


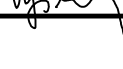


SÚRADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK V REALIZÁCIÍ JTSK
VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BALŤ PO VYROVNANÍ

Zodpovedný projektant	Ing. Zuzana Podolcová		REMÍNG CONSULT A.S. Trnavská 27, 831 04 BRATISLAVA
GENERÁLNY PROJEKTANT			
Zákazkové číslo:	1915		

Zodpovedný projektant objektu:	Ing. Vladimír Piták		REMÍNG CONSULT A.S. Trnavská 27, 831 04 BRATISLAVA																			
Navrhovateľ - vypracoval:	Ing. Vladimír Piták																					
Kontroloval:	Ing. Peter Vyšlan																					
Kraj:	Banskobystrický	Okres:	Zvolen	<table><tr><td>Stupeň - účel:</td><td>DSPRS</td></tr><tr><td>Zákazkové číslo:</td><td>1915</td></tr><tr><td>Dátum:</td><td>10/2020</td></tr><tr><td>Počet A4::</td><td>109xA4</td></tr><tr><td>Mierka:</td><td>-</td></tr><tr><td>Číslo SO:</td><td>Súprava:</td></tr><tr><td>527-037</td><td></td></tr><tr><td>Príloha:</td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td></tr></table>	Stupeň - účel:	DSPRS	Zákazkové číslo:	1915	Dátum:	10/2020	Počet A4::	109xA4	Mierka:	-	Číslo SO:	Súprava:	527-037		Príloha:		9	
Stupeň - účel:	DSPRS																					
Zákazkové číslo:	1915																					
Dátum:	10/2020																					
Počet A4::	109xA4																					
Mierka:	-																					
Číslo SO:	Súprava:																					
527-037																						
Príloha:																						
9																						
Investor - stavebník:	Banskobystrický samosprávny kraj Nám. SNP 23 974 01 Banská Bystrica																					
Stavba:	Rekonštrukcia ciest a mostov II/526 Devičie - Senohrad a II/527 Dobrá Niva - Senohrad II. etapa - úseky v rámci okresu Zvolen																					
Názov SO:	SO 527-037.01 Rekonštrukcia mosta ev.č. 527-037 km 77,844 - mostný objekt																					
Názov prílohy:	Statický výpočet																					

1.	Identifikačné údaje	2
1.1	Stavba	2
1.2	Stavebník	2
1.3	Projektant.....	2
1.4	Stupeň dokumentácie.....	2
1.5	Správca objektu	2
2.	Technická správa k statickému výpočtu.....	3
2.1	Technické riešenie	3
2.1.1	Súčasný stav	3
2.1.2	Návrh konštrukcie	3
2.2	Výsledky IG prieskumu.....	4
3.	Použité podklady a normy	7
4.	Dispozičné riešenie	8
5.	Statický výpočet nosnej konštrukcie mosta	10
5.1	Charakteristiky materiálov	10
5.2	Geometrické parametre nosnej konštrukcie	10
5.3	Výpočtový model nosnej konštrukcie	10
5.4	Výpočet zaťaženia na nosnú konštrukciu	11
5.4.1	Zaťaženie stále	11
5.4.2	Zaťaženie premenné dlhodobé	11
5.4.3	Zaťaženie premenné krátkodobé	12
5.4.4	Zvislé účinky zaťaženia od cestnej dopravy	12
5.4.5	Vodorovné účinky zaťaženia od cestnej dopravy	16
5.4.6	Únovové zaťaženie od cestnej dopravy.....	16
5.4.7	Kombinácie zaťažení.....	17
5.5	Výpočet vnútorných síl.....	18
5.6	Posúdenie nosnej konštrukcie.....	18
5.6.1	Zaťažovacie stavy.....	18
5.6.2	Kombinácie	18
5.6.3	Posúdenie prierezu	24
5.6.4	Stanovenie zaťažiteľnosti	24
5.6.5	Návrh a posúdenie ložísk	25
6.	Statický výpočet opory.....	28
6.1	Charakteristiky materiálov	28
6.2	Posúdenie spodnej stavby	28
6.2.1	Posúdenie opory	28
6.2.2	Zaťažiteľnosť základovej škáry opory	56
6.3	Posúdenie úložného prahu	56
6.3.1	Posúdenie namáhania v sústredenom tlaku	56
7.	Posúdenie paženia počas výstavby	57
8.	ZÁVER.....	70
	Príloha č. 1 – statický výpočet nosníka	71

SO 527-037 Rekonštrukcia mosta ev. č. 527-037 km 77,844 – mostný objekt

1. Identifikačné údaje

1.1 Stavba

Názov stavby:	Rekonštrukcia ciest a mostov II/526 Devičie – Senohrad a II/527 Dobrá Niva – Senohrad – II.etapa – úseky v rámci okresu Zvolen
Okres:	Zvolen
Kraj:	Banskobystrický
Katastrálne územie:	Pliešovce

1.2 Stavebník

Názov stavebníka:	Úrad Banskobystrického samosprávneho kraja Námestie SNP 23 974 01 Banská Bystrica
-------------------	---

1.3 Projektant

Generálny projektant:	REMING Consult, a.s. Trnavská cesta č. 27 831 04 Bratislava 3
Spracovateľ PD:	REMING Consult a.s. Stredisko Žilina, Na bráne 4, 010 01 Žilina
Zodpovedný projektant SO:	Ing. Vladimír Piták

1.4 Stupeň dokumentácie

Stupeň dokumentácie:	dokumentácia pre stavebné povolenie a realizáciu stavby (DSPR)
----------------------	--

1.5 Správca objektu

Správca:	Banskobystrická regionálna správa ciest, a.s. Stredisko Žiar nad Hronom Priemyselná 6/647 966 24 Ladomerská Vieska
----------	---

2. Technická správa k statickému výpočtu

Objekt rieši rekonštrukciu cestného mosta s ev. č. 527-037, ktorý sa nachádza na ceste II/527 vedúcej z cesty I/66 cez Pliešovce smerom na Senohrad. Most sa nachádza v osade Zabava a premoťuje potok Krupinica. Z výsledkov stavebno-technického priskumu vyplýva že betón spodnej stavby je zle zhutnený a medzerovitý. Spodná stavba je tvorená betónom C16/20. Nosná konštrukcia je tvorená 8 ks predpätých nosníkov typu „Vlošák“. Nosná konštrukcia je značne poškodená, čo sa prejavuje vlhkými škvrnami na nosnej konštrukcii, odpadnutím krycích vrstiev, rozpadom betónu a prehrdzavením predpínacej výstuže (cca $\frac{1}{4}$ káblov je prehrdzavená). Na základe tejto skutočnosti je navrhnutá prestavba nosnej konštrukcie a časti spodnej stavby. Nový most je navrhovaný ako kolmý prefabrikovaný doskový most s rozpätím 14,6m a šírkou po okraj ríms 9,49m. Doska je navrhovaná z predpätých nosníkov s monolitickou zálievkou a bude uložená na elastomerových ložiskách a na nových úložných prahoch. Pôvodná nosná konštrukcia bude odstránená tak, že počas výstavby bude zachovaná polovica existujúceho mosta, nakoľko nie je možné vybudovať vhodnú obchádzkovú trasu, ktorá by zabezpečila spojenie na súčasnej komunikácii.

Pri návrhu a posúdení nosnej konštrukcie sú použité v súčasnosti platné predpisy pre navrhovanie a posudzovanie betónových mostných konštrukcií a pre posudzovanie zakladania stavieb.

2.1 Technické riešenie

2.1.1 Súčasný stav

V súčasnosti sa v mieste kríženia komunikácie II/527 s potokom Krupinica nachádza železobetónový trámový most z predpätých nosníkov. Mostný objekt s evidenčným číslom 527-037 je v správe ciest Banskobystrického samosprávneho kraja. Mostný objekt bol vybudovaný v roku 1958. Podľa stavebno-technického prieskumu sa jedná o cestný, kolmý most s jedným otvorom. Rozpätie mosta je 14,8m, voľná výška pod mostom je 2,58m. Uhol kríženia s prekážkou je cca 90°. Nosnú konštrukcia tvorí žaluziová doska, tvorená predpätými nosníkmi typu „Vlošák“. Celková výška nosnej konštrukcie, vrátane asfaltových vrstiev, je 1,09m.

Spodnú stavbu tvoria dve gravitačné opory z prostého betónu s rovnobežnými krídlami. Opory sú založené plošne. Kvalita betónu opôr sa dá podľa prieskumu zaradiť do triedy C16/20. Presné rozmery spodnej stavby neboli z dôvodu absancie pôvodného projektu definované.

Nakoľko je nosná konštrukcia nevyhovujúca, bude nahradená novou. Spodná stavba bude odbúraná po určitú úroveň a bude nahradená novou.

2.1.2 Návrh konštrukcie

Nová nosná konštrukcia je navrhovaná ako kolmá železobetónová doska s predpätými nosníkmi z betónu C55/67 s monolitickou zálievkou C35/45 s výstužou z predpínacej ocele $\phi Ls15,5-1860MPa$ a s betonárskou výstužou z ocele B 500B. Rozpätie dosky je navrhnuté 14,6m. Hrúbka dosky v osi mosta je navrhovaná 0,7m. Horná plocha dosky je spádovaná podľa pozdĺžneho a priečneho sklonu komunikácie. Na oboch okrajoch dosky je navrhovaná monolitická železobetónová rímša šírky 0,995m. Bočná časť rímasy je navrhnutá ako monolitická železobetónová. V rímsach bude po oboch stranách zakotvené oceľové zábradľové zvodidlo s úrovňou zadržania min. H2. Medzi rímsami bude na doske zriadená asfaltová vozovka s krúbkou 90mm (vrátane izolácie). Doska bude uložená na elastomerných ložiskách v počte 11ks na každej strane dosky – pod každým nosníkom 2ks ložísk.

Ložiská budú umiestnené na podložiskové železobetónové bloky vyčnievajúce z úložného prahu oboch opôr. Spodná stavba je tvorená monolitickými existujúcimi oporami, ktoré budú odbúrané do určitej úrovne. Po odbúraní bude zhotovená nová časť opory a nové úložné prahy. Na oporu budú plynulo nadväzovať monolitické železobetónové rovnobežné krídla. Navrhovaná úprava drieku opory je hr. 1,58m a navrhovaná úprava drieku krídla je 0,6m. Driek bude votknutý do existujúcej spodnej stavby pomocou vlepovanej výstuže. Horná časť opory bude ukončená úložným prahom výšky 0,5m. Horná hrana úložného prahu je vyspádovaná smerom k závernej stienke. Obe opory budú vybudované z betónu C30/37. V hornej časti bude na závernej stienke oboch opôr vybudovaná v časti pod vozovkou prechodová doska hr.250mm z betónu C25/30, ktorá bude na závernom múriku klbovo uložená. Priestor za rúbom opôr bude zrealizovaný so zhutneným zásypom.

Z hľadiska postupu výstavby sa uvažuje, že doprava bude vedená po nosnej konštrukcii striedavo, podľa postupu prác. Pôvodná časť mosta, ktorá bude odbúraná bude odvezená na skládku.

Hlavné údaje o navrhovanom objekte:

- Návrhové zaťaženie:	cestné zaťaženie podľa STN EN 1991-2: zaťažovací model LM1, LM2, FLM3
- Šikmosť mosta:	kolmý, 90°
- Počet mostných polí:	1
- Svetlosť mostného otvoru (kolmá):	13,74m
- Rozpätie mostného poľa:	14,6m
- Voľná šírka na moste:	7,5m
- Šírka vozovky medzi obrubníkmi:	7,5m
- Šírka chodníka:	bez chodníka
- Voľná výška pod mostom:	2,75m -na vtoku 2,7m -na výtoku
- Uhol kríženia s prekážkou:	90°
- Nosná konštrukcia:	proste uložená ŽB doska s predpäťmi trámami
- Spodná stavba:	gravitačné opory
- Založenie:	plošné

Základné charakteristiky stavebných materiálov

Oceľ: - betonárska výstuž STN EN 1992-1-1 B 500B
⇒ $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$; $\gamma_s = 1,15$; $E_s = 200 \text{ GPa}$;

Betón:
nosná konštrukcia - Betón STN EN 206+A1-C30/37-XC3, XD1 (SK)-C1 0,4- $D_{max} 22$ - S3
⇒ $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$; $\gamma_c = 1,5$; $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$;

2.2 Výsledky IG prieskumu

Podrobný inžiniersko-geologický prieskum bol realizovaný spoločnosťou CADECO, a.s., Bratislava v roku 2020.

Úryvok zo záverečnej správy – Inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické pomery v mieste mostného objektu boli overené jadrovým vrtom VZM-02 (440,62 m n. m.) do hĺbky 7 m a sondami dynamickej penetrácie DPSZ-02 (439,40 m n. m.) a DPSZ-03 (440,10 m n. m.) hĺbky 1,3-2,4 m. Vrt bol situovaný po pravej strane cesty v smere staničenia, v mieste násypu na pravom brehu toku, pri opore smer Pliešovce. Sondy boli realizované po ľavej strane cesty v smere staničenia, v blízkosti obidvoch mostných opôr.

Vrtom VZM-02 bolo overené teleso násypu hrúbky cca 2,5 m tvorené ílom so strednou až vysokou plasticitou F6/CIY, F8/CHY, so suťovými G4/GCY a štrkovými G5/GCY polohami hrúbky 0,10-0,35 m a kameňmi až balvanmi andezitov (hlbka 0,4-0,6 m). Konzistencia ílov je prevažne pevná, na báze tuho-pevná. Suťové a štrkové polohy tvoria valúny andezitov veľkosti 1-5 cm, obsahu cca 50-60 %. V hĺbke 2,2-2,5 m bola dokumentovaná vrstva znečisteného sivočierného štrku s olejovým zápachom.

Pod násypom boli v hĺbke 2,5-4,6 m navrtané fluviálne štrky ílovité G5/GC a štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy G3/G-F, tvorené pevnými, zdravými valúnami andezitov veľkosti 1-12 cm, lokálne nad 15 cm, obsahu v rozmedzí 40-60 %. Fluviálne štrky G3/G-F, G1/GW a G2/GP boli overené aj sondou dynamickej penetrácie DPSZ-02 v hĺbke 1,7-2,4 m a sondou DPSZ-03 v hĺbke 0,8-1,4 m. Skúšky dynamickej penetrácie boli ukončené v hĺbkach 1,3-2,4 m z dôvodu výskytu pevných valúnov (balvanov ?) andezitov.

Jadrovým vrtom boli v hĺbke 4,6-7,0 m zistené zvetrané vulkanické brekcie až piesčité tufy, úlomkovité do 2,5-5 cm, max. a ojedinele 10 cm, hrúbky 6-10 cm, charakteru sute s úlomkami pevnosti R3-R4 (Príloha 4 až 6).

Podľa skúšok dynamickej penetrácie môžeme fluviálne íly štrkovité F2/CG tuhej konzistencie charakterizovať odvodeným modulom pretvárnosti v intervale $E_{DPS} = 7,92 - 13,36$ MPa s odporúčanou hodnotou 11 MPa. Od hĺbky cca 0,8 m až 1,7 m je stredne až veľmi uľahnutý ($I_D = 0,47-0,70$) štrk siltovitý G4/GM a štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy G3/G-F charakterizovaný odvodeným modulom pretvárnosti v intervale $E_{DPS} = 64,19 - 90,14$ MPa s odporúčanou hodnotou 75 MPa. Obidve sondy boli ukončené na balvanitých polohách charakteru štrku zle zrneného G2/GP až štrku dobre zrneného G1/GW charakterizovaného odvodeným modulom pretvárnosti v intervale $E_{DPS} = 239,53 - 318,83$ MPa s odporúčanou hodnotou 270 MPa.

Hladina podzemnej vody bola zistená vrtom VZM-02 vo fluviálnych štrkoch v hĺbke 4,30 m, po ukončení vrtania vystúpila do úrovne 4,05 m pod terénom. V údolí potoka Krupinica je hladina podzemnej vody v hydraulickej spojitosti s povrchovým tokom.

Koeficient filtrácie štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy G3/G-F zistený z krivky zrnitosti $k_f = 4,88 \cdot 10^{-5}$ charakterizuje zemínu s triedou priepustnosti IV, podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel, 1982) ide o mierne priepustné horninové prostredie.

Podľa chemickej analýzy vzorka vody z vrtu VZM-02 tvorí prostredie s veľmi vysokou chemickou agresivitou na oceľ so stupňom agresivity IV. Podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 sa na ochranu ocele uloženej v prostredí so zvýšenou a veľmi vysokou agresivitou odporúča zosilnená izolácia. Podzemná voda z vrtu predstavuje chemické prostredie bez nebezpečenstva korózie betónu vplyvom chemického pôsobenia.

Z výsledkov stanovení hodnotiacich ukazovateľov agresívnych vlastností zeminy vyplýva, že ide o prostredie bez nebezpečenstva korózie betónu vplyvom chemického pôsobenia a prostredie s veľmi nízkou chemickou agresivitou na oceľ so stupňom koróznej agresivity I. Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 použiť normálnu izoláciu.

VZM-02 (440,62 m n. m.)

Dátum vrtania: 22.04.2020

Most cez potok Krupinica v osade Zábava (ev. č. mosta 527-037)

Kvartér

0,00 – 0,40 m	Násyp opory mosta – silt s nízkou plasticitou F5/CLY s úlomkami hornín do 2-3 cm, poloha sivá, sypká.
0,40 – 0,60 m	Násyp opory mosta – balvan andezitu svetlosivej farby, jemnozrnný, veľkosti nad priemer vrtu, veľmi vysokej pevnosti R1.
0,60 – 1,15 m	Násyp opory mosta – íl s vysokou plasticitou F8/CHY žltohnedý, so sivými a čiernymi šmuhami, pevnej konzistencie.
1,15 – 1,20 m	Násyp opory mosta – suť hlinito-kamenitá G4/GMY, sivej farby, tvorená valúnami veľkosti 2-4 cm, poloha spevnená.
1,20 – 1,35 m	Násyp opory mosta – íl so strednou plasticitou F6/CIY, žltohnedý so škvarou, pevnej konzistencie.
1,35 – 1,55 m	Násyp opory mosta – íl so strednou plasticitou F6/CIY, hnedý, slabo piesčitý, pevnej konzistencie.
1,55 – 1,90 m	Násyp opory mosta – štrk ílovitý G5/GCY, hnedý, tvorený plastickým ílom F6/CI, C8/CH, mäkkej konzistencie a štrkom veľkosti 1-5 cm, obsahu cca 55-60 %.
1,90 – 2,00 m	Násyp opory mosta – balvan andezitu na povrchu hrdzavohnedej farby, na báze s tmavým ílom.
2,00 – 2,20 m	Násyp opory mosta ?? - íl so strednou plasticitou F6/CIY, žltohnedý s čiernymi zátekmi, tuhej konzistencie.
2,20 – 2,50 m	Násyp opory mosta ?? - štrk ílovitý G5/GCY tmavohnedý až čierny veľkosti od 3 cm do priemeru vrtu, obsahu cca 70 %, poloha s olejovým zápachom.
2,50 – 4,60 m	Do hĺbky 2,9 m štrk ílovitý G5/GC, fluvialny, hnedý, tvorený mäkkým ílom so strednou plasticitou a valúnami andezitu veľkosti 1-12 cm, valúny sú pevné, zdravé, zaoblené, obsahu cca 60 %. Do hĺbky 3,0 m balvan pevného zdravého sivého andezitu (R1). Do hĺbky 3,6 m štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy G3/G-F, sivej farby, tvorený valúnami veľkosti 1,5-7 cm, obsahu do 50 %. Výplň je ílovito-piesčitá, poloha mokrá. Do hĺbky 3,7 m balvan andezitu a do 4,0 m sivý štrk veľkosti 2-6 cm. Do hĺbky 4,3 m štrk piesčitý, sivý, tvorený valúnami andezitu veľkosti 1-4 cm, obsahu do 40-50 %, výplň je piesčitá hrubozrnná. Do 4,6 m štrk ílovito-piesčitý hnedastý, veľkosti 2-3 cm, max. a ojedinele 5-6 cm, obsahu cca 40 %.

Neogén

4,60 – 7,00 m	Vulkanická brekcia do hĺbky 5,1 m zvetraná, úlomkovitá do 2,5-5 cm, max. a ojedinele 10 cm, charakteru sute. Od hĺbky 5,1 m piesčitá brekcia až tuf, zvetraná, hrdzavosivej farby, úlomkovitá max. nad priemer vrtu, hrúbky 6-10 cm, úlomky strednej pevnosti R3, (pomerne ťažké vrtanie).
---------------	--

Hladina podzemnej vody	narazená:	4,30 m p. t.
	vystúpená:	4,05 m p. t.

Terénne merania vody: vodivosť = 1080 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$; pH = 7,45; t = 16,6 °C

Výnos vrtného jadra: 0,0 – 7,0 m ~ 95-100 %

Odbery vzoriek

druh	hlbka (m)	typ vzorky	lab. číslo	STN 72 1001
zemina	3,00 – 3,50	PV	768	G3/G-F
zemina	4,00 – 4,10	výluh	4433/2020	-
voda	4,05	VV	4431/2020	-

3. Použité podklady a normy

- [1] STN 73 3050: Zemné práce, všeobecné ustanovenia
- [2] STN 73 6133: Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií
- [3] STN 73 6201: Projektovanie mostných objektov. SUTN Bratislava
- [4] STN EN 1990+NP: Zásady navrhovania konštrukcií. SUTN Bratislava
- [5] STN EN 1990/A1+NP: Zásady navrhovania. Zmena A1: Príloha A2: Použitie pre mosty. SUTN Bratislava
- [6] Súbory noriem a národné prílohy k STN EN 1991: Zaťaženie stavebných konštrukcií. (časti 1-1, 1-4 a 2). SUTN Bratislava
- [7] Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1992: Navrhovanie betónových konštrukcií. (časti 1-1 a 2). SUTN Bratislava
- [8] Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1997: Navrhovanie geotechnických konštrukcií. (časti 1 a 2). SUTN Bratislava
- [9] Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1998: Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. SUTN Bratislava
- [10] STN EN 13670: Zhotovovanie betónových konštrukcií. SUTN Bratislava
- [11] STN EN 206+A1: Betón – Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti výroba a zhoda. SUTN Bratislava
- [12] STN 73 0037: Zemný tlak na stavebné konštrukcie, SUTN Bratislava (v znení ČSN 73 0037, ÚNM Praha 1990)
- [13] STN 73 1001: Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb
- [14] STN 73 3040: Geotextílie a geotextíliam podobné výrobky na stavebné účely. Základné ustanovenia a technické požiadavky
- [15] Inžiniersko – geologický prieskum, záverečná správa „Rekonštrukcia ciest a mostov II/526 Devičie-Senohrad a II/527 Dobrá Niva-Senohrad – I. etapa – úseky ciest v okrese Krupina“. CADECO, a.s. 05/2020
- [16] obhliadka a fotodokumentácia miesta stavby,
- [17] podklady dodávateľov navrhovaných zariadení,
- [18] Stavebno-technický prieskum nosných konštrukcií vybraných mostných objektov, DYNAMAG GROUP a.s.,03/2020
- [19] Chandoga, M. – Paulík, P.: Katalóg nosníkov VPH-PTMN 2016-PM pre mosty na pozemných komunikáciách dĺžky 11, 13 a 15m. Bratislava 2016

[illegible]

Strana 8/108



5. Statický výpočet nosnej konštrukcie mosta

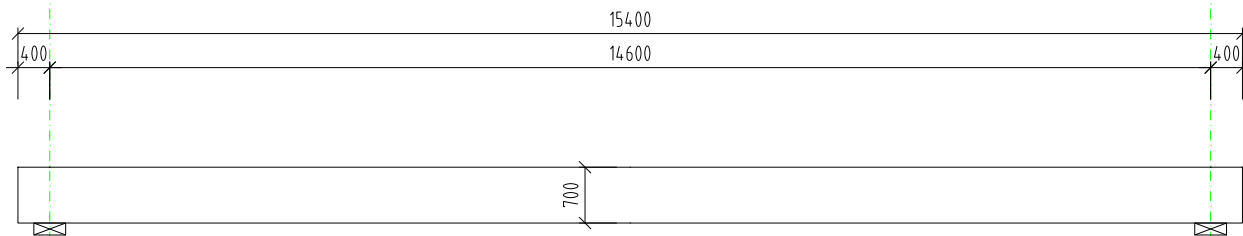
5.1 Charakteristiky materiálov

tab. 1 Materiály použité vo výpočtovom modeli

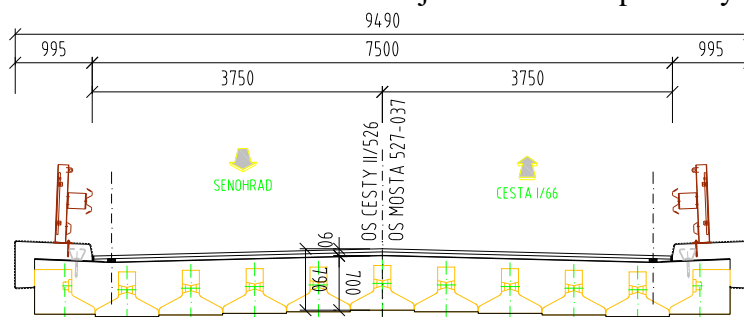
Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m ³]	E modul [MPa]	Poissonov súčiniteľ	G modul [MPa]	Tepelná rozťažnosť [m/mK]	γ_{M0}	Poznámka
C55/67	Betón	2500,0	38000	0,2	1,5917	0,0	1,5	Nosník
C35/45	Betón	2500,0	34000	0,2	1,4208	0,0	1,5	Monolitická zálievka
B 500B	Oceľ	7850,0	200000	0,3	83333,3	0,0	1,15	Nosník + monolitická zálievka
Ls15,5-1860MP a	Oceľ	7850	195000	0,3	83333,3	0,0	1,15	Nosník

5.2 Geometrické parametre nosnej konštrukcie

Pre potreby statického výpočtu boli zavedené určité zjednodušenia a predpoklady. V prípade geometrie nosnej konštrukcie ide hlavne o zanedbanie vyspádovania hornej plochy dosky a priečneho sklonu mosta. Geometrické parametre uvažované v statickom výpočte sú zrejmé z obr. 4 a obr. 5. Hrúbka dosky nosnej konštrukcie je pri výpočte uvažovaná hodnotou 700mm. Nosná konštrukcia bola modelovaná len za účelom zistenia vnútorných síl pre stanovenie zaťažiteľnosti.



obr. 4 Geometrická schéma nosnej konštrukcie – pozdĺžny rez



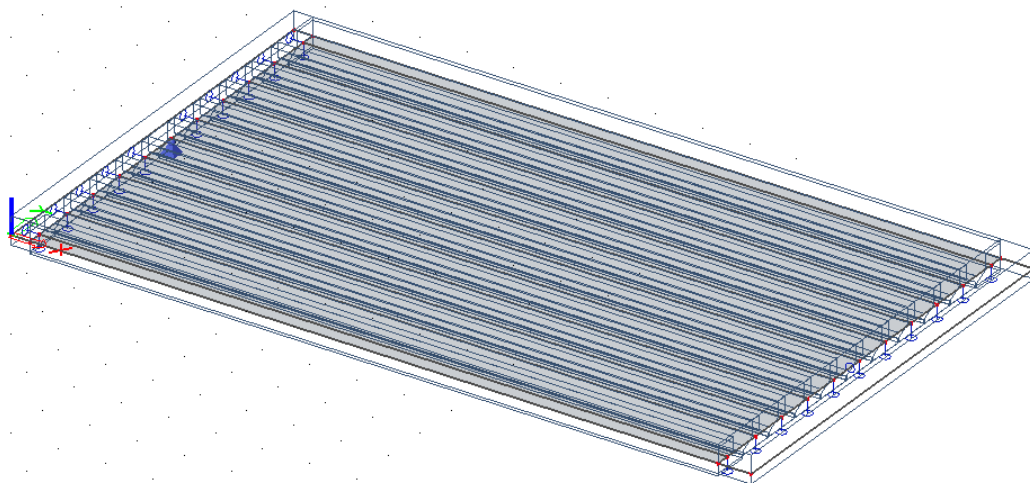
obr. 5 Geometrická schéma nosnej konštrukcie – priečny rez

5.3 Výpočtový model nosnej konštrukcie

Výpočtový model nosnej konštrukcie zohľadňuje všetky relevantné geometrické a materiálové charakteristiky konštrukcie.

Celé zaťaženie preberá po zatvrdnutí už betónová konštrukcia. Táto bola pre globálnu analýzu modelovaná v programovom prostredí CAD systému SCIA Engineer ako priestorový

dosko-stenový systém konečnými prvkami, pričom základný materiál bol zvolený betón C30/37. Geometrická schéma výpočtového modelu je znázornená na obr. 6.



obr. 6 Geometrická schéma výpočtového modelu

5.4 Výpočet zaťaženia na nosnú konštrukciu

Jednotlivé zaťaženia sú stanovené v súlade s [6]. Vo výpočte uvažujeme nasledovné skupiny zaťažení:

- g_0 : stále zaťaženie;
- g_1 : premenné dlhodobé zaťaženie, ktoré prenáša celá dosková konštrukcia po zatvrdnutí betónu;
- p : premenné krátkodobé zaťaženie, ktoré prenáša tiež celá dosková konštrukcia.

5.4.1 Zaťaženie stále

Zaťaženie g_0

predstavuje vlastnú tiaž nosnej konštrukcie, ktorá je generovaná výpočtovým programom. Tiaž železobetónu je uvažovaná hodnotou 2500kg/m^3 .

- | | $g_{k,i} [\text{kN.m}^{-2}]$ | γ_g |
|---|------------------------------|------------|
| - vlastná tiaž → program Scia Engineer, $g=25\text{kN/m}^3$ | | 1,35 |

5.4.2 Zaťaženie premenné dlhodobé

Zaťaženie g_1

- | | | |
|--|-------|------|
| - izolácia hr. 5mm, $\gamma_i=14\text{kN/m}^3$ – pôsobí na celej ploche dosky | | |
| $h_i \cdot \gamma_i = 0,005 \cdot 14 =$ | 0,070 | 1,35 |
| $g_{inf} = 0,8 \cdot 0,07 =$ | 0,056 | |
| $g_{sup} = 1,4 \cdot 0,07 =$ | 0,098 | |
| - vozovka hr. 85mm, $\gamma_v=24\text{kN/m}^3$ – pôsobí na ploche medzi rímsami | | |
| $h_i \cdot \gamma_v = 0,085 \cdot 24 =$ | 2,040 | 1,35 |
| $g_{inf} = 0,8 \cdot 2,04 =$ | 1,632 | |
| $g_{sup} = 1,4 \cdot 2,04 =$ | 2,856 | |
| - ochrana izolácie hr. 5mm, $\gamma_i=14\text{kN/m}^3$ – pôsobí na ploche dosky na šírke 680mm od okraja dosky na oboch okrajoch dosky | | |

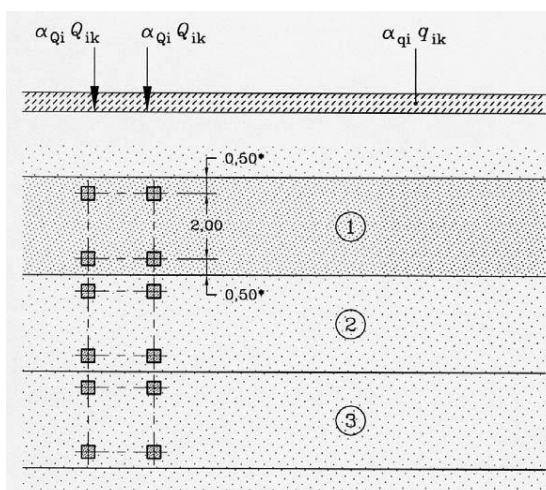
$h_i \cdot \gamma_i = 0,005 \cdot 14 =$	0,070	1,35
$g_{inf} = 0,8 \cdot 0,07 =$	0,056	
$g_{sup} = 1,4 \cdot 0,07 =$	0,098	
- tiaž rímasy $A_r = 0,3034 \text{ m}^2$, $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$ – pôsobí na šírke 745mm na oboch okrajoch dosky $A_r \cdot \gamma_b = 0,3034 \cdot 25 =$	7,585	1,35
- tiaž zábradľového zvodidla, pôsobí ako líniové zaťaženie vo vzdialenosti 370mm od okraja dosky na oboch okrajoch dosky	1,00	1,35

5.4.3 Zaťaženie premenné krátkodobé

Uvažujeme cestné zaťaženie podľa STN EN 1991-2: zaťažovací model LM1, LM2, zaťaženie chodcami a únavový zaťažovací model 3. Cestné zaťaženie je už so zahrnutým dynamickým účinkom.

5.4.4 Zvislé účinky zaťaženia od cestnej dopravy

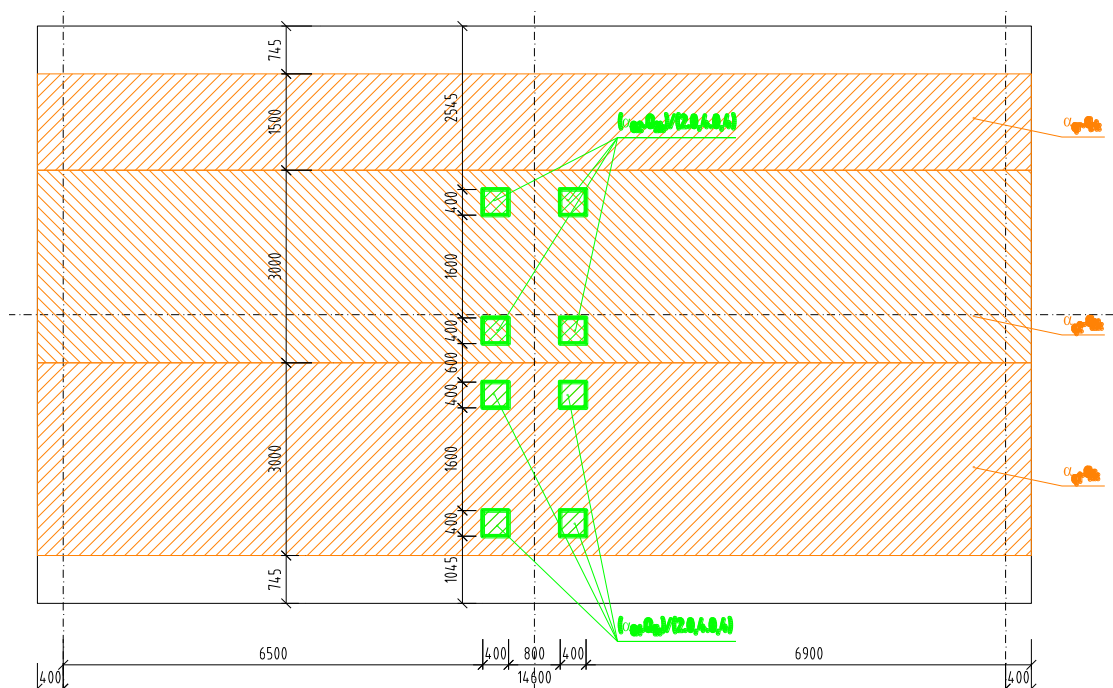
5.4.4.1 Zaťažovací model LM1



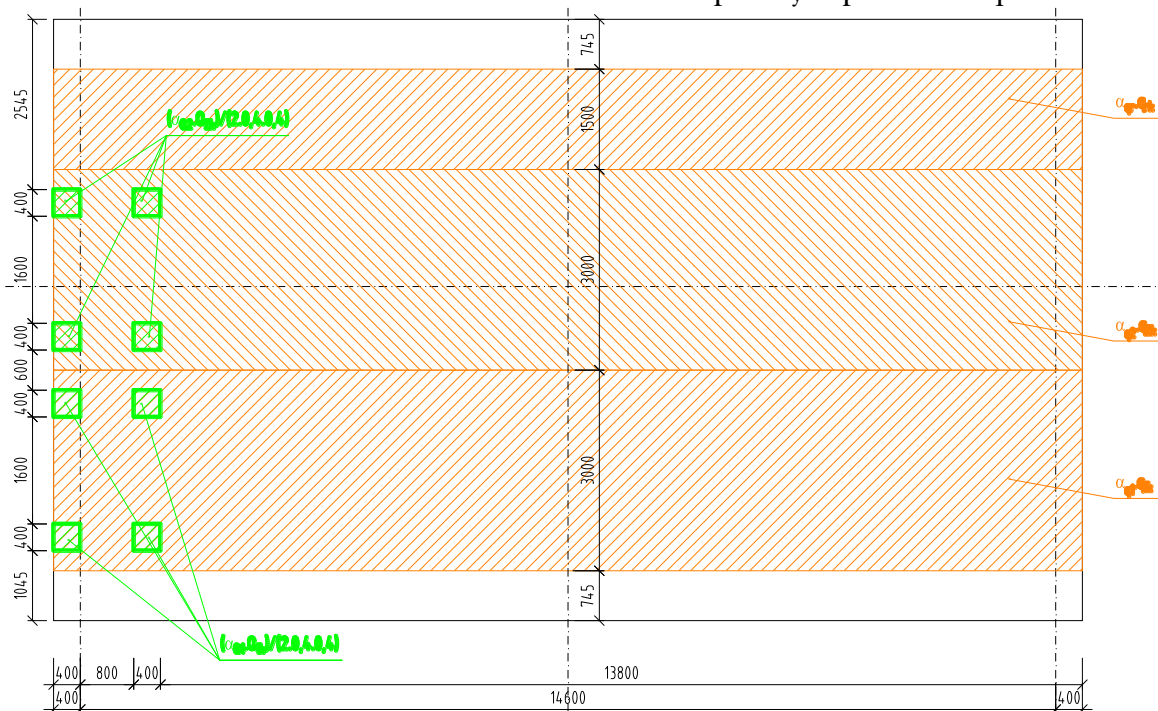
obr. 7 zaťažovací model LM1 – schéma

Uvažujeme zaťažovací model LM1 podľa obr. 4.2a v STN EN 1991-2. Styčná plocha kolesa je podľa obr. 4.2b $0,4 \times 0,4 \text{ m}$. Pre najnepriaznivejšie účinky uvažujeme postavenie vozidiel uprostred nosnej konštrukcie. Vozovka šírky 7,5m je rozdelená na 2 zaťažovacie pruhy šírky 3m a zvyšnú zaťažovaciu plochu šírky 2,5m. Súčiniteľ zaťaženia pre toto zaťaženie je $\gamma_Q = 1,35$.

