

## Obsah

1. Identifikačné údaje .....	3
1.1 Stavba .....	3
1.2 Stavebník .....	3
1.3 Projektant.....	3
1.4 Správca objektu .....	3
2. Technická správa k statickému výpočtu.....	3
2.1 Technické riešenie .....	3
2.2 Predpoklady výpočtu .....	4
2.2.1 Nosná konštrukcia .....	4
2.2.2 Ložiská .....	4
2.2.3 Spodná stavba.....	4
2.2.4 Zaťaženie mosta .....	5
3. Použité podklady a normy .....	6
4. Dispozičné riešenie .....	7
5. Statický výpočet nosnej oceľobetónovej konštrukcie dosky D-P a D-L.....	10
5.1 Geometrické parametre nosnej konštrukcie .....	10
5.2 Výpočtový model nosnej konštrukcie .....	10
5.2.1 Opis výpočtového modelu.....	10
5.2.2 Charakteristiky materiálov .....	13
5.3 Výpočet zaťaženia na nosnú konštrukciu .....	13
5.3.1 Zaťaženie stále .....	13
5.3.2 Zaťaženie premenné dlhodobé .....	13
5.3.3 Zaťaženie dopravou.....	14
5.3.4 Zaťaženie vetrom .....	19
5.4 Výpočet vnútorných síl.....	20
5.4.1 Kombinácie zaťažení.....	20
5.4.2 Vnútorné sily .....	21
5.5 Posúdenie hlavných nosníkov .....	22
5.5.1 Posúdenie prierezu – „KRAJNÝ“ prierez .....	22
5.5.2 Posúdenie prierezu – „VNÚTORNÝ“ prierez .....	37
5.5.3 Posúdenie prierezu – „PILIER“ prierez .....	50
5.5.4 Posúdenie prierezu – „PRECHODOVÝ“ prierez .....	55
5.6 Posúdenie deformácií nosnej konštrukcie .....	61
5.6.1 Priehyb nosnej konštrukcie .....	61
5.6.2 Pozdĺžna deformácia nosnej konštrukcie od rozjazdu a brzdenia.....	63
5.6.3 Pozdĺžna deformácia nosnej konštrukcie pre zvislé zaťaženie .....	63
5.6.4 Pootočenie prierezu nosnej konštrukcie .....	63
5.7 Návrh a posúdenie nadpodperového priečnika.....	63
5.8 Návrh a posúdenie nosníka revíznej lávky .....	67
5.9 Návrh a posúdenie mostovky .....	69
5.9.1 Posúdenie vystužujúceho rebra – medzi nosníkmi .....	69
5.9.2 Posúdenie vystužujúceho rebra – nad nosníkom.....	71
5.9.3 Posúdenie dosky mostovky – medzi nosníkmi .....	73
5.9.4 Posúdenie dosky mostovky – nad nosníkom.....	75
5.10 Návrh a posúdenie výstuže rímsy .....	77
5.10.1 Zaťaženie a vnútorné sily .....	77
5.10.2 Návrh a posúdenie výstuže na $M_d$ .....	78

5.10.3	Návrh a posúdenie výstuže na $V_d$ .....	79
6.	Ložiská .....	80
6.1	Zaťaženie ložísk.....	80
6.2	Výpočet dilatácií.....	80
6.3	Návrh a rozmiestnenie ložísk .....	81
6.4	Posúdenie kotvenia ložísk .....	82
6.4.1	Privarenie ložísk o úložné dosky.....	82
6.4.2	Uchytenie o dolné pásnice trámov .....	82
6.4.3	Kotvenie do úložných prahov .....	82
7.	Statický výpočet spodnej stavby .....	83
7.1	Charakteristiky materiálov .....	83
7.2	Krajná opora „O5“ .....	83
7.2.1	Posúdenie úložného prahu.....	83
7.2.2	Posúdenie opory .....	84
7.3	Krídlo.....	101
7.4	Medziľahlé piliere .....	110
7.4.1	Výpočtový model .....	110
7.4.2	Zaťaženie pilierov .....	110
7.4.3	Posúdenie úložného prahu.....	111
7.4.4	Posúdenie drieku piliera .....	113
7.4.5	Posúdenie základu piliera.....	119
8.	Posúdenie paženia stavebnej jamy .....	126
8.1	Posúdenie paženia.....	126
8.2	Posúdenie štetovnice.....	134
9.	Záver.....	134

**SO 409-33-02** Liptovský Hrádok – Liptovský Mikuláš, železničný most nad účelovou komunikáciou a bezmenným potokom v nžkm 244,572

## 1. Identifikačné údaje

### 1.1 Stavba

Názov stavby: **ŽSR, Modernizácia trate Žilina – Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 5. etapa**

UČS: 409 – t. ú. Liptovský Hrádok – Liptovský Mikuláš

Miesto objektu: Podtureň

Okres: Liptovský Mikuláš

Kraj: Žilinsky

### 1.2 Stavebník

Názov stavebníka: Železnice Slovenskej Republiky, Bratislava  
Klemensova č.8, 813 61 Bratislava

### 1.3 Projektant

Generálny projektant: **REMING Consult, a.s.**  
**Trnavská cesta č. 27, 831 04 Bratislava 3**

Manažér projektu: Ing. Karol Dobosz

Spracovateľ PD: REMING Consult a.s.  
Stredisko Žilina, Farská ulička 6, 010 01 Žilina

Zodpovedný projektant SO: Ing. Vladimír Piták

Stupeň PD: **DRS**

### 1.4 Správca objektu

Správca: ŽSR, Oblastné riaditeľstvo Žilina  
ul. 1. mája  
010 01 Žilina

## 2. Technická správa k statickému výpočtu

Predmetom tohto statického výpočtu je návrh hlavných častí železničného mosta, ktorý premostňuje účelovú komunikáciu a bezmenný potok v katastri obce Podtureň.

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

### 2.1 Technické riešenie

Navrhovaný mostný objekt prevádza preložku železničnej trate s návrhovou rýchlosťou 160km/h ponad účelovú komunikáciu a bezmenný potok v katastri obce Podtureň. Most cez uvedenú prekážku prevádza koľaje navrhovanej modernizovanej trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), ktoré sú na moste vedené v priamej a na konci mosta v prechodnici. Koľaje č.1 a č.2 sú navrhované bez prevýšenia. Všetky koľaje sú v klesaní 1,0277%. Osová vzdialenosť koľají je 5,0m. V prechodnici sa osová vzdialenosť koľají postupne znižuje až po hodnotu 4,1m v smerovom

oblúku. Na moste je použitý železničný zvršok UIC60 na betónových podvaloch B91 uložených v priebežnom koľajovom lôžku. Stanovená dĺžka mosta vyplynula z potreby preklenutia daných prekážok, a viedla k návrhu štvorpoľovej spojenej spriahnutej ocelobetónovej konštrukcie s rozpätím jednotlivých poľí 23,835+34,0+34,0+26,5m. Priestorové usporiadanie nosnej konštrukcie rešpektujú smerové a výškové vedenie železničnej trate.

#### **Hlavné údaje o navrhovanom objekte:**

- Traťová rýchlosť:	160km/h
- Smerové pomery:	traťový úsek, v priamej a prechodnici
- Sklonové pomery:	niveleta klesá 1,0277% v smere staničenia
- Zvršok:	UIC60-B91
- Prekážka:	účelová komunikácia a bezmenný potok
- Uhol križovania s prekážkou:	cca 65°
- Počet mostných poľí:	4
- Svetlosť mostného otvoru:	21,885+2x32,0+24,5m
- Rozpätie mostného poľa:	23,835+2x34,0+26,5m
- Dĺžka mosta:	121,885m
- Celková dĺžka mosta:	136,185m (vrátane prechodových dosiek)
- Voľná výška pod mostom:	5,64m

## **2.2 Predpoklady výpočtu**

### **2.2.1 Nosná konštrukcia**

Ocelobetónové nosné konštrukcie sú navrhnuté z ocelových zvarianých I nosníkov výšky 2300mm v poli a 2310mm nad piliermi z ocele S355J2 a betónu C35/45 vystuženého z betonárskej ocele B 500B [10 505(R)]. Pod každou koľajou je navrhnutá jedná nosná konštrukcia, pričom obe konštrukcie sú od seba pozdĺžne oddilátované. Spodná pásnica má rozmer 40x1000mm v oblasti uloženia, 30x700mm poli, 40x850mm v prechodovej oblasti. Horná pásnica je navrhnutá 25x400mm v poli a nad krajnými podperami, 40x800mm v oblasti nad vnútornými podperami a 40x600mm v prechodovej oblasti. Hrúbka steny je konštantná po celej dĺžke a má hodnotu 18mm. Betonáž nosnej konštrukcie sa predpokladá na podpernej skruži. Ošetrovanie betónu sa bude dodržiavať počas min. 3 dní od betonáže. Predpoklad pôsobenia celého zaťaženia, vrátane zvršku, je 30 dní a uvedenie mosta do prevádzky 100 dní od betonáže dosky. Životnosť mosta sa predpokladá 100 rokov.

### **2.2.2 Ložiská**

Nosná konštrukcia sa osadí na všetkých podperách na nenormalizované hrncové ložiská typu RW podľa STN EN 1337. Pevné uloženie nosnej konštrukcie bude na opore O5. Ložiská sú osadené na ložiskové bloky, do ktorých sú upevnené štandardne pomocou trňov. Na dolné pásnice hlavných nosníkov sú skrutkované. Rozdelenie ložísk na jednotlivých podperách je uvedené v tabuľke.

### **2.2.3 Spodná stavba**

Spodnú stavbu mosta tvorí opora O5 a štyri piliere P1, P2, P3 a P4. Pilier P1 je spoločný aj s nosnou konštrukciou mosta SO 409-33-01. Opora je navrhnutá ako železobetónová s hrúbkou drieru 3,5m a má celkovú dĺžku 11,685m. Na opory nadväzujú svahové gravitačné železobetónové krídla. Krídla sú navrhnuté rôznych dĺžok, čo vyplynulo z rôznych výšok násypového telesa. Drieky krídel majú navrhnutú hrúbku 1,0m. Drieky sú votknuté do základov šírky 5,1m.

Železobetónové piliere P1 až P4 majú podobný tvar. Líšia sa len vo výške založenia a pilier P1 sa líši aj v celkovej šírke nosnej konštrukcie. Sú navrhnuté ako rámové železobetónové.

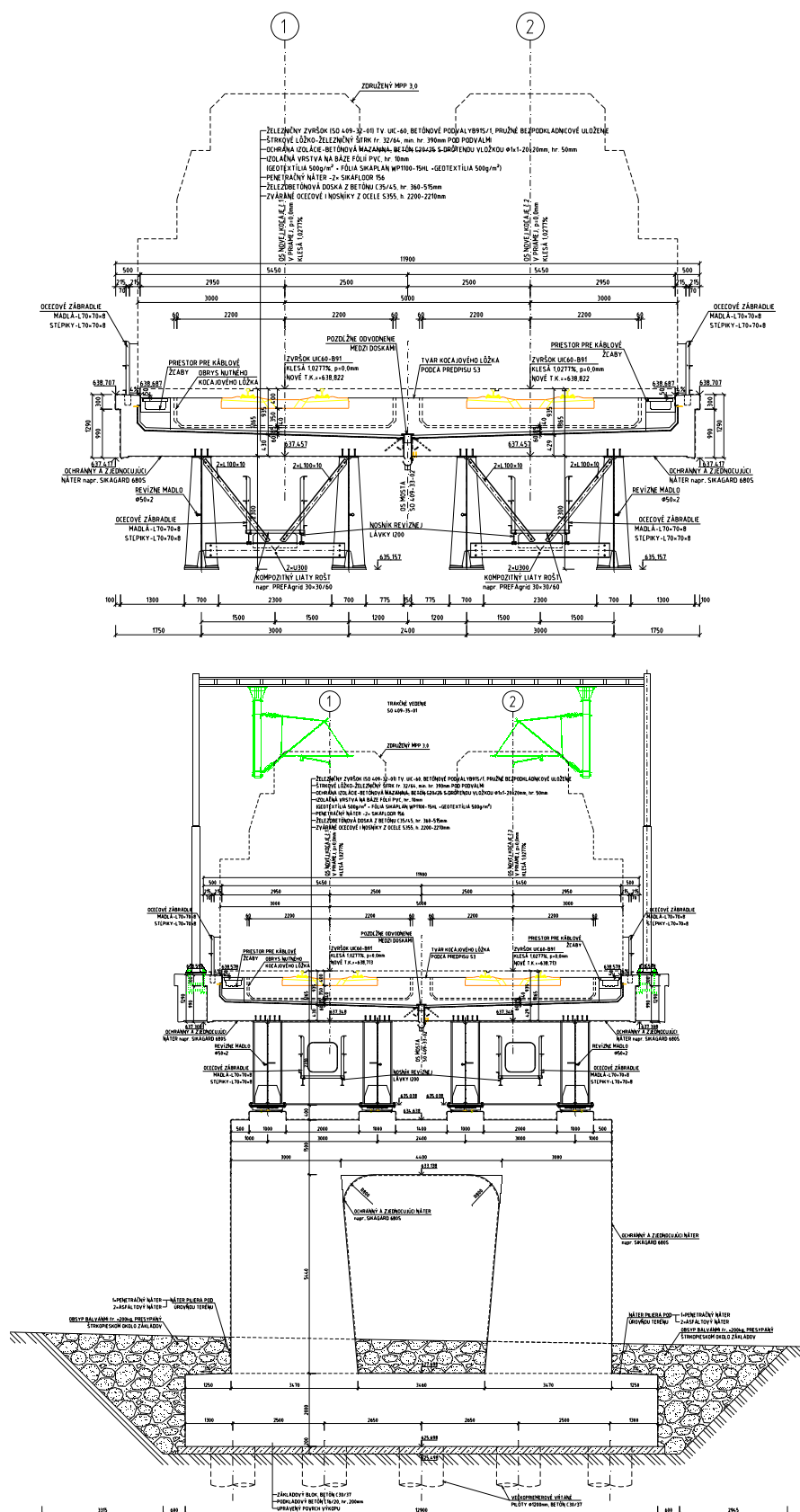
#### **2.2.4 Zaťaženie mosta**

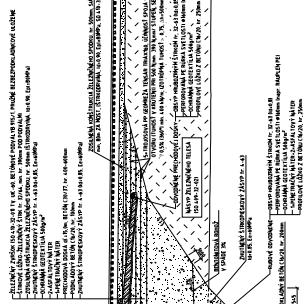
Most je navrhnutý na účinky zaťažovacieho vlaku LM71, SW/0 a SW/2 podľa STN EN 1992-2 Zaťaženie mostov dopravou.

### 3. Použité podklady a normy

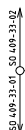
- [1] schválená dokumentácia pre stavebné povolenie,
- [2] obhliadka a fotodokumentácia miesta stavby,
- [3] inžiniersko-geologický prieskum, spracovaný fy. GEOFOS v 12/2007,
- [4] dokumentácia pre územné rozhodnutie,
- [5] geodetické zameranie účelová mapa v systéme JTSK03, vo výškovom systéme Balt p.v., v triede presnosti 2,
- [6] hydrologické údaje vodných tokov (v profiloch kríženia so žel. traťou): Slovenský hydrometeorologický ústav,
- [7] podklady dodávateľov navrhovaných zariadení
- [8] STN 28 0315: Priechodové prierezy celoštátnych dráh a vlečiek s rozchodom koľaje 1435mm
- [9] STN 73 3050: Zemné práce, všeobecné ustanovenia
- [10] STN 73 6133: Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií
- [11] STN 73 6201: Projektovanie mostných objektov. SUTN Bratislava
- [12] STN EN 1990+NP: Zásady navrhovania konštrukcií. SUTN Bratislava
- [13] STN EN 1990/A1+NP: Zásady navrhovania. Zmena A1: Príloha A2: Použitie pre mosty. SUTN Bratislava
- [14] **Súbory noriem a národné prílohy k STN EN 1991: Zaťaženie stavebných konštrukcií.** (časti 1-1, 1-4 a 2). SUTN Bratislava
- [15] **Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1992: Navrhovanie betónových konštrukcií.** (časti 1-1 a 2). SUTN Bratislava
- [16] **Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1993: Navrhovanie oceľových konštrukcií.** (časti 1-1, 1-5, 1-8, 1-9, 2 a 5). SUTN Bratislava
- [17] **Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1994: Navrhovanie spriahnutých oceľobetónových konštrukcií.** (časti 1-1 a 2)
- [18] **Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1997: Navrhovanie geotechnických konštrukcií.** (časti 1 a 2). SUTN Bratislava
- [19] STN EN 13670: Zhotovovanie betónových konštrukcií. SUTN Bratislava
- [20] STN EN 206-1: Betón – Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti výroba a zhoda. SUTN Bratislava 2002
- [21] STN 73 0037: Zemný tlak na stavebné konštrukcie, SUTN Bratislava ( v znení ČSN 73 0037, ÚNM Praha 1990)
- [22] STN 73 1001: Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb
- [23] TNŽ 73 6312: Navrhovanie konštrukčných vrstiev podvalového podlažia
- [24] STN 73 3040: Geotextílie a geotextíliam podobné výrobky na stavebné účely. Základné ustanovenia a technické požiadavky
- [25] Špecifikácia technicko-kvalitatívnych podmienok spracovania
- [26] P760/4: НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ПЕРЕХОДНЫХ УЧАСТКОВ С НАСЫПИ НА МОСТ. ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

#### 4. Dispozičné riešenie







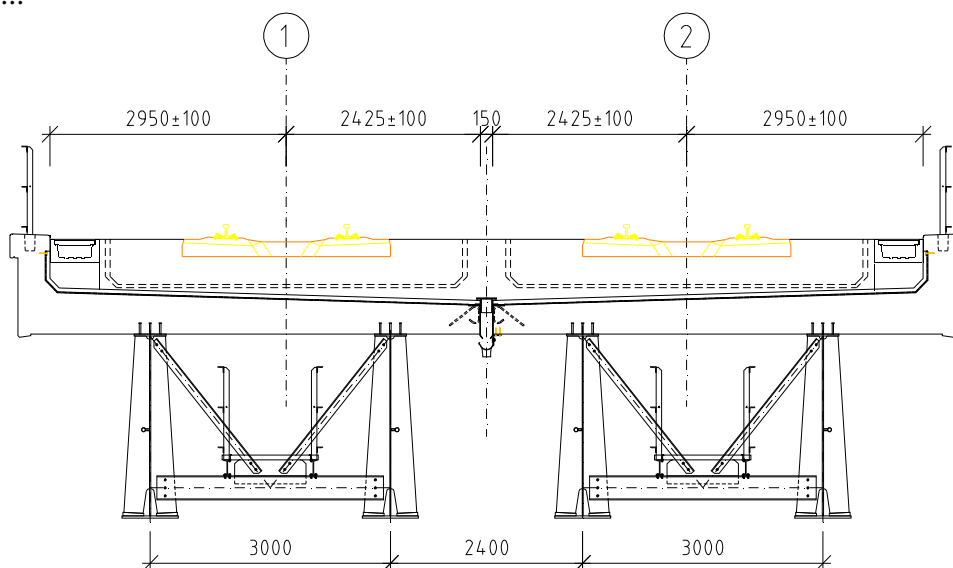


## 5. Statický výpočet nosnej ocel'obetónovej konštrukcie dosky D-P a D-L

### 5.1 Geometrické parametre nosnej konštrukcie

V dôsledku pozdĺžnej dilatácie nosných ocel'obetónových konštrukcií pôsobí každá doska ako samostatný nosný systém. Vzhľadom k možnej zmene polohy koľaje na moste od projektovanej polohy, je potrebné uvažovať zaťažovacie stavy vyvolávajúce najnepriaznivejšie vnútorné sily.

Pre potreby statického výpočtu boli zavedené určité zjednodušenia a predpoklady. V prípade geometrie mostovky ide hlavne o zanedbanie vyspádovania dna vane, kde sa uvažovalo s priemernou hrúbkou 445mm, zakrivenie nosnej konštrukcie vplyvom prechodu koľaje do prechodnice...



obr. 1 Navrhované a uvažované krajné polohy koľaje

Vzhľadom k možnej zmene polohy koľaje na moste od projektovanej polohy, je potrebné uvažovať zaťažovacie stavy vyvolávajúce najnepriaznivejšie vnútorné sily. V súlade s STN EN 1991-2 je uvažované s najkrajnejšou možnou polohou koľaje. V prípade analyzovanej konštrukcie je tak počítané nie s projektovanou polohou, ale s najnepriaznivejšou možnou polohou koľaje, kedy je koľaj vzdialená 1200mm od vnútorného nosníka (v návrhu sa uvažovalo s koľajou č.1 a s jej prevýšením, polomeru v oblúku a odstredivej sily).

Z dispozičného riešenia vyplýva plocha štrkového lôžka pre krajnú polohu koľaje cca 3,725m<sup>2</sup>/bm, čo predstavuje priemernú hrúbku 685,37mm. Túto priemernú hrúbku (plochu) lôžka po celej šírke a dĺžke mosta budeme ďalej uvažovať pre určenie zaťaženia s možným rozptylom ±30% podľa STN EN 1990.

### 5.2 Výpočtový model nosnej konštrukcie

#### 5.2.1 Opis výpočtového modelu

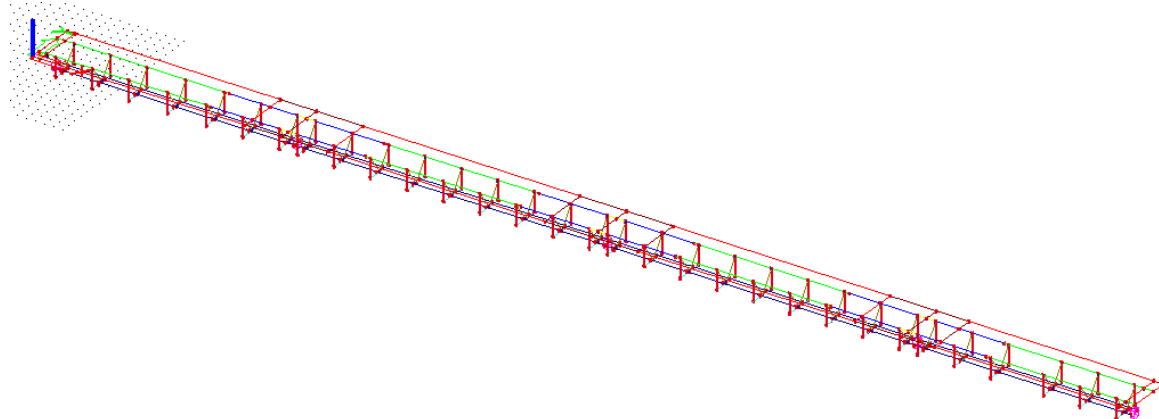
Výpočtový model nosnej konštrukcie bol analyzovaný vo výpočtovom prostredí CAD systému SCIA Engineer.

Železobetónová doska bola modelovaná doskovými 2D konečnými prvkami, pričom ako základný materiál bol zadaný betón C35/45 s modulom pružnosti E=34GPa. Hrúbka dosky bola zadaná priemernou hodnotou t=445mm. V oblasti vnútorných podpier bola doska mostovky modelovaná so zníženou ohybovou tuhosťou, ktorá zohľadňuje vplyv trhlín do vzdialenosti 15%

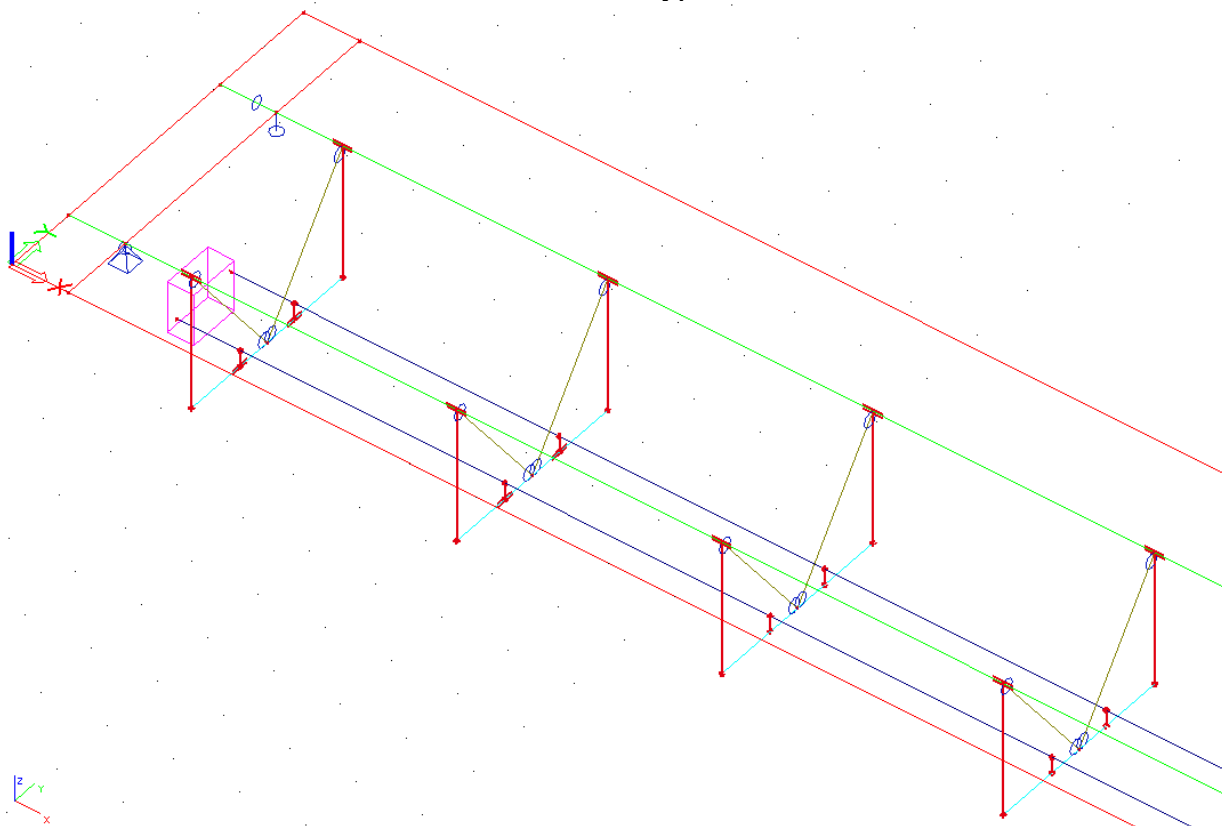
z rozpätia na každú stranu. Náhradný modul pružnosti dosky bol prepočítaný pomerom ohybových tuhostí pred vytvorením trhlín a po vytvorení trhlín. Bol stanovený nasledujúcou hodnotou:

$$E_N = E_c \cdot \frac{A_s}{A_c} = 34 \cdot \frac{0,0513}{2,563} = 0,680 \text{ GPa}$$

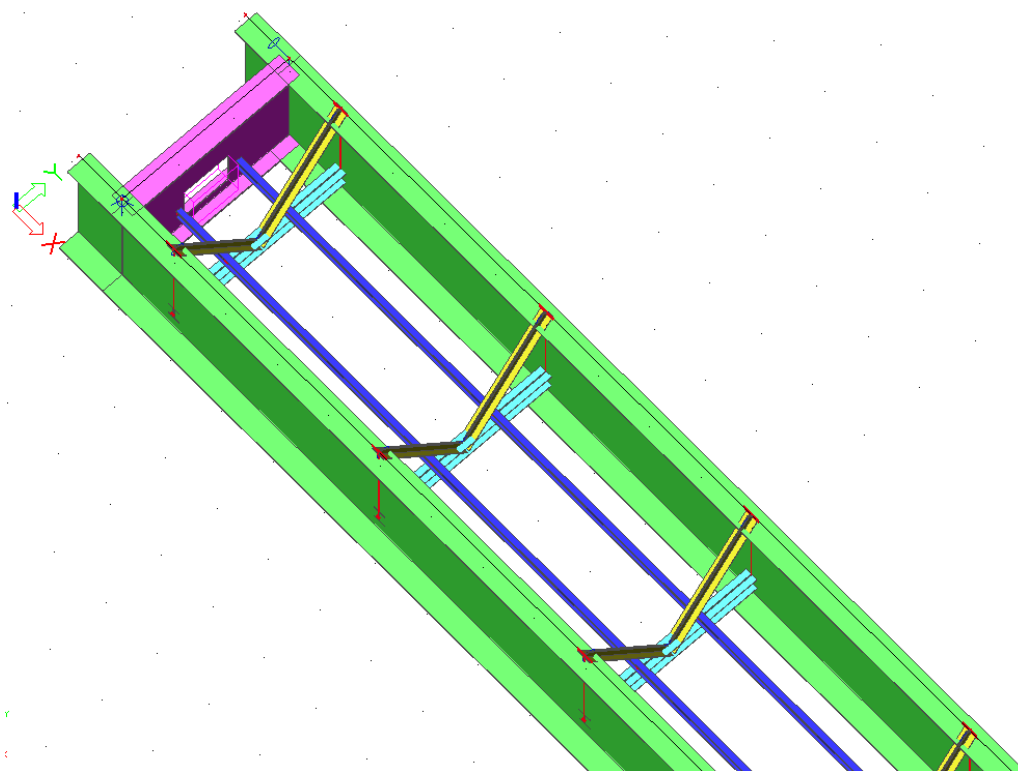
Pozdĺžne rebrá tvoria dva oceľové nosníky, ktoré boli modelované ako excentricky pripojené prúty so zarovnaním na spodok dosky. Modul pružnosti ocele bol uvažovaný  $E=210 \text{ GPa}$ . Spolupôsobiaci šírka bola zadaná pre každý nosník nesymetricky, z jednej strany hodnotou polovice rozpätia a z druhej strany po okraj vyloženia mostovky. Uloženie nosnej konštrukcie v modeli bolo podľa dispozičného riešenia, pričom rešpektovalo možné posunutia a pootočenia podľa návrhu ložísk. Do výpočtového modelu bolo zahrnuté aj priečne stuženie nosného systému s klbovým pripojením pre priehradové stuženie v poli a tuhým pripojením pre nadpodperové stuženie.



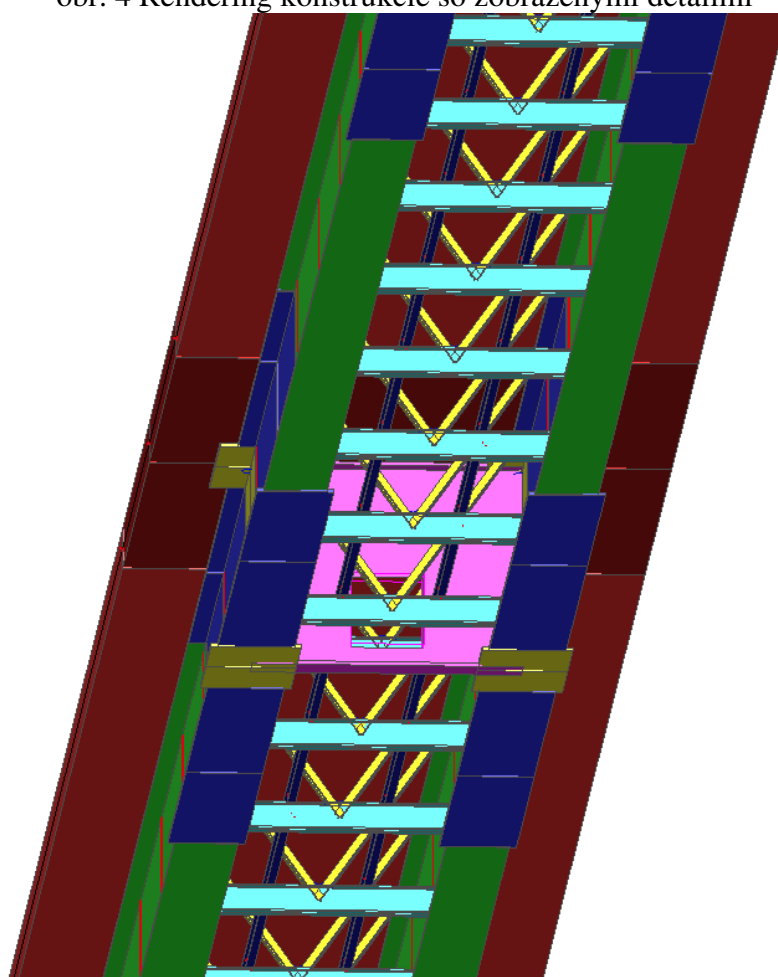
obr. 2 Geometrická schéma výpočtového modelu



obr. 3 Detail geometrickej schémy výpočtového modelu



obr. 4 Rendering konštrukcie so zobrazenými detailmi



obr. 5 Rendering konštrukcie – pohľad od spodku

## 5.2.2 Charakteristiky materiálov

tab. 1 Materiály použité vo výpočtovom modeli

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m <sup>3</sup> ]	E modul [MPa]	Poissonov súčiniteľ	G modul [MPa]	Tepelná rozťažnosť [m/mK]	Poznámka
C35/45	Betón	2500,0	34000	0,2	14208,0	0,0	Spriahajúca doska
B 500B	Oceľ	7850,0	200000,0	0,3	83333,3	0,0	Spriahajúca doska
S355	Oceľ	8164,0	210000,0	0,3	80769,23	0,0	Hl. nosník
S355	Oceľ	7850,0	210000,0	0,3	80769,23	0,0	Priečne stuženie

## 5.3 Výpočet zaťaženia na nosnú konštrukciu

### 5.3.1 Zaťaženie stálie

#### *Vlastná tiaž nosnej konštrukcie*

Vlastná tiaž nosnej konštrukcie je generovaná výpočtovým programom. Tiaž železobetónu je uvažovaná hodnotou 2500kg/m<sup>3</sup>. Tiaž oceľových nosníkov bola zvýšená o 4% prirážku (8164kg/m<sup>3</sup>), čím sa aproximovala tiaž výstuh, skrutiek, zvarov a pod. Ostatné prvky, ako spodné stužidlá, revízná lávky, boli uvažované s hodnotou 7850kg/m<sup>3</sup> pozri tab. v kap. 5.2.2.

### 5.3.2 Zaťaženie premenné dlhodobé

#### *a) Doplnok k vlastnej tiaži*

Modelovaná je tiaž ŽB rímasy (po oddebnení pôsobí táto na spriahnutú konštrukciu). ŽB rímasy pôsobí približne na vonkajšom okraji namodelovanej dosky

$$0,468\text{m}^2 \cdot 25 = 11,7\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Zároveň je modelovaná aj tiaž kompozitného liateho roštu PREFAgrid. Tiaž prefabrikátu pôsobí rovnomerne na modelované nosníky revízných lávok

$$50\text{kg/m}^2 \cdot 0,01 = 0,5\text{kN/m}^2$$

#### *b) Vybavenie mosta*

Predstavuje tiaž zábradlia, ktorá je odhadovaná hodnotou 0,5kN/m, a pôsobí približne na vonkajšom okraji výpočtového modelu.

#### *c) Izolácia*

Predstavuje tiaž izolácie hr. 10mm a ochrannej cementovej vrstvy hr. 50mm

celková dĺžka izolácie je 5,86m a pôsobí cca na namodelovanej doske šírky 5,615m

$$(0,05 \cdot 25 + 0,01 \cdot 14) \cdot 5,85 / 5,435 = 1,496\text{kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad \text{pre medzné stavy únavy a použiteľnosti}$$

Pre medzné stavy únosnosti berieme charakteristickú hodnotu o 20% väčšiu alebo menšiu – v súlade s odporúčaniami STN EN 1990, teda

$$1,2 \cdot 1,496 = 1,795\text{kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad \text{resp.} \quad 0,8 \cdot 1,496 = 1,197\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

#### *d) Tiaž štrkového lôžka*

V tomto zaťažovacom stave je tiaž štrkového lôžka s plochou 3,725m<sup>2</sup> v rámci šírky mosta. Priemerná tiaž pôsobiaca na dno vane šírka 5,435m je tak:

$$3,725\text{m}^2 / 5,435\text{m} \cdot 20 = 13,707\text{kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad \text{pre medzné stavy únavy a použiteľnosti}$$

Pre medzné stavy únosnosti berieme charakteristickú hodnotu o 30% väčšiu alebo menšiu – v súlade s odporúčaniami STN EN 1990, teda

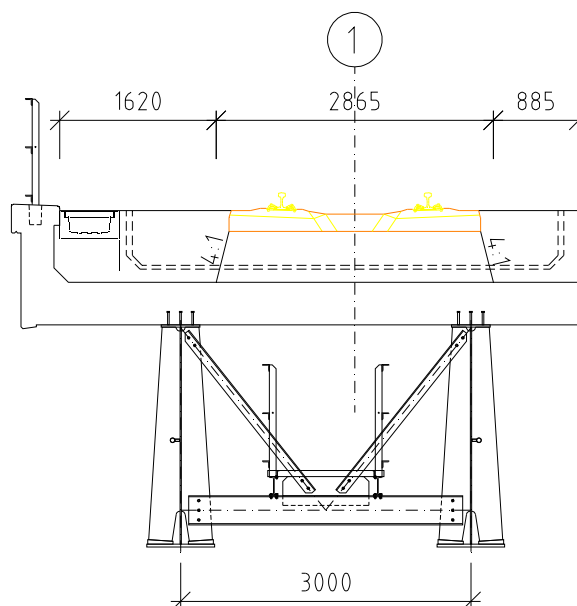
$$1,3 \cdot 13,707 = 17,82\text{kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad \text{resp.} \quad 0,7 \cdot 13,707 = 9,595\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Prípadné káblové žľaby nezohľadňujeme, pretože tiaž odobratej časti štrkového lôžka a podbetónávky s káblovým žľabom je približne rovnaká.

#### *e) Tiaž zvršku*

Podvaly, koľajnica a upevňovadlá – odhadom 4,8kN/m – sa roznesú cez štrkové lôžko v sklone 4:1 (podobne ako účinky vlaku) na šírku 2865mm

$$4,8 / 2,865 = 1,676\text{kN/m}^2$$



obr. 6 Roznos tiaže zvršku (podvalov, koľajníc a upevňovadiel)

**f) Pokles podpier**

Nakoľko sa jedná o spojitú konštrukciu je uvažované z nerovnomerným poklesom podpier. Celkový pokles podpier je uvažovaný hodnotou:

$$U=10,0\text{mm}$$

**g) Zaťaženie trakčným stožiarom**

Zaťaženie trakčným stožiarom je uvažované 3650mm od osi koľaje a 5000mm od osi uloženia na pilieri P2 a P4. Je uvažované po oboch stranách nosnej konštrukcie.

**Zvislý smer**

Vlastná tiaž stĺpa a zostavy:  $F_z=15\text{kN}$

**Pozdĺžny smer**

Sily pôsobiace na trakčnú zostavu jedného stĺpa v kotvení:  $M_y=50\text{kNm}$

**Priečny smer**

Sily pôsobiace na trakčnú zostavu jedného stĺpa v kotvení:  $M_z=20\text{kNm}$

### 5.3.3 Zaťaženie dopravou

#### 5.3.3.1 Zvislé účinky železničnej dopravy

Vo výpočte bolo uvažované s týmito zaťažovacími modelmi podľa STN EN 1991-2

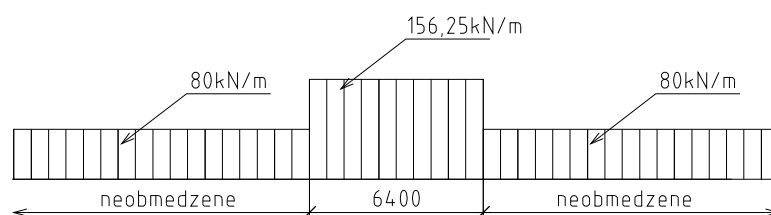
**zaťažovací model 71**

**zaťažovací model SW/0**

**zaťažovací model SW/2**

Uvažujeme rovnomerný roznos cez štrkové lôžko v pozdĺžnom smere. V prípade roznosu kolesových síl LM71 ide o čiastočné zjednodušenie, ktoré nijako významne neovplyvní výsledky.

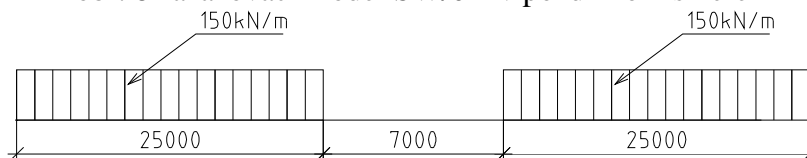
**Hodnoty  $q_{vk}$ :**



obr. 7 zaťažovací model 71 – v pozdĺžnom smere

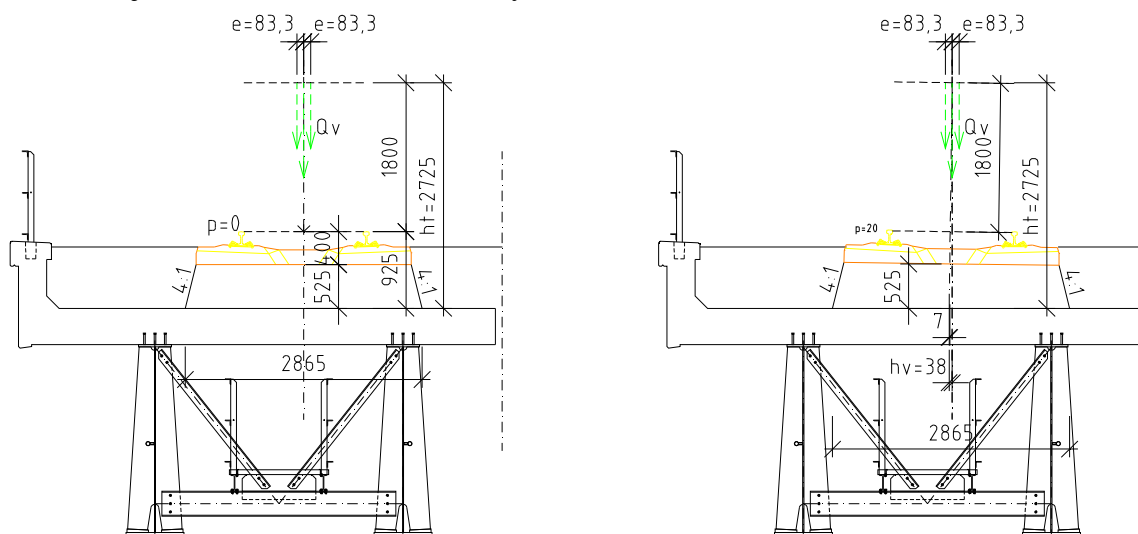


obr. 8 zaťažovací model SW/0 – v pozdĺžnom smere



obr. 9 zaťažovací model SW/2 – v pozdĺžnom smere

V priečnom smere na most uvažujeme roznos cez lôžko pod uhlom 4:1. Pri modeli 71 a SW/0 uvažujeme aj so zohľadnením možnej excentricity „e“ (nerovnomerné rozmiestnenie tiaže na jednotlivé koľajnice). Budeme uvažovať vždy roznášaciu šírku 2865mm.



obr. 10 Schéma priečného roznosu cez koľajové lôžko

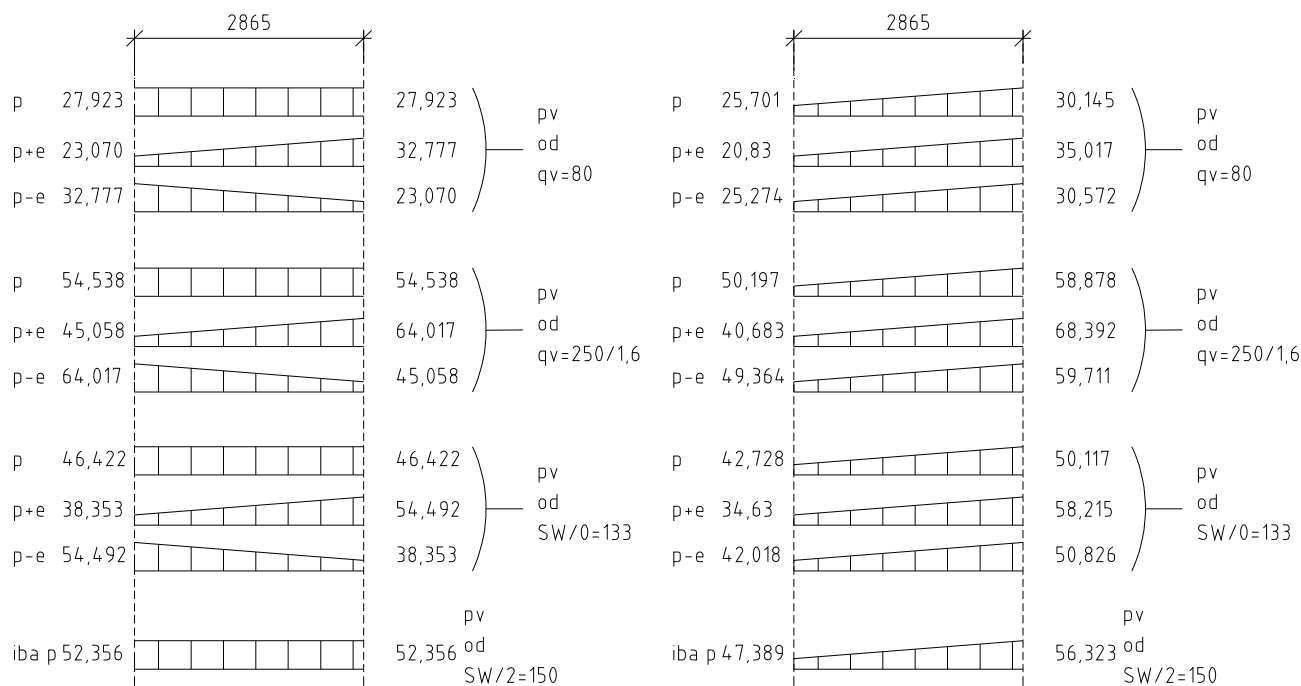
Hodnota plošného rovnomerného zaťaženia pod podvalmi je potom daná vzťahom:

$$p_v = \frac{q_{vk}}{b} \cdot \left( 1 \pm 6 \cdot \frac{h - e}{b} \right)$$

Pre koľaj bez prevýšenia ( $h_v = 0$ ) alebo s prevýšením  $p = 20,0 \text{ mm}$  ( $h_v = 38 \text{ mm}$ ) a možnú excentricitu  $e = 83,3 \text{ mm}$  dostávame hodnoty uvedené na obr. 11.

Hodnoty je ešte potrebné prenásobiť v relevantných prípadoch súčiniteľom klasifikovaného zvislého zaťaženia, ktorý má hodnotu zaťaženia  $\alpha = 1,21$

Prenásobenie je vykonané až pri tvorbe jednotlivých kombinácií zaťaženia, nakoľko v niektorých prípadoch (overenie deformácií, únavovej odolnosti, ...) sa vychádza z charakteristických hodnôt zvislého zaťaženia, teda bez súčiniteľa  $\gamma$ .



obr. 11 Hodnoty plošných zaťažení  $p_v$  [kN/m²] pod podvalmi

### 5.3.3.2 Odstredivé sily

Odstredivú silu vyjadríme ako:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot Q_{vk} \cdot f \quad \text{resp.} \quad q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot q_{vk} \cdot f$$

Uvažujeme odstredivú silu pre polomer  $R_1 = 1940\text{m}$ . Odstredivá sila sa pôsobí len v 4. poli mosta, kde koľaj prechádza do prechodnice. Avšak z dôvodu zjednodušenia výpočtu ju budeme uvažovať na celom moste.

Návrhová rýchlosť na moste je  $V = 160\text{km/hod}$ , čo predstavuje  $v = 44,444\text{m/s}$ .

Je potrebné však uvažovať aj s rýchlosťou  $V = 120\text{km/hod}$ , čo predstavuje  $v = 33,333\text{m/s}$ .

Pre model SW/2 sa uvažuje  $V_{SW/2} = 80\text{km/hod}$ , teda  $v_{SW/2} = 22,222\text{m/s}$ .

Pre  $V = 160\text{km/hod}$   $Q_{tk} = 0,1038 \cdot Q_{vk} \cdot f$  resp.  $q_{tk} = 0,1038 \cdot q_{vk} \cdot f$

Pre  $V = 120\text{km/hod}$   $Q_{tk} = 0,0584 \cdot Q_{vk} \cdot f$  resp.  $q_{tk} = 0,0584 \cdot q_{vk} \cdot f$

Pre  $V = 80\text{km/hod}$   $Q_{tk} = 0,0259 \cdot Q_{vk} \cdot f$  resp.  $q_{tk} = 0,0259 \cdot q_{vk} \cdot f$

Redukčný súčiniteľ  $f$  zistíme jednotne pre celý most s účinnou dĺžkou  $L_f = L_t = 26,5\text{m}$  zo vzťahu:

$$f = \left[ 1 - \frac{V - 120}{1000} \cdot \left( \frac{814}{V} + 1,75 \right) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right) \right] = \left[ 1 - \frac{160 - 120}{1000} \cdot \left( \frac{814}{160} + 1,75 \right) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{2,88}{26,5}} \right) \right] = 0,817$$

Každý prvok má inú hodnotu  $f$ . Čo je však veľmi náročné na určenie kombinácií. Navyše LM71 by sme mali uvažovať s alternatívami so zvislým zaťažením ako:

$$Q_v \cdot (\alpha = 1,21) + Q_t = 0$$

$$Q_v \cdot (\alpha = 1,21) + Q_{t(120\text{km/hod})} \cdot (f = 1,0) \cdot (\alpha = 1,21)$$

$$Q_v \cdot (\alpha = 1,21) + Q_{t(160\text{km/hod})} \cdot (f = 0,817) \cdot (\alpha = 1,0)$$

Vzhľadom na fakt, že v treťom prípade vynechaním súčiniteľa  $\alpha$  pre zvislé zaťaženie je na strane nebezpečnej a  $Q_{t(120\text{km/hod})} \cdot (f = 1,0)$  je hodnota menšia ako  $Q_{t(160\text{km/hod})} \cdot (f = 0,817)$  uvažujeme pre celú nosnú konštrukciu konzervatívnu alternatívu na strane bezpečnej pre LM71 a SW/0:

$$Q_v \cdot (\alpha = 1,21) + Q_{t(160\text{km/hod})} \cdot (f = 0,817) \cdot (\alpha = 1,21)$$

Použitím konzervatívneho prístupu získame dostatočnú rezervu aj pre prvky ktoré majú kratšiu dĺžku  $L_f$ .



