 50,3 \text{ kN/m} > 23,62 \text{ kN/m}$... vyhovuje

Keramické překlady (vždy 3ks) vyhovují

NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉHO PASU:

- OBVODOVÝ (nejvíce zatížený) PAS, návrh šířky 600 mm

Tabulková výpočtová únosnost zeminy $R_{dt} = 150 \text{ kPa}$

rovnoměrné zatížení (vl. tíha pasu + podlaha + stěna 1.NP + strop):

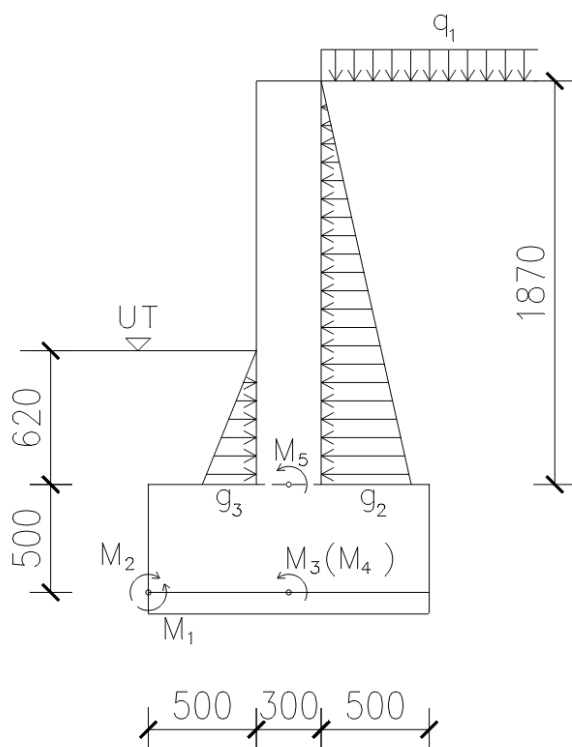
$$q_d = 0,6 \times 1,1 \times 25 \times 1,35 + 16,2 \times 0,7 + 0,3 \times 2,75 \times 12 \times 1,35 + 42,82 = 89,8 \text{ kN/m}$$

NAPĚTÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE:

$$\sigma_{ds} = g_d / b = 89,8 / 0,6 = 149,7 \text{ kPa} \leq R_{dt} = 150 \text{ kPa}$$

Základový pas vyhovuje, ostatní základové pasy obdobně

OPĚRNÁ STĚNA TECHNICKÉHO ZÁZEMÍ – TYP 1:



ZATÍŽENÍ:

užitné zatížení terénu:

$$q_{k1} = 5,0 \text{ kN/m}$$

$$q_{d1} = 5,0 \times 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}$$

Zemní tlak v klidu:

Předpokl. úhel vnitřního tření $\varphi_{ef} = 30^\circ$

$$K_r = 1 - \sin \varphi_{ef} = 0,5$$

$$g_{k2} = K_r \times h \times \gamma = 0,5 \times 1,87 \times 20 = 18,7 \text{ kN/m}$$

$$g_{d2} = 18,7 \times 1,35 = 25,25 \text{ kN/m}$$

$$g_{k3} = K_r \times h \times \gamma = 0,5 \times 0,62 \times 20 = 6,2 \text{ kN/m}$$

$$g_{d3} = 6,2 \times 1,35 = 8,37 \text{ kN/m}$$

MOMENT NA PŘEKLOPENÍ:

$$M_{1d} = 0,5 \times 7,5 \times 1,87 \times 1,435 + 18,7 \times 1,87 / 2 \times 1,123 = 29,69 \text{ kNm}$$

MOMENT PROTI PŘEKLOPENÍ:

$$M_{2d} = 0,5 \times 1,3 \times 25 \times 0,65 \times 1,35 + 0,3 \times 1,87 \times 25 \times 0,65 \times 1,35 + 0,5 \times 1,87 \times 20 \times 1,05 \times 1,35 + 7,5 \times 0,5 \times 1,05 = 57,0 \text{ kNm} \quad \dots 1,92 \times M_{1d}$$

SVISLÉ ZATÍŽENÍ:

fáze provádění:

$$V_{d1} = 0,5 \times 1,3 \times 25 \times 1,35 + 0,3 \times 1,87 \times 25 \times 1,35 + 0,5 \times 1,87 \times 20 \times 1,35 + 7,5 \times 0,5 = 69,87 \text{ kN}$$

finální fáze:

$$V_{d2} = 0,5 \times 1,3 \times 25 \times 1,35 + 0,3 \times 1,87 \times 25 \times 1,35 + 0,5 \times 1,87 \times 20 \times 1,35 + 16,2 + 0,5 \times 0,62 \times 20 \times 1,35 + 0,3 \times 2,75 \times 12 \times 1,35 + 2,44 \times 9,68 + 2 = 129,7 \text{ kN}$$