Pruh 1 (3,0m): $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$	$\alpha_{Q1} = 1,0$	$q_{1k} = 9,0 \text{ kN.m}^{-2}$	$\alpha_{q1} = 1,0$
Pruh 2 (3,0m): $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$	$\alpha_{Q2} = 1,0$	$q_{2k} = 2,5 \text{ kN.m}^{-2}$	$\alpha_{q2} = 1,0$
zvyšok (1,5m):		$q_{rk} = 2,5 \text{ kN.m}^{-2}$	$\alpha_{qr} = 1,0$



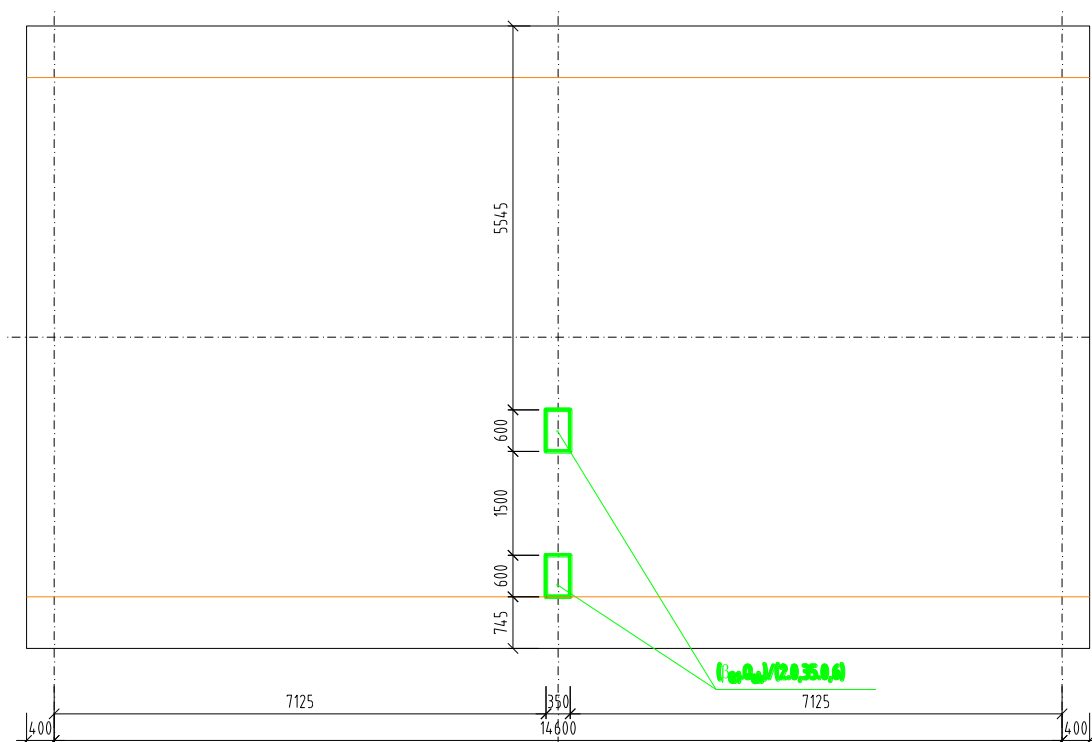
obr. 8 Postavenie zaťažovacieho modelu LM1 pre M_y - uprostred rozpätia



obr. 9 Postavenie zaťažovacieho modelu LM1 pre V_z – pri uložení dosky

5.4.4.2 Zaťažovací model LM2

Uvažujeme zaťažovací model LM2 podľa obr. 4.3 v STN EN 1991-2. Kontaktná plocha kolesa je možné uvažovať podľa 4.3.3(4) Poznámky 1. predmetnej normy 0,35x0,6m. Pre najnepriaznivejšie účinky uvažujeme 2 rôzne polohy postavenia nápravy. Súčiniteľ zaťaženia pre toto zaťaženie je $\gamma_Q = 1,35$; kde $Q_{ak}=400kN$ $\beta_{Q1}= 1,0$



obr. 10 Postavenie zaťažovacieho modelu LM2 pre M_y - uprostred rozpätia



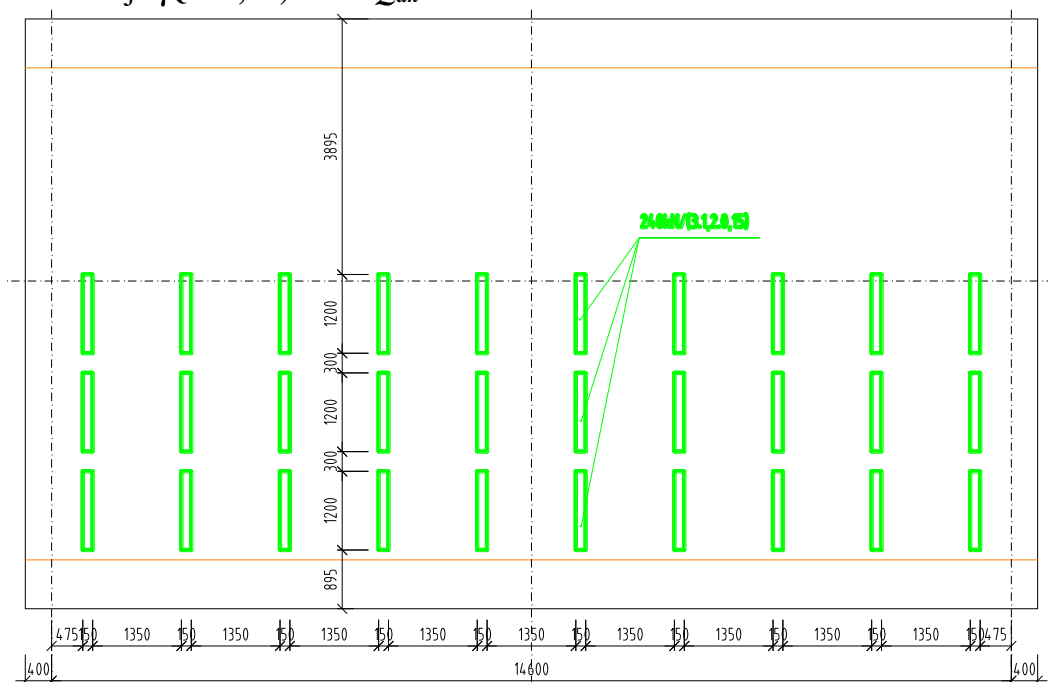
obr. 11 Postavenie zaťažovacieho modelu LM2 pre V_z – pri uložení dosky

5.4.4.3 Zaťažovací model LM4

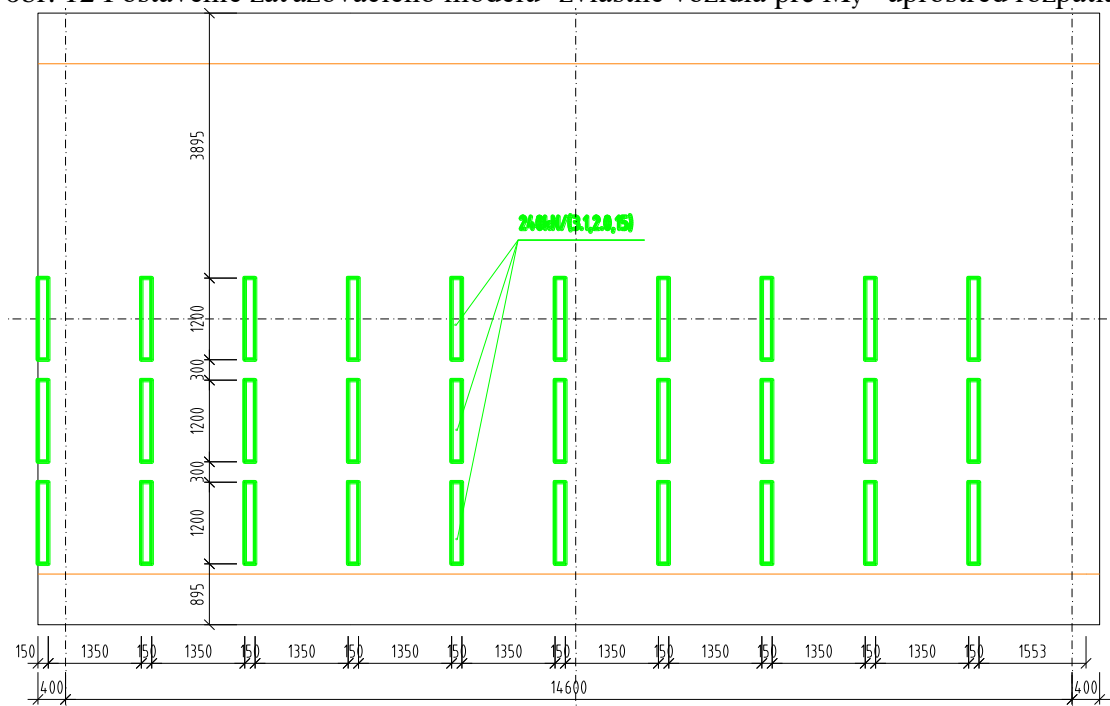
Uvažujeme zaťažovací model LM4 podľa 4.3.5 v STN EN 1991-2, reprezentujúci zaťaženie davom ľudí. Zadané je ako plošné spojité rovnomerné zaťaženie na vozovke s hodnotou rovnou 5kN/m^2 .

5.4.4.4 Zat'azovací model zvláštne vozidlá

Uvažujeme zaťažovací model zvláštnych vozidiel 3000/240kN podľa prílohy A.2 v STN EN 1991-2. Kontaktná plocha kolesa je možné uvažovať podľa obr. A.1 predmetnej normy 1,2x0,15m. Pre najnepriaznivejšie účinky uvažujeme 4 rôzne polohy postavenia nápravy. Súčiniteľ zaťaženia pre toto zaťaženie je $\gamma_Q = 1,35$; kde $Q_{ak}=240kN$



obr. 12 Postavenie zaťažovacieho modelu -zvláštne vozidlá pre M_y - uprostred rozpätia



obr. 13 Postavenie zaťažovacieho modelu -zvláštne vozidlá pre V_z – pri uložení dosky

5.4.5 Vodorovné účinky zaťaženia od cestnej dopravy

5.4.5.1 Brzdné a rozjazdové sily

Brzdná sila pôsobí na povrchu vozovky v pozdĺžnom smere v osi pruhu č.1 na celej dĺžke mosta s hodnotou q_{lk} .

$$\gamma_Q = 1,35$$

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2Q_{1k}) + 0,1 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 2 \cdot 300 + 0,1 \cdot 1,0 \cdot 9,0 \cdot 3,0 \cdot 15,0 = 360,0 + 40,5 = 400,5 \text{ kN}$$

$$162 \text{ kN} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ kN} \quad 162 \text{ kN} \leq 400,5 \leq 900 \text{ kN} \dots \rightarrow Q_{lk} = 400,5 \text{ kN} \rightarrow q_{lk} = 26,7 \text{ kN/m}$$

5.4.5.2 Odstredivé a priečne sily

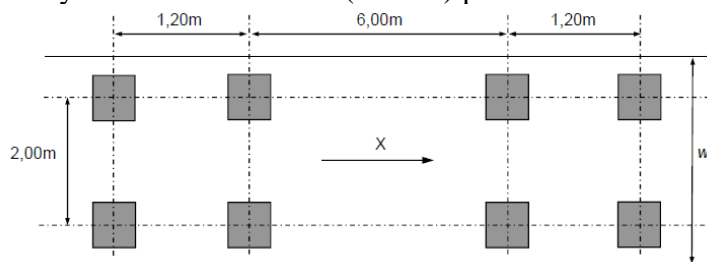
$$\gamma_Q = 1,35 ;$$

Odstredivá sila nosná konštrukcia vedená v priamej, odstredivá sila sa zanedbáva

Priečna sila $Q_{trk} = 25\% \cdot Q_{lk} = 0,25 \cdot 400,5 = 100,125 \text{ kN}$

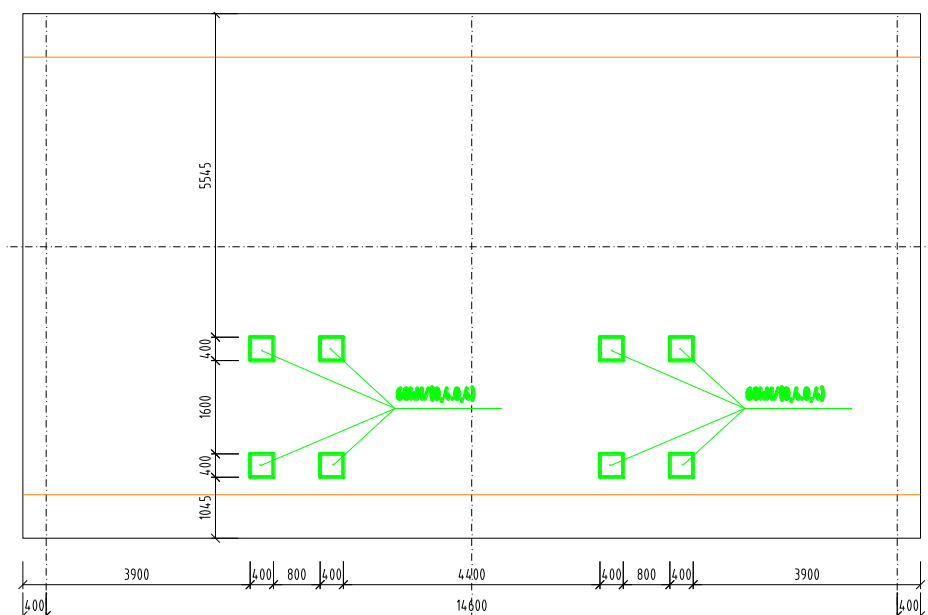
5.4.6 Únavové zaťaženie od cestnej dopravy

Uvažujeme únavový zaťažovací model 3 (FLM 3) podľa obr. 4.8 v STN EN 1991-2.



obr. 14 únavový zaťažovací model 3 - schéma

Zaťažovací model 3 podľa obr. 4.8 v STN EN 1991-2. Súčiniteľ zaťaženia pre toto zaťaženie je $\gamma_Q = 1,35$. Tiaž každej nápravy má hodnotu 120kN. Umiestnenie vozidla na moste uvažujeme dve nápravy umiestnené uprostred rozpätia.



obr. 15 Postavenie únavového zaťažovacieho modelu 3

5.4.7 Kombinácie zaťažení

Tab. 1 Zaťažovacie skupiny od premenného krátkodobého zaťaženia - cestnej dopravy

		VOZOVKA						Chodníky pre chodcov a cyklistov
Typ zaťaženia		Zvislé sily				Vodorovné sily		Výlučne zvislé zaťaženie
Číslo článku		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Zaťažovací systém		LM1 Hlavný zaťaž. systém	LM2 Jednonápravové vozidlá	LM3 Zvláštne vozidlá	LM4 Zaťaženie davom ľudí	Brzdné a rozjazdové sily	Odstredivé a bočné sily	Rovnomerné spojité zaťaženie
zaťažovacie skupiny	sk1a	Charak. hodnoty				(a)	(a)	Kombinovaná hodnota ^(b)
	sk1b		Charakter. hodnota					
	sk2	Časté hodnoty ^(b)				Charakter. hodnota	Charakter. hodnota	
	sk3 ^(d)							Charakter. hodnota ^(c)
	sk4				Charakter. hodnota			Charakter. hodnota ^(b)
	sk5	Pozri prílohu A		Charakter. hodnota				
Dominantná zložka zaťaženia (označená ako zložka súvisiaca so skupinou)								
^(a) Môžu byť definované v národnej prílohe.								
^(b) Môžu byť definované v národnej prílohe. Odporúčaná hodnota je 3 kN/m ² .								
^(c) Pozri 5.3.2.1-(2) Môže byť zaťažený iba jeden chodník v prípade, že to vyvolá nepriaznivejší účinok, ako keď sú zaťažené oba chodníky.								
^(d) Táto skupina sa neuvažuje, ak sa uvažuje skupina sk4.								

Kombinácie návrhových hodnôt zaťaženi sa vytvorili podľa STN EN 1990 (tab. A2.4(B)):

$$\sum_j \gamma_{Gj,\text{sup}} \cdot G_{kj,\text{sup}} + \sum_j \gamma_{Gj,\text{inf}} \cdot G_{kj,\text{inf}} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Poznámka: Pre medzné stavy použiteľnosti platí $\gamma_Q, \gamma_G = 1,0$.

5.5 Výpočet vnútorných síl

Výpočet vnútorných síl bol realizovaný na výpočtovom modeli doskovej konštrukcie pomocou programu SCIA Engineer. Vzhľadom na veľké množstvo výsledkov uvádzame len rozhodujúce kombinácie pre posúdenie nosnej konštrukcie.

5.6 Posúdenie nosnej konštrukcie

5.6.1 Zaťažovacie stavy

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Smer	Dĺžka trvania	Vzorový zaťažovací stav
	Spec	Typ zaťaženia				
LC1	Vlastná tiaž	Stále	LG1	-Z		
izolácia	premenné dlhodobé	Vlastná tiaž	LG1			
vozovka	premenné dlhodobé	Štandard				
ochrana izolácie	premenné dlhodobé	Stále	LG1			
rímsa	premenné dlhodobé	Štandard				
zvodidlo	premenné dlhodobé	Stále	LG1			
		Štandard				
LM1-TDL-M	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
LM1-TDL-V	Štandard	Statické				
LM1-UDL	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
LM2-M	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
LM2-V	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
LM4	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
BRS	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
ODS	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
UNAVA	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
zvlastne-M	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
zvlastne-V	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				

5.6.2 Kombinácie

Názov	Popis	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
CO1	vl+stale	Obálka - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35

Názov	Popis	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
CO2	VI+stale+LM1_M	Obálka - únosnosť	rímsa - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35
			rímsa - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			LM1-TDL-M	1,35
CO3	VI+stale+LM2_M	Obálka - únosnosť	LM1-UDL	1,35
			LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35
			rímsa - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			LM2-M	1,35
CO4	VI+staale+LM1_V	Obálka - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35
			rímsa - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			LM1-TDL-V	1,35
			LM1-UDL	1,35
CO5	VI+stale+LM2_V	Obálka - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35
			rímsa - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			LM2-V	1,35
CO6	VI+stale+LM4	Obálka - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35
			rímsa - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			LM4	1,35
CO7	VI+stale+unava	Obálka - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35
			rímsa - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			UNAVA	1,35
CO8	VI+stale+LM1_M+vodorovne	Obálka - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35
			rímsa - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			LM1-TDL-M	1,01
			LM1-UDL	0,54
			BRS	1,35
CO9	VI+stale+zvladne_M	Obálka - únosnosť	ODS	1,35
			LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35

Názov	Popis	Typ	Zat'azovacie stavy	Súč. [-]
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35
			rímša - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			zvlastne-M	1,35
CO10	vl+stale+zvlastne_V	Obálka - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			izolácia - premenné dlhodobé	1,35
			vozovka - premenné dlhodobé	1,35
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,35
			rímša - premenné dlhodobé	1,35
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,35
			zvlastne-V	1,35
POch1	vl+stale	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
POch2	vl+stale+LM1_M	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM1-TDL-M	1,00
			LM1-UDL	1,00
POch3	vl+stale+LM2_M	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM2-M	1,00
POch4	vl+stale+LM1_V	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM1-TDL-V	1,00
			LM1-UDL	1,00
POch5	vl+stale+LM2_V	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM2-V	1,00
POch6	vl+stale+LM4	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM4	1,00
POch7	vl+stale+unava	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00

Názov	Popis	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			UNAVA	1,00
POch8	vl+stale+LM1_M+vodorovne	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM1-TDL-M	0,75
			LM1-UDL	0,40
			BRS	1,00
			ODS	1,00
POch9	vl+stale+zvlastne_M	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			zvlastne-M	1,00
POch10	vl+stale+zvlastne_V	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			zvlastne-V	1,00
POč1	vl+stale	EN-MSP častá	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
POč2	vl+stale+LM1_M	EN-MSP častá	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM1-TDL-M	0,75
			LM1-UDL	0,40
POč3	vl+stale+LM2_M	EN-MSP častá	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM2-M	0,75
POč4	vl+staale+LM1_V	EN-MSP častá	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM1-TDL-V	0,75

Názov	Popis	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
			LM1-UDL	0,40
POč5	vl+stale+LM2_V	EN-MSP časť	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM2-V	0,75
POč6	vl+stale+LM4	EN-MSP časť	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM4	0,75
POč7	vl+stale+unava	EN-MSP časť	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			UNAVA	0,75
POč8	vl+stale+LM1_M+vodorovne	EN-MSP časť	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM1-TDL-M	0,75
			LM1-UDL	0,40
			BRS	1,00
			ODS	1,00
POč9	vl+stale+zvladne_M	EN-MSP časť	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			zvladne-M	0,00
POč10	vl+stale+zvladne_V	EN-MSP časť	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			zvladne-V	0,00
POk1	vl+stale	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
POk2	vl+stale+LM1_M	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00

Názov	Popis	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM1-TDL-M	0,00
			LM1-UDL	0,00
POk3	vl+stale+LM2_M	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM2-M	0,00
POk4	vl+staale+LM1_V	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM1-TDL-V	0,00
			LM1-UDL	0,00
POk5	vl+stale+LM2_V	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM2-V	0,00
POk6	vl+stale+LM4	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM4	0,00
POk7	vl+stale+unava	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			UNAVA	0,00
POk8	vl+stale+LM1_M+vodorovne	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			LM1-TDL-M	0,00
			LM1-UDL	0,00
			BRS	0,00
			ODS	0,00
POk9	vl+stale+zvlastne_M	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímša - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			zvlastne-M	0,00
POk10	vl+stale+zvlastne_V	EN-MSP kvázistála	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			izolácia - premenné dlhodobé	1,00

Názov	Popis	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
			vozovka - premenné dlhodobé	1,00
			ochrana izolácie - premenné dlhodobé	1,00
			rímsa - premenné dlhodobé	1,00
			zvodidlo - premenné dlhodobé	1,00
			zvlastne-V	0,00

5.6.3 Posúdenie prierezu

Jedná sa nosnú konštrukciu, ktorá je vytvorená z prefabrikovaných prvkov s monolitickou zálievkou. Statický návrh a posúdenie prierezu je uvedené v prílohe č.1 tohto statického výpočtu. Statický výpočet vypracovali Doc. Ing. Milan Chandog, PhD. a Doc. Ing. Peter Paulík, PhD.

5.6.4 Stanovenie zaťažiteľnosti

5.6.4.1 Stanovenie zaťažiteľnosti z ohybovej odolnosti

Dané:

$W_{n,rep} =$	320 kN	$M_{Rd} =$	1135,00 kNm
$W_{r,rep} =$	900 kN	$M_{G0k,d} =$	600,50 kNm
$W_{e,rep} =$	3000 kN	$M_{Gk,d} =$	109,91 kNm
$\varphi =$	1,38	$M_{Ed,Wn} =$	406,84 kNm
		$M_{Ed,Wr} =$	251,66 kNm
		$M_{Ed,We} =$	400,05 kNm

Normálna zaťažiteľnosť:

$$F_z = (M_{Rd} - (M_{G0k,d} + M_{Gk,d})) / M_{Ed,Wn} = 1,04$$

$$W_n = F_z \cdot W_{n,rep} = 333,96 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad V_n = 33 \text{ t}$$

Výhradná zaťažiteľnosť:

$$F_z = (M_{Rd} - (M_{G0k,d} + M_{Gk,d})) / M_{Ed,Wr} = 1,69$$

$$W_r = F_z \cdot W_{r,rep} = 1100,32 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad V_r = 110 \text{ t}$$

Výnimočná zaťažiteľnosť:

$$F_z = (M_{Rd} - (M_{G0k,d} + M_{Gk,d})) / M_{Ed,We} = 1,06$$

$$W_e = F_z \cdot W_{e,rep} = 3184,03 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad V_e = 318 \text{ t}$$

5.6.4.2 Stanovenie zaťažiteľnosti zo šmykovej odolnosti

Dané:

$W_{n,rep} =$	320 kN	$V_{Rd} =$	405,00 kN
$W_{r,rep} =$	900 kN	$V_{G0k,d} =$	147,78 kN
$W_{e,rep} =$	3000 kN	$V_{Gk,d} =$	26,00 kN
$\varphi =$	1,38	$V_{Ed,Wn} =$	106,09 kN
		$V_{Ed,Wr} =$	73,20 kN

$$V_{Ed,We} = 164,24 \text{ kN}$$

Normálna zaťažiteľnosť:

$$\begin{aligned} W_{n,rep} &= 320 \text{ kN} \\ F_z &= (V_{Rd} - (V_{G0k,d} + V_{Gk,d})) / V_{Ed,We} = 2,18 \\ V_n &= F_z \cdot V_{n,rep} = 697,43 \text{ kN} \rightarrow V_n = 70 \text{ t} \end{aligned}$$

Výhradná zaťažiteľnosť:

$$\begin{aligned} W_{r,rep} &= 900 \text{ kN} \\ W_{r1} &= W_{r,rep} / \varphi = 652,17 \text{ kN} \\ F_z &= (V_{Rd} - (V_{G0k,d} + V_{Gk,d})) / V_{Ed,We} = 3,16 \\ W_r &= F_z \cdot W_{r1} = 2060,13 \text{ kN} \rightarrow V_r = 206 \text{ t} \end{aligned}$$

Výnimočná zaťažiteľnosť:

$$\begin{aligned} W_{e,rep} &= 3000 \text{ kN} \\ W_{e1} &= W_{e,rep} = 3000,00 \text{ kN} \\ F_z &= (V_{Rd} - (V_{G0k,d} + V_{Gk,d})) / V_{Ed,We} = 1,41 \\ W_e &= F_z \cdot W_{e1} = 4223,43 \text{ kN} \rightarrow V_e = 422 \text{ t} \end{aligned}$$

5.6.4.3 Prehľad zaťažiteľnosti

tab. 2 Prehľad zaťažiteľnosti mosta

Prehľad zaťažiteľnosti:

Zaťažiteľnosť	Označenie	Hodnota
Faktor normálnej zaťažiteľnosti	F_z	1,04
Normálna zaťažiteľnosť	V_n	33 t
Výhradná zaťažiteľnosť	V_r	110 t
Výnimočná zaťažiteľnosť	V_e	318 t

5.6.5 Návrh a posúdenie ložísk

5.6.5.1 Vnútorne sily na prvku

Reakcie pôsobiace na ložisko sú získané riešením doskového modelu s rozpätím 14,6 s uvažovaním aj konzolových zakončení dosky za teoretické osi uloženia. Sú navrhované elastomerné ložiská (napr. Doprastav). Ložiska budú posúdené na účinky maximálnych hodnôt reakcií od najnepriaznivejšej kombinácie pre medzný stav únosnosti. Alternatívne je možné použiť aj ložiska od iných výrobcov a dodávateľov ložísk. Zvislé sily pôsobiace na ložiská boli prevzaté z katalógu nosníkov a statického výpočtu. Vodorovné sily boli určené z doskového modelu s rebrami.

tab. 3 Reakcie

Názov	Stav	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]
Sn9/N27	CO9/1	-102,50	0,00	233,97	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn2/N9	CO8/2	148,00	0,00	538,31	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn22/N20	CO9/1	0,00	-147,62	372,25	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn1/N19	CO9/1	0,91	147,62	365,47	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn9/N27	CO5/3	12,57	0,00	143,07	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn2/N9	CO9/1	131,35	0,00	542,70	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0

5.6.5.2 Výpočet dilatácií

- dilatácia vplyvom priehybu

$$\Delta L_{x,d} = 1,9\text{mm (skrátene)}$$

- dilatácia vplyvom zmeny teploty konštrukcie

Pre polohu mosta v obci Pliešovce, určíme z normy max./min. teplotu vzduchu v tieni:

$$T_{\max} = 41^{\circ}\text{C} \text{ (mapa s izotermami, STN EN 1991-1-5/NA, str.6)} \rightarrow T_{e,\max} = T_{\max} + 2^{\circ}\text{C} = 43^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\min} = 30^{\circ}\text{C} \text{ (mapa s izotermami, STN EN 1991-1-5/NA, str.6)} \rightarrow T_{e,\min} = T_{\min} - 3^{\circ}\text{C} = -27^{\circ}\text{C}$$

$T_0 = 10^{\circ}\text{C}$ – počiatočná teplota

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 10 - (-27) = 37^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 43 - 10 = 33^{\circ}\text{C}$$

Súčiniteľ teplotnej rozťažnosti: $\alpha_T = 1,2 \cdot 10^{-5}$,

Celková dĺžka mosta: $L = 0,4 + 14,6 + 0,4 = 15,4\text{m}$

Dĺžka pre dilatačné pohyby: $L_{F1} = 0,4 + 14,6 = 15,0\text{m}$

$$L_{F2} = 0,4\text{m}$$

Predĺženie konštrukcie: $\Delta L_{T,\text{exp}} = L_{F1} \cdot \Delta T_{N,\text{exp}} \cdot \alpha = 15,0 \cdot 33 \cdot 0,000012 = 0,006\text{m}$

$$\Delta L_{T,\text{exp}} = L_{F2} \cdot \Delta T_{N,\text{exp}} \cdot \alpha = 0,4 \cdot 33 \cdot 0,000012 = 0,0002\text{m}$$

Skrátenie konštrukcie: $\Delta L_{T,\text{con}} = L_{F1} \cdot \Delta T_{N,\text{con}} \cdot \alpha = 15,0 \cdot 43 \cdot 0,000012 = 0,008\text{m}$

$$\Delta L_{T,\text{con}} = L_{F2} \cdot \Delta T_{N,\text{con}} \cdot \alpha = 0,4 \cdot 43 \cdot 0,000012 = 0,0002\text{m}$$

- dilatácia vplyvom trenia konštrukcie

$h = 100\text{mm}$ – predpokladaná výška ložiska

$$\mu = 0,02$$

$$T = R_z \cdot \mu = 542,70 \cdot 0,02 = 10,854\text{kN}$$

$$\Delta L_{\text{tr}} = T \cdot (h/R_z) = 10,854 \cdot (100/542,70) = 2,0\text{mm}$$

- celkový posun konštrukcie

Návrhové skrátenie konštrukcie

$$\Delta L = \Delta L_{x,d} + \Delta L_{T,\text{con}} + \Delta L_{\text{tr}} = 1,9 + 8 + 2,0 = 11,9\text{mm} \rightarrow \Delta L^- = 12,0\text{mm}$$

Návrhové predĺženie konštrukcie

$$\Delta L = \Delta L_{T,\text{exp}} + \Delta L_{\text{tr}} = 6,0 + 2,0 = 8,0\text{mm} \rightarrow \Delta L^+ = 8,0\text{mm}$$

tab. 4 Požiadavky na loziská

[illegible]

6. Statický výpočet opory

6.1 Charakteristiky materiálov

tab. 5 Materiály použité vo výpočtovom modeli

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m ³]	E modul [MPa]	Poissonov súčiniteľ	G modul [MPa]	Tepelná rozťažnosť [m/mK]	γ_{M0}	Poznámka
C30/37	Betón	2500,0	32000	0,2	14208,0	0,0	1,5	Spodná stavba
C16/20	Betón	2500,0	29000	0,2	14208,0	0,0	1,5	Spodná stavba
B 500B	Oceľ	7850,0	200000	0,3	83333,3	0,0	1,15	Spodná stavba

6.2 Posúdenie spodnej stavby

Podložie bolo uvažované na základe vrtoz ktoré boli vykonané v blízkosti existujúceho mosta (pozri. 2.2). Fakt že pod prevažnou časťou spodnej stavby je pôvodný betón sme nezohľadnili – ďalší predpoklad na strane bezpečnej. Nový zásyp je odvodnený rubovým odvodnením. Opony boli navrhnuté na výsledné reakcie z ložísk ktoré vznikajú od mosta. Výslednice boli vyčíslené pomocou programu Scia Engineer a následne dosadené do modulu opora v GEO5.

Boli posudzované dve fázy zaťaženia:

1. Zaťaženie na most – max. vodorovná sila + max. zvislá sila
2. Zaťaženie za oponou + min. zvislá sila

6.2.1 Posúdenie opory

Nastavenie

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Mostné opony : EN 1992-1-1 (EC2)

Súčinitele EN 1992-1-1 : štandardný

Výpočet múrov

Výpočet aktívneho tlaku : Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasívneho tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Výpočet zemetrasenia : Mononobe-Okabe

Tvar zemného klinu : počítať šikmý

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posúdenia : výpočet podľa EN1997

Návrhový prístup : 2 - redukcia zaťaženia a odporu

Súčinitele redukcie zaťaženia (F)				
Trvalá návrhová situácia				
		Nepriaznivé		Priaznivé
Stále zaťaženie :	$\gamma_G =$	1,35	[-]	1,00 [-]
Premenné zaťaženie :	$\gamma_Q =$	1,50	[-]	0,00 [-]
Zaťaženie vodou :	$\gamma_w =$	1,00	[-]	
Súčinitele redukcie odporu (R)				
Trvalá návrhová situácia				
Súčiniteľ redukcie odporu na preklopenie :	$\gamma_{Rv} =$	1,40	[-]	
Súčiniteľ redukcie odporu na posunutie :	$\gamma_{Rh} =$	1,10	[-]	
Súčiniteľ redukcie odporu základovej pôdy :	$\gamma_{Re} =$	1,40	[-]	

Kombinačné súčinitele pre premenné zaťaženia

Trvalá návrhová situácia

Súčiniteľ kombináčnej hodnoty :	$\Psi_0 =$	0,70	[-]
Súčiniteľ častej hodnoty :	$\Psi_1 =$	0,50	[-]
Súčiniteľ kvázistálej hodnoty :	$\Psi_2 =$	0,30	[-]

Geometria konštrukcie

Číslo	Poradnica X [m]	Hĺbka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	1,10
3	0,00	3,74
4	0,00	4,74
5	-1,90	4,74
6	-1,90	3,74
7	-1,20	3,74
8	-1,20	1,10
9	-0,35	1,10
10	-0,35	0,00

Začiatok [0,0] je v najhornejšom pravom bode múra.

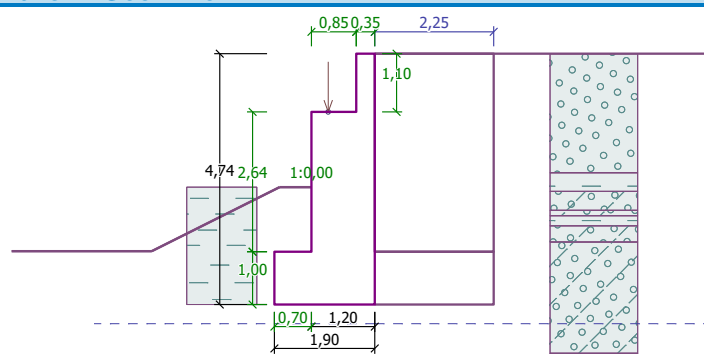
Plocha rezu múra = 5,45 m².