Pre SW/2 ostáva v platnosti:

$$Q_v \cdot (\alpha=1,21) + Q_{t(80\text{km/hod})} \cdot (f=1,0) \cdot (\alpha=1,21)$$

Teda veľkosť odstredivých síl budeme uvažovať 1800mm nad temenom koľaje hodnotou:

Zaťažovací model 71:

$$q_{tk,1} = 0,1038 \cdot (0,817 \cdot 156,25) = 13,251 \text{ kN/m} \quad (\text{pre úsek dl. 6400mm})$$

$$q_{tk,2} = 0,1038 \cdot (0,817 \cdot 80) = 6,784 \text{ kN/m} \quad (\text{pre ostatné úseky})$$

Zaťažovací model SW/0:

$$q_{tk,SW/0} = 0,1038 \cdot (0,817 \cdot 133) = 11,279 \text{ kN/m}$$

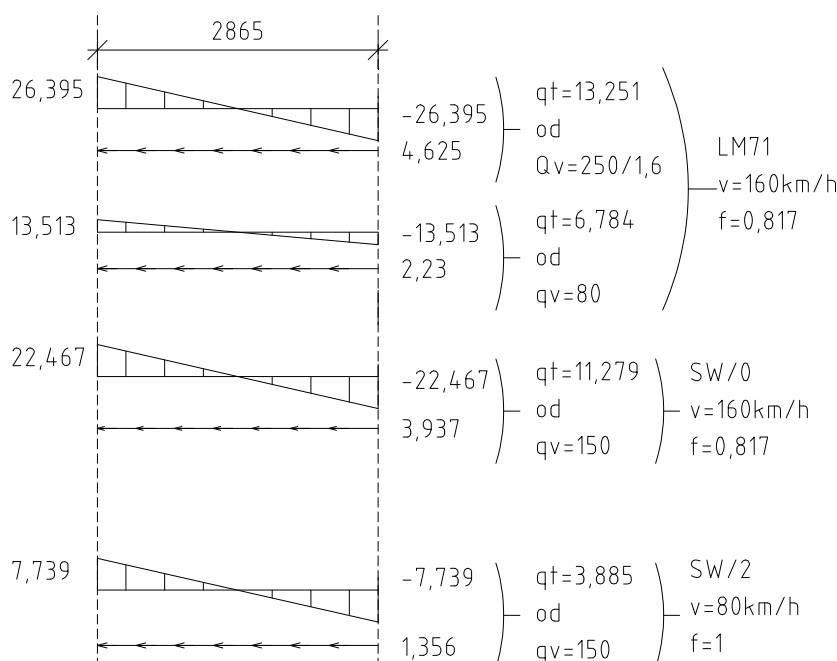
Zaťažovací model SW/2:

$$q_{tk,SW/2} = 0,0259 \cdot (1,0 \cdot 150) = 3,885 \text{ kN/m}$$

Hodnoty plošných zaťažení uvažovaných na povrchu nosnej konštrukcie určíme zo vzťahov:

$$p_{t,z} = \pm \frac{q_{tk} \cdot h_t \cdot 6}{b^2} \quad \text{pre „motýlikový“ priebeh plošného zvislého zaťaženia (odľahčenia)}$$

$$p_{t,y} = \frac{q_{tk}}{b} \quad \text{pre horizontálne plošné zaťaženie pôsobiace naprieč mosta}$$



obr. 12 Hodnoty plošných zaťažení  $p_{t,z}$  a  $p_{t,y}$  [kN/m²] pod podvalmi na šírke 2,865m

Zaťaženie sa uvažuje na rovnakej dĺžke ako zvislé účinky vlaku. Hodnoty je ešte potrebné prenásobiť v relevantných prípadoch súčiniteľom klasifikovaného zvislého zaťaženia  $\alpha=1,21$ . Prenásobenie je vykonané až pri tvorbe jednotlivých kombinácií zaťažení.

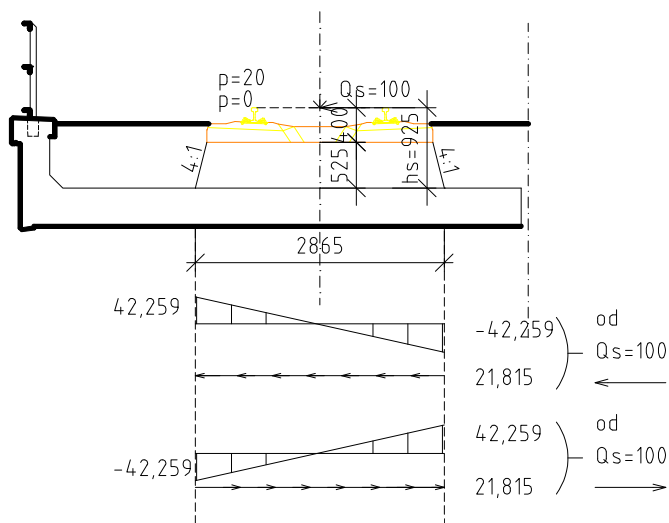
### 5.3.3.3 Bočné nárazy

Uvažujeme silu  $Q_{sk}=100\text{kN}$ . Uvažujme s jej roznosom v priečnom smere v sklone 4:1 na šírku  $b=2,865\text{m}$  (ako zvislé zaťaženie) a v pozdĺžnom smere mosta na dĺžku 1,6m (čo odpovedá rovnomernému roznosu na 3 podvaly so zanedbaním sklonu 4:1 v pozdĺžnom smere). Teda hodnoty plošných zaťažení uvažovaných na povrchu nosnej konštrukcie na ploche  $2,865 \times 1,6\text{m}$  určíme zo vzťahov:

$$p_{s,z} = \pm \frac{Q_{tk} \cdot h_s \cdot 6}{b^2 \cdot 1,6} \quad \text{pre „motýlikový“ priebeh plošného zvislého zaťaženia (odľahčenia)}$$

$$p_{s,y} = \frac{Q_{sk}}{b \cdot 1,6}$$

pre horizontálne plošné zaťaženie pôsobiace naprieč mosta



obr. 13 Hodnoty plošných zaťažení  $p_{s,z}$  a  $p_{s,y}$  [kN/m<sup>2</sup>] pod podvalmi na šírke 2,865 m a dĺžke 1,6 m

Zaťaženie sa uvažuje v najnepriaznivejšej polohe. Hodnoty je ešte potrebné prenásobiť v relevantných prípadoch súčiniteľom klasifikovaného zvislého zaťaženia  $\alpha=1,21$ . Prenásobenie je vykonané až pri tvorbe jednotlivých kombinácií zaťažení.

### 5.3.3.4 Brzdové a rozjazdové sily

#### 5.3.3.4.1 Rozjazdové sily pre LM71, SW/0 a SW/2

Má sa uvažovať hodnotou  $Q_{la}=33\text{kN}$ .  $L_{ab} \leq 1000\text{kN}$ . Roznos uvažujeme na šírku  $b=2,865\text{m}$ . modelované je ako excentrické zaťaženie na dosku s excentricitou  $e=0,925\text{m}$ . Hodnota plošného zaťaženia je:

$$p_{la,x} = 33/b = 33/2,865 = 11,518\text{kN/m}^2 \quad \text{s excentricitou } e_z=0,925\text{m}$$

S maximálnou dĺžkou zaťaženia:  $L_{ab,max}=1000/33 = 30,3\text{m}$ . Zaťaženie sa uvažuje na rovnakej dĺžke mosta ako zaťaženie zvislými účinkami, ak však presiahne dĺžka zaťaženia zvislými účinkami túto dĺžku, uvažuje sa zaťaženie rozjazdovými silami iba na tejto dĺžke.

#### 5.3.3.4.2 Brzdové sily pre LM71 a SW/0

Má sa uvažovať hodnotou  $Q_{la}=20\text{kN}$ .  $L_{ab} \leq 6000\text{kN}$ . Roznos uvažujeme na šírku  $b=2,865\text{m}$ . modelované je ako excentrické zaťaženie na dosku s excentricitou  $e=0,925\text{m}$ . Hodnota plošného zaťaženia je:

$$p_{lb,x} = 20/b = 20/2,865 = 6,891\text{kN/m}^2 \quad \text{s excentricitou } e_z=0,925\text{m}$$

S maximálnou dĺžkou zaťaženia:  $L_{ab,max}=6000/20 = 300\text{m}$ . Zaťaženie sa uvažuje na rovnakej dĺžke mosta ako zaťaženie zvislými účinkami, ak však presiahne dĺžka zaťaženia zvislými účinkami túto dĺžku, uvažuje sa zaťaženie rozjazdovými silami iba na tejto dĺžke. Pri porovnaní s hodnotou  $Q_{la}$  je zrejmé, že brzdové sily majú pre LM71 väčší účinok ako rozjazdové ak zaťažovacia dĺžka  $L_{ab}$  presiahne 50m.

#### 5.3.3.4.3 Brzdové sily pre SW/2

Má sa uvažovať hodnotou  $Q_{la}=35\text{kN}$ .  $L_{ab} \leq 6000\text{kN}$ . Roznos uvažujeme na šírku  $b=2,865\text{m}$ . modelované je ako excentrické zaťaženie na dosku s excentricitou  $e=0,925\text{m}$ . Hodnota plošného zaťaženia je:

$$p_{lb,x} = 35/b = 35/2,865 = 12,216\text{kN/m}^2 \quad \text{s excentricitou } e_z=0,925\text{m}$$

S maximálnou dĺžkou zaťaženia:  $L_{ab,max}=6000/35 = 171,43\text{m}$ . Zaťaženie sa uvažuje na rovnakej dĺžke mosta ako zaťaženie zvislými účinkami, ak však presiahne dĺžka zaťaženia zvislými účinkami túto dĺžku, uvažuje sa zaťaženie rozjazdovými silami iba na tejto dĺžke. Pri porovnaní s hodnotou  $Q_{1a}$  je zrejmé, že brzdné sily majú pre SW/2 väčší účinok ako rozjazdové.

Hodnoty zaťaženia od brzdných a rozjazdových síl je ešte potrebné prenásobiť v relevantných prípadoch súčiniteľom klasifikovaného zvislého zaťaženia  $\alpha=1,21$ . Prenásobenie je vykonané až pri tvorbe jednotlivých kombinácií zaťažení.

### 5.3.3.5 Zaťaženie neverejných chodníkov

Zaťaženie neverejných chodníkov od údržby sa má uvažovať ako rovnomerné zaťaženie hodnotou  $q_{fk}= 5,0\text{kN/m}^2$ .

### 5.3.3.6 Dynamické účinky

Dynamické účinky zohľadňujeme dynamickým súčiniteľom, podľa STN EN 1991-2+NA.

#### 5.3.3.6.1 Hlavné nosníky (pozdĺžny smer)

$$L_{\phi} = k_1/n \cdot (L_1 + L_2 + L_3 + L_4) = 1,4 \cdot 1/4 \cdot (23,835 + 34,0 + 34,0 + 26,5) = 41,417\text{m}$$

$$\delta = \frac{2,16}{\sqrt{L_{\phi}} - 0,2} + 0,73 = \frac{2,16}{\sqrt{41,417} - 0,2} + 0,73 = 1,08 \rightarrow \delta = 1,15$$

#### 5.3.3.6.2 Spriahajúca doska (pozdĺžny smer)

$$L_{\phi} = 79,5\text{m}$$

$$\delta = \frac{2,16}{\sqrt{L_{\phi}} - 0,2} + 0,73 = \frac{2,16}{\sqrt{79,5} - 0,2} + 0,73 = 0,977 \rightarrow \delta = 1,15$$

#### 5.3.3.6.3 Spriahajúca doska (priečny smer)

*Rozpätie priečne na hlavné trámy*

$$L_{\phi} = 9,0\text{m}$$

$$\delta = \frac{2,16}{\sqrt{L_{\phi}} - 0,2} + 0,73 = \frac{2,16}{\sqrt{9} - 0,2} + 0,73 = 1,5$$

*Priečne konzoly*

$$L_{\phi} = 9,0\text{m}$$

$$\delta = \frac{2,16}{\sqrt{L_{\phi}} - 0,2} + 0,73 = \frac{2,16}{\sqrt{9} - 0,2} + 0,73 = 1,5$$

### 5.3.4 Zaťaženie vetrom

#### 5.3.4.1 Úvod

Uvažovali sme len zaťaženie naprieč mostom. Pozdĺžny vietor nie je uvažovaný. Uvažujeme zaťaženie podľa STN EN 1991-4. Mostný objekt sa nachádza s fundamentálnou hodnotou základnej rýchlosti vetra  $v_{b,0} = 26\text{m/s}$ . Ide o most nad rovinným územím, preto bezpečne uvažujeme kategóriu terénu II.

Z tabuľky NB2 v STN EN 1991-4/NA dostávame tieto hodnoty špičkového tlaku vetra:

Mostovka:	$q_p(10,0) = 0,9938\text{kN/m}^2$	pre priemernú výšku mostovky nad terénom cca 10,0m
Vlak:	$q_p(14,0) = 1,0712\text{kN/m}^2$	pre výšku 14m nad terénom. Pás pohyblivého zaťaženia výšky 4m nad temenom koľajnice.

### 5.3.4.2 Vietor na mostovku a pás pohyblivého zaťaženia

Uvažujeme vietor na mostovku a pás pohyblivého zaťaženia podľa obr. 14.

#### Zaťaženie mostovky:

$$b/d_{\text{tot}} = 5,765/7,55 = 0,763 \rightarrow c_{f,x} = 2,2$$

$$p_{w,K} = c_{f,x} \cdot q_p(10,0) = 2,2 \cdot 0,9938 = 2,186 \text{ kN/m}^2$$

zaťaženie pre vietor zľava a sprava

$$w_{k,\text{doska}} = p_{w,K} \cdot h_{w,K} = 2,272 \cdot 3,55 = 7,760 \text{ kN/m}$$

zvislé prítlačenie mostovky od priečného vetra

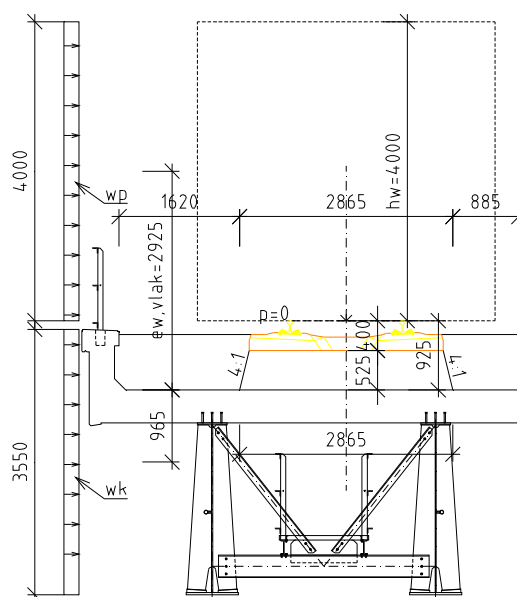
zaťaženie pôsobí na celú mostovku – plošne na celý pôdorys mosta, jeho intenzita je:

$$p_{z,\text{most},\text{pritaz}} = C_f \cdot q_p(10,0) = 0,9 \cdot 0,9938 = 0,894 \text{ kN/m}^2$$

#### Zaťaženie pásu pohyblivého zaťaženia:

$$P_{w,\text{vlak}} = c_{f,x} \cdot q_p(14) = 2,2 \cdot 1,0712 = 2,357 \text{ kN/m}^2$$

Vietor je modelovaný plošným zaťažením na mostovku. Podobne ako účinky vlaku, využijeme roznos zaťaženia cez podvaly a štrkové lôžko na šírku  $b=2,865\text{m}$ .



obr. 14 Uvažované zaťaženie vetrom

$$p_{w,z} = \pm \frac{p_{w,\text{vlak}} \cdot h_{w,\text{vlak}} \cdot e_{w,\text{vlak}} \cdot 6}{b^2} = \pm \frac{2,357 \cdot 4,00 \cdot 2,925 \cdot 6}{2,865^2} = \pm 20,158 \text{ kN/m}^2 \quad \text{pre „motýlikový“ priebeh}$$

plošného zvislého zaťaženia (odľahčenia)

$$p_{w,y} = \frac{p_{w,\text{vlak}} \cdot h_{w,\text{vlak}}}{b} = \frac{2,357 \cdot 4,0}{2,865} = 3,291 \text{ kN/m}^2 \quad \text{pre horizontálne plošné zaťaženie}$$

pôsobiace naprieč mosta

## 5.4 Výpočet vnútorných síl

Výpočet vnútorných síl bol realizovaný na výpočtovom modeli spriahnutej ocel'ovo-betónovej konštrukcie s rebrami (pozri obr. 2, obr. 3, obr. 4 a obr. 5) pomocou programu ESA Engineer.

### 5.4.1 Kombinácie zaťaženií

Kombinácie zaťaženií rešpektujú požiadavky STN EN.

### 5.4.1.1 Kombinovanie stálych zaťažení „G“

Základné kombinačné pravidlo pre stále zaťaženia uvádza nasledovná tabuľka. Okrem súčiniteľov zaťaženia sú teda v prípade štrkového lôžka a izolácie uvádzané horné a dolné hranice pre určenie charakteristickej hodnoty – pozri 5.3.1.

tab. 2 kombinovanie stálych zaťažení

STÁLE „G“	koef. charakter. hodnoty		súčiniteľ zaťaženia		
	Max	Min	$\gamma_{F,ult,MAX}$	$\gamma_{F,ult,MIN}$	$\gamma_{F,serv}$
Vlastná tiaž	1,00		1,35	1,00	1,00
Doplnok k vlastnej tiaži	1,00		1,35	1,00	1,00
ŽB rímsa	1,00		1,35	1,00	1,00
Izolácia	1,20	0,80	1,35	1,00	1,00
Štrkové lôžko	1,30	0,70	1,35	1,00	1,00
Zvršok	1,00		1,35	1,00	1,00
Zábradlie	1,00		1,35	1,00	1,00
Trakcia	1,00		1,35	1,00	1,00

### 5.4.1.2 Skupiny zaťažení od železničnej dopravy „Q“

tab. 3 Skupiny zaťaženie železničnou dopravou

Železničné zaťaženie		Súčinitele				Uvažované alternatívy skupín	
		$\alpha$	$\delta$	f	$\gamma_F$		
LM71	$Q_v$	1,21	$\delta$	-	1,40	1	1
	$Q_t$		-	0,817		0,5	1
	$Q_s$			-		0,5	1
	$Q_{la}/Q_{lb}$			-		1	0,5
SW/0	$Q_v$	1,21	$\delta$	-	1,4	1	1
	$Q_t$		-	0,817		0,5	1
	$Q_s$			-		0,5	1
	$Q_{la}/Q_{lb}$			-		1	0,5
SW/2	$Q_v$	1,0	$\delta$	-	1,2	1	1
	$Q_t$		-	1,0		0,5	1
	$Q_s$			-		0,5	1
	$Q_{la}/Q_{lb}$			-		1	0,5

Pre medzné stavy použiteľnosti platia rovnaké pravidlá, len  $\gamma_F=1,00$ .

### 5.4.1.3 Kombinácie s ostatnými zaťažzeniami

Pri kombinácií s ostatnými zaťažzeniami platilo pravidlo, že dominantným zaťažením je zaťaženie železničnou dopravou. Teda platilo:

„G“ + „Q“ +  $\psi_{0,vietor} \cdot \gamma_F \cdot \text{VIETOR}$  +  $\psi_{0,lávka} \cdot \gamma_F \cdot \text{LÁVKA}$

„G“ + „Q“ + 0,75 . 1,5 . VIETOR + 0,8 . 1,5 . LÁVKA

Kde za „G“ a „Q“ je potrebné dosadiť jednu z alternatív uvedenú v tabuľkách tab. 2 a tab. 3.

### 5.4.2 Vnútorne sily

Výpis vnútorných síl neuvádzame, nakoľko je to obrovské množstvo dát. Výsledné vnútorné sily a deformácie rozhodujúce pre posúdenie sú vždy použité pri konkrétnych posudkoch.

## 5.5 Posúdenie hlavných nosníkov

### 5.5.1 Posúdenie prierezu – „KRAJNÝ“ prierez

#### 5.5.1.1 Vstupné údaje a vnútorné sily

tab. 4 Vnútorné sily rozhodujúce pre posúdenie krajných polí – krajný nosník

Zaťažovací stav		N <sub>yk</sub>	V <sub>yk</sub>	V <sub>zk</sub>	M <sub>yk</sub>	M <sub>zk</sub>	γ <sub>F</sub>	δ	α	f	ψ <sub>0</sub>	N <sub>zd</sub>	V <sub>zd</sub>	V <sub>zd</sub>	M <sub>yd</sub>	M <sub>zd</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g <sub>1</sub>	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	120,76	0,70	24,14	1893,83	3,42	1,35	-	-	-	-	163,03	0,95	32,59	2556,67	4,62
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	10,35	12,13	0,02	8,10	25,12	1,35	-	-	-	-	13,97	16,38	0,03	10,94	33,91
	tiaž kompozitu	0,93	0,05	0,19	15,57	0,09	1,35	-	-	-	-	1,26	0,07	0,26	21,02	0,12
	tiaž zábradlia	0,19	0,54	0,05	0,33	1,07	1,35	-	-	-	-	0,26	0,73	0,07	0,45	1,44
	tiaž izolácie	12,62	0,24	2,64	209,29	0,20	1,35	-	-	-	-	17,04	0,32	3,56	282,54	0,27
	tiaž štrkového lôžka	115,62	2,22	24,18	1917,63	1,82	1,35	-	-	-	-	156,09	3,00	32,64	2588,80	2,46
	tiaž zvršku	7,79	1,09	1,71	137,84	1,98	1,35	-	-	-	-	10,52	1,47	2,31	186,08	2,67
	pokles podpier	34,35	1,49	43,87	501,44	3,06	1,35	-	-	-	-	46,37	2,01	59,22	676,94	4,13
	trakcia	4,68	0,17	0,99	2,06	0,09	1,35	-	-	-	-	6,32	0,23	1,34	2,78	0,12
Σ g <sub>2</sub>	186,53	17,93	73,65	2792,26	33,43							251,82	24,21	99,43	3769,55	45,13
q	zvislé účinky LM71	364,08	30,36	92,94	4824,47	63,00	1,45	1,15	1,21	-	-	734,60	61,26	187,52	9734,21	127,11
	odstredivá sila LM71	131,91	11,29	13,75	298,02	3,58	1,45	-	1,21	0,817	-	189,08	16,18	19,71	427,19	5,13
	brzdne a rozjazdové sily LM71	715,03	4,29	23,10	212,10	8,65	1,45	-	1,21	-	-	1254,52	7,53	40,53	372,13	15,18
	zvislé účinky SW/0	321,17	26,91	26,20	4189,32	54,03	1,45	1,15	1,21	-	-	648,02	54,30	52,86	8452,69	109,01
	odstredivá sila SW/0	112,76	6,65	2,43	257,83	3,45	1,45	-	1,21	0,817	-	161,63	9,53	3,48	369,58	4,95
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	139,21	7,48	0,76	2,32	1,71	1,45	-	1,21	-	-	244,24	13,12	1,33	4,07	3,00
	bočné rázy	93,68	7,88	4,69	90,34	15,26	1,45	-	1,21	-	-	164,36	13,83	8,23	158,50	26,77
	zvislé účinky SW/2	427,14	34,71	94,64	5881,08	73,47	1,20	1,15	-	-	-	589,45	47,90	130,60	8115,89	101,39
	odstredivá sila SW/2	46,65	5,02	5,10	112,14	2,17	1,20	-	-	1	-	55,98	6,02	6,12	134,57	2,60
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	210,26	7,43	0,52	4,55	3,80	1,20	-	-	-	-	252,31	8,92	0,62	5,46	4,56
	bočné rázy	93,68	7,88	4,69	90,34	15,26	1,20	-	-	-	-	112,42	9,46	5,63	108,41	18,31
	revízná lávka	13,74	0,47	4,31	226,10	1,40	1,50	-	-	-	-	16,49	0,56	5,17	271,32	1,68
	Σ q															
	w	vetor na mostovku	44,83	10,51	0,39	126,68	8,91	1,50	-	-	-	0,75	50,43	11,82	0,44	142,52
vetor na pás pohyblivého zaťaženia		128,76	13,01	16,31	309,74	6,23	1,50	-	-	-	0,75	144,86	14,64	18,35	348,46	7,01
Σ w		173,59	23,52	16,70	436,42	15,14	3,00					195,29	26,46	18,79	490,97	17,03

tab. 5 Vnútorné sily rozhodujúce pre posúdenie krajných polí – vnútorný nosník

Zaťažovací stav		N <sub>yk</sub>	V <sub>yk</sub>	V <sub>zk</sub>	M <sub>yk</sub>	M <sub>zk</sub>	γ <sub>F</sub>	δ	α	f	ψ <sub>0</sub>	N <sub>zd</sub>	V <sub>zd</sub>	V <sub>zd</sub>	M <sub>yd</sub>	M <sub>zd</sub>	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g <sub>1</sub>	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	5,55	2,41	31,70	2192,79	80,58	1,35	-	-	-	-	7,49	3,25	42,80	2960,27	108,78	
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	15,46	14,56	10,43	589,16	54,69	1,35	-	-	-	-	20,87	19,66	14,08	795,37	73,83	
	tiaž kompozitu	0,08	0,01	0,18	15,86	0,97	1,35	-	-	-	-	0,11	0,01	0,24	21,41	1,31	
	tiaž zábradlia	0,95	0,67	0,31	26,36	2,29	1,35	-	-	-	-	1,28	0,90	0,42	35,59	3,09	
	tiaž izolácie	0,39	0,51	3,28	250,39	8,63	1,35	-	-	-	-	0,53	0,69	4,43	338,03	11,65	
	tiaž štrkového lôžka	3,62	4,69	30,05	2294,14	79,04	1,35	-	-	-	-	4,89	6,33	40,57	3097,09	106,70	
	tiaž zvršku	1,40	0,78	1,66	115,81	10,37	1,35	-	-	-	-	1,89	1,05	2,24	156,34	14,00	
	pokles podpier	6,94	2,46	39,22	512,76	24,28	1,35	-	-	-	-	9,37	3,32	52,95	692,23	32,78	
	trakcia	5,05	0,43	2,07	17,05	0,88	1,35	-	-	-	-	6,82	0,58	2,79	23,02	1,19	
Σ g <sub>2</sub>	33,89	24,11	87,20	3821,53	181,15							45,75	32,55	117,72	5159,07	244,55	
q	zvislé účinky LM71	146,57	37,06	31,76	3765,24	327,32	1,45	1,15	1,21	-	-	295,73	74,78	64,08	7597,03	660,43	
	odstredivá sila LM71	131,46	15,60	11,68	302,45	6,04	1,45	-	1,21	0,817	-	188,44	22,36	16,74	433,54	8,66	
	brzdné a rozjazdové sily LM71	828,94	19,47	21,94	208,82	13,82	1,45	-	1,21	-	-	1454,38	34,16	38,49	366,37	24,25	
	zvislé účinky SW/0	129,78	27,81	33,53	3274,03	283,78	1,45	1,15	1,21	-	-	261,85	56,11	67,65	6605,93	572,58	
	odstredivá sila SW/0	112,52	9,22	1,32	261,26	4,33	1,45	-	1,21	0,817	-	161,29	13,22	1,89	374,50	6,21	
	brzdné a rozjazdové sily SW/0	168,62	15,45	1,55	0,87	3,43	1,45	-	1,21	-	-	295,84	27,11	2,72	1,53	6,02	
	bočné rázy	87,98	17,03	3,16	92,33	36,75	1,45	-	1,21	-	-	154,36	29,88	5,54	161,99	64,48	
	zvislé účinky SW/2	152,05	43,96	34,72	4832,26	389,42	1,20	1,15	-	-	-	209,83	60,66	47,91	6668,52	537,40	
	odstredivá sila SW/2	46,79	7,34	4,40	113,28	0,05	1,20	-	-	1	-	56,15	8,81	5,28	135,94	0,06	
	brzdné a rozjazdové sily SW/2	241,73	18,33	1,59	6,78	9,89	1,20	-	-	-	-	290,08	22,00	1,91	8,14	11,87	
	bočné rázy	87,98	17,03	3,16	92,33	36,75	1,20	-	-	-	-	105,58	20,44	3,79	110,80	44,10	
	revízná lávka	1,35	0,81	3,77	231,20	13,39	1,50	-	-	-	-	1,62	0,97	4,52	277,44	16,07	
	Σ q																
	w	vetor na mostovku	33,93	18,43	2,67	151,34	17,51	1,50	-	-	-	-	0,75	38,17	20,73	3,00	170,26
vetor na pás pohyblivého zaťaženia		129,30	18,62	14,30	313,86	0,78	1,50	-	-	-	-	0,75	145,46	20,95	16,09	353,09	0,88
Σ w		163,23	37,05	16,97	465,20	18,29	3,00						183,63	41,68	19,09	523,35	20,58

tab. 6 Vnútorné sily rozhodujúce pre posúdenie krajného prierezu krajných polí

Zaťažovací stav		N <sub>yk</sub>	V <sub>yk</sub>	V <sub>zk</sub>	M <sub>yk</sub>	M <sub>zk</sub>	γ <sub>F</sub>	δ	α	f	ψ <sub>0</sub>	N <sub>zd</sub>	V <sub>zd</sub>	V <sub>zd</sub>	M <sub>yd</sub>	M <sub>zd</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g <sub>1</sub>	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	141,38	9,18	405,54	52,87	10,75	1,35	-	-	-	-	190,86	12,39	547,48	71,37	14,51
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	45,20	40,11	128,32	82,98	7,00	1,35	-	-	-	-	61,02	54,15	173,23	112,02	9,45
	tiaž kompozitu	0,10	0,24	3,28	0,28	0,02	1,35	-	-	-	-	0,14	0,32	4,43	0,38	0,03
	tiaž zábradlia	1,39	1,77	5,59	3,74	1,13	1,35	-	-	-	-	1,88	2,39	7,55	5,05	1,53
	tiaž izolácie	14,73	1,23	45,73	7,25	1,50	1,35	-	-	-	-	19,89	1,66	61,74	9,79	2,03
	tiaž štrkového lôžka	14,57	32,94	418,97	66,39	2,21	1,35	-	-	-	-	19,67	44,47	565,61	89,63	2,98
	tiaž zvršku	3,57	0,88	27,18	4,76	0,67	1,35	-	-	-	-	4,82	1,19	36,69	6,43	0,90
	pokles podpier	12,54	0,26	44,05	5,50	0,20	1,35	-	-	-	-	16,93	0,35	59,47	7,43	0,27
	trakcia	4,31	1,08	1,60	2,86	1,20	1,35	-	-	-	-	5,82	1,46	2,16	3,86	1,62
	Σ g <sub>2</sub>	96,41	78,51	674,72	173,76	13,93						130,15	105,99	910,87	234,58	18,81
q	zvislé účinky LM71	182,23	20,29	782,30	170,31	1,04	1,45	1,15	1,21	-	-	367,68	40,94	1578,43	343,63	2,10
	odstredivá sila LM71	156,10	65,39	70,30	42,31	5,23	1,45	-	1,21	0,817	-	223,76	93,73	100,77	60,65	7,50
	brzdné a rozjazdové sily LM71	1043,08	92,75	24,71	78,64	5,26	1,45	-	1,21	-	-	1830,08	162,73	43,35	137,97	9,23
	zvislé účinky SW/0	189,01	22,94	799,63	182,69	0,28	1,45	1,15	1,21	-	-	381,36	46,29	1613,39	368,61	0,56
	odstredivá sila SW/0	185,66	71,30	70,05	47,09	3,04	1,45	-	1,21	0,817	-	266,13	102,20	100,41	67,50	4,36
	brzdné a rozjazdové sily SW/0	345,89	32,30	1,89	26,02	4,11	1,45	-	1,21	-	-	606,86	56,67	3,32	45,65	7,21
	bočné rázy	1,46	2,95	9,75	6,24	0,37	1,45	-	1,21	-	-	2,56	5,18	17,11	10,95	0,65
	zvislé účinky SW/2	249,96	22,31	992,02	222,14	45,38	1,20	1,15	-	-	-	344,94	30,79	1368,99	306,55	62,62
	odstredivá sila SW/2	88,09	30,21	26,52	20,74	2,36	1,20	-	-	1	-	105,71	36,25	31,82	24,89	2,83
	brzdné a rozjazdové sily SW/2	420,85	48,00	2,89	31,78	0,06	1,20	-	-	-	-	505,02	57,60	3,47	38,14	0,07
	bočné rázy	1,46	2,95	9,75	6,24	0,37	1,20	-	-	-	-	1,75	3,54	11,70	7,49	0,44
	revízia lávka	18,00	1,34	39,00	3,79	0,36	1,50	-	-	-	-	0,8	21,60	1,61	46,80	4,55
Σ q																
w	viator na mostovku	204,15	76,22	28,39	23,61	12,87	1,50	-	-	-	0,75	229,67	85,75	31,94	26,56	14,48
	viator na pás pohyblivého zaťaženia	223,24	129,57	71,20	59,85	2,16	17,00	-	-	-	0,75	2846,31	1652,02	907,80	763,09	27,54
	Σ w	427,39	205,79	99,59	83,46	15,03	18,50					3075,98	1737,77	939,74	789,65	42,02

#### Materiál nosnej konštrukcie:

Betón:	<b>C35/45</b>	Oceľ:	<b>S355</b>			
$f_{ck}$ =	<b>35 MPa</b>	$f_{yk}$ =	<b>355MPa</b>	$f_u$ =	<b>510MPa</b>	$t \leq 40\text{mm}$
$\epsilon_{cu3}$ =	<b>3,5 ‰</b>	$f_{yk}$ =	<b>335MPa</b>	$f_{uk}$ =	<b>470MPa</b>	$40 < t \leq 80\text{mm}$
$f_{ctm}$ =	<b>3,2 MPa</b>	$E_s$ =	<b>210 GPa</b>			
$f_{ctk\ 0,05}$ =	<b>2,2 MPa</b>					
$E_{cm}$ =	<b>34 GPa</b>					

Betonárska výstuž:

**B 500B**

$f_{yk}$ = **500 MPa**

$E_s$ = **200 GPa**

Súčinitele spoľahlivosti:

$\gamma_s$ = **1,15**

$\gamma_c$ = **1,5**

$\gamma_M$ = **1**

#### Ekvivalentné rozpätie a spolupôsobiaci šírka dosky v poli:

$L_e$ =	<b>22,525 m</b>		
$b_o$ =	<b>0,375 m</b>	$b_{e1}$ =	<b>0,563 m</b>
$\beta_i$ =	<b>1,000</b>	$b_{e2}$ =	<b>0,953 m</b>
$b_{eff} = b_o + \sum \beta_i \cdot b_{ei}$ =	<b>1,890 m</b>		

#### Ekvivalentné rozpätie a spolupôsobiaci šírka dosky v mieste nadpodperového priečnika:

$L_e$ =	<b>22,525 m</b>	$\beta_2$ =	<b>1,000</b>
$b_o$ =	<b>0,375 m</b>	$b_{e1}$ =	<b>0,563 m</b>
$\beta_1$ =	<b>1,000</b>	$b_{e2}$ =	<b>0,953 m</b>
$b_{eff} = b_o + \sum \beta_i \cdot b_{ei}$ =	<b>1,890 m</b>		

#### Prierezové charakteristiky betónovej dosky:

$h_c$ =	<b>0,415 m</b>	$h_c$ =	<b>0,515 m</b>
$A_c$ =	<b>0,78435 m<sup>2</sup></b>	$A_c$ =	<b>0,97335 m<sup>2</sup></b>
$I_c$ =	<b>0,01126 m<sup>4</sup></b>	$I_c$ =	<b>0,02151 m<sup>4</sup></b>

#### Prierezové charakteristiky oceľového nosníka:

$b_{f1}$ =	<b>0,4 m</b>	$A$ =	<b>0,06320 m<sup>2</sup></b>	$h_1$ =	<b>1,54285714 m</b>
$t_{f1}$ =	<b>0,025 m</b>	$e$ =	<b>0,203 m</b>	$h_2$ =	<b>0,75714286 m</b>
$b_{f2}$ =	<b>0,7 m</b>	$Z_{3a}$ =	<b>1,37816 m</b>	$W_{pl,y,a}$ =	<b>0,05244 m<sup>3</sup></b>
$t_{f2}$ =	<b>0,03 m</b>	$Z_{4a}$ =	<b>0,97684 m</b>		
$t_w$ =	<b>0,014 m</b>	$I_y$ =	<b>0,05360 m<sup>4</sup></b>		
$h_w$ =	<b>2,3 m</b>	$W_{y3a}$ =	<b>0,03890 m<sup>3</sup></b>		
		$W_{y4a}$ =	<b>0,05488 m<sup>3</sup></b>		

#### Prierezové charakteristiky zníženého oceľového nosníka v mieste nadpodperového priečnika:

$b_{f1}$ =	<b>0,4 m</b>	$A$ =	<b>0,07080 m<sup>2</sup></b>	$h_1$ =	<b>1,81428571 m</b>
$t_{f1}$ =	<b>0,025 m</b>	$e$ =	<b>0,315 m</b>	$h_2$ =	<b>0,38571429 m</b>
$b_{f2}$ =	<b>1 m</b>	$Z_{3a}$ =	<b>1,44032 m</b>	$W_{pl,y,a}$ =	<b>0,05437 m<sup>3</sup></b>
$t_{f2}$ =	<b>0,03 m</b>	$Z_{4a}$ =	<b>0,81468 m</b>		
$t_w$ =	<b>0,014 m</b>	$I_y$ =	<b>0,05506 m<sup>4</sup></b>		
$h_w$ =	<b>2,2 m</b>	$W_{y3a}$ =	<b>0,03823 m<sup>3</sup></b>		
		$W_{y4a}$ =	<b>0,06758 m<sup>3</sup></b>		

### 5.5.1.2 Plastické posúdenie prierezu pri extrémnom zaťažení

Plastické posúdenie prierezu od extrémneho zaťaženia na šmyk v kombinácii pre M:

Pozdĺžna výstuha:

$b_{st1}$ =	<b>0 m</b>	$y$ =	<b>0,000 m</b>
-------------	------------	-------	----------------

$t_{st1} =$	<b>0 m</b>	$I_{sl,y} =$	<b>0,00000000 m<sup>4</sup></b>		
15.ε. $t_w =$	<b>0,17086 m</b>	$I_{sl,z} =$	<b>0,00000000 m<sup>4</sup></b>		
$a =$	<b>2 m</b>				
	$k_{\tau sl,min} = 2,1/t \cdot (I_{sl,z}/h_w)^{1/3} =$	<b>0,000</b>	$k_{\tau} = 5,34 + 4/a^2 + k_{\tau sl} =$	<b>10,380</b>	
	$k_{\tau sl} = 9 \cdot (h_w/a)^2 \cdot (I_{sl,z}/(t^3 \cdot h_w))^{3/4} =$	<b>0,000</b>	$k_{\tau} = 4 + 5,34/a^2 + k_{\tau sl} =$	<b>10,728</b>	
	$\alpha = a/h_w =$	<b>0,891</b>	$k_{\tau} =$	<b>10,728</b>	
	$\lambda = h_w/t_w =$	<b>160,357</b>	$f_{yw} =$	<b>355 MPa</b>	
	$\sigma_E = 190000/\lambda^2 =$	<b>7,389 MPa</b>	$\tau_{cr} = k_{\tau} \cdot \sigma_E =$	<b>79,271 MPa</b>	
	$\lambda_w = 0,76 \cdot (f_{yd}/\tau_{cr})^{0,5} =$	<b>1,608</b>	$\eta =$	<b>1</b>	
$\lambda_w \leq 0,83/\eta =$	<b>0,83</b>	$\rightarrow \chi_w = \eta =$	<b>1,000</b>		
$\lambda_w < 1,08$	<b>&lt;1,08</b>	$\rightarrow \chi_w = 0,83/\lambda_w =$	<b>0,516</b>	$\rightarrow \chi_w =$	<b>0,895</b>
$\lambda_w \geq 1,08$	<b>&gt;1,08</b>	$\rightarrow \chi_w = 1,37/(0,7 + \lambda_w) =$	<b>0,895</b>		
	$V_{pl,Rd} = \chi_w \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_{yd}/(3)^{1/2} =$	<b>5,768 MN</b>			
	$0,5 \cdot V_{pl,Rd} =$	<b>2,884 MN</b>			
	$V_{Ed} =$	<b>0,392 MN</b>			Nie je potrebné redukovať $M_{pl,Rd}$
<i>Plastické posúdenie prierezu od extrémneho zaťaženia na ohyb-neutrálna os v nosníku:</i>					
	$\rho = (2 \cdot V_{Ed}/V_{pl,Rd} - 1)^2 =$	<b>0,0000</b>			
	$x =$	<b>0,050 m</b>			Neutrálna os v nosníku
	$M_{pl,Rd} =$	<b>24,569 MN</b>			
	$M_{Ed} =$	<b>17,594 MN</b>			
	$M_{Ed}/M_{pl,Rd} =$	<b>0,716</b>	<b>&lt; 1</b>		<b>vyhovuje</b>

### 5.5.1.3 Posúdenie šmyku na znížení výšky steny v mieste nadpodperového priečnika

Pozdĺžna výstuha:

$b_{st1} =$	<b>0 m</b>	$y =$	<b>0,000 m</b>		
$t_{st1} =$	<b>0 m</b>	$I_{sl,y} =$	<b>0,00000000 m<sup>4</sup></b>		
15.ε. $t_w =$	<b>0,17086 m</b>	$I_{sl,z} =$	<b>0,00000000 m<sup>4</sup></b>		
$a =$	<b>2 m</b>				
	$k_{\tau sl,min} = 2,1/t \cdot (I_{sl,z}/h_w)^{1/3} =$	<b>0,000</b>	$k_{\tau} = 5,34 + 4/a^2 + k_{\tau sl} =$	<b>9,941</b>	
	$k_{\tau sl} = 9 \cdot (h_w/a)^2 \cdot (I_{sl,z}/(t^3 \cdot h_w))^{3/4} =$	<b>0,000</b>	$k_{\tau} = 4 + 5,34/a^2 + k_{\tau sl} =$	<b>10,142</b>	
	$\alpha = a/h_w =$	<b>0,932</b>	$k_{\tau} =$	<b>10,142</b>	
	$\lambda = h_w/t_w =$	<b>153,214</b>	$f_{yw} =$	<b>355 MPa</b>	
	$\sigma_E = 190000/\lambda^2 =$	<b>8,085 MPa</b>	$\tau_{cr} = k_{\tau} \cdot \sigma_E =$	<b>82,004 MPa</b>	
	$\lambda_w = 0,76 \cdot (f_{yd}/\tau_{cr})^{0,5} =$	<b>1,581</b>	$\eta =$	<b>1</b>	
$\lambda_w \leq 0,83/\eta =$	<b>0,83</b>	$\rightarrow \chi_w = \eta =$	<b>1,000</b>		
$\lambda_w < 1,08$	<b>&lt;1,08</b>	$\rightarrow \chi_w = 0,83/\lambda_w =$	<b>0,525</b>	$\rightarrow \chi_w =$	<b>0,895</b>
$\lambda_w \geq 1,08$	<b>&gt;1,08</b>	$\rightarrow \chi_w = 1,37/(0,7 + \lambda_w) =$	<b>0,895</b>		
	$V_{pl,Rd} = \chi_w \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_{yd}/(3)^{1/2} =$	<b>5,511 MN</b>	$V_{pl,Rd} \geq V_{Ed}$		
	$V_{Ed} =$	<b>4,177 MN</b>	<b>vyhovuje</b>		

### 5.5.1.4 Pružnostné posúdenie prierezu pri prevádzkovom zaťažení

Dotvarovanie betónu:

$A_c =$	<b>0,784 m<sup>2</sup></b>
$U =$	<b>3,795 m</b>



$h_0=2 \cdot A_c/U=$	<b>0,413 m</b>
realitívna vlhkosť prostredia RH=	<b>80 %</b>
začiatok pôsobenia 2. časti stáleho zaťaženia $T_0=$	<b>60 dní</b>
čas spustenia do prevádzky $T_1=$	<b>100 dní</b>
predpokladaná životnosť mosta $T_2=$	<b>36525 dní</b>
$T_1-T_0=$	<b>40 dní</b>
$T_2-T_0=$	<b>36465 dní</b>
$f_{cm}=f_{ck}+8=$	<b>43 MPa</b>

súčinitele na uvaženie vplyvu pevnosti betónu:

$\alpha_1=(35/f_{cm})^{0,7}=$	<b>0,866</b>
$\alpha_2=(35/f_{cm})^{0,2}=$	<b>0,960</b>
$\alpha_3=(35/f_{cm})^{0,5}=$	<b>0,902</b>
$\beta_{H,1,2}=1,5 \cdot (1+(0,012 \cdot RH)^{18}) \cdot h_0+250 \cdot \alpha_3=$	<b>1142,961</b>
$1500 \cdot \alpha_3=$	<b>1353,291</b>
$\beta_{H,1,2} \leq 1500 \cdot \alpha_3$	<b>Podmienka vyhovuje</b>
$\beta_{(T_0)}=1/(0,1+T_0^{0,2})=$	<b>0,422</b>
$\beta_c(T_1, T_0)=((T_1-T_0)/(\beta_H+T_1-T_0))^{0,3}=$	<b>0,362</b>
$\beta_c(T_2, T_0)=((T_2-T_0)/(\beta_H+T_2-T_0))^{0,3}=$	<b>0,991</b>
$\beta_{(f_{cm})}=16,8/(f_{cm})^{0,5}=$	<b>2,562</b>
$\phi_{RH}=(1+(1-RH/100)/(0,1 \cdot h_0^{1/3})) \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2=$	<b>1,183</b>
$\phi_0=\phi_{RH} \cdot \beta_{(f_{cm})} \cdot \beta_{(T_0)}=$	<b>1,280</b>
$\phi(T_1, T_0)=\phi_0 \cdot \beta_c(T_1, T_0)=$	<b>0,463</b>
$\phi(T_2, T_0)=\phi_0 \cdot \beta_c(T_2, T_0)=$	<b>1,268</b>
$\chi(t, t_0)=$	<b>1,1</b>

$$\beta_{cc}(T)=\exp[s[1-(28/T)^{0,5}]] \quad f_{cm}(T)=\beta_{cc}(T) \cdot f_{cm} \quad E_c(T_0)=E_{cm}(f_{cm}(T)/f_{cm})^{0,3}$$

$$E_{c,i}(T)=E_{T_0}/(1+E_{(T_0)} \cdot \chi(T, T_0) \cdot \phi(T, T_0)/E_{cm})$$

Zaťaženie	dlhodobé				krátkodobé	
Vek betónu	Odní	60dní	100dní	36525dní	100dní	36525dní
$\phi(T, T_0)$ [-]	0	0	0,4633	1,268	0	0
$E_c(T)$ [MPa]	34000	34818	-	-	35222	36572
$E_{ci}(T)$ [MPa]	-	-	22879	14339	-	-
$\psi_L$ [-]	0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,10
$n_0=E_a/E_{ci}(T)$ [-]	6,176	6,031	9,179	14,645	5,962	5,742
$n=n_0(1+\psi_L \cdot \phi(T, T_0))$	6,176	6,031	13,856	35,071	5,962	5,742
$A_a$ [m <sup>2</sup> ]	0,0624	0,0624	0,0624	0,0624	0,0624	0,0624
$A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1270	0,1300	0,0566	0,0224	0,1316	0,1366
$A_i=A_a+A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1894	0,1925	0,1190	0,0848	0,1940	0,1990
$I_a$ [m <sup>4</sup> ]	0,0507	0,0507	0,0507	0,0507	0,0507	0,0507
$a$ [m]	1,9947	2,0029	1,6915	1,3620	2,0068	2,0195
$a_c=A_a \cdot a/A_i$ [m]	0,6574	0,6496	0,8871	1,0028	0,6458	0,6335
$a_a=A_c \cdot a/(n \cdot A_i)$ [m]	1,3373	1,3532	0,8044	0,3592	1,3609	1,3860
$A_i \cdot a_c \cdot a_a$	0,1665	0,1692	0,0849	0,0305	0,1705	0,1747
$I_c/n$	0,0018	0,0019	0,0008	0,0003	0,0019	0,0020
$I_i$ [m <sup>4</sup> ]	0,2191	0,2218	0,1365	0,0816	0,2231	0,2274
$z_1$ [m]	0,8649	0,8571	1,0946	1,2103	0,8533	0,8410
$z_2=z_3$ [m]	0,4499	0,4421	0,6796	0,7953	0,4383	0,4260
$z_4$ [m]	2,2890	2,3049	1,7561	1,3109	2,3126	2,3377

**Výpočet normálových napätí:**

$$\begin{aligned} M_{g1} &= 1,894 \text{ MN} \\ M_{g2} &= 2,792 \text{ MN} \\ M_p &= 7,472 \text{ MN} \quad M_w = 0,436 \text{ MN} \end{aligned}$$

Napätia od 1. časti stáleho zaťaženia:

$$\begin{aligned} \sigma_3 &= -M_{g1}/W_{3a} = -50,326 \text{ MPa} & \text{vyhovuje} \\ \sigma_4 &= M_{g1}/W_{4a} = 50,326 \text{ MPa} & \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

Napätia od 2. časti stáleho zaťaženia:  $T_0 = 60$  dní

$$\begin{aligned} \sigma_1^{T_0} &= -M_{g2} \cdot Z_1 / (I_i \cdot n) = -1,789 \text{ MPa} & \text{vyhovuje} \\ \sigma_2^{T_0} &= -M_{g2} \cdot Z_2 / (I_i \cdot n) = -0,923 \text{ MPa} & \text{vyhovuje} \\ \sigma_3^{T_0} &= -M_{g2} \cdot Z_3 / I_i = -5,566 \text{ MPa} & \text{vyhovuje} \\ \sigma_4^{T_0} &= M_{g2} \cdot Z_4 / I_i = 29,015 \text{ MPa} & \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

**Účinky dotvarovania betónu od 2. časti stáleho zaťaženia:**

$$\begin{aligned} T_1 &= 100 \text{ dní} & T_2 &= 36525 \text{ dní} \\ \xi &= 1 - \phi(T, T_0) \cdot E_{ci, T} / E_{cm} = 0,688 & 0,465 \\ N &= A_c \cdot (\sigma_1^{T_0} + \sigma_2^{T_0}) / 2 = -1,063 \text{ MN} & -1,063 \text{ MN} \\ M &= -(\sigma_1^{T_0} - \sigma_2^{T_0}) \cdot I_c / (0,5 \cdot h_c) = 0,047 \text{ MNm} & 0,047 \text{ MNm} \\ N_I &= N \cdot \xi = -0,732 \text{ MN} & -0,495 \text{ MN} \\ M_I &= M \cdot \xi = 0,032 \text{ MNm} & 0,022 \text{ MNm} \\ \sigma_{1, I} &= \sigma_1^{T_0} \cdot \xi = -1,231 \text{ MPa} & -0,832 \text{ MPa} \\ \sigma_{2, I} &= \sigma_2^{T_0} \cdot \xi = -0,635 \text{ MPa} & -0,429 \text{ MPa} \\ N_{II} &= N \cdot (1 - \xi) = -0,332 \text{ MN} & -0,569 \text{ MN} \\ M_{II} &= M \cdot (1 - \xi) = 0,015 \text{ MNm} & 0,025 \text{ MNm} \\ \sigma_{1, II} &= (N_{II} / A_i - (M_{II} + N_{II} \cdot a_c) \cdot Z_1 / I_i) / n = -0,039 \text{ MPa} & -0,067 \text{ MPa} \\ \sigma_{2, II} &= (N_{II} / A_i - (M_{II} + N_{II} \cdot a_c) \cdot Z_2 / I_i) / n = -0,101 \text{ MPa} & -0,173 \text{ MPa} \\ \sigma_{3, II} &= N_{II} / A_i - (M_{II} + N_{II} \cdot a_c) \cdot Z_3 / I_i = -1,394 \text{ MPa} & -2,268 \text{ MPa} \\ \sigma_{4, II} &= N_{II} / A_i + (M_{II} + N_{II} \cdot a_c) \cdot Z_4 / I_i = -6,380 \text{ MPa} & -10,944 \text{ MPa} \\ \sigma_1' &= \sigma_{1, I} + \sigma_{1, II} = -1,271 \text{ MPa} & -0,900 \text{ MPa} \\ \sigma_2' &= \sigma_{2, I} + \sigma_{2, II} = -0,736 \text{ MPa} & -0,602 \text{ MPa} \\ \sigma_3' &= \sigma_3^{T_0} + \sigma_{3, II} = -6,959 \text{ MPa} & -7,834 \text{ MPa} \\ \sigma_4' &= \sigma_4^{T_0} + \sigma_{4, II} = 22,635 \text{ MPa} & 18,071 \text{ MPa} \end{aligned}$$