MOMENT:

fáze provádění:

$$M_{3d} = 29,69 - 0,5 \times 1,87 \times 20 \times 0,4 \times 1,35 = 19,59 \text{ kNm}$$

finální fáze:

$$M_{4d} = 29,69 - 8,37 \times 0,62 / 2 \times 0,603 - 0,5 \times 1,87 \times 20 \times 0,4 \times 1,35 = 18,03 \text{ kNm}$$

EXCENTRICITA:

fáze provádění:

$$e_1 = M_{3d} / V_{d1} = 19,59/69,87 = 0,28 \text{ m} < b / 3 = 1300 / 3 = 0,433 \text{ m}$$

finální fáze:

$$e_2 = M_{4d} / V_{d2} = 18,03/129,7 = 0,139 \text{ m} < b / 3 = 1300 / 3 = 0,433 \text{ m}$$

EFEKTIVNÍ PLOCHA:

fáze provádění:

$$A_{ef1} = 1 \times (b - 2e) = 1 \times (1,3 - 2 \times 0,28) = 0,74 \text{ m}^2$$

finální fáze:

$$A_{ef2} = 1 \times (b - 2e) = 1 \times (1,3 - 2 \times 0,139) = 1,02 \text{ m}^2$$

NAPĚTÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE:

fáze provádění:

$$R_{d1} = V_{d1} / A_{ef1} = 69,87 / 0,74 = 94,4 \text{ kPa} \leq 150 \text{ kPa}$$

finální fáze:

$$R_{d2} = V_{d2} / A_{ef2} = 129,7 / 1,02 = 127,16 \text{ kPa} \leq 150 \text{ kPa}$$

NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE:

Pruh šířky $b = 1,0 \text{ m}$, tloušťka stěny $0,30 \text{ m}$

NÁVRHOVÝ MOMENT:

$$M_{Ed5} = 0,5 \times 7,5 \times 1,87^2 / 2 + 25,25 \times 1,87 / 2 \times 1,87 / 3 = 21,27 \text{ kNm}$$

MATERIÁL:

Beton C 30/37

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1,5 = 20,0 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}, \eta = 1,0, \lambda = 0,8$$

OCEL 10 505 (B500B)

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}, E_s = 200 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 435 / 200 = 2,175 \text{ ‰}$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 3,5 / (3,5 + 2,175) = 0,617$$

NÁVRH A POSOUZENÍ:

$$\text{Výztuž } \varnothing R10 \text{ po } 150 \text{ mm}, A_{s1} = 524 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \varnothing = 40 + 5 = 45 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 0,30 - 0,045 = 0,255 \text{ m}$$

$$A_{s,min} = \max \{ 0,26 f_{ctm} b_t d / f_{yk}; 0,0013 b_t d \} = \{ 0,26 \times 2,9 \times 1,0 \times 0,255 / 500 = 385 \times 10^{-6} \text{ m}^2; 0,0013 \times 1,0 \times 0,255 = 332 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \} = 385 \times 10^{-6} \text{ m}^2 < A_{s1}$$

$$A_{s,max} = 0,04 A_c = 0,04 \times 1,0 \times 0,30 = 0,012 \text{ m}^2 > A_{s1}$$

SVISLÉ ZATÍŽENÍ:

fáze provádění:

$$V_{d1} = 0,5 \times 1,0 \times 25 \times 1,35 + 0,3 \times 1,37 \times 25 \times 1,35 + 0,5 \times 1,37 \times 20 \times 1,35 + 7,5 \times 0,5 = 52,99 \text{ kN}$$

finální fáze:

$$V_{d2} = 0,5 \times 1,0 \times 25 \times 1,35 + 0,3 \times 1,37 \times 25 \times 1,35 + 0,5 \times 1,37 \times 20 \times 1,35 + 16,2 + 0,5 \times 0,7 \times 20 \times 1,35 + 0,3 \times 2,75 \times 12 \times 1,35 + 2,44 \times 9,68 + 2 = 113,9 \text{ kN}$$