Dĺžka mostnej opory = 8,33 m

Dĺžka základu opory = 8,33 m

Názov : Geom. rez

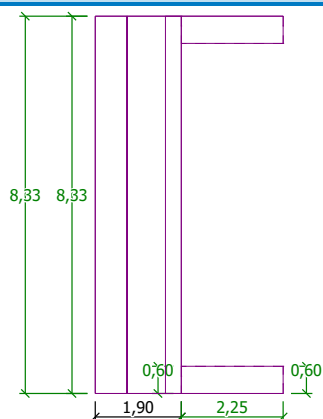
Fáza - výpočet : 1 - 0



Geometria pôdorys

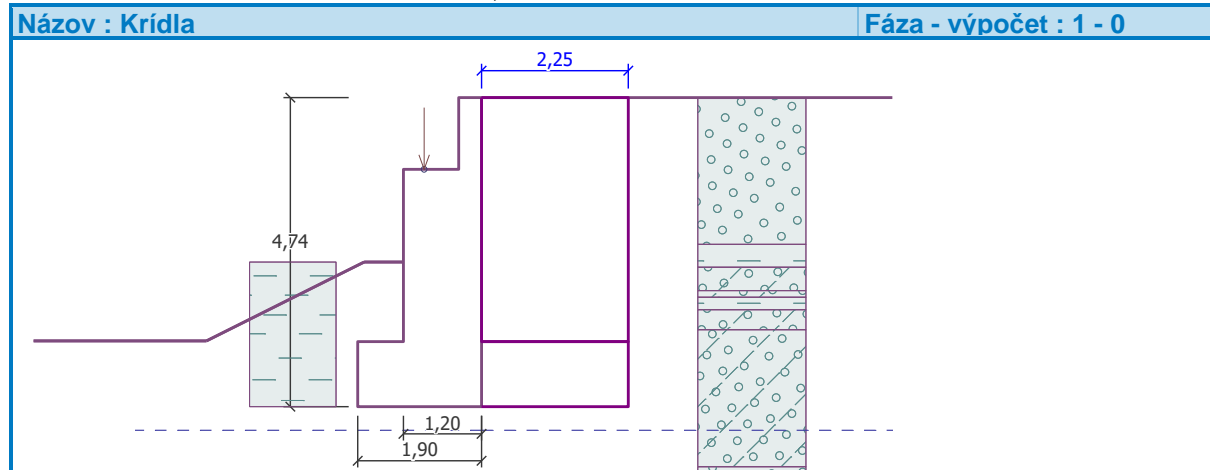
Názov : Geom. pôdorys

Fáza - výpočet : 1 - 0



Krídla opory - predĺžená symetrická

Hrúbka krídla	= 0,60 m
Dĺžka krídla za koncovým múrikom	= 2,25 m
Dĺžka základu krídla	= 2,25 m
Šírka základu krídla	= 0,60 m



Materiál konštrukcie

Objemová tiaž $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betónových konštrukcií vykonaný podľa normy EN 1992-1-1 (EC2).

Betón : C 20/25

Valcová pevnosť v tlaku $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Pevnosť v ťahu $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Oceľ pozdĺžna : B500

Medza skazu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Parametre zemín

Spatný zasyp

Objemová tiaž : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Napätosť : efektívny

Uhol vnútorného trenia : $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$

Súdržnosť zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Trecí uhol konštr.-zemina : $\delta = 21,00^\circ$

Zemina : nesúdržná

Obj. tiaž sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Trieda F6, konzistence tuhá

Objemová tiaž : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Napätosť : efektívny

Uhol vnútorného trenia : $\varphi_{ef} = 19,00^\circ$

Súdržnosť zeminy : $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$

Trecí uhol konštr.-zemina : $\delta = 12,60^\circ$

Zemina : nesúdržná

Obj. tiaž sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Trieda G5

Zaťažovací stav, zaťaženie od mostu

Typ zaťažovacieho stavu : prevádzkový stav.

Sily od mostu

Zvislá sila $F_s = 5607,90 \text{ kN}$

Vodorovná sila $F_v = 0,00 \text{ kN}$

Umiestnenie $a_1 = 0,32 \text{ m}$

Výška $v = 0,00 \text{ m}$

Sily od prechodovej dosky

Zvislá sila $F_s = 0,00 \text{ kN}$

Objemová tiaž :

$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Napätosť :

efektívny

Uhol vnútorného trenia :

$\varphi_{ef} = 32,50^\circ$

Súdržnosť zeminy :

$c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$

Trecí uhol konštr.-zemina :

$\delta = 20,00^\circ$

Zemina :

nesúdržná

Obj. tiaž sat.zeminy :

$\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

R3

Objemová tiaž :

$\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Napätosť :

efektívny

Uhol vnútorného trenia :

$\varphi_{ef} = 38,50^\circ$

Súdržnosť zeminy :

$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Trecí uhol konštr.-zemina :

$\delta = 25,00^\circ$

Zemina :

súdržná

Poissonovo číslo :

$\nu = 0,20$

Obj. tiaž sat.zeminy :

$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Vodorovná sila $F_v = 0,00$ kN

Umiestnenie $a_2 = 0,00$ m

Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	2,25	Spatny zasyp	
2	0,35	Třída F6, konzistence tuhá	
3	0,36	Třída G5	
4	0,10	Třída G5	
5	0,19	Třída F6, konzistence tuhá	
6	0,31	Třída G5	
7	2,10	Třída G5	
8	2,39	R3	
9	-	R3	

Založenie

Typ založenia : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konštrukciou je rovný.

Vplyv vody

Hladina podzemnej vody za konštrukciou je v hĺbke 5,10 m

Hladina podzemnej vody pred konštrukciou je v hĺbke 5,10 m

Podložie pri päte konštrukcie je nepriepustné.

Vztlak v základovej škáre od rozdielnych tlakov nie je uvažovaný.

Odpor na líci konštrukcie

Odpor na líci konštrukcie: 2/3 pas., 1/3 v kľude

Zemina na líci konštrukcie - Třída F6, konzistence tuhá

Uhol trenia konštr.-zemina $\delta = 0,00^\circ$

Výška zeminy pred múrom $h = 2,22$ m

Tvar terénu na líci konštrukcie

Číslo	Súradnice x[m]	Hĺbka z[m]
1	0,00	0,00
2	0,00	-2,22
3	-0,60	-2,22
4	-3,02	-1,01
5	-4,02	-1,01

Začiatok [0,0] je umiestnený do ľavého spodného okraja konštrukcie.

Kladná súradnica +z smeruje dole.

Nastavenie výpočtu fázy

Návrhová situácia : trvalá

Múr sa môže premiestniť, je počítaný na zaťaženie aktívnym tlakom.

Posúdenie čís. 1 (Fáza budovania 1)

Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	F_{hor} [kN/m]	Pôsobisko z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pôsobisko x [m]	Koef. prekl.	Koef. posun.	Koef. napätie
Tiaž.- múr	0,00	-1,82	125,42	1,21	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-75,02	-0,96	0,03	0,35	1,000	1,000	1,350
Aktívny tlak	38,72	-1,62	13,76	1,90	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-4,74	0,00	1,90	1,000	1,000	1,000
Krídla opory	0,00	-2,87	27,88	3,02	1,000	1,000	1,350
Reakcia mostu	0,00	-3,64	673,22	1,02	-	-	-
Reakcia prech.dosky	0,00	-4,74	0,00	1,90	-	-	-

Posúdenie mostnej opory

Šírka fiktívneho základu opory = 2,22 m

Posúdenie na preklopenie

Moment vzdorujúci $M_{res} = 684,17$ kNm/m

Moment klopiaci $M_{ovr} = 12,96$ kNm/m

Múr na preklopenie VYHOVUJE

Posúdenie na posunutie

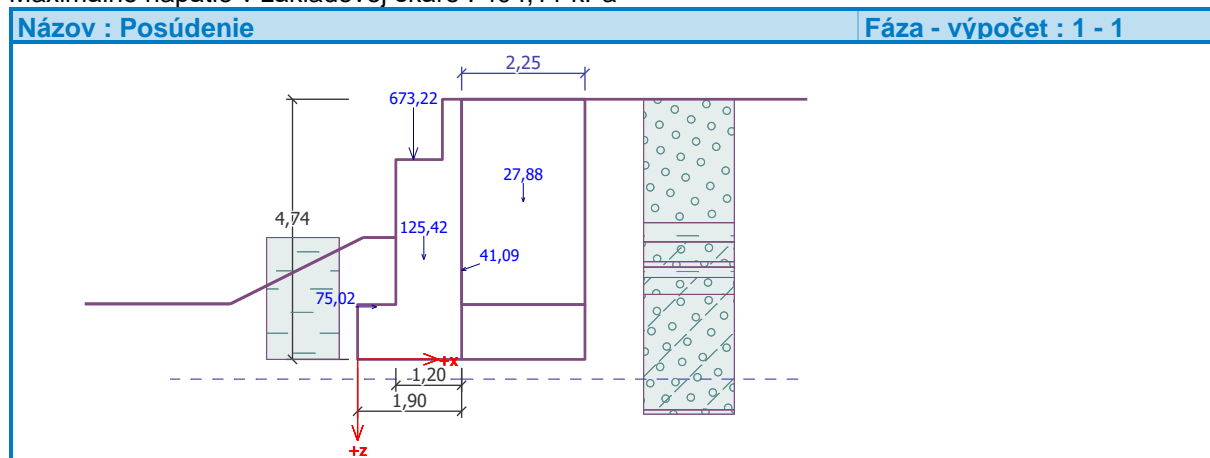
Vodor. sila vzdorujúca $H_{res} = 497,54$ kN/m

Vodor. sila posúvajúca $H_{act} = -22,75$ kN/m

Múr na posunutie VYHOVUJE

Celkové posúdenie - OPORA VYHOVUJE

Maximálne napätie v základovej škáre : 404,11 kPa



Únosnosť základovej pôdy (Fáza budovania 1)

Sily pôsobiace v strede základovej škáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. sila [kN/m]	Pos. sila [kN/m]	Excentricita [-]	Napätie [kPa]
1	-53,06	898,79	-49,01	0,000	404,11
2	-5,04	845,12	-22,75	0,000	379,98

Normové sily pôsobiace v strede základovej škáry (výpočet sadania)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. sila [kN/m]	Pos. sila [kN/m]
1	-23,23	840,31	-36,31

Posúdenie únosnosti základovej pôdy

Tvar napätia v základovej pôde : obdĺžnik

Posúdenie excentricity

Max. excentricita normálovej sily $e = 0,000$

Maximálna dovolená excentricita $e_{alw} = 0,333$

Excentricita normálovej sily VYHOVUJE

Posúdenie únosnosti základovej škáry

$tg\theta = H/V =$	0,016	$\theta =$	0,922 < 30
$c_d' = c_k' \cdot \gamma_c =$	6,000 kPa	$e_B =$	0,0590 m
$\phi_d = \phi_k \cdot \gamma_\phi =$	30,000 °	$e_L =$	0,0545 m
$N_q = e^{\pi \cdot tg\phi_d} \cdot tg^2(45 + \phi_d/2) =$	18,401	$B' = B - 2 \cdot e_B =$	1,782 m
$N_c = (N_q - 1) \cdot cot\phi_d =$	30,140	$L' = L - 2 \cdot e_L =$	8,221 m
$N_\gamma = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot tg\phi_d =$	15,070	$A' = B' \cdot L' =$	14,649 m²

Súčinitele tvaru základu:

Súčinitele hĺbky založenia:

$s_c = 1 + 0,2 \cdot B'/L' =$	1,043	$d_c = 1 + 0,1 \cdot (D/B')^{0,5} =$	1,077
$s_q = 1 + B'/L' \cdot \sin\phi_d =$	1,108	$d_q = 1 + 0,1 \cdot (D/B' \cdot \sin^2\phi_d)^{0,5} =$	1,054
$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot B'/L' =$	0,935	$d_\gamma =$	1,000

Súčinitele šikmosti zaťaženia:

Súčinitele šikmosti terénu:

$i_c = i_q = i_\gamma = (1 - tg\theta)^2 =$	0,968	$j_q = j_\gamma = (1 - tg\beta)^2 =$	1,000
		$j_c = j_q - (1 - j_q)/(N_c \cdot tg\phi_d) =$	1,000

Posúdenie únosnosti:

$$R_d = (c_d' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot j_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot j_q + \gamma' \cdot B'/2 \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot j_\gamma) / \gamma_R = \mathbf{518,921 \text{ kPa}}$$

Únosnosť základovej pôdy $R = 726,49 \text{ kPa}$

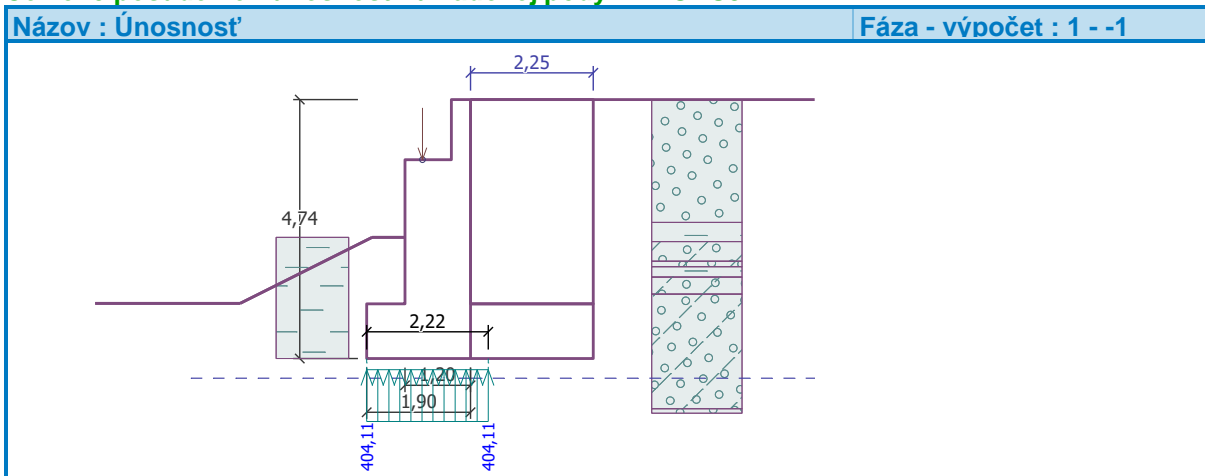
Súčiniteľ redukcie odporu základovej pôdy $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napätie v základovej škáre $\sigma = 404,11 \text{ kPa}$

Návrhová únosnosť základovej pôdy $R_d = 518,92 \text{ kPa}$

Únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE

Celkové posúdenie - únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE



Dimenzácia čís. 1 (Fáza budovania 1)

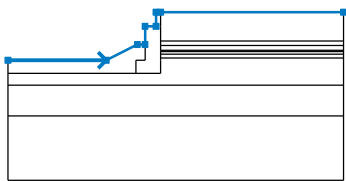
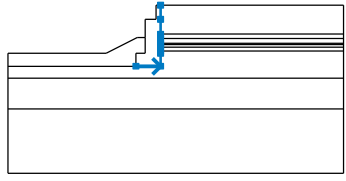
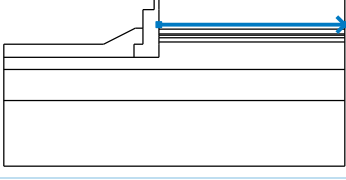
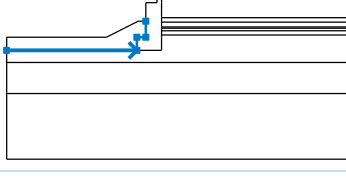
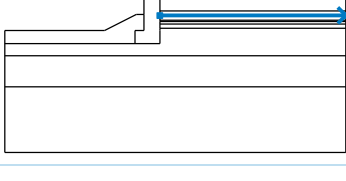
Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

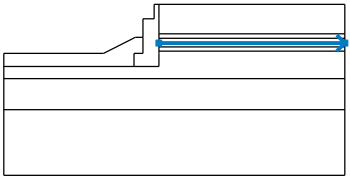
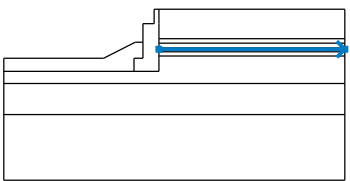
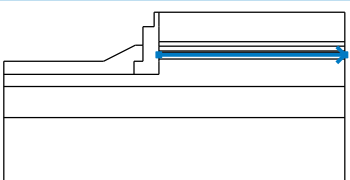
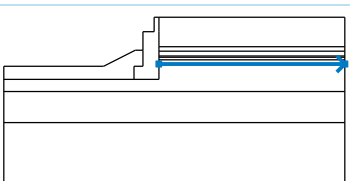
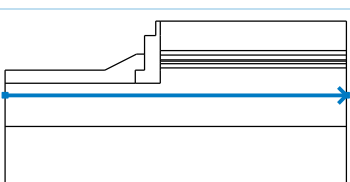
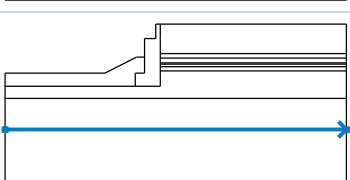
Názov	F_{hor} [kN/m]	Pôsobisko z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pôsobisko x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tiaž.- múr	0,00	-1,52	81,72	0,65	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-32,92	-0,62	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Aktívny tlak	24,00	-1,33	8,40	1,20	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-3,74	0,00	1,20	1,000	1,000	1,000
Krídla opory	0,00	-1,87	27,88	2,32	1,000	1,350	1,000
Reakcia mostu	0,00	-2,64	673,22	0,32	-	-	-

Návrhový prístup : 3 - redukcia zaťaženia GEO, STR a materiálu


Súčinitele redukcie zaťaženia (F)					
Trvalá návrhová situácia					
		Stav STR		Stav GEO	
		Nepriaznivé	Priaznivé	Nepriaznivé	Priaznivé
Stále zaťaženie :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Premenné zaťaženie :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Zaťaženie vodou :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	
Súčinitele redukcie materiálu (M)					
Trvalá návrhová situácia					
Súčiniteľ redukcie uhla vnútorného trenia :	$\gamma_\phi =$	1,25 [-]			
Súčiniteľ redukcie efektívnej súdržnosti :	$\gamma_c =$	1,25 [-]			
Súčiniteľ redukcie neodv. šmykovej pevnosti :	$\gamma_{cu} =$	1,40 [-]			

Rozhranie

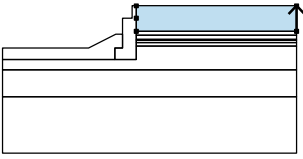
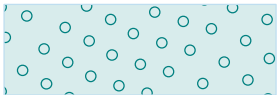
Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-11,85	-3,73	-4,22	-3,73	-1,80	-2,52
		-1,20	-2,52	-1,20	-1,10	-0,35	-1,10
		-0,35	0,00	0,00	0,00	14,22	0,00
2		-1,90	-4,74	0,00	-4,74	0,00	-3,74
		0,00	-3,56	0,00	-3,25	0,00	-3,06
		0,00	-2,96	0,00	-2,60	0,00	-2,25
		0,00	-1,10	0,00	0,00		
3		0,00	-2,25	14,22	-2,25		
4		-11,85	-4,74	-1,90	-4,74	-1,90	-3,74
		-1,20	-3,74	-1,20	-2,52		
5		0,00	-2,60	14,22	-2,60		

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
6		0,00	-2,96	14,22	-2,96		
7		0,00	-3,06	14,22	-3,06		
8		0,00	-3,25	14,22	-3,25		
9		0,00	-3,56	14,22	-3,56		
10		-11,85	-5,66	14,22	-5,66		
11		-11,85	-8,05	14,22	-8,05		

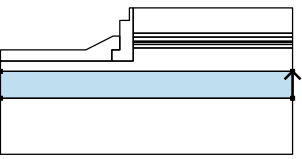
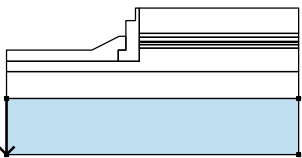
Tuhé telesá

Číslo	Názov	Vzorka	γ [kN/m ³]
1	Materiál zdi		23,00

Priradenie a plochy

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
1		14,22	-2,25	14,22	0,00	Spatny zasyp 
		0,00	0,00	0,00	-1,10	
		0,00	-2,25			

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
2		14,22	-2,60	14,22	-2,25	Třída F6, konzistence tuhá
		0,00	-2,25	0,00	-2,60	
3		14,22	-2,96	14,22	-2,60	Třída G5
		0,00	-2,60	0,00	-2,96	
4		14,22	-3,06	14,22	-2,96	Třída G5
		0,00	-2,96	0,00	-3,06	
5		14,22	-3,25	14,22	-3,06	Třída F6, konzistence tuhá
		0,00	-3,06	0,00	-3,25	
6		14,22	-3,56	14,22	-3,25	Třída G5
		0,00	-3,25	0,00	-3,56	
7		-1,20	-3,74	-1,90	-3,74	Materiál zdi
		-1,90	-4,74	0,00	-4,74	
		0,00	-3,74	0,00	-3,56	
		0,00	-3,25	0,00	-3,06	
		0,00	-2,96	0,00	-2,60	
		0,00	-2,25	0,00	-1,10	
		0,00	0,00	-0,35	0,00	
		-0,35	-1,10	-1,20	-1,10	
		-1,20	-2,52			
8		-1,90	-4,74	-1,90	-3,74	Třída F6, konzistence tuhá
		-1,20	-3,74	-1,20	-2,52	
		-1,80	-2,52	-4,22	-3,73	
		-11,85	-3,73	-11,85	-4,74	
9		14,22	-5,66	14,22	-3,56	Třída G5
		0,00	-3,56	0,00	-3,74	
		0,00	-4,74	-1,90	-4,74	
		-11,85	-4,74	-11,85	-5,66	

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
10		14,22	-8,05	14,22	-5,66	R3
		-11,85	-5,66	-11,85	-8,05	
11		-11,85	-8,05	-11,85	-13,05	R3
		14,22	-13,05	14,22	-8,05	

Príťaženie

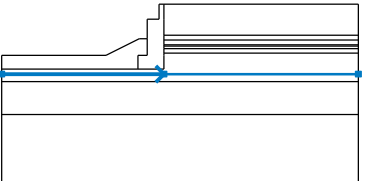
Číslo	Typ	Pôsobenie	Umiestnenie z [m]	Začiatok x [m]	Dĺžka l [m]	Šírka b [m]	Sklon α [°]	Veľkosť	
1	priamkové	stále	z = -1,10	x = -0,88			0,00	q, q ₁ , f, F	q ₂ jednotka
								673,22	kN/m

Názvy príťaženia

Číslo	Názov
1	Most

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umiestnenie HPV	Súradnice bodov HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-11,85	-5,10	0,00	-5,10	14,22	-5,10

Nastavenie výpočtu fázy

Návrhová situácia : trvalá

Výsledky (Fáza budovania 1)

Výpočet 1

Kruhová šmyková plocha

Parametre šmykovej plochy					
Stred :	x =	-4,65 [m]	Uhly :	α_1 =	-53,69 [°]
	z =	0,35 [m]		α_2 =	87,09 [°]
Polomer :	R =	6,89 [m]			
Šmyková plocha po optimalizácii.					

Posúdenie stability svahu (Bishop)

Sumácia aktívnych síl : $F_a = 703,31$ kN/m

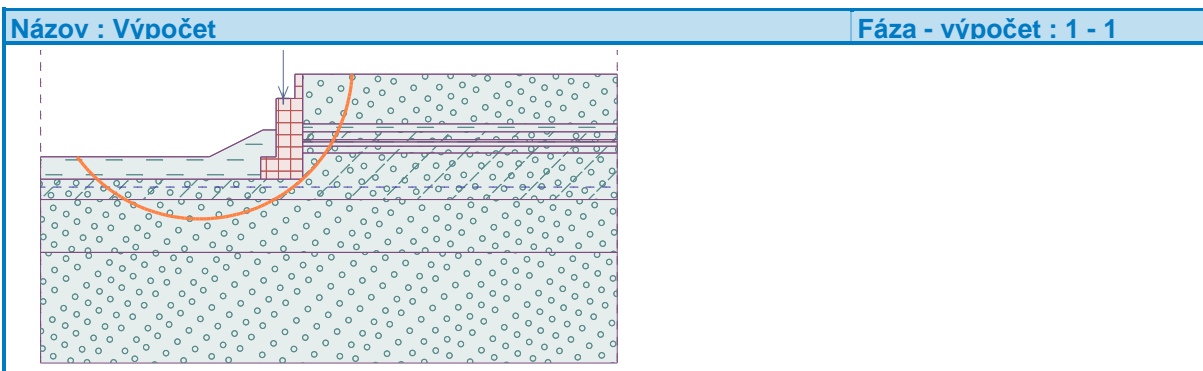
Sumácia pasívnych síl : $F_p = 852,95$ kN/m

Moment zosúvajúci : $M_a = 4845,78$ kNm/m

Moment vzdorujúci : $M_p = 5876,81$ kNm/m

Využitie : 82,5 %

Stabilita svahu VYHOVUJE



Vstupné údaje (Fáza budovania 2)

Zaťažovací stav, zaťaženie od mostu

Typ zaťažovacieho stavu : prevádzkový stav.

Sily od mostu

Zvislá sila $F_s = 2773,03 \text{ kN}$

Vodorovná sila $F_v = -698,25 \text{ kN}$

Umiestnenie $a_1 = 0,32 \text{ m}$

Výška $v = 0,00 \text{ m}$

Sily od prechodovej dosky


Zvislá sila $F_s = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná sila $F_v = 0,00 \text{ kN}$

Umiestnenie $a_2 = 0,00 \text{ m}$

Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	2,25	Spatny zasyp	
2	0,35	Třída F6, konzistence tuhá	
3	0,36	Třída G5	
4	0,10	Třída G5	
5	0,19	Třída F6, konzistence tuhá	
6	0,31	Třída G5	
7	2,10	Třída G5	
8	2,39	R3	

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
9	-	R3	

Založenie

Typ založenia : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konštrukciou je rovný.

Vplyv vody

Hladina podzemnej vody za konštrukciou je v hĺbke 5,10 m

Hladina podzemnej vody pred konštrukciou je v hĺbke 5,10 m

Podložie pri päte konštrukcie je nepriepustné.

Vztlak v základovej škáre od rozdielných tlakov nie je uvažovaný.

Odpor na líci konštrukcie

Odpor na líci konštrukcie: 2/3 pas., 1/3 v kľude

Zemina na líci konštrukcie - Třída F6, konzistencia tuhá

Uhol trenia konštr.-zemina $\delta = 0,00^\circ$

Výška zeminy pred múrom $h = 2,22$ m

Tvar terénu na líci konštrukcie

Číslo	Súradnice x[m]	Hĺbka z[m]
1	0,00	0,00
2	0,00	-2,22
3	-0,60	-2,22
4	-3,02	-1,01
5	-4,02	-1,01

Začiatok [0,0] je umiestnený do ľavého spodného okraja konštrukcie.

Kladná súradnica +z smeruje dole.

Nastavenie výpočtu fázy

Návrhová situácia : trvalá

Múr sa môže premiestniť, je počítaný na zaťaženie aktívnym tlakom.

Posúdenie čís. 1 (Fáza budovania 2)

Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	F_{hor} [kN/m]	Pôsobisko z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pôsobisko x [m]	Koef. prekl.	Koef. posun.	Koef. napätie
Tiaž.- múr	0,00	-1,82	125,42	1,21	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-75,02	-0,96	0,03	0,35	1,000	1,000	1,350
Aktívny tlak	38,72	-1,62	13,76	1,90	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-4,74	0,00	1,90	1,000	1,000	1,000
Krídla opory	0,00	-2,87	27,88	3,02	1,000	1,000	1,350
Reakcia mostu	83,82	-3,64	332,90	1,02	-	-	-
Reakcia prech.dosky	0,00	-4,74	0,00	1,90	-	-	-

Posúdenie mostnej opory

Šírka fiktívneho základu opory = 2,22 m

Posúdenie na preklopenie

Moment vzdorujúci $M_{res} = 436,22$ kNm/m

Moment klopiaci $M_{ovr} = 318,08$ kNm/m

Múr na preklopenie VYHOVUJE

Posúdenie na posunutie

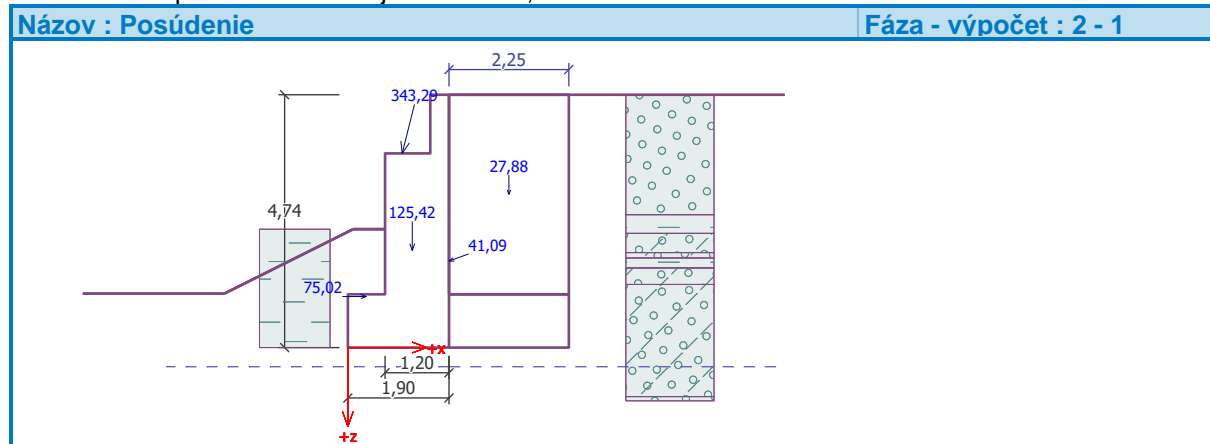
Vodor. sila vzdorujúca $H_{res} = 296,57$ kN/m

Vodor. sila posúvajúca $H_{act} = 61,07$ kN/m

Múr na posunutie VYHOVUJE

Celkové posúdenie - OPORA VYHOVUJE

Maximálne napätie v základovej škáre : 435,41 kPa



Únosnosť základovej pôdy (Fáza budovania 2)

Sily pôsobiace v strede základovej škáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. sila [kN/m]	Pos. sila [kN/m]	Excentricita [-]	Napätie [kPa]
1	220,73	558,47	34,81	0,178	389,54
2	268,75	504,80	61,07	0,239	435,41

Normové sily pôsobiace v strede základovej škáry (výpočet sadania)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. sila [kN/m]	Pos. sila [kN/m]
1	250,55	499,99	47,52

Posúdenie únosnosti základovej pôdy

Tvar napätia v základovej pôde : obdĺžnik

Posúdenie excentricity

Max. excentricita normálovej sily $e = 0,239$

Maximálna dovolená excentricita $e_{alw} = 0,333$

Excentricita normálovej sily VYHOVUJE

Posúdenie únosnosti základovej škáry

$tg\theta = H/V =$	0,062	$\theta =$	3,567 < 30
$c_d' = c_k' \cdot \gamma_c =$	6,000 kPa	$e_B =$	0,3952 m
$\phi_d = \phi_k \cdot \gamma_\phi =$	30,000 °	$e_L =$	0,0000 m
$N_q = e^{\pi \cdot tg\phi_d} \cdot tg^2(45 + \phi_d/2) =$	18,401	$B' = B - 2 \cdot e_B =$	1,110 m
$N_c = (N_q - 1) \cdot cotg\phi_d =$	30,140	$L' = L - 2 \cdot e_L =$	8,330 m
$N_\gamma = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot tg\phi_d =$	15,070	$A' = B' \cdot L' =$	9,242 m²
Súčinitele tvaru základu:		Súčinitele hĺbky založenia:	
$s_c = 1 + 0,2 \cdot B'/L' =$	1,027	$d_c = 1 + 0,1 \cdot (D/B')^{0,5} =$	1,097
$s_q = 1 + B'/L' \cdot sin\phi_d =$	1,067	$d_q = 1 + 0,1 \cdot (D/B' \cdot sin^2\phi_d)^{0,5} =$	1,069
$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot B'/L' =$	0,960	$d_\gamma =$	1,000
Súčinitele šikmosti zaťaženia:		Súčinitele šikmosti terénu:	
$i_c = i_q = i_\gamma = (1 - tg\theta)^2 =$	0,879	$j_q = j_\gamma = (1 - tg\beta)^2 =$	1,000
		$j_c = j_q - (1 - j_q)/(N_c \cdot tg\phi_d) =$	1,000

Posúdenie únosnosti:

$$R_d = (c_d' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot j_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot j_q + \gamma' \cdot B'/2 \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot j_\gamma) / \gamma_R = \mathbf{440,645 \text{ kPa}}$$

Únosnosť základovej pôdy $R = 616,90 \text{ kPa}$

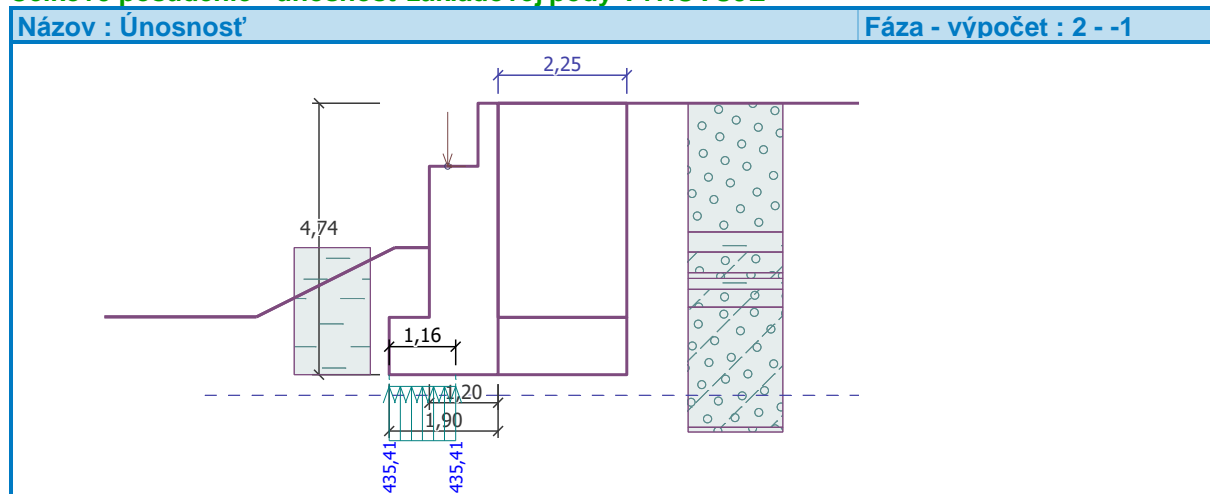
Súčiniteľ redukcie odporu základovej pôdy $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napätie v základovej škáre $\sigma = 435,41 \text{ kPa}$

Návrhová únosnosť základovej pôdy $R_d = 440,64 \text{ kPa}$

Únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE

Celkové posúdenie - únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE



Dimenzácia čís. 1 (Fáza budovania 2)

Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	F_{hor} [kN/m]	Pôsobisko z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pôsobisko x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tiaž.- múr	0,00	-1,52	81,72	0,65	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-32,92	-0,62	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Aktívny tlak	24,00	-1,33	8,40	1,20	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-3,74	0,00	1,20	1,000	1,000	1,000
Krídla opory	0,00	-1,87	27,88	2,32	1,000	1,350	1,000
Reakcia mostu	83,82	-2,64	332,90	0,32	-	-	-
Reakcia prech.dosky	0,00	-3,74	0,00	1,20	-	-	-

Dimenzácia drieku opory - vstupné údaje:

Škára je navrhnutá z prostého betónu; výp.šírka 1m.

Vnútorne sily : $M = 278,35 \text{ kNm/m}$; $N = -453,83 \text{ kN/m}$; $V = 83,30 \text{ kN/m}$

Výška prierezu $h = 1,20 \text{ m}$

Dimenzácia drieku opory - výsledky:

Posúvajúca sila na hranici únosnosti $V_{Rd} = 567,11 \text{ kN/m} > 83,30 \text{ kN/m} = V_{Ed}$

Tlaková sila na hranici únosnosti $N_{Rd} = 476,91 \text{ kN/m} > 453,83 \text{ kN/m} = N_{Ed}$

Moment na hranici únosnosti $M_{Rd} = 287,89 \text{ kNm/m} > 278,35 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Únosnosť prierezu VYHOVUJE

Dimenzácia čís. 2 (Fáza budovania 2)

Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	F_{hor} [kN/m]	Pôsobisko z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pôsobisko x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tiaž.- múr	0,00	-0,55	8,85	0,17	1,000	1,350	1,000
Aktívny tlak	2,48	-0,37	0,95	0,35	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-1,10	0,00	0,35	1,000	1,000	1,000
Reakcia prech.dosky	0,00	-1,10	0,00	0,35	-	-	-

Dimenzácia koncového múrika - vstupné údaje:

Škára je navrhnutá zo železobetónu; výpočtová šírka 1m.

Vystuženie

5 ks profil 14,0 mm, krytie 50,0 mm

Vnútorne sily : $M = 1,00 \text{ kNm/m}$; $N = -10,14 \text{ kN/m}$; $V = 3,35 \text{ kN/m}$

Výška prierezu $h = 0,35 \text{ m}$

Dimenzácia koncového múrika - výsledky:

Stupeň vystuženia $\rho = 0,22 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$

Poloha neutrálnej osi $x = 0,23 \text{ m}$

Posúvajúca sila na hranici únosnosti $V_{Rd} = 114,70 \text{ kN/m} > 3,35 \text{ kN/m} = V_{Ed}$

Tlaková sila na hranici únosnosti $N_{Rd} = 2252,92 \text{ kN/m} > 10,14 \text{ kN/m} = N_{Ed}$

Moment na hranici únosnosti $M_{Rd} = 222,66 \text{ kNm/m} > 1,00 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Prierez VYHOVUJE.