**Účinky zmrašťovania betónu:**

$$\begin{aligned} A_c &= 0,784 \text{ m}^2 \\ U &= 3,795 \text{ m} \\ h_0 &= 2 \cdot A_c / U = 0,413 \text{ m} \\ \text{realitná vlhkosť prostredia} & RH = 80 \% \\ \text{začiatok pôsobenia 2. časti stáleho zaťaženia} & T_0 = 60 \text{ dní} \\ \text{čas spustenia do prevádzky} & T_1 = 100 \text{ dní} \\ \text{predpokladaná životnosť mosta} & T_2 = 36525 \text{ dní} \\ \text{doba ošetrovania betónu po betonáži} & T_s = 3 \text{ dní} \\ & T_1 - T_s = 97 \text{ dní} \\ & T_2 - T_s = 36522 \text{ dní} \end{aligned}$$

Dotvarovanie od zmrašťovania:

$$\begin{aligned} \beta_{H, 1, 2} &= 1,5 \cdot (1 + (0,012 \cdot RH)^{18}) \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 = 1142,961 \\ 1500 \cdot \alpha_3 &= 1353,291 \\ \beta_{H, 1, 2} &\leq 1500 \cdot \alpha_3 \quad \text{Podmienka vyhovuje} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta_{(T_s)} &= 1 / (0,1 + T_s^{0,2}) = & \mathbf{0,743} \\ \beta_c(T_1, T_s) &= ((T_1 - T_s) / (\beta_H + T_1 - T_s))^{0,3} = & \mathbf{0,466} \\ \beta_c(T_2, T_s) &= ((T_2 - T_s) / (\beta_H + T_2 - T_s))^{0,3} = & \mathbf{0,991} \\ \beta_{(f_{cm})} &= 16,8 / (f_{cm})^{0,5} = & \mathbf{2,562} \\ \phi_{RH} &= (1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \cdot h_0^{1/3}) \cdot \alpha_2) \cdot \alpha_2 = & \mathbf{1,183} \\ \phi_0 &= \phi_{RH} \cdot \beta_{(f_{cm})} \cdot \beta_{(T_s)} = & \mathbf{2,252} \\ \phi(T_1, T_s) &= \phi_0 \cdot \beta_c(T_1, T_s) = & \mathbf{1,048} \\ \phi(T_2, T_s) &= \phi_0 \cdot \beta_c(T_2, T_s) = & \mathbf{2,231} \\ \chi(t, t_s) &= & \mathbf{0,55}\end{aligned}$$

Pomerné pretvorenie vyvolané zmrašťovaním:

$$\begin{aligned}\beta_{RH} &= 1,55 \cdot [1 - (RH / RH_0)^3] = & \mathbf{0,756} \\ \beta_{s1}(T_1, T_s) &= (T_1 - T_s) / ((T_1 - T_s) + 0,04 \cdot (h_0^3)^{0,5}) = & \mathbf{0,99989} \\ \beta_{s2}(T_2, T_s) &= (T_2 - T_s) / ((T_2 - T_s) + 0,04 \cdot (h_0^3)^{0,5}) = & \mathbf{1,00000} \\ \varepsilon_{cd,0} &= 0,85 \cdot ((220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot e^{(-\alpha_{ds2} \cdot f_{cm} / f_{cm0})}) \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} = & \mathbf{0,00014} \\ k_h &= & \mathbf{0,722} \\ \varepsilon_{cd}(T_1) &= \beta_{s1}(T_1, T_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = & \mathbf{0,00010} \\ \varepsilon_{cd}(T_2) &= \beta_{s2}(T_1, T_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = & \mathbf{0,00010}\end{aligned}$$

Zaťaženie	Zmrašťovanie		
Vek betónu	3dní	100dní	36525dní
$\varepsilon_{cd}(T)$	0	0,00010	0,00010
$\phi(T, T_s)$	0	1,048	2,231
$E(T)$ [MPa]	36572	0	0
$E_{ci}(T)$ [MPa]	0	22572	15765
$\psi_L$ [-]	0,55	0,55	0,55
$n_0 = E_a / E_{ci}(T)$ [-]	5,742	9,303	13,321
$n = n_0(1 + \psi_L \cdot \phi(T, T_s))$	5,742	14,668	29,666
$A_a$ [m <sup>2</sup> ]	0,0624	0,0624	0,0624
$A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1366	0,0535	0,0264
$A_i = A_a + A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1990	0,1159	0,0889
$I_a$ [m <sup>4</sup> ]	0,0507	0,0507	0,0507
$a$ [m]	2,0195	1,6695	1,4145
$a_c = A_a \cdot a / A_i$ [m]	0,6335	0,8992	0,9937
$a_a = A_c \cdot a / (n \cdot A_i)$ [m]	1,3860	0,7702	0,4208
$A_i \cdot a_c \cdot a_a$	0,1747	0,0803	0,0372
$I_c/n$	0,0020	0,0008	0,0004
$I_i$ [m <sup>4</sup> ]	0,2274	0,1318	0,0883
$z_1$ [m]	0,8410	1,1067	1,2012
$z_2 = z_3$ [m]	0,4260	0,6917	0,7862
$z_4$ [m]	2,3377	1,7219	1,3725
$\sigma_{cd} = \varepsilon_{cd}(T) \cdot E_{ci}(T)$ [MPa]	0	2,3038	1,6092
$N_{sh} = \sigma_{cd} \cdot A_c$ [MN]	0	1,8070	1,2622
$M_{sh} = N_{sd} \cdot a_c$ [MNm]	0	1,6249	1,2542
$\sigma_{1,sh}$ [MPa]	0	0,3106	0,5552
$\sigma_{2,sh}$ [MPa]	0	0,6594	0,7539
$\sigma_{3,sh}$ [MPa]	0	-24,1200	-25,3724
$\sigma_{4,sh}$ [MPa]	0	36,8223	33,7021

### Sekundárne účinky dotvarovania a zmrašťovania betónu (spojitá konštrukcia):

Vstupy pre výpočet sekundárnych účinkov:

	T= 100dní			T= 36525dní		
	$M_i$	$I_i$	natočenie $\Delta$	$M_i$	$I_i$	natočenie $\Delta$
	[MN/m]	[m <sup>4</sup> ]	[rad/m]	[MN/m]	[m <sup>4</sup> ]	[rad/m]
dotvarovanie	0,3088	0,1365	1,08E-05	0,5954	0,0816	3,47E-05
zmrašťovanie	1,6249	0,1318	5,87E-05	1,2542	0,0883	6,77E-05
		$\Delta T=60$ [rad/m]	6,95E-05		$\Delta T=36525$ [rad/m]	1,02E-04

Vnútorne sily od zaťaženia natočením  $\Delta$ :

		T= 100dní		T= 36525dní	
		dotvar.	zmrašť.	dotvar.	zmrašť.
$M_{\Delta \text{sek.úč.}}$	[MNm]	0,1391	0,1159	0,0534	0,1335
$V_{\Delta \text{sek.úč.}}$	[MN]	0,0104	0,0092	0,0041	0,0106
$N_{\Delta \text{sek.úč.}}$	[MN]	0,0692	0,0369	0,0221	0,0426

Napätia od sekundárnych účinkov dotvarovania a zmrašťovania:

Sekundárne účinky		T= 100dní		T= 36525dní	
		dotvar.	zmrašť.	dotvar.	zmrašť.
$A_i$	[m <sup>2</sup> ]	0,1190	0,1159	0,0305	0,0889
$I_i$	[m <sup>4</sup> ]	0,1365	0,1318	0,0816	0,0883
$n$		13,8563	14,6679	35,0710	29,6659
$a_c$	[m]	0,8871	0,8992	1,0028	0,9937
$z_1$	[m]	1,0946	1,1067	1,2103	1,2012
$z_2=z_3$	[m]	0,6796	0,6917	0,7953	0,7862
$z_4$	[m]	1,7561	1,7219	1,3109	1,3725
$\sigma_1$	[MPa]	-0,0741	-0,0637	-0,0113	-0,0645
$\sigma_2$	[MPa]	-0,0301	-0,0317	-0,0004	-0,0366
$\sigma_3$	[MPa]	-0,4173	-0,4643	-0,0134	-1,0863
$\sigma_4$	[MPa]	3,1606	2,2662	1,9355	3,2110
$\sigma_{1,s.ú.}$	[MPa]	-0,1378		-0,0758	
$\sigma_{2,s.ú.}$	[MPa]	-0,0618		-0,0370	
$\sigma_{3,s.ú.}$	[MPa]	-0,8815		-1,0997	
$\sigma_{4,s.ú.}$	[MPa]	5,4268		5,1465	

### Premenné zaťaženie: pohyblivé zaťaženie dopravou

Napätia od premenného zaťaženia - pohyblivé zaťaženie dopravou:

	T= 100dní	T= 36525dní
$\sigma_1 = -M_p^\delta \cdot z_1 / (I_i \cdot n) =$	<b>-4,793 MPa</b>	<b>-4,811 MPa</b>
$\sigma_2 = -M_p^\delta \cdot z_2 / (I_i \cdot n) =$	<b>-2,462 MPa</b>	<b>-2,437 MPa</b>
$\sigma_3 = -M_p^\delta \cdot z_3 / I_i =$	<b>-14,678 MPa</b>	<b>-13,993 MPa</b>
$\sigma_4 = M_p^\delta \cdot z_4 / I_i =$	<b>77,438 MPa</b>	<b>76,794 MPa</b>

### Premenné zaťaženie: zaťaženie vetrom

Napätia od premenného zaťaženia - zaťaženie vetrom:

	T= 100dní	T= 36525dní
$\sigma_1 = -M_w \cdot z_1 / (I_i \cdot n) =$	<b>-0,280 MPa</b>	<b>-0,281 MPa</b>
$\sigma_2 = -M_w \cdot z_2 / (I_i \cdot n) =$	<b>-0,144 MPa</b>	<b>-0,142 MPa</b>
$\sigma_3 = -M_w \cdot z_3 / I_i =$	<b>-0,857 MPa</b>	<b>-0,817 MPa</b>
$\sigma_4 = M_w \cdot z_4 / I_i =$	<b>4,523 MPa</b>	<b>4,486 MPa</b>

### Premenné zaťaženie: účinky náhlej zmeny teploty

$k_{sur} = 0,8$

*Ohrievanie konštrukcie:*

$h_0 =$	<b>0,000</b> m	$\Delta T_0 =$	<b>12,800</b> °C	$\epsilon_{T,0} =$	<b>1,536E-04</b>
$h_1 =$	<b>0,249</b> m	$\Delta T_1 =$	<b>3,200</b> °C	$\epsilon_{T,c} =$	<b>2,714E-05</b>
$h_c =$	<b>0,415</b> m	$\Delta T_c =$	<b>2,261</b> °C	$\sigma_{1,\Delta T} =$	<b>5,222</b> MPa
$h_d =$	<b>0,815</b> m	$\Delta T_d =$	<b>0,000</b> °C	$\sigma_{2,\Delta T} =$	<b>0,923</b> MPa

*Ochladzovanie konštrukcie:*

$h_0 =$	<b>0,000</b> m	$\Delta T_0 =$	<b>-4,000</b> °C	$\epsilon_{T,0} =$	<b>-4,800E-05</b>
$h_1 =$	<b>0,249</b> m	$\Delta T_1 =$	<b>0,000</b> °C	$\epsilon_{T,c} =$	<b>0,000E+00</b>
$h_c =$	<b>0,415</b> m	$\Delta T_c =$	<b>0,000</b> °C	$\sigma_{1,\Delta T} =$	<b>-1,632</b> MPa
$h_d =$	<b>0,815</b> m	$\Delta T_d =$	<b>-6,400</b> °C	$\sigma_{2,\Delta T} =$	<b>0,000</b> MPa

Zmena teploty	Ohrievanie		Ochladzovanie	
	100dní	36525dní	100dní	36525dní
$E(T)$ [MPa]	35222	36572	35222	36572
$E_{ci}(T)$ [MPa]	0	0	0	0
$\psi_L$ [-]	0,55	0,55	0,55	0,55
$n_0 = E_a / E_{ci}(T)$ [-]	5,9622	5,7421	5,9622	5,7421
$n = n_0(1 + \psi_L \cdot \phi(T, T_s))$	5,9622	5,7421	5,9622	5,7421
$A_a$ [m <sup>2</sup> ]	0,0624	0,0624	0,0624	0,0624
$A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1316	0,1366	0,1316	0,1366
$A_i = A_a + A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1940	0,1990	0,1940	0,1990
$I_a$ [m <sup>4</sup> ]	0,0507	0,0507	0,0507	0,0507
$a$ [m]	2,0068	2,0195	2,0068	2,0195
$a_c = A_a \cdot a / A_i$ [m]	0,6458	0,6335	0,6458	0,6335
$a_a = A_c \cdot a / (n \cdot A_i)$ [m]	1,3609	1,3860	1,3609	1,3860
$A_i \cdot a_c \cdot a_a$	0,1705	0,1747	0,1705	0,1747
$I_c/n$	0,0019	0,0020	0,0019	0,0020
$I_i$ [m <sup>4</sup> ]	0,2231	0,2274	0,2231	0,2274
$Z_1$ [m]	0,8533	0,8410	0,8533	0,8410
$Z_2 = Z_3$ [m]	0,4383	0,4260	0,4383	0,6335
$Z_4$ [m]	2,3126	2,3377	2,3126	2,3377
$N'_{\Delta T}$ [MN]	4,0962	4,0962	-1,2801	-1,2801
$N''_{\Delta T}$ [MN]	0,3619	0,3619	0,0000	0,0000
$M_{\Delta T}$ [MNm]	2,9042	2,8490	-0,8267	-0,8109
$\sigma_{1,sh}$ [MPa]	-0,4950	-0,5130	0,0051	0,0102
$\sigma_{2,sh}$ [MPa]	-3,8888	-3,9074	1,3792	1,5134
$\sigma_{3,sh}$ [MPa]	-23,4644	-22,5126	6,5909	8,6900
$\sigma_{4,sh}$ [MPa]	-7,1191	-6,8835	1,9697	1,9026

### Výsledné napätie v spriahnutom priereze - pružné štádium

napätie v čase	T=100dní			
zaťaženie	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$	$\sigma_4$
1.prvá časť stáleho zaťaženia $g_1$	0	0	-50,326	50,326
2.druhá časť stáleho zaťaženia $g_2$	-1,271	-0,736	-6,959	22,635
3.zmrašťovanie	0,311	0,659	-24,120	36,822
4.sekundárne účinky reológie	-0,138	-0,062	-0,882	5,427
5.pohyblivé zaťaženie	-4,793	-2,462	-14,678	77,438
6.zaťaženie vetrom	-0,280	-0,144	-0,857	4,523
7.zmena teploty-ohriatie	-0,495	-3,889	-23,464	-7,119
8.zmena teploty-ochladenie	0,005	1,379	6,591	1,970
Kombi 1: 1+2+3+4	-1,098	-0,138	-82,287	115,210
Kombi 2: 1+2+3+4+5	-5,890	-2,600	-96,965	192,648
Kombi 3: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6	-5,890	-2,600	-96,965	192,648
Kombi 4: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6+ $\psi$ .7	-6,397	-5,041	-111,687	192,648
Kombi 5: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6+ $\psi$ .8	-6,097	-1,880	-93,653	197,223
$\sigma_v$ výsledne [MPa]	-6,397	-5,041	-111,687	197,223
medzné napätie [MPa]	29,75	29,75	355	335
	vyhovuje 21,50%	vyhovuje 16,94%	vyhovuje 31,46%	vyhovuje 58,87%
napätie v čase	T=36525dní			
zaťaženie	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$	$\sigma_4$
1.prvá časť stáleho zaťaženia $g_1$	0	0	-50,326	50,326
2.druhá časť stáleho zaťaženia $g_2$	-0,900	-0,602	-7,834	18,071
3.zmrašťovanie	0,555	0,754	-25,372	33,702
4.sekundárne účinky reológie	-0,076	-0,037	-1,100	5,147
5.pohyblivé zaťaženie	-4,811	-2,437	-13,993	76,794
6.zaťaženie vetrom	-0,281	-0,142	-0,817	4,486
7.zmena teploty-ohriatie	-0,513	-3,907	-22,513	-6,884
8.zmena teploty-ochladenie	0,010	1,513	8,690	1,903
Kombi 1: 1+2+3+4	-0,420	0,115	-84,632	107,246
Kombi 2: 1+2+3+4+5	-5,231	-2,322	-98,625	184,040
Kombi 3: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6	-5,231	-2,322	-98,625	184,040
Kombi 4: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6+ $\psi$ .7	-5,750	-4,773	-112,746	183,274
Kombi 5: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6+ $\psi$ .8	-5,436	-1,521	-94,024	188,546
$\sigma_v$ výsledne [MPa]	-5,750	-4,773	-112,746	188,546
medzné napätie [MPa]	29,75	29,75	355	335
	vyhovuje 19,33%	vyhovuje 16,04%	vyhovuje 31,76%	vyhovuje 56,28%

### 5.5.1.5 Návrh a posúdenie prvkov spriahnutia

d=	18,2 mm	$\gamma_v$ =	1,25
$h_{sc}$ =	200 mm		
$f_u$ =	410 MPa		
$h_d$ =	10 mm		
D=	35 mm		

*Kritéria pre umiestnenie trňov:*

priechy smer		pozdlžny smer	
$p_1 \geq$	<b>25 mm</b>	$e_1 \geq$	<b>25 mm</b>
$p_1 \leq$	<b>100 mm</b>	$e_1 \leq$	<b>100 mm</b>
$p_1 \leq 9 \cdot t_f \cdot \varepsilon_m =$	<b>183,064 mm</b>	$e_1 \leq 9 \cdot t_f \cdot \varepsilon_m =$	<b>183,064 mm</b>
$p \geq 4 \cdot d =$	<b>72,800 mm</b>	$e \geq 5 \cdot d =$	<b>91,000 mm</b>
$p \leq 40 \cdot t_f \cdot \varepsilon_m =$	<b>813,617 mm</b>	$e \leq 6 \cdot t_c =$	<b>2490,000 mm</b>
		$e \leq$	<b>800 mm</b>
		$e \leq 22 \cdot t_f \cdot \varepsilon_m =$	<b>447,489 mm</b>

*Únosnosť spriahovacích trňov:*

$h_{sc}/d > 4$	$\rightarrow \alpha =$	<b>1,000</b>		
$3 \leq h_{sc}/d \leq 4$	$\rightarrow \alpha = 0,2 \cdot (h_{sc}/d + 1) =$	<b>2,398</b>	$h_{sc}/d =$	<b>10,989</b>
	$P_{Rd} = \pi \cdot d^2 / 4 \cdot 0,8 \cdot f_{td} / \gamma_v =$	<b>0,068 MN</b>		$\rightarrow \alpha =$
	$P_{Rd} = \alpha \cdot d^2 \cdot 0,29 \cdot (f_{ck} \cdot E_{cm})^{0,5} / \gamma_v =$	<b>0,084 MN</b>		$\rightarrow P_{Rd} =$
				<b>0,068 MN</b>

**Posúdenie spriahovacích trňov-MSÚ:**

Pozdlžna šmyková sila:

$$V_1 = V_{cf} = A_c \cdot 0,85 \cdot f_{cd} = \mathbf{15,556 \text{ MN}}$$

počet trňov v priečnom smere:

$$m = \mathbf{5 \text{ ks}}$$

$$p_{vyp} = \mathbf{75,000 \text{ mm}}$$

$$p_{min} \leq p_{vyp} \leq p_{max} \quad \mathbf{\text{podmienka vyhovuje}}$$

potrebný počet trňov na polovici rozpätia:

$$n_{min} = V_{cf} / (P_{Rd} \cdot m) = \mathbf{45,576} \quad \rightarrow n = \mathbf{45 \text{ ks}}$$

$$L = L_e = \mathbf{22,525 \text{ m}}$$

$$e = L/2/n = \mathbf{250,278 \text{ mm}}$$

$$e_{min} \leq e_{vyp} \leq e_{max} \quad \mathbf{\text{podmienka vyhovuje}}$$

**Posúdenie spriahovacích trňov pre prierez tr. 3 a 4-MSP:**

$$e = \mathbf{250,278 \text{ mm}}$$

$$n = \mathbf{45 \text{ ks}}$$

*Šmykový tok od zaťaženia  $g_2$ :*

	T=100dní	T=36525dní
$V_{g2}$	<b>0,675 MN</b>	<b>0,675 MN</b>
$A_c/n$	<b>0,057 m<sup>2</sup></b>	<b>0,022 m<sup>2</sup></b>
$a_c$	<b>0,887 m</b>	<b>1,003 m</b>
$I_{yi}$	<b>0,136 m<sup>4</sup></b>	<b>0,082 m<sup>4</sup></b>
$t_{g2} = V_{g2} \cdot (A_c/n) \cdot a_c / I_{yi}$	<b>0,248 MN/m</b>	<b>0,185 MN/m</b>
$N_{g2} = t_{g2} \cdot e$	<b>0,035 MN</b>	<b>0,026 MN</b>

*Šmykový tok od premenného zaťaženia:*

	T=100dní	T=36525dní
$V_p$	<b>1,224 MN</b>	<b>1,224 MN</b>
$A_c/n$	<b>0,132 m<sup>2</sup></b>	<b>0,137 m<sup>2</sup></b>
$a_c$	<b>0,646 m</b>	<b>0,633 m</b>
$I_{yi}$	<b>0,223 m<sup>4</sup></b>	<b>0,227 m<sup>4</sup></b>
$t_p = V_p \cdot (A_c/n) \cdot a_c / I_{yi}$	<b>0,466 MN/m</b>	<b>0,466 MN/m</b>
$N_p = t_p \cdot e$	<b>0,065 MN</b>	<b>0,065 MN</b>

*Šmykový tok od premenného zaťaženia vetrom:*

	T=100dní	T=36525dní
$V_w$	<b>0,100 MN</b>	<b>0,100 MN</b>
$A_c/n$	<b>0,132 m<sup>2</sup></b>	<b>0,137 m<sup>2</sup></b>
$a_c$	<b>0,646 m</b>	<b>0,633 m</b>

$I_{yi}$	<b>0,223 m<sup>4</sup></b>	<b>0,227 m<sup>4</sup></b>
$t_w = V_w \cdot (A_c/n) \cdot a_c / I_{yi}$	<b>0,038 MN/m</b>	<b>0,038 MN/m</b>
$N_w = t_w \cdot e$	<b>0,005 MN</b>	<b>0,005 MN</b>

pozn.: Na začiatkovej dĺžke nosníka  $L_k = 2,7\text{m}$  od podpory budú trne zhustené na rozstupy  $e = 140\text{mm}$ .

*Šmykový tok od zmrašťovania:*

	T=100dní	T=36525dní
$\sigma_{1,sh}$	<b>0,311 MPa</b>	<b>0,555 MPa</b>
$\sigma_{2,sh}$	<b>0,659 MPa</b>	<b>0,754 MPa</b>
$N_{sh}$	<b>0,380 MN</b>	<b>0,513 MN</b>
$L_k$	<b>2,700 m</b>	<b>2,700 m</b>
$e_x$	<b>140,000 mm</b>	<b>140,000 mm</b>
$N_{sh,1}$	<b>0,054 MN</b>	<b>0,073 MN</b>

*Šmykový tok od teploty-ohrievanie:*

	T=100dní	T=36525dní
$\sigma_{1,T,1}$	<b>-0,495 MPa</b>	<b>-0,513 MPa</b>
$\sigma_{2,T,1}$	<b>-3,889 MPa</b>	<b>-3,907 MPa</b>
$N_T$	<b>-1,719 MN</b>	<b>-1,734 MN</b>
$L_k$	<b>2,700 m</b>	<b>2,700 m</b>
$e_x$	<b>140,000 mm</b>	<b>140,000 mm</b>
$N_{T,1}$	<b>-0,245 MN</b>	<b>-0,247 MN</b>

*Šmykový tok od teploty-ochladzovanie:*

	T=100dní	T=36525dní
$\sigma_{1,T,2}$	<b>0,005 MPa</b>	<b>0,010 MPa</b>
$\sigma_{2,T,2}$	<b>1,379 MPa</b>	<b>1,513 MPa</b>
$N_T$	<b>0,543 MN</b>	<b>0,598 MN</b>
$L_k$	<b>2,700 m</b>	<b>2,700 m</b>
$e_x$	<b>140,000 mm</b>	<b>140,000 mm</b>
$N_{T,2}$	<b>0,077 MN</b>	<b>0,085 MN</b>

Posúdenie trňa:

	T=100dní	T=36525dní
1. $N_g + N_p =$	<b>0,100 MN</b>	<b>0,091 MN</b>
2. $N_g + N_p + \psi \cdot N_w =$	<b>0,104 MN</b>	<b>0,095 MN</b>
3. $N_g + N_p + \psi \cdot N_{T,1} + \psi \cdot N_w =$	<b>0,043</b>	<b>0,053</b>
4. $N_g + N_p + \psi \cdot N_{T,2} + \psi \cdot N_w =$	<b>0,150</b>	<b>0,146</b>
5. $N_g - N_{sh} =$	<b>0,020</b>	<b>0,047</b>
6. $N_g - N_{sh,1} - 1/0,7 \cdot N_{T,1} =$	<b>0,331</b>	<b>0,306</b>
7. $N_g - N_{sh,1} - 1/0,7 \cdot N_{T,2} =$	<b>0,130</b>	<b>0,169</b>
$N_c =$	<b>0,331 MN</b>	
$P_{Rd} \cdot m =$	<b>0,341 MN</b>	$P_{Rd} \cdot m \geq N_c$ <b>vyhovuje</b>

**Posúdenie spriahovacích trňov na únavu - zvary v šmyku**

$V_{p,max} =$	<b>1,224 MN</b>	$V_{p,min} =$	<b>0,000 MN</b>
$t_{p,36525,d,max} =$	<b>0,466 MN/m</b>	$t_{p,36525,d,min} =$	<b>0,000 MN/m</b>
$t_{p,36525,k,max} =$	<b>0,321 MN/m</b>	$t_{p,36525,k,min} =$	<b>0,000 MN/m</b>
$\Delta F_{R,max} = t_{p,36525,k} \cdot e / m =$	<b>0,00899 MN</b>		
$\Delta F_{R,min} = t_{p,36525,k} \cdot e / m =$	<b>0,00000 MN</b>		



$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= \Delta F_{R, \max} \cdot 4 / (\pi \cdot d^2) = & \mathbf{34,559 \text{ MPa}} \\ \tau_{\max} &= \Delta F_{R, \min} \cdot 4 / (\pi \cdot d^2) = & \mathbf{0,000 \text{ MPa}} \\ \Delta \tau_p &= |\tau_{\max} - \tau_{\min}| = & \mathbf{34,559 \text{ MPa}} \\ K_D &= \Delta \tau_c = & \mathbf{90 \text{ MPa}} \\ \lambda_{w1} &= & \mathbf{0,75} \\ \lambda_{w2} &= (Vol / (25 \cdot 10^6))^{1/k_2} = & \mathbf{1,023} \\ \lambda_{w3} &= (N_{\text{years}} / 100)^{1/k_2} = & \mathbf{1,000} \\ \lambda_{w4} &= & \mathbf{1,000} \\ \lambda_w &= \lambda_{w1} \cdot \lambda_{w2} \cdot \lambda_{w3} \cdot \lambda_{w4} = & \mathbf{0,767} \\ \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \tau_{E2} &\leq \Delta \tau_c / \gamma_{M, \text{fat}} & \mathbf{\text{vyhovuje}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma_{F, \text{fat}} &= & \mathbf{1} \\ \gamma_{M, \text{fat}} &= & \mathbf{1,15} \\ Vol &= & \mathbf{3,00E+07 \text{ tony/rok/kol'aj}} \\ k_2 &= & \mathbf{8} \\ N_{\text{years}} &= & \mathbf{100 \text{ rokov}} \\ \Delta \tau_{E2} &= \lambda \cdot \Delta \tau_p = & \mathbf{26,517 \text{ MPa}} \\ \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \tau_{E2} &= & \mathbf{26,517} \\ \Delta \tau_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= & \mathbf{78,261} \end{aligned}$$

### 5.5.1.6 Návrh a posúdenie krčných zvarov steny a pásnic hlavného nosníka

a) Zvar steny a hornej pásnice:

Materiál: S355

$$\begin{aligned} f_u &= & \mathbf{510 \text{ MPa}} \\ \gamma_{M2} &= & \mathbf{1,25} \\ \beta_w &= & \mathbf{0,9} \\ a_w &= & \mathbf{8 \text{ mm}} \\ n &= & \mathbf{2 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

Šmykový tok od zaťaženia  $g_1$ :

$$\begin{aligned} A_{f1} &= & \mathbf{0,010 \text{ m}^2} & A_c/n = & \mathbf{0,000 \text{ m}^2} \\ z_3 &= & \mathbf{1,348 \text{ m}} & a_c &= & \mathbf{0,000 \text{ m}} \\ V_{g1,d} &= & \mathbf{0,547 \text{ MN}} & I_{yi} &= & \mathbf{0,051 \text{ m}^4} \\ S_{y,3} &= & \mathbf{0,014 \text{ m}^3} & t_{g1} = V_{g1} \cdot S_{y,3} / I_{yi} &= & \mathbf{0,147 \text{ MN/m}} \end{aligned}$$

Šmykový tok od zaťaženia  $g_2$ :

$$\begin{aligned} A_{f1} &= & \mathbf{0,010 \text{ m}^2} & A_c/n = & \mathbf{0,022 \text{ m}^2} \\ z_3 &= & \mathbf{0,795 \text{ m}} & a_c &= & \mathbf{1,003 \text{ m}} \\ V_{g2,d} &= & \mathbf{0,911 \text{ MN}} & I_{yi} &= & \mathbf{0,082 \text{ m}^4} \\ S_{y,3} &= & \mathbf{0,031 \text{ m}^3} & t_{g2} = V_{g2} \cdot S_{y,3} / I_{yi} &= & \mathbf{0,340 \text{ MN/m}} \end{aligned}$$

Šmykový tok od pohyblivého zaťaženia:

$$\begin{aligned} A_{f1} &= & \mathbf{0,010 \text{ m}^2} & A_c/n = & \mathbf{0,137 \text{ m}^2} \\ z_3 &= & \mathbf{0,426 \text{ m}} & a_c &= & \mathbf{0,633 \text{ m}} \\ V_p &= & \mathbf{2,719 \text{ MN}} & I_{yi} &= & \mathbf{0,227 \text{ m}^4} \\ S_{y,3} &= & \mathbf{0,091 \text{ m}^3} & t_p = V_p \cdot S_{y,3} / I_{yi} &= & \mathbf{1,087 \text{ MN/m}} \end{aligned}$$

Šmykový tok od zmeny teploty:

$$\begin{aligned} N_{T2} &= & \mathbf{0,085 \text{ MN}} & t_{\Delta T} = N_{T2} / e_x &= & \mathbf{0,609 \text{ MN/m}} \\ e_x &= & \mathbf{0,140 \text{ m}} \end{aligned}$$

Zmrašťovanie má záporný účinok, z toho dôvodu ho neuvažujeme.

$$\begin{aligned} 1. \quad t_{g1} + t_{g2} + t_p &= & \mathbf{1,574 \text{ MN/m}} \\ 2. \quad t_{g1} + t_{g2} + t_p + \psi \cdot t_{\Delta T} &= & \mathbf{1,940 \text{ MN/m}} \\ t_{d, \text{zar}} &= & \mathbf{1,940 \text{ MN/m}} \\ t_{II} = t_{d, \text{zar}} / (n \cdot a_w) &= & \mathbf{121,220 \text{ MPa}} \\ \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} &= & \mathbf{0,000 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} = 209,959 \text{ MPa} \quad (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{m2}) \text{ zvar vyhovuje}$$

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{m2}) = 453,333 \text{ MPa}$$

Alternatíva TUPÝ ZVAR -K zvar

$$\gamma_r = 0,85$$

$$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} = 209,959 \text{ MPa} \quad (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{m2}) \cdot \gamma_r \text{ zvar vyhovuje}$$

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{m2}) \cdot \gamma_r = 385,333 \text{ MPa}$$

b) Zvar steny a dolnej pásnice:

Materiál: S355

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\beta_w = 0,9$$

$$a_w = 8 \text{ mm}$$

$$n = 2 \text{ ks}$$

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

Šmykový tok od zaťaženia  $g_1$ :

$$A_{f2} = 0,021 \text{ m}^2 \quad A_c/n = 0,000 \text{ m}^2$$

$$z_4 = 0,952 \text{ m} \quad a_c = 0,000 \text{ m}$$

$$V_{g1,d} = 0,547 \text{ MN} \quad I_{yi} = 0,051 \text{ m}^4$$

$$S_{y,4} = 0,020 \text{ m}^3 \quad t_{g1} = V_{g1} \cdot S_{y,4} / I_{yi} = 0,219 \text{ MN/m}$$

Šmykový tok od zaťaženia  $g_2$ :

$$A_{f2} = 0,021 \text{ m}^2 \quad A_c/n = 0,000 \text{ m}^2$$

$$z_4 = 1,311 \text{ m} \quad a_c = 0,000 \text{ m}$$

$$V_{g2,d} = 0,911 \text{ MN} \quad I_{yi} = 0,082 \text{ m}^4$$

$$S_{y,4} = 0,028 \text{ m}^3 \quad t_{g2} = V_{g2} \cdot S_{y,4} / I_{yi} = 0,311 \text{ MN/m}$$

Šmykový tok od pohyblivého zaťaženia:

$$A_{f1} = 0,021 \text{ m}^2 \quad A_c/n = 0,000 \text{ m}^2$$

$$z_4 = 2,338 \text{ m} \quad a_c = 0,000 \text{ m}$$

$$V_p = 2,719 \text{ MN} \quad I_{yi} = 0,227 \text{ m}^4$$

$$S_{y,3} = 0,049 \text{ m}^3 \quad t_p = V_p \cdot S_{y,3} / I_{yi} = 0,591 \text{ MN/m}$$

Zmrašťovanie má záporný účinok, z toho dôvodu ho neuvažujeme.

$$1. \quad t_{g1} + t_{g2} + t_p = 1,120 \text{ MN/m}$$

$$t_{d,zvar} = 1,120 \text{ MN/m}$$

$$t_{\parallel} = t_{d,zvar} / (n \cdot a_w) = 70,030 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,000 \text{ MPa}$$

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} = 121,296 \text{ MPa} \quad (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{m2}) \text{ zvar vyhovuje}$$

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{m2}) = 453,333 \text{ MPa}$$

### 5.5.1.7 Posúdenie na únavu

$$l_i = 0,227 \text{ m}^4 \quad M_{p,max} = 7,472 \text{ MN/m} \quad \lambda_1 = 0,665$$

$$z_3 = 0,426 \text{ m} \quad M_{p,min} = 0,000 \text{ MN/m} \quad \lambda_2 = 1,04$$

$$z_4 = 2,338 \text{ m} \quad \lambda_3 = 1$$

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,692 \quad \lambda_4 = 1$$

$$\lambda \leq \lambda_{max} \rightarrow \lambda = 0,692 \quad \lambda_{max} = 1,4$$

Styk steny hlavného nosníka a hornej pásnice hlavného nosníka

$$K_D = \Delta \sigma_c = 112 \text{ MPa} \quad \gamma_{F,at} = 1$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= -13,993 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 9,678 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p &= |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| = 13,993 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 97,391 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} &= \lambda \cdot \Delta \sigma_p = 9,678 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

#### Styk steny hlavného nosníka a spodnej pásnice hlavného nosníka

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 112 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -76,794 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 53,111 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p &= |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| = 76,794 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 97,391 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} &= \lambda \cdot \Delta \sigma_p = 53,111 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

#### Styk priečnej výstuhy steny hlavného nosníka a hornej pásnice hlavného nosníka

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -13,993 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 9,678 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p &= |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| = 13,993 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} &= \lambda \cdot \Delta \sigma_p = 9,678 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

#### Styk priečnej výstuhy steny hlavného nosníka a spodnej pásnice hlavného nosníka

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -76,794 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 53,111 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p &= |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| = 76,794 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} &= \lambda \cdot \Delta \sigma_p = 53,111 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

#### Spriahajúci trň privarený na hornú pásnicu - účinok na pásnicu

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -13,993 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 9,678 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p &= |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| = 13,993 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} &= \lambda \cdot \Delta \sigma_p = 9,678 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

### 5.5.1.8 Posúdenie horných vlákien betónu na únavu

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[ 1 - \left( \frac{28}{t} \right)^{0,5} \right] \right\} = 1,275$$

$$f_{d, \text{fat}} = 0,85 \cdot \beta_{cc}(t) \cdot f_{cd} \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 21,75$$

v čase T=100dní

$$\sigma_{c, \min} = 6,397 - 4,793 = 1,604 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c, \max} = 6,397 - 4,793 + 4,793 / 1,21 = 5,565 \text{ MPa}$$

Posúdenie

v čase T=365250dní

$$\sigma_{c, \min} = 5,750 - 4,811 = 0,939 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c, \max} = 5,750 - 4,811 + 4,811 / 1,21 = 4,915 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,max}(t)}{f_{cd}(t)} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \frac{\sigma_{c,min}(t)}{f_{cd}(t)} \leq 0,9 \quad \frac{\sigma_{c,max}(t)}{f_{cd}(t)} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \frac{\sigma_{c,min}(t)}{f_{cd}(t)} \leq 0,9$$

$$\frac{1,604}{21,75} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \frac{5,565}{21,75} \leq 0,9 \quad \frac{0,939}{21,75} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \frac{4,939}{21,75} \leq 0,9$$

$$0,074 < 0,615 < 0,9 \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad 0,043 < 0,602 < 0,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

### 5.5.1.9 Návrh a posúdenie výstuh steny hlavného nosníka

$$\begin{aligned} b_{st1} &= 0,200 \text{ m} & t_w &= 0,014 \text{ m} \\ b_{st2} &= 0,200 \text{ m} & h_w &= 2,245 \text{ m} \\ t_{st} &= 0,012 \text{ m} & a &= 2,000 \text{ m} \\ 15.\varepsilon.t_w &= 0,171 \text{ m} & I_{st} &= 7,104E-05 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

Tuhostné posúdenie priečnej výstuhy steny:

$$\begin{aligned} a/h_w &= 0,891 \\ a/h_w < (2)^{0,5} \rightarrow I_{st} &\geq 1,5 \cdot h_w^3 \cdot t_w^3 / a^2 \\ a/h_w &\geq (2)^{0,5} \rightarrow I_{st} \geq 0,75 \cdot h_w \cdot t_w^3 \rightarrow I_{st,min} = 1,164E-05 \quad I_{st} \geq I_{st,min} \text{ vyhovuje na tuhosť} \end{aligned}$$

Pevnostné posúdenie priečnej výstuhy steny:

$$\begin{aligned} \chi_w &= 0,895 \\ V_{Ed} &= 4,177 \text{ MN} \\ N_{Ed} = V_{Ed} \cdot \chi_w \cdot f_{yd} \cdot h_w \cdot t_w / 3^{0,5} &= -1,591 \text{ MN} \end{aligned}$$

Nie je potrebné pevnostne posudzovať výstuhy, posúvajúcu silu prenesie stena, výstuhy len z tuhostného hľadiska

Koncová priečna výstuha:

$$\begin{aligned} b_{st,k} &= 0,000 \text{ m} & t_w &= 0,014 \text{ m} & W_{el,z,st} &= 3,772E-03 \text{ m}^3 \\ t_{st,k} &= 0,000 \text{ m} & h_w &= 2,145 \text{ m} \\ b_{st,p} &= 0,600 \text{ m} & a &= 2,000 \text{ m} \\ t_{st,p} &= 0,030 \text{ m} & e &= 0,700 \text{ m} \\ b_{st} &= 0,200 \text{ m} & I_{st,y} &= 1,848E-03 \text{ m}^4 \\ t_{st} &= 0,012 \text{ m} & I_{st,z} &= 1,132E-03 \text{ m}^4 \\ 15.\varepsilon.t_w &= 0,171 \text{ m} & A_{st} &= 0,046 \text{ m} \end{aligned}$$

Tuhostné posúdenie koncovej priečnej výstuhy steny:

$$\begin{aligned} 4 \cdot h_w \cdot t_w^2 &= 1,682E-03 \text{ m}^3 & W_{el,z,st} &\geq 4 \cdot h_w \cdot t_w^2 \text{ podmienka vyhovuje} \\ 4 \cdot h_w \cdot t_w^2 / e &= 2,402E-03 & A_{st} &\geq 4 \cdot h_w \cdot t_w^2 / e \text{ podmienka vyhovuje} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a/h_w &= 0,932 \\ a/h_w < (2)^{0,5} \rightarrow I_{st} &\geq 1,5 \cdot h_w^3 \cdot t_w^3 / a^2 \\ a/h_w &\geq (2)^{0,5} \rightarrow I_{st} \geq 0,75 \cdot h_w \cdot t_w^3 \rightarrow I_{st,min} = 1,016E-05 \quad I_{st} \geq I_{st,min} \text{ vyhovuje na tuhosť} \end{aligned}$$

Pevnostné posúdenie priečnej výstuhy steny:

$$\begin{aligned} \chi_w &= 0,895 \\ V_{Ed} &= 4,177 \text{ MN} \\ N_{Ed} = V_{Ed} \cdot \chi_w \cdot f_{yd} \cdot h_w \cdot t_w / 3^{0,5} &= -1,334 \text{ MN} \end{aligned}$$

Nie je potrebné pevnostne posudzovať výstuhy, posúvajúcu silu prenesie stena, výstuhy len z tuhostného hľadiska

## 5.5.2 Posúdenie prierezu – „VNÚTORNÝ“ prierez

### 5.5.2.1 Vstupné údaje a vnútorné sily

tab. 7 Vnútorné sily rozhodujúce pre posúdenie vnútorných polí – krajný nosník

Zaťažovací stav		N <sub>yk</sub>	V <sub>yk</sub>	V <sub>sk</sub>	M <sub>yk</sub>	M <sub>sk</sub>	γ <sub>f</sub>	δ	α	f	ψ <sub>0</sub>	N <sub>sd</sub>	V <sub>sd</sub>	V <sub>sd</sub>	M <sub>sd</sub>	M <sub>sd</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g <sub>1</sub>	v. tiaž konštrukcie (generovaná)	152,60	4,42	8,04	2242,14	2,27	1,35	-	-	-	-	206,01	5,97	10,85	3026,89	3,06
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	114,75	8,68	7,42	3,21	62,10	1,35	-	-	-	-	154,91	11,72	10,02	4,33	83,84
	tiaž kompozitu	0,86	0,01	0,14	18,95	0,22	1,35	-	-	-	-	1,16	0,01	0,19	25,58	0,30
	tiaž zábradlia	4,56	0,26	0,17	0,08	2,50	1,35	-	-	-	-	6,16	0,35	0,23	0,11	3,38
	tiaž izolácie	17,31	0,52	1,12	245,19	0,62	1,35	-	-	-	-	23,37	0,70	1,51	331,01	0,84
	tiaž štrkového lôžka	158,57	4,74	10,26	2246,51	5,70	1,35	-	-	-	-	214,07	6,40	13,85	3032,79	7,70
	tiaž zvršku	2,98	0,97	1,01	163,18	4,50	1,35	-	-	-	-	4,02	1,31	1,36	220,29	6,08
	pokles podpier	21,98	0,08	1,99	400,21	3,41	1,35	-	-	-	-	29,67	0,11	2,69	540,28	4,60
	trakcia	5,08	0,10	2,57	1,38	2,85	1,35	-	-	-	-	6,86	0,14	3,47	1,86	3,85
Σ g <sub>2</sub>		326,09	15,36	24,68	3078,71	81,90						440,22	20,74	33,32	4156,26	110,57
q	zvislé účinky LM71	193,62	25,22	29,74	5580,03	146,58	1,45	1,15	1,21	-	-	390,66	50,89	60,01	11258,69	295,75
	odstredivá sila LM71	104,30	0,82	1,35	156,97	4,63	1,45	-	1,21	0,817	-	149,51	1,18	1,94	225,00	6,64
	brzdne a rozjazdové sily LM71	629,21	7,78	23,15	632,26	5,56	1,45	-	1,21	-	-	1103,95	13,65	40,62	1109,30	9,76
	zvislé účinky SW/0	131,61	7,10	34,41	4607,63	115,85	1,45	1,15	1,21	-	-	265,55	14,33	69,43	9296,70	233,75
	odstredivá sila SW/0	198,43	0,12	3,17	282,87	10,74	1,45	-	1,21	0,817	-	284,43	0,17	4,54	405,47	15,40
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	210,83	0,22	17,30	231,56	2,22	1,45	-	1,21	-	-	369,90	0,39	30,35	406,27	3,89
	bočné rázy	174,84	1,24	2,87	109,03	31,49	1,45	-	1,21	-	-	306,76	2,18	5,04	191,29	55,25
	zvislé účinky SW/2	231,28	28,11	70,70	6645,64	160,45	1,20	1,15	-	-	-	319,17	38,79	97,57	9170,98	221,42
	odstredivá sila SW/2	90,82	0,56	2,57	134,08	5,37	1,20	-	-	1	-	108,98	0,67	3,08	160,90	6,44
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	157,38	9,07	17,85	222,89	0,99	1,20	-	-	-	-	188,86	10,88	21,42	267,47	1,19
	bočné rázy	174,84	1,24	2,87	109,03	31,49	1,20	-	-	-	-	209,81	1,49	3,44	130,84	37,79
	revízná lávka	12,18	0,20	3,34	281,64	3,23	1,50	-	-	-	0,8	14,62	0,24	4,01	337,97	3,88
	Σ q															
	w															
w	vetor na mostovku	195,86	1,72	1,67	168,57	39,21	1,50	-	-	-	0,75	220,34	1,94	1,88	189,64	44,11
	vetor na pás pochyblivého zataženia	249,70	0,87	3,07	393,84	11,66	1,50	-	-	-	0,75	280,91	0,98	3,45	443,07	13,12
	Σ w	445,56	2,59	4,74	562,41	50,87	3,00					501,26	2,91	5,33	632,71	57,23

tab. 8 Vnútorné sily rozhodujúce pre posúdenie vnútorných polí – vnútorný nosník

Zaťažovací stav		N <sub>yk</sub>	V <sub>yk</sub>	V <sub>sk</sub>	M <sub>yk</sub>	M <sub>sk</sub>	γ <sub>f</sub>	δ	α	f	ψ <sub>0</sub>	N <sub>sd</sub>	V <sub>sd</sub>	V <sub>sd</sub>	M <sub>sd</sub>	M <sub>sd</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g <sub>1</sub>	v. tiaž konštrukcie (generovaná)	2,42	6,59	17,29	2656,91	91,56	1,35	-	-	-	-	3,27	8,90	23,34	3586,83	123,61
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	72,05	10,97	14,50	776,75	126,87	1,35	-	-	-	-	97,27	14,81	19,58	1048,61	171,27
	tiaž kompozitu	0,35	0,03	0,30	19,37	1,27	1,35	-	-	-	-	0,47	0,04	0,41	26,15	1,71
	tiaž zábradlia	2,84	0,31	0,28	31,44	5,05	1,35	-	-	-	-	3,83	0,42	0,38	42,44	6,82
	tiaž izolácie	0,08	0,40	1,37	295,68	9,28	1,35	-	-	-	-	0,11	0,54	1,85	399,17	12,53
	tiaž štrkového lôžka	0,77	7,19	12,85	2709,14	85,05	1,35	-	-	-	-	1,04	9,71	17,35	3657,34	114,82
	tiaž zvršku	5,27	0,86	0,38	137,33	15,47	1,35	-	-	-	-	7,11	1,16	0,51	185,40	20,88
	pokles podpier	0,03	0,44	1,82	409,88	23,16	1,35	-	-	-	-	0,04	0,59	2,46	553,34	31,27
	trakcia	3,16	0,18	5,12	36,41	6,44	1,35	-	-	-	-	4,27	0,24	6,91	49,15	8,69
Σ g <sub>2</sub>		84,55	20,38	36,62	4416,00	272,59						114,14	27,51	49,44	5961,60	368,00
q	zvislé účinky LM71	80,01	22,56	22,16	4381,95	501,44	1,45	1,15	1,21	-	-	161,43	45,52	44,71	8841,35	1011,74
	odstredivá sila LM71	102,54	1,51	1,44	156,62	19,38	1,45	-	1,21	0,817	-	146,98	2,16	2,06	224,50	27,78
	brzdne a rozjazdové sily LM71	678,97	17,93	18,98	641,05	9,78	1,45	-	1,21	-	-	1191,25	31,46	33,30	1124,72	17,16
	zvislé účinky SW/0	71,42	8,58	18,44	3704,85	431,92	1,45	1,15	1,21	-	-	144,10	17,31	37,21	7475,18	871,47
	odstredivá sila SW/0	194,45	3,80	3,02	281,80	41,45	1,45	-	1,21	0,817	-	278,73	5,45	4,33	403,94	59,42
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	8,12	7,84	14,55	234,19	7,00	1,45	-	1,21	-	-	14,25	13,76	25,53	410,89	12,28
	bočné rázy	163,48	3,94	2,58	111,40	76,84	1,45	-	1,21	-	-	286,83	6,91	4,53	195,45	134,82
	zvislé účinky SW/2	98,30	28,03	39,15	5486,57	577,32	1,20	1,15	-	-	-	135,65	38,68	54,03	7571,47	796,70
	odstredivá sila SW/2	88,91	0,46	2,16	134,30	18,82	1,20	-	-	1	-	106,69	0,55	2,59	161,16	22,58
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	184,99	17,19	14,53	228,29	11,18	1,20	-	-	-	-	221,99	20,63	17,44	273,95	13,42
	bočné rázy	163,48	3,94	2,58	111,40	76,84	1,20	-	-	-	-	196,18	4,73	3,10	133,68	92,21
	revízná lávka	4,97	0,26	3,70	289,49	18,91	1,50	-	-	-	0,8	5,96	0,31	4,44	347,39	22,69
	Σ q															
	w															
w	vetor na mostovku	172,58	3,04	0,04	161,71	98,84	1,50	-	-	-	0,75	194,15	3,42	0,05	181,92	111,20
	vetor na pás pochyblivého zataženia	245,39	2,09	3,16	394,44	44,59	1,50	-	-	-	0,75	276,06	2,35	3,56	443,75	50,16
	Σ w	417,97	5,13	3,20	556,15	143,43	3,00					470,22	5,77	3,60	625,67	161,36