MOMENT:

fáze provádění:

$$M_{3d} = 15,07 + 0,3 \times 1,37 \times 25 \times 0,15 \times 1,35 - 0,5 \times 1,37 \times 20 \times 0,25 \times 1,35 = 12,53 \text{ kNm}$$

finální fáze:

$$M_{4d} = 15,07 + (0,3 \times 1,37 \times 25 \times 1,35 + 16,2 + 0,3 \times 2,75 \times 12 \times 1,35 + 2,44 \times 9,68 + 2) \times 0,15 - 9,45 \times 0,7 / 2 \times 0,733 - 0,5 \times 1,37 \times 20 \times 0,25 \times 1,35 = 18,38 \text{ kNm}$$

EXCENTRICITA:

fáze provádění:

$$e_1 = M_{3d} / V_{d1} = 12,53 / 52,99 = 0,236 \text{ m} < b / 3 = 1000 / 3 = 0,333 \text{ m}$$

finální fáze:

$$e_2 = M_{4d} / V_{d2} = 18,38 / 113,9 = 0,161 \text{ m} < b / 3 = 1000 / 3 = 0,333 \text{ m}$$

EFEKTIVNÍ PLOCHA:

fáze provádění:

$$A_{ef1} = 1 \times (b - 2e) = 1 \times (1,0 - 2 \times 0,236) = 0,53 \text{ m}^2$$

finální fáze:

$$A_{ef2} = 1 \times (b - 2e) = 1 \times (1,0 - 2 \times 0,161) = 0,68 \text{ m}^2$$

NAPĚTÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE:

fáze provádění:

$$R_{d1} = V_{d1} / A_{ef1} = 52,99 / 0,53 = 100,0 \text{ kPa} \leq 150 \text{ kPa}$$

finální fáze:

$$R_{d2} = V_{d2} / A_{ef2} = 113,9 / 0,68 = 167,5 \text{ kPa} \sim 150 \text{ kPa}$$

NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE:

Pruh šířky $b = 1,0 \text{ m}$, tloušťka stěny $0,30 \text{ m}$

NÁVRHOVÝ MOMENT:

$$M_{Ed5} = 0,5 \times 7,5 \times 1,37^2 / 2 + 18,5 \times 1,37 / 2 \times 1,37 / 3 = 9,31 \text{ kNm}$$

MATERIÁL:

Beton C 30/37

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1,5 = 20,0 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}, \eta = 1,0, \lambda = 0,8$$

OCEL 10 505 (B500B)

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}, E_s = 200 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 435 / 200 = 2,175 \text{ ‰}$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 3,5 / (3,5 + 2,175) = 0,617$$

NÁVRH A POSOUZENÍ:

$$\text{Výztuž } \varnothing R10 \text{ po } 150 \text{ mm}, A_{s1} = 524 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \varnothing = 40 + 5 = 45 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 0,30 - 0,045 = 0,255 \text{ m}$$

$$A_{s,min} = \max\{ 0,26 f_{ctm} b_t d / f_{yk}; 0,0013 b_t d \} = \{ 0,26 \times 2,9 \times 1,0 \times 0,255 / 500 = 385 \times 10^{-6} \text{ m}^2; 0,0013 \times 1,0 \times 0,255 = 332 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \} = 385 \times 10^{-6} \text{ m}^2 < A_{s1}$$

$$A_{s,max} = 0,04 A_c = 0,04 \times 1,0 \times 0,30 = 0,012 \text{ m}^2 > A_{s1}$$

$$X = A_{s1} f_{yd} / (b \lambda \eta f_{cd}) = 524 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3 / (1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20,0 \cdot 10^3) = 0,0142$$

$$\xi = X / d = 0,0142 / 0,255 = 0,056 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

MOMENT ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd} = A_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda X) = 524 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot (0,255 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0142) = 45,2 \text{ kNm} > M_{Ed} = 9,31 \text{ kNm}$$

Výztuž $\varnothing R10$ á 150 vyhovuje (vyhovuje rovněž $\varnothing R8$ á 100 mm)

Výztuž v patě zdi:

$$d = h - d_1 = 0,50 - 0,045 = 0,455 \text{ m}$$

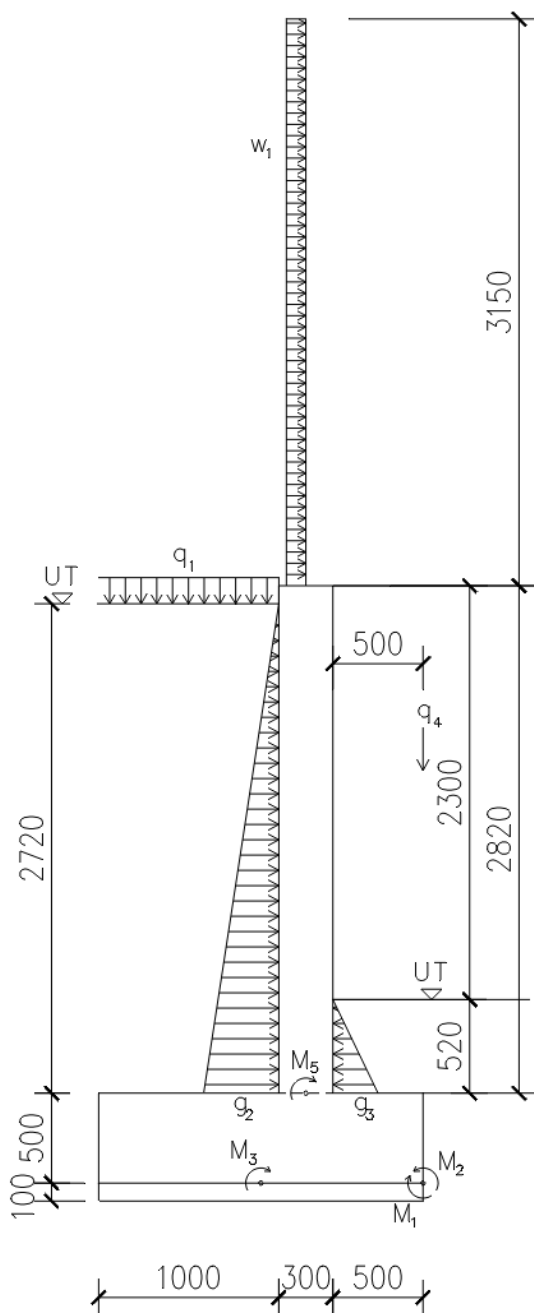
$$A_{s,min} = \max\{ 0,26 f_{ctm} b_t d / f_{yk}; 0,0013 b_t d \} = \{ 0,26 \times 2,9 \times 1,0 \times 0,455 / 500 = 686 \times 10^{-6} \text{ m}^2; 0,0013 \times 1,0 \times 0,455 = 592 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \} = 686 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \leq$$

$$\varnothing R12 \text{ po } 150 \text{ mm} (A_{s2} = 754 \times 10^{-6} \text{ m}^2)$$

- rozdělovací výztuž $\varnothing R8$ po 200 mm ($A_s = 251 \times 10^{-6} \text{ m}^2$)

ŽB STĚNA VYHOVUJE

OPĚRNÁ STĚNA WORKOUTOVÉHO HŘIŠTĚ:



ZATÍŽENÍ:

užitné zatížení terénu:

$$q_{k1} = 5,0 \text{ kN/m}$$

$$q_{d1} = 5,0 \times 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}$$

zemní tlak v klidu:

Předpokl. úhel vnitřního tření $\varphi_{ef} = 30^\circ$

$$K_r = 1 - \sin \varphi_{ef} = 0,5$$

$$g_{k2} = K_r \times h \times \gamma = 0,5 \times 2,72 \times 20 = 27,2 \text{ kN/m}$$

$$g_{d2} = 27,2 \times 1,35 = 36,72 \text{ kN/m}$$

$$g_{k3} = K_r \times h \times \gamma = 0,5 \times 0,52 \times 20 = 5,2 \text{ kN/m}$$

$$g_{d3} = 5,2 \times 1,35 = 7,02 \text{ kN/m}$$

užitné zatížení lezecké stěny (od lezce):

ve vzdálenosti 0,5 m od líce stěny

$$q_{k4} = 1,0 \text{ kN/m}$$

$$q_{d4} = 1,0 \times 1,5 = 1,5 \text{ kN/m}$$

zatížení větrem na oplocení:

$$W_{k1} = C_{pe} \times q_p \times z.š. = 1,4 \times 0,25 \times 0,6 \times 2,5 =$$

$$= 0,53 \text{ kN/m}$$

$$W_{d1} = 0,53 \times 1,5 = 0,80 \text{ kN/m}$$

MOMENT NA PŘEKLOPENÍ:

$$M_{1d} = 0,5 \times 7,5 \times 2,72 \times 1,86 + 36,72 \times 2,72 / 2 \times 1,407 + 0,8 \times 3,15 \times 4,9 =$$
$$= 101,6 \text{ kNm}$$