Výpočet stability svahu

Stabilitné výpočty

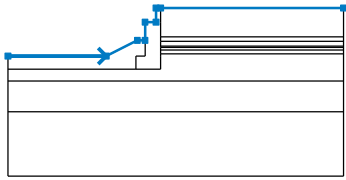
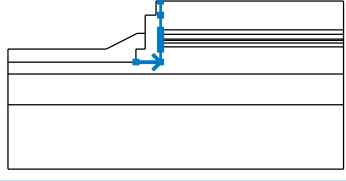
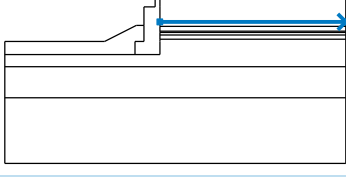
Výpočet zemetrasenia : Štandard

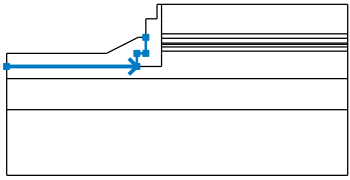
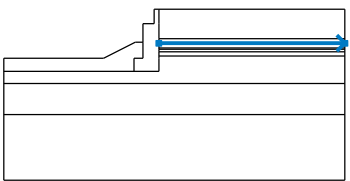
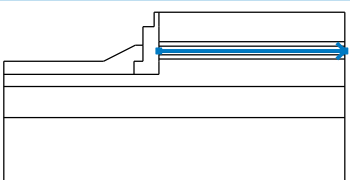
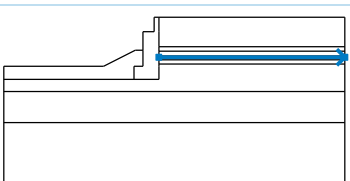
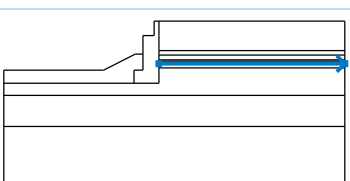
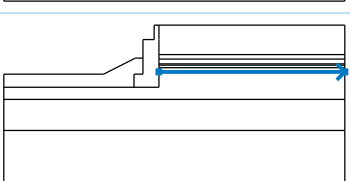
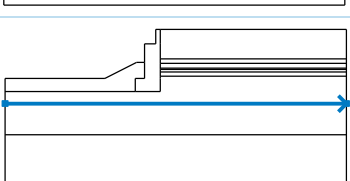
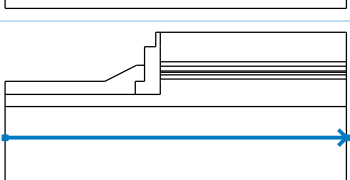
Metodika posúdenia : výpočet podľa EN1997

Návrhový prístup : 3 - redukcia zaťaženia GEO, STR a materiálu

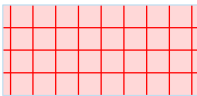
Súčinitele redukcie zaťaženia (F)						
Trvalá návrhová situácia						
		Stav STR			Stav GEO	
		Nepriaznivé	Priaznivé		Nepriaznivé	Priaznivé
Stále zaťaženie :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]		1,00 [-]	1,00 [-]
Premenné zaťaženie :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]		1,30 [-]	0,00 [-]
Zaťaženie vodou :	$\gamma_w =$				1,00 [-]	
Súčinitele redukcie materiálu (M)						
Trvalá návrhová situácia						
Súčiniteľ redukcie uhla vnútorného trenia :				$\gamma_\phi =$	1,25 [-]	
Súčiniteľ redukcie efektívnej súdržnosti :				$\gamma_c =$	1,25 [-]	
Súčiniteľ redukcie neodv. šmykovej pevnosti :				$\gamma_{cu} =$	1,40 [-]	

Rozhranie

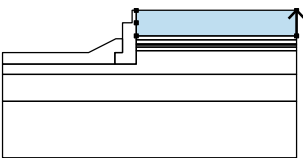
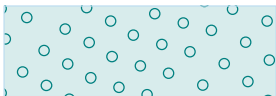
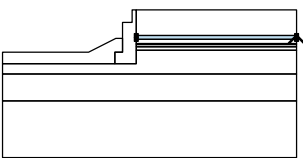

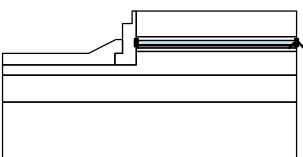

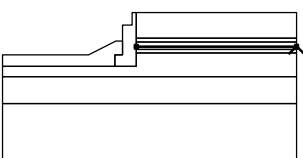

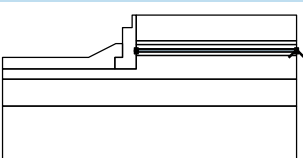
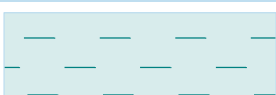
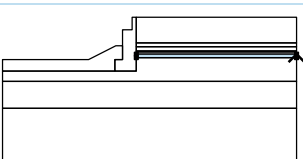

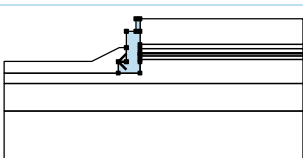
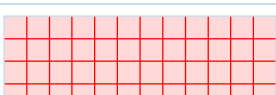
Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-11,85	-3,73	-4,22	-3,73	-1,80	-2,52
		-1,20	-2,52	-1,20	-1,10	-0,35	-1,10
		-0,35	0,00	0,00	0,00	14,22	0,00
2		-1,90	-4,74	0,00	-4,74	0,00	-3,74
		0,00	-3,56	0,00	-3,25	0,00	-3,06
		0,00	-2,96	0,00	-2,60	0,00	-2,25
		0,00	-1,10	0,00	0,00		
3		0,00	-2,25	14,22	-2,25		

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		-11,85	-4,74	-1,90	-4,74	-1,90	-3,74
		-1,20	-3,74	-1,20	-2,52		
5		0,00	-2,60	14,22	-2,60		
6		0,00	-2,96	14,22	-2,96		
7		0,00	-3,06	14,22	-3,06		
8		0,00	-3,25	14,22	-3,25		
9		0,00	-3,56	14,22	-3,56		
10		-11,85	-5,66	14,22	-5,66		
11		-11,85	-8,05	14,22	-8,05		

Tuhé telesá

Číslo	Názov	Vzorka	γ [kN/m ³]
1	Materiál zdi		23,00

Priradenie a plochy

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
1		14,22	-2,25	14,22	0,00	Spatny zasyp 
		0,00	0,00	0,00	-1,10	
		0,00	-2,25			
2		14,22	-2,60	14,22	-2,25	Třída F6, konzistence tuhá 
		0,00	-2,25	0,00	-2,60	
3		14,22	-2,96	14,22	-2,60	Třída G5 
		0,00	-2,60	0,00	-2,96	
4		14,22	-3,06	14,22	-2,96	Třída G5 
		0,00	-2,96	0,00	-3,06	
5		14,22	-3,25	14,22	-3,06	Třída F6, konzistence tuhá 
		0,00	-3,06	0,00	-3,25	
6		14,22	-3,56	14,22	-3,25	Třída G5 
		0,00	-3,25	0,00	-3,56	
7		-1,20	-3,74	-1,90	-3,74	Materiál zdi 
		-1,90	-4,74	0,00	-4,74	
		0,00	-3,74	0,00	-3,56	
		0,00	-3,25	0,00	-3,06	
		0,00	-2,96	0,00	-2,60	
		0,00	-2,25	0,00	-1,10	
		0,00	0,00	-0,35	0,00	
		-0,35	-1,10	-1,20	-1,10	
		-1,20	-2,52			

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
8		-1,90	-4,74	-1,90	-3,74	Třída F6, konzistence tuhá
		-1,20	-3,74	-1,20	-2,52	
		-1,80	-2,52	-4,22	-3,73	
		-11,85	-3,73	-11,85	-4,74	
9		14,22	-5,66	14,22	-3,56	Třída G5
		0,00	-3,56	0,00	-3,74	
		0,00	-4,74	-1,90	-4,74	
		-11,85	-4,74	-11,85	-5,66	
10		14,22	-8,05	14,22	-5,66	R3
		-11,85	-5,66	-11,85	-8,05	
11		-11,85	-8,05	-11,85	-13,05	R3
		14,22	-13,05	14,22	-8,05	

Priťaženie

Číslo	Typ	Pôsobenie	Umiestnenie z [m]	Začiatok x [m]	Dĺžka l [m]	Šírka b [m]	Sklon α [°]	Veľkosť	
								q, q ₁ , f, F	q ₂ jednotka
1	priamkové	stále	z = -1,10	x = -0,88			14,13	343,29	kN/m

Názvy priťaženia

Číslo	Názov
1	Most

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umiestnenie HPV	Súradnice bodov HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-11,85	-5,10	0,00	-5,10	14,22	-5,10

Nastavenie výpočtu fázy

Návrhová situácia : trvalá

Výsledky (Fáza budovania 1)

Výpočet 1

Kruhovú šmykovú plochu

Parametre šmykovej plochy					
Stred :	x =	-4,65 [m]	Uhly :	$\alpha_1 =$	-45,91 [°]
	z =	1,92 [m]		$\alpha_2 =$	76,32 [°]

Parametre šmykovej plochy

Polomer :	R =	8,12 [m]
Šmyková plocha po optimalizácii.		

Posúdenie stability svahu (Bishop)

Sumácia aktívnych síl : $F_a = 435,73 \text{ kN/m}$

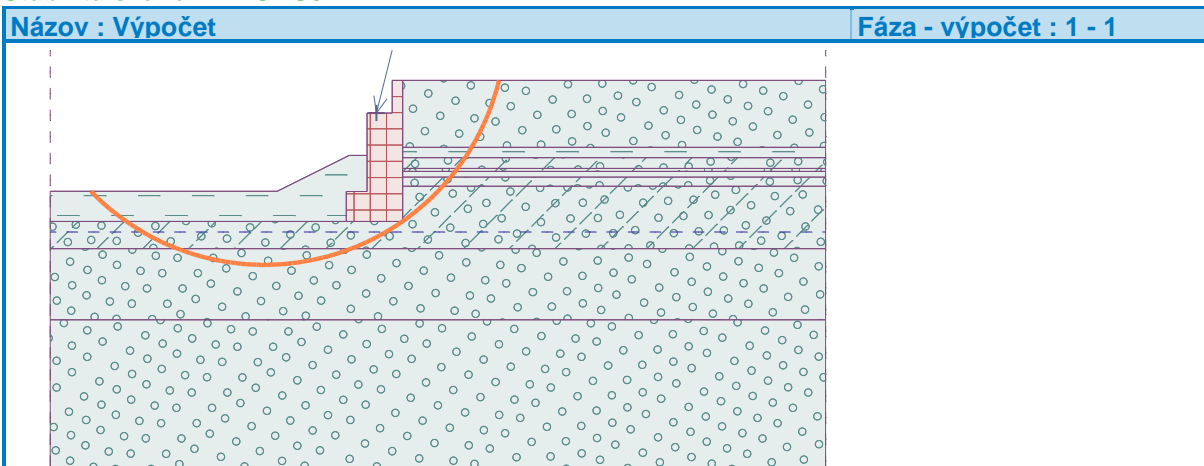
Sumácia pasívnych síl : $F_p = 634,10 \text{ kN/m}$

Moment zosúvajúci : $M_a = 3538,17 \text{ kNm/m}$

Moment vzdorujúci : $M_p = 5148,86 \text{ kNm/m}$

Využitie : 68,7 %

Stabilita svahu VYHOVUJE



Vstupné údaje (Fáza budovania 3)

Zaťažovací stav, zaťaženie od mostu

Typ zaťažovacieho stavu : prevádzkový stav.

Sily od mostu

Zvislá sila $F_s = 1179,00 \text{ kN}$

Vodorovná sila $F_v = 0,00 \text{ kN}$

Umiestnenie $a_1 = 0,32 \text{ m}$

Výška $v = 0,00 \text{ m}$

Sily od prechodovej dosky





Zvislá sila $F_s = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná sila $F_v = 0,00 \text{ kN}$

Umiestnenie $a_2 = 0,00 \text{ m}$

Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	2,25	Spatny zasyp	
2	0,35	Třída F6, konzistence tuhá	
3	0,36	Třída G5	
4	0,10	Třída G5	
5	0,19	Třída F6, konzistence tuhá	

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
6	0,31	Třída G5	
7	2,10	Třída G5	
8	2,39	R3	
9	-	R3	

Založenie

Typ založenia : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konštrukciou je rovný.

Vplyv vody

Hladina podzemnej vody za konštrukciou je v hĺbke 5,10 m

Hladina podzemnej vody pred konštrukciou je v hĺbke 5,10 m

Podložie pri päte konštrukcie je nepriepustné.

Vztlak v základovej škáre od rozdielnych tlakov nie je uvažovaný.

Zadané plošné priťaženia

$$q_{eq} = \frac{\alpha_{Q1} \cdot Q_k}{2,2m \cdot B} + \frac{\alpha_{q1} \cdot q_{k1} \cdot 3m + \alpha_{q2} \cdot q_{k2} \cdot (b_p - 3m)}{B} = \frac{1,0 \cdot (600 + 400)}{2,2 \cdot 8,99} + \frac{1,0 \cdot 9,3 + 1,0 \cdot 2,5 \cdot (7,5 - 3)}{8,99} = 52,85 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Číslo	Priťaženie		Pôsob.	Veľ.1 [kN/m²]	Veľ.2 [kN/m²]	Por.x x [m]	Dĺžka l [m]	Hĺbka z [m]
	nové	zmena						
1	Áno		premenné	52,85		0,00	2,20	na teréne
Číslo	Názov							
1	LM1							

Odpor na líci konštrukcie

Odpor na líci konštrukcie: 2/3 pas., 1/3 v kľude

Zemina na líci konštrukcie - Třída F6, konzistencia tuhá

Uhol trenia konštr.-zemina

$$\delta = 0,00^\circ$$

Výška zeminy pred múrom

$$h = 2,22 \text{ m}$$

Tvar terénu na líci konštrukcie

Číslo	Súradnice x[m]	Hĺbka z[m]
1	0,00	0,00
2	0,00	-2,22
3	-0,60	-2,22
4	-3,02	-1,01
5	-4,02	-1,01

Začiatok [0,0] je umiestnený do ľavého spodného okraja konštrukcie.

Kladná súradnica +z smeruje dole.

Nastavenie výpočtu fázy

Návrhová situácia : trvalá

Múr sa môže premiestniť, je počítaný na zaťaženie aktívnym tlakom.

Posúdenie čí. 1 (Fáza budovania 3)

Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	F_{hor} [kN/m]	Pôsobisko z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pôsobisko x [m]	Koef. prekl.	Koef. posun.	Koef. napätie
Tiaž.- múr	0,00	-1,82	125,42	1,21	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-75,02	-0,96	0,03	0,35	1,000	1,000	1,350
Aktívny tlak	38,72	-1,62	13,76	1,90	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-4,74	0,00	1,90	1,000	1,000	1,000
LM1	42,32	-2,94	14,43	1,90	1,500	1,500	1,500
Krídla opory	0,00	-2,87	27,88	3,02	1,000	1,000	1,350
Reakcia mostu	0,00	-3,64	141,54	1,02	-	-	-
Reakcia prech.dosky	0,00	-4,74	0,00	1,90	-	-	-

Posúdenie mostnej opory

Šírka fiktívneho základu opory = 2,22 m

Posúdenie na preklopenie

Moment vzdorujúci $M_{res} = 326,17$ kNm/m

Moment klopiaci $M_{ovr} = 199,33$ kNm/m

Múr na preklopenie VYHOVUJE

Posúdenie na posunutie

Vodor. sila vzdorujúca $H_{res} = 199,65$ kN/m

Vodor. sila posúvajúca $H_{act} = 40,73$ kN/m

Múr na posunutie VYHOVUJE

Celkové posúdenie - OPORA VYHOVUJE

Maximálne napätie v základovej škáre : 218,18 kPa

Únosnosť základovej pôdy (Fáza budovania 3)

Sily pôsobiace v strede základovej škáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. sila [kN/m]	Pos. sila [kN/m]	Excentricita [-]	Napätie [kPa]
1	67,31	388,75	14,47	0,078	207,02
2	115,33	335,09	40,73	0,155	218,18

Normové sily pôsobiace v strede základovej škáry (výpočet sadania)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. sila [kN/m]	Pos. sila [kN/m]
1	40,69	323,06	6,02

Posúdenie únosnosti základovej pôdy

Tvar napätia v základovej pôde : obdĺžnik

Posúdenie excentricity

Max. excentricita normálovej sily $e = 0,155$

Maximálna dovolená excentricita $e_{alw} = 0,333$

Excentricita normálovej sily VYHOVUJE

Posúdenie únosnosti základovej škáry

$$\begin{aligned}
 \tan \theta &= H/V = 0,037 & \theta &= 2,132 < 30 \\
 c_d' &= c_k' \cdot \gamma_c = 6,000 \text{ kPa} & e_B &= 0,1731 \text{ m} \\
 \phi_B &= \phi_k \cdot \gamma_\phi = 30,000^\circ & e_L &= 0,0000 \text{ m} \\
 N_q &= e^{\pi \cdot \tan \phi_d} \cdot \tan^2(45 + \phi_d/2) = 18,401 & B' &= B - 2 \cdot e_B = 1,554 \text{ m} \\
 N_c &= (N_q - 1) \cdot \cot \phi_d = 30,140 & L' &= L - 2 \cdot e_L = 8,330 \text{ m} \\
 N_\gamma &= 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \phi_d = 15,070 & A' &= B' \cdot L' = 12,942 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Súčinitele tvaru základu:

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot B'/L' = 1,037$$

$$s_q = 1 + B'/L' \cdot \sin \phi_d = 1,093$$

Súčinitele hĺbkky založenia:

$$d_c = 1 + 0,1 \cdot (D/B')^{0,5} = 1,082$$

$$d_q = 1 + 0,1 \cdot (D/B' \cdot \sin^2 \phi_d)^{0,5} = 1,058$$

$$s_{\gamma}=1-0,3 \cdot B' / L' = \mathbf{0,944} \quad d_{\gamma} = \mathbf{1,000}$$

Súčinitele šikmosti zaťaženia:

Súčinitele šikmosti terénu:

$$i_c=i_q=i_{\gamma}=(1-\operatorname{tg} \theta)^2 = \mathbf{0,927} \quad j_q=j_{\gamma}=(1-\operatorname{tg} \beta)^2 = \mathbf{1,000}$$

$$j_c=j_q-(1-j_q) / \left(N_c \cdot \operatorname{tg} \phi_d\right) = \mathbf{1,000}$$

Posúdenie únosnosti:

$$R_d=\left(c_d' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot j_c+q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot j_q+\gamma' \cdot B' / 2 \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot j_{\gamma}\right) / \gamma_R = \mathbf{485,373 \text{ kPa}}$$

Únosnosť základovej pôdy $R = 679,52 \text{ kPa}$

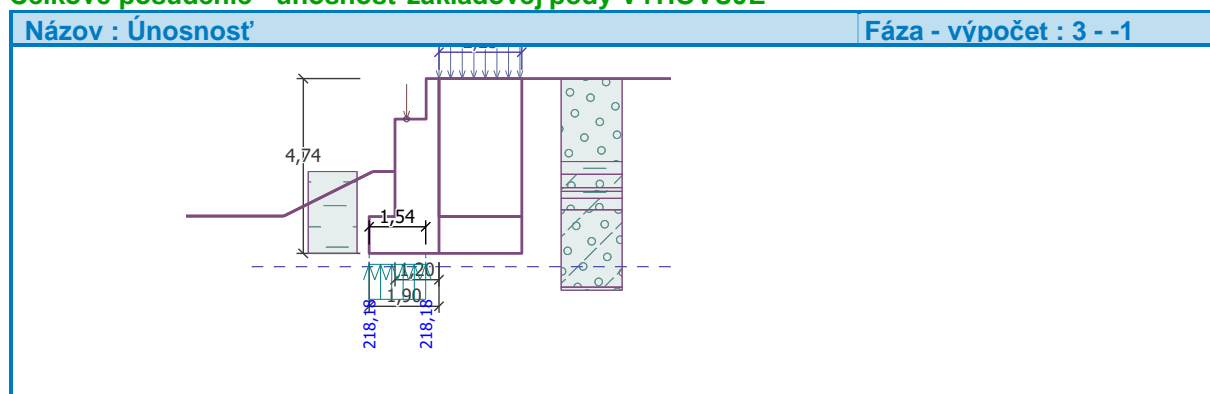
Súčiniteľ redukcie odporu základovej pôdy $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napätie v základovej škáre $\sigma = 218,18 \text{ kPa}$

Návrhová únosnosť základovej pôdy $R_d = 485,37 \text{ kPa}$

Únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE

Celkové posúdenie - únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE



Dimenzácia čís. 1 (Fáza budovania 3)

Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	F_{hor} [kN/m]	Pôsobisko z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pôsobisko x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tiaž.- múr	0,00	-1,52	81,72	0,65	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-32,92	-0,62	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Aktívny tlak	24,00	-1,33	8,40	1,20	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-3,74	0,00	1,20	1,000	1,000	1,000
LM1	42,32	-1,94	14,43	1,20	1,500	1,500	1,500
Krídla opory	0,00	-1,87	27,88	2,32	1,000	1,350	1,000
Reakcia mostu	0,00	-2,64	141,54	0,32	-	-	-
Reakcia prech.dosky	0,00	-3,74	0,00	1,20	-	-	-

Dimenzácia drieku opory - vstupné údaje:

Škára je navrhnutá z prostého betónu; výp.šírka 1m.

Vnútorne sily : $M = 113,37 \text{ kNm/m}$; $N = -284,12 \text{ kN/m}$; $V = 62,96 \text{ kN/m}$

Výška prierezu $h = 1,20 \text{ m}$

Dimenzácia drieku opory - výsledky:

Posúvajúca sila na hranici únosnosti $V_{Rd} = 580,23 \text{ kN/m} > 62,96 \text{ kN/m} = V_{Ed}$

Tlaková sila na hranici únosnosti $N_{Rd} = 4287,58 \text{ kN/m} > 284,12 \text{ kN/m} = N_{Ed}$

Moment na hranici únosnosti $M_{Rd} = 253,94 \text{ kNm/m} > 113,37 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Únosnosť prierezu VYHOVUJE

Dimenzácia čís. 2 (Fáza budovania 3)

Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	F_{hor} [kN/m]	Pôsobisko z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pôsobisko x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tiaž.- múr	0,00	-0,55	8,85	0,17	1,000	1,350	1,000
Aktívny tlak	2,48	-0,37	0,95	0,35	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-1,10	0,00	0,35	1,000	1,000	1,000
LM1	12,20	-0,54	4,68	0,35	1,500	1,500	1,500
Reakcia prech.dosky	0,00	-1,10	0,00	0,35	-	-	-

Dimenzácia koncového múrika - vstupné údaje:

Škára je navrhnutá zo železobetónu; výpočtová šírka 1m.

Vystuženie

5 ks profil 14,0 mm, krytie 50,0 mm

Vnútorne sily : $M = 9,56$ kNm/m; $N = -17,16$ kN/m; $V = 21,64$ kN/m

Výška prierezu $h = 0,35$ m

Dimenzácia koncového múrika - výsledky:

Stupeň vystuženia $\rho = 0,22 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálnej osi $x = 0,06$ m

Posúvajúca sila na hranici únosnosti $V_{Rd} = 115,75$ kN/m $> 21,64$ kN/m $= V_{Ed}$

Tlaková sila na hranici únosnosti $N_{Rd} = 234,20$ kN/m $> 17,16$ kN/m $= N_{Ed}$

Moment na hranici únosnosti $M_{Rd} = 130,53$ kNm/m $> 9,56$ kNm/m $= M_{Ed}$

Prierez VYHOVUJE.

Výpočet stability svahu

Stabilitné výpočty

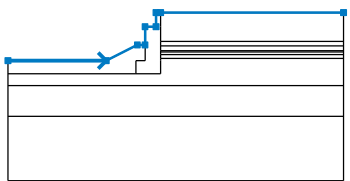
Výpočet zemetrasenia : Štandard

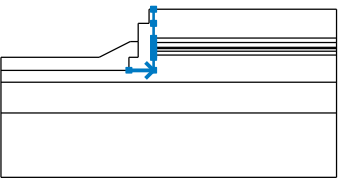
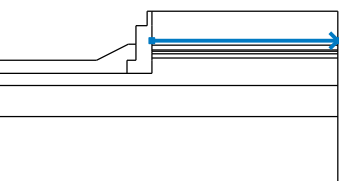
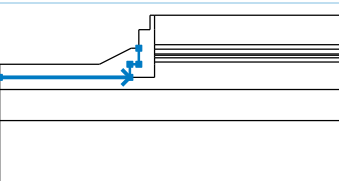
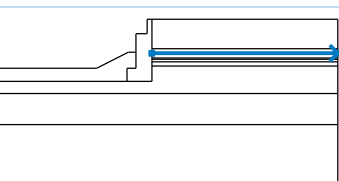
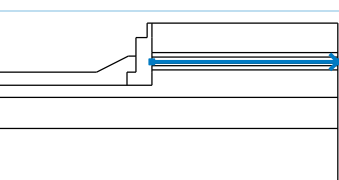
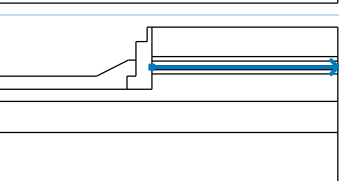
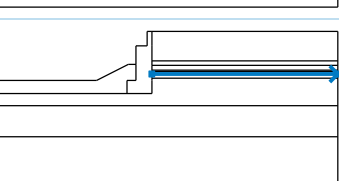
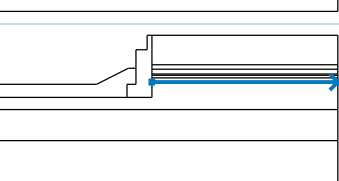
Metodika posúdenia : výpočet podľa EN1997

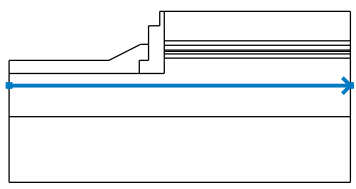
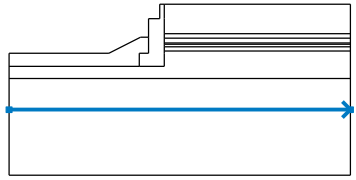
Návrhový prístup : 3 - redukcia zaťaženia GEO, STR a materiálu

Súčinitele redukcie zaťaženia (F)					
Trvalá návrhová situácia					
		Stav STR		Stav GEO	
		Nepriaznivé	Priaznivé	Nepriaznivé	Priaznivé
Stále zaťaženie :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Premenné zaťaženie :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Zaťaženie vodou :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	
Súčinitele redukcie materiálu (M)					
Trvalá návrhová situácia					
Súčiniteľ redukcie uhla vnútorného trenia :		$\gamma_\phi =$		1,25 [-]	
Súčiniteľ redukcie efektívnej súdržnosti :		$\gamma_c =$		1,25 [-]	
Súčiniteľ redukcie neodv. šmykovej pevnosti :		$\gamma_{cu} =$		1,40 [-]	

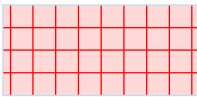
Rozhranie

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-11,85	-3,73	-4,22	-3,73	-1,80	-2,52
		-1,20	-2,52	-1,20	-1,10	-0,35	-1,10
		-0,35	0,00	0,00	0,00	14,22	0,00

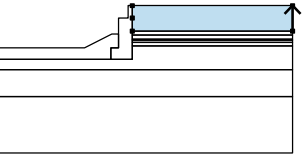

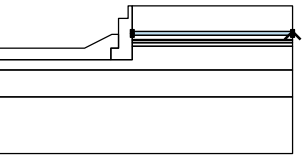

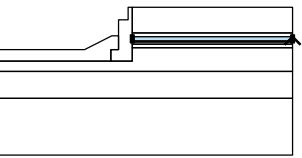

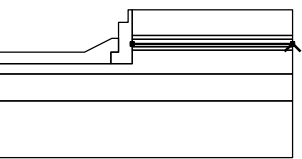

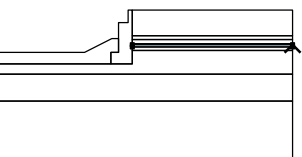

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
2		-1,90	-4,74	0,00	-4,74	0,00	-3,74
		0,00	-3,56	0,00	-3,25	0,00	-3,06
		0,00	-2,96	0,00	-2,60	0,00	-2,25
		0,00	-1,10	0,00	0,00		
3		0,00	-2,25	14,22	-2,25		
4		-11,85	-4,74	-1,90	-4,74	-1,90	-3,74
		-1,20	-3,74	-1,20	-2,52		
5		0,00	-2,60	14,22	-2,60		
6		0,00	-2,96	14,22	-2,96		
7		0,00	-3,06	14,22	-3,06		
8		0,00	-3,25	14,22	-3,25		
9		0,00	-3,56	14,22	-3,56		

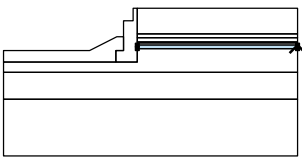
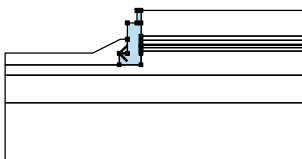
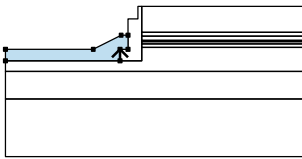
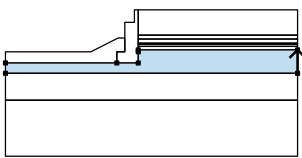
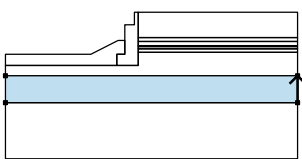
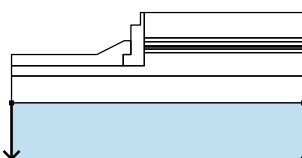
Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
10		-11,85	-5,66	14,22	-5,66		
11		-11,85	-8,05	14,22	-8,05		

Tuhé telesá

Číslo	Názov	Vzorka	γ [kN/m ³]
1	Materiál zdi		23,00

Priradenie a plochy

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
1		14,22	-2,25	14,22	0,00	Spatný zasyp 
		0,00	0,00	0,00	-1,10	
		0,00	-2,25			
2		14,22	-2,60	14,22	-2,25	Třída F6, konzistence tuhá 
		0,00	-2,25	0,00	-2,60	
3		14,22	-2,96	14,22	-2,60	Třída G5 
		0,00	-2,60	0,00	-2,96	
4		14,22	-3,06	14,22	-2,96	Třída G5 
		0,00	-2,96	0,00	-3,06	
5		14,22	-3,25	14,22	-3,06	Třída F6, konzistence tuhá 
		0,00	-3,06	0,00	-3,25	

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
6		14,22	-3,56	14,22	-3,25	Třída G5
		0,00	-3,25	0,00	-3,56	
7		-1,20	-3,74	-1,90	-3,74	Materiál zdi
		-1,90	-4,74	0,00	-4,74	
		0,00	-3,74	0,00	-3,56	
		0,00	-3,25	0,00	-3,06	
		0,00	-2,96	0,00	-2,60	
		0,00	-2,25	0,00	-1,10	
		0,00	0,00	-0,35	0,00	
		-0,35	-1,10	-1,20	-1,10	
8		-1,90	-4,74	-1,90	-3,74	Třída F6, konzistence tuhá
		-1,20	-3,74	-1,20	-2,52	
		-1,80	-2,52	-4,22	-3,73	
		-11,85	-3,73	-11,85	-4,74	
9		14,22	-5,66	14,22	-3,56	Třída G5
		0,00	-3,56	0,00	-3,74	
		0,00	-4,74	-1,90	-4,74	
		-11,85	-4,74	-11,85	-5,66	
10		14,22	-8,05	14,22	-5,66	R3
		-11,85	-5,66	-11,85	-8,05	
11		-11,85	-8,05	-11,85	-13,05	R3
		14,22	-13,05	14,22	-8,05	

Priťaženie

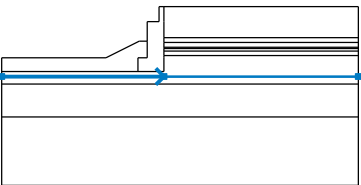
Číslo	Typ	Pôsobenie	Umiestnenie z [m]	Začiatok x [m]	Dĺžka l [m]	Šírka b [m]	Sklon α [°]	Veľkosť		
								q, q ₁ , f, F	q ₂	jednotka
1	priamkové	stále	z = -1,10	x = -0,88			0,00	141,54		kN/m
2	pásové	premenné	na povrchu	x = 0,00	l = 2,20		0,00	52,85		kN/m ²

Názvy priťaženia

Číslo	Názov
1	Most
2	LM1

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umiestnenie HPV	Súradnice bodov HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-11,85	-5,10	0,00	-5,10	14,22	-5,10

Nastavenie výpočtu fázy

Návrhová situácia : trvalá

Výsledky (Fáza budovania 1)

Výpočet 1

Kruhová šmyková plocha

Parametre šmykovej plochy					
Stred :	x =	-3,37 [m]	Uhly :	$\alpha_1 =$	-48,19 [°]
	z =	0,31 [m]		$\alpha_2 =$	87,07 [°]
Polomer :	R =	6,06 [m]			
Šmyková plocha po optimalizácii.					