#### Materiál nosnej konštrukcie:

Betón:	<b>C35/45</b>	Oceľ:	<b>S355</b>				
f <sub>ck</sub> =	<b>35 MPa</b>	f <sub>yk</sub> =	<b>355MPa</b>	f <sub>u</sub> =	<b>510MPa</b>	t≤40mm	
ε <sub>cu3</sub> =	<b>3,5 ‰</b>	f <sub>yk</sub> =	<b>335MPa</b>	f <sub>uk</sub> =	<b>470MPa</b>	40<t≤80mm	
f <sub>ctm</sub> =	<b>3,2 MPa</b>	E <sub>s</sub> =	<b>210 GPa</b>				
f <sub>ctk 0,05</sub> =	<b>2,2 MPa</b>						
E <sub>cm</sub> =	<b>34 GPa</b>						
Betonárska výstuž:	<b>B 500B</b>	Súčinitele spoľahlivosti:					
f <sub>yk</sub> =	<b>500 MPa</b>	γ <sub>s</sub> =	<b>1,15</b>				
E <sub>s</sub> =	<b>200 GPa</b>	γ <sub>c</sub> =	<b>1,5</b>				
		γ <sub>m</sub> =	<b>1</b>				

#### Ekvivalentné rozpätie a spolupôsobiaci šírka dosky:

L<sub>e</sub>= **21 m**

$$\begin{aligned} b_o &= 0,375 \text{ m} & b_{e1} &= 0,563 \text{ m} \\ \beta_i &= 1,000 & b_{e2} &= 0,953 \text{ m} \\ b_{eff} &= b_o + \sum \beta_i \cdot b_{ei} = 1,890 \text{ m} \end{aligned}$$

**Prierezové charakteristiky betónovej dosky:**

$$\begin{aligned} h_c &= 0,415 \text{ m} \\ A_c &= 0,78435 \text{ m}^2 \\ I_c &= 0,01126 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

**Prierezové charakteristiky oceleového nosníka:**

$$\begin{aligned} b_{f1} &= 0,4 \text{ m} & A &= 0,06320 \text{ m}^2 & h_1 &= 1,54285714 \text{ m} \\ t_{f1} &= 0,025 \text{ m} & e &= 0,203 \text{ m} & h_2 &= 0,75714286 \text{ m} \\ b_{f2} &= 0,7 \text{ m} & Z_{3a} &= 1,37816 \text{ m} & W_{pl,y,a} &= 0,05244 \text{ m}^3 \\ t_{f2} &= 0,03 \text{ m} & Z_{4a} &= 0,97684 \text{ m} \\ t_w &= 0,014 \text{ m} & I_y &= 0,05360 \text{ m}^4 \\ h_w &= 2,3 \text{ m} & W_{y3a} &= 0,03890 \text{ m}^3 \\ & & W_{y4a} &= 0,05488 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 5.5.2.2 Plastické posúdenie prierezu pri extrémnom zaťažení

Pozdĺžna výstuha:

$$\begin{aligned} b_{st1} &= 0 \text{ m} & y &= 0,000 \text{ m} \\ t_{st1} &= 0 \text{ m} & I_{sl,y} &= 0,00000000 \text{ m}^4 \\ 15 \cdot \varepsilon \cdot t_w &= 0,17086 \text{ m} & I_{sl,z} &= 0,00000000 \text{ m}^4 \\ a &= 2 \text{ m} \\ k_{\tau s,l,min} &= 2,1/t \cdot (I_{sl,z}/h_w)^{1/3} = 0,000 & k_{\tau} &= 5,34 + 4/a^2 + k_{\tau sl} = 10,380 \\ k_{\tau sl} &= 9 \cdot (h_w/a)^2 \cdot (I_{sl,z}/(t^3 \cdot h_w))^{3/4} = 0,000 & k_{\tau} &= 4 + 5,34/a^2 + k_{\tau sl} = 10,728 \\ \alpha &= a/h_w = 0,891 & k_{\tau} &= 10,728 \\ \lambda &= h_w/t_w = 160,357 & f_{yw} &= 355 \text{ MPa} \\ \sigma_E &= 190000/\lambda^2 = 7,389 \text{ MPa} & \tau_{cr} &= k_{\tau} \cdot \sigma_E = 79,271 \text{ MPa} \\ \lambda_w &= 0,76 \cdot (f_y d / \tau_{cr})^{0,5} = 1,608 & \eta &= 1 \\ \lambda_w \leq 0,83/\eta &= 0,83 & \rightarrow \chi_w &= \eta = 1,000 \\ \lambda_w < 1,08 & < 1,08 & \rightarrow \chi_w &= 0,83/\lambda_w = 0,516 & \rightarrow \chi_w &= 0,895 \\ \lambda_w \geq 1,08 & > 1,08 & \rightarrow \chi_w &= 1,37/(0,7 + \lambda_w) = 0,895 \\ V_{pl,Rd} &= \chi_w \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y d / (3)^{1/2} = 5,768 \text{ MN} \\ 0,5 \cdot V_{pl,Rd} &= 2,884 \text{ MN} \\ V_{Ed} &= 0,158 \text{ MN} & \text{Nie je potrebné redukovať } M_{pl,Rd} \end{aligned}$$

*Plastické posúdenie prierezu od extrémneho zaťaženia na ohyb-neutrálna os v nosníku:*

$$\begin{aligned} \rho &= (2 \cdot V_{Ed}/V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0 \\ x &= 0,050 \text{ m} & \text{Neutálna os v nosníku} \\ M_{pl,Rd} &= 24,707 \text{ MN} \\ M_{Ed} &= 20,730 \text{ MN} \\ M_{Ed}/M_{pl,Rd} &= 0,839 < 1 & \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

### 5.5.2.3 Pružnostné posúdenie prierezu pri prevádzkovom zaťažení

*Dotvarovanie betónu:*

$$\begin{aligned} A_c &= 0,784 \text{ m}^2 \\ U &= 3,795 \text{ m} \\ h_0 &= 2 \cdot A_c/U = 0,413 \text{ m} \end{aligned}$$

realitná vlhkosť prostredia	RH=	80 %
začiatok pôsobenia 2. časti stáleho zaťaženia	T <sub>0</sub> =	60 dní
čas spustenia do prevádzky	T <sub>1</sub> =	100 dní
predpokladaná životnosť mosta	T <sub>2</sub> =	36525 dní
	T <sub>1</sub> -T <sub>0</sub> =	40 dní
	T <sub>2</sub> -T <sub>0</sub> =	36465 dní
	f <sub>cm</sub> =f <sub>ck</sub> +8=	43 MPa

súčinitele na uváženie vplyvu pevnosti betónu:

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,866$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,960$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,902$$

$$\beta_{H,1,2} = 1,5 \cdot (1 + (0,012 \cdot RH)^{18}) \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 = 1142,961$$

$$1500 \cdot \alpha_3 = 1353,291$$

$$\beta_{H,1,2} \leq 1500 \cdot \alpha_3 \text{ Podmienka vyhovuje}$$

$$\beta_{(T_0)} = 1 / (0,1 + T_0^{0,2}) = 0,422$$

$$\beta_c(T_1, T_0) = ((T_1 - T_0) / (\beta_{H,1,2} + T_1 - T_0))^{0,3} = 0,362$$

$$\beta_c(T_2, T_0) = ((T_2 - T_0) / (\beta_{H,1,2} + T_2 - T_0))^{0,3} = 0,991$$

$$\beta_{(f_{cm})} = 16,8 / (f_{cm})^{0,5} = 2,562$$

$$\phi_{RH} = (1 + (1 - RH/100) / (0,1 \cdot h_0^{1/3})) \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 = 1,183$$

$$\phi_0 = \phi_{RH} \cdot \beta_{(f_{cm})} \cdot \beta_{(T_0)} = 1,280$$

$$\phi(T_1, T_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(T_1, T_0) = 0,463$$

$$\phi(T_2, T_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(T_2, T_0) = 1,268$$

$$\chi(t, t_0) = 1,1$$

$$\beta_{cc}(T) = \exp[s(1 - (28/T)^{0,5})] \quad f_{cm}(T) = \beta_{cc}(T) \cdot f_{cm} \quad E_c(T_0) = E_{cm}(f_{cm}(T)/f_{cm})^{0,3}$$

$$E_{c,i}(T) = E_{T_0} / (1 + E_{(T_0)} \cdot \chi(T, T_0) \cdot \phi(T, T_0) / E_{cm})$$

Zaťaženie		dlhodobé			krátkodobé	
Vek betónu	Odní	60dní	100dní	36525dní	100dní	36525dní
$\phi(T,T_0)$ [-]	0	0	0,4633	1,268	0	0
$E_c(T)$ [MPa]	34000	34818	-	-	35222	36572
$E_{ci}(T)$ [MPa]	-	-	22879	14339	-	-
$\psi_L$ [-]	0	1,1	1,1	1,1	0,55	0,55
$n_0=E_a/E_{ci(T)}$ [-]	6,176	6,031	9,179	14,645	5,962	5,742
$n=n_0(1+\psi_L.\phi(T,T_0))$	6,176	6,031	13,856	35,071	5,962	5,742
$A_a$ [m <sup>2</sup> ]	0,0624	0,0624	0,0624	0,0624	0,0624	0,0624
$A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1270	0,1300	0,0566	0,0224	0,1316	0,1366
$A_i=A_a+A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1894	0,1925	0,1190	0,0848	0,1940	0,1990
$I_a$ [m <sup>4</sup> ]	0,0507	0,0507	0,0507	0,0507	0,0507	0,0507
$a$ [m]	1,9947	2,0029	1,6915	1,3620	2,0068	2,0195
$a_c=A_a.a/A_i$ [m]	0,6574	0,6496	0,8871	1,0028	0,6458	0,6335
$a_a=A_c.a/(n.A_i)$ [m]	1,3373	1,3532	0,8044	0,3592	1,3609	1,3860
$A_c.a_c.a_a$	0,1665	0,1692	0,0849	0,0305	0,1705	0,1747
$I_c/n$	0,0018	0,0019	0,0008	0,0003	0,0019	0,0020
$I_i$ [m <sup>4</sup> ]	0,2191	0,2218	0,1365	0,0816	0,2231	0,2274
$z_1$ [m]	0,8649	0,8571	1,0946	1,2103	0,8533	0,8410
$z_2=z_3$ [m]	0,4499	0,4421	0,6796	0,7953	0,4383	0,4260
$z_4$ [m]	2,2890	2,3049	1,7561	1,3109	2,3126	2,3377

**Výpočet normálových napätí:**

$$M_{g1} = 2,242 \text{ MN}$$

$$M_{g2} = 3,079 \text{ MN}$$

$M_p =$	<b>8,955 MN</b>	$M_w =$	<b>0,562 MN</b>
<i>Napätia od 1. časti stáleho zaťaženia:</i>			
$\sigma_3 = -M_{g1}/W_{3a} =$	<b>-59,582 MPa</b>		
$\sigma_4 = M_{g1}/W_{4a} =$	<b>42,054 MPa</b>		
<i>Napätia od 2. časti stáleho zaťaženia:</i>		$T_0 =$	60 dní
$\sigma_1^{T_0} = -M_{g2} \cdot z_1 / (I_i \cdot n) =$	<b>-1,973 MPa</b>		
$\sigma_2^{T_0} = -M_{g2} \cdot z_2 / (I_i \cdot n) =$	<b>-1,017 MPa</b>		
$\sigma_3^{T_0} = -M_{g2} \cdot z_3 / I_i =$	<b>-6,137 MPa</b>		
$\sigma_4^{T_0} = M_{g2} \cdot z_4 / I_i =$	<b>31,992 MPa</b>		
<i>Účinky dotvarovania betónu od 2. časti stáleho zaťaženia:</i>			
	$T_1 = 100 \text{ dní}$	$T_2 = 36525 \text{ dní}$	
$\xi = 1 - \phi(T, T_0) \cdot E_{ci, T} / E_{cm} =$	<b>0,688</b>	<b>0,465</b>	
$N = A_c \cdot (\sigma_1^{T_0} + \sigma_2^{T_0}) / 2 =$	<b>-1,173 MN</b>	<b>-1,173 MN</b>	
$M = -(\sigma_1^{T_0} - \sigma_2^{T_0}) \cdot I_c / (0,5 \cdot h_c) =$	<b>0,052 MNm</b>	<b>0,052 MNm</b>	
$N_I = N \cdot \xi =$	<b>-0,807 MN</b>	<b>-0,546 MN</b>	
$M_I = M \cdot \xi =$	<b>0,036 MNm</b>	<b>0,024 MNm</b>	
$\sigma_{1, I} = \sigma_1^{T_0} \cdot \xi =$	<b>-1,358 MPa</b>	<b>-0,918 MPa</b>	
$\sigma_{2, I} = \sigma_2^{T_0} \cdot \xi =$	<b>-0,700 MPa</b>	<b>-0,473 MPa</b>	
$N_{II} = N \cdot (1 - \xi) =$	<b>-0,366 MN</b>	<b>-0,627 MN</b>	
$M_{II} = M \cdot (1 - \xi) =$	<b>0,016 MNm</b>	<b>0,028 MNm</b>	
$\sigma_{1, II} = (N_{II} / A_i - (M_{II} + N_{II} \cdot a_c) \cdot z_1 / I_i) / n =$	<b>-0,043 MPa</b>	<b>-0,074 MPa</b>	
$\sigma_{2, II} = (N_{II} / A_i - (M_{II} + N_{II} \cdot a_c) \cdot z_2 / I_i) / n =$	<b>-0,111 MPa</b>	<b>-0,190 MPa</b>	
$\sigma_{3, II} = N_{II} / A_i - (M_{II} + N_{II} \cdot a_c) \cdot z_3 / I_i =$	<b>-1,537 MPa</b>	<b>-2,501 MPa</b>	
$\sigma_{4, II} = N_{II} / A_i + (M_{II} + N_{II} \cdot a_c) \cdot z_4 / I_i =$	<b>-7,035 MPa</b>	<b>-12,067 MPa</b>	
$\sigma_1' = \sigma_{1, I} + \sigma_{1, II} =$	<b>-1,401 MPa</b>	<b>-0,992 MPa</b>	
$\sigma_2' = \sigma_{2, I} + \sigma_{2, II} =$	<b>-0,811 MPa</b>	<b>-0,664 MPa</b>	
$\sigma_3' = \sigma_3^{T_0} + \sigma_{3, II} =$	<b>-7,673 MPa</b>	<b>-8,638 MPa</b>	
$\sigma_4' = \sigma_4^{T_0} + \sigma_{4, II} =$	<b>24,957 MPa</b>	<b>19,925 MPa</b>	
<i>Účinky zmrašťovania betónu:</i>			
	$A_c =$	<b>0,784 m<sup>2</sup></b>	
	$U =$	<b>3,795 m</b>	
	$h_0 = 2 \cdot A_c / U =$	<b>0,413 m</b>	
relatívna vlhkosť prostredia	$RH =$	<b>80 %</b>	
začiatok pôsobenia 2. časti stáleho zaťaženia	$T_0 =$	<b>60 dní</b>	
čas spustenia do prevádzky	$T_1 =$	<b>100 dní</b>	
predpokladaná životnosť mosta	$T_2 =$	<b>36525 dní</b>	
doba ošetrovania betónu po betonáži	$T_s =$	<b>3 dní</b>	
	$T_1 - T_s =$	<b>97 dní</b>	
	$T_2 - T_s =$	<b>36522 dní</b>	
<i>Dotvarovanie od zmrašťovania:</i>			
$\beta_{H, 1, 2} = 1,5 \cdot (1 + (0,012 \cdot RH)^{18}) \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 =$	<b>1142,961</b>		
$1500 \cdot \alpha_3 =$	<b>1353,291</b>		
$\beta_{H, 1, 2} \leq 1500 \cdot \alpha_3$	<b>Podmienka vyhovuje</b>		
$\beta_{(T_s)} = 1 / (0,1 + T_s^{0,2}) =$	<b>0,743</b>		
$\beta_c(T_1, T_s) = ((T_1 - T_s) / (\beta_H + T_1 - T_s))^{0,3} =$	<b>0,466</b>		
$\beta_c(T_2, T_s) = ((T_2 - T_s) / (\beta_H + T_2 - T_s))^{0,3} =$	<b>0,991</b>		
$\beta_{(f_{cm})} = 16,8 / (f_{cm})^{0,5} =$	<b>2,562</b>		



$$\begin{aligned}\phi_{RH} &= (1 + (1 - RH/100)/(0,1 \cdot h_0^{1/3}) \cdot \alpha_1) \cdot \alpha_2 = & \mathbf{1,183} \\ \phi_0 &= \phi_{RH} \cdot \beta_{(f_{cm})} \cdot \beta_{(T_s)} = & \mathbf{2,252} \\ \phi(T_1, T_s) &= \phi_0 \cdot \beta_c(T_1, T_s) = & \mathbf{1,048} \\ \phi(T_2, T_s) &= \phi_0 \cdot \beta_c(T_2, T_s) = & \mathbf{2,231} \\ \chi(t, t_s) &= & \mathbf{0,55}\end{aligned}$$

Pomerné pretvorenie vyvolané zmrašťovaním:

$$\begin{aligned}\beta_{RH} &= 1,55 \cdot [1 - (RH/RH_0)^3] = & \mathbf{0,756} \\ \beta_{s1}(T_1, T_s) &= (T_1 - T_s)/((T_1 - T_s) + 0,04 \cdot (h_0^3)^{0,5}) = & \mathbf{0,99989} \\ \beta_{s2}(T_2, T_s) &= (T_2 - T_s)/((T_2 - T_s) + 0,04 \cdot (h_0^3)^{0,5}) = & \mathbf{1,00000} \\ \varepsilon_{cd,0} &= 0,85 \cdot ((220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot e^{(-\alpha_{ds2} \cdot f_{cm}/f_{cm0})}) \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} = & \mathbf{0,00025} \\ k_h &= & \mathbf{0,722} \\ \varepsilon_{cd}(T_1) &= \beta_{s1}(T_1, T_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = & \mathbf{0,00018} \\ \varepsilon_{cd}(T_2) &= \beta_{s2}(T_1, T_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = & \mathbf{0,00018}\end{aligned}$$

Zaťaženie	Zmrašťovanie		
Vek betónu	3dní	100dní	36525dní
$\varepsilon_{cd}(T)$	0	0,00018	0,00018
$\phi(T, T_s)$	0	1,048	2,231
$E(T)$ [MPa]	29143	0	0
$E_{ci}(T)$ [MPa]	0	19504	14204
$\psi_L$ [-]	0,55	0,55	0,55
$n_0 = E_a/E_{ci}(T)$ [-]	7,206	10,767	14,784
$n = n_0(1 + \psi_L \cdot \phi(T, T_s))$	7,206	16,976	32,925
$A_a$ [m <sup>2</sup> ]	0,0624	0,0624	0,0624
$A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1089	0,0462	0,0238
$A_i = A_a + A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1713	0,1086	0,0863
$I_a$ [m <sup>4</sup> ]	0,0507	0,0507	0,0507
$a$ [m]	1,9404	1,6134	1,3814
$a_c = A_a \cdot a / A_i$ [m]	0,7073	0,9272	0,9999
$a_a = A_c \cdot a / (n \cdot A_i)$ [m]	1,2332	0,6862	0,3815
$A_c \cdot a_c \cdot a_a$	0,1494	0,0691	0,0329
$I_c/n$	0,0016	0,0007	0,0003
$I_i$ [m <sup>4</sup> ]	0,2017	0,1205	0,0840
$Z_1$ [m]	0,9148	1,1347	1,2074
$Z_2 = Z_3$ [m]	0,4998	0,7197	0,7924
$Z_4$ [m]	2,1848	1,6379	1,3332
$\sigma_{cd} = \varepsilon_{cd}(T) \cdot E_{ci}(T)$ [MPa]	0	3,5647	2,5964
$N_{sh} = \sigma_{cd} \cdot A_c$ [MN]	0	2,7960	2,0365
$M_{sh} = N_{sg} \cdot a_c$ [MNm]	0	2,5924	2,0362
$\sigma_{1,sh}$ [MPa]	0	0,6108	0,9902
$\sigma_{2,sh}$ [MPa]	0	1,1366	1,2958
$\sigma_{3,sh}$ [MPa]	0	-41,2177	-42,8210
$\sigma_{4,sh}$ [MPa]	0	60,9681	55,9336

**Sekundárne účinky dotvarovania a zmrašťovania betónu (spojitá konštrukcia):**

Vstupy pre výpočet sekundárnych účinkov:

	T= 100dní			T= 36525dní		
	$M_i$	$I_i$	natočenie $\Delta$	$M_i$	$I_i$	natočenie $\Delta$
	[MN/m]	[m <sup>4</sup> ]	[rad/m]	[MN/m]	[m <sup>4</sup> ]	[rad/m]
dotvarovanie	0,3404	0,1365	1,19E-05	0,6564	0,0816	3,83E-05
zmrašťovanie	2,5924	0,1205	1,02E-04	2,0362	0,0840	1,15E-04
		$\Delta_{T=60}$ [rad/m]	1,14E-04		$\Delta_{T=36525}$ [rad/m]	1,54E-04

Vnútné sily od zaťaženia natočením  $\Delta$ :

		T= 100dní		T= 36525dní	
		dotvar.	zmrašť.	dotvar.	zmrašť.
$M_{\Delta \text{sek. úč.}}$	[MNm]	0,0548	0,2940	0,1104	0,3315
$V_{\Delta \text{sek. úč.}}$	[MN]	0,0002	0,0008	0,0003	0,0009
$N_{\Delta \text{sek. úč.}}$	[MN]	0,0062	0,0332	0,0125	0,0374

Napätia od sekundárnych účinkov dotvarovania a zmrašťovania:

Sekundárne účinky		T= 100dní		T= 36525dní	
		dotvar.	zmrašť.	dotvar.	zmrašť.
$A_i$	[m <sup>2</sup> ]	0,1190	0,1086	0,0305	0,0863
$I_i$	[m <sup>4</sup> ]	0,1365	0,1205	0,0816	0,0840
$n$		13,8563	16,9755	35,0710	32,9254
$a_c$	[m]	0,8871	0,9272	1,0028	0,9999
$z_1$	[m]	1,0946	1,1347	1,2103	1,2074
$z_2=z_3$	[m]	0,6796	0,7197	0,7953	0,7924
$z_4$	[m]	1,7561	1,6379	1,3109	1,3332
$\sigma_1$	[MPa]	-0,0311	-0,1621	-0,0403	-0,1479
$\sigma_2$	[MPa]	-0,0179	-0,0962	-0,0225	-0,0925
$\sigma_3$	[MPa]	-0,2481	-1,6338	-0,7896	-3,0468
$\sigma_4$	[MPa]	0,8273	4,7194	2,3827	6,2909
$\sigma_{1,s.ú.}$	[MPa]	-0,1932		-0,1882	
$\sigma_{2,s.ú.}$	[MPa]	-0,1141		-0,1151	
$\sigma_{3,s.ú.}$	[MPa]	-1,8819		-3,8364	
$\sigma_{4,s.ú.}$	[MPa]	5,5467		8,6736	

**Premenné zaťaženie: pohyblivé zaťaženie dopravou**

Napätia od premenného zaťaženia - pohyblivé zaťaženie dopravou:

	T= 100dní	T= 36525dní
$\sigma_1 = -M_p^{\delta} \cdot z_1 / (I_i \cdot n) =$	<b>-5,744 MPa</b>	<b>-5,766 MPa</b>
$\sigma_2 = -M_p^{\delta} \cdot z_2 / (I_i \cdot n) =$	<b>-2,951 MPa</b>	<b>-2,921 MPa</b>
$\sigma_3 = -M_p^{\delta} \cdot z_3 / I_i =$	<b>-17,592 MPa</b>	<b>-16,771 MPa</b>
$\sigma_4 = M_p^{\delta} \cdot z_4 / I_i =$	<b>92,811 MPa</b>	<b>92,039 MPa</b>

**Premenné zaťaženie: zaťaženie vetrom**

Napätia od premenného zaťaženia - zaťaženie vetrom:

	T= 100dní	T= 36525dní
$\sigma_1 = -M_w \cdot z_1 / (I_i \cdot n) =$	<b>-0,361 MPa</b>	<b>-0,362 MPa</b>
$\sigma_2 = -M_w \cdot z_2 / (I_i \cdot n) =$	<b>-0,185 MPa</b>	<b>-0,183 MPa</b>
$\sigma_3 = -M_w \cdot z_3 / I_i =$	<b>-1,105 MPa</b>	<b>-1,053 MPa</b>
$\sigma_4 = M_w \cdot z_4 / I_i =$	<b>5,829 MPa</b>	<b>5,781 MPa</b>

**Premenné zaťaženie: účinky náhlej zmeny teploty**

$$k_{sur} = 0,8$$

Ohrievanie konštrukcie:

$h_0 =$	<b>0,000 m</b>	$\Delta T_0 =$	<b>12,800 °C</b>	$\epsilon_{T,0} =$	<b>1,536E-04</b>
$h_1 =$	<b>0,180 m</b>	$\Delta T_1 =$	<b>3,200 °C</b>	$\epsilon_{T,c} =$	<b>2,105E-05</b>

$h_c = 0,415 \text{ m}$        $\Delta T_c = 1,754 \text{ }^\circ\text{C}$        $\sigma_{1,\Delta T} = 5,222 \text{ MPa}$   
 $h_d = 0,700 \text{ m}$        $\Delta T_d = 0,000 \text{ }^\circ\text{C}$        $\sigma_{2,\Delta T} = 0,716 \text{ MPa}$

Ochladzovanie konštrukcie:

$h_0 = 0,000 \text{ m}$        $\Delta T_0 = -4,000$        $\varepsilon_{T,0} = -4,800\text{E-}05$   
 $h_1 = 0,180 \text{ m}$        $\Delta T_1 = 0,000$        $\varepsilon_{T,c} = -2,760\text{E-}05$   
 $h_c = 0,415 \text{ m}$        $\Delta T_c = -2,300$        $\sigma_{1,\Delta T} = -1,632 \text{ MPa}$   
 $h_d = 0,700 \text{ m}$        $\Delta T_d = -6,400$        $\sigma_{2,\Delta T} = -0,938 \text{ MPa}$

Zmena teploty	Ohrievanie		Ochladzovanie	
	100dní	36525dní	100dní	36525dní
$E(T)$ [MPa]	35222	36572	35222	36572
$E_{ci}(T)$ [MPa]	0	0	0	0
$\psi_L$ [-]	0,55	0,55	0,55	0,55
$n_0 = E_a/E_{ci}(T)$ [-]	5,9622	5,7421	5,9622	5,7421
$n = n_0(1 + \psi_L \cdot \phi(T, T_s))$	5,9622	5,7421	5,9622	5,7421
$A_a$ [m <sup>2</sup> ]	0,0624	0,0624	0,0624	0,0624
$A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1316	0,1366	0,1316	0,1366
$A_i = A_a + A_c/n$ [m <sup>2</sup> ]	0,1940	0,1990	0,1940	0,1990
$I_a$ [m <sup>4</sup> ]	0,0507	0,0507	0,0507	0,0507
$a$ [m]	2,0068	2,0195	2,0068	2,0195
$a_c = A_a \cdot a / A_i$ [m]	0,6458	0,6335	0,6458	0,6335
$a_a = A_c \cdot a / (n \cdot A_i)$ [m]	1,3609	1,3860	1,3609	1,3860
$A_i \cdot a_c \cdot a_a$	0,1705	0,1747	0,1705	0,1747
$I_c/n$	0,0019	0,0020	0,0019	0,0020
$I_i$ [m <sup>4</sup> ]	0,2231	0,2274	0,2231	0,2274
$z_1$ [m]	0,8533	0,8410	0,8533	0,8410
$z_2 = z_3$ [m]	0,4383	0,4260	0,4383	0,4260
$z_4$ [m]	2,3126	2,3377	2,3126	2,3377
$N'_{\Delta T}$ [MN]	4,0962	4,0962	-1,2801	-1,2801
$N''_{\Delta T}$ [MN]	0,2806	0,2806	-0,3680	-0,3680
$M_{\Delta T}$ [MNm]	2,8462	2,7920	-1,0899	-1,0694
$\sigma_{1,sh}$ [MPa]	-0,3876	-0,4052	0,4921	0,4987
$\sigma_{2,sh}$ [MPa]	-4,0065	-4,0249	0,8457	0,8525
$\sigma_{3,sh}$ [MPa]	-22,9316	-21,9976	9,0049	9,3452
$\sigma_{4,sh}$ [MPa]	-6,9359	-6,7051	2,7998	2,7113

#### Výsledné napätie v spriahnutom priereze - pružné štádium

napätie v čase	T=100dní			
zaťaženie	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$	$\sigma_4$
1.prvá časť stáleho zaťaženia $g_1$	0	0	-59,582	42,054
2.druhá časť stáleho zaťaženia $g_2$	-1,401	-0,811	-7,673	24,957
3.zmrašťovanie	0,611	1,137	-41,218	60,968
4.sekundárne účinky reológie	-0,193	-0,114	-1,882	5,547
5.pohyblivé zaťaženie	-5,744	-2,951	-17,592	92,811
6.zaťaženie vetrom	-0,361	-0,185	-1,105	5,829
7.zmena teploty-ohriatie	-0,388	-4,007	-22,932	-6,936
8.zmena teploty-ochladenie	0,492	0,846	9,005	2,800
Kombi 1: 1+2+3+4	-0,983	0,211	-110,355	133,526
Kombi 2: 1+2+3+4+5	-6,727	-2,739	-127,947	226,337
Kombi 3: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6	-6,998	-2,878	-128,775	230,709
Kombi 4: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6+ $\psi$ .7	-7,231	-5,282	-142,534	226,547
Kombi 5: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6+ $\psi$ .8	-6,703	-2,371	-123,372	232,389
$\sigma_v$ sledne [MPa]	-7,231	-5,282	-142,534	232,389
medzné napätie [MPa]	29,75	29,75	355	355
	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
	24,30%	17,76%	40,15%	65,46%
napätie v čase	T=36525dní			
zaťaženie	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$	$\sigma_4$
1.prvá časť stáleho zaťaženia $g_1$	0	0	-59,582	42,054
2.druhá časť stáleho zaťaženia $g_2$	-0,992	-0,664	-8,638	19,925
3.zmrašťovanie	0,990	1,296	-42,821	55,934
4.sekundárne účinky reológie	-0,188	-0,115	-3,836	8,674
5.pohyblivé zaťaženie	-5,766	-2,921	-16,771	92,039
6.zaťaženie vetrom	-0,362	-0,183	-1,053	5,781
7.zmena teploty-ohriatie	-0,405	-4,025	-21,998	-6,705
8.zmena teploty-ochladenie	0,499	0,853	9,345	2,711
Kombi 1: 1+2+3+4	-0,190	0,517	-114,877	126,586
Kombi 2: 1+2+3+4+5	-5,956	-2,404	-131,648	218,625
Kombi 3: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6	-6,228	-2,541	-132,438	222,961
Kombi 4: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6+ $\psi$ .7	-6,471	-4,956	-145,636	218,938
Kombi 5: 1+2+3+4+5+ $\psi$ .6+ $\psi$ .8	-5,929	-2,030	-126,831	224,588
$\sigma_v$ sledne [MPa]	-6,471	-4,956	-145,636	224,588
medzné napätie [MPa]	29,75	29,75	355	355
	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
	21,75%	16,66%	41,02%	63,26%

#### 5.5.2.4 Návrh a posúdenie prvkov spriahnutia

Návrh a posúdenie prvkov spriahnutia:

d=	18,2 mm	$\gamma_v$ =	1,25
$h_{sc}$ =	200 mm		
$f_u$ =	410 MPa		
$h_d$ =	10 mm		
D=	35 mm		

Kritéria pre imiestnenie trŕňov:

priečny smer

$p_1 \geq$	<b>25 mm</b>
$p_1 \leq$	<b>100 mm</b>
$p_1 \leq 9 \cdot t_f \cdot \varepsilon_m =$	<b>183,064 mm</b>
$p \geq 4 \cdot d =$	<b>72,800 mm</b>
$p \leq 40 \cdot t_f \cdot \varepsilon_m =$	<b>813,617 mm</b>

pozdlžny smer

$e_1 \geq$	<b>25 mm</b>
$e_1 \leq$	<b>100 mm</b>
$e_1 \leq 9 \cdot t_f \cdot \varepsilon_m =$	<b>183,064 mm</b>
$e \geq 5 \cdot d =$	<b>91,000 mm</b>
$e \leq 6 \cdot t_c =$	<b>2490,000 mm</b>
$e \leq$	<b>800 mm</b>
$e \leq 22 \cdot t_f \cdot \varepsilon_m =$	<b>447,489 mm</b>

Únosnosť spriahovacích trŕňov:

$h_{sc}/d > 4$	$\rightarrow \alpha =$	<b>1,000</b>		
$3 \leq h_{sc}/d \leq 4$	$\rightarrow \alpha = 0,2 \cdot (h_{sc}/d + 1) =$	<b>2,398</b>	$h_{sc}/d =$	<b>10,989</b>
$P_{Rd} = \pi \cdot d^2 / 4 \cdot 0,8 \cdot f_{td} / \gamma_v =$		<b>0,068 MN</b>	$\rightarrow \alpha =$	<b>1</b>
$P_{Rd} = \alpha \cdot d^2 \cdot 0,29 \cdot (f_{ck} \cdot E_{cm})^{0,5} / \gamma_v =$		<b>0,084 MN</b>	$\rightarrow P_{Rd} =$	<b>0,068 MN</b>

**Posúdenie spriahovacích trŕňov-MSÚ:**

Pozdlžna šmyková sila:

$$V_1 = V_{cf} = A_c \cdot 0,85 \cdot f_{cd} = \mathbf{15,556 \text{ MN}}$$

počet trŕňov v priečnom smere:

$$m = \mathbf{5 \text{ ks}}$$

$$p_{vy p} = \mathbf{75,000 \text{ mm}}$$

$p_{min} \leq p_{vy p} \leq p_{max}$  **podmienka vyhovuje**

potrebný počet trŕňov na polovici rozpätia:

$$n_{min} = V_{cf} / (P_{Rd} \cdot m) = \mathbf{45,576} \quad \rightarrow n = \mathbf{45 \text{ ks}}$$

$$L = L_e = \mathbf{21,000 \text{ m}}$$

$$e = L / 2 / n = \mathbf{233,333 \text{ mm}}$$

$e_{min} \leq e_{vy p} \leq e_{max}$  **podmienka vyhovuje**

**Posúdenie spriahovacích trŕňov pre prierez tr. 3 a 4-MSP:**

$$e = \mathbf{233,333 \text{ mm}}$$

$$n = \mathbf{45 \text{ ks}}$$

Šmykový tok od zaťaženia  $g_2$ :

	T=100dní	T=36525dní
$V_{g2}$	<b>1,285 MN</b>	<b>1,285 MN</b>
$A_c/n$	<b>0,057 m<sup>2</sup></b>	<b>0,022 m<sup>2</sup></b>
$a_c$	<b>0,887 m</b>	<b>1,003 m</b>
$I_{yi}$	<b>0,136 m<sup>4</sup></b>	<b>0,082 m<sup>4</sup></b>
$t_{g2} = V_{g2} \cdot (A_c/n) \cdot a_c / I_{yi}$	<b>0,473 MN/m</b>	<b>0,353 MN/m</b>
$N_{g2} = t_{g2} \cdot e$	<b>0,066 MN</b>	<b>0,049 MN</b>

Šmykový tok od premenného zaťaženia:

	T=100dní	T=36525dní
$V_p$	<b>1,976 MN</b>	<b>1,976 MN</b>
$A_c/n$	<b>0,132 m<sup>2</sup></b>	<b>0,137 m<sup>2</sup></b>
$a_c$	<b>0,646 m</b>	<b>0,633 m</b>
$I_{yi}$	<b>0,223 m<sup>4</sup></b>	<b>0,227 m<sup>4</sup></b>
$t_p = V_p \cdot (A_c/n) \cdot a_c / I_{yi}$	<b>0,752 MN/m</b>	<b>0,752 MN/m</b>
$N_p = t_p \cdot e$	<b>0,105 MN</b>	<b>0,105 MN</b>

Šmykový tok od premenného zaťaženia vetrom:

	T=100dní	T=36525dní
$V_w$	<b>0,167 MN</b>	<b>0,167 MN</b>
$A_c/n$	<b>0,132 m<sup>2</sup></b>	<b>0,137 m<sup>2</sup></b>
$a_c$	<b>0,646 m</b>	<b>0,633 m</b>
$I_{yi}$	<b>0,223 m<sup>4</sup></b>	<b>0,227 m<sup>4</sup></b>

$$t_w = V_w \cdot (A_c/n) \cdot a_c / l_{yi} \quad \mathbf{0,064 \text{ MN/m}} \quad \mathbf{0,064 \text{ MN/m}}$$

$$N_w = t_w \cdot e \quad \mathbf{0,009 \text{ MN}} \quad \mathbf{0,009 \text{ MN}}$$

Šmykový tok od zmrašťovania:

T=100dní

T=36525dní

$$\sigma_{1,sh} \quad \mathbf{0,611 \text{ MPa}} \quad \mathbf{0,990 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{2,sh} \quad \mathbf{1,137 \text{ MPa}} \quad \mathbf{1,296 \text{ MPa}}$$

$$N_{sh} \quad \mathbf{0,685 \text{ MN}} \quad \mathbf{0,897 \text{ MN}}$$

$$L_k \quad \mathbf{3,000 \text{ m}} \quad \mathbf{3,000 \text{ m}}$$

$$e_x \quad \mathbf{140,000 \text{ mm}} \quad \mathbf{140,000 \text{ mm}}$$

$$N_{sh,1} \quad \mathbf{0,098 \text{ MN}} \quad \mathbf{0,128 \text{ MN}}$$

Šmykový tok od teploty-ohrievanie:

T=100dní

T=36525dní

$$\sigma_{1,sh} \quad \mathbf{-0,388 \text{ MPa}} \quad \mathbf{-0,405 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{2,sh} \quad \mathbf{-4,007 \text{ MPa}} \quad \mathbf{-4,025 \text{ MPa}}$$

$$N_{sh} \quad \mathbf{-1,723 \text{ MN}} \quad \mathbf{-1,737 \text{ MN}}$$

$$L_k \quad \mathbf{3,000 \text{ m}} \quad \mathbf{3,000 \text{ m}}$$

$$e_x \quad \mathbf{140,000 \text{ mm}} \quad \mathbf{140,000 \text{ mm}}$$

$$N_{T,1} \quad \mathbf{-0,246 \text{ MN}} \quad \mathbf{-0,248 \text{ MN}}$$

Šmykový tok od teploty-ochladzovanie:

T=100dní

T=36525dní

$$\sigma_{1,sh} \quad \mathbf{0,492 \text{ MPa}} \quad \mathbf{0,499 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{2,sh} \quad \mathbf{0,846 \text{ MPa}} \quad \mathbf{0,853 \text{ MPa}}$$

$$N_{sh} \quad \mathbf{0,525 \text{ MN}} \quad \mathbf{0,530 \text{ MN}}$$

$$L_k \quad \mathbf{3,000 \text{ m}} \quad \mathbf{3,000 \text{ m}}$$

$$e_x \quad \mathbf{140,000 \text{ mm}} \quad \mathbf{140,000 \text{ mm}}$$

$$N_{T,2} \quad \mathbf{0,075 \text{ MN}} \quad \mathbf{0,076 \text{ MN}}$$

pozn.: Na začiatkovej dĺžke nosníka  $L_k = 3,0\text{m}$  od podpory budú trné zhustené na rozstupy  $e = 140\text{mm}$ .

Posúdenie trňa:

T=100dní

T=36525dní

$$1. N_g + N_p = \quad \mathbf{0,172 \text{ MN}} \quad \mathbf{0,155 \text{ MN}}$$

$$2. N_g + N_p + \psi \cdot N_w = \quad \mathbf{0,178 \text{ MN}} \quad \mathbf{0,161 \text{ MN}}$$

$$3. N_g + N_p + \psi \cdot N_{T,1} + \psi \cdot N_w = \quad \mathbf{0,031} \quad \mathbf{0,013}$$

$$4. N_g + N_p + \psi \cdot N_{T,2} + \psi \cdot N_w = \quad \mathbf{0,223} \quad \mathbf{0,207}$$

$$5. N_g - N_{sh} = \quad \mathbf{0,032} \quad \mathbf{0,078}$$

$$6. N_g - N_{sh,1} - 1/0,7 \cdot N_{T,1} = \quad \mathbf{0,320} \quad \mathbf{0,276}$$

$$7. N_g - N_{sh,1} - 1/0,7 \cdot N_{T,2} = \quad \mathbf{0,139} \quad \mathbf{0,186}$$

$$N_c = \quad \mathbf{0,320 \text{ MN}}$$

$$P_{Rd} \cdot m = \quad \mathbf{0,341 \text{ MN}}$$

$$P_{Rd} \cdot m \geq N_c \text{ vyhovuje}$$

Posúdenie spriahovacích trňov na únavu - zvary v šmyku

$$V_{p,max} = \quad \mathbf{1,976 \text{ MN}} \quad V_{p,min} = \quad \mathbf{0,000 \text{ MN}}$$

$$t_{p,36525,d,max} = \quad \mathbf{0,752 \text{ MN/m}} \quad t_{p,36525,d,min} = \quad \mathbf{0,000 \text{ MN/m}}$$

$$t_{p,36525,k,max} = \quad \mathbf{0,519 \text{ MN/m}} \quad t_{p,36525,k,min} = \quad \mathbf{0,000 \text{ MN/m}}$$

$$\Delta F_{R,max} = t_{p,36525,k} \cdot e / m = \quad \mathbf{0,01452 \text{ MN}}$$

$$\Delta F_{R,min} = t_{p,36525,k} \cdot e / m = \quad \mathbf{0,00000 \text{ MN}}$$

$$\tau_{max} = \Delta F_{R,max} \cdot 4 / (\pi \cdot d^2) = \quad \mathbf{55,806 \text{ MPa}}$$

$$\tau_{max} = \Delta F_{R,min} \cdot 4 / (\pi \cdot d^2) = \quad \mathbf{0,000 \text{ MPa}}$$

$$\Delta \tau_p = |\tau_{max} - \tau_{min}| = \quad \mathbf{55,806 \text{ MPa}}$$

$$\gamma_{F,at} = \quad \mathbf{1}$$

$K_D = \Delta \tau_c =$	<b>90 MPa</b>	$\gamma_{M, fat} =$	<b>1,15</b>
$\lambda_{w1} =$	<b>0,75</b>	$Vol =$	<b>3,00E+07</b> tony/rok/koľaj
$\lambda_{w2} = (Vol / (25 \cdot 10^6))^{1/k_2} =$	<b>1,023</b>	$k_2 =$	<b>8</b>
$\lambda_{w3} = (N_{years} / 100)^{1/k_2} =$	<b>1,000</b>	$N_{years} =$	<b>100</b> rokov
$\lambda_{w4} =$	<b>1,000</b>	$\Delta \tau_{E2} = \lambda \cdot \Delta \tau_p =$	<b>42,819</b> MPa
$\lambda_w = \lambda_{w1} \cdot \lambda_{w2} \cdot \lambda_{w3} \cdot \lambda_{w4} =$	<b>0,767</b>	$\gamma_{F, fat} \cdot \Delta \tau_{E2} =$	<b>42,819</b>
$\gamma_{F, fat} \cdot \Delta \tau_{E2} \leq \Delta \tau_c / \gamma_{M, fat}$	<b>vyhovuje</b>	$\Delta \tau_c / \gamma_{M, fat} =$	<b>78,261</b>

### 5.5.2.5 Návrh a posúdenie krčných zvarov steny a pásnic hlavného nosníka

a) Zvar steny a hornej pásnice:

Materiál: S355	$f_u =$	<b>510 MPa</b>
	$\gamma_{M2} =$	<b>1,25</b>
	$\beta_w =$	<b>0,9</b>
	$a_w =$	<b>8 mm</b>
	$n =$	<b>2 ks</b>

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

Šmykový tok od zaťaženia  $g_1$ :

$A_{f1} =$	<b>0,010 m<sup>2</sup></b>	$A_c / n =$	<b>0,000 m<sup>2</sup></b>
$z_3 =$	<b>1,348 m</b>	$a_c =$	<b>0,000 m</b>
$V_{g1,d} =$	<b>1,025 MN</b>	$I_{yi} =$	<b>0,051 m<sup>4</sup></b>
$S_{y,3} =$	<b>0,014 m<sup>3</sup></b>	$t_{g1} = V_{g1,d} \cdot S_{y,3} / I_{yi} =$	<b>0,275 MN/m</b>

Šmykový tok od zaťaženia  $g_2$ :

$A_{f1} =$	<b>0,010 m<sup>2</sup></b>	$A_c / n =$	<b>0,022 m<sup>2</sup></b>
$z_3 =$	<b>0,795 m</b>	$a_c =$	<b>1,003 m</b>
$V_{g2,d} =$	<b>1,734 MN</b>	$I_{yi} =$	<b>0,082 m<sup>4</sup></b>
$S_{y,3} =$	<b>0,031 m<sup>3</sup></b>	$t_{g2} = V_{g2,d} \cdot S_{y,3} / I_{yi} =$	<b>0,648 MN/m</b>

Šmykový tok od pohyblivého zaťaženia:

$A_{f1} =$	<b>0,010 m<sup>2</sup></b>	$A_c / n =$	<b>0,137 m<sup>2</sup></b>
$z_3 =$	<b>0,426 m</b>	$a_c =$	<b>0,633 m</b>
$V_p =$	<b>1,261 MN</b>	$I_{yi} =$	<b>0,227 m<sup>4</sup></b>
$S_{y,3} =$	<b>0,091 m<sup>3</sup></b>	$t_p = V_p \cdot S_{y,3} / I_{yi} =$	<b>0,504 MN/m</b>

Šmykový tok od zmeny teploty:

$N_{T2} =$	<b>0,248 MN</b>	$t_{\Delta T} = N_{T2} / e_x =$	<b>1,770 MN/m</b>
$e_x =$	<b>0,140 m</b>		

Zmrašťovanie má záporný účinok, z toho dôvodu ho neuvažujeme.

- $t_{g1} + t_{g2} + t_p =$  **1,427 MN/m**
- $t_{g1} + t_{g2} + t_p + \psi \cdot t_{\Delta T} =$  **2,489 MN/m**
- $t_{d,zv ar} =$  **2,489 MN/m**
- $t_{II} = t_{d,zv ar} / (n \cdot a_w) =$  **155,591 MPa**
- $\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$  **0,000 MPa**

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{II}^2)^{0,5} = \mathbf{269,492 \text{ MPa}} \quad (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{II}^2)^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \text{ zvar vyhovuje}$$

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = \mathbf{453,333 \text{ MPa}}$$

Alternatíva TUPÝ ZVAR -K zvar

$$\gamma_f = \mathbf{0,85}$$

$$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{II}^2)^{0,5} = \mathbf{269,492 \text{ MPa}} \quad (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{II}^2)^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot \gamma_f \text{ zvar vyhovuje}$$

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \cdot \gamma_f = \mathbf{385,333 \text{ MPa}}$$

b) Zvar steny a dolnej pásnice:

Materiál:	S355	$f_u$ =	510 MPa
		$\gamma_{M2}$ =	1,25
		$\beta_w$ =	0,9
		$a_w$ =	8 mm
		$n$ =	2 ks

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

Šmykový tok od zaťaženia  $g_1$ :

$A_{f2}$ =	0,021 m <sup>2</sup>	$A_c/n$ =	0,000 m <sup>2</sup>
$z_4$ =	0,952 m	$a_c$ =	0,000 m
$V_{g1,d}$ =	1,025 MN	$I_{yi}$ =	0,051 m <sup>4</sup>
$S_{y,4}$ =	0,020 m <sup>3</sup>	$t_{g1}=V_{g1,d} \cdot S_{y,4}/I_{yi}$ =	0,410 MN/m

Šmykový tok od zaťaženia  $g_2$ :

$A_{f2}$ =	0,021 m <sup>2</sup>	$A_c/n$ =	0,000 m <sup>2</sup>
$z_4$ =	1,311 m	$a_c$ =	0,000 m
$V_{g2,d}$ =	1,734 MN	$I_{yi}$ =	0,082 m <sup>4</sup>
$S_{y,4}$ =	0,028 m <sup>3</sup>	$t_{g2}=V_{g2,d} \cdot S_{y,4}/I_{yi}$ =	0,592 MN/m

Šmykový tok od pohyblivého zaťaženia:

$A_{f1}$ =	0,021 m <sup>2</sup>	$A_c/n$ =	0,000 m <sup>2</sup>
$z_4$ =	2,338 m	$a_c$ =	0,000 m
$V_p$ =	1,261 MN	$I_{yi}$ =	0,227 m <sup>4</sup>
$S_{y,3}$ =	0,049 m <sup>3</sup>	$t_p=V_p \cdot S_{y,3}/I_{yi}$ =	0,274 MN/m

Zmrašťovanie má záporný účinok, z toho dôvodu ho neuvažujeme.