MOMENT PROTI PŘEKLOPENÍ:

$$M_{2d} = 0,5 \times 1,8 \times 25 \times 0,9 \times 1,35 + 0,3 \times 2,82 \times 25 \times 0,65 \times 1,35 +$$
$$1,0 \times 2,72 \times 20 \times 1,3 \times 1,35 + 7,5 \times 1,0 \times 1,3 = 151,1 \text{ kNm} \quad \dots \quad 1,49 \times M_{1d}$$

SVISLÉ ZATÍŽENÍ:

$$V_d = 0,5 \times 1,8 \times 25 \times 1,35 + 0,3 \times 2,82 \times 25 \times 1,35 + 1,0 \times 2,72 \times 20 \times 1,35 + 7,5 \times 1,0 =$$
$$139,87 \text{ kN}$$

MOMENT:

$$M_{3d} = 101,6 + 0,3 \times 2,82 \times 25 \times 0,25 \times 1,35 + 0,1 \times 2,72 \times 20 \times 0,05 \times 1,35 - 0,9 \times 2,72 \times 20 \times 0,45 \times 1,35 - 7,5 \times 0,9 \times 0,45 = 76,32 \text{ kNm}$$

EXCENRICITA:

$$e = M_{3d} / V_d = 76,32 / 139,87 = 0,546 \text{ m} < b / 3 = 1800 / 3 = 0,600 \text{ m}$$

EFEKTIVNÍ PLOCHA:

$$A_{ef} = 1 \times (b - 2e) = 1 \times (1,8 - 2 \times 0,546) = 0,708 \text{ m}^2$$

NAPĚTÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE:

$$R_d = V_d / A_{ef} = 139,87 / 0,708 = 197,6 \text{ kPa} \leq 200 \text{ kPa}$$

NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE:

Pruh šířky $b = 1,0 \text{ m}$, tloušťka stěny $0,30 \text{ m}$

NÁVRHOVÝ MOMENT:

$$M_{Ed5} = 0,5 \times 7,5 \times 2,72^2 / 2 + 36,72 \times 2,72 / 2 \times 2,72 / 3 + 0,8 \times 3,15 \times 4,43 = 70,31 \text{ kNm}$$

MATERIÁL:

Beton C 30/37

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 30 / 1,5 = 20,0 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}, \eta = 1,0, \lambda = 0,8$$

OCEL 10 505 (B500B)

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}, E_s = 200 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 435 / 200 = 2,175 \text{ ‰}$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 3,5 / (3,5 + 2,175) = 0,617$$

NÁVRH A POSOUZENÍ:

$$\text{Výztuž } \varnothing R14 \text{ po } 150 \text{ mm}, A_{s1} = 1026 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \varnothing = 40 + 7 = 47 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 0,30 - 0,047 = 0,253 \text{ m}$$

$$A_{s,min} = \max\{0,26 f_{ctm} b_t d / f_{yk}; 0,0013 b_t d\} = \{0,26 \times 2,9 \times 1,0 \times 0,253 / 500 = 381 \times 10^{-6} \text{ m}^2; 0,0013 \times 1,0 \times 0,253 = 329 \times 10^{-6} \text{ m}^2\} = 381 \times 10^{-6} \text{ m}^2 < A_{s1}$$

$$A_{s,max} = 0,04 A_c = 0,04 \times 1,0 \times 0,30 = 0,012 \text{ m}^2 > A_{s1}$$

$$X = A_{s1} f_{yd} / (b \lambda \eta f_{cd}) = 1026 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3 / (1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,20 \cdot 0,10^3) = 0,0278$$

$$\xi = X / d = 0,0278 / 0,253 = 0,110 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

MOMENT ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd} = A_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda X) = 1026 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot (0,253 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0278) \\ = 107,9 \text{ kNm} > M_{Ed} = 70,31 \text{ kNm}$$

Výztuž ØR14 á 150 vyhovuje

Výztuž v patě zdi:

$$d = h - d_1 = 0,50 - 0,047 = 0,453 \text{ m}$$

$$A_{s,min} = \max\{ 0,26 f_{ctm} b_t d / f_{yk} ; 0,0013 b_t d \} = \{ 0,26 \times 2,9 \times 1,0 \times 0,453 / \\ 500 = 683 \times 10^{-6} \text{ m}^2 ; 0,0013 \times 1,0 \times 0,455 = 592 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \} 683 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \leq$$

$$\text{ØR14 po 150 mm (} A_{s2} = 1026 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{)}$$

$$\text{- rozdělovací výztuž } A_{stmin} = 0,25 \times A_{st} = 0,25 \times 1026 = 257 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{Ø R8 po 150 mm (} A_s = 335 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{)}$$

ŽB STĚNA VYHOVUJE