Posúdenie stability svahu (Bishop)

Sumácia aktívnych síl : $F_a = 348,24 \text{ kN/m}$

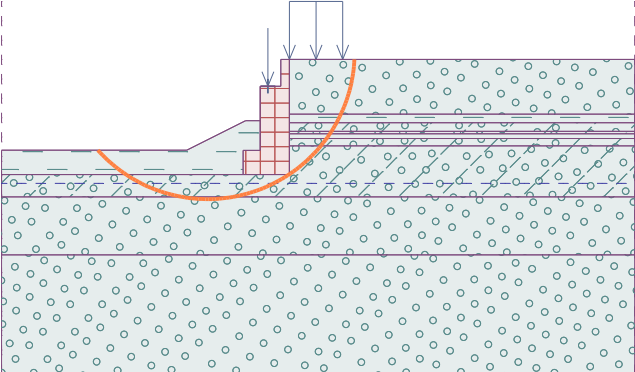
Sumácia pasívnych síl : $F_p = 484,39 \text{ kN/m}$

Moment zosúvajúci : $M_a = 2110,33 \text{ kNm/m}$

Moment vzdorujúci : $M_p = 2935,38 \text{ kNm/m}$

Využitie : 71,9 %

Stabilita svahu VYHOVUJE

Názov : Výpočet	Fáza - výpočet : 1 - 1
	

6.2.2 Zaťažiteľnosť základovej škáry opory

$$\begin{aligned} b &= 1,900 \text{ m} \\ l &= 8,330 \text{ m} \\ R_d &= 440,64 \text{ kPa} \\ \sigma_{\max} &= 435,410 \text{ kPa} \\ N_{lt} &= 558,470 \text{ kN} \\ e &= 0,24 \text{ m} \end{aligned}$$

Výpočet:

$$\begin{aligned} \sigma_{lt} &= N_{lt} / (b \cdot 2 \cdot e) = 392,74 \text{ kPa} \\ \sigma_{LM71} &= \sigma_{\max} - \sigma_{lt} = 42,67 \text{ kPa} \\ Z_{LM71} &= (R_d - \sigma_{lt}) / \sigma_{LM71} = 1,12 \\ b &= 1,900 \text{ m} \\ l &= 8,330 \text{ m} \\ R_d &= 485,37 \text{ kPa} \\ \sigma_{\max} &= 218,180 \text{ kPa} \\ N_{lt} &= 335,090 \text{ kN} \\ e &= 0,16 \text{ m} \end{aligned}$$

Výpočet:

$$\begin{aligned} \sigma_{lt} &= N_{lt} / (b \cdot 2 \cdot e) = 210,75 \text{ kPa} \\ \sigma_{LM71} &= \sigma_{\max} - \sigma_{lt} = 7,43 \text{ kPa} \\ Z_{LM71} &= (R_d - \sigma_{lt}) / \sigma_{LM71} = 36,95 \end{aligned}$$

6.3 Posúdenie úložného prahu

6.3.1 Posúdenie namáhania v sústredenom tlaku

Nosná konštrukcia úložného prahu je navrhnutá z betónu C30/37, ktorý je vystužený oceľou B 500B [10 505(R)].

$$F_{z,Ed} = \gamma_G \cdot (R_{z,g1k} + R_{z,g2k}) + \gamma_Q \cdot (R_{z,LM1} + R_{z,chod}) = 542,7 \text{ kN}$$

$$F_{z,Eqp} = (R_{z,g1k} + R_{z,g2k}) + \psi_{2,1} \cdot R_{z,LM1} + \psi_{2,ch} \cdot R_{z,chod} = 402,0 \text{ kN}$$

6.3.1.1 Ložisko – úložný blok

$$\begin{aligned} F_{Ed} &= 542,70 \text{ kN(kN/m)} \\ A_{c0} &= b_1 \cdot d_1 = 0,12 \text{ m}^2 \\ A_{c1} &= b_2 \cdot d_2 = 0,2576 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nutnosť posúdenie podložiskovej oblasti:

$$\begin{aligned} \sigma_{cd,max} &= F_{Ed} / A_{loz} = 4,523 \text{ MPa} \\ f_{cd} &= 17,000 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$\sigma_{cd,max} \leq f_{cd}$ nie je potrebné posúdiť
podložiskovú oblasť

6.3.1.2 Úložný blok – úložný prah

$$\begin{aligned} F_{Ed} &= 542,70 \text{ kN(kN/m)} \\ A_{c0} &= b_1 \cdot d_1 = 0,2576 \text{ m}^2 \\ A_{c1} &= b_2 \cdot d_2 = 0,6375 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Posúdenie v sústredenom tlaku:

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot (A_{c1} / A_{c0})^{0,5} = 6,889 \text{ MN}$$

$$F_{Rdu} \leq 3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$$

$3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} =$	13,138 MN		Podmienka vyhovuje
			$F_{Rdu} \geq F_{Ed}$ Vyhovuje
Posúdenie ušmyknutia voľného okraja:			
$A_{s,x,y,rqd} = (F_{Ed}/f_{yd}) \cdot 0,5 =$	0,000624 m²	\Rightarrow	$A_{s1} =$ 0,000628 m²
			počet výstuží n= 8 ks
			priemer výstuže $\phi =$ 10 mm
			$A_{s,req} \leq A_{s1}$ Podmienka vyhovuje
Ťahové napätia z priečného rozptylu:			
$T_{Ed,x} = F_{Ed} \cdot 0,25 \cdot (d_2 - d_1)/d_2 =$	46,289 kN		
$A_{s,x,rqd} = T_{Ed,x}/f_{yd} =$	0,000106 m²	\Rightarrow	$A_{s1} =$ 0,000628 m²
			počet výstuží n= 8 ks
			priemer výstuže $\phi =$ 10 mm
$T_{Ed,y} = F_{Ed} \cdot 0,25 \cdot (b_2 - b_1)/b_2 =$	52,461 kN		
$A_{s,y,rqd} = T_{Ed,y}/f_{yd} =$	0,000121 m²	\Rightarrow	$A_{s1} =$ 0,000628 m²
			počet výstuží n= 8 ks
			priemer výstuže $\phi =$ 10 mm
Kontrola šírky trhlín			
$\sigma_{s,lim} =$	240,000 MPa		
$T_{eqp,x} = F_{Eqp} \cdot 0,25 \cdot (d_2 - d_1)/d_2 =$	34,288 kN		
$A_{s,x,rqd} = T_{eqp,x}/\sigma_{s,lim} =$	0,000143 m²	\Rightarrow	Rozhoduje priečný rozptyl
$T_{eqp,y} = F_{Eqp} \cdot 0,25 \cdot (b_2 - b_1)/b_2 =$	38,860 kN		
$A_{s,y,rqd} = T_{eqp,y}/\sigma_{s,lim} =$	0,000162 m²	\Rightarrow	Rozhoduje priečný rozptyl

7. Posúdenie paženia počas výstavby

Nastavenie

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betónové konštrukcie : EN 1992-1-1 (EC2)

Súčinitele EN 1992-1-1 : štandardný

Oceľové konštrukcie : EN 1993-1-1 (EC3)

Dielčí súčiniteľ únosnosti oceľového prierezu : $\gamma_{M0} = 1,00$

Drevené konštrukcie : EN 1995-1-1 (EC5)

Dielčí súčiniteľ vlastností dreva : $\gamma_M = 1,30$

Súčiniteľ vplyvu zaťaženia a vlhkosti (drevo) : $k_{mod} = 0,50$

Súčiniteľ šírky prierezu v šmyku (drevo) : $k_{cr} = 0,67$

Výpočet tlakov

Výpočet aktívneho tlaku : Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasívneho tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Metóda výpočtu : závislé tlaky

Výpočet zemetrasenia : Mononobe-Okabe

Modul reakcie podložia : štandardné

Redukovať modul reakcie podložia pre záporové paženie

Sadnutie terénu : parabolická metóda

Metodika posúdenia : výpočet podľa EN1997

Návrhový prístup : 2 - redukcia zaťaženia a odporu

Súčinitele redukcie zaťaženia (F)			
Dočasná návrhová situácia			
		Nepriaznivé	Priaznivé
Stále zaťaženie :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Premenné zaťaženie :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zaťaženie vodou :	$\gamma_w =$	1,00 [-]	
Súčinitele redukcie odporu (R)			
Dočasná návrhová situácia			
Súčiniteľ redukcie stability kotvy :	$\gamma_{Ris} =$	1,10 [-]	
Súčiniteľ redukcie zemného odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

Kotvy

Metodika posúdenia : medzné stavy

Súčinitele redukcie			
Súčiniteľ spoľahlivosti ocele :	$\gamma_s =$	1,35 [-]	
Súčiniteľ redukcie na vytrhnutí zo zeminy :	$\gamma_e =$	1,35 [-]	
Súčiniteľ redukcie na vytrhnutí zo zálievky :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	

Geometria konštrukcie

Dĺžka konštrukcie = 6,00 m

Názov prierezu : Štetovnica : III n

Plocha prierezu $A = 1,97E-02 \text{ m}^2/\text{m}$

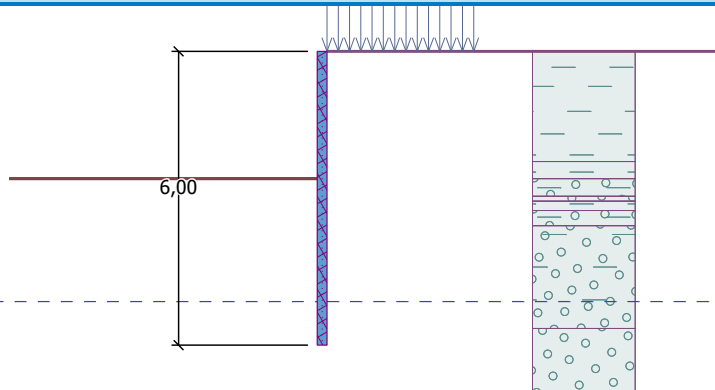
Moment zotrvačnosti $I = 2,32E-04 \text{ m}^4/\text{m}$

Modul pružnosti $E = 210000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti v šmyku $G = 81000,00 \text{ MPa}$

Prierezový modul $W = 1,600E-03 \text{ m}^3/\text{m}$

Plastický prierezový modul $W_{pl} = 1,756E-03 \text{ m}^3/\text{m}$

Názov : Geometrie	Fáza - výpočet : 1 - 0
	

Materiál konštrukcie

Oceľ konštrukčná: EN 10248-1 : S 240 GP

Medza sklzu $f_y = 240,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E = 210000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti v šmyku $G = 81000,00 \text{ MPa}$

Modul reakcie podložia

Modul reakcie podložia počítaný podľa teórie Schmitt.

Základné parametre zemín

Číslo	Názov	Vzorka	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		19,00	12,00	21,00	11,00	12,60
2	Třída G5		32,50	4,00	19,50	9,50	20,00
3	R3		38,50	0,00	21,00	11,00	25,00

Pre výpočet tlaku v kľude sú všetky zeminy zadane ako nesúdržné.

Parametre zemín pre výpočet modulu reakcie podložia (Schmitt)

Číslo	Názov	Vzorka	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Třída F6, konzistence tuhá		0,40	9,50	-
2	Třída G5		0,30	67,50	-
3	R3		0,20	355,50	-

Parametre zemín

Třída F6, konzistence tuhá

Objemová tiaž : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Napätosť : efektívny
 Uhol vnútorného trenia : $\varphi_{ef} = 19,00^\circ$
 Súdržnosť zeminy : $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$
 Trecí uhol konštr.-zemina : $\delta = 12,60^\circ$
 Zemina : nesúdržná
 Oedometrický modul : $E_{oed} = 9,50 \text{ MPa}$
 Obj. tiaž sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Trecí uhol konštr.-zemina :

Zemina :

Oedometrický modul :

Obj. tiaž sat.zeminy :

$\delta = 20,00^\circ$

nesúdržná

$E_{oed} = 67,50 \text{ MPa}$

$\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Třída G5

Objemová tiaž : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
 Napätosť : efektívny
 Uhol vnútorného trenia : $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$
 Súdržnosť zeminy : $c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$

R3

Objemová tiaž :

Napätosť :

Uhol vnútorného trenia :

Súdržnosť zeminy :

Trecí uhol konštr.-zemina :

Zemina :

Oedometrický modul :

Obj. tiaž sat.zeminy :

$\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

efektívny

$\varphi_{ef} = 38,50^\circ$

$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$






$\delta = 25,00^\circ$





nesúdržná

$E_{oed} = 355,50 \text{ MPa}$

$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	2,25	Třída F6, konzistence tuhá	
2	0,35	Třída F6, konzistence tuhá	
3	0,36	Třída G5	
4	0,10	Třída G5	
5	0,19	Třída F6, konzistence tuhá	

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
6	0,31	Třída G5	
7	2,10	Třída G5	
8	2,39	R3	
9	-	R3	

Hĺbenie

Zemina pred stenou je odobraná do hĺbky 2,60 m.

Tvar terénu

Terén za konštrukciou je rovný.

Vplyv vody

Hladina podzemnej vody za konštrukciou je v hĺbke 5,11 m

Hladina podzemnej vody pred konštrukciou je v hĺbke 5,11 m

Podložie pri päte konštrukcie je nepriepustné.

Zadané plošné priťaženia

Číslo	Priťaženie		Pôsob.	Veľ.1 [kN/m ²]	Veľ.2 [kN/m ²]	Por.x x [m]	Dĺžka l [m]	Hĺbka z [m]
	nové	zmena						
1	Áno		premenné	52,85		0,00	3,00	na teréne
Číslo	Názov							
1	LM1							

Celkové nastavenie výpočtu

Počet delenia steny na konečné prvky = 40

Vlastný výpočet medzných tlakov : redukovať podľa nastavenia

Minimálny dimenzačný tlak je uvažovaný hodnotou $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

Nastavenie výpočtu fázy

Návrhová situácia : dočasná

Výsledky výpočtu

Priebehy tlakov na konštrukcii (pred a za stenou)

Hĺbka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.18
0.02	0.00	0.00	0.00	13.53	13.53	27.84
0.30	0.00	0.00	0.00	17.41	39.89	39.89
0.60	0.00	0.00	0.00	21.53	44.14	50.36
0.90	0.00	0.00	0.00	25.64	46.53	61.95
1.20	0.00	0.00	0.00	29.76	45.44	73.54
1.50	0.00	0.00	0.00	33.88	45.04	85.13
1.56	0.00	0.00	0.00	34.65	45.09	87.32
1.56	0.00	0.00	0.00	34.69	45.09	87.32
1.80	0.00	0.00	0.00	37.69	45.32	96.72
2.10	0.00	0.00	0.00	41.38	46.24	108.31
2.25	0.00	0.00	0.00	43.23	46.92	114.11
2.25	0.00	0.00	0.00	43.25	46.92	114.11
2.40	0.00	0.00	0.00	45.10	47.73	119.91
2.60	0.00	0.00	0.00	47.56	49.00	127.63

Hĺbka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
2.60	0.00	-0.00	-13.79	33.72	37.44	255.19
2.70	0.00	-0.90	-22.40	34.37	37.63	263.80
2.96	0.00	-3.25	-44.82	36.08	38.34	286.22
2.96	0.00	-3.25	-44.82	36.07	38.34	286.22
3.00	0.00	-3.61	-48.27	36.34	38.47	289.67
3.06	0.00	-4.15	-53.44	36.73	38.69	294.84
3.06	0.00	-6.05	-43.68	52.88	52.88	144.14
3.25	0.00	-8.74	-51.02	55.22	55.22	151.48
3.25	0.00	-6.00	-71.08	38.07	39.57	312.48
3.30	0.00	-6.44	-75.32	38.39	39.79	316.72
3.30	-0.01	-6.45	-75.39	38.40	39.79	316.79
3.56	-1.74	-8.79	-97.81	40.10	41.04	339.21
3.56	-1.74	-8.79	-97.81	40.11	41.04	339.21
3.60	-2.01	-9.15	-101.26	40.37	41.25	342.65
3.90	-4.02	-11.86	-127.12	42.34	42.93	368.52
4.20	-6.02	-14.57	-152.98	44.30	44.79	394.38
4.29	-6.62	-15.37	-160.68	44.89	45.38	402.08
4.29	-6.62	-15.37	-160.68	25.34	45.38	402.08
4.50	-8.03	-17.27	-178.85	26.75	46.79	420.25
4.80	-10.03	-19.98	-204.71	28.75	48.92	446.11
5.10	-12.04	-22.69	-230.58	30.76	51.14	471.97
5.11	-12.11	-22.78	-231.44	30.83	51.21	472.84
5.40	-13.05	-24.05	-243.62	31.77	52.10	485.02
5.66	-13.90	-25.20	-254.54	32.62	52.94	495.94
5.66	-14.15	-20.56	-404.99	28.33	43.64	811.05
5.70	-14.26	-20.72	-408.26	28.45	43.77	814.32
6.00	-15.12	-21.97	-432.80	29.30	44.72	838.86

Priebehy modulu reakcie podložia a vnútorných síl po konštrukcii

Hĺbka [m]	kh,p [MN/m³]	kh,z [MN/m³]	Deformácia [mm]	Tlak [kPa]	Pos.sila [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-49.29	0.00	-0.00	-0.00
0.15	0.00	0.00	-47.50	15.36	-1.15	0.06
0.30	0.00	0.00	-45.71	17.41	-3.61	0.41
0.45	0.00	0.00	-43.91	19.47	-6.38	1.16
0.60	0.00	0.00	-42.12	21.53	-9.45	2.34
0.75	0.00	0.00	-40.33	23.59	-12.83	4.01
0.90	0.00	0.00	-38.54	25.64	-16.53	6.20
1.05	0.00	0.00	-36.76	27.70	-20.53	8.98
1.20	0.00	0.00	-34.98	29.76	-24.84	12.38
1.35	0.00	0.00	-33.20	31.82	-29.46	16.45
1.50	0.00	0.00	-31.43	33.88	-34.38	21.23
1.65	0.00	0.00	-29.67	35.84	-39.61	26.78
1.80	0.00	0.00	-27.93	37.69	-45.13	33.13
1.95	0.00	0.00	-26.20	39.53	-50.92	40.33
2.10	0.00	0.00	-24.49	41.38	-56.99	48.42

Hĺbka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformácia [mm]	Tlak [kPa]	Pos.sila [kN/m]	Moment [kNm/m]
2.25	0.00	0.00	-22.80	43.23	-63.33	57.44
2.40	0.00	0.00	-21.13	45.10	-69.96	67.43
2.55	0.00	0.00	-19.50	46.94	-76.86	78.44
2.59	0.00	0.00	-19.05	47.46	-78.84	81.71
2.61	0.00	0.00	-18.88	19.30	-79.38	82.97
2.70	0.00	0.00	-17.91	11.97	-80.81	90.35
2.85	0.00	0.00	-16.35	0.02	-81.71	102.56
3.00	0.00	0.00	-14.85	-11.93	-80.82	114.77
3.15	0.00	0.00	-13.39	6.83	-80.44	126.83
3.30	0.00	0.00	-12.00	-36.99	-78.18	138.81
3.45	0.00	0.00	-10.67	-48.94	-71.73	150.07
3.60	0.00	0.00	-9.41	-60.88	-63.49	160.24
3.75	0.00	0.00	-8.22	-72.83	-53.46	169.03
3.90	0.00	0.00	-7.11	-84.78	-41.64	176.19
4.05	0.00	0.00	-6.08	-96.73	-28.03	181.44
4.20	0.00	0.00	-5.14	-108.68	-12.62	184.51
4.35	0.00	0.00	-4.28	-140.17	6.04	185.06
4.50	0.00	0.00	-3.50	-152.10	27.96	182.53
4.65	0.00	0.00	-2.81	-164.03	51.67	176.58
4.80	0.00	0.00	-2.21	-175.96	77.17	166.94
4.95	0.00	0.00	-1.67	-187.89	104.46	153.34
5.10	158.02	0.00	-1.21	-183.61	134.98	134.77
5.25	158.02	0.00	-0.81	-120.77	157.70	112.70
5.40	158.02	0.00	-0.47	-66.12	171.62	87.90
5.55	158.02	0.00	-0.16	-17.89	177.86	61.59
5.70	0.00	1448.00	0.12	198.86	177.51	34.46
5.85	0.00	1448.00	0.38	578.03	119.05	11.51
6.00	0.00	0.00	0.63	823.75	-0.00	-0.00

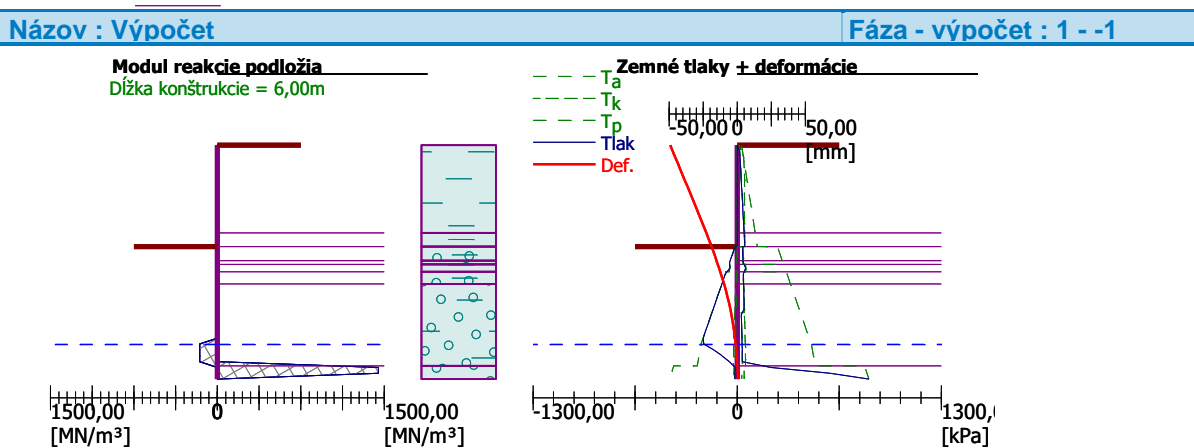
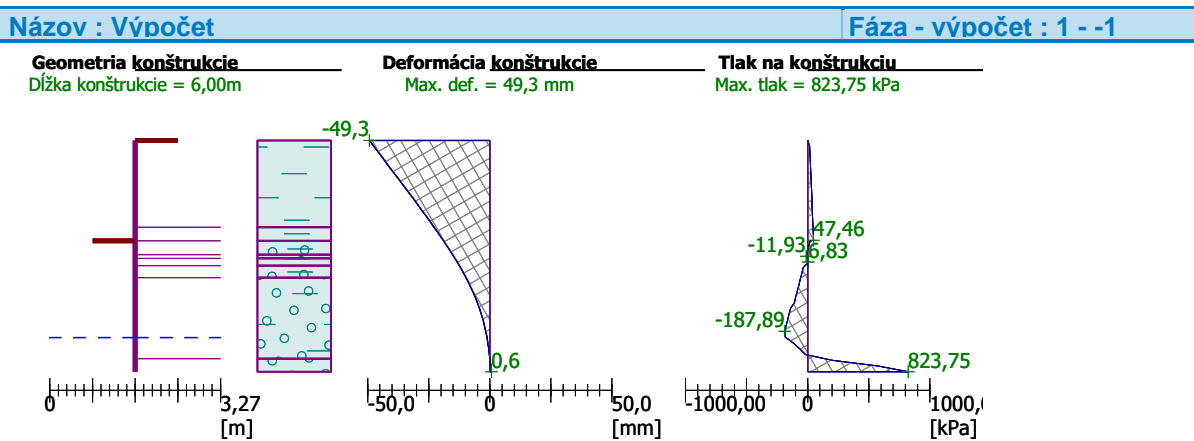
Maximálna posúvajúca sila = 177,86 kN/m

Maximálny moment = 185,06 kNm/m

Maximálna deformácia = 49,3 mm

Sadnutie terénu za konštrukciou

	Súradnice x [m]	Sadnutie z [mm]
1	0,00	24,3
2	0,58	30,2
3	1,16	34,2
4	1,73	36,3
5	2,31	36,6
6	2,89	35,1
7	3,47	31,8
8	4,04	26,6
9	4,62	19,6
10	5,20	10,7
11	5,78	0,0
12	5,78	0,0



Výpočet stability svahu

Stabilitné výpočty

Výpočet zemetrasenia : Štandard

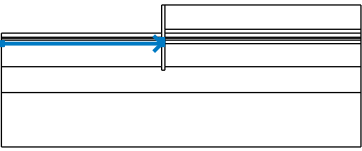
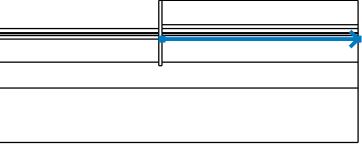
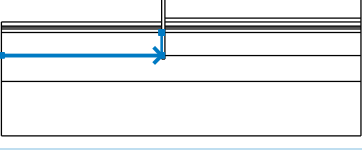
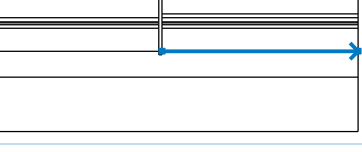
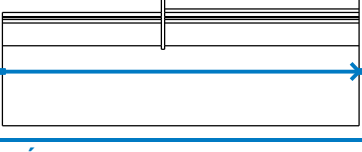
Metodika posúdenia : výpočet podľa EN1997

Návrhový prístup : 3 - redukcia zaťaženia GEO, STR a materiálu

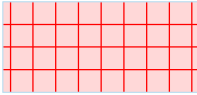
Súčinitele redukcie zaťaženia (F)					
Dočasná návrhová situácia					
		Stav STR		Stav GEO	
		Nepriaznivé	Priaznivé	Nepriaznivé	Priaznivé
Stále zaťaženie :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Premenné zaťaženie :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Zaťaženie vodou :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	
Súčinitele redukcie materiálu (M)					
Dočasná návrhová situácia					
Súčiniteľ redukcie uhla vnútorného trenia :	$\gamma_\phi =$	1,25 [-]			
Súčiniteľ redukcie efektívnej súdržnosti :	$\gamma_c =$	1,25 [-]			
Súčiniteľ redukcie neodv. šmykovej pevnosti :	$\gamma_{cu} =$	1,40 [-]			

Rozhranie

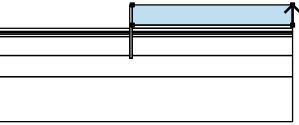



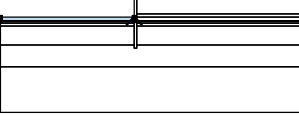

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-15,00	-2,60	-0,29	-2,60	-0,29	0,00
		0,00	0,00	18,00	0,00		
2		-0,29	-5,66	-0,29	-6,00	0,00	-6,00
		0,00	-5,66	0,00	-3,56	0,00	-3,25
		0,00	-3,06	0,00	-2,96	0,00	-2,60
		0,00	-2,25	0,00	0,00		
3		0,00	-2,25	18,00	-2,25		
4		0,00	-2,60	18,00	-2,60		
5		-15,00	-2,96	-0,29	-2,96	-0,29	-2,60
6		0,00	-2,96	18,00	-2,96		
7		-15,00	-3,06	-0,29	-3,06	-0,29	-2,96
8		0,00	-3,06	18,00	-3,06		
9		-15,00	-3,25	-0,29	-3,25	-0,29	-3,06
10		0,00	-3,25	18,00	-3,25		

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
11		-15,00	-3,56	-0,29	-3,56	-0,29	-3,25
12		0,00	-3,56	18,00	-3,56		
13		-15,00	-5,66	-0,29	-5,66	-0,29	-3,56
14		0,00	-5,66	18,00	-5,66		
15		-15,00	-8,05	18,00	-8,05		

Tuhé telesá

Číslo	Názov	Vzorka	γ [kN/m ³]
1	Materiál zdi		23,00

Priradenie a plochy

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
1		18,00	-2,25	18,00	0,00	Trieda F6, konzistencia tuhá 
		0,00	0,00	0,00	-2,25	
2		18,00	-2,60	18,00	-2,25	Trieda F6, konzistencia tuhá 
		0,00	-2,25	0,00	-2,60	
3		-0,29	-2,96	-0,29	-2,60	Trieda G5 
		-15,00	-2,60	-15,00	-2,96	

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
4		18,00	-2,96	18,00	-2,60	Třída G5
		0,00	-2,60	0,00	-2,96	
5		-0,29	-3,06	-0,29	-2,96	Třída G5
		-15,00	-2,96	-15,00	-3,06	
6		18,00	-3,06	18,00	-2,96	Třída G5
		0,00	-2,96	0,00	-3,06	
7		-0,29	-3,25	-0,29	-3,06	Třída F6, konzistence tuhá
		-15,00	-3,06	-15,00	-3,25	
8		18,00	-3,25	18,00	-3,06	Třída F6, konzistence tuhá
		0,00	-3,06	0,00	-3,25	
9		-0,29	-3,56	-0,29	-3,25	Třída G5
		-15,00	-3,25	-15,00	-3,56	
10		18,00	-3,56	18,00	-3,25	Třída G5
		0,00	-3,25	0,00	-3,56	
11		-0,29	-5,66	-0,29	-3,56	Třída G5
		-15,00	-3,56	-15,00	-5,66	
12		18,00	-5,66	18,00	-3,56	Třída G5
		0,00	-3,56	0,00	-5,66	

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
13		-0,29	-5,66	-0,29	-6,00	Materiál zdi
		0,00	-6,00	0,00	-5,66	
		0,00	-3,56	0,00	-3,25	
		0,00	-3,06	0,00	-2,96	
		0,00	-2,60	0,00	-2,25	
		0,00	0,00	-0,29	0,00	
		-0,29	-2,60	-0,29	-2,96	
		-0,29	-3,06	-0,29	-3,25	
		-0,29	-3,56			
14		18,00	-8,05	18,00	-5,66	R3
		0,00	-5,66	0,00	-6,00	
		-0,29	-6,00	-0,29	-5,66	
		-15,00	-5,66	-15,00	-8,05	
15		-15,00	-8,05	-15,00	-13,05	R3
		18,00	-13,05	18,00	-8,05	

Priťaženie

Číslo	Typ	Pôsobenie	Umiestnenie z [m]	Začiatok x [m]	Dĺžka l [m]	Šírka b [m]	Sklon α [°]	Veľkosť	
1	pásové	premenné	na povrchu	x = 0,00	l = 3,00		0,00	q, q ₁ , f, F	q ₂ jednotka
								52,85	kN/m ²

Názvy priťaženia

Číslo	Názov
1	LM1

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umiestnenie HPV	Súradnice bodov HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-15,00	-5,11	0,00	-5,11	18,00	-5,11

Nastavenie výpočtu fázy

Návrhová situácia : dočasná

Výsledky (Fáza budovania 1)

Výpočet 1

Kruhovú šmykovú plochu

Parametre šmykovej plochy					
Stred :	x =	-3,95 [m]	Uhly :	$\alpha_1 =$	-67,82 [°]
	z =	0,16 [m]		$\alpha_2 =$	88,75 [°]
Polomer :	R =	7,31 [m]			
Šmyková plocha po optimalizácii.					

Posúdenie stability svahu (Bishop)

Sumácia aktívnych síl : $F_a = 313,12$ kN/m

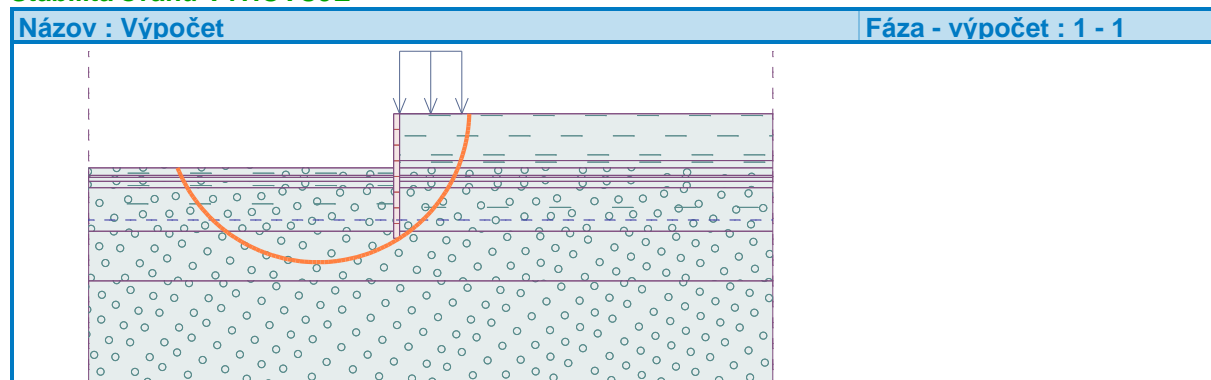
Sumácia pasívnych síl : $F_p = 861,09 \text{ kN/m}$

Moment zosúvajúci : $M_a = 2288,88 \text{ kNm/m}$

Moment vzdorujúci : $M_p = 6294,58 \text{ kNm/m}$

Využitie : 36,4 %

Stabilita svahu VYHOVUJE



Dimenzácie č. 1

	Def. min [mm]	Def. max [mm]	Pos. sila min. [kN/m]	Pos. sila max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
0.00	-49.29	-49.29	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
0.15	-47.50	-47.50	-1.15	-1.15	0.06	0.06
0.30	-45.71	-45.71	-3.61	-3.61	0.41	0.41
0.45	-43.91	-43.91	-6.38	-6.38	1.16	1.16
0.60	-42.12	-42.12	-9.45	-9.45	2.34	2.34
0.75	-40.33	-40.33	-12.83	-12.83	4.01	4.01
0.90	-38.54	-38.54	-16.53	-16.53	6.20	6.20
1.05	-36.76	-36.76	-20.53	-20.53	8.98	8.98
1.20	-34.98	-34.98	-24.84	-24.84	12.38	12.38
1.35	-33.20	-33.20	-29.46	-29.46	16.45	16.45
1.50	-31.43	-31.43	-34.38	-34.38	21.23	21.23
1.65	-29.67	-29.67	-39.61	-39.61	26.78	26.78
1.80	-27.93	-27.93	-45.13	-45.13	33.13	33.13
1.95	-26.20	-26.20	-50.92	-50.92	40.33	40.33
2.10	-24.49	-24.49	-56.99	-56.99	48.42	48.42
2.25	-22.80	-22.80	-63.33	-63.33	57.44	57.44
2.40	-21.13	-21.13	-69.96	-69.96	67.43	67.43
2.55	-19.50	-19.50	-76.86	-76.86	78.44	78.44
2.59	-19.05	-19.05	-78.84	-78.84	81.71	81.71
2.61	-18.88	-18.88	-79.38	-79.38	82.97	82.97
2.70	-17.91	-17.91	-80.81	-80.81	90.35	90.35
2.85	-16.35	-16.35	-81.71	-81.71	102.56	102.56
3.00	-14.85	-14.85	-80.82	-80.82	114.77	114.77
3.15	-13.39	-13.39	-80.44	-80.44	126.83	126.83
3.30	-12.00	-12.00	-78.18	-78.18	138.81	138.81
3.45	-10.67	-10.67	-71.73	-71.73	150.07	150.07
3.60	-9.41	-9.41	-63.49	-63.49	160.24	160.24
3.75	-8.22	-8.22	-53.46	-53.46	169.03	169.03
3.90	-7.11	-7.11	-41.64	-41.64	176.19	176.19

	Def. min [mm]	Def. max [mm]	Pos. sila min. [kN/m]	Pos. sila max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
4.05	-6.08	-6.08	-28.03	-28.03	181.44	181.44
4.20	-5.14	-5.14	-12.62	-12.62	184.51	184.51
4.35	-4.28	-4.28	6.04	6.04	185.06	185.06
4.50	-3.50	-3.50	27.96	27.96	182.53	182.53
4.65	-2.81	-2.81	51.67	51.67	176.58	176.58
4.80	-2.21	-2.21	77.17	77.17	166.94	166.94
4.95	-1.67	-1.67	104.46	104.46	153.34	153.34
5.10	-1.21	-1.21	134.98	134.98	134.77	134.77
5.25	-0.81	-0.81	157.70	157.70	112.70	112.70
5.40	-0.47	-0.47	171.62	171.62	87.90	87.90
5.55	-0.16	-0.16	177.86	177.86	61.59	61.59
5.70	0.12	0.12	177.51	177.51	34.46	34.46
5.85	0.38	0.38	119.05	119.05	11.51	11.51
6.00	0.63	0.63	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

Maximálne hodnoty deformácií a vnútorných síl

Maximálna deformácia = -49,3 mm
 Minimálne deformácie = 0,6 mm
 Maximálny ohybový moment = 185,06 kNm/m
 Minimálny ohybový moment = 0,00 kNm/m
 Maximálna posúvajúca sila = 177,86 kN/m

Posúdenie oceľového prierezu podľa EN 1993-1-1

Pre výpočet uvažované všetky fázy budovania.

Výpočtový súčiniteľ namáhania prierezu = 1,00

Dimenzačné sily na 1 m steny

$M_{\max} = 185,06 \text{ kNm/m}; \quad Q = 6,04 \text{ kN/m}$
 $Q_{\max} = 177,86 \text{ kN/m}; \quad M = 61,59 \text{ kNm/m}$

Posúdenie max. momentu $M_{\max} + Q$:

Posúdenie ohybu:

$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,482 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posúdenie šmyku:

$Q/V_{c,Rd} = 0,007 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posúdenie rovinnej napätosti:

Normálové napätie $\sigma_{x,Ed} = 105,29 \text{ MPa}$

Šmykové napätie $\tau_{Ed} = 0,76 \text{ MPa}$

Posudok: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,193 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posúdenie max. posúvajúcej sily $Q_{\max} + M$:

Posúdenie ohybu:

$M/M_{c,Rd} = 0,160 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posúdenie šmyku:

$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,214 \leq 1$ **Vyhovuje**

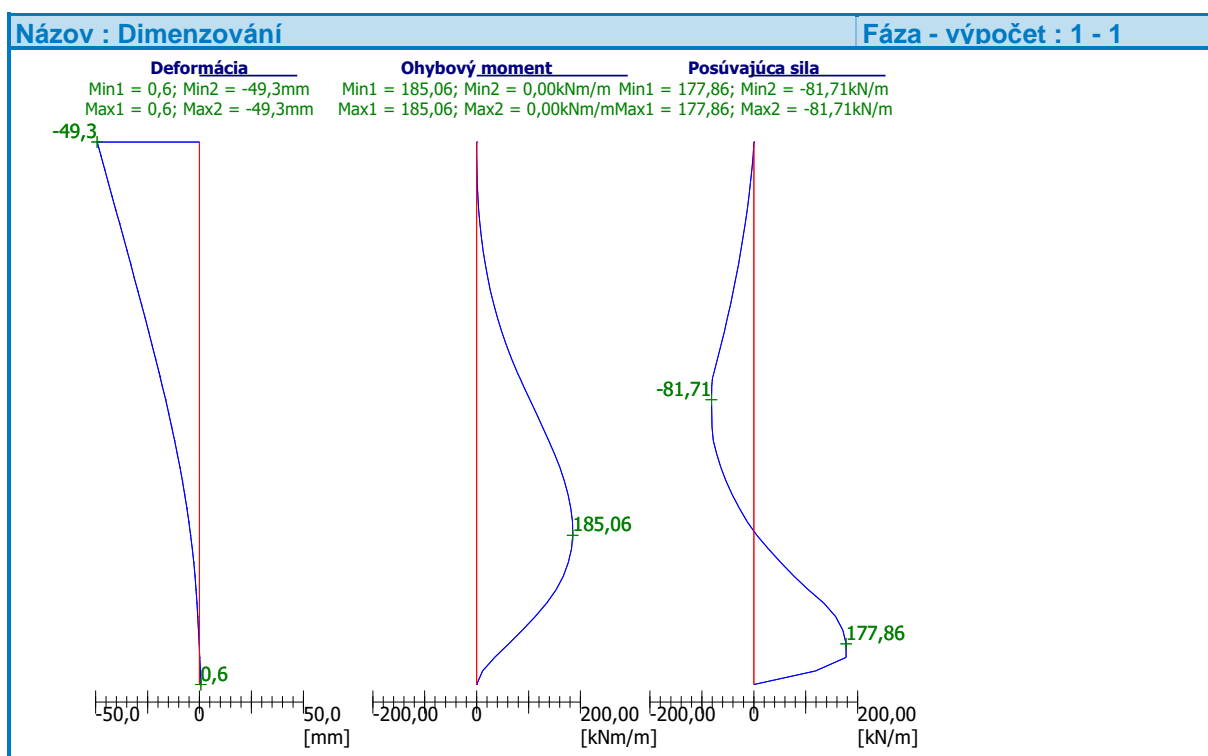
Posúdenie rovinnej napätosti:

Normálové napätie $\sigma_{x,Ed} = 35,04 \text{ MPa}$

Šmykové napätie $\tau_{Ed} = 22,28 \text{ MPa}$

Posudok: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,047 \leq 1$ **Vyhovuje**

Prierez VYHOVUJE



8. ZÁVER

Statický výpočet a posúdenie navrhovanej nosnej konštrukcie mosta a konštrukcií paženia stavebnej jamy je vypracované v zmysle platných noriem, typových podkladov a predpisov. Posúdenie bolo vypracované na základe výsledkov výpočtu maximálnych účinkov zaťaženi a podľa predpokladaného geologického profilu určeného na základe geologického prieskumu.