1. $t_{g1}+t_{g2}+t_p$ =	1,276 MN/m
$t_{d,zv ar}$ =	1,276 MN/m
$t_{II}=t_{d,zv ar}/(n \cdot a_w)$ =	79,736 MPa
$\sigma_{\perp}=\tau_{\perp}$ =	0,000 MPa

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3t_{II}^2)^{0,5} = 138,107 \text{ MPa} \quad (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3t_{II}^2)^{0,5} \leq f_u/(\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \text{ zvar vyhovuje}$$

$$f_u/(\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 453,333 \text{ MPa}$$

### 5.5.2.6 Posúdenie na únavu

$I_i$ =	0,227 m <sup>4</sup>	$M_{p,max}$ =	8,955 MN/m	$\lambda_1$ =	0,674
$z_3$ =	0,426 m	$M_{p,min}$ =	-2,000 MN/m	$\lambda_2$ =	1,04
$z_4$ =	2,338 m			$\lambda_3$ =	1
$\lambda=\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4$ =	0,701			$\lambda_4$ =	1
$\lambda \leq \lambda_{max}$	$\rightarrow \lambda$ =	0,701		$\lambda_{max}$ =	1,4

Styk steny hlavného nosníka a hornej pásnice hlavného nosníka

$K_D=\Delta\sigma_c$ =	112 MPa	$\gamma_{F, fat}$ =	1
$\sigma_{max}$ =	-16,771 MPa	$\gamma_{M, fat}$ =	1,15
$\sigma_{min}$ =	3,746 MPa	$\gamma_{F, fat} \cdot \Delta\sigma_{E2}$ =	14,381 MPa
$\Delta\sigma_p =  \sigma_{max} - \sigma_{min} $ =	20,517 MPa	$\Delta\sigma_c/\gamma_{M, fat}$ =	97,391 MPa
$\Delta\sigma_{E2}=\lambda \cdot \Delta\sigma_p$ =	14,381 MPa		
$\gamma_{F, fat} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \Delta\sigma_c/\gamma_{M, fat}$	vyhovuje		

Styk steny hlavného nosníka a spodnej pásnice hlavného nosníka

$K_D=\Delta\sigma_c$ =	112 MPa	$\gamma_{F, fat}$ =	1
------------------------	---------	---------------------	---



$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= -92,039 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 20,556 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 78,925 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 112,595 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 97,391 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta \sigma_p &= 78,925 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

**Styk priečnej výstuhy steny hlavného nosníka a hornej pásnice hlavného nosníka**

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -16,771 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 3,746 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 14,381 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 20,517 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta \sigma_p &= 14,381 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

**Styk priečnej výstuhy steny hlavného nosníka a spodnej pásnice hlavného nosníka**

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -80,227 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 17,918 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 68,796 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 98,146 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta \sigma_p &= 68,796 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

**Spriahajúci trň privarený na hornú pásnicu - účinok na pásnicu**

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -16,771 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 3,746 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 14,381 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 20,517 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta \sigma_p &= 14,381 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

### 5.5.2.7 Posúdenie horných vlákien betónu na únavu

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[ 1 - \left( \frac{28}{t} \right)^{0,5} \right] \right\} = 1,275$$

$$f_{d, \text{fat}} = 0,85 \cdot \beta_{cc}(t) \cdot f_{cd} \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 21,75$$

v čase T=100dní

$$\sigma_{c, \min} = 7,231 - 5,744 = 1,478 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c, \max} = 7,231 - 5,744 + 5,744 / 1,21 = 6,234 \text{ MPa}$$

Posúdenie

$$\frac{\sigma_{c, \max}(t)}{f_{cd}(t)} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \frac{\sigma_{c, \min}(t)}{f_{cd}(t)} \leq 0,9$$

$$\frac{1,478}{21,75} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \frac{6,234}{21,75} \leq 0,9$$

$$0,068 < 0,631 < 0,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

v čase T=365250dní

$$\sigma_{c, \min} = 6,471 - 5,766 = 0,705 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c, \max} = 6,471 - 5,766 + 5,766 / 1,21 = 5,470 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c, \max}(t)}{f_{cd}(t)} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \frac{\sigma_{c, \min}(t)}{f_{cd}(t)} \leq 0,9$$

$$\frac{0,705}{21,75} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \frac{5,470}{21,75} \leq 0,9$$

$$0,032 < 0,613 < 0,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

## 5.5.3 Posúdenie prierezu – „PILIER“ prierez

### 5.5.3.1 Vstupné údaje a vnútorné sily

tab. 9 Vnútorné sily rozhodujúce pre posúdenie nadpodperových prierezov – krajný nosník

Zaťažovací stav		N <sub>yk</sub>	V <sub>yk</sub>	V <sub>zk</sub>	M <sub>yk</sub>	M <sub>zk</sub>	γ <sub>f</sub>	δ	α	f	ψ <sub>0</sub>	N <sub>ed</sub>	V <sub>ed</sub>	V <sub>zd</sub>	M <sub>ed</sub>	M <sub>zd</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g <sub>1</sub>	v. tiaž konštrukcie (generovaná)	85,65	2,96	540,51	2541,56	12,77	1,35	-	-	-	-	115,63	4,00	729,69	3431,11	17,24
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	187,66	5,71	88,32	470,58	26,88	1,35	-	-	-	-	253,34	7,71	119,23	635,28	36,29
	tiaž kompozitu	0,01	0,52	4,99	22,66	0,24	1,35	-	-	-	-	0,01	0,70	6,74	30,59	0,32
	tiaž zábradlia	7,71	0,26	3,54	18,43	1,00	1,35	-	-	-	-	10,41	0,35	4,78	24,88	1,35
	tiaž izolácie	10,81	0,21	58,82	273,02	2,21	1,35	-	-	-	-	14,59	0,28	79,41	368,58	2,98
	tiaž štrkového lôžka	99,03	5,10	521,85	2506,79	14,83	1,35	-	-	-	-	133,69	6,89	704,50	3384,17	20,02
	tiaž zvršku	7,11	0,70	46,03	216,31	0,47	1,35	-	-	-	-	9,60	0,95	62,14	292,02	0,63
	pokles podpier	14,19	1,24	65,66	1148,22	0,86	1,35	-	-	-	-	19,16	1,67	88,64	1550,10	1,16
	trakcia	6,05	0,14	10,36	30,75	3,10	1,35	-	-	-	-	8,17	0,19	13,99	41,51	4,19
Σ g <sub>2</sub>		332,57	13,88	799,57	4686,76	49,59						448,97	18,74	1079,42	6327,13	66,95
q	zvislé účinky LM71	98,93	2,78	743,94	2267,98	43,43	1,45	1,15	1,21	-	-	199,61	5,61	1501,03	4576,05	87,63
	odstredivá sila LM71	93,06	12,49	94,81	292,54	28,92	1,45	-	1,21	0,817	-	133,39	17,90	135,90	419,33	41,45
	brzdne a rozjazdové sily LM71	1092,52	8,42	47,50	1094,87	5,45	1,45	-	1,21	-	-	1916,83	14,77	83,34	1920,95	9,56
	zvislé účinky SW/0	88,78	8,15	263,54	1368,54	16,34	1,45	1,15	1,21	-	-	179,13	16,44	531,74	2761,27	32,97
	odstredivá sila SW/0	97,30	18,71	39,84	222,19	8,09	1,45	-	1,21	0,817	-	139,47	26,82	57,11	318,49	11,60
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	224,31	0,46	9,68	-109,08	0,29	1,45	-	1,21	-	-	393,55	0,81	16,98	-191,38	0,51
	bočné rázy	2,18	0,27	0,40	3,37	0,38	1,45	-	1,21	-	-	3,82	0,47	0,70	5,91	0,67
	zvislé účinky SW/2	160,87	6,70	780,73	3223,72	34,81	1,20	1,15	-	-	-	222,00	9,25	1077,41	4448,73	48,04
	odstredivá sila SW/2	51,20	5,65	32,07	139,16	7,16	1,20	-	-	1	-	61,44	6,78	38,48	166,99	8,59
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	848,48	0,34	15,84	875,95	3,77	1,20	-	-	-	-	1018,18	0,41	19,01	1051,14	4,52
	bočné rázy	2,18	0,27	0,40	3,37	0,38	1,20	-	-	-	-	2,62	0,32	0,48	4,04	0,46
	revízná lávka	0,43	2,09	46,03	131,71	1,54	1,50	-	-	-	-	0,52	2,51	55,24	158,05	1,85
	Σ q															
	vektor na mostovku	37,52	40,41	59,59	203,96	37,58	1,50	-	-	-	0,75	42,21	45,46	67,04	229,46	42,28
	vektor na pás pochyblivého zaťaženia	133,03	18,05	139,93	426,66	24,41	1,50	-	-	-	0,75	149,66	20,31	157,42	479,99	27,46
	Σ w	170,55	58,46	199,52	630,62	61,99	3,00					191,87	65,77	224,46	709,45	69,74

tab. 10 Vnútorné sily rozhodujúce pre posúdenie nadpodperových prierezov – vnútorný nosník

Zaťažovací stav		N <sub>yk</sub>	V <sub>yk</sub>	V <sub>zk</sub>	M <sub>yk</sub>	M <sub>zk</sub>	γ <sub>f</sub>	δ	α	f	ψ <sub>0</sub>	N <sub>ed</sub>	V <sub>ed</sub>	V <sub>zd</sub>	M <sub>ed</sub>	M <sub>zd</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g <sub>1</sub>	v. tiaž konštrukcie (generovaná)	100,21	6,11	759,28	3469,41	4,76	1,35	-	-	-	-	135,28	8,25	1025,03	4683,70	6,43
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	181,04	0,75	320,82	1429,22	26,51	1,35	-	-	-	-	244,40	1,01	433,11	1929,45	35,79
	tiaž kompozitu	0,12	0,31	5,01	22,98	0,11	1,35	-	-	-	-	0,16	0,42	6,76	31,02	0,15
	tiaž zábradlia	7,81	0,05	11,62	56,66	1,48	1,35	-	-	-	-	10,54	0,07	15,69	76,49	2,00
	tiaž izolácie	12,41	0,28	81,50	384,96	1,05	1,35	-	-	-	-	16,75	0,38	110,03	519,70	1,42
	tiaž štrkového lôžka	110,91	5,37	746,73	3527,22	0,46	1,35	-	-	-	-	149,73	7,25	1008,09	4761,75	0,62
	tiaž zvršku	5,65	0,42	32,22	149,59	1,49	1,35	-	-	-	-	7,63	0,57	43,50	201,95	2,01
	pokles podpier	3,83	3,60	64,80	1158,76	2,02	1,35	-	-	-	-	5,17	4,86	87,48	1564,33	2,73
	trakcia	6,74	0,19	22,10	65,87	1,91	1,35	-	-	-	-	9,10	0,26	29,84	88,92	2,58
Σ g <sub>2</sub>		328,51	10,97	1284,80	6795,26	35,03						443,49	14,81	1734,48	9173,60	0,00
q	zvislé účinky LM71	78,04	4,27	460,54	1306,31	19,76	1,45	1,15	1,21	-	-	157,46	8,62	929,22	2635,71	39,87
	odstredivá sila LM71	87,45	0,85	8,00	300,61	32,77	1,45	-	1,21	0,817	-	125,35	1,22	11,47	430,90	46,97
	brzdne a rozjazdové sily LM71	1145,06	3,77	46,48	1128,89	71,98	1,45	-	1,21	-	-	2009,01	6,61	81,55	1980,64	126,29
	zvislé účinky SW/0	69,08	2,28	155,99	760,50	22,03	1,45	1,15	1,21	-	-	139,38	4,60	314,74	1534,44	44,45
	odstredivá sila SW/0	95,68	3,92	39,66	227,37	19,47	1,45	-	1,21	0,817	-	137,15	5,62	56,85	325,92	27,91
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	507,50	4,10	21,53	522,74	36,78	1,45	-	1,21	-	-	890,41	7,19	37,77	917,15	64,53
	bočné rázy	2,18	0,25	0,39	3,35	0,40	1,45	-	1,21	-	-	3,82	0,44	0,68	5,88	0,70
	zvislé účinky SW/2	108,60	0,05	519,49	2038,94	18,28	1,20	1,15	-	-	-	149,87	0,07	716,90	2813,74	25,23
	odstredivá sila SW/2	51,96	1,46	32,04	143,31	8,14	1,20	-	-	1	-	62,35	1,75	38,45	171,97	9,77
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	886,45	0,65	37,27	906,21	63,84	1,20	-	-	-	-	1063,74	0,78	44,72	1087,45	76,61
	bočné rázy	2,18	0,25	0,39	3,35	0,40	1,20	-	-	-	-	2,62	0,30	0,47	4,02	0,48
	revízná lávka	1,32	2,13	46,40	132,82	1,49	1,50	-	-	-	-	1,58	2,56	55,68	159,38	1,79
	Σ q															
	vektor na mostovku	34,43	37,60	25,97	172,42	39,31	1,50	-	-	-	0,75	38,73	42,30	29,22	193,97	44,22
	vektor na pás pochyblivého zaťaženia	124,88	1,02	141,36	438,41	22,97	1,50	-	-	-	0,75	140,49	1,15	159,03	493,21	25,84
	Σ w	159,31	38,62	167,33	610,83	62,28	3,00					179,22	43,45	188,25	687,18	70,07

#### Materiál nosnej konštrukcie:

Betón: **C35/45**

Oceľ: **S355**

f<sub>ck</sub>= **35 MPa**

f<sub>yk</sub>= **355MPa**

f<sub>u</sub>= **510MPa**

t≤40mm

ε<sub>cu3</sub>= **3,5 ‰**

f<sub>yk</sub>= **335MPa**

f<sub>uk</sub>= **470MPa**

40<t≤80mm

f<sub>ctm</sub>= **3,2 MPa**

E<sub>s</sub>= **210 GPa**

f<sub>ctk 0,05</sub>= **2,2 MPa**

G= **81 GPa**

E<sub>cm</sub>= **34 GPa**

Betonárska výstuž:

Súčinitele spoľahlivosti:

**B 500B**

γ<sub>s</sub>= **1,15**

f<sub>yk</sub>= **500 MPa**

γ<sub>c</sub>= **1,5**

E<sub>s</sub>= **200 GPa**

γ<sub>M</sub>= **1**

**Ekvivalentné rozpätie a spolupôsobiaci šírka dosky:**

L<sub>e</sub>= **17 m**

$$\begin{aligned}
 b_o &= 0,775 \text{ m} & b_{e1} &= 0,363 \text{ m} \\
 \beta_i &= 1,000 & b_{e2} &= 0,753 \text{ m} \\
 b_{eff} &= b_o + \Sigma \beta_i \cdot b_{ei} = 1,890 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**Prierezové charakteristiky betónovej dosky:**

$$\begin{aligned}
 h_c &= 0,415 \text{ m} \\
 A_c &= 0,78435 \text{ m}^2 \\
 I_c &= 0,01126 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

**Prierezové charakteristiky oceleového nosníka:**

$b_{f1} = 0,8 \text{ m}$	$A = 0,10896 \text{ m}^2$	$h_1 = 1,405 \text{ m}$
$t_{f1} = 0,04 \text{ m}$	$e = 0,086 \text{ m}$	$h_2 = 0,905 \text{ m}$
$b_{f2} = 1 \text{ m}$	$Z_{3a} = 1,28127 \text{ m}$	$W_{pl,y,a} = 0,10494 \text{ m}^3$
$t_{f2} = 0,04 \text{ m}$	$Z_{4a} = 1,10873 \text{ m}$	$I_z = 0,00504 \text{ m}^4$
$t_w = 0,016 \text{ m}$	$I_y = 0,11504 \text{ m}^4$	$I_t = 0,0000623 \text{ m}^4$
$h_w = 2,31 \text{ m}$	$W_{y3a} = 0,08979 \text{ m}^3$	$I_w = 0,0060231 \text{ m}^6$
	$W_{y4a} = 0,10376 \text{ m}^3$	

**Stanovenie účinnej šírky prierezu tr.4:**

$$\begin{aligned}
 d_t &= Z_{3a} - t_{f1} = 1,24127 \text{ m} \\
 d_c &= h_w - d_t = 1,06873 \text{ m} \\
 \psi &= -d_t/d_c = -1,16144 \\
 \psi &= 1 \rightarrow k_\sigma = 4 \\
 1 > \psi > 0 \rightarrow k_\sigma &= 8,2/(1,05 + \psi) = -73,579 \\
 \psi &= 0 \rightarrow k_\sigma = 7,81 \\
 0 > \psi > -1 \rightarrow k_\sigma &= 7,81 - 6,29 \cdot \psi + 9,78 \cdot \psi^2 = 28,308 & k_\sigma = 27,938 \\
 \psi &= -1 \rightarrow k_\sigma = 23,9 \\
 -1 > \psi \geq -3 \rightarrow k_\sigma &= 5,98 \cdot (1 - \psi)^2 = 27,938 \\
 \lambda_p &= (h_w/t_w)/(28,4 \cdot \varepsilon \cdot k_\sigma^{0,5}) = 1,182 & \lambda_p' = 0,886 \\
 \lambda_p &\leq \lambda_p' \rightarrow \rho = 1,000 & \rho = 0,774 \\
 \lambda_p &> \lambda_p' \rightarrow \rho &= (\lambda_p - 0,055 \cdot (3 + \psi))/\lambda_p^2 = 0,774 \\
 \psi &= 1 \rightarrow b_{eff} = \rho \cdot d_c = 0,827 \text{ m} \\
 1 > \psi > 0 \rightarrow b_{eff} &= \rho \cdot d_c = 0,827 \text{ m} & b_{eff} = 0,382 \text{ m} \\
 \psi &< 0 \rightarrow b_{eff} &= \rho \cdot d_c / (1 - \psi) = 0,382 \text{ m} \\
 & & b_{e1} = 0,153 \text{ m} & b_{otv} = d_c - b_{eff} = 0,686 \text{ m} \\
 & & b_{e2} = 0,229 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**Efektívne prierezové charakteristiky oceleového nosníka:**

ťažisko "diery" od ťažiska plného prierezu:

$$s = b_{e2} + 0,5 \cdot (d_c - b_{eff}) = 0,573 \text{ m}$$

vzdialenosť ťažiska účinného prierezu od ťažiska plného prierezu:

$$e = s \cdot t_w \cdot (d_c - b_{eff}) / (A - t_w \cdot (d_c - b_{eff})) = 0,064 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 A_{eff} &= 0,09798 \text{ m}^2 \\
 e &= 0,048 \text{ m} \\
 Z_{3a,eff} &= 1,24282 \text{ m} \\
 Z_{4a,eff} &= 1,14718 \text{ m} \\
 I_{y,eff} &= 0,11060 \text{ m}^4 \\
 W_{y3a,eff} &= 0,08899 \text{ m}^3 \\
 W_{y4a,eff} &= 0,09641 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h/b_f &= 2,310 \rightarrow \alpha_{lt} = 0,760 \\
 k_z &= 1,000 \quad \psi_f = (I_{fc} - I_{ft}) / (I_{fc} + I_{ft}) = 0,323 \\
 k_w &= 1,000 \quad h_f = h_s = 2,350 \text{ m} \\
 I_{fc} &= 0,00333 \text{ m}^4 \quad z_j = 0,45 \cdot \psi_f \cdot h_s \cdot (1 + c / (2h_f)) = 0,341 \text{ m} \\
 I_{ft} &= 0,00171 \text{ m}^4 \quad z_g = z_a - z_s = 1,989 \text{ m} \\
 c &= 0 \text{ m} \quad \kappa_{wt} = \pi / (k_w \cdot L) \cdot (E \cdot I_w / (G \cdot I_t))^{0,5} = 12,431 \\
 z_a &= 1,696 \text{ m} \quad \zeta_g = \pi \cdot z_g / (k_z \cdot L) \cdot (E \cdot I_z / (G \cdot I_t))^{0,5} = 22,622 \\
 z_s &= -0,293 \text{ m} \quad \zeta_j = \pi \cdot z_j / (k_z \cdot L) \cdot (E \cdot I_z / (G \cdot I_t))^{0,5} = 3,882 \\
 L &= 4,000 \text{ m} \\
 C_1 &= 1 \quad C_2 = 0 \quad C_3 = 1 \\
 \mu_{cr} &= C_1 / k_z [1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2]^{0,5} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) = 16,943 \\
 M_{cr} &= \mu_{cr} \cdot \pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0,5} / L = 972,824 \text{ MN} \\
 \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon = 76,399 \quad \lambda'_{LT,0} = 0,400 \\
 \lambda'_{LT} &= (W_{ya,eff} \cdot f_y / M_{cr})^{0,5} = 0,188 \quad \beta = 0,750 \\
 \Phi_{LT} &= 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda'_{LT} \lambda'_{LT,0}) + \beta \lambda'^2_{LT}] = 0,432 \\
 \chi_{LT} &= 1 / (\Phi_{LT} + (\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda'^2_{LT})^{0,5}) = 1,200 \\
 \chi_{LT} &\leq 1 \\
 \chi_{LT} &\leq 1 / \lambda'^2_{LT} \rightarrow \chi_{LT} = 1,000
 \end{aligned}$$

### 5.5.3.2 Pružnostné posúdenie prierezu pri extrémnom zaťažení

Posúdenie prierezu od extrémneho zaťaženia na namáhanie ohybom:

$$\begin{aligned}
 M_{Ed} &= 19,539 \text{ MNm} \\
 \eta_{1,h} &= M_{Ed} \cdot z_{3a,eff} / (\chi_{LT} \cdot I_{y,eff} \cdot f_{yd}) = 0,618 \quad \eta_{1,h} \leq 1,0 \text{ vyhovuje} \\
 \eta_{1,d} &= M_{Ed} \cdot z_{4a,eff} / (\chi_{LT} \cdot I_{y,eff} \cdot f_{yd}) = 0,571 \quad \eta_{1,d} \leq 1,0 \text{ vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Posúdenie prierezu na šmyk:

Pozdĺžna výstuha:

$$\begin{aligned}
 b_{st1} &= 0 \text{ m} \quad y_{NO} = 0,000 \text{ m} \\
 t_{st1} &= 0 \text{ m} \quad I_{sl,z} = 1,333E-07 \text{ m}^4 \\
 15 \cdot \varepsilon \cdot t_w &= 0,19527 \text{ m} \quad I_{sl,y} = 7,942E-05 \text{ m}^4 \\
 a &= 3 \text{ m} \\
 k_{\tau sl,min} &= 2,1/t \cdot (I_{sl,z}/h_w)^{1/3} = 0,507 \quad k_{\tau} = 5,34 + 4/\alpha^2 + k_{\tau sl} = 12,594 \\
 k_{\tau sl} &= 9 \cdot (h_w/a)^2 \cdot (I_{sl,z}/(t^3 \cdot h_w))^{3/4} = 0,218 \quad k_{\tau} = 4 + 5,34/\alpha^2 + k_{\tau sl} = 13,514 \\
 \alpha &= a/h_w = 1,299 \quad k_{\tau} = 12,594 \\
 \lambda &= h_w/t_w = 144,375 \quad f_{yw} = 355 \text{ MPa} \\
 \sigma_E &= 190000/\lambda^2 = 9,115 \text{ MPa} \quad \tau_{cr} = k_{\tau} \cdot \sigma_E = 114,795 \text{ MPa} \\
 \lambda_w &= 0,76 \cdot (f_{yd}/\tau_{cr})^{0,5} = 1,336 \quad \eta = 1 \\
 \lambda_w &\leq 0,83/\eta = 0,83 \rightarrow \chi_w = \eta = 1,000 \\
 \lambda_w &< 1,08 < 1,08 \rightarrow \chi_w = 0,83/\lambda_w = 0,621 \rightarrow \chi_w = 0,895 \\
 \lambda_w &\geq 1,08 > 1,08 \rightarrow \chi_w = 1,37/(0,7 + \lambda_w) = 0,895 \\
 \eta_3 &= V_{Ed} \cdot (3)^{1/2} / ((h_w \cdot t_w) \cdot f_{yd} \cdot \chi_w) = 0,593 \\
 \eta_3 &\leq 1,0 \text{ vyhovuje} \\
 \eta_3 &\leq 0,5 \text{ je potrebné redukovať ohybovú odolnosť}
 \end{aligned}$$

Interakcia medzi priečnou silou a ohybovým momentom:

$$W_{pl,y,f} = (b_{f1} \cdot t_{f1} + b_{f2} \cdot t_{f2}) \cdot (h_w + t_{f1}/2 + t_{f2}/2) = 0,084 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 M_{f,Rd} &= W_{pl,y} \cdot f_{yd} = & \mathbf{29,788 \text{ MNm}} \\
 M_{pl,Rd} &= W_{pl,y} \cdot f_{yd} = & \mathbf{37,255 \text{ MNm}} \\
 \eta_{1,h} &= \eta_{1h} + (1 - M_{f,Rd}/M_{pl,Rd}) \cdot (2 \cdot \eta_3 - 1)^2 = & \mathbf{0,625} & \eta_{1,h} \leq 1 & \mathbf{\text{vyhovuje}} \\
 \eta_{1,d} &= \eta_{1d} + (1 - M_{f,Rd}/M_{pl,Rd}) \cdot (2 \cdot \eta_3 - 1)^2 = & \mathbf{0,578} & \eta_{1,d} \leq 1 & \mathbf{\text{vyhovuje}}
 \end{aligned}$$

**Obmedzenie dýchania steny:**

$$\begin{aligned}
 \sigma_{x,Ed,1} &= \mathbf{149,491 \text{ MPa}} & \sigma_E &= 190000(t_w/h_w)^2 = & \mathbf{9,115 \text{ MPa}} \\
 \sigma_{x,Ed,2} &= \mathbf{-137,987 \text{ MPa}} & k_{\tau} &= & \mathbf{12,594} \\
 \tau_{Ed} &= \mathbf{77,62819 \text{ MPa}} \\
 \psi &= \sigma_1/\sigma_2 = \mathbf{-0,92305} \rightarrow k_{\sigma} = \mathbf{20,715} \\
 ((\sigma_{x,Ed,ser}/(k \cdot \sigma_E))^2 + (1 + 1 \cdot \tau_{x,Ed,ser}/(k \cdot \tau_E))^2)^{1/2} &= & \mathbf{1,086} & < 1,1 & \mathbf{\text{vyhovuje}}
 \end{aligned}$$

### 5.5.3.3 Návrh a posúdenie krčných zvarov steny a pásnic hlavného nosníka

a) Zvar steny a hornej pásnice:

Materiál: S355

$$\begin{aligned}
 f_u &= \mathbf{510 \text{ MPa}} \\
 \gamma_{M2} &= \mathbf{1,25} \\
 \beta_w &= \mathbf{0,9} \\
 a_w &= \mathbf{10 \text{ mm}} \\
 n &= \mathbf{2 \text{ ks}}
 \end{aligned}$$

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

$$\begin{aligned}
 A_{f1} &= \mathbf{0,032 \text{ m}^2} & S_{y,3} &= \mathbf{0,040 \text{ m}^3} \\
 z_3 &= \mathbf{1,243 \text{ m}} & I_{y,eff} &= \mathbf{0,111 \text{ m}^4} \\
 V_{Ed} &= \mathbf{4,020 \text{ MN}} & \tau_{Ed} = \tau_{d,zvar} = V_p \cdot S_{y,3}/I_{yi} &= \mathbf{1,469 \text{ MN/m}} \\
 \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} &= \mathbf{0,000 \text{ MPa}} \\
 \tau_{\parallel} = \tau_{d,zvar}/(n \cdot a_w) &= \mathbf{73,442 \text{ MPa}}
 \end{aligned}$$

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$\begin{aligned}
 (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} &= \mathbf{146,884 \text{ MPa}} & (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} &\leq f_u/(\beta_w \cdot \gamma_{M2}) & \mathbf{\text{zvar vyhovuje}} \\
 f_u/(\beta_w \cdot \gamma_{M2}) &= \mathbf{453,333 \text{ MPa}}
 \end{aligned}$$

b) Zvar steny a dolnej pásnice:

Materiál: S355

$$\begin{aligned}
 f_u &= \mathbf{510 \text{ MPa}} \\
 \gamma_{M2} &= \mathbf{1,25} \\
 \beta_w &= \mathbf{0,9} \\
 a_w &= \mathbf{10 \text{ mm}} \\
 n &= \mathbf{2 \text{ ks}}
 \end{aligned}$$

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

$$\begin{aligned}
 A_{f2} &= \mathbf{0,040 \text{ m}^2} & S_{y,3} &= \mathbf{0,047 \text{ m}^3} \\
 z_4 &= \mathbf{1,147 \text{ m}} & I_{y,eff} &= \mathbf{0,111 \text{ m}^4} \\
 V_{Ed} &= \mathbf{4,020 \text{ MN}} & \tau_{Ed} = \tau_{d,zvar} = V_p \cdot S_{y,3}/I_{yi} &= \mathbf{1,697 \text{ MN/m}} \\
 \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} &= \mathbf{0,000 \text{ MPa}} \\
 \tau_{\parallel} = \tau_{d,zvar}/(n \cdot a_w) &= \mathbf{84,850 \text{ MPa}}
 \end{aligned}$$

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$\begin{aligned}
 (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} &= \mathbf{169,700 \text{ MPa}} & (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} &\leq f_u/(\beta_w \cdot \gamma_{M2}) & \mathbf{\text{zvar vyhovuje}} \\
 f_u/(\beta_w \cdot \gamma_{M2}) &= \mathbf{261,732 \text{ MPa}}
 \end{aligned}$$

### 5.5.3.4 Posúdenie na únavu

$$\begin{aligned}
 l_i &= \mathbf{0,115 \text{ m}^+} & M_{p,max} &= \mathbf{4,759 \text{ MN/m}} & \lambda_1 &= \mathbf{0,92} \\
 z_3 &= \mathbf{1,281 \text{ m}} & M_{p,min} &= \mathbf{0,000 \text{ MN/m}} & \lambda_2 &= \mathbf{1,04}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_4 &= 1,109 \text{ m} & \lambda_3 &= 1 \\ \lambda &= \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,957 & \lambda_4 &= 1 \\ \lambda &\leq \lambda_{\max} \rightarrow \lambda &= 0,957 & \lambda_{\max} = 1,4 \end{aligned}$$

#### Styk steny hlavného nosníka a hornej pásnice hlavného nosníka

$$\begin{aligned} K_D = \Delta\sigma_c &= 112 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -53,005 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} &= 50,715 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 53,005 \text{ MPa} & \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 97,391 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta\sigma_p &= 50,715 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

#### Styk steny hlavného nosníka a spodnej pásnice hlavného nosníka

$$\begin{aligned} K_D = \Delta\sigma_c &= 112 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -45,867 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} &= 43,885 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 45,867 \text{ MPa} & \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 97,391 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta\sigma_p &= 43,885 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

#### Styk priečnej výstuh steny hlavného nosníka a hornej pásnice hlavného nosníka

$$\begin{aligned} K_D = \Delta\sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -53,005 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} &= 50,715 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 53,005 \text{ MPa} & \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta\sigma_p &= 50,715 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

#### Styk priečnej výstuh steny hlavného nosníka a spodnej pásnice hlavného nosníka

$$\begin{aligned} K_D = \Delta\sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -45,867 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} &= 43,885 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 45,867 \text{ MPa} & \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta\sigma_p &= 43,885 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

#### Spriahajúci trň privarený na hornú pásnicu - účinok na pásnicu

$$\begin{aligned} K_D = \Delta\sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -53,005 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} &= 50,715 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 53,005 \text{ MPa} & \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta\sigma_p &= 50,715 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

### 5.5.3.5 Návrh a posúdenie výstuh steny hlavného nosníka

$$\begin{aligned} b_{st1} &= 0,200 \text{ m} & t_w &= 0,016 \text{ m} \\ b_{st2} &= 0,200 \text{ m} & h_w &= 2,310 \text{ m} \\ t_{st} &= 0,012 \text{ m} & a &= 3,000 \text{ m} \\ 15 \cdot \varepsilon \cdot t_w &= 0,195 \text{ m} & I_{st} &= 7,212E-05 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

*Tuhostné posúdenie priečnej výstuhy steny:*

$$a/h_w = 1,299$$

$$a/h_w < (2)^{0,5} \rightarrow I_{st} \geq 1,5 \cdot h_w^3 \cdot t_w^3 / a^2$$

$$a/h_w \geq (2)^{0,5} \rightarrow I_{st} \geq 0,75 \cdot h_w \cdot t_w^3 \rightarrow I_{st, \min} = 8,415E-06 \quad I_{st} \geq I_{st, \min} \text{ vyhovuje na tuhosť}$$

*Pevnostné posúdenie priečnej výstuhy steny:*

$$\chi_w = 0,895$$

$$V_{Ed} = 4,020 \text{ MN}$$

$$N_{Ed} = V_{Ed} \cdot \chi_w \cdot f_{yd} \cdot h_w \cdot t_w / 3^{0,5} = -2,763 \text{ MN}$$

Nie je potrebné pevnostne posudzovať výstuhy, posúvajúcu silu prenesie stena, výstuhy len z tuhostného hľadiska

## Posúdenie pozdĺžnych výstuh:

*Tuhostné posúdenie pozdĺžnej výstuhy steny:*

- Pozdĺžna výstuha steny hlavného nosníka sa pri určovaní šmykových napätí steny uvažovala ako poddajná, uvažovalo sa celé pole nerozdelené pozdĺžnou výstuhou na subpanely.

*Pevnostné posúdenie pozdĺžnej výstuhy:*

Výstuhy sa nezapočítavajú pre prenos normálového napätia, nie je potrebné ich posudzovať pevnostne.

**Priečna výstuha nad pilierom:**

	$t_w = 0,016 \text{ m}$	$W_{el,z,st} = 3,890E-03 \text{ m}^3$
	$h_w = 2,310 \text{ m}$	
$b_{st,p} = 0,600 \text{ m}$	$a = 3,000 \text{ m}$	
$t_{st,p} = 0,030 \text{ m}$		
$b_{st} = 0,200 \text{ m}$	$I_{st,y} = 1,865E-03 \text{ m}^4$	
$t_{st} = 0,012 \text{ m}$	$I_{st,z} = 1,167E-03 \text{ m}^4$	
$15 \cdot \varepsilon \cdot t_w = 0,195 \text{ m}$	$A_{st} = 0,047 \text{ m}$	

*Tuhostné posúdenie koncovej priečnej výstuhy steny:*

$$4 \cdot h_w \cdot t_w^2 = 2,365E-03 \text{ m}^3 \quad W_{el,z,st} \geq 4 \cdot h_w \cdot t_w^2 \text{ podmienka vyhovuje}$$

$$4 \cdot h_w \cdot t_w^2 / e = 1,183E-03 \quad A_{st} \geq 4 \cdot h_w \cdot t_w^2 / e \text{ podmienka vyhovuje}$$

$$a/h_w = 1,299$$

$$a/h_w < (2)^{0,5} \rightarrow I_{st} \geq 1,5 \cdot h_w^3 \cdot t_w^3 / a^2$$

$$a/h_w \geq (2)^{0,5} \rightarrow I_{st} \geq 0,75 \cdot h_w \cdot t_w^3 \rightarrow I_{st, \min} = 8,415E-06 \quad I_{st} \geq I_{st, \min} \text{ vyhovuje na tuhosť}$$

*Pevnostné posúdenie priečnej výstuhy steny:*

$$\chi_w = 0,895$$

$$V_{Ed} = 4,020 \text{ MN}$$

$$N_{Ed} = V_{Ed} \cdot \chi_w \cdot f_{yd} \cdot h_w \cdot t_w / 3^{0,5} = -2,763 \text{ MN}$$

Nie je potrebné pevnostne posudzovať výstuhy, posúvajúcu silu prenesie stena, výstuhy len z tuhostného hľadiska

## 5.5.4 Posúdenie prierezu – „PRECHODOVÝ“ prierez

### 5.5.4.1 Vstupné údaje a vnútorné sily

**Materiál nosnej konštrukcie:**

Betón:	<b>C35/45</b>	Oceľ:	<b>S355</b>		
$f_{ck} =$	<b>35 MPa</b>	$f_{yk} =$	<b>355 MPa</b>	$f_u =$	<b>510 MPa</b>
$\varepsilon_{cu3} =$	<b>3,5 ‰</b>	$f_{yk} =$	<b>335 MPa</b>	$f_{uk} =$	<b>470 MPa</b>
$f_{ctm} =$	<b>3,2 MPa</b>	$E_s =$	<b>210 GPa</b>		
$f_{ctk, 0,05} =$	<b>2,2 MPa</b>	$G =$	<b>81 GPa</b>		

$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$   
 Betonárska výstuž:  $B 500B$   
 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$   
 $E_s = 200 \text{ GPa}$   
 Súčinitele spoľahlivosti:  
 $\gamma_s = 1,15$   
 $\gamma_c = 1,5$   
 $\gamma_M = 1$

tab. 11 Vnútorne sily rozhodujúce pre posúdenie nadpodperových priereзов – krajný nosník

Zaťažovací stav		$N_{sk}$	$V_{yk}$	$V_{zk}$	$M_{yk}$	$M_{zk}$	$\gamma_F$	$\delta$	$\alpha$	$f$	$\psi_0$	$N_{sd}$	$V_{yd}$	$V_{zd}$	$M_{yd}$	$M_{zd}$
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
$g_1$	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	5,22	0,70	550,30	-2289,19	14,68	1,35	-	-	-	-	7,05	0,95	742,91	-3090,41	19,82
$g_2$	tiaž dobetónovania rímky	24,42	18,05	98,97	-196,90	33,83	1,35	-	-	-	-	32,97	24,37	133,61	-265,82	45,67
	tiaž kompozitu	0,98	0,30	5,07	-19,53	0,02	1,35	-	-	-	-	1,32	0,41	6,84	-26,37	0,03
	tiaž zábradlia	9,46	0,77	3,96	-7,71	1,38	1,35	-	-	-	-	12,77	1,04	5,35	-10,41	1,86
	tiaž izolácie	0,42	0,34	58,89	-248,65	1,86	1,35	-	-	-	-	0,57	0,46	79,50	-335,68	2,51
	tiaž štrkového lôžka	3,83	3,10	539,53	-2278,22	17,00	1,35	-	-	-	-	5,17	4,19	728,37	-3075,60	22,95
	tiaž zvršku	17,34	1,08	46,22	-179,95	0,80	1,35	-	-	-	-	23,41	1,46	62,40	-242,93	1,08
	pokles podpier	60,48	2,13	71,22	-1019,48	1,15	1,35	-	-	-	-	81,65	2,88	96,15	-1376,30	1,55
	trakcia	12,37	0,12	4,02	-13,00	0,67	1,35	-	-	-	-	16,70	0,16	5,43	-17,55	0,90
$\Sigma g_2$		129,30	25,89	827,88	-3963,44	56,71						174,56	34,95	1117,64	-5350,64	76,56
$q$	zvislé účinky LM71	38,21	23,43	992,36	-3651,27	17,07	1,45	1,15	1,21	-	-	77,10	47,27	2002,26	-7367,08	34,44
	odstredivá sila LM71	17,35	33,22	136,69	-260,79	22,70	1,45	-	1,21	0,811	-	24,69	47,27	194,50	-371,08	32,30
	brzdne a rozjazdové sily LM71	515,26	1,48	20,64	-250,99	0,33	1,45	-	1,21	-	-	904,02	2,60	36,21	-440,36	0,58
	zvislé účinky SW/0	38,39	15,11	962,48	-3786,92	27,24	1,45	1,15	1,21	-	-	77,45	30,49	1941,97	-7640,77	54,96
	odstredivá sila SW/0	12,39	29,20	122,76	-263,62	26,93	1,45	-	1,21	0,811	-	17,63	41,55	174,68	-375,10	38,32
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	224,31	0,46	9,86	-116,00	0,29	1,45	-	1,21	-	-	393,55	0,81	17,30	-203,52	0,51
	bočné rázy	2,72	7,19	8,93	-1,21	1,56	1,45	-	1,21	-	-	4,77	12,61	15,67	-2,12	2,74
	zvislé účinky SW/2	58,22	20,30	1422,94	-5947,64	32,11	1,20	1,15	-	-	-	80,34	28,01	1963,66	-8207,74	44,31
	odstredivá sila SW/2	92,35	12,45	60,38	-133,63	12,08	1,20	-	-	1	-	110,82	14,94	72,46	-160,36	14,50
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	396,14	0,55	16,40	-185,27	0,68	1,20	-	-	-	-	475,37	0,66	19,68	-222,32	0,82
	bočné rázy	2,72	7,19	8,93	-1,21	1,56	1,20	-	-	-	-	3,26	8,63	10,72	-1,45	1,87
	revízná lávka	10,62	3,14	53,87	-222,14	0,09	1,50	-	-	-	0,8	12,74	3,77	64,64	-266,57	0,11
	$\Sigma q$															
	viator na mostovku	68,54	34,72	65,23	-124,04	47,18	1,50	-	-	-	0,75	77,11	39,06	73,38	-139,55	53,08
	viator na pás pohyblivého zaťaženia	26,07	41,17	178,10	-379,75	32,56	1,50	-	-	-	0,75	29,32	46,32	200,36	-427,22	36,63
$\Sigma w$		94,61	75,89	243,33	-503,79	79,74	3,00					106,43	85,38	273,75	-566,76	89,71

tab. 12 Vnútorne sily rozhodujúce pre posúdenie nadpodperových priereзов – vnútorný nosník

Zaťažovací stav		$N_{sk}$	$V_{yk}$	$V_{zk}$	$M_{yk}$	$M_{zk}$	$\gamma_F$	$\delta$	$\alpha$	$f$	$\psi_0$	$N_{sd}$	$V_{yd}$	$V_{zd}$	$M_{yd}$	$M_{zd}$
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
$g_1$	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	30,00	14,12	739,11	-2804,31	13,93	1,35	-	-	-	-	40,50	19,06	997,80	-3785,82	18,81
$g_2$	tiaž dobetónovania rímky	29,50	17,20	297,29	-983,38	42,41	1,35	-	-	-	-	39,83	23,22	401,34	-1327,56	57,25
	tiaž kompozitu	1,34	0,30	5,09	-19,18	0,06	1,35	-	-	-	-	1,81	0,41	6,87	-25,89	0,08
	tiaž zábradlia	11,53	0,72	12,22	-39,56	1,75	1,35	-	-	-	-	15,57	0,97	16,50	-53,41	2,36
	tiaž izolácie	3,48	1,61	82,44	-311,50	1,84	1,35	-	-	-	-	4,69	2,17	111,29	-420,53	2,48
	tiaž štrkového lôžka	31,84	17,41	755,37	-2847,63	16,89	1,35	-	-	-	-	42,99	23,50	1019,75	-3844,30	22,80
	tiaž zvršku	1,53	0,03	31,22	-132,61	2,32	1,35	-	-	-	-	2,07	0,04	42,15	-179,02	3,13
	pokles podpier	73,27	3,35	71,27	-1021,49	0,58	1,35	-	-	-	-	98,91	4,52	96,21	-1379,01	0,78
	trakcia	13,48	0,37	7,16	-29,77	0,67	1,35	-	-	-	-	18,20	0,50	9,67	-40,19	0,90
$\Sigma g_2$		165,97	40,99	1262,06	-5385,12	66,52						224,06	55,34	1703,78	-7269,91	89,80
$q$	zvislé účinky LM71	17,20	0,84	567,59	-2426,21	55,38	1,45	1,15	1,21	-	-	34,70	1,69	1145,21	-4895,30	111,74
	odstredivá sila LM71	16,96	17,77	133,07	-268,41	26,45	1,45	-	1,21	0,811	-	24,13	25,28	189,35	-381,92	37,64
	brzdne a rozjazdové sily LM71	536,57	0,21	20,74	-264,39	0,88	1,45	-	1,21	-	-	941,41	0,37	36,39	-463,87	1,54
	zvislé účinky SW/0	16,69	1,31	570,56	-2540,45	41,65	1,45	1,15	1,21	-	-	33,67	2,64	1151,20	-5125,80	84,04
	odstredivá sila SW/0	12,05	18,32	123,04	-273,30	28,45	1,45	-	1,21	0,811	-	17,15	26,07	175,07	-388,88	40,48
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	234,67	0,11	10,13	-120,13	0,41	1,45	-	1,21	-	-	411,73	0,19	17,77	-210,77	0,72
	bočné rázy	1,97	0,84	6,84	-1,01	0,29	1,45	-	1,21	-	-	3,46	1,47	12,00	-1,77	0,51
	zvislé účinky SW/2	26,99	2,90	919,18	-4278,35	55,14	1,20	1,15	-	-	-	37,25	4,00	1268,47	-5904,12	76,09
	odstredivá sila SW/2	88,24	8,62	60,30	-137,86	12,65	1,20	-	-	1	-	105,89	10,34	72,36	-165,43	15,18
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	422,30	0,69	16,89	-202,21	1,18	1,20	-	-	-	-	506,76	0,83	20,27	-242,65	1,42
	bočné rázy	1,97	0,84	6,84	-1,01	0,29	1,20	-	-	-	-	2,36	1,01	8,21	-1,21	0,35
	revízná lávka	16,01	3,06	54,22	-218,13	0,72	1,50	-	-	-	0,8	19,21	3,67	65,06	-261,76	0,86
	$\Sigma q$															
	viator na mostovku	45,48	29,34	19,39	-196,15	46,28	1,50	-	-	-	0,75	51,17	33,01	21,81	-220,67	52,07
	viator na pás pohyblivého zaťaženia	25,51	23,61	175,35	-390,52	35,96	1,50	-	-	-	0,75	28,70	26,56	197,27	-439,34	40,46
$\Sigma w$		70,99	52,95	194,74	-586,67	82,24	3,00					79,87	59,57	219,08	-660,00	92,52

Ekvivalentné rozpätie a spolupôsobiaci šírka dosky:

$$L_e = 15 \text{ m}$$

$$b_o = 0,575 \text{ m} \quad b_{e1} = 0,463 \text{ m}$$

$$\beta_i = 1,000 \quad b_{e2} = 0,853 \text{ m}$$

$$b_{eff} = b_o + \Sigma \beta_i \cdot b_{ei} = 1,890 \text{ m}$$

Prierezové charakteristiky betónovej dosky:

$$h_c = 0,415 \text{ m}$$

$$A_c = 0,78435 \text{ m}^2$$

$$I_c = 0,01126 \text{ m}^4$$



### Prierezové charakteristiky ocelového nosníka:

$b_{f1} =$	<b>0,6 m</b>	$A =$	<b>0,09496 m<sup>2</sup></b>	$h_1 =$	<b>1,4675 m</b>
$t_{f1} =$	<b>0,04 m</b>	$e =$	<b>0,124 m</b>	$h_2 =$	<b>0,8425 m</b>
$b_{f2} =$	<b>0,85 m</b>	$Z_{3a} =$	<b>1,31874 m</b>	$W_{pl,y,a} =$	<b>0,08793 m<sup>3</sup></b>
$t_{f2} =$	<b>0,04 m</b>	$Z_{4a} =$	<b>1,07126 m</b>	$I_z =$	<b>0,00277 m<sup>4</sup></b>
$t_w =$	<b>0,016 m</b>	$I_y =$	<b>0,09507 m<sup>4</sup></b>	$I_t =$	<b>0,0000511 m<sup>4</sup></b>
$h_w =$	<b>2,31 m</b>	$W_{y3a} =$	<b>0,07209 m<sup>3</sup></b>	$I_w =$	<b>0,0028423 m<sup>6</sup></b>
		$W_{y4a} =$	<b>0,08874 m<sup>3</sup></b>		

Stanovenie účinnej šírky prierezu tr.4:

$d_t=Z_{3a}-t_{f1}=$	<b>1,27874 m</b>		
$d_c=h_w-d_t=$	<b>1,03126 m</b>		
$\psi=-d_t/d_c=$	<b>-1,23997</b>		
$\psi=1\rightarrow$		$k_\sigma=$	<b>4</b>
$1>\psi>0\rightarrow$		$k_\sigma=8,2/(1,05+\psi)=$	<b>-43,165</b>
$\psi=0\rightarrow$		$k_\sigma=$	<b>7,81</b>
$0>\psi>-1\rightarrow$	$k_\sigma=7,81-6,29.\psi+9,78.\psi^2=$	<b>30,646</b>	$k_\sigma=$ <b>30,004</b>
$\psi=-1\rightarrow$		$k_\sigma=$	<b>23,9</b>
$.-1>\psi\geq-3\rightarrow$	$k_\sigma=5,98.(1-\psi)^2=$	<b>30,004</b>	
$\lambda_p=(h_w/t_w)/(28,4.\varepsilon.k_\sigma^{0,5})=$	<b>1,141</b>	$\lambda_p' =$	<b>0,891</b>
$\lambda_p\leq\lambda_p'\rightarrow$		$\rho=$	<b>1,000</b> $\rho=$ <b>0,802</b>
$\lambda_p>\lambda_p'\rightarrow$	$\rho=(\lambda_p-0,055.(3+\psi))/\lambda_p^2=$	<b>0,802</b>	
$\psi=1\rightarrow$	$b_{eff}=\rho.d_c=$	<b>0,827 m</b>	
$1>\psi>0\rightarrow$	$b_{eff}=\rho.d_c=$	<b>0,827 m</b>	$b_{eff}=$ <b>0,369 m</b>
$\psi<0\rightarrow$	$b_{eff}=\rho.d_c/(1-\psi)=$	<b>0,369 m</b>	
	$b_{e1}=$	<b>0,148 m</b>	$b_{otv}=d_c-b_{eff}=$ <b>0,662 m</b>
	$b_{e2}=$	<b>0,222 m</b>	

### Efektívne prierezové charakteristiky ocelového nosníka:

ťažisko "diery" od ťažiska plného prierezu:

$$s = b_{e2} + 0,5 \cdot (d_c - b_{eff}) = \mathbf{0,553 \text{ m}}$$

vzdialenosť ťažiska účinného prierezu od ťažiska plného prierezu:

$$e = s \cdot t_w \cdot (d_c - b_{eff}) / (A - t_w \cdot (d_c - b_{eff})) = \mathbf{0,069 \text{ m}}$$

	$A_{eff} =$	<b>0,08437 m<sup>2</sup></b>	
	$e =$	<b>0,082 m</b>	
	$Z_{3a,eff} =$	<b>1,27719 m</b>	
	$Z_{4a,eff} =$	<b>1,11281 m</b>	
	$I_{y,eff} =$	<b>0,09104 m<sup>4</sup></b>	
	$W_{y3a,eff} =$	<b>0,07128 m<sup>3</sup></b>	
	$W_{y4a,eff} =$	<b>0,08181 m<sup>3</sup></b>	
$h/b_f =$	<b>2,718</b>	$\alpha_{lt} =$	<b>0,760</b>
$k_z =$	<b>1,000</b>	$\psi_f = (I_{fc} - I_{ft}) / (I_{fc} + I_{ft}) =$	<b>0,480</b>
$k_w =$	<b>1,000</b>	$h_f = h_s =$	<b>2,350 m</b>
$I_{fc} =$	<b>0,00205 m<sup>4</sup></b>	$Z_j = 0,45 \cdot \psi_f \cdot h_s \cdot (1 + c / (2h_f)) =$	<b>0,507 m</b>
$I_{ft} =$	<b>0,00072 m<sup>4</sup></b>	$Z_g = Z_a - Z_s =$	<b>2,173 m</b>
$c =$	<b>0 m</b>	$\kappa_{wt} = \pi / (k_w \cdot L) \cdot (E \cdot I_w / (G \cdot I_t))^{0,5} =$	<b>9,429</b>
$Z_a =$	<b>1,734 m</b>	$\zeta_g = \pi \cdot Z_g / (k_z \cdot L) \cdot (E \cdot I_z / (G \cdot I_t))^{0,5} =$	<b>20,222</b>

$$\begin{aligned}
 z_s &= -0,440 \text{ m} & \zeta_j &= \pi \cdot z_j / (k_z \cdot L) \cdot (E \cdot I_z / (G \cdot I_t))^{0,5} = 4,719 \\
 L &= 4,000 \text{ m} \\
 C_1 &= 1 & C_2 &= 0 & C_3 &= 1 \\
 \mu_{cr} &= C_1 / k_z [(1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2)^{0,5} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)] = 15,310 \\
 M_{cr} &= \mu_{cr} \cdot \pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0,5} / L = 589,968 \text{ MN} \\
 \lambda_1 &= 93,9 \cdot \varepsilon = 76,399 & \lambda'_{LT,0} &= 0,400 \\
 \lambda'_{LT} &= (W_{ya,eff} \cdot f_y / M_{cr})^{0,5} = 0,222 & \beta &= 0,750 \\
 \Phi_{LT} &= 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda'_{LT} \lambda'_{LT,0}) + \beta \lambda'^2_{LT}] = 0,451 \\
 \chi_{LT} &= 1 / (\Phi_{LT} + (\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda'^2_{LT})^{0,5}) = 1,165 \\
 \chi_{LT} &\leq 1 \\
 \chi_{LT} &\leq 1 / \lambda'^2_{LT} = \rightarrow \chi_{LT} = 1,000
 \end{aligned}$$

### 5.5.4.2 Pružnostné posúdenie prierezu pri extrémnom zaťažení

Posúdenie prierezu od extrémneho zaťaženia na namáhanie ohybom:

$$\begin{aligned}
 M_{Ed} &= 18,170 \text{ MNm} \\
 \eta_{1,h} &= M_{Ed} \cdot z_{3a,eff} / (\chi_{LT} \cdot I_{y,eff} \cdot f_{yd}) = 0,718 & \eta_{1,h} &\leq 1,0 \text{ vyhovuje} \\
 \eta_{1,d} &= M_{Ed} \cdot z_{4a,eff} / (\chi_{LT} \cdot I_{y,eff} \cdot f_{yd}) = 0,626 & \eta_{1,d} &\leq 1,0 \text{ vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Posúdenie prierezu na šmyk :