Na základe vyhodnotenia výsledkov možno konštatovať, že navrhovaná nosná konštrukcia podchodu bude za predpokladaných podmienok spoľahlivo plniť svoju požadovanú funkciu.

V Žiline, jún 2020

Vypracoval: Ing. Vladimír Piták

Príloha č. 1 – statický výpočet nosníka

Statický výpočet mostných vopred predpätých prefabrikovaných nosníkov

NOSNÍK: VPH-PTMN 2016-PM, DĚŽKA 11m

Pre mosty na pozemných komunikáciách.

Zodpovedný projektant: Doc. Ing. Milan Chandoga, PhD.

Vypracoval: Ing. Peter Paulík, PhD.

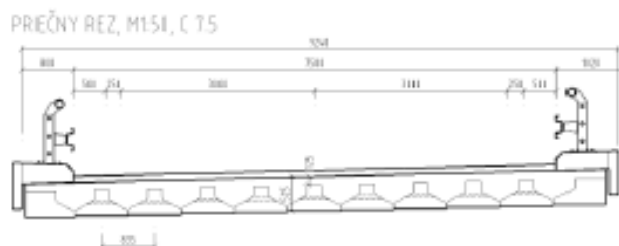
1. Úvod

Predmetom statického výpočtu je návrh vopred predpätých nosníkov výrobné dĺžky 11,00m pri šikmosti 90°, 60° a 45° určených na stavbu doskových mostov.

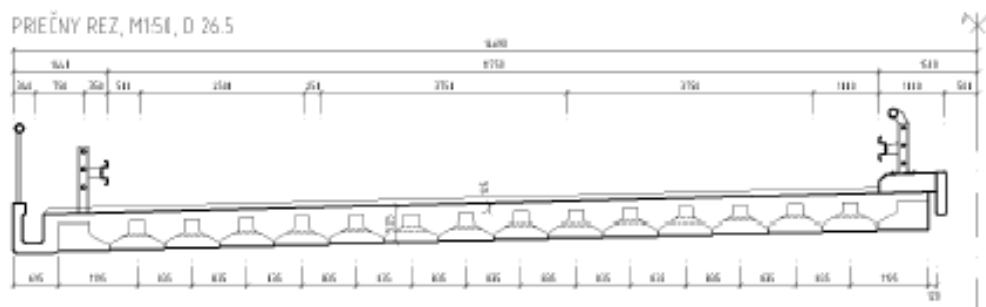
2. Popis konštrukcie

Pri návrhu sú uvažované dve cestné kategórie – C7,5 a polovica D26,5 pre šikmosti 90°, 60° a 45°.

Šírkové usporiadanie mostov je zrejmé z nasledovných obrázkov:

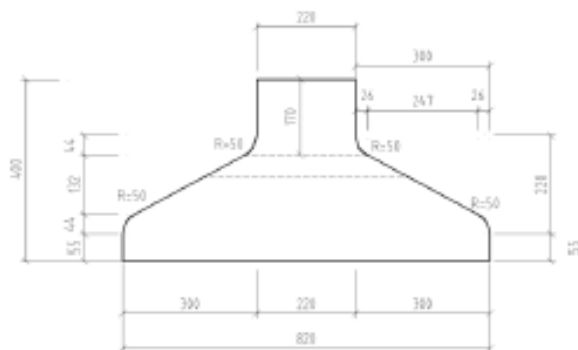


Obr.1 – Priečny rez mostnou konštrukciou C7,5



Obr.2 – Priečny rez mostnou konštrukciou D26,5

Nosníky sú navrhnuté ako vopred predpäté, z betónu triedy C55/67. Predpínacie jednotky sú navrhnuté $\phi Ls15,3$ mm-1860MPa, s prierezovou plochou lana 1,4157cm². Betonárska výstuž je navrhovaná z ocele B 500B. Spriahajúca doska je monolitická, vytvorená z betónu triedy C35/45, s hrúbkou 125mm nad nosníkmi. Rozmery prierezu nosníka sú znázornené na nasledovnom obrázku:



Obr.3 – Priečny rez medzifahľého nosníka

- Rímsové prefabrikáty $g_{14,k} = 25,0 \cdot A_{rim} = 25,0 \cdot 0,102 = 2,55 \text{ kN/m}$
- Betónový žľab s tiažou vody v žľabe $g_{15,k} = 25,0 \cdot A_{z1} + 10,0 \cdot A_v = 25,0 \cdot 0,27 + 10,0 \cdot 0,13 = 8,1 \text{ kN/m}$
- Tiaž vozovky $g_{16,k,up} = \gamma_{asf} \cdot h_{vol} \cdot 1,4 = 24,0 \cdot 0,09 \cdot 1,4 = 3,02 \text{ kN/m}^2$

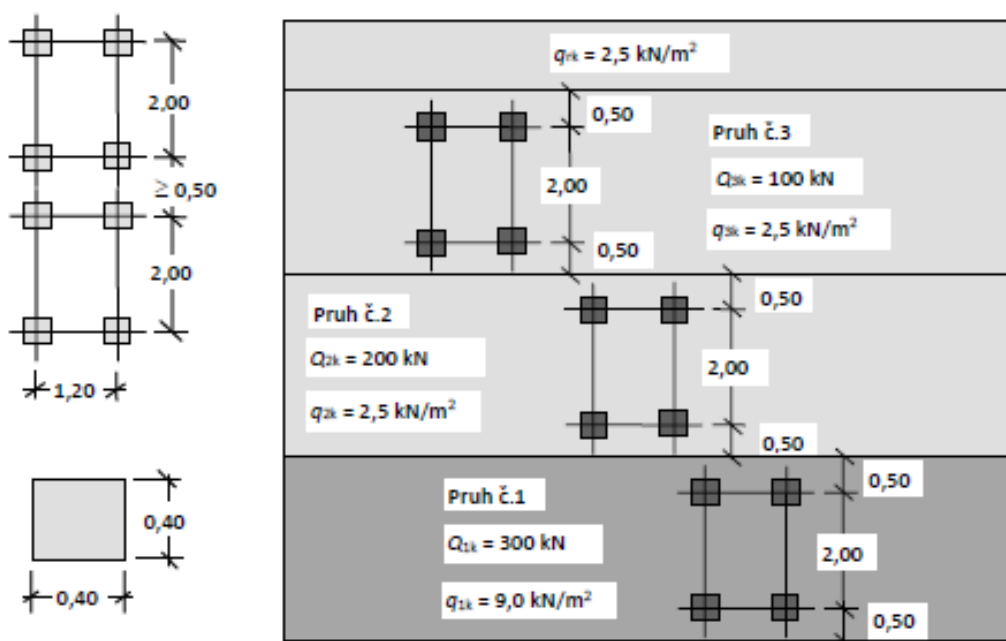
3.3. Zaťaženie od dopravy

3.3.1. Zaťažovacia schéma 1 - LM1

Hlavný zvislý zaťažovací systém mostov predstavuje zaťažovacia schéma 1 (LM1), ktorá sa používa pre celkové aj lokálne posúdenia (obr.4).

Táto schéma sa skladá z dvoch častí. Prvú časť tvorí dvojnápravové sústredené zaťaženie (TS), kde každá náprava má tiaž $\alpha_Q \cdot Q_k$. Nápravu tvoria dve identické kolesá s roznášajúcou plochou $0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$. Druhá časť zaťaženia pozostáva z rovnomerného plošného zaťaženia UDL s intenzitou $\alpha_Q \cdot q_k$ kde Q_k , a q_k sú charakteristické hodnoty zaťaženia v ktorých sú zahrnuté aj dynamickej účinky, pozri tab.2.

Pohyblivé zaťaženie umiestňujeme do myslenných pásov max. šírky 3 m , pričom v rámci pásu sa môže pohybovať len jeden TS a jedno UDL.



Obr.5 Usporiadanie zaťaženia zaťažovacia schéma LM1

Intenzita zaťaženia TS a UDL sa mení v závislosti od číselného označenia „i“ myslenného pásu a má veľkosť $\alpha_{Qi} Q_{ik}$, resp. $\alpha_{qi} q_{ik}$. Hodnoty Q_{ik} a q_{ik} sú uvedené v tab.2.

Hodnota redukčných súčiniteľov α_{Qi} a α_{qi} bola uvažovaná $\alpha_{Q1} = 1,0$ a $\alpha_{q1} = 1,0$ a $\alpha_{Qi} = 1,0$.

Tab.3.1 – Základné hodnoty zaťaženia

Umiestnenie	TS [kN]		UDL [kN/m ²]	
	Q_{ik}	$\alpha_{Q1} Q_{ik}$	q_{ik}	$\alpha_{q1} q_{ik}$
Zaťažovací pás č.1	300	300	9,0	9,0
Zaťažovací pás č.2	200	300	2,5	2,5
Zaťažovací pás č.3	100	100	2,5	2,5
Ostatne pásy	0	0	2,5	2,5
Zostatková plocha	0	0	2,5	2,5

Pre kategóriu cesty C7,5 podľa [3] bolo nahradené druhé a tretie dvojnápravové vozidlo dvojnápravovým vozidlom s náhradnou silou na nápravu $(200 \cdot \alpha_{Q2} + 100 \cdot \alpha_{Q3})$ kN.

3.3.2. Zaťažovací schéma 2 – LM2

Zaťaženie sa používa na lokálne posúdenia. Model tvorí jednonápravové zaťaženie $\alpha_{Q1} Q_{ak}$, s tiažou $Q_{ak} = 400$ kN, ktoré zahŕňa aj dynamické účinky.

3.3.3. Zaťažovací schéma 3 – LM3

LM3 je zoskupením nápravových zaťažení, ktoré modelujú zvláštne vozidlá, ktoré sa môžu pohybovať na povolených trasách cestných komunikácií vyhradených pre ťažký náklad. Uvažujú sa len na výslovnú žiadosť investora.

3.3.4. Zaťažovací schéma 4 – LM4

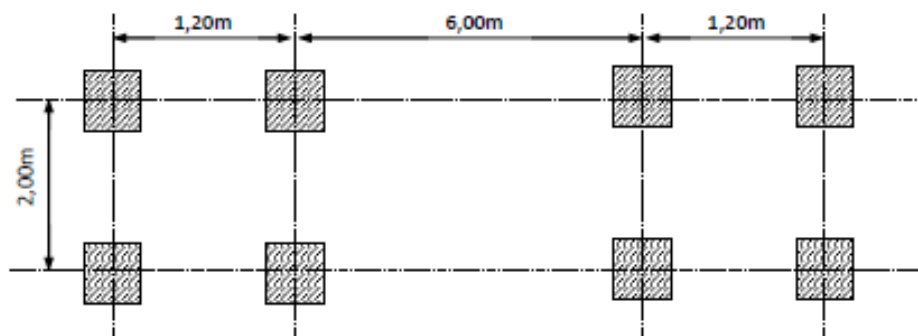
Účinky pohybu davu ľudí na vozovke a na chodníkoch sa modelujú zaťažovacou schémou 4 (LM4). Na vozovke sa uvažuje toto zaťaženie ako rovnomerné spojité s intenzitou $q_{ik} = 5$ kN/m² pri rozpätí zaťažovaného poľa $L_{sj} \leq 10$ m. Pri väčšom rozpätí môžeme uvažovať redukovanú hodnotu v tvare:

$$2,5 \text{ kN/m}^2 \leq q_{ik} = 2,0 + \frac{120}{L_{sj} + 30} \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$$

Pokiaľ zaťaženie predpokladáme len na chodníkoch cestných mostov, pre všetky rozpätia môžeme uvažovať jednu hodnotu $q_{ik} = 5$ kN/m², alebo v kombinácii s pohyblivým zaťažením redukovanú hodnotu $q_{ik} = 2,5$ kN/m².

3.3.5. Únavová zaťažovací schéma 3 – FLM3 [Fatigue load model 3]

Schému tvoria dva dvojnápravové sústredené zaťaženia s tiažou každej nápravy 120 kN. Nápravy pozostávajú z dvoch identických kolies s kontaktnou plochou 0,4 m x 0,4 m (obr.5). Pri výpočte vnútorných síl bola kontaktná plocha zväčšená v zmysle obr.4.4 v [3] na 0,58 m x 0,58 m.



Obr.6 Únavová zaťažovacia schéma 3

3.4. Kombinácie zaťažení

Kombinácie zaťažení boli definované v zmysle normy [1], príloha A2.

3.4.1. Medzné stavy únosnosti

Pre medzné stavy únosnosti (MSU) týkajúce sa mechanickej odolnosti z hľadiska jednorazového porušenia sú definované nasledovné parciálne súčinitele spoľahlivosti γ pre cestné mosty.

• Stále zaťaženia G : $\gamma_G = 1,35$

• Zaťaženia od dopravy Q : $\gamma_Q = 1,35$

Návrhová hodnota účinku zaťaženia:

$$E_d = \gamma_G(E_{g0N,k} + E_{g0D,k} + E_{g1,k}) + \gamma_Q(E_{TS,k} + E_{udl,k} + E_{w,k})$$

kde: $E_{g0N,k}$ je účinok vlastnej tiaže nosníka (napr. ohybový moment, šmyková sila)

$E_{g0D,k}$ - účinok vlastnej tiaže mostovkovej dosky

$E_{g1,k}$ - účinok tiaže zvršku

$E_{TS,k}$ - účinok pohyblivého dvojnápravového zaťaženia

$E_{udl,k}$ - účinok pohyblivého rovnomerného zaťaženia

$E_{w,k}$ - účinok tiaže vody v žľabe

3.4.2. Medzné stavy použiteľnosti

Pre medzné stavy použiteľnosti (SLS) definujeme nasledovné kombinácie zaťažení:

• Štádium predpínania:

Charakteristická kombinácia: $E_k = E_{g0N,k} + E_{Pk,sup}$

• Štádium užívania:

Charakteristická kombinácia: $E_k = E_{g0N,k} + E_{g0D,k} + E_{g1,k} + E_{Pk,inf} + E_{TS,k} + E_{UDL,k}$

Častá kombinácia: $E_{frq} = E_{g0N,k} + E_{g0D,k} + E_{g1,k} + E_{Pk,inf} + 0,75 \cdot E_{TS,k} + 0,40 \cdot E_{UDL,k}$

Kvází - stála kombinácia: $E_{gp} = E_{g0N,k} + E_{g0D,k} + E_{g1,k} + E_{Pk,inf}$

kde: $E_{Pk,sup}$ - horná charakteristická hodnota účinku predpätia, $r_{k,sup}=1,05$,

$E_{Pk,inf}$ - dolná charakteristická hodnota účinku predpätia, $r_{k,inf}=0,95$.

4. Predpätie

Predpínacie jednotky sú navrhnuté $\phi Ls15,5\text{mm}-1860\text{MPa}$, s prierezovou plochou lana $1,4157\text{cm}^2$.

4.1. Charakteristiky predpínacej výstuže

- Charakteristická pevnosť lana $f_{pk} = 1860\text{ MPa}$
- Dohodnutá medza klzu pri 0,1% trvalej deformácie: $f_{p0,1,k} = 1600\text{ MPa}$
- Návrhová hodnota pevnosti výstuže $f_{pd} = f_{p0,1,k} / \gamma_s = 1600/1,15 = 1390\text{ MPa}$
- Modul pružnosti predpínacej výstuže $E_p = 195\text{ GPa}$
- Maximálne napätie pri predpínaní $\sigma_{p,max} = \min(0,8 \cdot f_{pk} ; 0,9 \cdot f_{p0,1,k}) = 1440\text{ MPa}$
- Maximálne napätie po vnesení predpätia $\sigma_{pm0} = \min(0,75 \cdot f_{pk} ; 0,85 \cdot f_{p0,1,k}) = 1360\text{ MPa}$
- Horná hodnota predpínacieho napätia $\sigma_{pk,sup} = r_{sup} \cdot \sigma_{pm0} = 1,05 \cdot \sigma_{pm0}$
- Dolná hodnota predpínacieho napätia $\sigma_{pk,inf} = r_{inf} \cdot \sigma_{pm(t)} = 0,95 \cdot \sigma_{pm(t)}$, kde $\sigma_{pm(t)}$ je stredná hodnota predpínacieho napätia v čase t po prebehnutí strát predpätia.

4.2. Straty predpätia

Pri výpočte strát predpätia sme predpokladali nasledovné parametre:

4.2.1. Strata od poklzu v kotvách a relaxácie výstuže po vnesenie predpätia

Straty z poklzu v kotve a z relaxácie výstuže

Max. teplota výstuže v dôsledku pretepľovania betónu $T_{max} = 55$ $T_{priem} = 45$

Časový úsek po vnesení predpätia v hod $\Delta t = 15,24$

Ekvivalentný čas $t_{eq} = \frac{1,14 \cdot (T_{max} - 20)}{T_{max} - 20} \cdot (T_{priem} - 20) \cdot \Delta t = 2,523 \times 10^3$

Celkový čas - relaxácia $t_{rel} = t_{eq} = 2,523 \times 10^3$

Stabilizované lano s nízkou relaxáciou $\rho_{1000} = 0,025$ $k_1 = 0,66$ $k_2 = 9,1$

Max. sila pri napínaní $\sigma_{predp,max} = 1,467 \times 10^3 \cdot \text{MPa}$

Strata z poklzu v kotve a def. drahy $\Delta \sigma_{poklz} = 5\text{mm}$ dĺžka drahy $l_d = 55\text{m}$

Strata z poklzu $\Delta \sigma_{poklz} = \frac{\Delta \sigma_{poklz}}{l_d} \cdot E_p = 17,727 \cdot \text{MPa}$

Sila po zakotvení lan, začiatok relaxácie

$\sigma_{pi} = \sigma_{predp,max} - \Delta \sigma_{poklz} = 1,449 \times 10^3 \cdot \text{MPa}$

$\mu = \frac{\sigma_{pi}}{f_{tk}}$

$\Delta \sigma_{pr}(t) = -k_1 \cdot \sigma_{pi} \cdot \rho_{1000} \cdot \exp(k_2 \cdot \mu) \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{t}{1000}\right)^{0,75 \cdot (1-\mu)}$

Strata z relaxácie $\Delta \sigma_{pr}(t_{eq}) = -33,463 \cdot \text{MPa}$

4.2.2. Strata z pružného skrátenia nosníka

Počet predp. jednotiek (dolná rada, horná rada a horná v stojine)

$$n_{p1} := 12 \quad n_{p2} := 6 \quad n_{p3} := 2$$

Napätie vo vystuži po transfere predpätia

$$\sigma_{pm0} := \min[\sigma_{max,br} \cdot (\sigma_{pr} - |\sigma_{pr}(t_{eq})| - \sigma_{el})] = 1.304 \times 10^3 \text{ MPa}$$

Sila v prvej rade predp. vystuži

$$F_{p1} := A_p \cdot n_{p1} \cdot \sigma_{pm0} = 2.206 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v druhej rade predp. vystuži

$$F_{p2} := A_p \cdot n_{p2} \cdot \sigma_{pm0} = 1.103 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v tretej rade horná

$$F_{p3} := |A_p \cdot n_{p3} \cdot \sigma_{pm0}| = 367.674 \text{ kN}$$

Modul pružnosti v čase transferu sily $E_{cm,n,t} = 31.645 \text{ GPa}$

$$\epsilon_{trans} := \frac{\frac{F_{p1} + F_{p2} + F_{p3}}{A_{li}}}{E_{cm,n,t}} = 5.77 \times 10^{-4}$$

Strata z pružného skrátenia $\sigma_{predp} := \epsilon_{trans} \cdot E_p = 112.519 \text{ MPa}$

4.2.3. Zmrašťovanie

Zmrašťovanie od vysychania $\epsilon_{cs}(t, t_s)$ bolo uvažované s použitím modelu na predikciu zmrašťovania z vysychania, ktorý je definovaný v prílohe B normy [4]. Autogénne zmrašťovanie bolo uvažované podľa vzorca $\epsilon_{ca}(t) = \delta_{sh}(t) \cdot 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6}$. Výsledné zmrašťovanie: $\epsilon_{cs}(t, t_s) = \epsilon_{cs}(t, t_s) + \epsilon_{ca}(t)$

4.2.4. Dotvarovanie

Súčiniteľ dotvarovania $\varphi(t, t_0)$ bol vypočítaný s použitím modelu na predikciu dotvarovania, ktorý je definovaný v prílohe B normy [4].

Pri výpočte súčiniteľov dotvarovania a pomerného pretvorenia od zmrašťovania boli uvažované nasledovné parametre:

Betón: C55/67 $f_{cm} = 63 \text{ MPa}$; C35/45 $f_{cm} = 33 \text{ MPa}$

Cement: CEM42,5 R (rýchlo tuhnúci cement)

Relatívna vlhkosť prostredia RH = 70%

4.3. Konštrukčné zásady

4.3.1. Krytie predpínacej výstuže [Minimum cover]

Minimálna hodnota z hľadiska súdržnosti:

- Pre danú predpínaciu výstuž s priemerom 15,3mm je to 2,5 násobok priemeru, teda $c_{min,b}=40\text{mm}$

Minimálna hodnota krytia z hľadiska trvanlivosti:

- Návrhová životnosť 100 rokov – konštrukčná trieda S6.
- Pre triedu prostredia XD1 a kvalitu betónu C35/45 je možné konštrukčnú triedu znížiť o 1 stupeň na S5.
- Pre doskovú konštrukciu je možná redukcia konštrukčnej triedy o 1 triedu na stupeň S4

Minimálna hodnota krytia predpínacej výstuže z hľadiska trvanlivosti podľa [4] je $c_{min,dur} = 45\text{ mm}$.

Krytie predpínacej výstuže: $c_{min} = \max \{ c_{min,b}, c_{min,dur}, 10\text{mm} \} = 45\text{mm}$

Hodnota tolerančného zväčšenia sa pre výrobu v prefáb so zaistenou primeranou kontrolou kvality uvažovať $\Delta c_{dev} = 5\text{mm}$

Minimálne krytie predpínacej výstuže $c = c_{min} + \Delta c_{dev} = 50\text{mm}$

Minimálne krytie betonárskej výstuže $c = c_{min} + \Delta c_{dev} = 50\text{mm}$

4.3.2. Svetlé vzdialenosti medzi predpínacou výstužou

Minimálna svetlá vzdialenosť medzi predpínacími lanami je:

- Vo vodorovnom smere: $\max \{ d_k + 5, 2\phi, 20\text{mm} \} = 35\text{mm}$
- V zvislom smere: $\max \{ d_k, 2\phi \} = 35\text{mm}$

Kde d_k je maximálny priemer zrna, ϕ je priemer výstuže

4.4. Vzopätia nosníkov

Vývoj vzopätí nosníkov v čase je v nasledovnej tabuľke. Hodnoty vzopätí sú predikované na základe normových vlastností materiálov, v prípade odlišností medzi hodnotami normovými a skutočnými je potrebné predikované hodnoty vzopätí upraviť.

Tab.4.1 – Predikcia vzopätí medzifahých nosníkov

Čas [dni]	1,5	7	14	28	60
$f_{teoret} [\text{mm}]$	7	9	10	12	13
$f_{skutočné} [\text{mm}]$					

Tab.4.2 – Predikcia vzopätí krajných nosníkov

Čas [dni]	1,5	7	14	28	60
f_{teoret} [mm]	11	13	14	14	15
$f_{skutočné}$ [mm]					

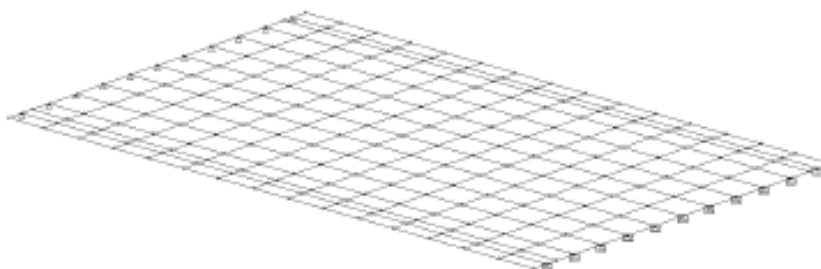
5. Vnútorne sily – výpočtový model

Vnútorne sily boli počítané v systéme Strap v.12,5 na roštových modeloch zohľadňujúcich geometrické usporiadanie a tuhosť v priečnom smere zabezpečenú prostredníctvom nosníkov s redukovanou tuhosťou v dôsledku rozvoja trhlin. Vzhľadom na statické pôsobenie s predpokladom rozvoja trhlin v priečnom smere, najmä pri šikmom uložení, môžeme dosku charakterizovať ako tzv. "žalúziiovú dosku".

Modely zohľadňovali geometrické usporiadanie (šikmosti 90°, 60° a 45°, šírkové usporiadanie), osovú, ohybovú ako aj torznú tuhosť.

Pozdĺžny smer – nosníky:

- ohybové momenty na nosníkoch od vlastnej tiaže, tiaže betónovej dosky pri betonáži
- priečne sily na nosníkoch od vlastnej tiaže, tiaže betónovej dosky pri betonáži
- ohybové momenty na nosníkoch spôsobené tiažou mostného zvršku
- priečne sily na nosníkoch spôsobené tiažou mostného zvršku
- ohybové momenty na nosníkoch spôsobené plošným zaťažením (UDL)
- priečne sily na nosníkoch spôsobené plošným zaťažením (UDL)
- ohybové momenty na nosníkoch spôsobené zaťažením TS
- priečne sily na nosníkoch spôsobené zaťažením TS



Obr.7 Výpočtový model – pohľad na roštový model

6. Pozdĺžny smer – overenie MSU

Overenie jednorazového porušenia na účinky M_{Ed} [kNm] – pri výpočte ohybovej odolnosti boli použité nasledovné materiálové charakteristiky:

Doska $f_{ck,d} := 35 \text{ MPa}$ $\gamma_c := 1.5$ $\alpha_{cc} := 0.85$ $f_{cd,d} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck,d}}{\gamma_c} = 19.833 \text{ MPa}$
C35/45

Nosník $f_{ck,n} := 55 \text{ MPa}$ $f_{cd,n} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck,n}}{\gamma_c} = 31.167 \text{ MPa}$
C55/67 $E_{cm,n} := 35 \text{ GPa}$ $f_{ctm} := 4.2 \text{ MPa}$

Predpinacia výstuž

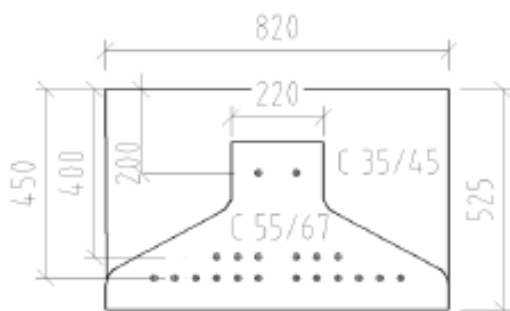
$f_{pk} := 1860 \text{ MPa}$ $f_{p,0.1,k} := 1630 \text{ MPa}$
 $E_p := 195 \text{ GPa}$ $\gamma_s := 1.15$ $f_{pd} := \frac{f_{p,0.1,k}}{\gamma_s} = 1.417 \times 10^3 \text{ MPa}$

6.1. Prierez namáhaný ohybovým momentom

Pri overení ohybovej odolnosti nie je potrebné sledovať históriu zaťažovania. Pri overení sa uvažujú účinky zaťaženia získane z kombinácií podľa kap. 3.4.1 (návrhová hodnota účinku zaťaženia:

$$E_d = \gamma_G(E_{g0,k} + E_{g00,k} + E_{g1,k}) + \gamma_Q(E_{T5,k} + E_{ud,k} + E_{w,k})$$

- Výpočet ohybovej odolnosti – stredový prierez, medzilahý nosník:



Plocha predp. výstuže

$$A_p := 1.41 \text{ cm}^2$$

Počet predp. jednotiek (dolná rada, horná rada a horná v stojine)

$$n_{p1} := 12 \quad n_{p2} := 6 \quad n_{p3} := 2$$

$$n_p := n_{p1} + n_{p2} + n_{p3} = 20$$

Poloha predp. jednotiek

$$d_{p1} := 450 \text{ mm} \quad d_{p2} := 400 \text{ mm} \quad d_{p3} := 200 \text{ mm}$$

Sila v predp. výstuži

$$F_p := A_p \cdot n_p \cdot f_{pd} = 3.997 \times 10^3 \text{ kN}$$

Rozmery nosníka

$$b_d := 820 \text{ mm} \quad h_d := 125 \text{ mm}$$

$$b_s := 220 \text{ mm}$$

Betónová výstuž v hornej doske

$$\phi_h = 12\text{mm} \quad z_h = 7 \quad A_{sh} = \pi \frac{\phi_h^2}{4} z_h$$

$$f_{yd} = 435\text{MPa} \quad \delta_h = 0.87\text{m}$$

Nájdanie neutrálnej osi

$$r(x_b) = \begin{cases} (x_b \cdot b_d \cdot f_{cd,d} + A_{sh} \cdot f_{yd} - F_p) & \text{if } x_b < h_d \\ [h_d \cdot b_d \cdot f_{cd,d} + A_{sh} \cdot f_{yd} + (x_b - h_d) \cdot b_s \cdot f_{cd,n} + (x_b - h_d) \cdot (b_d - b_s) \cdot f_{cd,d} - F_p] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$x_b = 200\text{mm}$$

$$r_0 = \text{root}(r(x_b), x_b)$$

$$r_0 = 211.356\text{mm}$$

$$x_b = r_0$$

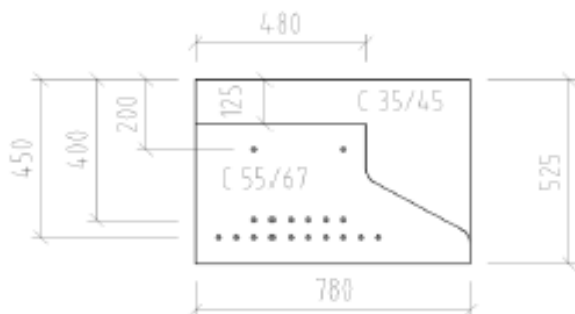
$$x_b = 0.211\text{m}$$

Kontrola - rovnováha síl

$$F_s = \begin{cases} (x_b \cdot b_d \cdot f_{cd,d} + A_{sh} \cdot f_{yd} - F_p) & \text{if } x_b < h_d \\ [h_d \cdot b_d \cdot f_{cd,d} + A_{sh} \cdot f_{yd} + (x_b - h_d) \cdot b_s \cdot f_{cd,n} + (x_b - h_d) \cdot (b_d - b_s) \cdot f_{cd,d} - F_p] & \text{otherwise} \end{cases} = 0\text{ kN}$$

$$M_{rd} = n_{p1} \cdot A_p \cdot f_{pd} \cdot (d_{p1}) + n_{p2} \cdot A_p \cdot f_{pd} \cdot (d_{p2}) - \left[h_d \cdot b_d \cdot f_{cd,d} \left(\frac{h_d}{2} \right) + (x_b - h_d) \cdot b_s \cdot f_{cd,n} \left[\frac{(x_b - h_d)}{2} + h_d \right] + (x_b - h_d) \cdot (b_d - b_s) \cdot f_{cd,d} \left[\frac{(x_b - h_d)}{2} + h_d \right] + A_{sh} \cdot f_{yd} \cdot d_h \right] = 1.135 \times 10^3 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

- Výpočet ohybovej odolnosti – stredový prierez, krajný nosník:



Plocha predp. výstuže

$$A_p = 1.41\text{cm}^2$$

Počet predp. jednotiek (dolná rada, horná rada a horná v stojine)

$$n_{p1} = 4 \quad n_{p2} = 4 \quad n_{p3} = 2$$

$$n_p = n_{p1} + n_{p2} + n_{p3} = 16$$

Plocha predp. jednotiek

$$d_{p1} = 450\text{mm}$$

$$d_{p2} = 400\text{mm}$$

$$d_{p3} = 200\text{mm}$$

Sila v predp. výstuži

$$F_p = A_p \cdot n_p \cdot f_{pd} = 3.198 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

Rozmery nosníka

$$b_d := 780 \text{ mm} \quad h_d := 125 \text{ mm} \\ b_s := 480 \text{ mm}$$

Betonárska výstuž v hornej doske

$$\phi_h := 12 \text{ mm} \quad n_h := 7 \quad A_{sh} := \pi \cdot \frac{\phi_h^2}{4} \cdot n_h \\ f_{yd} := 435 \text{ MPa} \quad d_h := 0.07 \text{ m}$$

Nájdenie neutrálnej osi

$$f(z_b) := \begin{cases} (z_b \cdot b_d \cdot f_{cd,d} + A_{sh} \cdot f_{yd} - F_p) & \text{if } z_b < h_d \\ [h_d \cdot b_d \cdot f_{cd,d} + A_{sh} \cdot f_{yd} + (z_b - h_d) \cdot b_s \cdot f_{cd,n} + (z_b - h_d) \cdot (b_d - b_s) \cdot f_{cd,d} - F_p] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$z_b := 280 \text{ mm}$$

$$z_1 := \text{root}(f(z_b), z_b) \\ z_1 = 368.974 \text{ mm}$$

$$z_b := z_1$$

$$z_b = 0.169 \text{ m}$$

$$\alpha := \frac{z_b}{0.8} = 0.211 \text{ m} \quad \alpha_{lim} := \frac{2.8 \cdot d_{p2}}{3.5 + 1.3} = 233.333 \text{ mm}$$

(pri stratách 15%)

Kontrola - rovnováha síl

$$F_s := \begin{cases} (z_b \cdot b_d \cdot f_{cd,d} + A_{sh} \cdot f_{yd} - F_p) & \text{if } z_b < h_d \\ [h_d \cdot b_d \cdot f_{cd,d} + A_{sh} \cdot f_{yd} + (z_b - h_d) \cdot b_s \cdot f_{cd,n} + (z_b - h_d) \cdot (b_d - b_s) \cdot f_{cd,d} - F_p] & \text{otherwise} \end{cases} = 0.1 \text{ N}$$

Momentová odolnosť prierezu

$$M_{ed} := n_{p1} \cdot A_p \cdot f_{pd} \cdot (d_{p1}) + n_{p2} \cdot A_p \cdot f_{pd} \cdot (d_{p2}) - \left[h_d \cdot b_d \cdot f_{cd,d} \cdot \left(\frac{h_d}{2} \right) + (z_b - h_d) \cdot b_s \cdot f_{cd,n} \cdot \left(\frac{(z_b - h_d)}{2} + h_d \right) + (z_b - h_d) \cdot (b_d - b_s) \cdot f_{cd,d} \cdot \left(\frac{(z_b - h_d)}{2} + h_d \right) + A_{sh} \cdot f_{yd} \cdot d_h \right] = 918.992 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- Posúdenie ohybovej odolnosti – stredový prierez nosníka – tab. 6.1.1 – 6.1.2:

Katégoria C 7,5, žikmost' 90°, STREDOVÝ PRIEREZ NOSNÍKA

	Charakteristická hodnota M_{kx} [kN.m]	Návrhová hodnota M_{kd} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{ko} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník	580	780	915	vyhovuje
Medzifahľý nosník	620	830	1135	vyhovuje

Katégoria C 7,5, žikmost' 60°, STREDOVÝ PRIEREZ NOSNÍKA

	Charakteristická hodnota M_{kx} [kN.m]	Návrhová hodnota M_{kd} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{ko} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník	560	770	915	vyhovuje
Medzifahľý nosník	640	860	1135	vyhovuje

Katégoria C 7,5, žikmost' 45°, STREDOVÝ PRIEREZ NOSNÍKA

	Charakteristická hodnota M_{kx} [kN.m]	Návrhová hodnota M_{kd} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{ko} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník	540	760	915	vyhovuje
Medzifahľý nosník	650	890	1135	vyhovuje

Kategória D 26,5, šikmosť 90°, STREDOVÝ PRIEREZ NOSNÍKA

	Charakteristická hodnota M_{kx} [kN.m]	Návrhová hodnota M_{ed} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{ro} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník	580	780	915	vyhovuje
Medzifahý nosník	620	830	1135	vyhovuje

Kategória D 26,5, šikmosť 60°, STREDOVÝ PRIEREZ NOSNÍKA

	Charakteristická hodnota M_{kx} [kN.m]	Návrhová hodnota M_{ed} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{ro} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník	560	770	915	vyhovuje
Medzifahý nosník	640	860	1135	vyhovuje

Kategória D 26,5, šikmosť 45°, STREDOVÝ PRIEREZ NOSNÍKA

	Charakteristická hodnota M_{kx} [kN.m]	Návrhová hodnota M_{ed} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{ro} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník	540	760	915	vyhovuje
Medzifahý nosník	650	890	1135	vyhovuje

6.2. Prierez namáhaný ohybovým momentom a priečnou silou

Postup výpočtu ohybovej odolnosti je rovnaký ako v kap. 6.1. Príspevok návrhovej priečnej sily k návrhovému ohybovému momentu M_{ed} k hornému okraju prierezu definujeme ako:

$$M_{ed} = \gamma_G(M_{k0N,k} + M_{k00,k} + M_{k1,k}) + \gamma_Q(M_{TS,k} + M_{udl,k} + M_{w,k}) + V_{ed} \cdot \cot \theta \cdot z/2;$$

z – rameno vnútorných síl

θ – sklon tlačenej diagonály

$$V_{ed} = \gamma_G(V_{k0N,k} + V_{k00,k} + V_{k1,k}) + \gamma_Q(V_{TS,k} + V_{udl,k} + V_{w,k})$$

Posúdenie bolo vykonané v kritických miestach pozdĺž každého nosníka zohľadňujúc aj separáciu lán.