Pozdĺžna výstuha:

$$\begin{aligned}
 b_{st1} &= 0,2 \text{ m} & y_{NO} &= 0,041 \text{ m} \\
 t_{st1} &= 0,02 \text{ m} & I_{sl,z} &= 4,300E-05 \text{ m}^4 \\
 15 \cdot \varepsilon \cdot t_w &= 0,19527 \text{ m} & I_{sl,y} &= 9,239E-05 \text{ m}^4 \\
 a &= 2 \text{ m} \\
 k_{\tau s,l,min} &= 2,1/t \cdot (I_{sl,z}/h_w)^{1/3} = 3,479 & k_{\tau} &= 5,34 + 4/\alpha^2 + k_{\tau sl} = 45,712 \\
 k_{\tau sl} &= 9 \cdot (h_w/a)^2 \cdot (I_{sl,z}/(t^3 \cdot h_w))^{3/4} = 37,373 & k_{\tau} &= 4 + 5,34/\alpha^2 + k_{\tau sl} = 45,376 \\
 \alpha &= a/h_w = 0,866 & k_{\tau} &= 45,376 \\
 \lambda &= h_w/t_w = 144,375 & f_{yw} &= 355 \text{ MPa} \\
 \sigma_E &= 190000/\lambda^2 = 9,115 \text{ MPa} & \tau_{cr} &= k_{\tau} \cdot \sigma_E = 413,615 \text{ MPa} \\
 \lambda_w &= 0,76 \cdot (f_{yd}/\tau_{cr})^{0,5} = 0,704 & \eta &= 1 \\
 \lambda_w &\leq 0,83/\eta = 0,83 & \rightarrow \chi_w &= \eta = 1,000 \\
 \lambda_w &< 1,08 < 1,08 & \rightarrow \chi_w &= 0,83/\lambda_w = 1,179 & \rightarrow \chi_w &= 1,000 \\
 \lambda_w &\geq 1,08 > 1,08 & \rightarrow \chi_w &= 1,37/(0,7 + \lambda_w) = 0,895 \\
 \eta_3 &= V_{Ed} \cdot (3)^{1/2} / ((h_w \cdot t_w) \cdot f_{yd} \cdot \chi_w) = 0,574 \\
 \eta_3 &\leq 1,0 \text{ vyhovuje} \\
 \eta_3 &\leq 0,5 \text{ je potrebné redukovať ohybovú odolnosť}
 \end{aligned}$$

Interakcia medzi priečnou silou a ohybovým momentom:

$$\begin{aligned}
 W_{pl,y,f} &= (b_{f1f} \cdot t_{f1} + b_{f2} \cdot t_{f2}) \cdot (h_w + t_{f1}/2 + t_{f2}/2) = 0,067 \text{ m}^3 \\
 M_{f,Rd} &= W_{pl,y,f} \cdot f_{yd} = 23,754 \text{ MNm} \\
 M_{pl,Rd} &= W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 31,216 \text{ MNm} \\
 \eta_{1,h}' &= \eta_{1h} + (1 - M_{f,Rd}/M_{pl,Rd}) \cdot (2 \cdot \eta_3 - 1)^2 = 0,723 & \eta_{1,h}' &\leq 1 \text{ vyhovuje} \\
 \eta_{1,d}' &= \eta_{1d} + (1 - M_{f,Rd}/M_{pl,Rd}) \cdot (2 \cdot \eta_3 - 1)^2 = 0,631 & \eta_{1,d}' &\leq 1 \text{ vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Obmedzenie dýchania steny:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{x,Ed,1} &= 178,804 \text{ MPa} & \sigma_E &= 190000(t_w/h_w)^2 = 9,115 \text{ MPa} \\
 \sigma_{x,Ed,2} &= -155,790 \text{ MPa} & k_{\tau} &= 45,376
 \end{aligned}$$

$$\tau_{Ed} = 87,61676 \text{ MPa}$$

$$\psi = \sigma_1 / \sigma_2 = -0,87129 \rightarrow k_{\sigma} = 20,715$$

$$((\sigma_{x,Ed,ser} / (k \cdot \sigma_{E}))^2 + (1,1 \cdot \tau_{x,Ed,ser} / (k \cdot \tau_{E}))^2)^{1/2} = 0,975 < 1,1 \text{ vyhovuje}$$

### 5.5.4.3 Návrh a posúdenie krčných zvarov steny a pásnic hlavného nosníka

a) Zvar steny a hornej pásnice:

Materiál: S355  $f_u = 510 \text{ MPa}$   
 $\gamma_{M2} = 1,25$   
 $\beta_w = 0,9$   
 $a_w = 10 \text{ mm}$   
 $n = 2 \text{ ks}$

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

$$A_{f1} = 0,024 \text{ m}^2 \quad S_{y,3} = 0,031 \text{ m}^3$$

$$z_3 = 1,277 \text{ m} \quad I_{y,eff} = 0,091 \text{ m}^4$$

$$V_{Ed} = 4,345 \text{ MN} \quad \tau_{Ed} = \tau_{d,zvar} = V_p \cdot S_{y,3} / I_{yi} = 1,486 \text{ MN/m}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,000 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \tau_{d,zvar} / (n \cdot a_w) = 74,293 \text{ MPa}$$

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} = 148,586 \text{ MPa} \quad (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \text{ zvar vyhovuje}$$

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 453,333 \text{ MPa}$$

b) Zvar steny a dolnej pásnice:

Materiál: S355  $f_u = 510 \text{ MPa}$   
 $\gamma_{M2} = 1,25$   
 $\beta_w = 0,9$   
 $a_w = 10 \text{ mm}$   
 $n = 2 \text{ ks}$

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

$$A_{f2} = 0,034 \text{ m}^2 \quad S_{y,3} = 0,039 \text{ m}^3$$

$$z_4 = 1,113 \text{ m} \quad I_{y,eff} = 0,091 \text{ m}^4$$

$$V_{Ed} = 4,345 \text{ MN} \quad \tau_{Ed} = \tau_{d,zvar} = V_p \cdot S_{y,3} / I_{yi} = 1,838 \text{ MN/m}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,000 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \tau_{d,zvar} / (n \cdot a_w) = 91,911 \text{ MPa}$$

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$(\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} = 183,821 \text{ MPa} \quad (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \text{ zvar vyhovuje}$$

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 261,732 \text{ MPa}$$

### 5.5.4.4 Posúdenie na únavu

Posúdenie na únavu:

$$l_i = 0,095 \text{ m}^4 \quad M_{p,max} = 5,735 \text{ MN/m} \quad \lambda_1 = 0,92$$

$$z_3 = 1,319 \text{ m} \quad M_{p,min} = 0,500 \text{ MN/m} \quad \lambda_2 = 1,04$$

$$z_4 = 1,071 \text{ m} \quad \lambda_3 = 1$$

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,957 \quad \lambda_4 = 1$$

$$\lambda \leq \lambda_{max} \rightarrow \lambda = 0,957 \quad \lambda_{max} = 1,4$$

Styk steny hlavného nosníka a hornej pásnice hlavného nosníka

$$K_D = \Delta \sigma_c = 112 \text{ MPa} \quad \gamma_{F,fat} = 1$$

$$\sigma_{max} = -79,559 \text{ MPa} \quad \gamma_{M,fat} = 1,15$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\min} &= -6,936 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 69,486 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 72,623 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 97,391 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta \sigma_p &= 69,486 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

**Styk steny hlavného nosníka a spodnej pásnice hlavného nosníka**

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 112 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -64,629 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= -5,634 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 56,446 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 58,995 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 97,391 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta \sigma_p &= 56,446 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

**Styk priečnej výstuhy steny hlavného nosníka a hornej pásnice hlavného nosníka**

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -79,559 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= -6,936 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 69,486 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 72,623 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta \sigma_p &= 69,486 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

**Styk priečnej výstuhy steny hlavného nosníka a spodnej pásnice hlavného nosníka**

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -64,629 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= -5,634 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 56,446 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 58,995 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta \sigma_p &= 56,446 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

**Spriahajúci trň privarený na hornú pásnicu - účinok na pásnicu**

$$\begin{aligned}K_D = \Delta \sigma_c &= 80 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -79,559 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= -6,936 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} &= 69,486 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 72,623 \text{ MPa} & \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 69,565 \text{ MPa} \\ \Delta \sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta \sigma_p &= 69,486 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta \sigma_{E2} \leq \Delta \sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} \text{ vyhovuje}$$

#### 5.5.4.5 Návrh a posúdenie výstuh steny hlavného nosníka

$$\begin{aligned}b_{st1} &= 0,200 \text{ m} & t_w &= 0,016 \text{ m} \\ b_{st2} &= 0,200 \text{ m} & h_w &= 2,310 \text{ m} \\ t_{st} &= 0,012 \text{ m} & a &= 2,000 \text{ m} \\ 15 \cdot \varepsilon \cdot t_w &= 0,195 \text{ m} & l_{st} &= 7,212 \text{E-}05 \text{ m}^4\end{aligned}$$

*Tuhostné posúdenie priečnej výstuhy steny:*

$$a/h_w = 0,866$$

$$a/h_w < (2)^{0,5} \rightarrow l_{st} \geq 1,5 \cdot h_w^3 \cdot t_w^3 / a^2$$

$$a/h_w \geq (2)^{0,5} \rightarrow l_{st} \geq 0,75 \cdot h_w \cdot t_w^3 \rightarrow l_{st, \min} = 1,893 \text{E-}05 \quad l_{st} \geq l_{st, \min} \text{ vyhovuje na tuhosť}$$

*Pevnostné posúdenie priečnej výstuhy steny:*

$$\chi_w = 1,000$$

$$V_{Ed} = 4,345 \text{ MN}$$

$$N_{Ed} = V_{Ed} \cdot \chi_w \cdot f_{yd} \cdot h_w \cdot t_w / 3^{0,5} = -3,230 \text{ MN}$$

Nie je potrebné pevnostne posudzovať výstuhy, posúvajúcu silu prenosie stena, výstuhy len z tuhostného hľadiska

## 5.6 Posúdenie deformácií nosnej konštrukcie

Výpočet deformácií od zaťaženia bol realizovaný na výpočtovom modeli doskovej sústavy pomocou programu SCIA Engineer.

### 5.6.1 Priehyb nosnej konštrukcie

Priehyby od stálych a dlhodobých zaťažení, ako aj ich prípadné zväčšovanie vplyvom dotvarovania sú eliminované výškou štrkového lôžka resp. správnou kontrolou a podbíjaním koľaje. Potrebné je teda overiť medzný priehyb od premenného zaťaženia.

Vplyv preklzu v spriahnutí na konci životnosti mosta:

$$k_f = 1 + 0,71 \cdot (A_c / (n \cdot A_a + A_c))^2$$

	$k_{f,1}$		$k_{f,2}$	
	T=100dní	T=36525dní	T=100dní	T=36525dní
1. časť stálego zaťaženia	1,000	1,000	1,000	1,000
2. časť stálego zaťaženia	1,005	1,001	1,005	1,001
zaťaženie dopravou	1,021	1,022	1,021	1,022
sekundárne účinky	1,005	1,001	1,003	1,001
zaťaženie vetrom	1,021	1,022	1,021	1,022

tab. 13 Priehyby uprostred od jednotlivých zaťažení krajného nosníka

Zaťažovací stav		$f_{z,1}$	$f_{z,2}$	$\delta$	$\alpha$	f	$\psi_0$
		[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]
$g_1$	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	3,552	6,188	-	-	-	-
$g_2$	tiaž dobetónovania rímky	0,015	1,671	-	-	-	-
	tiaž kompozitu	0,03	0,053	-	-	-	-
	tiaž zábradlia	0,001	0,065	-	-	-	-
	tiaž izolácie	0,389	0,674	-	-	-	-
	tiaž štrkového lôžka	3,565	6,176	-	-	-	-
	tiaž zvršku	0,261	0,475	-	-	-	-
	pokles podpier	10,718	11,67	-	-	-	-
	trakcia	0,005	0,038	-	-	-	-
	$\Sigma g_2$	14,984	20,822				
q	zvislé účinky LM71	9,812	17,613	1,15	1,21	-	-
	odstredivá sila LM71	0,573	0,616	-	1,21	0,817	-
	brzdne a rozjazdové sily LM71	0,162	1,133	-	1,21	-	-
	zvislé účinky SW/0	8,455	17,084	1,15	1,21	-	-
	odstredivá sila SW/0	0,499	1,08	-	1,21	0,817	-
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	0,121	0,437	-	1,21	-	-
	bočné rázy	0,113	0,148	-	1,21	-	-
	revízna lávka	0,485	0,921	-	-	-	0,8
	sekundárne účinky	1,334	2,37				
w	viator na mostovku	0,249	0,342	-	-	-	0,75
	viator na pás pohyblivého zaťaženia	0,644	1,229	-	-	-	0,75
	$\Sigma w$	0,893	1,571				

tab. 14 Priehyby uprostred od jednotlivých zaťažení vnútorného nosníka

Zaťažovací stav		$f_{z,1}$	$f_{z,2}$	$\delta$	$\alpha$	$f$	$\psi_0$
		[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]
$g_1$	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	4,029	7,457	-	-	-	-
$g_2$	tiaž dobetónovania rímsy	1,083	1,684	-	-	-	-
	tiaž kompozitu	0,029	0,052	-	-	-	-
	tiaž zábradlia	0,049	0,066	-	-	-	-
	tiaž izolácie	0,457	0,824	-	-	-	-
	tiaž štrkového lôžka	4,186	7,55	-	-	-	-
	tiaž zvršku	0,21	0,361	-	-	-	-
	pokles podpier	10,714	11,648	-	-	-	-
	trakcia	0,044	0,169	-	-	-	-
$\Sigma g_2$		16,772	22,354				
$q$	zvislé účinky LM71	7,429	12,649	1,15	1,21	-	-
	odstredivá sila LM71	0,572	0,623	-	1,21	0,817	-
	brzdne a rozjazdové sily LM71	0,121	1,173	-	1,21	-	-
	zvislé účinky SW/0	6,401	12,172	1,15	1,21	-	-
	odstredivá sila SW/0	0,496	1,064	-	1,21	0,817	-
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	0,106	0,449	-	1,21	-	-
	bočné rázy	0,119	0,175	-	1,21	-	-
	revízna lávka	0,479	0,903	-	-	-	0,8
sekundárne účinky		1,313	2,301				
$w$	viator na mostovku	0,264	0,524	-	-	-	0,75
	viator na pás pohyblivého zaťaženia	0,641	1,315	-	-	-	0,75
	$\Sigma w$	0,905	1,839				

Poznámka: Odozva konštrukcie na zaťaženie dopravou sa stanovuje od zaťažovacieho modelu LM71 vrátane dynamického súčiniteľa.

### 1. pole

Maximálny priehyb od klasifikovaného charakteristického zvislého zaťaženia (podľa STN EN 1991-2) umiestneného na moste:

$$f_{lim} < \frac{L}{600} = \frac{26500}{600} = 44,167\text{mm} \rightarrow f_{lim} = 44,167\text{mm}$$

$$f_{LM71} \cdot \delta = 14,843\text{mm} < f_{lim} = 44,167\text{mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Overenie pohodlia cestujúcich:

Priehyb od zaťažovacieho modelu LM71 vrátane dynamického súčiniteľa ( $\alpha=1,0$ ):

$$f_{lim,1} < \frac{L}{1100} = \frac{26500}{1100} = 24,091\text{mm} \rightarrow f_{lim} = 24,091\text{mm}$$

$$f_{LM71} \cdot \delta = 12,334\text{mm} < f_{lim} = 24,091\text{mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Výrobné nadvýšenie nosnej konštrukcie v krajných poliach:

$$n = f_{g1} + f_{g2} + f_{s.ú.} + 0,25 \cdot f_p + f_w = 4,029 + 16,856 + 1,401 + 0,25 \cdot 15,170 + 0,924 = 27,003\text{mm}$$

### 2. pole

Maximálny priehyb od klasifikovaného charakteristického zvislého zaťaženia (podľa STN EN 1991-2) umiestneného na moste:

$$f_{lim} < \frac{L}{600} = \frac{34000}{600} = 56,667\text{mm} \rightarrow f_{lim} = 56,667\text{mm}$$

$$f_{LM71} \cdot \delta = 27,078\text{mm} < f_{lim} = 56,667\text{mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Overenie pohodlia cestujúcich:

Priehyb od zaťažovacieho modelu LM71 vrátane dynamického súčiniteľa ( $\alpha=1,0$ ):

$$f_{lim,2} < \frac{L}{1050} = \frac{34000}{1050} = 32,381\text{mm} \rightarrow f_{lim} = 32,381\text{mm}$$

$$f_{LM71} \cdot \delta = 22,507\text{mm} < f_{lim} = 32,381\text{mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Výrobné nadvýšenie nosnej konštrukcie vo vnútorných poliach:

$$n = f_{g1} + f_{g2} + f_{s.ú.} + 0,25 \cdot f_p + f_w = 7,451 + 22,466 + 2,382 + 0,25 \cdot 27,674 + 1,879 = 41,100 \text{ mm}$$

### 5.6.2 Pozdĺžna deformácia nosnej konštrukcie od rozjazdu a brzdenia

Podľa STN EN 1991-2 uvažujeme na mostnej konštrukcii spojitú zvarané koľajnice s jedným dilatačným zariadením koľajnice na jednom konci mostnej konštrukcie.

$$\delta_{Qla} = 2,272 \text{ mm} < \delta_{Blim} = 5,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

### 5.6.3 Pozdĺžna deformácia nosnej konštrukcie pre zvislé zaťaženie

Podľa STN EN 1991-2 neuvažujeme na mostnej konštrukcii spolupôsobenie koľaje a nosnej konštrukcie.

$$Q_{la} = 4,195 \text{ mm} < \delta_{Hlim} = 10,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

### 5.6.4 Pootočením prierezu nosnej konštrukcie

tab. 15 Pootočením nosnej konštrukcie nad ložiskami

Zaťažovací stav		$\Theta_{0,1}$	$\Theta_{p,2}$	$\delta$	$\alpha$	f	$\psi_0$
		[mrad]	[mrad]	[-]	[-]	[-]	[-]
q	zvislé účinky LM71	1,096	1,259	1,15	1,21	-	-
	odstredivá sila LM71	0,065	0,05	-	1,21	0,817	-
	brzdne a rozjazdové sily LM71	0,069	0,053	-	1,21	-	-
	zvislé účinky SW/0	0,999	1,241	1,15	1,21	-	-
	odstredivá sila SW/0	0,061	0,081	-	1,21	0,817	-
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	0,031	0,022	-	1,21	-	-
	bočné rázy	0,016	0,011	-	1,21	-	-
	revízna lávka	0,056	0,067	-	-	-	0,8

Pootočením od stálych a dlhodobých zaťažení, ako aj ich prípadné zväčšovanie vplyvom dotvarovania sú eliminované výškou štrkového lôžka resp. správnou kontrolou a podbíjaním koľaje. Potrebné je teda overiť potočenie od premenného zaťaženia.

Maximálne pootočením od klasifikovaného charakteristického zvislého zaťaženia (podľa STN EN 1991-2) umiestneného na moste:

#### 1. Krajná podpera

$$\Theta_{LM71} \cdot \delta = 1,702 \text{ mrad} < \Theta_{lim} = 6,5 \text{ mrad} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

#### 2. Vnútna podpera

$$\Theta_{LM71} \cdot \delta = 1,907 \text{ mrad} < \Theta_{lim} = 6,5 \text{ mrad} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

## 5.7 Návrh a posúdenie nadpodperového priečnika

### 5.7.1.1 Vstupné údaje a vnútorné sily

$b_{f1} =$	<b>0,4 m</b>	$A =$	<b>0,05876 m<sup>2</sup></b>	$h_1 =$	<b>1,115 m</b>
$t_{f1} =$	<b>0,04 m</b>	$e =$	<b>0,000 m</b>	$h_2 =$	<b>1,115 m</b>
$b_{f2} =$	<b>0,4 m</b>	$z_{3a} =$	<b>1,15500 m</b>	$W_{pl,y,a} =$	<b>0,05124 m<sup>3</sup></b>
$t_{f2} =$	<b>0,04 m</b>	$z_{4a} =$	<b>1,15500 m</b>	$I_z =$	<b>0,00043 m<sup>4</sup></b>
$t_w =$	<b>0,012 m</b>	$I_y =$	<b>0,05232 m<sup>4</sup></b>	$I_t =$	<b>0,0000275 m<sup>4</sup></b>
$h_w =$	<b>2,23 m</b>	$W_{y3a} =$	<b>0,04530 m<sup>3</sup></b>	$I_w =$	<b>0,0005304 m<sup>6</sup></b>
		$W_{y4a} =$	<b>0,04530 m<sup>3</sup></b>		

tab. 16 Vnútné sily rozhodujúce pre posúdenie nadpodperových priečnikov

Zaťažovací stav		N <sub>yk</sub>	V <sub>yk</sub>	V <sub>zk</sub>	M <sub>yk</sub>	M <sub>zk</sub>	γ <sub>f</sub>	δ	α	f	ψ <sub>0</sub>	N <sub>sd</sub>	V <sub>sd</sub>	V <sub>zd</sub>	M <sub>yd</sub>	M <sub>zd</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g <sub>1</sub>	v. tiaž konštrukcie (generovaná)	-1,58	0,20	70,41	-10,86	-0,17	1,35	-	-	-	-	-2,13	0,27	95,05	-14,66	-0,23
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	27,08	0,27	-44,54	-36,20	-0,34	1,35	-	-	-	-	36,56	0,36	-60,13	-48,87	-0,46
	tiaž kompozitu	-0,74	0,00	0,13	0,12	0,00	1,35	-	-	-	-	-1,00	0,00	0,18	0,16	0,00
	tiaž zábradlia	-1,09	0,01	-1,88	-1,52	0,02	1,35	-	-	-	-	-1,47	0,01	-2,54	-2,05	0,03
	tiaž izolácie	1,98	0,02	8,09	-1,64	0,02	1,35	-	-	-	-	2,67	0,03	10,92	-2,21	0,03
	tiaž štrkového lôžka	10,47	0,15	74,10	-15,02	0,22	1,35	-	-	-	-	14,13	0,20	100,04	-20,28	0,30
	tiaž zvršku	-1,05	0,01	6,64	0,66	0,01	1,35	-	-	-	-	-1,42	0,01	8,96	0,89	0,01
	pokles podpier	-0,66	0,04	2,62	9,21	0,01	1,35	-	-	-	-	-0,89	0,05	3,54	12,43	0,01
q	trakcia	1,61	0,57	0,35	-1,96	0,71	1,35	-	-	-	-					
	Σ g <sub>2</sub>	37,60	1,07	45,51	-46,35	0,65						48,59	0,68	60,97	-59,93	-0,08
	zvislé účinky LM71	-67,09	0,06	195,29	-27,12	0,10	1,45	1,15	1,21	-	-	-135,37	0,12	394,03	-54,72	0,20
	odstredivá sila LM71	117,03	0,04	46,08	-23,98	0,05	1,45	-	1,21	0,817	-	167,75	0,06	66,05	-34,37	0,07
	brzdne a rozjazdové sily LM71	-0,51	0,06	0,18	-2,46	1,95	1,45	-	1,21	-	-	-0,89	0,11	0,32	-4,32	3,42
	zvislé účinky SW/0	13,09	1,34	38,93	-27,28	0,61	1,45	1,15	1,21	-	-	26,41	2,70	78,55	-55,04	1,23
	odstredivá sila SW/0	68,90	0,02	72,92	-302,17	0,02	1,45	-	1,21	0,817	-	98,76	0,03	104,53	-433,14	0,03
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	2,29	0,65	0,18	-1,10	0,94	1,45	-	1,21	-	-	4,02	1,14	0,32	-1,93	1,65
	bočné rázy	30,66	0,00	22,32	-113,39	0,00	1,45	-	1,21	-	-	53,79	0,00	39,16	-198,94	0,00
	zvislé účinky SW/2	5,18	4,79	61,49	-40,87	0,74	1,20	1,15	-	-	-	7,15	6,61	84,86	-56,40	1,02
	odstredivá sila SW/2	29,40	0,62	19,59	-136,52	0,97	1,20	-	-	1	-	35,28	0,74	23,51	-163,82	1,16
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	1,47	1,57	0,47	-1,67	2,25	1,20	-	-	-	-	1,76	1,88	0,56	-2,00	2,70
	bočné rázy	30,66	0,00	22,32	-113,39	0,00	1,20	-	-	-	-	36,79	0,00	26,78	-136,07	0,00
	revízná lávka	7,50	0,00	1,38	-1,31	0,00	1,50	-	-	-	0,8	9,00	0,00	1,66	-1,57	0,00
	Σ q															
w	vetor na mostovku	83,96	0,08	63,46	-336,81	0,10	1,50	-	-	-	0,75	94,46	0,09	71,39	-378,91	0,11
	vetor na pás pochyblivého zaťaženia	64,03	0,06	58,27	-422,06	0,07	1,50	-	-	-	0,75	72,03	0,07	65,55	-474,82	0,08
	Σ w	147,99	0,14	121,73	-758,87	0,17	3,00					166,49	0,16	136,95	-853,73	0,19

tab. 17 Vnútné sily rozhodujúce pre posúdenie nadpodperových priečnikov

Zaťažovací stav		N <sub>yk</sub>	V <sub>yk</sub>	V <sub>zk</sub>	M <sub>yk</sub>	M <sub>zk</sub>	γ <sub>f</sub>	δ	α	f	ψ <sub>0</sub>	N <sub>sd</sub>	V <sub>sd</sub>	V <sub>zd</sub>	M <sub>yd</sub>	M <sub>zd</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g <sub>1</sub>	v. tiaž konštrukcie (generovaná)	-1,53	0,15	16,99	35,81	-0,01	1,35	-	-	-	-	-2,07	0,20	22,94	48,34	-0,01
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	7,61	0,27	40,51	-18,22	0,00	1,35	-	-	-	-	10,27	0,36	54,69	-24,60	0,00
	tiaž kompozitu	0,88	0,00	0,00	0,38	0,00	1,35	-	-	-	-	1,19	0,00	0,00	0,51	0,00
	tiaž zábradlia	0,27	0,01	1,71	-0,69	0,00	1,35	-	-	-	-	0,36	0,01	2,31	-0,93	0,00
	tiaž izolácie	-0,09	-0,03	2,23	3,75	0,00	1,35	-	-	-	-	-0,12	-0,04	3,01	5,06	0,00
	tiaž štrkového lôžka	10,44	0,19	20,44	34,36	0,01	1,35	-	-	-	-	14,09	0,26	27,59	46,39	0,01
	tiaž zvršku	1,95	0,01	0,90	5,62	0,00	1,35	-	-	-	-	2,63	0,01	1,22	7,59	0,00
	pokles podpier	0,65	0,02	1,11	11,31	0,01	1,35	-	-	-	-	0,88	0,03	1,50	15,27	0,01
q	trakcia	0,71	0,55	0,26	-1,13	0,00	1,35	-	-	-	-					
	Σ g <sub>2</sub>	22,42	1,02	67,16	35,38	0,02						29,31	0,63	90,32	49,29	0,03
	zvislé účinky LM71	-44,74	0,08	16,34	164,46	0,01	1,45	1,15	1,21	-	-	-90,27	0,16	32,97	331,83	0,02
	odstredivá sila LM71	73,70	0,04	51,74	161,89	0,00	1,45	-	1,21	0,817	-	105,64	0,06	74,17	232,06	0,00
	brzdne a rozjazdové sily LM71	-0,08	1,74	0,31	5,43	0,70	1,45	-	1,21	-	-	-0,13	3,05	0,54	9,53	1,23
	zvislé účinky SW/0	3,93	0,29	21,80	35,95	0,27	1,45	1,15	1,21	-	-	7,93	0,59	43,99	72,54	0,54
	odstredivá sila SW/0	28,52	0,02	43,58	159,41	0,00	1,45	-	1,21	0,817	-	40,88	0,03	62,47	228,50	0,00
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	-2,37	0,83	0,14	2,40	0,03	1,45	-	1,21	-	-	-4,16	1,46	0,25	4,21	0,05
	bočné rázy	30,57	0,00	13,48	40,97	0,00	1,45	-	1,21	-	-	53,64	0,00	23,65	71,88	0,00
	zvislé účinky SW/2	5,18	2,10	27,88	65,20	1,77	1,20	1,15	-	-	-	7,15	2,90	38,47	89,98	2,44
	odstredivá sila SW/2	22,11	0,62	19,77	71,71	0,05	1,20	-	-	1	-	26,53	0,74	23,72	86,05	0,06
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	1,88	1,88	0,51	1,45	0,09	1,20	-	-	-	-	2,26	2,26	0,61	1,74	0,11
	bočné rázy	30,57	0,00	13,48	40,97	0,00	1,20	-	-	-	-	36,68	0,00	16,18	49,16	0,00
	revízná lávka	9,06	0,00	0,08	3,89	0,00	1,50	-	-	-	0,8	10,87	0,00	0,10	4,67	0,00
	Σ q															
w	vetor na mostovku	55,38	0,07	59,84	183,62	0,00	1,50	-	-	-	0,75	62,30	0,08	67,32	206,57	0,00
	vetor na pás pochyblivého zaťaženia	71,88	0,05	63,10	211,35	0,00	1,50	-	-	-	0,75	80,87	0,06	70,99	237,77	0,00
	Σ w	127,26	0,12	122,94	394,97	0,00	3,00					143,17	0,14	138,31	444,34	0,00

Stanovenie účinnej šírky prierezu tr.4:

$$\begin{aligned}
 d_t &= z_{3a} - t_{f1} = \mathbf{1,11500 \text{ m}} \\
 d_c &= h_w - d_t = \mathbf{1,11500 \text{ m}} \\
 \psi &= -d_t / d_c = \mathbf{-1,00000} \\
 \psi &= 1 \rightarrow k_{\sigma} = \mathbf{4} \\
 1 > \psi > 0 \rightarrow k_{\sigma} &= 8,2 / (1,05 + \psi) = \mathbf{164,000} \\
 \psi &= 0 \rightarrow k_{\sigma} = \mathbf{7,81} \\
 0 > \psi > -1 \rightarrow k_{\sigma} &= 7,81 - 6,29 \cdot \psi + 9,78 \cdot \psi^2 = \mathbf{23,880} \quad k_{\sigma} = \mathbf{23,900} \\
 \psi &= -1 \rightarrow k_{\sigma} = \mathbf{23,9} \\
 -1 > \psi \geq -3 \rightarrow k_{\sigma} &= 5,98 \cdot (1 - \psi)^2 = \mathbf{23,920} \\
 \lambda_p &= (h_w / t_w) / (28,4 \cdot \varepsilon \cdot k_{\sigma}^{0,5}) = \mathbf{1,644} \quad \lambda_p' = \mathbf{0,874} \\
 \lambda_p &\leq \lambda_p' \rightarrow \rho = \mathbf{1,000} \quad \rho = \mathbf{0,567} \\
 \lambda_p &> \lambda_p' \rightarrow \rho &= (\lambda_p - 0,055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p'^2 = \mathbf{0,567} \\
 \psi &= 1 \rightarrow b_{\text{eff}} = \rho \cdot d_c = \mathbf{0,633 \text{ m}} \\
 1 > \psi > 0 \rightarrow b_{\text{eff}} &= \rho \cdot d_c = \mathbf{0,633 \text{ m}} \quad b_{\text{eff}} = \mathbf{0,316 \text{ m}}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\psi < 0 \rightarrow b_{\text{eff}} &= \rho \cdot d_c / (1 - \psi) = \mathbf{0,316 \text{ m}} \\ b_{e1} &= \mathbf{0,127 \text{ m}} \\ b_{e2} &= \mathbf{0,190 \text{ m}} \\ b_{\text{otv}} &= d_c - b_{\text{eff}} = \mathbf{0,799 \text{ m}}\end{aligned}$$

#### Efektívne prierezové charakteristiky ocelového nosníka:

ťažisko "diery" od ťažiska plného prierezu:

$$s = b_{e2} + 0,5 \cdot (d_c - b_{\text{eff}}) = \mathbf{0,589 \text{ m}}$$

vzdialenosť ťažiska účinného prierezu od ťažiska plného prierezu:

$$e = s \cdot t_w \cdot (d_c - b_{\text{eff}}) / (A - t_w \cdot (d_c - b_{\text{eff}})) = \mathbf{0,115 \text{ m}}$$

$$A_{\text{eff}} = \mathbf{0,04918 \text{ m}^2}$$

$$e = \mathbf{-0,078 \text{ m}}$$

$$Z_{3a, \text{eff}} = \mathbf{1,07718 \text{ m}}$$

$$Z_{4a, \text{eff}} = \mathbf{1,23282 \text{ m}}$$

$$I_{y, \text{eff}} = \mathbf{0,04783 \text{ m}^4}$$

$$W_{y3a, \text{eff}} = \mathbf{0,04441 \text{ m}^3}$$

$$W_{y4a, \text{eff}} = \mathbf{0,03880 \text{ m}^3}$$

$$h/b_f = \mathbf{5,575} \rightarrow \alpha_{lt} = \mathbf{0,760}$$

$$k_z = \mathbf{1,000} \quad \psi_f = (I_{fc} - I_{ft}) / (I_{fc} + I_{ft}) = \mathbf{0,000}$$

$$k_w = \mathbf{1,000} \quad h_f = h_s = \mathbf{2,270 \text{ m}}$$

$$I_{fc} = \mathbf{0,00021 \text{ m}^4} \quad z_j = 0,45 \cdot \psi_f \cdot h_s \cdot (1 + c / (2h_f)) = \mathbf{0,000 \text{ m}}$$

$$I_{ft} = \mathbf{0,00021 \text{ m}^4} \quad z_g = z_a - z_s = \mathbf{1,570 \text{ m}}$$

$$c = \mathbf{0 \text{ m}} \quad \kappa_{wt} = \pi / (k_w \cdot L) \cdot (E \cdot I_w / (G \cdot I_t))^{0,5} = \mathbf{5,551}$$

$$z_a = \mathbf{1,570 \text{ m}} \quad \zeta_g = \pi \cdot z_g / (k_z \cdot L) \cdot (E \cdot I_z / (G \cdot I_t))^{0,5} = \mathbf{7,820}$$

$$z_s = \mathbf{0,000 \text{ m}} \quad \zeta_j = \pi \cdot z_j / (k_z \cdot L) \cdot (E \cdot I_z / (G \cdot I_t))^{0,5} = \mathbf{0,000}$$

$$L = \mathbf{4,000 \text{ m}}$$

$$C_1 = \mathbf{1} \quad C_2 = \mathbf{0} \quad C_3 = \mathbf{1}$$

$$\mu_{cr} = C_1 / k_z [1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2]^{0,5} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) = \mathbf{5,641}$$

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0,5} / L = \mathbf{62,641 \text{ MN}}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = \mathbf{76,399} \quad \lambda'_{LT,0} = \mathbf{0,400}$$

$$\lambda'_{LT} = (W_{ya, \text{eff}} \cdot f_y / M_{cr})^{0,5} = \mathbf{0,502} \quad \beta = \mathbf{0,750}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda'_{LT} \lambda'_{LT,0}) + \beta \lambda'^2_{LT}] = \mathbf{0,633}$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + (\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda'^2_{LT})^{0,5}) = \mathbf{0,915}$$

$$\chi_{LT} \leq 1$$

$$\chi_{LT} \leq 1 / \lambda'^2_{LT} \rightarrow \chi_{LT} = \mathbf{0,915}$$

### 5.7.1.2 Pružnostné posúdenie prierezu pri extrémnom zaťažení

Posúdenie prierezu od extrémneho zaťaženia na namáhanie ohybom:

$$M_{Ed} = \mathbf{1,618 \text{ MNm}}$$

$$\eta_{1,h} = M_{Ed} \cdot Z_{3a, \text{eff}} / (\chi_{LT} \cdot I_{y, \text{eff}} \cdot f_y) = \mathbf{0,112} \quad \eta_{1,h} \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

$$\eta_{1,d} = M_{Ed} \cdot Z_{4a, \text{eff}} / (\chi_{LT} \cdot I_{y, \text{eff}} \cdot f_y) = \mathbf{0,128} \quad \eta_{1,d} \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

Posúdenie prierezu na šmyk:

Pozdĺžna výstuha:

$$b_{st1} = \mathbf{0 \text{ m}} \quad y_{NO} = \mathbf{0,000 \text{ m}}$$

$$t_{st1} = \mathbf{0 \text{ m}} \quad I_{sl,z} = \mathbf{4,218E-08 \text{ m}^4}$$

$$15 \cdot \varepsilon \cdot t_w = \mathbf{0,14645 \text{ m}} \quad I_{sl,y} = \mathbf{2,513E-05 \text{ m}^4}$$

$$a = \mathbf{3 \text{ m}}$$

$$k_{\tau s, l, \min} = 2,1 / t \cdot (I_{sl,z} / h_w)^{1/3} = \mathbf{0,466} \quad k_{\tau} = 5,34 + 4 / \alpha^2 + k_{\tau s l} = \mathbf{13,046}$$

$$\begin{aligned}
 k_{\tau sl} &= 9 \cdot (h_w/a)^2 \cdot (l_{sl,z}/(t^3 \cdot h_w))^{3/4} = & \mathbf{0,168} & \quad k_{\tau} = 4 + 5,34/\alpha^2 + k_{\tau sl} = & \mathbf{14,131} \\
 \alpha &= a/h_w = & \mathbf{1,345} & \quad k_{\tau} = & \mathbf{13,046} \\
 \lambda &= h_w/t_w = & \mathbf{185,833} & \quad f_{yw} = & \mathbf{355 \text{ MPa}} \\
 \sigma_E &= 190000/\lambda^2 = & \mathbf{5,502 \text{ MPa}} & \quad \tau_{cr} = k_{\tau} \cdot \sigma_E = & \mathbf{71,774 \text{ MPa}} \\
 \lambda_w &= 0,76 \cdot (f_{yd}/\tau_{cr})^{0,5} = & \mathbf{1,690} & \quad \eta = & \mathbf{1} \\
 \lambda_w \leq 0,83/\eta = & \mathbf{0,83} & \quad \rightarrow \chi_w = \eta = & \mathbf{1,000} \\
 \lambda_w < 1,08 & < \mathbf{1,08} & \quad \rightarrow \chi_w = 0,83/\lambda_w = & \mathbf{0,491} & \quad \rightarrow \chi_w = & \mathbf{0,895} \\
 \lambda_w \geq 1,08 & > \mathbf{1,08} & \quad \rightarrow \chi_w = 1,37/(0,7 + \lambda_w) = & \mathbf{0,895} \\
 \eta_3 &= V_{Ed} \cdot (3)^{1/2} / ((h_w \cdot t_w) \cdot f_{yd} \cdot \chi_w) = & \mathbf{0,162} \\
 \eta_3 &\leq 1,0 & \text{vyhovuje} \\
 \eta_3 &\leq 0,5 & \text{nie je potrebné redukovať ohybovú odolnosť}
 \end{aligned}$$

### 5.7.1.3 Návrh a posúdenie krčných zvarov steny a pásnic priečnika

a) Zvar steny a hornej pásnice:

Materiál: S355  $f_u = \mathbf{510 \text{ MPa}}$   
 $\gamma_{M2} = \mathbf{1,25}$   
 $\beta_w = \mathbf{0,9}$   
 $a_w = \mathbf{6 \text{ mm}}$   
 $n = \mathbf{2 \text{ ks}}$

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

$$\begin{aligned}
 A_{f1} &= \mathbf{0,016 \text{ m}^2} & S_{y,3} &= \mathbf{0,018 \text{ m}^3} \\
 z_3 &= \mathbf{1,077 \text{ m}} & I_{y,eff} &= \mathbf{0,048 \text{ m}^4} \\
 V_{Ed} &= \mathbf{0,794 \text{ MN}} & \tau_{Ed} = \tau_{d,zvar} = V_p \cdot S_{y,3} / I_{yi} &= \mathbf{0,291 \text{ MN/m}} \\
 \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} &= \mathbf{0,000 \text{ MPa}} \\
 \tau_{\parallel} = \tau_{d,zvar} / (n \cdot a_w) &= \mathbf{24,284 \text{ MPa}}
 \end{aligned}$$

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$\begin{aligned}
 (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} &= \mathbf{48,568 \text{ MPa}} & (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) & \text{zvar vyhovuje} \\
 f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) &= \mathbf{453,333 \text{ MPa}}
 \end{aligned}$$

b) Zvar steny a dolnej pásnice:

Materiál: S355  $f_u = \mathbf{510 \text{ MPa}}$   
 $\gamma_{M2} = \mathbf{1,25}$   
 $\beta_w = \mathbf{0,9}$   
 $a_w = \mathbf{6 \text{ mm}}$   
 $n = \mathbf{2 \text{ ks}}$

Šmykový tok medzi hornou pásnicou a stenou hlavného nosníka:

$$\begin{aligned}
 A_{f2} &= \mathbf{0,016 \text{ m}^2} & S_{y,3} &= \mathbf{0,020 \text{ m}^3} \\
 z_4 &= \mathbf{1,233 \text{ m}} & I_{y,eff} &= \mathbf{0,048 \text{ m}^4} \\
 V_{Ed} &= \mathbf{0,794 \text{ MN}} & \tau_{Ed} = \tau_{d,zvar} = V_p \cdot S_{y,3} / I_{yi} &= \mathbf{0,333 \text{ MN/m}} \\
 \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} &= \mathbf{0,000 \text{ MPa}} \\
 \tau_{\parallel} = \tau_{d,zvar} / (n \cdot a_w) &= \mathbf{27,729 \text{ MPa}}
 \end{aligned}$$

Posúdenie porovnávacieho napätia:

$$\begin{aligned}
 (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} &= \mathbf{55,458 \text{ MPa}} & (\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2)^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) & \text{zvar vyhovuje} \\
 f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) &= \mathbf{261,732 \text{ MPa}}
 \end{aligned}$$

### 5.7.1.4 Posúdenie na únavu

#### Styk steny priečnika a hornej pásnicepriečnika

$$\begin{aligned} K_D = \Delta\sigma_c &= 112 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -10,505 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} &= 10,051 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 10,505 \text{ MPa} & \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 97,391 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta\sigma_p &= 10,051 \text{ MPa} \\ \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} &\leq \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} & \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

#### Styk steny priečnika a spodnej pásnice priečnika

$$\begin{aligned} K_D = \Delta\sigma_c &= 112 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} &= 1 \\ \sigma_{\max} &= -10,505 \text{ MPa} & \gamma_{M, \text{fat}} &= 1,15 \\ \sigma_{\min} &= 0,000 \text{ MPa} & \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} &= 10,051 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_p = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| &= 10,505 \text{ MPa} & \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} &= 97,391 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \Delta\sigma_p &= 10,051 \text{ MPa} \\ \gamma_{F, \text{fat}} \cdot \Delta\sigma_{E2} &\leq \Delta\sigma_c / \gamma_{M, \text{fat}} & \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

### 5.8 Návrh a posúdenie nosníka revíznej lávky

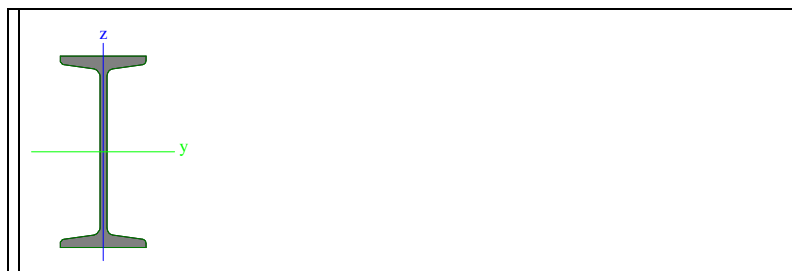
Výpočet vnútorných síl bol realizovaný na výpočtovom modeli uvedenom na **Chyba!** **Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.** pomocou programu SCIA Engineer. Na výpočet vnútorných síl boli vytvorené rozhodujúce kombinácie zaťažení. Vnútorne sily rozhodujúce pre posúdenie prierezu sú uvedené tab. 18.

tab. 18 Vnútorne sily rozhodujúce pre posúdenie revíznej lávky

Stav	$V_{zd}$ [kN]	$M_{yd}$ [kNm]	Stav	$V_{zd}$ [kN]	$M_{yd}$ [kNm]
CO1/1	-11,05	-5,96	CO3/3	0,01	8,14
CO1/1	7,25	-6,53	CO4/4	-11,20	-6,55
CO1/1	-0,22	5,44	CO4/4	11,05	-5,96
CO2/2	-6,55	-5,96	CO4/4	0,39	3,72
CO2/2	11,05	-5,96	CO5/5	-14,24	-9,72
CO2/2	-0,05	4,23	CO5/5	14,24	-9,72
CO3/3	-14,52	-8,59	CO5/5	0,29	6,37
CO3/3	10,67	-0,90			

Prierezové charakteristiky nosníka revíznej lávky boli vypočítané pomocou programu SCIA Engineer.