V tab. 6.2. sú vybrané kritické prierezy.

Kategória C 7,5, šikmosť 90°, pri podperách vo vzdialenosti 0,5 a 2,0 m

	Návrhová hodnota M_{Ed} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{Rd} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	190	680	vyhovuje
Krajný nosník 2,0 m	500	915	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	230	1030	vyhovuje
Medzifahľý nosník 2,0 m	580	1135	vyhovuje

Kategória C 7,5, šikmosť 60°, pri podperách vo vzdialenosti 0,5 a 2,0 m

	Návrhová hodnota M_{Ed} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{Rd} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	210	680	vyhovuje
Krajný nosník 2,0 m	550	915	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	250	1030	vyhovuje
Medzifahľý nosník 2,0 m	610	1135	vyhovuje

Kategória C 7,5, šikmosť 45°, pri podperách vo vzdialenosti 0,5 a 2,0 m

	Návrhová hodnota M_{Ed} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{Rd} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	230	680	vyhovuje
Krajný nosník 2,0 m	570	915	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	250	1030	vyhovuje
Medzifahľý nosník 2,0 m	620	1135	vyhovuje

Kategória D 26,5, šikmosť 90°, pri podperách vo vzdialenosti 0,5 a 2,0 m

	Návrhová hodnota M_{Ed} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{Rd} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	190	680	vyhovuje
Krajný nosník 2,0 m	500	915	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	230	1030	vyhovuje
Medzifahľý nosník 2,0 m	580	1135	vyhovuje

Kategória D 26,5, šikmosť 60°, pri podperách vo vzdialenosti 0,5 a 2,0 m

	Návrhová hodnota M_{Ed} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{Rd} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	210	680	vyhovuje
Krajný nosník 2,0 m	550	915	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	250	1030	vyhovuje
Medzifahľý nosník 2,0 m	610	1135	vyhovuje

Kategória D 26,5, šikmosť 45°, pri podperách vo vzdialenosti 0,5 a 2,0 m

	Návrhová hodnota M_{Ed} [kN.m]	Návrhová odolnosť M_{Rd} [kN.m]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	230	680	vyhovuje
Krajný nosník 2,0 m	570	915	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	250	1030	vyhovuje
Medzifahľý nosník 2,0 m	620	1135	vyhovuje

6.3. Prierez namáhaný priečnou silou

Maximálna šmyková odolnosť prvku sa dosiahne, ak napätie v tlakovej diagonále nadobudne hodnotu

$$\sigma_{c,wd} = V_1 \cdot f_{ct,cr}$$

- Výpočet maximálnej šmykovej odolnosti:

Výška nosníka vrátane dosky $h := 525\text{mm}$ šířka stojiny $b_w := 220\text{mm}$

krytie $c_{\text{nom}} := 45\text{mm}$

tazisko dolnej rady predp. vyst $t_p := 100\text{mm}$

účinná výška $d := h - \frac{t_p}{2}$

Betón C55/67 $f_{ck,n} := 55\text{MPa}$ $f_{ctm} := 4.2\text{MPa}$

Sučiniteľ spol. materiálu (bet) $\gamma_c := 1.5$ $\alpha_{cc} = 0.85$

Návrhová pevnosť betónu v tlaku $f_{cd,n} := \alpha_{cc} \frac{f_{ck,n}}{\gamma_c} = 31.167\text{MPa}$

Oceľ B500 medza klzu: $f_{yk} := 490\text{MPa}$

Sučiniteľ spol. materiálu (oceľ) $\gamma_s := 1.15$

Návrhová pevnosť ocele v ťahu $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 426.087\text{MPa}$

Rameno vnútorných síl $z := 0.9 \cdot d = 0.428\text{m}$

Sklon tlak diagonaly $\theta := 35\text{deg}$

Redukčný súčiniteľ $v_1 := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck,n}}{\text{MPa} \cdot 250}\right) = 0.468$

Max. šmyková odolnosť $V_{Rd,max} := \frac{v_1 \cdot z \cdot b_w \cdot f_{cd,n}}{(\tan(\theta) + \tan(\theta)^{-1})} = 0.645\text{MN}$

Šmyková odolnosť prvku z hľadiska porušenia šmykovej výstuže je určená ťahovou kapacitou šmykovej výstuže, ktorá prechádza šikmou trhlinou s dĺžkou horizontálneho priemetu $z \cdot \cot \theta$. Šmyková výstuž je kolmá na horizontálnu os prvku, potom sa šmyková odolnosť dá vyjadriť v tvare:

- Výpočet návrhovej šmykovej odolnosti:

Strmene $\phi 12$ á 140, 2 strižné

Rozostupy strmenov $s_a := 150\text{mm}$

Priemer strmena $\phi_{ss} := 12\text{mm}$

Počet strihov $st := 2$

Plocha strmena $A_{sw1} := \frac{\pi \cdot \phi_{ss}^2}{4} \cdot st = 2.262 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Odolnosť strmena $V_{Rds1} := \frac{z \cdot \tan(\theta) - 1}{s_a} \cdot A_{sw1} \cdot f_{yd}$ **$V_{Rds1} = 392.282\text{ kN}$**

Strmene $\phi 10$ á 140, 2 strižné

Rozostupy strmenov $s_a := 150\text{mm}$

Priemer strmena $\phi_{ss} := 10\text{mm}$

Počet strihov $st := 2$

Plocha strmena $A_{sw2} := \frac{\pi \cdot \phi_{ss}^2}{4} \cdot st = 1.571 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Odolnosť strmena $V_{Rds2} := \frac{z \cdot \tan(\theta) - 1}{s_a} \cdot A_{sw2} \cdot f_{yd}$ **$V_{Rds2} = 272.418\text{ kN}$**

Strmene $\phi 10$ á 140, 3 strižné

Rozostupy strmenov $s_a := 150\text{mm}$

Priemer strmena $\phi_{ss} := 10\text{mm}$

Počet strihov $st := 3$

Plocha strmena $A_{sw3} := \frac{\pi \cdot \phi_{ss}^2}{4} \cdot st = 2.356 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Odolnosť strmena $V_{Rds3} := \frac{z \cdot \tan(\theta) - 1}{s_a} \cdot A_{sw3} \cdot f_{yd}$ **$V_{Rds3} = 408.627\text{ kN}$**

Minimálny stupeň vystuženia

$$\rho_{w,min} := \frac{0.08 \cdot \sqrt{\frac{f_{ck,n}}{\text{MPa}}}}{\frac{f_{yk}}{\text{MPa}}} = 1.211 \times 10^{-3}$$

Navrhnutý stupeň vystuženia

$$\rho_w := \frac{A_{sw2}}{b_w \cdot s_a} = 4.76 \times 10^{-3} \quad \text{vyhovuje}$$

- Posúdenie odolnosti prierezu namáhaného šmykom – tab. 6.3.1 – 6.3.2 :

Kategória C 7,5, šikmosť 90°, pri podpe vo vzdialenosti 0,5 m a 3,8 m

	Návrhová hodnota V_{vd} [kN]	Návrhová odolnosť V_{vd} [kN]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	235	405	vyhovuje
Krajný nosník 3,8 m	120	405	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	370	390	vyhovuje
Medzifahľý nosník 3,8 m	200	270	vyhovuje

Kategória C 7,5, šikmosť 60°, pri podpe vo vzdialenosti 0,5 m a 3,8 m

	Návrhová hodnota V_{vd} [kN]	Návrhová odolnosť V_{vd} [kN]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	280	405	vyhovuje
Krajný nosník 3,8 m	135	405	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	350	390	vyhovuje
Medzifahľý nosník 3,8 m	195	270	vyhovuje

Kategória C 7,5, šikmosť 45°, pri podpe vo vzdialenosti 0,5 m a 3,8 m

	Návrhová hodnota V_{vd} [kN]	Návrhová odolnosť V_{vd} [kN]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	290	405	vyhovuje
Krajný nosník 3,8 m	140	405	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	350	390	vyhovuje
Medzifahľý nosník 3,8 m	200	270	vyhovuje

Kategória D 26,5, šikmosť 90°, pri podpe vo vzdialenosti 0,5 m a 3,8 m

	Návrhová hodnota V_{vd} [kN]	Návrhová odolnosť V_{vd} [kN]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	235	405	vyhovuje
Krajný nosník 3,8 m	120	405	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	370	390	vyhovuje
Medzifahľý nosník 3,8 m	200	270	vyhovuje

Kategória D 26,5, šikmosť 60°, pri podpe vo vzdialenosti 0,5 m a 3,8 m

	Návrhová hodnota V_{vd} [kN]	Návrhová odolnosť V_{vd} [kN]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	280	405	vyhovuje
Krajný nosník 3,8 m	135	405	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	350	390	vyhovuje
Medzifahľý nosník 3,8 m	195	270	vyhovuje

Kategória D 26,5, šikmosť 45°, pri podpe vo vzdialenosti 0,5 m a 3,8 m

	Návrhová hodnota V_{vd} [kN]	Návrhová odolnosť V_{vd} [kN]	Posúdenie
Krajný nosník 0,5 m	290	405	vyhovuje
Krajný nosník 3,8 m	140	405	vyhovuje
Medzifahľý nosník 0,5 m	350	390	vyhovuje
Medzifahľý nosník 3,8 m	200	270	vyhovuje

6.4. Šmyková odolnosť v spriahnutí

Šmyková odolnosť prvku spriahnutí sa dá vyjadriť v tvare:

$$\tau_{\text{Rd}} = c \cdot f_{\text{ctd}} + \rho_j f_{\text{ywd}} \mu \geq \tau_{\text{Ed}} = \frac{V_{\text{Ed}}}{z b_j}$$

- Výpočet maximálnej šmykovej odolnosti v spriahnutí

Návrhové šmykové odolnosti

$$c := 0 \quad \mu := 0.7 \quad \alpha_j := 90 \text{ deg} \quad f_{ywd} := 490 \text{ MPa} \quad b_w = 0.22 \text{ m} \quad b_{wk} := 0.48 \text{ m} \quad s_a = 0.15 \text{ m}$$

$$A_{sw1} = 2.262 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{sw2} = 1.571 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{sw3} = 2.356 \cdot \text{cm}^2$$

Zahnutie strмена v mieste spriahnutia zdvojnásobí účinnú plochu

$$A_{sw1} := 2 \cdot A_{sw1} \quad A_{sw2} := 2 \cdot A_{sw2} \quad A_{sw3} := 2 \cdot A_{sw3}$$

$$\rho_{j1} := \frac{A_{sw1}}{b_w \cdot s_a} \quad \rho_{j2} := \frac{A_{sw2}}{b_w \cdot s_a} \quad \rho_{j3} := \frac{A_{sw3}}{b_{wk} \cdot s_a}$$

Návrhové smykové odolnosti na medzifahľých nosníkoch

$$\tau_{Rd1} := c \cdot f_{ctd} + \rho_{j1} \cdot f_{ywd} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha_j) + \cos(\alpha_j)) \quad \tau_{Rd1} = 4.702 \cdot \text{MPa}$$

$$\tau_{Rd2} := c \cdot f_{ctd} + \rho_{j2} \cdot f_{ywd} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha_j) + \cos(\alpha_j)) \quad \tau_{Rd2} = 3.265 \cdot \text{MPa}$$

Návrhové smyková odolnosť na okrajových nosníkoch

$$\tau_{Rd3} := c \cdot f_{ctd} + \rho_{j3} \cdot f_{ywd} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha_j) + \cos(\alpha_j)) \quad \tau_{Rd3} = 2.245 \cdot \text{MPa}$$

Návrhové smykové napätia na medzifahľom nosníku $z = 0.428 \text{ m}$

$$V_{ed1,max} := 370 \text{ kN} \quad \tau_{Ed1} := \frac{V_{ed1,max}}{z \cdot b_w} = 3.934 \cdot \text{MPa} < \tau_{Rd1} = 4.702 \cdot \text{MPa} \\ \text{vyhovuje}$$

$$V_{ed2,max} := 200 \text{ kN} \quad \tau_{Ed2} := \frac{V_{ed2,max}}{z \cdot b_w} = 2.127 \cdot \text{MPa} < \tau_{Rd2} = 3.265 \cdot \text{MPa} \\ \text{vyhovuje}$$

Návrhové smykové napätia na krajnom nosníku

$$V_{ed3,max} := 290 \text{ kN} \quad \tau_{Ed3} := \frac{V_{ed3,max}}{z \cdot b_{wk}} = 1.413 \cdot \text{MPa} < \tau_{Rd3} = 2.245 \cdot \text{MPa} \\ \text{vyhovuje}$$

Kde:

- z - rameno vnútorných síl spriahnutého prierezu;
- b_j - šírka spriahovanej plochy (efektívna šírka hornej príruby);
- c - súčiniteľ kohézie, pri dynamickom zaťažení mostov sa hodnota uvažuje $c = 0$;
- μ - súčiniteľ trenia, pre drsný povrch (ryhy hĺbky min. 3 mm á 40 mm): $\mu = 0,7$;
- ρ_j - stupeň vystuženia výstužou na spriahnutie;
- s_j - vzdialenosť výstuže na spriahnutie v pozdĺžnom smere;
- A_{sw} - plocha šmykovej výstuže, ktorá súčasne slúži aj na spriahnutie;
- A_{sj} - plocha doplnkovej výstuže na spriahnutie;
- V_{Ed} - maximálna návrhová šmyková sila v priereze.

7. Pozdĺžny smer – medzné stavy použiteľnosti

Pre posudzovanú mostnú konštrukciu prichádza do úvahy kontrola normálových napätí v betóne a kontrola vzniku trhlin. Obe kontroly slúžia súvisia s požiadavkou zaistenia trvanlivosti konštrukcie.

7.1. Štádium predpínania – kontrola napätí

V štádiu predpínania sa požaduje aby maximálne tlakové napätia v betóne $\sigma_{c,max} < 0,6 \cdot f_{ck,n}(t_0)$. Minimálna hodnota charakteristická valcová pevnosti betónu v tlaku v štádiu predpínania je 39 MPa. Ďalej maximálne ťahové napätia by nemali prekročiť hodnotu pevnosti betónu v ťahu $\sigma_{ct,max} < f_{ctm,n}(t_0)$.

Normálové napätia v nosníku boli pre charakteristickú kombináciu zaťaženia vypočítané na základe vzťahov:

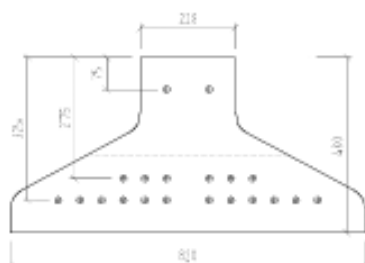
$$\sigma_{c,n,horné} := \frac{-P_{k,sup}}{A_{cm}} + \frac{M_{g0,k} - M_{pk,sup}}{I_{cm}} \cdot z_{n,hor}$$

$$\sigma_{c,n,dolné} := \frac{-P_{k,sup}}{A_{cm}} + \frac{M_{g0,k} - M_{pk,sup}}{I_{cm}} \cdot z_{n,dol}$$

Pre vopred predpäté prefabrikované prvky sa v štádiu predpínania uvažuje horná hodnota predpínacieho napätia - súčiniteľ $\eta_{k,sup}=1,05$, ktorým bola prenasobená stredná hodnota predpínacej sily.

Predpoklady výpočtu:

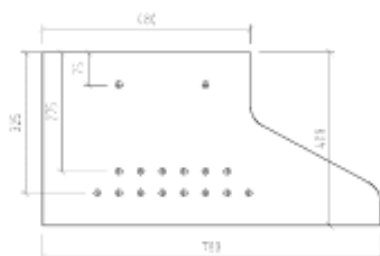
Medzifahľý nosník



Transfer predpätia prebehne 36 hodín po betonáži nosníka,

- Modul pružnosti betónu pri transfere predpätia dosiahne hodnoty $E_{cm}=31,6\text{GPa}$,
- Modul pružnosti predpínacej výstuže $E_p = 195\text{ GPa}$
- Predpätie:
 $A_p = 20 \cdot 1,41568 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, $\sigma_{p,max} = 1467\text{ MPa}$

Krajný nosník



Transfer predpätia prebehne 36 hodín po betonáži nosníka,

- Modul pružnosti betónu pri transfere predpätia dosiahne hodnoty $E_{cm}=31,6\text{GPa}$,
- Modul pružnosti predpínacej výstuže $E_p = 195\text{ GPa}$
- Predpätie:
 $A_p = 16 \cdot 1,41568 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, $\sigma_{p,max} = 1467\text{ MPa}$

Vstupné parametre do výpočtov:

Doska $f_{ck,d} := 33 \text{ MPa}$ $\gamma_c := 1.5$ $\alpha_{cc} := 0.85$ $f_{ed,d} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck,d}}{\gamma_c} = 19.833 \text{ MPa}$

Nosník $f_{ck,n} := 55 \text{ MPa}$ $f_{ed,n} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck,n}}{\gamma_c} = 31.167 \text{ MPa}$

$E_{cm,n} := 35 \text{ GPa}$ $E_{tn} := 35000 \text{ MPa}$ $f_{ctm} := 55 \text{ MPa}$

$f_{ctk} := 30 \text{ MPa}$ $f_{cm,n} := f_{ck,n} + 8 \text{ MPa}$ $f_{cm,n} := 3.5 \text{ MPa}$

Predpínacia výstuž $f_{pk} := 1860 \text{ MPa}$

$f_{p,0.1k} := 1630 \text{ MPa}$ $\gamma_s := 1.15$ $f_{pd} := \frac{f_{p,0.1k}}{\gamma_s} = 1.417 \times 10^3 \text{ MPa}$

$E_p := 195 \text{ GPa}$

Max. napätie pri napínaní $\sigma_{predp,max} := \min(0.8 \cdot f_{pk}, 0.9 \cdot f_{p,0.1k}) = 1.467 \times 10^3 \text{ MPa}$

Max. napätie po transfere sily $\sigma_{max,tr} := \min(0.75 f_{pk}, 0.85 f_{p,0.1k}) = 1.385 \times 10^3 \text{ MPa}$

Plocha predp. výstuže $A_p := 1.41 \text{ cm}^2$

Napätia boli posúdené v kritických prierezoch pri kraji nosníka a v strede rozpätia po zohľadnení okamžitých strát po vnesení predpätia.

Medzifahľý nosník:

Počet predp. jednotiek (dolná rada, horná rada a horná v stojne)

$n_{p1} := 10$ $n_{p2} := 6$ $n_{p3} := 2$

Predpokladá sa pretepovanie vzoriek a teda rýchlejší nárast pevnosti s ekvivalentným časom

$\beta_{cc} := 0.2$ $t_0 := 3.9$ $\beta_{cc} := \exp \left[\alpha \left(1 - \left(\frac{28}{t_0} \right)^{0.5} \right) \right]$ $\beta_{cc} = 0.715$

$f_{cm,nt} := \beta_{cc} \cdot f_{cm,n} = 43.926 \text{ MPa}$

$f_{ct,nt} := \beta_{cc} \cdot f_{ct,n} = 39.309 \text{ MPa}$

$f_{ed,nt} := \beta_{cc} \cdot f_{ed,n} = 2.144 \text{ MPa}$

$E_{cm,nt} := \left(\frac{f_{cm,nt}}{f_{cm,n}} \right)^{0.3} \cdot E_{cm,n} = 31.645 \text{ GPa}$

Predpätie

Straty z pokľzu v kotve a z relaxácie výstuže

Max. teplota výstuže v dôsledku pretepovania betónu $T_{max} := 55$ $T_{priem} := 45$

Časový úsek po vnesení predpätia v hod $\Delta t := 1.5 \cdot 24$

Ekvivalentný čas $t_{eq} := \frac{1.14 \cdot (T_{max} - 20)}{T_{max} - 20} \cdot (T_{priem} - 20) \cdot \Delta t = 2.523 \times 10^3$

Celkový čas - relaxácia $t_{rel} := t_{eq} = 2.523 \times 10^3$

Stabilizované laná s nízkou relaxáciou $p_{1000} := 0.025$ $k_1 := 0.66$ $k_2 := 9.1$

Max. sila pri napínaní $\sigma_{predp.max} = 1.467 \times 10^3 \text{ MPa}$

Strata z pokľzu v kotve a def. drahy $\Delta_{pokľz} := 5 \text{ mm}$ dĺžka drahy $l_d := 55 \text{ m}$

Strata z pokľzu $d\sigma_{pokľz} := \frac{\Delta_{pokľz}}{l_d} E_p = 17.727 \text{ MPa}$

Sila po zakotvení lan, začiatok relaxácie

$\sigma_{pi} := \sigma_{predp.max} - d\sigma_{pokľz} = 1.449 \times 10^3 \text{ MPa}$

$\mu := \frac{\sigma_{pi}}{f_{pk}}$

$d\sigma_{pr}(t) := -k_1 \sigma_{pi} p_{1000} \exp(k_2 \mu) \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{t}{1000}\right)^{0.75 \cdot (1-\mu)}$

Strata z relaxácie $d\sigma_{pr}(t_{eq}) = -33.463 \text{ MPa}$

Strata z pružného skrátenia prvku $d\sigma_{el} = 103 \text{ MPa}$

Napätie vo výstuži po transfere predpätia

$\sigma_{pm0} := \min[\sigma_{max.tr} \cdot (\sigma_{pi} - |d\sigma_{pr}(t_{eq})| - d\sigma_{el})] = 1.313 \times 10^3 \text{ MPa}$

Straty okamžité (%) $\left(1 - \frac{\sigma_{pm0}}{\sigma_{predp.max}}\right) = 10.511\%$

Vzdialenosť predp. výstuže od ťažiska prierezu

$d_{pp1} := 66 \text{ mm}$ $d_{pp2} := 16 \text{ mm}$ $d_{pp3} := -184 \text{ mm}$

Sila v predpínacj výstuži pri vnosení predpätia

Odhad okamžitých strát:

$t_{sup} := 1.05$ $t_{inf} := 0.95$

Prierezové charakteristiky nosníka $A_n := 0.1868 \text{ m}^2$ $I_{eff} := 10.6 \text{ m}^4$

$I_y := 0.002068 \text{ m}^4$ $h_n := 400 \text{ mm}$

$z_d := 0.141 \text{ m}$ $z_h := h_n - z_d = 0.259 \text{ m}$

Ideálne prierezové vlastnosti $\alpha_{e1} := \frac{E_p}{E_{cm,n.t}} = 6.162$

$A_i := A_n + (\alpha_{e1} - 1) \cdot A_p \cdot (n_{p1} + n_{p2} + n_{p3}) = 0.2 \text{ m}^2$

$t_i := \frac{A_n \cdot z_d + (\alpha_{e1} - 1) \cdot A_p \cdot n_{p1} \cdot d_{pp1} + (\alpha_{e1} - 1) \cdot A_p \cdot n_{p2} \cdot d_{pp2} + |(\alpha_{e1} - 1) \cdot A_p \cdot n_{p3} \cdot d_{pp3}|}{A_i} = 0.136 \text{ m}$

$I_i := I_y + A_n \cdot (z_d - t_i)^2 = 2.073 \times 10^{-3} \text{ m}^4$ $z_d := t_i$ $z_h := h_n - z_d = 0.264 \text{ m}$

Sila v prvej rade predp. vystuži

$$F_{p1} := A_p \cdot n_{p1} \cdot \sigma_{pm0} = 1.851 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v druhej rade predp. vystuži

$$F_{p2} := A_p \cdot n_{p2} \cdot \sigma_{pm0} = 1.111 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v tretej rade hore

$$F_{p3} := |A_p \cdot n_{p3} \cdot \sigma_{pm0}| = 370.212 \text{ kN}$$

Strata z pružného skrátenia prvku po vnesení predpätia

Modul pružnosti v čase transferu sily $E_{cm,t} = 31.645 \text{ GPa}$

$$\epsilon_{trans} := \frac{\frac{F_{p1} + F_{p2} + F_{p3}}{A_i}}{E_{cm,t}} = 5.267 \times 10^{-4}$$

Strata z pružného skrátenia $\sigma_{predp} := \epsilon_{trans} \cdot E_p = 102.709 \text{ MPa}$

POSÚDENIE NAPÄTÍ V STREDE ROZPÄTIA

Moment od vlastnej tiaže nosníka v strede rozpätia

$$M_{vlt} := \frac{1}{8} \cdot A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot l_{eff}^2 = 65.59 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Napätie v krajných vláknach v strede rozpätia

$$\sigma_{h,sup} := \frac{F_{p1} \cdot r_{sup} + F_{p2} \cdot r_{sup} + |F_{p3} \cdot r_{sup}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp3} - M_{vlt}}{I_i} \cdot z_h = -16.25 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{h,inf} := \frac{F_{p1} \cdot r_{inf} + F_{p2} \cdot r_{inf} + |F_{p3} \cdot r_{inf}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp3} - M_{vlt}}{I_i} \cdot z_h = -15.491 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,sup} := \frac{F_{p1} \cdot r_{sup} + F_{p2} \cdot r_{sup} + |F_{p3} \cdot r_{sup}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp3} + M_{vlt}}{I_i} \cdot z_d = -18.145 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,inf} := \frac{F_{p1} \cdot r_{inf} + F_{p2} \cdot r_{inf} + |F_{p3} \cdot r_{inf}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp3} + M_{vlt}}{I_i} \cdot z_d = -16.807 \text{ MPa}$$

max. prípustné napätie v tlaku: $0.6 \cdot f_{ck,nt} = 23.585 \text{ MPa}$

VYHOVUJE

POSÚDENIE NAPÄTÍ V MIESTE PLNÉHO TRANSFERU PREDPÄTIA (1 m. od kraja nosníka)

$l_{bd} := l_n$

$$M_{vlt} := \frac{A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot l_{eff}}{2} \cdot l_{bd} - A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot l_{bd} \cdot \frac{l_{bd}}{2} = 22.416 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

separácia lán v prvej rade $n_{pd} := 2$

Síla v prvej rade predp. vystuži

$$F_{p1} := A_p \cdot [(n_{p1} - n_{sd}) \cdot \sigma_{pm0}] = 1.481 \times 10^3 \text{ kN}$$

Síla v druhej rade predp. vystuži

$$F_{p2} := A_p \cdot n_{p2} \cdot \sigma_{pm0} = 1.111 \times 10^3 \text{ kN}$$

Síla v tretej rade hore

$$F_{p3} := |A_p \cdot n_{p3} \cdot \sigma_{pm0}| = 370.212 \text{ kN}$$

$$\sigma_{h,sup} := -\frac{F_{p1} \cdot r_{sup} + F_{p2} \cdot r_{sup} + |F_{p3} \cdot r_{sup}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp3} - M_{vtt}}{I_i} \cdot z_h = -12.073 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{h,inf} := -\frac{F_{p1} \cdot r_{inf} + F_{p2} \cdot r_{inf} + |F_{p3} \cdot r_{sup}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp3} - M_{vtt}}{I_i} \cdot z_h = -11.38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,sup} := -\frac{F_{p1} \cdot r_{sup} + F_{p2} \cdot r_{sup} + |F_{p3} \cdot r_{sup}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp3} + M_{vtt}}{I_i} \cdot z_d = -17.348 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,inf} := -\frac{F_{p1} \cdot r_{inf} + F_{p2} \cdot r_{inf} + |F_{p3} \cdot r_{inf}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp3} + M_{vtt}}{I_i} \cdot z_d = -15.556 \text{ MPa}$$

max. prípustné napätie v tlaku: $0.6 \cdot f_{ck,nt} = 23.585 \text{ MPa}$

vyhovuje

POSÚDENIE NAPÄTÍ V MIESTE PLNÉHO TRANSFERU PREDPÄTIA (2 m. od kraja nosníka)

$$M_{vtt} := \frac{A_n \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot l_{eff}}{2} \cdot l_{bd} - A_n \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{l_{bd}}{2} = 48.162 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

separácia lán v prvej rade $n_{sd} = 2$

Síla v prvej rade predp. vystuži

$$F_{p1} := A_p \cdot [(n_{p1} - n_{sd}) \cdot \sigma_{pm0}] = 1.481 \times 10^3 \text{ kN}$$

Síla v druhej rade predp. vystuži

$$F_{p2} := A_p \cdot n_{p2} \cdot \sigma_{pm0} = 1.111 \times 10^3 \text{ kN}$$

Síla v tretej rade hore

$$F_{p3} := |A_p \cdot n_{p3} \cdot \sigma_{pm0}| = 370.212 \text{ kN}$$

$$\sigma_{h,sup} := -\frac{F_{p1} \cdot r_{sup} + F_{p2} \cdot r_{sup} + |F_{p3} \cdot r_{sup}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp3} - M_{vtt}}{I_i} \cdot z_h = -14.334 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{h,inf} := -\frac{F_{p1} \cdot r_{inf} + F_{p2} \cdot r_{inf} + |F_{p3} \cdot r_{sup}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp3} - M_{vtt}}{I_i} \cdot z_h = -13.641 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,sup} := -\frac{F_{p1} \cdot r_{sup} + F_{p2} \cdot r_{sup} + |F_{p3} \cdot r_{sup}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot r_{sup} \cdot d_{pp3} + M_{vtt}}{I_i} \cdot z_d = -16.185 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,inf} := -\frac{F_{p1} \cdot r_{inf} + F_{p2} \cdot r_{inf} + |F_{p3} \cdot r_{inf}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot r_{inf} \cdot d_{pp3} + M_{vtt}}{I_i} \cdot z_d = -14.393 \text{ MPa}$$

max. prípustné napätie v tlaku: $0.6 \cdot f_{ck,nt} = 23.585 \text{ MPa}$

vyhovuje

Krajný nosník:

Počet predp. jednotiek (dolná rada, horná rada a horná v stojine)

$$n_{p1} := 8 \quad n_{p2} := 6 \quad n_{p3} := 2$$

Predpokladá sa pretepovanie vzoriek a teda rýchlejší nárast pevnosti s ekvivalentným časom

$$s := 0.2 \quad t_0 := 3.9 \quad \beta_{cc} := \exp \left[s \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_0} \right)^{0.5} \right] \right] \quad \beta_{cc} = 0.715$$

$$f_{cm,n,t} := \beta_{cc} \cdot f_{cm,n} = 43.026 \text{ MPa}$$

$$f_{ck,n,t} := \beta_{cc} \cdot f_{ck,n} = 39.309 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm,n,t} := \beta_{cc} \cdot f_{ctm,n} = 3.002 \text{ MPa}$$

$$E_{cm,n,t} := \left(\frac{f_{cm,n,t}}{f_{cm,n}} \right)^{0.3} \cdot E_{cm,n} = 31.645 \text{ GPa}$$

$$f_{ctk,t} := \beta_{cc} \cdot f_{ctk} = 2.144 \text{ MPa}$$

Predpätie

Straty z poklzu v kotve a z relaxácie výstuže

$$\text{Max. teplota výstuže v dôsledku pretepovania betónu} \quad T_{\max} := 55 \quad T_{\text{priem}} := 45$$

$$\text{Časový úsek po vnesení predpätia v hod} \quad \Delta t := 1.5 \cdot 24$$

$$\text{Ekvivalentný čas} \quad t_{eq} := \frac{1.14 \cdot (T_{\max} - 20)}{T_{\max} - 20} \cdot (T_{\text{priem}} - 20) \cdot \Delta t = 2.523 \times 10^3$$

$$\text{Celkový čas - relaxácia} \quad t_{rel1} := t_{eq} = 2.523 \times 10^3$$

$$\text{Stabilizované láná s nízkou relaxáciou} \quad p_{1000} := 0.025 \quad k_1 := 0.66 \quad k_2 := 9.1$$

$$\text{Max. síla pri napínaní} \quad \sigma_{predp,max} = 1.467 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$\text{Strata z poklzu v kotve a def. drahý} \quad \Delta \sigma_{poklz} := 5 \text{ mm} \quad \text{dĺžka drahý} \quad l_d := 55 \text{ m}$$

$$\text{Strata z poklzu} \quad \Delta \sigma_{poklz} := \frac{\Delta p_{poklz}}{l_d} \cdot E_p = 17.727 \text{ MPa}$$

Síla po zakotvení lán, začiatok relaxácie

$$\sigma_{pi} := \sigma_{predp,max} - \Delta \sigma_{poklz} = 1.449 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$\mu := \frac{\sigma_{pi}}{f_{pk}}$$

$$\Delta \sigma_{pr}(t) := -k_1 \cdot \sigma_{pi} \cdot p_{1000} \cdot \exp(k_2 \cdot \mu) \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{t}{1000} \right)^{0.75 \cdot (1-\mu)}$$

$$\text{Strata z relaxácie} \quad \Delta \sigma_{pr}(t_{eq}) = -33.463 \text{ MPa}$$

Strata z pružného skrátenia prvku $\Delta\sigma_{el} := 74 \text{ MPa}$

Napätie vo výstuži po transfere predpätia

$$\sigma_{pm0} := \min[\sigma_{max.tr}, (\sigma_{st} - |\Delta\sigma_{pr}(t_{eq})| - \Delta\sigma_{el})] = 1.342 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$\text{Straty okamžité (\%)} = \left(1 - \frac{\sigma_{pm0}}{\sigma_{predp.max}}\right) = 8.534 \%$$

Vzdialenosť predp. výstuže od ťažiska prierezu

$$d_{pp1} := 147 \text{ mm} \quad d_{pp2} := 97 \text{ mm} \quad d_{pp3} := -203 \text{ mm}$$

Sila v predpínacej výstuži pri vnesení predpätia

Odhad okamžitých strát:

$$\tau_{sup} := 1.05 \quad \tau_{inf} := 0.95$$

Prierezové charakteristiky nosníka $A_n := 0.2412 \text{ m}^2$ $t_{eff} := 10.6 \text{ m}$

$$I_y := 0.003195 \text{ m}^4 \quad h_n := 400 \text{ mm}$$

$$z_d := 0.177 \text{ m} \quad z_n := h_n - z_d = 0.223 \text{ m}$$

Ideálne prierezové vlastnosti

$$\alpha_{e1} := \frac{E_p}{E_{cm,n.t}} = 6.162$$

$$A_i := A_n + (\alpha_{e1} - 1) \cdot A_p \cdot (n_{p1} + n_{p2} + n_{p3}) = 0.253 \text{ m}^2$$

$$t_i := \frac{A_n z_d + (\alpha_{e1} - 1) \cdot A_p \cdot n_{p1} \cdot d_{pp1} + (\alpha_{e1} - 1) \cdot A_p \cdot n_{p2} \cdot d_{pp2} + |(\alpha_{e1} - 1) \cdot A_p \cdot n_{p3} \cdot d_{pp3}|}{A_i} = 0.175 \text{ m}$$

$$t_i := t_y + A_n (z_d - t_i)^2 = 3.196 \times 10^{-3} \text{ m}^4 \quad z_d := t_i \quad z_n := h_n - z_d = 0.225 \text{ m}$$

Sila v prvej rade predp. výstuži

$$F_{p1} := A_p \cdot n_{p1} \cdot \sigma_{pm0} = 1.514 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v druhej rade predp. výstuži

$$F_{p2} := A_p \cdot n_{p2} \cdot \sigma_{pm0} = 1.135 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v tretej rade here

$$F_{p3} := |A_p \cdot n_{p3} \cdot \sigma_{pm0}| = 378.39 \text{ kN}$$

Strata z pružného skrátenia prvku po vnesení predpätia

Modul pružnosti v čase transferu sily $E_{cm,n.t} = 31.643 \text{ GPa}$

$$\epsilon_{trans} := \frac{F_{p1} + F_{p2} + F_{p3}}{A_i \cdot E_{cm,n.t}} = 3.783 \times 10^{-4}$$

Strata z pružného skrátenia $\sigma_{predp} := \epsilon_{trans} \cdot E_p = 73.774 \text{ MPa}$