Názov	CS1	
Typ	I200	
Popis zdroja	Stahl im Hochbau / 14.Auflage Band I / Teil 1	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Vzper y-y, z-z	a	b



<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	3,3400e-03	
<b>A<sub>y, z</sub> [m<sup>2</sup>]</b>	1,6873e-03	1,3168e-03
<b>I<sub>y, z</sub> [m<sup>4</sup>]</b>	2,1400e-05	1,1700e-06
<b>I<sub>w</sub> [m<sup>6</sup>], t [m<sup>4</sup>]</b>	1,2392e-08	1,3500e-07
<b>W<sub>el y, z</sub> [m<sup>3</sup>]</b>	2,1400e-04	2,6000e-05
<b>W<sub>pl y, z</sub> [m<sup>3</sup>]</b>	2,5000e-04	4,3600e-05
<b>d<sub>y, z</sub> [mm]</b>	0	0
<b>c<sub>YLSS, ZLSS</sub> [mm]</b>	45	100
<b>alfa [deg]</b>	0,00	
<b>AL [m<sup>2</sup>/m]</b>	7,0839e-01	

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{vz} \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{0,001424 \cdot (235000 / \sqrt{3})}{1,0} = 193,205 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,z}}{V_{pl,Rd,z}} \leq 1,0$$

$$\frac{14,52}{193,205} = 0,075 < 1,0 \rightarrow \text{prierez na účinky šmyku vyhovuje}$$

$$V_{Ed,z} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd,z}$$

$$14,52 \text{ kN} < 0,5 \cdot 193,205 = 96,603 \text{ kN} \rightarrow \text{vplyv šmyku neovplyvňuje ohybovú odolnosť}$$

vzperná krivka:

$$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4; \quad \beta = 0,75; \quad \alpha_{LT} = 0,49$$

$$M_{cr} = 19,45 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = 1,608$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \cdot \left[ 1 + 0,49 \cdot (1,608 - 0,4) + 0,75 \cdot 1,608^2 \right] = 1,766$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1,766 + \sqrt{1,766^2 - 0,75 \cdot 1,608^2}} = 0,351$$

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,351 \cdot 0,00025 \cdot 235000}{1,0} = 20,621 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{9,72}{20,621} = 0,471 < 1,0 \rightarrow \text{prierez na účinky ohybu vyhovuje}$$

## 5.9 Návrh a posúdenie mostovky

### 5.9.1 Posúdenie vystužujúceho rebra – medzi nosníkmi

#### 5.9.1.1 Vnútrotné sily

tab. 19 Vnútrotné sily rozhodujúce pre posúdenie

Zaťažovací stav		$V_{zk}$	$M_{yk}$	$\gamma_F$	$\delta$	$\alpha$	$f$	$\psi_0$	$V_{zd}$	$M_{yd}$
		[kN]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kNm]
$g_1$	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	42,22	10,08	1,35	-	-	-	-	57,00	13,61
$g_2$	tiaž dobetónovania rímsy	42,53	15,25	1,35	-	-	-	-	57,42	20,59
	tiaž kompozitu	0,15	0,01	1,35	-	-	-	-	0,20	0,01
	tiaž zábradlia	1,73	0,70	1,35	-	-	-	-	2,34	0,95
	tiaž izolácie	4,09	1,29	1,35	-	-	-	-	5,52	1,74
	tiaž štrkového lôžka	45,35	11,79	1,35	-	-	-	-	61,22	15,92
	tiaž zvršku	1,19	0,94	1,35	-	-	-	-	1,61	1,27
	pokles podpier	2,15	1,59	1,35	-	-	-	-	2,90	2,15
	trakcia	0,79	0,41	1,35	-	-	-	-	1,07	0,55
	$\Sigma g_2$	97,98	31,98						132,27	43,17
$q$	zvislé účinky LM71	30,11	32,17	1,45	1,5	1,21	-	-	79,24	84,66
	odstredivá sila LM71	0,84	11,24	1,45	-	1,21	0,811	-	1,20	15,99
	brzdne a rozjazdové sily LM71	1,49	3,37	1,45	-	1,21	-	-	2,61	5,91
	zvislé účinky SW/0	24,66	32,23	1,45	1,5	1,21	-	-	64,90	84,82
	odstredivá sila SW/0	0,55	13,13	1,45	-	1,21	0,811	-	0,78	18,68
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	0,63	1,36	1,45	-	1,21	-	-	1,11	2,39
	bočné rázy	6,25	1,26	1,45	-	1,21	-	-	10,97	2,21
	zvislé účinky SW/2	31,80	37,78	1,20	1,5	-	-	-	57,24	68,00
	odstredivá sila SW/2	0,80	5,83	1,20	-	-	1	-	0,96	7,00
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	0,88	1,62	1,20	-	-	-	-	1,06	1,94
	bočné rázy	0,00	1,26	1,20	-	-	-	-	0,00	1,51
	revízna lávka	4,50	0,14	1,50	-	-	-	0,8	5,40	0,17
	$\Sigma q$									
	viator na mostovku	1,15	1,52	1,50	-	-	-	0,75	1,29	1,71
$w$	viator na pás pohyblivého zaťaženia	0,73	16,04	1,50	-	-	-	0,75	0,82	18,05
	$\Sigma w$	1,88	17,56	3,00					2,12	19,76

#### 5.9.1.2 Návrh a posúdenie výstuže na $M_d$

**Prierez:**  $\bar{s}.= 1000\text{mm}$ ,  $h_r.= 545\text{mm}$  (uvažovaná je priemerná hr. nosnej konštrukcie)

**Návrh:**  $5\phi 22\text{mm/m}$ ,  $\bar{a}200\text{mm} - \text{C35/45}$

$$c_{nom} = 40,00 \text{ mm} \quad d=h-d_1 = 0,494 \text{ m}$$

$$d_1=c+0,5.\phi = 51,00 \text{ mm}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s1,min}=\max(0,26.f_{ctm}.b.d/f_{yk};0,0013.b.d)= 0,000822 \text{ m}^2$$

$$A_{s1}>A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s1,max}=0,4.A_c = 0,218 \text{ m}^2$$

$$A_{s1}\leq A_{s1,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_s=\max(1,5.\phi_{max}; 20\text{mm}; d_g+5\text{mm})= 33 \text{ mm}$$

$$b_n<b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_n=2.c_{nom}+n.\phi+(n-1).t_s = 0,322 \text{ m}$$

**Posúdenie prierezu:**

$$x_B=A_{s1}.f_{yd}/(b.f_{cd}) = 0,042 \text{ m}$$

$$x_{B,lim}=(560.d)/(700+f_{yd}) = 0,244 \text{ m}$$

$$x_B<x_{B,lim} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$z=d-0,5.x_B = 0,473 \text{ m}$$

$$M_{Ed}= 183,61$$

$$M_{Rd}=x_B.b.f_{cd}.z = 391,014 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}\leq M_{Rd} \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### 5.9.1.3 Kontrola vzniku a šírky trhlin

$$M_{Eqp}= 133,26 \text{ kNm} \quad I_{ir}= 2,111\text{E-}03 \text{ m}^4$$

$$M_{Ek}= 99,40 \text{ kNm} \quad x= 0,095 \text{ m}$$

$$\alpha_e=E_s/E_{cm}= 5,88$$

$$k_1= 0,8$$

$$k_t= 0,40$$

$$k_2= 0,5$$

$\sigma_{s,max} = \alpha_e \cdot M_{Ek} / I_{ir} \cdot (d-x) =$	<b>110,524 MPa</b>	$\sigma_{s,max} \leq 0,8 \cdot f_{yk}$	<b>Podmienka vyhovuje</b>
$\sigma_{c,max} = M_{Ek} / I_{ir} \cdot x =$	<b>4,476 MPa</b>	$\sigma_{c,max} \leq 0,6 \cdot f_{ck}$	<b>Podmienka vyhovuje</b>
$\sigma_{s,qp} = \alpha_e \cdot M_{Eqpk} / I_{ir} \cdot (d-x) =$	<b>148,169 MPa</b>	$h_{c,eff} =$	<b>0,128 m</b>
$\rho_{s,eff} = A_s / A_{c,eff} =$	<b>0,015</b>	$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b =$	<b>0,128 m<sup>2</sup></b>
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = (\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{s,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{s,eff})) / E_s =$	<b>2,74E-04</b>	$s_{r,max} =$	<b>386,886 mm</b>
$s_s = 5 \cdot (c + \phi / 2) =$	<b>0,255 m</b>	$w_k < w_{lim}$	<b>Podmienka vyhovuje</b>
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	<b>0,106 mm</b>		
$w_{lim} =$	<b>0,3 mm</b>		

### 5.9.1.4 Posúdenie na únavu

#### Posúdenie ocele na únavu:

$\lambda_{s1} = \lambda_{s1}(2m) + [\lambda_{s1}(20m) - \lambda_{s1}(2m)] \cdot (\log L - 0,3) =$	<b>0,750</b>	$\alpha_e = E_s / E_{cm} =$	<b>5,882</b>
$\lambda_{s2} = (Vol / (25 \cdot 10^6))^{1/k2} =$	<b>1,020</b>	$x =$	<b>0,095 m</b>
$\lambda_{s3} = (N_{years} / 100)^{1/k2} =$	<b>1</b>	$I_{ir} =$	<b>0,0021106 m<sup>4</sup></b>
$\lambda_s = \lambda_{s1} \cdot \lambda_{s2} \cdot \lambda_{s3} \cdot \lambda_{s4} =$	<b>0,765</b>		
$\sigma_{s,max} = \alpha_e \cdot (M_{E,basic} + \phi_B \cdot M_{LM71}) / I_{ir} \cdot (d-x) =$	<b>149,558 MPa</b>	$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta \sigma_{s,eq} =$	<b>78,195 MPa</b>
$\Delta \sigma_{s71} = \alpha_e \cdot M_{LM71} / I_{ir} \cdot (d-x) =$	<b>68,136 MPa</b>	$\Delta \sigma_{R,sk} / \gamma_{S,fat} =$	<b>141,304 MPa</b>
$\Delta \sigma_{s,eq} = \phi_B \cdot \Delta \sigma_{s71} \cdot \lambda_s =$	<b>78,195 MPa</b>		
$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta \sigma_{s,eq} \leq \Delta \sigma_{R,sk} / \gamma_{S,fat}$	<b>Oceľ na únavu vyhovuje</b>		

#### Posúdenie betónu na únavu:

$\sigma_{c,perm} = M_{E,basic} / I_{ir} \cdot x =$	<b>1,894 MPa</b>		
$\sigma_{c,max,71} = (M_{E,basic} + \phi_B \cdot M_{LM71}) / I_{ir} \cdot x =$	<b>5,982 MPa</b>		
$\sigma_{c,min,71} = (M_{E,basic} + 0) / I_{ir} \cdot x =$	<b>1,894 MPa</b>		
$f_{cd,fat} = 0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck} / \gamma_c \cdot (1 - f_{ck} / 250) =$	<b>17,057 MPa</b>		
$\lambda_{c,0} = 0,94 + 0,2 \cdot \sigma_{c,perm} / f_{cd,fat} =$	<b>0,962</b>		
$\lambda_{c1} = \lambda_{c1}(2m) + [\lambda_{c1}(20m) - \lambda_{c1}(2m)] \cdot (\log L - 0,3) =$	<b>0,720</b>		
$\lambda_{c2,3} = 1 + 1/8 \cdot \log[Vol / 25 \cdot 10^6] + 1/8 \cdot \log[N_{years} / 100] =$	<b>1,010</b>		
$\lambda_c = \lambda_{c0} \cdot \lambda_{c1} \cdot \lambda_{c2,3} \cdot \lambda_{c4} =$	<b>0,700</b>		
$\sigma_{cd,max,eq} = \sigma_{c,perm} + \lambda_c (\sigma_{c,max71} - \sigma_{c,perm}) =$	<b>4,754 MPa</b>		
$\sigma_{cd,min,eq} = \sigma_{c,perm} - \lambda_c (\sigma_{c,perm} - \sigma_{c,min,71}) =$	<b>1,894 MPa</b>		
$E_{cd,max,eq} = \sigma_{cd,max,eq} / f_{cd,fat} =$	<b>0,279 MPa</b>		
$E_{cd,min,eq} = \sigma_{cd,min,eq} / f_{cd,fat} =$	<b>0,111 MPa</b>		
$R_{eq} = E_{cd,min,eq} / E_{cd,max,eq} =$	<b>0,398</b>		
$E_{cd,max,eq} + 0,43 \cdot (1 - R_{eq})^{1/2} =$	<b>0,612</b>		
$E_{cd,max,eq} + 0,43 \cdot (1 - R_{eq})^{1/2} < 1,0$	<b>Betón na únavu vyhovuje</b>		

## 5.9.2 Posúdenie vystužujúceho rebra – nad nosníkom

### 5.9.2.1 Vnútorne sily

tab. 20 Vnútorne sily rozhodujúce pre posúdenie

Zaťažovací stav		V <sub>zk</sub> [kN]	M <sub>yk</sub> [kNm]	γ <sub>F</sub> [-]	δ [-]	α [-]	f [-]	ψ <sub>0</sub> [-]	V <sub>zd</sub> [kN]	M <sub>yd</sub> [kNm]
g <sub>1</sub>	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	129,52	-122,59	1,35	-	-	-	-	174,85	-165,50
g <sub>2</sub>	tiaž dobetónovania rímsy	86,55	-70,70	1,35	-	-	-	-	116,84	-95,45
	tiaž kompozitu	0,61	-0,79	1,35	-	-	-	-	0,82	-1,07
	tiaž zábradlia	3,79	-3,09	1,35	-	-	-	-	5,12	-4,17
	tiaž izolácie	15,50	-14,26	1,35	-	-	-	-	20,93	-19,25
	tiaž štrkového lôžka	142,03	-130,70	1,35	-	-	-	-	191,74	-176,45
	tiaž zvršku	7,17	-4,99	1,35	-	-	-	-	9,68	-6,74
	pokles podpier	8,79	-11,07	1,35	-	-	-	-	11,87	-14,94
	trakcia	0,81	-0,59	1,35	-	-	-	-	1,09	-0,80
	Σ g <sub>2</sub>	265,25	-236,19						358,09	-318,86
q	zvislé účinky LM71	216,02	-215,66	1,45	1,5	1,21	-	-	568,51	-567,56
	odstredivá sila LM71	27,09	-31,58	1,45	-	1,21	0,811	-	38,55	-44,94
	brzdne a rozjzdové sily LM71	12,11	-9,84	1,45	-	1,21	-	-	21,25	-17,26
	zvislé účinky SW/0	205,39	-221,95	1,45	1,5	1,21	-	-	540,54	-584,12
	odstredivá sila SW/0	26,83	-32,39	1,45	-	1,21	0,811	-	38,18	-46,09
	brzdne a rozjzdové sily SW/0	3,64	-2,11	1,45	-	1,21	-	-	6,39	-3,70
	bočné rázy	16,56	-3,96	1,45	-	1,21	-	-	29,05	-6,95
	zvislé účinky SW/2	245,80	-273,81	1,20	1,5	-	-	-	442,44	-492,86
	odstredivá sila SW/2	4,97	-13,10	1,20	-	-	1	-	5,96	-15,72
	brzdne a rozjzdové sily SW/2	4,31	-2,48	1,20	-	-	-	-	5,17	-2,98
	bočné rázy	16,56	-3,96	1,20	-	-	-	-	19,87	-4,75
	revízna lávka	7,31	-9,46	1,50	-	-	-	0,8	8,77	-11,35
	Σ q									
w	vetor na mostovku	6,89	-9,36	1,50	-	-	-	0,75	7,75	-10,53
	vetor na pás pohyblivého zaťaženia	22,27	-36,62	1,50	-	-	-	0,75	25,05	-41,20
	Σ w	29,16	-45,98	3,00					32,81	-51,73

### 5.9.2.2 Návrh a posúdenie výstuže na M<sub>d</sub>

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 545mm (uvažovaná je priemerná hr. nosnej konštrukcie)

**Návrh:** 5+10φ 25mm/m, á100mm –C35/45 (výstuž v dvoch radoch)

$$c_{nom} = 40,00 \text{ mm} \quad d=h-d_1 = 0,48 \text{ m}$$

$$d_1=c+0,5 \cdot \phi = 52,50 \text{ mm}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 0,000799 \text{ m}^2$$

$$A_{s1} > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,218 \text{ m}^2$$

$$A_{s1} \leq A_{s1,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm}) = 37,5 \text{ mm}$$

$$b_n < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,98 \text{ m}$$

**Posúdenie prierezu:**

$$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) = 0,161 \text{ m}$$

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,237 \text{ m}$$

$$x_B < x_{B,lim} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$z = d - 0,5 \cdot x_B = 0,399 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = 1221,25$$

$$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z = 1278,279 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \text{ Návrh vyhovuje}$$

### 5.9.2.3 Kontrola vzniku a šírky trhlín

$$M_{Eqp} = 848,54 \text{ kNm}$$

$$l_r = 6,141E-03 \text{ m}^4$$

$$M_{Ek} = 438,48 \text{ kNm}$$

$$x = 0,168 \text{ m}$$

$$k_1 = 0,40$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 5,88$$

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 0,5$$

$$\sigma_{s,max} = \alpha_e \cdot M_{Ek} / l_r \cdot (d-x) = 131,150 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s,max} \leq 0,8 \cdot f_{yk} \text{ Podmienka vyhovuje}$$

$\sigma_{c,max}=M_{Ek}/I_{ir} \cdot X=$	<b>11,976 MPa</b>	$\sigma_{c,max} \leq 0,6 \cdot f_{ck}$	<b>Podmienka vyhovuje</b>
$\sigma_{s,qp}=\alpha_e \cdot M_{Eqpk}/I_{ir} \cdot (d-x)=$	<b>253,800 MPa</b>	$h_{c,eff}=$	<b>0,126 m</b>
$\rho_{s,eff}=A_s/A_{c,eff}=$	<b>0,059</b>	$A_{c,eff}=h_{c,eff} \cdot b=$	<b>0,126 m<sup>2</sup></b>
	$(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})=(\sigma_s-k_t \cdot f_{ct,eff}/\rho_{s,eff} \cdot (1+\alpha_e \cdot \rho_{s,eff}))/E_s=$		<b>1,12E-03</b>
$s_s=5 \cdot (c+\phi/2)=$	<b>0,2625 m</b>	$s_{r,max}=$	<b>208,587 mm</b>
$w_k=s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})=$	<b>0,234 mm</b>	$w_k < w_{lim}$	<b>Podmienka vyhovuje</b>
$w_{lim}=$	<b>0,3 mm</b>		

### 5.9.2.4 Posúdenie na únavu

#### Posúdenie ocele na únavu:

$\lambda_{s1}=\lambda_{s1}(2m)+[\lambda_{s1}(20m)-\lambda_{s1}(2m)] \cdot (\log L-0,3)=$	<b>0,750</b>	$\alpha_e=E_s/E_{cm}=$	<b>5,882</b>
$\lambda_{s2}=(Vol/(25 \cdot 10^6))^{1/k2}=$	<b>1,020</b>	$x=$	<b>0,206 m</b>
$\lambda_{s3}=(N_{years}/100)^{1/k2}=$	<b>1</b>	$l_{ir}=$	<b>0,0134196 m<sup>4</sup></b>
$\lambda_s=\lambda_{s1} \cdot \lambda_{s2} \cdot \lambda_{s3} \cdot \lambda_{s4}=$	<b>0,765</b>		
$\sigma_{s,max}=\alpha_e \cdot (M_{E,basic}+\phi_B \cdot M_{LM71})/I_{ir} \cdot (d-x)=$	<b>196,321 MPa</b>	$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta \sigma_{s,eq}=$	<b>90,998 MPa</b>
$\Delta \sigma_{s71}=\alpha_e \cdot M_{LM71}/I_{ir} \cdot (d-x)=$	<b>79,292 MPa</b>	$\Delta \sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat}=$	<b>141,304 MPa</b>
$\Delta \sigma_{s,eq}=\phi_B \cdot \Delta \sigma_{s71} \cdot \lambda_s=$	<b>90,998 MPa</b>		
$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta \sigma_{s,eq} \leq \Delta \sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat}$	<b>Oceľ na únavu vyhovuje</b>		

#### Posúdenie betónu na únavu:

$\sigma_{c,perm}=M_{E,basic}/I_{ir} \cdot X=$	<b>5,520 MPa</b>		
$\sigma_{c,max,71}=(M_{E,basic}+\phi_B \cdot M_{LM71})/I_{ir} \cdot X=$	<b>14,003 MPa</b>		
$\sigma_{c,min,71}=(M_{E,basic}+0)/I_{ir} \cdot X=$	<b>5,520 MPa</b>		
$f_{cd,fat}=0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck}/\gamma_c \cdot (1-f_{ck}/250)=$	<b>17,057 MPa</b>		
$\lambda_{c,0}=0,94+0,2 \cdot \sigma_{c,perm}/f_{cd,fat}=$	<b>1,005</b>		
$\lambda_{c1}=\lambda_{c1}(2m)+[\lambda_{c1}(20m)-\lambda_{c1}(2m)] \cdot (\log L-0,3)=$	<b>0,720</b>		
$\lambda_{c2,3}=1+1/8 \cdot \log[Vol/25 \cdot 10^6]+1/8 \cdot \log[N_{years}/100]=$	<b>1,010</b>		
$\lambda_c=\lambda_{c0} \cdot \lambda_{c1} \cdot \lambda_{c2,3} \cdot \lambda_{c4}=$	<b>0,731</b>		
$\sigma_{cd,max,eq}=\sigma_{c,perm}+\lambda_c(\sigma_{c,max71}-\sigma_{c,perm})=$	<b>11,717 MPa</b>		
$\sigma_{cd,min,eq}=\sigma_{c,perm}-\lambda_c(\sigma_{c,perm}-\sigma_{c,min,71})=$	<b>5,520 MPa</b>		
$E_{cd,max,eq}=\sigma_{cd,max,eq}/f_{cd,fat}=$	<b>0,687 MPa</b>		
$E_{cd,min,eq}=\sigma_{cd,min,eq}/f_{cd,fat}=$	<b>0,324 MPa</b>		
$R_{eq}=E_{cd,min,eq}/E_{cd,max,eq}=$	<b>0,471</b>		
$E_{cd,max,eq}+0,43 \cdot (1-R_{eq})^{1/2}=$	<b>1,000</b>		
$E_{cd,max,eq}+0,43 \cdot (1-R_{eq})^{1/2} < 1,0$	<b>Betón na únavu vyhovuje</b>		

### 5.9.2.5 Návrh a posúdenie výstuže na $V_d$

**Prierez:**  $\bar{s}=1000\text{mm}$ ,  $h_r=545\text{mm}$  (uvažovaná je priemerná hr. nosnej konštrukcie)

**Návrh:**  $\phi 12\text{mm}$ ,  $\bar{a}200 \times 130\text{mm} - C35/45$

**Porušenie tlakovej diagonály:**

$v=0,6 \cdot (1-f_{ck}/250)=$	<b>0,516</b>		
$V_{Rd,max}=z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\tan\theta + \cot\theta)^{-1}=$	<b>1565,171 kN</b>		
$V_{Rd,max} \geq V_{Ed}$	<b>Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu tlakovej diagonály</b>		

**Návr šmykovej výstuže:**

$\alpha=$	<b>90 °</b>	$A_{sw}=n_s \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2=$	<b>0,000565 m<sup>2</sup></b>
-----------	-------------	--	-------------------------------



$$\begin{aligned} \phi_{st} &= 12 \text{ mm} & s_{\min} &< \min(A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha / V_{Ed}, \\ n_s &= 5 & & 0,75 \cdot d, 400\text{mm}) = 0,172 \text{ m} \\ & & s &= 0,13 \text{ m} \\ \rho_{sw} &= A_{sw} / (s \cdot b) = 0,004349898 & \rho_{sw} &> \rho_{sw, \min} \text{ Podmienka vyhovuje} \\ \rho_{sw, \min} &= 0,08 \cdot f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,000946573 & V_{Ed} &= 1221,54 \text{ kN} \\ & & V_{Rd, s} &= f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha = 1619,463 \text{ kN} \\ & & V_{Rd, s} &\geq V_{Ed} \text{ Návrh vyhovuje - nedôjde k porušeniu šmykovej výstuže} \end{aligned}$$

### 5.9.3 Posúdenie dosky mostovky – medzi nosníkmi

#### 5.9.3.1 Vnútorne sily

tab. 21 Vnútorne sily rozhodujúce pre posúdenie

Zaťažovací stav		$V_{zk}$	$M_{yk}$	$\gamma_F$	$\delta$	$\alpha$	$f$	$\psi_0$	$V_{zd}$	$M_{yd}$
		[kN]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kNm]
$g_1$	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	121,02	1,98	1,35	-	-	-	-	163,38	2,67
$g_2$	tiaž dobetónovania rímsy	13,82	2,04	1,35	-	-	-	-	18,66	2,75
	tiaž kompozitu	0,83	0,11	1,35	-	-	-	-	1,12	0,15
	tiaž zábradlia	2,37	1,23	1,35	-	-	-	-	3,20	1,66
	tiaž izolácie	11,41	0,50	1,35	-	-	-	-	15,40	0,68
	tiaž štrkového lôžka	118,46	5,19	1,35	-	-	-	-	159,92	7,01
	tiaž zvršku	6,73	1,25	1,35	-	-	-	-	9,09	1,69
	pokles podpier	21,12	5,41	1,35	-	-	-	-	28,51	7,30
	trakcia	0,13	0,03	1,35					0,18	0,04
	$\Sigma g_2$	174,87	15,76						236,07	21,28
$q$	zvislé účinky LM71	219,50	48,49	1,45	1,5	1,21	-	-	577,67	127,61
	odstredivá sila LM71	1,05	5,34	1,45	-	1,21	0,811	-	1,49	7,60
	brzdne a rozjazdové sily LM71	3,04	1,07	1,45	-	1,21	-	-	5,33	1,88
	zvislé účinky SW/0	111,68	32,36	1,45	1,5	1,21	-	-	293,91	85,16
	odstredivá sila SW/0	0,89	5,16	1,45	-	1,21	0,811	-	1,27	7,34
	brzdne a rozjazdové sily SW/0	1,01	0,38	1,45	-	1,21	-	-	1,77	0,67
	bočné rázy	0,16	1,98	1,45	-	1,21	-	-	0,28	3,47
	zvislé účinky SW/2	197,39	51,69	1,20	1,5	-	-	-	355,30	93,04
	odstredivá sila SW/2	0,41	2,30	1,20	-	-	1	-	0,49	2,76
	brzdne a rozjazdové sily SW/2	1,65	0,78	1,20	-	-	-	-	1,98	0,94
	bočné rázy	0,16	1,98	1,20	-	-	-	-	0,19	2,38
	revízna lávka	9,73	1,17	1,50	-	-	-	0,8	11,68	1,40
	$\Sigma q$									
$w$	vietor na mostovku	0,19	0,51	1,50	-	-	-	0,75	0,21	0,57
	vietor na pás pohyblivého zaťaženia	0,91	4,45	1,50	-	-	-	0,75	1,02	5,01
	$\Sigma w$	1,10	4,96	3,00					1,24	5,58

#### 5.9.3.2 Návrh a posúdenie výstuže na $M_d$

Prierez:  $\check{s} = 1000\text{mm}$ ,  $h_r = 445\text{mm}$  (uvažovaná je priemerná hr. nosnej konštrukcie)

Návrh:  $5\phi 22\text{mm/m}$ ,  $\acute{a}200\text{mm} - C35/45$

Návrh výstuže:

$$\begin{aligned} x_B &= d - (d^2 - (2 \cdot M_{Ed} / (b \cdot f_{cd})))^{1/2} = 0,023 \text{ m} \\ x_{B, \lim} &= (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,194 \text{ m} \\ A_{s, \text{req}} &= (x_B \cdot b \cdot f_{cd}) / f_{yd} = 0,001029 \text{ m}^2 \Rightarrow A_{s1} = 0,001901 \text{ m}^2 \\ x_B &< x_{B, \lim} \text{ Návrh vyhovuje} \\ \text{počet výstuží } n &= 5 \text{ ks} \\ \text{priemer výstuže } \phi &= 22 \text{ mm} \\ c_{\text{nom}} &= 40,00 \text{ mm} & d = h - d_1 &= 0,394 \text{ m} \\ d_1 &= c + 0,5 \cdot \phi = 51,00 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrola vystuženia:

$$\begin{aligned} A_{s1, \min} &= \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 0,000656 \text{ m}^2 \\ A_{s1, \max} &= 0,4 \cdot A_c = 0,178 \text{ m}^2 \\ A_{s1} &> A_{s1, \min} \text{ Návrh vyhovuje} \\ A_{s1} &\leq A_{s1, \max} \text{ Návrh vyhovuje} \end{aligned}$$

### Kontrola rozmiestnenia výstuže:

$$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{\max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 33 \text{ mm} \quad b_n < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$b_n = 2 \cdot c_{\text{nom}} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,322 \text{ m}$$

### Posúdenie prierezu:

$$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) = 0,042 \text{ m}$$

$$x_{B,\text{lim}} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,194 \text{ m}$$

$$z = d - 0,5 \cdot x_B = 0,373 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z = 308,376 \text{ kNm}$$

$$x_B < x_{B,\text{lim}} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$M_{Ed} = 170,56$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

## 5.9.3.3 Kontrola vzniku a šírky trhlin

$$M_{Eqp} = 118,41 \text{ kNm} \quad l_{ir} = 1,262E-03 \text{ m}^4$$

$$M_{Ek} = 106,98 \text{ kNm}$$

$$x = 0,083 \text{ m} \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 5,88$$

$$\sigma_{s,\text{max}} = \alpha_e \cdot M_{Ek} / l_{ir} \cdot (d-x) = 155,049 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,\text{max}} = M_{Ek} / l_{ir} \cdot x = 7,053 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s,\text{qp}} = \alpha_e \cdot M_{Eqpk} / l_{ir} \cdot (d-x) = 171,621 \text{ MPa}$$

$$\rho_{s,\text{eff}} = A_s / A_{c,\text{eff}} = 0,016$$

$$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = (\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,\text{eff}} / \rho_{s,\text{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{s,\text{eff}})) / E_s = 4,14E-04$$

$$s_s = 5 \cdot (c + \phi / 2) = 0,255 \text{ m}$$

$$w_k = s_{r,\text{max}} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,155 \text{ mm}$$

$$w_{\text{lim}} = 0,3 \text{ mm}$$

$$\sigma_{s,\text{max}} \leq 0,8 \cdot f_{yk} \quad \text{Podmienka vyhovuje}$$

$$\sigma_{c,\text{max}} \leq 0,6 \cdot f_{ck} \quad \text{Podmienka vyhovuje}$$

$$h_{c,\text{eff}} = 0,121 \text{ m}$$

$$A_{c,\text{eff}} = h_{c,\text{eff}} \cdot b = 0,121 \text{ m}^2$$

$$s_{r,\text{max}} = 373,330 \text{ mm}$$

$$w_k < w_{\text{lim}} \quad \text{Podmienka vyhovuje}$$

## 5.9.3.4 Posúdenie na únavu

### Posúdenie ocele na únavu:

$$\lambda_{s1} = \lambda_{s1}(2\text{m}) + [\lambda_{s1}(20\text{m}) - \lambda_{s1}(2\text{m})] \cdot (\log L - 0,3) = 0,750$$

$$\lambda_{s2} = (\text{Vol} / (25 \cdot 10^6))^{1/k_2} = 1,020$$

$$\lambda_{s3} = (N_{\text{years}} / 100)^{1/k_2} = 1$$

$$\lambda_s = \lambda_{s1} \cdot \lambda_{s2} \cdot \lambda_{s3} \cdot \lambda_{s4} = 0,765$$

$$\sigma_{s,\text{max}} = \alpha_e \cdot (M_{E,\text{basic}} + \phi_B \cdot M_{LM71}) / l_{ir} \cdot (d-x) = 200,290 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_{s71} = \alpha_e \cdot M_{LM71} / l_{ir} \cdot (d-x) = 116,469 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_{s,\text{equ}} = \phi_B \cdot \Delta \sigma_{s71} \cdot \lambda_s = 133,663 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 5,882$$

$$x = 0,083 \text{ m}$$

$$l_{ir} = 0,0012616 \text{ m}^4$$

$$\gamma_F \cdot f_{at} \cdot \Delta \sigma_{s,\text{equ}} = 133,663 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_{R,\text{sk}} / \gamma_{S,\text{fat}} = 141,304 \text{ MPa}$$

$$\gamma_F \cdot f_{at} \cdot \Delta \sigma_{s,\text{equ}} \leq \Delta \sigma_{R,\text{sk}} / \gamma_{S,\text{fat}} \quad \text{Oceľ na únavu vyhovuje}$$

### Posúdenie betónu na únavu:

$$\sigma_{c,\text{perm}} = M_{E,\text{basic}} / l_{ir} \cdot x = 1,169 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,\text{max},71} = (M_{E,\text{basic}} + \phi_B \cdot M_{LM71}) / l_{ir} \cdot x = 9,155 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,\text{min},71} = (M_{E,\text{basic}} + 0) / l_{ir} \cdot x = 1,169 \text{ MPa}$$

$$f_{cd,\text{fat}} = 0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck} / \gamma_c \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 17,057 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{c,0} = 0,94 + 0,2 \cdot \sigma_{c,\text{perm}} / f_{cd,\text{fat}} = 0,954$$

$$\lambda_{c1} = \lambda_{c1}(2\text{m}) + [\lambda_{c1}(20\text{m}) - \lambda_{c1}(2\text{m})] \cdot (\log L - 0,3) = 0,720$$

$$\lambda_{c2,3} = 1 + 1/8 \cdot \log[\text{Vol} / 25 \cdot 10^6] + 1/8 \cdot \log[N_{\text{years}} / 100] = 1,010$$

$$\lambda_c = \lambda_{c0} \cdot \lambda_{c1} \cdot \lambda_{c2,3} \cdot \lambda_{c4} = 0,693$$

$$\sigma_{cd,\text{max},\text{equ}} = \sigma_{c,\text{perm}} + \lambda_c (\sigma_{c,\text{max},71} - \sigma_{c,\text{perm}}) = 6,707 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cd,\text{min},\text{equ}} = \sigma_{c,\text{perm}} - \lambda_c (\sigma_{c,\text{perm}} - \sigma_{c,\text{min},71}) = 1,169 \text{ MPa}$$

$$E_{cd,\text{max},\text{equ}} = \sigma_{cd,\text{max},\text{equ}} / f_{cd,\text{fat}} = 0,393 \text{ MPa}$$

$$E_{cd,\text{min},\text{equ}} = \sigma_{cd,\text{min},\text{equ}} / f_{cd,\text{fat}} = 0,069 \text{ MPa}$$

$$R_{eq} = E_{cd,min,eq} / E_{cd,max,eq} = 0,174$$

$$E_{cd,max,eq} + 0,43 \cdot (1 - R_{eq})^{1/2} = 0,784$$

$$E_{cd,max,eq} + 0,43 \cdot (1 - R_{eq})^{1/2} < 1,0 \text{ Betón na únavu vyhovuje}$$

## 5.9.4 Posúdenie dosky mostovky – nad nosníkom

### 5.9.4.1 Vnútorne sily

tab. 22 Vnútorne sily rozhodujúce pre posúdenie

Zaťažovací stav		$V_{zk}$	$M_{yk}$	$\gamma_F$	$\delta$	$\alpha$	$f$	$\psi_0$	$V_{zd}$	$M_{yd}$
		[kN]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kNm]
$g_1$	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	149,53	-20,06	1,35	-	-	-	-	201,87	-27,08
$g_2$	tiaž dobetónovania rímsy	20,27	-21,63	1,35	-	-	-	-	27,36	-29,20
	tiaž kompozitu	1,31	-0,24	1,35	-	-	-	-	1,77	-0,32
	tiaž zábradlia	3,42	-3,35	1,35	-	-	-	-	4,62	-4,52
	tiaž izolácie	16,85	-3,32	1,35	-	-	-	-	22,75	-4,48
	tiaž štrkového lôžka	144,89	-34,43	1,35	-	-	-	-	195,60	-46,48
	tiaž zvršku	9,95	-2,26	1,35	-	-	-	-	13,43	-3,05
	pokles podpier	34,01	-4,99	1,35	-	-	-	-	45,91	-6,74
	trakcia	27,17	-12,76	1,35	-	-	-	-	36,68	-17,23
	$\Sigma g_2$	257,87	-82,98						348,12	-112,02
$q$	zvislé účinky LM71	224,00	-100,24	1,45	1,5	1,21	-	-	589,51	-263,81
	odstredivá sila LM71	10,68	-8,96	1,45	-	1,21	0,811	-	15,20	-12,75
	brzdne a rozjzdové sily LM71	4,04	-0,87	1,45	-	1,21	-	-	7,09	-1,53
	zvislé účinky SW/0	117,53	-47,92	1,45	1,5	1,21	-	-	309,31	-126,11
	odstredivá sila SW/0	11,14	-5,00	1,45	-	1,21	0,811	-	15,85	-7,11
	brzdne a rozjzdové sily SW/0	4,32	-0,40	1,45	-	1,21	-	-	7,58	-0,70
	bočné rázy	0,10	-2,97	1,45	-	1,21	-	-	0,18	-5,21
	zvislé účinky SW/2	178,08	-83,23	1,20	1,5	-	-	-	320,54	-149,81
	odstredivá sila SW/2	4,83	-2,25	1,20	-	-	1	-	5,80	-2,70
	brzdne a rozjzdové sily SW/2	2,17	-0,26	1,20	-	-	-	-	2,60	-0,31
	bočné rázy	0,10	-2,97	1,20	-	-	-	-	0,12	-3,56
	revízna lávka	15,08	-2,78	1,50	-	-	-	0,8	18,10	-3,34
	$\Sigma q$									
$w$	viator na mostovku	1,45	-0,71	1,50	-	-	-	0,75	1,63	-0,80
	viator na pás pohyblivého zaťaženia	9,26	-6,36	1,50	-	-	-	0,75	10,42	-7,16
	$\Sigma w$	10,71	-7,07	3,00					12,05	-7,95

### 5.9.4.2 Návrh a posúdenie výstuže na $M_a$

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 445mm (uvažovaná je priemerná hr. nosnej konštrukcie)

**Návrh:** 8 $\phi$  22mm/m, á165mm –C35/45

$$c_{nom} = 40,00 \text{ mm} \quad d = h - d_1 = 0,394 \text{ m}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi = 51,00 \text{ mm}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 0,000656 \text{ m}^2$$

$A_{s1} > A_{s,min}$  **Návrh vyhovuje**

$$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,178 \text{ m}^2$$

$A_{s1} \leq A_{s1,max}$  **Návrh vyhovuje**

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 33 \text{ mm}$$

$b_n < b$  **Návrh vyhovuje**

$$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,487 \text{ m}$$

**Posúdenie prierezu:**

$$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) = 0,067 \text{ m}$$

$x_B < x_{B,lim}$  **Návrh vyhovuje**

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,194 \text{ m}$$

$$z = d - 0,5 \cdot x_B = 0,361 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = 432,92$$

$$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot Z = 476,874 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} \leq M_{Rd}$  **Návrh vyhovuje**

### 5.9.4.3 Kontrola vzniku a šířky trhlin

$M_{Eqp} =$	<b>295,62 kNm</b>	$I_{ir} =$	<b>1,863E-03 m<sup>4</sup></b>	
$M_{Ek} =$	<b>223,15 kNm</b>	$x =$	<b>0,102 m</b>	$k_t =$ <b>0,40</b>
$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	<b>5,88</b>	$k_1 =$	<b>0,8</b>	$k_2 =$ <b>0,5</b>
$\sigma_{s,max} = \alpha_e \cdot M_{Ek}/I_{ir} \cdot (d-x) =$	<b>205,732 MPa</b>	$\sigma_{s,max} \leq 0,8 \cdot f_{yk}$	<b>Podmienka vyhovuje</b>	
$\sigma_{c,max} = M_{Ek}/I_{ir} \cdot x =$	<b>12,210 MPa</b>	$\sigma_{c,max} \leq 0,6 \cdot f_{ck}$	<b>Podmienka vyhovuje</b>	
$\sigma_{s,qp} = \alpha_e \cdot M_{Eqpk}/I_{ir} \cdot (d-x) =$	<b>272,546 MPa</b>	$h_{c,eff} =$	<b>0,114 m</b>	
$\rho_{s,eff} = A_s/A_{c,eff} =$	<b>0,027</b>	$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b =$	<b>0,114 m<sup>2</sup></b>	
	$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = (\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{s,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{s,eff})) / E_s =$	<b>1,08E-03</b>		
$s_s = 5 \cdot (c + \phi/2) =$	<b>0,255 m</b>	$s_{r,max} =$	<b>276,629 mm</b>	
$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) =$	<b>0,300 mm</b>	$w_k < w_{lim}$	<b>Podmienka vyhovuje</b>	
$w_{lim} =$	<b>0,3 mm</b>			

### 5.9.4.4 Posúdenie na únavu

#### Posúdenie ocele na únavu:

$\lambda_{s1} = \lambda_{s1}(2m) + [\lambda_{s1}(20m) - \lambda_{s1}(2m)] \cdot (\log L - 0,3) =$	<b>0,750</b>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	<b>5,882</b>
$\lambda_{s2} = (Vol/(25 \cdot 10^6))^{1/k_2} =$	<b>1,020</b>	$x =$	<b>0,107 m</b>
$\lambda_{s3} = (N_{years}/100)^{1/k_2} =$	<b>1</b>	$I_{ir} =$	<b>0,0022459 m<sup>4</sup></b>
$\lambda_s = \lambda_{s1} \cdot \lambda_{s2} \cdot \lambda_{s3} \cdot \lambda_{s4} =$	<b>0,765</b>		
$\sigma_{s,max} = \alpha_e \cdot (M_{E,basic} + \phi_B \cdot M_{LM71}) / I_{ir} \cdot (d-x) =$	<b>229,602 MPa</b>	$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta \sigma_{s,eq} =$	<b>109,502 MPa</b>
$\Delta \sigma_{s71} = \alpha_e \cdot M_{LM71} / I_{ir} \cdot (d-x) =$	<b>95,416 MPa</b>	$\Delta \sigma_{R,sk} / \gamma_{S,fat} =$	<b>141,304 MPa</b>
$\Delta \sigma_{s,eq} = \phi_B \cdot \Delta \sigma_{s71} \cdot \lambda_s =$	<b>109,502 MPa</b>		
$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta \sigma_{s,eq} \leq \Delta \sigma_{R,sk} / \gamma_{S,fat}$	<b>Oceľ na únavu vyhovuje</b>		

#### Posúdenie betónu na únavu:

$\sigma_{c,perm} = M_{E,basic} / I_{ir} \cdot x =$	<b>4,912 MPa</b>	
$\sigma_{c,max,71} = (M_{E,basic} + \phi_B \cdot M_{LM71}) / I_{ir} \cdot x =$	<b>13,043 MPa</b>	
$\sigma_{c,min,71} = (M_{E,basic} + 0) / I_{ir} \cdot x =$	<b>4,912 MPa</b>	
$f_{cd,fat} = 0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck} / \gamma_c \cdot (1 - f_{ck}/250) =$	<b>17,057 MPa</b>	
$\lambda_{c,0} = 0,94 + 0,2 \cdot \sigma_{c,perm} / f_{cd,fat} =$	<b>0,998</b>	
$\lambda_{c1} = \lambda_{c1}(2m) + [\lambda_{c1}(20m) - \lambda_{c1}(2m)] \cdot (\log L - 0,3) =$	<b>0,720</b>	
$\lambda_{c2,3} = 1 + 1/8 \cdot \log[Vol/25 \cdot 10^6] + 1/8 \cdot \log[N_{years}/100] =$	<b>1,010</b>	
$\lambda_c = \lambda_{c0} \cdot \lambda_{c1} \cdot \lambda_{c2,3} \cdot \lambda_{c4} =$	<b>0,725</b>	
$\sigma_{cd,max,eq} = \sigma_{c,perm} + \lambda_c (\sigma_{c,max71} - \sigma_{c,perm}) =$	<b>10,809 MPa</b>	
$\sigma_{cd,min,eq} = \sigma_{c,perm} - \lambda_c (\sigma_{c,perm} - \sigma_{c,min,71}) =$	<b>4,912 MPa</b>	
$E_{cd,max,eq} = \sigma_{cd,max,eq} / f_{cd,fat} =$	<b>0,634 MPa</b>	
$E_{cd,min,eq} = \sigma_{cd,min,eq} / f_{cd,fat} =$	<b>0,288 MPa</b>	
$R_{eq} = E_{cd,min,eq} / E_{cd,max,eq} =$	<b>0,454</b>	
$E_{cd,max,eq} + 0,43 \cdot (1 - R_{eq})^{1/2} =$	<b>0,951</b>	
$E_{cd,max,eq} + 0,43 \cdot (1 - R_{eq})^{1/2} < 1,0$	<b>Betón na únavu vyhovuje</b>	

### 5.9.4.5 Návrh a posúdenie výstuže na $V_d$

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 445mm (uvažovaná je priemerná hr. nosnej konštrukcie)

**Návrh:**  $\phi$  12mm, á200x130mm –C35/45

**Porušenie tlakovej diagonály:**

$$v=0,6 \cdot (1-f_{ck}/250)= 0,516$$

$$V_{Rd,max}=z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\tan\theta + \cot\theta)^{-1}= 1413,761 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed} \text{ Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu tlakovej diagonály}$$

**Návr šmykovej výstuže:**

$$\alpha= 90^\circ$$

$$A_{sw}=n_s \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2= 0,000565 \text{ m}^2$$

$$\phi_{st}= 12 \text{ mm}$$

$$s_{min} < \min(A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha / V_{Ed},$$

$$n_s= 5$$

$$0,75 \cdot d, 400\text{mm})= 0,160 \text{ m}$$

$$s= 0,13 \text{ m}$$

$$\rho_{sw}=A_{sw}/(s \cdot b)= 0,004349898$$

$$\rho_{sw} > \rho_{sw,mir} \text{ Podmienka vyhovuje}$$

$$\rho_{sw,min}=0,08 \cdot f_{ck}^{1/2} / f_{yk}= 0,000946573$$

$$V_{Ed}= 1188,56 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s}=f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha= 1462,801 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed} \text{ Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu šmykovej výstuže}$$

## 5.10 Návrh a posúdenie výstuže rímsy

### 5.10.1 Zaťaženie a vnútorné sily

Kritický prierez ako aj zaťaženie pôsobiace na ŽB rímsu je znázornené na **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov..** Zaťaženie určíme na pás rímsy šírky 1m.

Rozhodujúcim prierezom na posúdenie je prierez vzdialený 660mm od hornej hrany rímsy. Rímša je tu široká 340mm.

#### 5.10.1.1 Zaťaženie stále

tiaž rímsy

$$G= A_{rímsy} \cdot 25 = 0,251 \cdot 25 = 6,275 \text{ kN/m}$$

Zaťaženie pôsobí zvislo, približne v ťažisku prierezu.

#### 5.10.1.2 Zaťaženie premenné krátkodobé

zaťaženie prenášajúce sa lôžkom – Predpokladáme, že toto vodorovné zaťaženie sa do rímsy prenesie v sklone 4:1. Pri rímse už  $h_e$  je možné pokladať za rovnomerné, teda jeho výslednica pôsobí na excentricite 0,330m od povrchu štrkového lôžka.

zaťaženie od odstredivej sily

Zaťažovací model 71:

$$q_{tk,1}=0,1038 \cdot (0,817 \cdot 156,25)=13,251 \text{ kN/m} \quad (\text{pre úsek dl. 6400mm})$$

$$q_{tk,2}=0,1038 \cdot (0,817 \cdot 80)=6,784 \text{ kN/m} \quad (\text{pre ostatné úseky})$$

Zaťažovací model SW/0:

$$q_{tk,SW/0}=0,1038 \cdot (0,817 \cdot 133)=11,279 \text{ kN/m}$$

Zaťažovací model SW/2:

$$q_{tk,SW/2}=0,0259 \cdot (1,0 \cdot 150)=3,885 \text{ kN/m}$$

$$M_C=0,5 \cdot 1,21 \cdot 13,25 \cdot 1,45 \cdot 0,59^2=4,046 \text{ kNm}$$

$$V_C=13,25 \cdot 1,21 \cdot 1,45 \cdot 0,66=15,343 \text{ kN}$$

bočné nárazy

predpokladáme vodorovný roznos na tri podvaly a potom sklone 4:1 po rímse

$$s = \frac{100}{\left(2 \cdot \frac{1,81}{4} + 2,0,6 + 0,15\right) \cdot 0,59} = 75,163 \text{ kN / m}$$

$$M_s = 0,5 \cdot 75,163 \cdot 1,21 \cdot 1,45 \cdot 0,59^2 = 22,953 \text{ kNm}$$

$$V_s = 75,163 \cdot 1,21 \cdot 1,45 \cdot 0,59 = 77,805 \text{ kN}$$

*viator na pás pohyblivého zaťaženia*

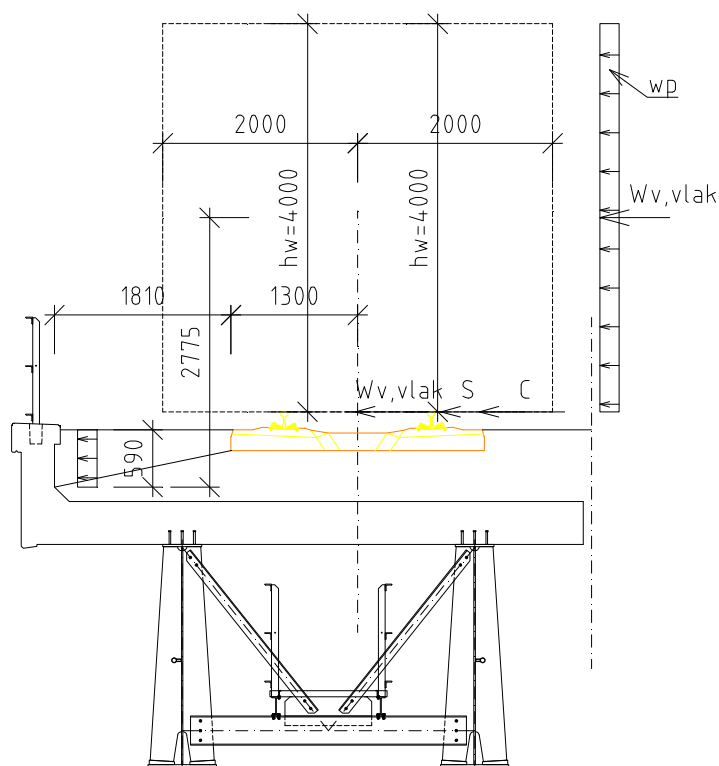
$$b/d_{\text{tot}} = 5,53/8,03 = 0,689 \rightarrow c_{f,x} = 2,2$$

$$P_{w,\text{vlak}} = c_{f,x} \cdot q_p(12,0) = 2,2 \cdot 1,0325 = 2,272 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{\text{vlak}} = h_w \cdot P_{w,\text{vlak}} = 4,00 \cdot 2,272 = 9,088 \text{ kN/m}$$

$$M_w = 1,5 \cdot 2,775 \cdot 9,088 = 37,829 \text{ kNm/m}$$

$$V_w = 1,5 \cdot 9,088 = 13,632 \text{ kN/m}$$



obr. 15 Zaťaženie ŽB rímasy

### 5.10.1.3 Vnútorne sily od najnepriaznivejšej kombinácie

Návrhový ohybový moment:

$$M_{\text{Ed}} = M_C + M_s + \psi \cdot M_w = 4,046 + 22,953 + 0,75 \cdot 37,829 = 55,371 \text{ kNm/m}$$

Návrhová priečna sila:

$$V_{\text{Ed}} = V_C + V_s + \psi \cdot V_w = 15,343 + 77,805 + 0,75 \cdot 13,632 = 103,372 \text{ kN}$$

Vplyv osovej v posudkoch zanedbávame.

### 5.10.2 Návrh a posúdenie výstuže na $M_d$

Prierez: š.= 1000mm, hr.= 340mm

Návrh: 6φ 12mm/m, á165mm –C35/45

$c_{\text{nom}} =$	40,00 mm	$d = h - d_1 =$	0,294 m
$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi =$	46,00 mm		

#### Kontrola výstuženia:

$$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 0,000489 \text{ m}^2 \quad A_{s1} > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,136 \text{ m}^2 \quad A_{s1} \leq A_{s1,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Kontrola rozmiestnenia výstuže:

$$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 27 \text{ mm} \quad b_n < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,287 \text{ m}$$

#### Posúdenie prierezu:

$$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) = 0,015 \text{ m}$$

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,145 \text{ m} \quad x_B < x_{B,lim} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$z = d - 0,5 \cdot x_B = 0,287 \text{ m} \quad M_{Ed} = 55,37$$

$$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z = 84,546 \text{ kNm} \quad M_{Ed} \leq M_{Rd} \text{ Návrh vyhovuje}$$

### 5.10.3 Návrh a posúdenie výstuže na $V_d$

Prierez:  $\check{s} = 1000\text{mm}$ ,  $h_r = 340\text{mm}$

Návrh:  $\phi 8\text{mm}$ ,  $\acute{a}200 \times 250\text{mm} - \text{C35/45}$

#### Porušenie tlakovej diagonály:

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0,516$$

$$V_{Rd,max} = z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\tan\theta + \cot\theta)^{-1} = 1123,280 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed} \text{ Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu tlakovej diagonály}$$

#### Návr šmykovej výstuže:

$$\alpha = 90^\circ \quad A_{sw} = n_s \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2 = 0,000565 \text{ m}^2$$

$$\phi_{st} = 12 \text{ mm} \quad s_{min} < \min(A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha / V_{Ed},$$

$$n_s = 5 \quad 0,75 \cdot d, 400\text{mm}) = 0,221 \text{ m}$$

$$s = 0,2 \text{ m}$$

$$\rho_{sw} = A_{sw} / (s \cdot b) = 0,002827433 \quad \rho_{sw} > \rho_{sw,mir} \text{ Podmienka vyhovuje}$$

$$\rho_{sw,min} = 0,08 \cdot f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,000946573 \quad V_{Ed} = 103,37 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha = 755,459 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed} \text{ Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu šmykovej výstuže}$$

## 6. Ložiská

### 6.1 Zat'azenie ložísk

Zo statického výpočtu sme dostali tieto maximálne návrhové reakcie na jedno ložisko:

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Krajná opora          |                          |
| návrhové hodnoty         | charakteristické         |
| v zmysle EN              | (normové) hodnoty        |
| $R_{zd,min} = 1888,60kN$ | $R_{zk,min} = 1398,96kN$ |
| $R_{zd,max} = 4322,26kN$ | $R_{zk,max} = 3072,42kN$ |
| $R_{yd,max} = 850,95kN$  | $R_{yk,max} = 581,54kN$  |
| $R_{xd,max} = 3451,53kN$ | $R_{xk,max} = 2382,34kN$ |
| 2. Vnútorne piliere      |                          |
| návrhové hodnoty         | charakteristické         |
| v zmysle EN              | (normové) hodnoty        |
| $R_{zd,min} = 5538,63kN$ | $R_{zk,min} = 4102,69kN$ |
| $R_{zd,max} = 7856,37kN$ | $R_{zk,max} = 5693,36kN$ |
| $R_{yd,max} = 645,58kN$  | $R_{yk,max} = 437,01kN$  |
| 3. Krajný pilier         |                          |
| návrhové hodnoty         | charakteristické         |
| v zmysle EN              | (normové) hodnoty        |
| $R_{zd,min} = 1888,60kN$ | $R_{zk,min} = 1398,96kN$ |
| $R_{zd,max} = 4322,26kN$ | $R_{zk,max} = 3072,42kN$ |
| $R_{yd,max} = 850,95kN$  | $R_{yk,max} = 581,54kN$  |

### 6.2 Výpočet dilatácií

Dilatácia vplyvom priehybu

$$\Delta L_x = 7,984mm$$

Dilatácia vplyvom zmeny teploty konštrukcie

$t_{max} = 45^{\circ}C$  maximálna teplota  
 $t_{min} = -35^{\circ}C$  minimálna teplota  
 $t_{mont} = 10^{\circ}C$  základná montážna teplota

$$\Delta t = t_{max} - t_{min} = 45 - 10 = 35^{\circ}C$$

Dĺžka pre dilatačné pohyby pri pilieri č.1:  $L_{aF} = 1,050 + 23,835 + 34,0 \cdot 2 + 26,5 = 119,385m$

Predĺženie:  $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha_T \cdot L = 35 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 119,385 = 50,14mm$

Skrátenie:  $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha_T \cdot L = 45 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 119,385 = 64,47mm$

Dĺžka pre dilatačné pohyby pri opore č.5:  $L_{Fb} = 0,85m$

Predĺženie:  $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha_T \cdot L = 35 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,85 = 0,36mm$

Skrátenie:  $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha_T \cdot L = 45 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,85 = 0,46mm$

Dilatácia vplyvom trenia konštrukcie:

1. Krajné ložiská

$h = 150mm$  – predpokladaná výška ložiska

$$\mu = 0,02$$

$$T = R_z \cdot \mu = 4322,26 \cdot 0,02 = 86,445kN$$

$$\Delta L_{tr} = T \cdot (h/R_z) = 86,445 \cdot (150/4322,26) = 3,0mm$$

2. Vnútorne ložiská

$h = 210mm$  – predpokladaná výška ložiska

$$\mu = 0,02$$



$$T = R_z \cdot \mu = 7856,37 \cdot 0,02 = 157,127 \text{ kN}$$

$$\Delta L_{tr} = T \cdot (h/R_z) = 157,127 \cdot (210/7856,37) = 4,2 \text{ mm}$$

#### Návrhové predĺženie:

- pri pilieri č.1  $\Delta L = \Delta L_x + \Delta L_T + 4 \cdot \Delta L_{tr1} + \Delta L_{tr2} = 7,984 + 50,14 + 3 \cdot 4,2 + 3,0 = 73,724 \text{ mm}$
- pri opore č.5  $\Delta L = \Delta L_x + \Delta L_T = 7,894 + 0,36 = 8,254 \text{ mm}$

#### Návrhové skrátenie:

- pri opore č.1  $\Delta L = \Delta L_x + \Delta L_T + 4 \cdot \Delta L_{tr1} + \Delta L_{tr2} = 7,984 + 64,47 + 3 \cdot 4,2 + 3,0 = 88,054 \text{ mm}$
- pri opore č.5  $\Delta L = \Delta L_x + \Delta L_T = 7,894 + 0,46 = 8,353 \text{ mm}$

Navrhujeme ložiská RAISNER&WOLF (RW).