POSÚDENIE NAPÄTÍ V STREDE ROZPÄTIA

Moment od vlastnej tiaže nosníka v strede rozpätia

$$M_{vlt} := \frac{1}{8} \cdot A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot l_{\text{eff}}^2 = 84,691 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Napätie v krajných vláknoch v strede rozpätia

$$\sigma_{h,\text{sup}} := \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{sup}} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{sup}} + |F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{sup}}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp3} - M_{vlt}}{I_i} \cdot \epsilon_h = 0,371 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{h,\text{inf}} := \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{inf}} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{inf}} + |F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{inf}}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp3} - M_{vlt}}{I_i} \cdot \epsilon_h = -0,232 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,\text{sup}} := \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{sup}} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{sup}} + |F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{sup}}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp3} + M_{vlt}}{I_i} \cdot \epsilon_d = -22,645 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,\text{inf}} := \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{inf}} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{inf}} + |F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{inf}}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp3} + M_{vlt}}{I_i} \cdot \epsilon_d = -20,046 \text{ MPa}$$

max. prípustné napätie v tlaku: $0,6 \cdot f_{ck,\text{nt}} = 23,585 \text{ MPa}$

VYHOVUJE

POSÚDENIE NAPÄTÍ V MIESTE PLNÉHO TRANSFERU PREDPÄTIA (1 m. od kraja nosníka)

$l_{bd} = 1 \text{ m}$

$$M_{vlt} := \frac{A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot l_{\text{eff}}}{2} \cdot l_{bd} + A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot l_{bd} \cdot \frac{l_{bd}}{2} = 28,944 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

separácia lán v prvej rade $n_{sd} = 4$

Sila v prvej rade predp. vystuži

$$F_{p1} := A_p \cdot [(n_{p1} - n_{sd}) \cdot \sigma_{pm0}] = 756,781 \text{ kN}$$

Sila v druhej rade predp. vystuži

$$F_{p2} := A_p \cdot n_{p2} \cdot \sigma_{pm0} = 1,135 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v tretej rade hore

$$F_{p3} := |A_p \cdot n_{p3} \cdot \sigma_{pm0}| = 378,39 \text{ kN}$$

$$\sigma_{h,\text{sup}} := \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{sup}} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{sup}} + |F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{sup}}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp3} - M_{vlt}}{I_i} \cdot \epsilon_h = -0,784 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{h,\text{inf}} := \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{inf}} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{inf}} + |F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{inf}}|}{A_i} + \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp3} - M_{vlt}}{I_i} \cdot \epsilon_h = -1,033 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,\text{sup}} := \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{sup}} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{sup}} + |F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{sup}}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{sup}} \cdot d_{pp3} + M_{vlt}}{I_i} \cdot \epsilon_d = -16,137 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,\text{inf}} := \frac{F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{inf}} + F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{inf}} + |F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{inf}}|}{A_i} + \frac{-F_{p1} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot \epsilon_{\text{inf}} \cdot d_{pp3} + M_{vlt}}{I_i} \cdot \epsilon_d = -14,467 \text{ MPa}$$

max. prípustné napätie v tlaku: $0,6 \cdot f_{ck,\text{nt}} = 23,585 \text{ MPa}$

VYHOVUJE

POSÚDENIE NAPÄTÍ V MIESTE 2 m OD KRAJA NOSNÍKA

$$M_{y,sk} = \frac{A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot l_{ef}}{2} \cdot l_{bd} - A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot l_{bd} \cdot \frac{l_{bd}}{2} = 51.838 \text{ kNm}$$

separácia lán v prvej rade $a_{sd} = 2$

Sila v prvej rade predp. výstuži

$$F_{p1} := A_p \cdot [a_{y1} - a_{sd}] \cdot \sigma_{pmax} = 1.135 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v druhej rade predp. výstuži

$$F_{p2} := A_p \cdot a_{y2} \cdot \sigma_{pmax} = 1.135 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v tretej rade hore

$$F_{p3} := |A_p \cdot a_{y3} \cdot \sigma_{pmax}| = 378.39 \text{ kN}$$

$$\sigma_{h,nap} := \frac{F_{p1} \cdot e_{nap} + F_{p2} \cdot e_{nap} + |F_{p3} \cdot e_{nap}|}{A_l} + \frac{F_{p1} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp3} - M_{y,sk}}{I_y} \cdot z_h = 0.142 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{h,inf} := \frac{F_{p1} \cdot e_{inf} + F_{p2} \cdot e_{inf} + |F_{p3} \cdot e_{inf}|}{A_l} + \frac{F_{p1} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp3} - M_{y,sk}}{I_y} \cdot z_h = -0.369 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,nap} := \frac{F_{p1} \cdot e_{nap} + F_{p2} \cdot e_{nap} + |F_{p3} \cdot e_{nap}|}{A_l} + \frac{-F_{p1} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp3} + M_{y,sk}}{I_y} \cdot z_d = -19.672 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,inf} := \frac{F_{p1} \cdot e_{inf} + F_{p2} \cdot e_{inf} + |F_{p3} \cdot e_{inf}|}{A_l} + \frac{-F_{p1} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp3} + M_{y,sk}}{I_y} \cdot z_d = -17.326 \text{ MPa}$$

max. prípustné napätie v tlaku: $0.6 \cdot f_{ck,nt} = 23.585 \text{ MPa}$

vyhovuje

POSÚDENIE NAPÄTÍ V MIESTE 3 m OD KRAJA NOSNÍKA

$l_{bd} = 3 \text{ m}$

$$M_{y,sk} = \frac{A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot l_{ef}}{2} \cdot l_{bd} - A_n \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot l_{bd} \cdot \frac{l_{bd}}{2} = 68.742 \text{ kNm}$$

separácia lán v prvej rade $a_{sd} = 0$

Sila v prvej rade predp. výstuži

$$F_{p1} := A_p \cdot [a_{y1} - a_{sd}] \cdot \sigma_{pmax} = 1.511 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v druhej rade predp. výstuži

$$F_{p2} := A_p \cdot a_{y2} \cdot \sigma_{pmax} = 1.135 \times 10^3 \text{ kN}$$

Sila v tretej rade hore

$$F_{p3} := |A_p \cdot a_{y3} \cdot \sigma_{pmax}| = 378.39 \text{ kN}$$

$$\sigma_{h,nap} := \frac{F_{p1} \cdot e_{nap} + F_{p2} \cdot e_{nap} + |F_{p3} \cdot e_{nap}|}{A_l} + \frac{F_{p1} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp3} - M_{y,sk}}{I_y} \cdot z_h = 1.494 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{h,inf} := \frac{F_{p1} \cdot e_{inf} + F_{p2} \cdot e_{inf} + |F_{p3} \cdot e_{inf}|}{A_l} + \frac{F_{p1} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp1} + F_{p2} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp2} + F_{p3} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp3} - M_{y,sk}}{I_y} \cdot z_h = 0.711 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,nap} := \frac{F_{p1} \cdot e_{nap} + F_{p2} \cdot e_{nap} + |F_{p3} \cdot e_{nap}|}{A_l} + \frac{-F_{p1} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot e_{nap} \cdot d_{pp3} + M_{y,sk}}{I_y} \cdot z_d = -23.518 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{d,inf} := \frac{F_{p1} \cdot e_{inf} + F_{p2} \cdot e_{inf} + |F_{p3} \cdot e_{inf}|}{A_l} + \frac{-F_{p1} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp1} - F_{p2} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp2} - F_{p3} \cdot e_{inf} \cdot d_{pp3} + M_{y,sk}}{I_y} \cdot z_d = -20.92 \text{ MPa}$$

$0.6 \cdot f_{ck,nt} = 23.585 \text{ MPa}$

$f_{ctk,t} = 2.144 \text{ MPa}$

vyhovuje

7.2. Štádium betonáže dosky v čase 60 dní od predpätia nosníkov

Betonáž spriahujúcej dosky sa predpokladá vo veku nosníkov 60 dní. Maximálne tlakové napätia v betóne $\sigma_{c,max} < 0,6 \cdot f_{ck,n} = 33 \text{ MPa}$. Maximálne ťahové napätia by nemali prekročiť hodnotu pevnosti betónu v ťahu $\sigma_{ct,max} < f_{ctm,n} = 4,2 \text{ MPa}$.

Výsledné napätia po zohľadnení strát predpätia.

Medzifahľý nosník

Celkový ohybový moment na nosníku od vlt a tiaže betónu

$$M_{bet} := \frac{1}{8} \cdot A_{pr} \cdot \gamma_{bet} \cdot l_{eff}^2 = 151.159 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{th} := -\frac{N_{predp} \cdot \gamma_A}{A_i} + \frac{-(M_{pr} \cdot \gamma_A + M_{bet})}{I_i} \cdot z_h = -24.563 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dd} := -\frac{N_{predp} \cdot \gamma_A}{A_i} + \frac{(M_{pr} \cdot \gamma_A + M_{bet})}{I_i} \cdot z_d = -11.516 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Krajný nosník

Celkový ohybový moment na nosníku od vlt a tiaže betónu

$$M_{bet} := \frac{1}{8} \cdot A_{pr} \cdot \gamma_{bet} \cdot l_{eff}^2 = 143.786 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{th} := -\frac{N_{predp} \cdot \gamma_A}{A_i} + \frac{-(M_{pr} \cdot \gamma_A + M_{bet})}{I_i} \cdot z_h = -4.403 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dd} := -\frac{N_{predp} \cdot \gamma_A}{A_i} + \frac{(M_{pr} \cdot \gamma_A + M_{bet})}{I_i} \cdot z_d = -17.114 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Kde: N_{predp} – Celková predpínacia sila po zohľadnení strát

M_{predp} – Celkový ohybový moment od predpätia po zohľadnení strát

7.3. Štádium užívania – kontrola napätí a vzniku trhlín

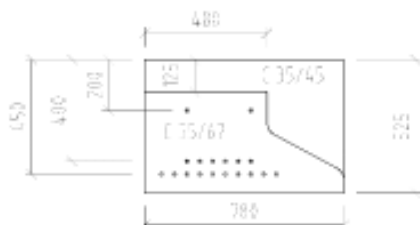
Podobne ako v štádiu predpínania nesmú pri charakteristickej kombinácii zaťaženia prekročiť maximálne tlakové napätia v betóne $\sigma_{c,max} < 0,6 \cdot f_{ck,n} = 33 \text{ MPa}$, resp. $\sigma_{c,max} < 0,6 \cdot f_{ck,d} = 21 \text{ MPa}$. Maximálne ťahové napätia by nemali prekročiť hodnotu pevnosti betónu v ťahu $\sigma_{ct,max} < f_{ctm,n} = 4,2 \text{ MPa}$.

U predpätých konštrukcií v stupňoch prostredia XD1 až XD3 nesmie nastať dekompresia pri častej kombinácii zaťaženia. Účinky predpätia sa uvažujú spodnou hodnotou predpínacej sily $P_{k,inf}$. (Častá kombinácia zaťaženia: $E_{frq} = E_{g0N,k} + E_{g0D,k} + E_{g1,k} + E_{Pk,inf} + 0,75 \cdot E_{TS,k} + 0,40 \cdot E_{UDL,k}$).

Na výpočet zmeny normálových napätí od reologických objemových zmien na spriahnutom priereze bola použitá Metóda koeficientu starnutia v zmysle článku KK.6 normy [5], prílohy KK.

Predpoklady výpočtu:

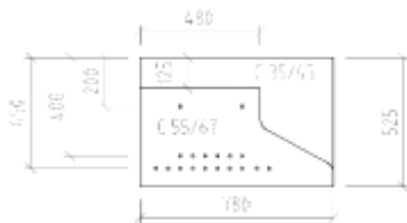
Medziľahý nosník



Predpätie:

$$A_p = 20 \cdot 1,41568 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, \sigma_{p,\max} = 1467 \text{ MPa}$$

Krajný nosník



Predpätie:

$$A_p = 16 \cdot 1,41568 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, \sigma_{p,\max} = 1467 \text{ MPa}$$

7.3.1. Výpočet napätí v strede rozpätia pre medziľahý nosník

Štádium odovzdania do užívania

Počet predp. jednotiek (dolná rada, horná rada a horná v stojine)

$$n_{p1} := 12 \quad n_{p2} := 6 \quad n_{p3} := 2$$

Poloha predp. jednotiek od horného okraja celého nosníka (aj s dobetonávkou)

$$d_{p1} := 450 \text{ mm} \quad d_{p2} := 400 \text{ mm} \quad d_{p3} := 200 \text{ mm}$$

Rozmery nosníka

$$b_d := 820 \text{ mm}$$

$$b_s := 220 \text{ mm}$$

$$I_y := 0,002068 \text{ m}^4$$

$$A_n := 0,1868 \text{ m}^2$$

$$\text{obvod} \quad u_n := 2 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff}} := 10,6 \text{ m}$$

$$h_n := 400 \text{ mm}$$

Vzdialenosť ťažiska od spodného vlákna

$$t_{nos} := 0,141 \text{ m} \quad z_n := h_n - t_{nos} = 0,259 \text{ m}$$

Vzdialenosť ťažiska k spodnej hrane

$$z_d := 141 \text{ mm}$$

Prierezové charakteristiky celého prierezu

$$h_{\text{celk}} := 125 \text{ mm} \quad b_d = 0.82 \text{ m}$$

Vzdialenosť predp. výstuže od spodku prierezu

$$d_{pd1} := h_{\text{celk}} - d_{p1} = 0.075 \text{ m} \quad d_{pd2} := h_{\text{celk}} - d_{p2} = 0.125 \text{ m} \quad d_{pd3} := h_{\text{celk}} - d_{p3} = 0.325 \text{ m}$$

$$I_{yc} := \frac{1}{12} \cdot b_d \cdot h_{\text{celk}}^3 = 9.888 \times 10^{-3} \text{ m}^4 \quad A_{pr} := h_{\text{celk}} \cdot 0.82 \text{ m} = 0.43 \text{ m}^2$$

tazisko

$$t_c := \frac{h_{\text{celk}}}{2} = 0.263 \text{ m}$$

Ideálne prierezové charakteristiky celého prierezu

$$A_{pri} := A_{pr} + A_p \cdot (n_{p1} + n_{p2} + n_{p3}) \cdot (\alpha_e - 1) = 0.443 \text{ m}^2$$

$$t_{pri} := \frac{A_{pr} \cdot t_c + (\alpha_e - 1) \cdot A_p \cdot n_{p1} \cdot d_{pd1} + (\alpha_e - 1) \cdot A_p \cdot n_{p2} \cdot d_{pd2} + |(\alpha_e - 1) \cdot A_p \cdot n_{p3} \cdot d_{pd3}|}{A_{pri}} = 0.258 \text{ m}$$

$$I_{pri} := I_{yc} + A_{pr} \cdot (t_{pri} - t_c)^2 = 9.896 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

Napätia v krajných vláknach (TDA výpočet SCIA, zohľadnenie strát a objemových zmien po spriahnutí prierezu)

Predpätie hodnota INF, vzrsoch hodnota SUP, VLT nosníka a spriahujúcej dosky

$$\text{Spodok nosníka} \quad \sigma_{dd, \text{stale}, 120, \text{inf}} := -11.6 \text{ MPa} \quad \sigma_{dd, \text{stale}, 120, \text{sup}} := -14.1 \text{ MPa}$$

$$\text{Vrch nosníka} \quad \sigma_{hh, \text{stale}, 120, \text{inf}} := -23.7 \text{ MPa} \quad \sigma_{hh, \text{stale}, 120, \text{sup}} := -24.5 \text{ MPa}$$

$$\text{Nadbetonovaná doska} \quad \sigma_{doska, \text{stale}, 120, \text{inf}} := -2.23 \text{ MPa} \quad \sigma_{doska, \text{stale}, 120, \text{sup}} := -2.33 \text{ MPa}$$

$$\text{Ohybový moment od UDL a TS - časť kombinácia} \quad M_{q, \text{cas}} := 315 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{dd, \text{nah}} := \frac{M_{q, \text{cas}}}{I_{pri}} \cdot t_{pri} = 8.219 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh, \text{nah}} := \frac{-M_{q, \text{cas}}}{I_{pri}} \cdot (h_{\text{celk}} - t_{pri} - h_d) = -4.514 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{doska, \text{nah}} := \frac{-M_{q, \text{cas}}}{I_{pri}} \cdot (h_{\text{celk}} - t_{pri}) = -8.493 \text{ MPa}$$

$$\text{Výsledné napätia} \quad \sigma_{dd, \text{inf}} := \sigma_{dd, \text{stale}, 120, \text{inf}} + \sigma_{dd, \text{nah}} = -3.381 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dd, \text{sup}} := \sigma_{dd, \text{stale}, 120, \text{sup}} + \sigma_{dd, \text{nah}} = -5.881 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh, \text{inf}} := \sigma_{hh, \text{stale}, 120, \text{inf}} + \sigma_{hh, \text{nah}} = -28.214 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh, \text{sup}} := \sigma_{hh, \text{stale}, 120, \text{sup}} + \sigma_{hh, \text{nah}} = -29.014 \text{ MPa}$$

$$\text{Max. prípustné napätie v tlaku:} \quad \sigma_{c, \text{max}} := 0.6 \cdot f_{ck, n} = 33 \text{ MPa} > \sigma_{hh} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Max. prípustné napätie v tahu} \quad \sigma_{t, \text{max}} := 0 \text{ MPa} > \sigma_{dd}$$

Ohybový moment od UDL a TS - charakteristické hodnoty $M_{dk} = 450 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$$\sigma_{dd,rah} := \frac{M_{dk}}{I_{pci}} \cdot t_{pri} = 11.741 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh,rah} := \frac{-M_{dk}}{I_{pci}} \cdot (h_{celk} - t_{pri} - h_d) = -6.448 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{doska,rah} := \frac{-M_{dk}}{I_{pci}} \cdot (h_{celk} - t_{pri}) = -12.132 \text{ MPa}$$

Výsledné napätia

$$\sigma_{dd,inf} := \sigma_{dd,static,120,inf} + \sigma_{dd,rah} = 0.141 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dd,sup} := \sigma_{dd,static,120,sup} + \sigma_{dd,rah} = -2.359 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh,inf} := \sigma_{hh,static,120,inf} + \sigma_{hh,rah} = -39.148 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh,sup} := \sigma_{hh,static,120,sup} + \sigma_{hh,rah} = -39.948 \text{ MPa}$$

Max. prípustné napätie v tlaku: $\sigma_{c,max} := 0.6 \cdot f_{ck,n} = 33 \text{ MPa} > \sigma_{hh}$ VYHOVUJE

Max. prípustné napätie v tahu: $\sigma_{t,max} := f_{ctm,n} = 4.2 \text{ MPa} > \sigma_{dd}$

Štádium užívania – 100 rokov

Napätia v krajných vláknoch (TDA výpočet SCIA, zohľadnenie strát a objemových zmien po spriahnutí prierezu)

Predpätie hodnota INF, zvrsok hodnota SUP, VLT

Spodok nosníka $\sigma_{dd,static,100r,inf} = -10.4 \text{ MPa}$ $\sigma_{dd,static,100r,sup} = -13.03 \text{ MPa}$

Vrch nosníka $\sigma_{hh,static,100r,inf} = -18.03 \text{ MPa}$ $\sigma_{hh,static,100r,sup} = -18.73 \text{ MPa}$

Nadbetónovaná doska $\sigma_{doska,static,100r,inf} = -1.9 \text{ MPa}$ $\sigma_{doska,static,100r,sup} = -1.9 \text{ MPa}$

Ohybový moment od UDL a TS - casta komb $M_{q,cas} = 315 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$$\sigma_{dd,rah} := \frac{M_{q,cas}}{I_{pci}} \cdot t_{pri} = 8.219 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh,rah} := \frac{-M_{q,cas}}{I_{pci}} \cdot (h_{celk} - t_{pri} - h_d) = -4.514 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{doska,rah} := \frac{-M_{q,cas}}{I_{pci}} \cdot (h_{celk} - t_{pri}) = -8.493 \text{ MPa}$$

Výsledné napätia

$$\sigma_{dd,inf} := \sigma_{dd,static,100r,inf} + \sigma_{dd,rah} = -2.181 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dd,sup} := \sigma_{dd,static,100r,sup} + \sigma_{dd,rah} = -4.781 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh,inf} := \sigma_{hh,static,100r,inf} + \sigma_{hh,rah} = -22.514 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh,sup} := \sigma_{hh,static,100r,sup} + \sigma_{hh,rah} = -23.214 \text{ MPa}$$

Max. prípustné napätie v tlaku: $\sigma_{c,max} := 0.6 \cdot f_{ck,n} = 33 \text{ MPa} > \sigma_{hh}$ VYHOVUJE

Max. prípustné napätie v tahu: $\sigma_{t,max} := 6 \text{ MPa} > \sigma_{dd}$

Ohybový moment od UDL a TS - charakteristické hodnoty $M_k := 450 \text{ kNm}$

$$\sigma_{dd.nah} := \frac{M_k}{I_{pr.i}} \cdot t_{pri} = 11.741 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh.nah} := \frac{-M_k}{I_{pr.i}} \cdot (h_{celk} - t_{pri} - h_d) = -6.448 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{doska.nah} := \frac{-M_k}{I_{pr.i}} \cdot (h_{celk} - t_{pri}) = -12.132 \text{ MPa}$$

Výsledné napätia

$$\sigma_{ddr.inf} := \sigma_{dd.stale.100r.inf} + \sigma_{dd.nah} = 13.41 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ddr.sup} := \sigma_{dd.stale.100r.sup} + \sigma_{dd.nah} = -1.250 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hhr.inf} := \sigma_{hh.stale.100r.inf} + \sigma_{hh.nah} = -24.448 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hhr.sup} := \sigma_{hh.stale.100r.sup} + \sigma_{hh.nah} = -25.148 \text{ MPa}$$

Max. prípustné napätie v tlaku: $\sigma_{c.max} := 0.6 f_{ck,n} = 33 \text{ MPa} > \sigma_{hh}$ VYHOVUJE

Max. prípustné napätie v ťahu $\sigma_{t.max} := f_{ctm,n} = 4.2 \text{ MPa} > \sigma_{dd}$

7.3.2 Výpočet napätí v strede rozpätia pre krajný nosník

Štádium odovzdania do užívania

Počet predp. jednotiek (dolná rada, horná rada a horná v stojine)

$$n_{p1} := 8 \quad n_{p2} := 6 \quad n_{p3} := 2$$

Poloha predp. jednotiek od horného okraja celého nosníka (aj s dobetonávkou)

$$d_{p1} := 450 \text{ mm} \quad d_{p2} := 400 \text{ mm} \quad d_{p3} := 200 \text{ mm}$$

Rozmery nosníka

$$b_d := 780 \text{ mm}$$

$$b_g := 480 \text{ mm}$$

$$I_y := 0.003195 \text{ m}^4$$

$$A_n := 0.2412 \text{ m}^2$$

$$\text{obvod} \quad u_n := 2.55 \text{ m}$$

$$I_{eff} := 10.6 \text{ m}$$

$$h_n := 400 \text{ mm}$$

Vzdialenosť ťažiska od spodného vlákna

$$t_{nos} := 0.177 \text{ m} \quad z_h := h_n - t_{nos} = 0.223 \text{ m}$$

Vzdialenosť ťažiska k spodnej hrane

$$z_d := 177 \text{ mm}$$

Prierezové charakteristiky celého prierezu

$$h_{celk} := 525 \text{ mm}$$

$$b_d = 0.78 \text{ m}$$

$$I_{yc} := \frac{1}{12} b_d \cdot h_{celk}^3 = 9,406 \times 10^{-3} \text{ m}^4 \quad n_{pr} := h_{celk} \cdot b_d = 0,41 \text{ m}^2$$

bazisko

$$t_c := \frac{h_{celk}}{2} = 0,263 \text{ m}$$

Ideálne prierezové charakteristiky celého prierezu

$$A_{pri} := A_{pr} + A_p \cdot (n_{p1} + n_{p2} + n_{p3}) \cdot (\alpha_s - 1) = 0,42 \text{ m}^2$$

$$t_{pri} := \frac{A_{pr} t_c + (\alpha_s - 1) A_p n_{p1} d_{pdl} + (\alpha_s - 1) A_p n_{p2} d_{pdl} + [(\alpha_s - 1) A_p n_{p3} d_{pdl}]}{A_{pri}} = 0,259 \text{ m}$$

$$I_{pri} := I_{yc} + A_{pr} (t_{pri} - t_c)^2 = 9,41 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

Napätia v krajných vláknach (TDA výpočet SCIA, zohľadnenie strát a objemových zmien po sprisahnutí prierezu)

Predpätie hodnota INF, zvisok hodnota SUP, VLT nosníka a sprisahujúcej dosky

Spodok nosníka $\sigma_{dd, state, 120, inf} := -9,4 \text{ MPa}$ $\sigma_{dd, state, 120, sup} := -11,6 \text{ MPa}$

Vrch nosníka $\sigma_{hh, state, 120, inf} := -14,3 \text{ MPa}$ $\sigma_{hh, state, 120, sup} := -14,6 \text{ MPa}$

Nadbetónovaná doska $\sigma_{doska, state, 120, inf} := -1,6 \text{ MPa}$ $\sigma_{doska, state, 120, sup} := -1,6 \text{ MPa}$

Ohybový moment od UDL a TS - casta kombinacia $M_{q, cas} := 230 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\sigma_{dd, nah} := \frac{M_{q, cas}}{I_{pri}} t_{pri} = 6,884 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh, nah} := \frac{-M_{q, cas}}{I_{pri}} (h_{celk} - t_{pri} - h_d) = -3,743 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{doska, nah} := \frac{-M_{q, cas}}{I_{pri}} (h_{celk} - t_{pri}) = -7,064 \text{ MPa}$$

Výsledné napätia $\sigma_{dd, inf} := \sigma_{dd, state, 120, inf} + \sigma_{dd, nah} = -2,516 \text{ MPa}$

$$\sigma_{dd, sup} := \sigma_{dd, state, 120, sup} + \sigma_{dd, nah} = -4,716 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh, inf} := \sigma_{hh, state, 120, inf} + \sigma_{hh, nah} = -18,043 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh, sup} := \sigma_{hh, state, 120, sup} + \sigma_{hh, nah} = -18,343 \text{ MPa}$$

Max. prípustné napätie v tlaku: $\sigma_{c, max} := 0,6 \cdot f_{ck, fl} = 33 \text{ MPa}$ $>$ σ_{hh} **VYHOVUJE**

Max. prípustné napätie v tahu $\sigma_{t, max} := 0 \text{ MPa}$ $>$ σ_{dd}

Ohybový moment od UDL a TS - charakteristické hodnoty $M_k := 330 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\sigma_{dd, nah} := \frac{M_k}{I_{pri}} t_{pri} = 9,637 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh, nah} := \frac{-M_k}{I_{pri}} (h_{celk} - t_{pri} - h_d) = -5,24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{doska, nah} := \frac{-M_k}{I_{pri}} (h_{celk} - t_{pri}) = -9,889 \text{ MPa}$$

Výsledné napätia

$$\sigma_{dd.inf} := \sigma_{dd.stale.120.inf} + \sigma_{dd.nah} = 0.237 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dd.sup} := \sigma_{dd.stale.120.sup} + \sigma_{dd.nah} = -1.063 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh.inf} := \sigma_{hh.stale.120.inf} + \sigma_{hh.nah} = -19.34 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh.sup} := \sigma_{hh.stale.120.sup} + \sigma_{hh.nah} = -19.84 \text{ MPa}$$

Max. prípustné napätie v tlaku: $\sigma_{c,max} := 0.6 \cdot f_{ck,n} = 33 \text{ MPa} > \sigma_{hh}$

Max. prípustné napätie v ťahu $\sigma_{t,max} := f_{ctm,n} = 4.2 \text{ MPa} > \sigma_{dd}$ **VYHOVUJE**

Štádium užívania – 100 rokov

Napätia v krajných vláknoch (TDA výpočet SCIA, zohľadnenie strát a objemových zmien po spriahnutí prierezu)

Predpätie hodnota INF, zvrsok hodnota SUP, VLT nosníka a spriahnujúcej dosky

Spodok nosníka $\sigma_{dd.stale.100r.inf} := -8.35 \text{ MPa}$ $\sigma_{dd.stale.100r.sup} := -10.53 \text{ MPa}$

Vrch nosníka $\sigma_{hh.stale.100r.inf} := -11.25 \text{ MPa}$ $\sigma_{hh.stale.100r.sup} := -11.53 \text{ MPa}$

Nadbetonovaná doska $\sigma_{doska.stale.100r.inf} := -1.73 \text{ MPa}$ $\sigma_{doska.stale.100r.sup} := -1.73 \text{ MPa}$

Ohybový moment od UDL a TS - časť komb. $M_{q,cas} := 250 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$$\sigma_{dd.nah} := \frac{M_{q,cas}}{I_{pri}} \cdot t_{pri} = 6.884 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh.nah} := \frac{-M_{q,cas}}{I_{pri}} \cdot (h_{celk} - t_{pri} - h_d) = -3.743 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{doska.nah} := \frac{-M_{q,cas}}{I_{pri}} \cdot (h_{celk} - t_{pri}) = -7.064 \text{ MPa}$$

Výsledné napätia

$$\sigma_{ddr.inf} := \sigma_{dd.stale.100r.inf} + \sigma_{dd.nah} = -1.466 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ddr.sup} := \sigma_{dd.stale.100r.sup} + \sigma_{dd.nah} = -3.646 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hhr.inf} := \sigma_{hh.stale.100r.inf} + \sigma_{hh.nah} = -14.943 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hhr.sup} := \sigma_{hh.stale.100r.sup} + \sigma_{hh.nah} = -15.243 \text{ MPa}$$

Max. prípustné napätie v tlaku: $\sigma_{c,max} := 0.6 \cdot f_{ck,n} = 33 \text{ MPa} > \sigma_{hh}$

Max. prípustné napätie v ťahu $\sigma_{t,max} := 6 \text{ MPa} > \sigma_{dd}$ **VYHOVUJE**

Ohybový moment od UDL a TS - charakteristické hodnoty $M_k := 350 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$$\sigma_{dd.nah} := \frac{M_k}{I_{pri}} \cdot t_{pri} = 9.637 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{hh.nah} := \frac{-M_k}{I_{pri}} \cdot (h_{celk} - t_{pri} - h_d) = -5.24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{doska.nah} := \frac{-M_k}{I_{pri}} \cdot (h_{celk} - t_{pri}) = -9.889 \text{ MPa}$$

Výsledné napätia

$$\sigma_{\text{dtr.inf}} := \sigma_{\text{dd.stale.100r.inf}} + \sigma_{\text{dd.nah}} = 1.337 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{dtr.sup}} := \sigma_{\text{dd.stale.100r.sup}} + \sigma_{\text{dd.nah}} = -0.863 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{btr.inf}} := \sigma_{\text{bh.stale.100r.inf}} + \sigma_{\text{bh.nah}} = -16.44 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{btr.sup}} := \sigma_{\text{bh.stale.100r.sup}} + \sigma_{\text{bh.nah}} = -16.74 \text{ MPa}$$

Max. prípustné napätie v tlaku: $\sigma_{\text{c,max}} := 0.6 \cdot f_{\text{ck,n}} = 33 \text{ MPa} > \sigma_{\text{btr}}$ VYHOVUJE

Max. prípustné napätie v ťahu $\sigma_{\text{t,max}} := f_{\text{ctm,n}} = 4.2 \text{ MPa} > \sigma_{\text{dtr}}$

8. Priechy smer – medzný stav únosnosti

Spriahajúca doska je v pozdĺžnom smere v definitívnom štádiu uvažovaná ako súčasť predpätého nosníka a v priečnom smere pôsobí ako železobetónový konštrukčný nosný prvok. Dolná výstuž dosky prechádza otvormi v nosníkoch, ktoré sú rozmiestnené približne v 700 mm intervaloch. Jej funkcia je najmä zabezpečenie spolupôsobenia nosníkov v priečnom smere. Mostovková doska je v priečnom smere posúdená z hľadiska ohybovej odolnosti pre kolmý most.

- Krytie betonárskej výstuže pri hornom povrchu:
 - uvažovaný stupeň prostredia: XC3 (vonkajší betón chránený proti dažďu, min. C30/37)
 - priemer použitej výstuže: $\phi_s = 10 \text{ mm}$
 - východzia trieda konštrukcie: S4
 - návrhová životnosť: 100 rokov (zväčšenie triedy konštrukcie o 2)
 - dosková konštrukcia: áno (zmenšenie triedy konštrukcie o 1)
 - výsledná trieda konštrukcie: $S4 + (2 - 1) = S5$
 - minimálna hodnota krytia: $c_{\text{min}} = \max(c_{\text{min,b}} = \phi_s = 10 \text{ mm}, c_{\text{min,dur}} = 30 \text{ mm}) = 30 \text{ mm}$
 - tolerančné zväčšenie krytia: $\Delta c_{\text{min,b}} = 10 \text{ mm}$ (odporúčaná hodnota)
 - nominálna hodnota krytia: $c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{min,b}} = 30 + 10 = 40 \text{ mm}$
- Krytie betonárskej výstuže pri spodnom povrchu:
 - Je definované otvormi v nosníkoch a jeho hodnota dosiahne min. 300 mm

Účinná výška dosky $d := 320 \text{ mm}$

Šírka dosky $b := 1 \text{ m}$

Betón C35/45 $f_{\text{ck}} := 33 \text{ MPa}$ $f_{\text{ctm}} := 3.20 \text{ MPa}$ $\gamma_{\text{bet}} := 23 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Sučiniteľ spol. materiálu (bet) $\gamma_c := 1.5$ $\alpha_{\text{cc}} := 0.83$

Návrhová pevnosť betónu v tlaku $f_{\text{cd}} := \alpha_{\text{cc}} \frac{f_{\text{ck}}}{\gamma_c} = 19.833 \text{ MPa}$

Oceľ B500 medza klzu: $f_{\text{yk}} := 500 \text{ MPa}$

Sučiniteľ spol. materiálu (ocel) $\gamma_s := 1.15$

Návrhová pevnosť ocele v ťahu $f_{\text{yd}} := \frac{f_{\text{yk}}}{\gamma_s} = 434.783 \text{ MPa}$

Kladný ohyb. moment $M_{\text{max}} := 20 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Tlacená zóna $x_t := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{\max}}{b \cdot f_{cd}}} = 3.167 \times 10^{-3} \text{ m}$

$x_{\lim} := \frac{700 \cdot d}{700 + 435} = 0.197 \text{ m}$ $\frac{x_t}{0.8} = 3.959 \times 10^{-3} \text{ m}$ vyhovuje

Potrebná plocha výstuže: $A_{s, \text{req}} := \frac{x_t \cdot b \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 1.445 \cdot \text{cm}^2$

Navrh výstuže $\phi_v := 14 \text{ mm}$ $n_v := 1 \cdot \frac{1000}{750}$

$$A_{s, \text{prov}} := \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} \cdot n_v = 2.053 \cdot \text{cm}^2$$

Overenie únosnosti

$x_b := \frac{A_{s, \text{prov}} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 4.499 \times 10^{-3} \text{ m}$

$M_{rd} := x_b \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \left(d - \frac{x_b}{2} \right) = 28.356 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} > M_{\text{ed}} \dots\dots \text{VYHOVUJE}$

Zaporný ohyb. moment $M_{\max} = 20 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Tlacená zóna $x_t := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{\max}}{b \cdot f_{cd}}} = 3.167 \times 10^{-3} \text{ m}$

$x_{\lim} := \frac{700 \cdot d}{700 + 435} = 0.197 \text{ m}$ $\frac{x_t}{0.8} = 3.959 \times 10^{-3} \text{ m}$ vyhovuje

Potrebná plocha výstuže: $A_{s, \text{req}} := \frac{x_t \cdot b \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 1.445 \cdot \text{cm}^2$

Navrh výstuže $\phi_v := 12 \text{ mm}$ $n_v := 7$

$$A_{s, \text{prov}} := \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} \cdot n_v = 7.917 \cdot \text{cm}^2$$

Overenie únosnosti

$x_b := \frac{A_{s, \text{prov}} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 0.017 \text{ m}$

$M_{rd} := x_b \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \left(d - \frac{x_b}{2} \right) = 107.16 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} > M_{\text{ed}} \dots\dots \text{VYHOVUJE}$

Literatúra [References]

Pre účely statického výpočtu boli použité nasledovné normy s príslušnými národnými prílohami [For the purposes of structural design were used following codes with national annexes]:

- [1] STN EN 1990 Zásady navrhovania nosných konštrukcií, príloha A2: Mosty [STN EN 1990 Basis of structural design, Annex A2: Application for bridges]
- [2] STN EN 1991-1-1 Zaťaženia konštrukcií, Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia – Objemové hmotnosti, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia [STN EN 1991-1-1 Actions on structures, Part 1-1: General actions – Densities, self-weight and imposed loads]
- [3] STN EN 1991-2 Zaťaženia konštrukcií, Časť 2: Zaťaženie mostov dopravou [STN EN 1991-2 Actions on structures, Part 2: Traffic loads on bridges]
- [4] STN EN 1992-1-1 Navrhovanie betónových konštrukcií, Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby [STN EN 1992-1-1 Design of concrete structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings]
- [5] STN EN 1992-2/2005 Navrhovanie betónových konštrukcií, Časť 2: Betónové mosty [STN EN 1992-2/2005 Design of concrete structures, Part 2: Bridges]
- [6] STN EN 15050 Betónové prefabrikáty. Mostné dielce [STN EN 15050 Precast concrete products. Bridge elements]