Vzhľadom na pomerne veľké vodorovné sily musia byť však výrobné atypické.

### 6.3 Návrh a rozmiestnenie ložísk

Na moste sú navrhnuté hrncové ložiská. Vzhľadom na pomerne veľké vodorovné sily musia byť však výrobné atypické. Požiadavky na ložiská sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

tab. 23 Požiadavky kladené na ložiská

Návrhové (výpočtové) hodnoty od kombinácií podľa EN					
Podpera	Označenie ložísk	Reakcie v [kN]			
		Pozdĺž mosta	Priečne	Zvislé	
		$R_{x,max}$	$R_{y,max}$	$R_{z,max}$	$R_{z,min}$
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
P1	TGe 4500 (atyp $R_y$ )	-	850,95	4322,26	1888,6
	TGa 4500	-	-	4322,26	1888,6
P2, P3, P4	TGe 8000	-	645,58	7856,37	5538,63
	TGa 8000	-	-	7856,37	5538,63
O5	TF 4500 (atyp $R_{x,y}$ )	3451,53	850,95	4322,26	1888,6
	TGeq 4500 (atyp $R_x$ )	3451,53	-	4322,26	1888,6
Charakteristické (normové) hodnoty od kombinácií podľa EN					
Podpera	Označenie ložísk	Reakcie v [kN]			
		Pozdĺž mosta	Priečne	Zvislé	
		$R_{x,max}$	$R_{y,max}$	$R_{z,max}$	$R_{z,min}$
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
P1	TGe 4500 (atyp $R_y$ )	-	581,54	3072,42	1398,96
	TGa 4500	-	-	3072,42	1398,96
P2, P3, P4	TGe 8000	-	437,01	5693,36	4102,69
	TGa 8000	-	-	5693,36	4102,69
O5	TF 4500 (atyp $R_{x,y}$ )	2382,34	581,54	3072,42	1398,96
	TGeq 4500 (atyp $R_x$ )	2382,34	-	3072,42	1398,96

Pre mostnú konštrukciu navrhujeme ložiská RAISNER&WOLF (RW). Atypické ložiská je potrebné navrhnúť pracovníkmi uvedenej firmy špeciálnymi výpočtovými postupmi, ktorými táto spoločnosť disponuje. Rozmiestnenie ložísk je uvedené vo výkresovej dokumentácii.

## 6.4 Posúdenie kotvenia ložísk

Počítame s úložnými doskami pod a nad ložiskom z materiálu S355 priemernej hrúbky :

25mm pre ložiská nad krajnými oporami

35mm pre ložiská nad vnútornými piliermi

Návrhy kotvenia sú zosumarizované na konci tohto odseku.

### 6.4.1 Privarenie ložísk o úložné dosky

Pre privarenie ložísk a úložné dosky navrhujeme kútový zvar (prípadne adekvátny tupý zvar) účinnej výšky:  $a=10\text{mm}$

Minimálna únosnosť jedného metra takéto zvaru je:

$$F_{w,Rd,bm} = f_{w,Rd} \cdot a \cdot 1,0 = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} \cdot a \cdot 1,0 = \frac{510000}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} \cdot 0,01 \cdot 1,0 = 2617,32 \text{ kN}$$

### 6.4.2 Uchytenie o dolné pásnice trámov

Uchytenie ložísk na dolné pásnice trámov navrhujeme pomocou skrutiek M30-8.8 v odstupoch po 200mm a min. 50mm od okrajov.

$$\text{strih} \quad F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 10^3 \cdot 561 \cdot 10^{-6}}{1,25} = 215,4 \text{ kN}$$

$$\text{otlačenie (25mm)} \quad F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot A_s \cdot d \cdot t}{\gamma_{Mb}} = \frac{2,5 \cdot 0,5 \cdot 510 \cdot 10^3 \cdot 0,03 \cdot 0,025}{1,25} = 382,5 \text{ kN}$$

$$\text{otlačenie (35mm)} \quad F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot A_s \cdot d \cdot t}{\gamma_{Mb}} = \frac{2,5 \cdot 0,5 \cdot 510 \cdot 10^3 \cdot 0,03 \cdot 0,035}{1,25} = 535,5 \text{ kN}$$

Uvažujeme tiež trenie v styku oceľ-oceľ podľa STN EN 1993-2  $\mu=0,4$  so súčiniteľom spoľahlivosti  $\gamma_\mu=2,0$ .

### 6.4.3 Kotvenie do úložných prahov

Do úložných prahov sú ložiská kotvené osadením úložných dosiek na plastmaltu, pričom trenie v tomto styku uvažujeme bezpečne ako v styku oceľ-betón podľa STN EN 1993-2  $\mu=0,6$  so súčiniteľom spoľahlivosti  $\gamma_\mu=1,2$ . Zvyšok vodorovných síl prisúdime zarážkam z rúr osadených v kapsách úložného prahu zaliatych plasmaltou. Zarážky sú z rúr 152x20mm z ocele S355 a privarené budú tupým 1/2V zvarom na plnú hrúbku teda 20mm. Únosnosť jednej takej zarážky je daná výrazom:

$$\text{šmyk} \quad V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,rury} \cdot f_{ub}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{5,2967 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 1085,6 \text{ kN}$$

### Návrh spojovacích prostriedkov pre ložiská

NAVRHNUTÉ SPOJE V KOTVENÍ LOŽISKA																
Podpera	Označení ložísk	Vodorovné reakce + možné trení na teflón s μ=0,04				Zvar okolo ložiska				Skrutky M30-8.8			Zarážky RO 152.4x20			
		R <sub>x,max</sub>	R <sub>y,max</sub>	R <sub>z,max</sub>	R <sub>z,min</sub>	Síla F	únos nost' b <sub>m</sub>	min. délka	Skutočná dĺ. zvaru		F mínus trení s μ <sub>d</sub> =0,2	únos nost' lks	min. počet skrutiek	F mínus trení s μ <sub>d</sub> =0,5	únos nost' lks	min. počet zarážok
									dolný	horný						
P1	TGe 4500 (atyp R <sub>y</sub> )	172,89	850,95	4322,26	1888,6	1023,84	2617,32 (a=10mm)	0,391	1,445	2,34	646,12	215,4	3	79,54	1086	1
	TGa 4500	172,89	172,89	4322,26	1888,6	518,67		0,198	1,319	1,445	140,95		1	0		0
P2, P3, P4	TGe 8000	314,25	645,58	7856,37	5538,63	1247,08		0,476	1,828	1,822	139,354		1	0		0
	TGa 8000	314,25	314,25	7856,37	5538,63	1247,08		0,476	1,702	1,696	139,354		1	0		0
O5	TF 4500 (atyp R <sub>xy</sub> )	3451,53	850,95	4322,26	1888,6	3624,42		1,385	1,445	1,445	3246,7		16	2680,12		3
	TGeq 4500 (atvp R <sub>y</sub> )	3451,53	172,89	4322,26	1888,6	3624,42		1,385	1,445	2,34	3246,7		16	2680,12		3

## 7. Statický výpočet spodnej stavby

### 7.1 Charakteristiky materiálov

#### Betón

C30/37

charakteristická valcová pevnosť v tlaku  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$   
 súčiniteľ spoľahlivosti materiálu  $\gamma_{M0} = 1,5$   
 28-dňový modul pružnosti  $E_{cm} = 32\,000 \text{ MPa}$

#### Výstuž

B 500B (10 505) platia hodnoty podľa  
 modul pružnosti  $E_s = 200 \text{ GPa}$   
 charakteristická medza klzu  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

tab. 24 Materiály použité vo výpočtovom modeli

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m³]	E modul [MPa]	Poissonov súčiniteľ	G modul [MPa]	Tepelná rozťažnosť [m/mK]	Poznámka
C35/45	Betón	2500,0	34100	0,2	14208,0	0,0	Spodná stavba
B 500B	Oceľ	7850,0	200000,0	0,3	83333,3	0,0	Spodná stavba

### 7.2 Krajná opora „O5“

Vnútorne sily na oporu sú získané riešením doskového modelu s pozdĺžnymi rebrami s uvažovaním aj konzolových zakončení dosky za teoretické osi uloženia.

#### 7.2.1 Posúdenie úložného prahu

Nosná konštrukcia úložného prahu je navrhnutá z betónu C30/37.

##### 7.2.1.1 Odolnosť voči sústredenej sile (ložisko – ložiskový blok)

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot (A_{c1}/A_{c0})^{0,5} = 8,586 \text{ MN}$$

$$3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} = 17,496 \text{ MN}$$

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

Podmienka vyhovuje

$$F_{Rdu} \geq F_{Ed} \text{ Vyhovuje}$$

##### 7.2.1.2 Odolnosť voči sústredenej sile (ložiskový blok – úložný prah)

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot (A_{c1}/A_{c0})^{0,5} = 40,000 \text{ MN}$$

$$3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} = 60,000 \text{ MN}$$

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

Podmienka vyhovuje

$$F_{Rdu} \geq F_{Ed} \text{ Vyhovuje}$$

##### 7.2.1.3 Posúdenie ušmyknutia voľného okraja

$$A_{s,x,y,rqd} = (F_{Ed}/f_{yd}) \cdot 0,5 = 0,004971 \text{ m}^2 \Rightarrow A_{s1} = 0,006283 \text{ m}^2$$

počet výstuží  $n = 20 \text{ ks}$   
 priemer výstuže  $\phi = 20 \text{ mm}$   
 $A_{s,req} \leq A_{s1}$  Podmienka vyhovuje

##### 7.2.1.4 Ťahové napätia z priečneho rozptylu tlaku

$$T_{Ed,x} = F_{Ed} \cdot 0,25 \cdot (d_2 - d_1)/d_2 = 540,283 \text{ kN}$$

$$A_{s,x,rqd} = T_{Ed,x}/f_{yd} = 0,001243 \text{ m}^2 \Rightarrow A_{s1} = 0,001571 \text{ m}^2$$

počet výstuží  $n = 5 \text{ ks}$   
 priemer výstuže  $\phi = 20 \text{ mm}$

$$T_{Ed,y} = F_{Ed} \cdot 0,25 \cdot (b_2 - b_1) / b_2 = 540,283 \text{ kN}$$

$$A_{s,y,rqd} = T_{Ed,y} / f_{yd} = 0,001243 \text{ m}^2 \Rightarrow A_{s1} = 0,001571 \text{ m}^2$$

počet výstuží  $n = 5$  ks  
 priemer výstuže  $\phi = 20$  mm

## 7.2.2 Posúdenie opory

Železobetónová opora bola posudzovaná na 1m šírky opory. Celková šírka opory bola 11,685m. Konštrukcia základu a drieku bude z betónu C30/37 a konštrukcia úložného prahu z betónu C30/37. Predpokladá sa, že opora bude uložená na vrstve podkladového betónu hr. 200mm a veľkopriemerových pilótach  $\phi 1,2$ m. Zásypový materiál bude zo zeminy typu G1, zhutnenej na úroveň potrebnú pre vedenie železničnej trate podľa príslušných predpisov.

### Geometrie konštrukcie

Číslo	Poradnica X [m]	Hĺbka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	3.11
3	0.00	9.58
4	2.60	9.58
5	2.60	11.58
6	-5.11	11.58
7	-5.11	9.58
8	-3.51	9.58
9	-3.51	3.11
10	-1.28	3.11
11	-1.28	0.00

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

Plocha rezu múra = 42.11 m<sup>2</sup>.

Délka mostní opěry = 11.69 m

Délka základu opěry = 11.69 m

Délka zeminy za opěrou = 11.69 m.

### Stupně základu

Číslo	Tloušťka t [m]	Přední výst. a <sub>1</sub> [m]	Zadní výst. a <sub>2</sub> [m]
1	0.20	0.20	0.20

### Materiál konštrukcie

Objemová tiaž  $\gamma = 23.50 \text{ kN/m}^3$

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

Betón : C 30/37

Oceľ pozdĺžna : B500

### Parametre zemín

#### Třída G1, ulehľá

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

Napätosť : efektívny

Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 38,00^\circ$

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

Trecí uhol konštr.-zemina :  $\delta = 15,00^\circ$

Zemina : nesúdržná

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

#### Třída G3, ulehľá

Objemová tiaž :

Napätosť :

Uhol vnútorného trenia :

Súdržnosť zeminy :

Trecí uhol konštr.-zemina :

Zemina :

Obj. tiaž sat.zeminy :

#### Třída G5

Objemová tiaž :

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

efektívny

$\varphi_{ef} = 35,50^\circ$

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

$\delta = 15,00^\circ$

nesúdržná

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

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

Napätosť :	efektívny	Napätosť :	efektívny
Uhol vnútorného trenia :	$\varphi_{ef} = 30,00^\circ$	Uhol vnútorného trenia :	$\varphi_{ef} = 27,00^\circ$
Súdržnosť zeminy :	$c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$	Súdržnosť zeminy :	$c_{ef} = 26,00 \text{ kPa}$
Trecí uhol konštr.-zemina :	$\delta = 15,00^\circ$	Trecí uhol konštr.-zemina :	$\delta = 15,00^\circ$
Zemina :	nesúdržná	Zemina :	súdržná
Obj. tiaž sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$	Poissonovo číslo :	$\nu = 0,30$
<b>R2</b>		Obj. tiaž sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$
Objemová tiaž :	$\gamma = 22,50 \text{ kN/m}^3$		

#### Zatěžovací stav, zatížení od mostu

Název : most.

Typ zatěžovacího stavu : provozní stav.

#### Síly od mostu

Svislá síla  $F_s = 17289.04 \text{ kN}$

Vodorovná síla  $F_v = -13806.12 \text{ kN}$

Umístění  $a_1 = 1.00 \text{ m}$

Výška  $v = 0.00 \text{ m}$

#### Síly od přechodové desky

Svislá síla  $F_s = 0.00 \text{ kN}$

Vodorovná síla  $F_v = 0.00 \text{ kN}$

Umístění  $a_2 = 0.00 \text{ m}$

#### Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	11.67	Třída G1, ulehlá	
2	4.00	Třída G3, ulehlá	
3	1.20	Třída G5	
4	10.40	R2	
5	-	R2	

#### Tvar terénu

Terén za konštrukciou je rovný.

#### Vplyv vody

Hladina podzemnej vody za konštrukciou je v hĺbke 13.82 m

Hladina podzemnej vody pred konštrukciou je v hĺbke 13.82 m

Podložie pri päte konštrukcie je priepustné.

Hydraulický gradient = 0.00

#### Zadané plošné priťaženia

Číslo	Priťaženie nové	zmena	Typ	Názo v	Vel.1 [kN/m²]	Vel.2 [kN/m²]	Por.x x [m]	Dĺžka l [m]	Hĺbka z [m]
1	ÁNO		Celopl.	vlak	63.00				na teréne
Číslo	Typ		Názov				ZS1	ZS2	ZS3
1	Celopl.		vlak				-	ÁNO	ÁNO

#### Odpor na líci konštrukcie

Odpor na líci konštrukcie: kľudový

Zemina na líci konštrukcie - Třída G3, ulehlá

Výška zeminy pred múrom  $h = 2.70 \text{ m}$   
 Terén pred konštrukciou je rovný.

#### Nastavenie výpočtu

Výpočet aktívneho tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasívneho tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Norma výpočtu bet. konštrukcií - EN 1992 1-1 (EC2)

Výpočet podľa teórie medzných stavov s redukciou vstupných parametrov zemín.

Súčiniteľ redukcie uhla vnútorného trenia  $\gamma_{m\phi} = 1.10$

Súčiniteľ redukcie súdržnosti  $\gamma_{mc} = 1.40$

Súčiniteľ redukcie Poissonovho čísla  $\gamma_{mv} = 0.90$

Súčiniteľ redukcie objemovej tiaže za konštrukciou  $\gamma_{m\gamma} = 1.00$

Súčiniteľ redukcie objemovej tiaže pred konštrukciou  $\gamma_{m\gamma} = 1.00$

Súčiniteľ celkovej stability konštrukcie  $\gamma_s = 0.90$

### Posúdenie čís. 1 (Fáza budovania 1)

#### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-4.18	1027.71	3.85	1.000
Odpor na líci	-37.20	-0.97	0.09	0.29	1.000
Tiaž.- zemný klin	0.00	-0.34	0.86	7.98	1.350
Tiaž.- zemný klin	0.00	-3.98	145.52	6.18	1.000
Aktívny tlak	385.31	-3.93	461.09	6.93	1.500
Tlak vody	0.00	-11.78	0.00	5.31	1.300
vlak	193.67	-5.81	199.45	6.64	1.450
Reakce mostu	1181.02	-8.67	1478.96	2.80	1.000
Reakce prech.desky	0.00	-11.78	0.00	5.31	1.000

#### Posúdenie mostnej opory

##### Posúdenie na preklopenie

Moment vzdorujúci  $M_{\text{vzd}} = 14147.62 \text{ kNm/m}$

Moment klopiaci  $M_{\text{kl}} = 14106.33 \text{ kNm/m}$

##### Múr na preklopenie VYHOVUJE

##### Posúdenie na posunutie

Vodor. sila vzdorujúca  $H_{\text{vzd}} = 2065.57 \text{ kN/m}$

Vodor. sila posúvajúca  $H_{\text{pos}} = 2002.60 \text{ kN/m}$

##### Múr na posunutie VYHOVUJE

##### Sily pôsobiace v strede základovej škáry

Celkový moment  $M = 13123.76 \text{ kNm/m}$

Normálová sila  $N = 3634.28 \text{ kN/m}$

Šmyková sila  $Q = 2002.60 \text{ kN/m}$

##### Celkové posúdenie - OPORA VYHOVUJE

### Dimenzovanie čís. 1 (Fáza budovania 1)

#### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-3.95	627.22	1.92	1.000
Odpor na líci	-2.17	-0.23	0.00	0.00	1.000
Aktívny tlak	237.41	-3.19	57.59	3.51	1.500

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tlak vody	0.00	-9.58	0.00	3.51	1.300
vlak	148.69	-4.79	36.07	3.51	1.450
Reakce mostu	1181.02	-6.47	1478.96	1.00	1.000
Reakce přech.desky	0.00	-9.58	0.00	3.51	1.000

#### Dimenzace dříku opěry - vstupní data:

Spára je navržena ze železobetonu; výpočtová šířka 1m.

Profil vložky = 28.0 mm

Počet vložek = 10

Krytí výztuže = 70.0 mm

Vnitřní síly :  $M = 10579.34 \text{ kNm/m}$ ;  $N = -2244.87 \text{ kN/m}$ ;  $Q = 1750.57 \text{ kN/m}$

Výška průřezu  $h = 3.51 \text{ m}$

#### Dimenzace dříku opěry - výsledky:

Stupeň vystužení  $\rho = 0.18 \% > 0.15 \% = \rho_{\min}$

Poloha neutrální osy  $x = 0.34 \text{ m}$

Norm. síla na medzi únosn.  $N_{\text{Rd}} = -2785.78 \text{ kN} > -2244.87 \text{ kN} = N_{\text{Ed}}$

Moment na medzi únosnosti  $M_{\text{Rd}} = 13128.45 \text{ kNm} > 10579.34 \text{ kNm} = M_{\text{Ed}}$

**Prierez VYHOVUJE.**

### Dimenzovanie čís. 2 (Fáza budovania 1)

#### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-4.14	989.57	3.64	1.000
Odpor na líci	-32.27	-0.90	0.02	0.80	1.000
Tiaž.- zemný klin	0.00	-3.78	145.52	5.98	1.500
Aktívny tlak	369.71	-3.89	416.01	6.61	1.300
Tlak vody	0.00	-11.58	0.00	5.11	1.450
vlak	189.64	-5.73	187.58	6.35	1.000
Reakce mostu	1181.02	-8.47	1478.96	2.60	1.000
Reakce přech.desky	0.00	-11.58	0.00	5.11	1.000

#### Dimenzace předního výstupku opěry - vstupní data:

Spára je navržena ze železobetonu; výpočtová šířka 1m.

Profil vložky = 25.0 mm

Počet vložek = 6

Krytí výztuže = 70.0 mm

Vnitřní síly :  $M = 0.00 \text{ kNm/m}$ ;  $N = 0.00 \text{ kN/m}$ ;  $Q = 3415.23 \text{ kN/m}$

Výška průřezu  $h = 2.00 \text{ m}$

#### Dimenzace předního výstupku opěry - výsledky:

Stupeň vystužení  $\rho = 0.15 \% > 0.15 \% = \rho_{\min}$

Moment na medzi únosnosti  $M_{\text{Rd}} = 2414.44 \text{ kNm} > 0.00 \text{ kNm} = M_{\text{Ed}}$

**Prierez VYHOVUJE.**

### Dimenzovanie čís. 3 (Fáza budovania 1)

#### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-1.55	93.55	0.64	1.000

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Aktívny tlak	25.02	-1.04	6.07	1.28	1.500
Tlak vody	0.00	-3.11	0.00	1.28	1.300
vlak	48.27	-1.55	11.71	1.28	1.450
Reakce přech.desky	0.00	-3.11	0.00	1.28	1.000

#### Dimenzace závěrné zídky - vstupní data:

Spára je navržena z prostého betonu; výp.šířka 1m.

Vnitřní síly :  $M = 131.04 \text{ kNm/m}$ ;  $N = -119.63 \text{ kN/m}$ ;  $Q = 107.52 \text{ kN/m}$

Výška průřezu  $h = 1.28 \text{ m}$

#### Dimenzace závěrné zídky - výsledky:

Pos. síla na medži únosn.  $V_{Rd} = 769.79 \text{ kN} < 107.52 \text{ kN} = V_{Ed}$

Norm.síla na medži únosn.  $N_{Rd} = -334.76 \text{ kN} < -119.63 \text{ kN} = N_{Ed}$

**Únosnosť prierezu vyhovuje VYHOVUJE**

#### Výpočet stability svahu

##### Rozhranie

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-29,45	-8,88	-5,31	-8,88	-3,51	-8,88
		-3,51	-3,11	-1,28	-3,11	-1,28	0,00
		0,00	0,00	35,34	0,00		
2		0,00	0,00	0,00	-3,11	0,00	-9,58
		2,60	-9,58	2,60	-11,58	2,80	-11,58
		2,80	-11,67	35,34	-11,67		
3		-29,45	-11,78	-5,31	-11,78	-5,31	-11,58
		-5,11	-11,58	-5,11	-9,58	-3,51	-9,58
		-3,51	-8,88				
4		2,80	-11,67	2,80	-11,78	35,34	-11,78
5		-5,31	-11,78	2,80	-11,78		
6		-29,45	-15,67	0,00	-15,67	35,34	-15,67
7		-29,45	-16,87	0,00	-16,87	35,34	-16,87
8		-29,45	-27,27	0,00	-27,27	35,34	-27,27



### Parametre zemín - efektívna napätosť

Číslo	Názov	Vzorka	$\phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Trieda G1, ulehlá		38,00	0,00	21,00
2	Trieda G3, ulehlá		35,50	0,00	19,00
3	Trieda G5		30,00	6,00	19,50
4	R2		27,00	26,00	22,50

### Parametre zemín - vztlak

Číslo	Názov	Vzorka	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	Trieda G1, ulehlá		21,00		
2	Trieda G3, ulehlá		19,00		
3	Trieda G5		19,50		
4	R2		23,00		

### Parametre zemín

#### Trieda G1, ulehlá

Objemová tiaž :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\phi_{ef} = 38,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

#### Trieda G3, ulehlá

Objemová tiaž :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\phi_{ef} = 35,50^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

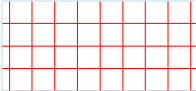
#### Trieda G5

Objemová tiaž :  $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\phi_{ef} = 30,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

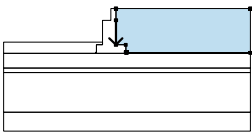
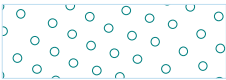
#### R2

Objemová tiaž :  $\gamma = 22,50 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\phi_{ef} = 27,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 26,00 \text{ kPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$

### Tuhé telesá

Číslo	Názov	Vzorka	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Tuhé teleso		23,50

### Priradenie a plochy

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
1		0,00	-3,11	0,00	-9,58	Trieda G1, ulehlá 
		2,60	-9,58	2,60	-11,58	
		2,80	-11,58	2,80	-11,67	
		35,34	-11,67	35,34	0,00	
		0,00	0,00			

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
2		2,80	-11,78	2,80	-11,67	Tuhé těleso
		2,80	-11,58	2,60	-11,58	
		2,60	-9,58	0,00	-9,58	
		0,00	-3,11	0,00	0,00	
		-1,28	0,00	-1,28	-3,11	
		-3,51	-3,11	-3,51	-8,88	
		-3,51	-9,58	-5,11	-9,58	
		-5,11	-11,58	-5,31	-11,58	
		-5,31	-11,78			
3		-5,31	-11,78	-5,31	-11,58	Třída G3, ulehlá
		-5,11	-11,58	-5,11	-9,58	
		-3,51	-9,58	-3,51	-8,88	
		-5,31	-8,88	-29,45	-8,88	
		-29,45	-11,78			
4		2,80	-11,78	35,34	-11,78	Třída G3, ulehlá
		35,34	-11,67	2,80	-11,67	
5		0,00	-15,67	35,34	-15,67	Třída G3, ulehlá
		35,34	-11,78	2,80	-11,78	
		-5,31	-11,78	-29,45	-11,78	
		-29,45	-15,67			
6		0,00	-16,87	35,34	-16,87	Třída G5
		35,34	-15,67	0,00	-15,67	
		-29,45	-15,67	-29,45	-16,87	
7		0,00	-27,27	35,34	-27,27	R2
		35,34	-16,87	0,00	-16,87	
		-29,45	-16,87	-29,45	-27,27	
8		0,00	-27,27	-29,45	-27,27	R2
		-29,45	-32,27	35,34	-32,27	
		35,34	-27,27			

#### Priťaženie

Číslo	Typ	/		/		Sklon $\alpha$ [°]	Veľkosť		
		z [m] / $x_1$ [m]	x [m] / $z_1$ [m]	l [m] / $x_2$ [m]	b [m] / $z_2$ [m]		q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	priamkové	z = -3,11	x = -2,51			38,61	1892,65		kN/m

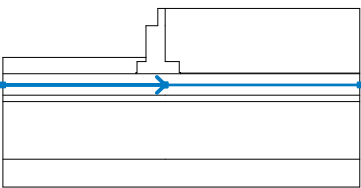
Číslo	Typ	/ z [m] / x <sub>1</sub> [m]	/ x [m] / z <sub>1</sub> [m]	/ l [m] / x <sub>2</sub> [m]	/ b [m] / z <sub>2</sub> [m]	Sklon α [°]	Veľkosť		
2	pásové	na povrchu	x = 0,00	l = 35,34		0,00	q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
							63,00		kN/m <sup>2</sup>

### Názvy prítlačení

Číslo	Názov
1	Most
2	vlak

### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umiestnenie HPV	Súradnice bodov HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-29,45	-13,82	0,00	-13,82	0,05	-13,82
		35,34	-13,82				

### Nastavenie výpočtu

Nastavenie výpočtu : Slovensko

Typ výpočtu : Stupeň bezpečnosti

Stupeň bezpečnosti : 1,50

### Výsledky (Fáze budování 1)

#### Výpočet 1 (fáza 1)

#### Kruhová šmyková plocha

Parametre šmykovej plochy					
Stred :	x =	-8,43 [m]	Uhly :	α <sub>1</sub> =	-57,37 [°]
	z =	0,34 [m]		α <sub>2</sub> =	88,86 [°]
Polomer :	R =	17,10 [m]			
Šmyková plocha po optimalizácii.					

#### Posúdenie stability svahu (Fellenius / Petterson)

Sumácia aktívnych síl : F<sub>a</sub> = 2189,53 kN/m

Sumácia pasívnych síl : F<sub>p</sub> = 3503,23 kN/m

Moment zosúvajúci : M<sub>a</sub> = 37438,98 kNm/m

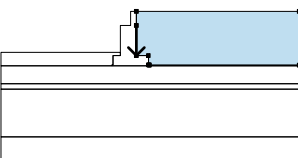

Moment vzdorujúci : M<sub>p</sub> = 59902,01 kNm/m

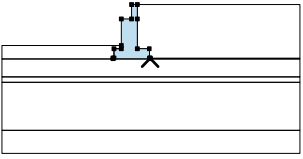
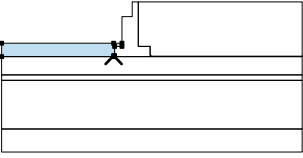
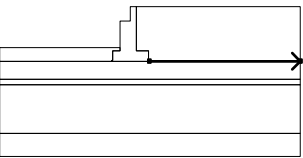
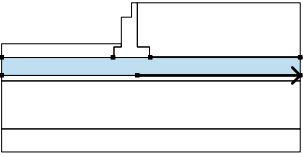
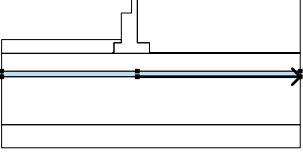
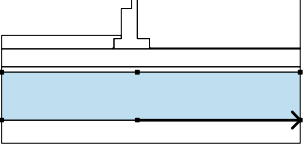
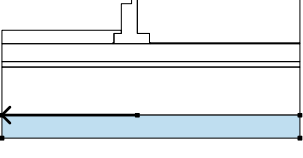
Stupeň bezpečnosti = 1,60 > 1,50

**Stabilita svahu VYHOVUJE**

### Vstupní data (Fáze budování 2)

#### Priradenie a plochy

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
1		0,00	-3,11	0,00	-9,58	Třída G1, ulehlá 
		2,60	-9,58	2,60	-11,58	
		2,80	-11,58	2,80	-11,67	
		35,34	-11,67	35,34	0,00	
		0,00	0,00			

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
2		2,80	-11,78	2,80	-11,67	Tuhé těleso
		2,80	-11,58	2,60	-11,58	
		2,60	-9,58	0,00	-9,58	
		0,00	-3,11	0,00	0,00	
		-1,28	0,00	-1,28	-3,11	
		-3,51	-3,11	-3,51	-8,88	
		-3,51	-9,58	-5,11	-9,58	
		-5,11	-11,58	-5,31	-11,58	
		-5,31	-11,78			
3		-5,31	-11,78	-5,31	-11,58	Třída G3, ulehlá
		-5,11	-11,58	-5,11	-9,58	
		-3,51	-9,58	-3,51	-8,88	
		-5,31	-8,88	-29,45	-8,88	
		-29,45	-11,78			
4		2,80	-11,78	35,34	-11,78	Třída G3, ulehlá
		35,34	-11,67	2,80	-11,67	
5		0,00	-15,67	35,34	-15,67	Třída G3, ulehlá
		35,34	-11,78	2,80	-11,78	
		-5,31	-11,78	-29,45	-11,78	
		-29,45	-15,67			
6		0,00	-16,87	35,34	-16,87	Třída G5
		35,34	-15,67	0,00	-15,67	
		-29,45	-15,67	-29,45	-16,87	
7		0,00	-27,27	35,34	-27,27	R2
		35,34	-16,87	0,00	-16,87	
		-29,45	-16,87	-29,45	-27,27	
8		0,00	-27,27	-29,45	-27,27	R2
		-29,45	-32,27	35,34	-32,27	
		35,34	-27,27			

#### Príťaženie

Číslo	Príťaženie.		Typ	/				Sklon $\alpha$ [°]	Veľkosť		
	nové	zmena		z [m] / x <sub>1</sub> [m]	x [m] / z <sub>1</sub> [m]	l [m] / x <sub>2</sub> [m]	b [m] / z <sub>2</sub> [m]		q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	Nie	Nie	priamkové	z = - 3,11	x = - 2,51			38,61	1892,65		kN/m

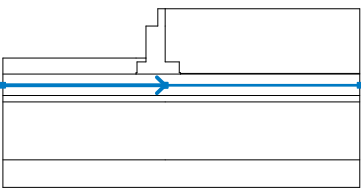
Číslo	Prit'azenie.		Typ	/	/	/	/	Sklon $\alpha$ [°]	Veľkosť		
	nové	zmena		z [m] / x <sub>1</sub> [m]	x [m] / z <sub>1</sub> [m]	l [m] / x <sub>2</sub> [m]	b [m] / z <sub>2</sub> [m]		q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
2	Nie	Nie	pásové	na povrchu	x = 0,00	l = 35,34		0,00	63,00		kN/m <sup>2</sup>

#### Názvy prit'azení

Číslo	Názov
1	Most
2	vlak

#### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umiestnenie HPV	Súradnice bodov HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-29,45	-13,82	0,00	-13,82	0,05	-13,82
		35,34	-13,82				

#### Nastavenie výpočtu

Nastavenie výpočtu : Slovensko  
 Typ výpočtu : Stupeň bezpečnosti  
 Stupeň bezpečnosti : 1,50

### Výsledky (Fáze budování 2)

#### Výpočet 1 (fáza 2)

##### Kruhov'á šmyková plocha

Parametre šmykovej plochy					
Stred :	x =	-9,63 [m]	Uhly :	$\alpha_1$ =	-58,42 [°]
	z =	0,12 [m]		$\alpha_2$ =	89,61 [°]
Polomer :	R =	17,18 [m]			
Šmyková plocha po optimalizácii.					

#### Posúdenie stability svahu (Fellenius / Petterson)

Sumácia aktívnych síl :  $F_a = 2244,25$  kN/m  
 Sumácia pasívnych síl :  $F_p = 3533,60$  kN/m  
 Moment zosúvajúci :  $M_a = 38556,85$  kNm/m  
 Moment vzdorujúci :  $M_p = 60708,35$  kNm/m  
 Stupeň bezpečnosti = 1,57 > 1,50

**Stabilita svahu VYHOVUJE**

### Vstupné dáta (Fáza budovania 2)

#### Zatěžovací stav, zatížení od mostu

Název : most.  
 Typ zatěžovacího stavu : provozní stav.

##### Síly od mostu

Svislá síla  $F_s = 17289,04$  kN  
 Vodorovná síla  $F_v = -13806,12$  kN  
 Umístění  $a_1 = 1,00$  m  
 Výška  $v = 0,00$  m

##### Síly od přechodové desky

Svislá síla  $F_s = 0.00 \text{ kN}$   
 Vodorovná síla  $F_v = 0.00 \text{ kN}$   
 Umístění  $a_2 = 0.00 \text{ m}$

#### Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	11.67	Třída G1, ulehlá	
2	4.00	Třída G3, ulehlá	
3	1.20	Třída G5	
4	10.40	R2	
5	-	R2	

#### Tvar terénu

Terén za konštrukciou je rovný.

#### Vplyv vody

Hladina podzemnej vody za konštrukciou je v hĺbke 13.82 m  
 Hladina podzemnej vody pred konštrukciou je v hĺbke 13.82 m  
 Podložie pri päte konštrukcie je priepustné.  
 Hydraulický gradient = 0.00

#### Zadané plošné pritaženia

Číslo	Přitaženie		Typ	Názo v	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Por.x x [m]	Dĺžka l [m]	Hĺbka z [m]
	nové	zmena							
1	NIE	NIE	Celopl.	vlak	63.00				na teréne
Číslo	Typ		Názov				ZS1	ZS2	ZS3
1	Celopl.		vlak				-	ÁNO	ÁNO

#### Odpor na líci konštrukcie

Odpor na líci konštrukcie: kľudový  
 Zemina na líci konštrukcie - Třída G3, ulehlá  
 Výška zeminy pred múrom  $h = 2.70 \text{ m}$   
 Terén pred konštrukciou je rovný.

#### Nastavenie výpočtu

Výpočet podľa teórie medzných stavov s redukciov vstupných parametrov zemín.

Súčiniteľ redukcie uhla vnútorného trenia  $\gamma_{m\phi} = 1.10$   
 Súčiniteľ redukcie súdržnosti  $\gamma_{mc} = 1.40$   
 Súčiniteľ redukcie Poissonovho čísla  $\gamma_{mv} = 0.90$   
 Súčiniteľ redukcie objemovej tiaže za konštrukciou  $\gamma_{m\gamma} = 1.00$   
 Súčiniteľ redukcie objemovej tiaže pred konštrukciou  $\gamma_{m\gamma} = 1.00$   
 Súčiniteľ celkovej stability konštrukcie  $\gamma_s = 0.90$

## Posúdenie čís. 1 (Fáza budovania 2)

### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-4.18	1027.71	3.85	1.000
Odpor na líci	-37.20	-0.97	0.09	0.29	1.000
Tiaž.- zemný klin	0.00	-0.34	0.86	7.98	1.350
Tiaž.- zemný klin	0.00	-3.98	145.52	6.18	1.000
Aktívny tlak	385.31	-3.93	461.09	6.93	1.500
Tlak vody	0.00	-11.78	0.00	5.31	1.300
vlak	193.67	-5.81	199.45	6.64	1.450
Reakce mostu	1181.02	-8.67	1478.96	2.80	0.000
Reakce přech.desky	0.00	-11.78	0.00	5.31	1.000

### Posúdenie mostnej opory

#### Posúdenie na preklopenie

Moment vzdorujúci  $M_{\text{vzd}} = 10420.64 \text{ kNm/m}$

Moment klopiaci  $M_{\text{kl}} = 3866.89 \text{ kNm/m}$

#### Múr na preklopenie VYHOVUJE

#### Posúdenie na posunutie

Vodor. sila vzdorujúca  $H_{\text{vzd}} = 1224.99 \text{ kN/m}$

Vodor. sila posúvajúca  $H_{\text{pos}} = 821.58 \text{ kN/m}$

#### Múr na posunutie VYHOVUJE

#### Sily pôsobiace v strede základovej škáry

Celkový moment  $M = 1028.23 \text{ kNm/m}$

Normálová sila  $N = 2155.32 \text{ kN/m}$

Šmyková sila  $Q = 821.58 \text{ kN/m}$

#### Celkové posúdenie - OPORA VYHOVUJE

## 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 [m]	Napätie [kPa]
1	1028.23	2155.32	821.58	0.48	301.20

### Posúdenie únosnosti základovej pôdy

#### Posúdenie excentricity

Max. excentricita normálovej sily  $e = 477.1 \text{ mm}$

Maximálna dovolená excentricita  $e_{\text{dov}} = 2676.3 \text{ mm}$

#### Excentricita normálovej sily VYHOVUJE

#### Posúdenie únosnosti základovej škáry

Max. napätie v základovej škáre  $\sigma = 301.20 \text{ kPa}$

Únosnosť základovej pôdy  $R_d = 739.39 \text{ kPa}$

#### Únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE

#### Celkové posúdenie - únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE

## Dimenzovanie čís. 1 (Fáza budovania 2)

### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-3.95	627.22	1.92	1.000
Odpor na líci	-2.17	-0.23	0.00	0.00	1.000

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Aktívny tlak	237.41	-3.19	57.59	3.51	1.500
Tlak vody	0.00	-9.58	0.00	3.51	1.300
vlak	148.69	-4.79	36.07	3.51	1.450
Reakce mostu	1181.02	-6.47	1478.96	1.00	0.000
Reakce prech.desky	0.00	-9.58	0.00	3.51	1.000

#### Dimenzace dříku opěry - vstupní data:

Spára je navržena ze železobetonu; výpočtová šířka 1m.

Profil vložky = 25.0 mm

Počet vložek = 10

Krytí výztuže = 70.0 mm

Vnitřní síly : M = 1821.68 kNm/m; N = -765.91 kN/m; Q = 569.55 kN/m

Výška průřezu h = 3.51 m

#### Dimenzace dříku opěry - výsledky:

Stupeň vystužení  $\rho = 0.18 \% > 0.15 \% = \rho_{\min}$

**Prierez VYHOVUJE**

### Dimenzovanie čís. 2 (Fáza budovania 2)

#### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-4.14	989.57	3.64	1.000
Odpor na líci	-32.27	-0.90	0.02	0.80	1.000
Tiaž.- zemný klin	0.00	-3.78	145.52	5.98	1.500
Aktívny tlak	369.71	-3.89	416.01	6.61	1.300
Tlak vody	0.00	-11.58	0.00	5.11	1.450
vlak	189.64	-5.73	187.58	6.35	0.000
Reakce mostu	1181.02	-8.47	1478.96	2.60	1.000
Reakce prech.desky	0.00	-11.58	0.00	5.11	1.000

#### Dimenzace předního výstupku opěry - vstupní data:

Spára je navržena ze železobetonu; výpočtová šířka 1m.

Profil vložky = 25.0 mm

Počet vložek = 6

Krytí výztuže = 70.0 mm

Vnitřní síly : M = 0.00 kNm/m; N = 0.00 kN/m; Q = 3227.65 kN/m

Výška průřezu h = 2.00 m

#### Dimenzace předního výstupku opěry - výsledky:

Stupeň vystužení  $\rho = 0.15 \% > 0.15 \% = \rho_{\min}$

Moment na medzi únosnosti  $M_{\text{Rd}} = 2414.44 \text{ kNm} > 0.00 \text{ kNm} = M_{\text{Ed}}$

**Prierez VYHOVUJE.**

### Dimenzovanie čís. 3 (Fáza budovania 2)

#### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-1.55	93.55	0.64	1.000
Aktívny tlak	25.02	-1.04	6.07	1.28	1.500



Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tlak vody	0.00	-3.11	0.00	1.28	1.500
vlak	48.27	-1.55	11.71	1.28	1.450
Reakce přech.desky	0.00	-3.11	0.00	1.28	1.000

#### Dimenzace závěrné zidky - vstupní data:

Spára je navržena z prostého betonu; výp.šířka 1m.

Vnitřní síly :  $M = 131.04 \text{ kNm/m}$ ;  $N = -119.63 \text{ kN/m}$ ;  $Q = 107.52 \text{ kN/m}$

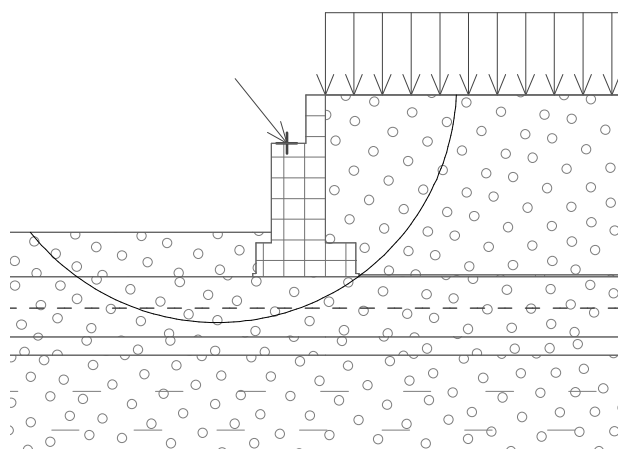
Výška průřezu  $h = 1.28 \text{ m}$

#### Dimenzace závěrné zidky - výsledky:

Pos. síla na medzi únosn.  $V_{\text{Rd}} = 769.79 \text{ kN} < 107.52 \text{ kN} = V_{\text{Ed}}$

Norm.síla na medzi únosn.  $N_{\text{Rd}} = -334.76 \text{ kN} < -119.63 \text{ kN} = N_{\text{Ed}}$

**Únosnost' prierezu vyhovuje VYHOVUJE**



#### Posúdenie pilóty




##### Základné parametre zemín

Číslo	Názov	Vzorka	$\Phi_{\text{ef}}$ [°]	$C_{\text{ef}}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{su}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Třída G3, ulehlá		38.00	0.00	21.00	11.00
2	Třída G5		30.00	6.00	19.50	9.50
3	R2		27.00	26.00	22.50	12.50

Pre výpočet tlaku v klude sú všetky zeminy zadané ako nesúdržné.

Číslo	Názov	Vzorka	$E_{\text{oed}}$ [MPa]	$E_{\text{def}}$ [MPa]	$\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{s}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	Třída G3, ulehlá		-	79.93	21.00	-	-
2	Třída G5		-	4.02	19.50	-	-
3	R2		-	244.00	22.50	-	-

### Parametre zemín pre výpočet modulu reakcie podložia

Číslo	Názov	Vzorka	Typ zeminy	$n_h$ [-]
1	Třída G3, ulehlá		nesúdržná	0.50
2	Třída G5		nesúdržná	0.50
3	R2		súdržná	-

### Parametre zemín

#### Třída G3, ulehlá

Objemová tiaž :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 38,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,25$   
 Modul pretvárnosti :  $E_{def} = 79,93 \text{ MPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
 Typ zeminy : nesúdržná  
 Modul horiz. stlačiteľnosti :  $n_h = 0,50 \text{ MN/m}^3$

Poissonovo číslo :  
 Modul pretvárnosti :  
 Obj. tiaž sat.zeminy :  
 Typ zeminy :  
 Modul horiz. stlačiteľnosti :  
**R2**

$\nu = 0,30$   
 $E_{def} = 4,02 \text{ MPa}$   
 $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$   
 nesúdržná  
 $n_h = 0,50 \text{ MN/m}^3$

#### Třída G5

Objemová tiaž :  $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$

Objemová tiaž :  
 Uhol vnútorného trenia :  
 Súdržnosť zeminy :  
 Poissonovo číslo :  
 Modul pretvárnosti :  
 Obj. tiaž sat.zeminy :  
 Typ zeminy :

$\gamma = 22,50 \text{ kN/m}^3$   
 $\varphi_{ef} = 27,00^\circ$   
 $c_{ef} = 26,00 \text{ kPa}$   
 $\nu = 0,40$   
 $E_{def} = 244,00 \text{ MPa}$   
 $\gamma_{sat} = 22,50 \text{ kN/m}^3$   
 súdržná

### Geometria konštrukcie

#### Geometria pilóty

Profil pilóty: kruhová

#### Rozmery

Priemer  $d = 1.20 \text{ m}$

Dĺžka  $l = 6.00 \text{ m}$

#### Umiestnenie

Vysadenie  $h = 0.10 \text{ m}$

Hĺbka upraveného terénu  $h_z = 0.00 \text{ m}$

Redukcia odporu na päte  $= 0.80$

Redukcia odporu na plášti  $= 0.60$

Modul reakcie podložia uvažovaný podľa ČSN 73 1004.

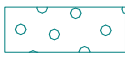
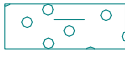

### Materiál konštrukcie


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

Betón : C 30/37

Oceľ pozdĺžna : B500

### Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	4.00	Třída G3, ulehlá	
2	1.20	Třída G5	
3	10.40	R2	

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
4	-	R2	

#### Zaťaženie

Číslo	Zaťaženie		Názov	Typ	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]
	nové	zmena							
1	ÁNO		Zaťaženie č. 1	Výpočtové	622.53	0.00	0.00	111.26	0.00

#### Hladina podzemnej vody

Hladina podzemnej vody je v hĺbke 2.04 m od pôvodného terénu.

#### Nastavenie výpočtu

Výpočet podľa teórie medzných stavov s redukciou vstupných parametrov zemín.

Súčiniteľ redukcie uhla vnútorného trenia  $\gamma_{m\phi} = 1.10$

Súčiniteľ redukcie súdržnosti  $\gamma_{mc} = 1.40$

#### Posúdenie čí. 1

##### Posúdenie zvislej únosnosti pilóty podľa teórie MS - medzivýsledky

Výpočet únosnosti v päte:

Súčiniteľ únosnosti  $N_c = 14.18$

Súčiniteľ únosnosti  $N_d = 5.96$

Súčiniteľ únosnosti  $N_b = 2.60$

Súčiniteľ únosnosti  $K_1 = 1.10$

Výpočtová únosnosť na päte pilóty  $R_d = 905.63 \text{ kPa}$

Plocha priečného rezu pilóty  $A_s = 1.131\text{E}+00 \text{ m}^2$

Únosnosť na plášti pilóty:

Skrátenie účinnej dĺžky pilóty  $L_p [\text{m}] = 0.99 \text{ m}$

Hĺbka [m]	Mocnosť [m]	$\phi_d$ [°]	cd [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma R_2$ [-]	fs [kPa]	Ufdi [kN]
1.00	1.00	27.14	0.00	21.00	1.30	3.43	12.93
2.00	1.00	27.14	0.00	21.00	1.20	10.29	38.80
2.04	0.04	27.14	0.00	21.00	1.10	13.86	2.09
3.00	0.96	27.14	0.00	11.00	1.10	15.72	56.91
4.00	1.00	27.14	0.00	11.00	1.00	19.25	72.56
4.91	0.91	21.43	3.00	9.50	1.00	20.50	70.61

##### Posúdenie zvislej únosnosti pilóty podľa teórie MS - výsledky

Vypočítané s automatickým výberom najnepriaznivejších zaťažovacích stavov.

Súčiniteľ vplyvu technológie  $\gamma_{maR1} = 1.50$

Únosnosť pilóty na plášti  $U_{fd} = 253.90 \text{ kN}$

Únosnosť pilóty v päte  $U_{bd} = 1126.66 \text{ kN}$

Únosnosť pilóty  $U_{vd} = 1380.56 \text{ kN}$

Extrémna zvislá sila  $V_d = 622.53 \text{ kN}$

$$U_{vd} = 1380.56 \text{ kN} > 622.53 \text{ kN} = V_d$$

**Zvislá únosnosť plávajúcej pilóty VYHOVUJE**

### Posúdenie čís. 1

#### Vstupné dáta pre výpočet vodorovnej únosnosti pilóty

Vypočítané s automatickým výberom najnepriaznivejších zaťažovacích stavov.

Vodorovná únosnosť posúdená v smere maximálneho účinku zaťaženia.

#### Priebeh vnútorných síl a deformácie pilóty

Priebeh deformácií a vnútorných síl po pilóte - maximálne hodnoty:

Vzdial. [m]	Modul k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformácia [mm]	Pootoč. [mRad]	Napätie [kPa]	Pos.sila [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	77.52	14.05	3.23	111.26	0.00
0.10	0.00	76.12	14.05	4.44	110.88	11.07
0.10	0.00	76.12	14.05	4.44	110.88	11.07
0.30	0.08	73.31	14.05	6.87	110.13	33.21
0.60	0.21	69.10	14.04	14.40	106.39	65.68
0.90	0.33	64.88	14.03	21.63	99.86	96.61
1.20	0.46	60.68	14.02	27.81	90.91	125.21
1.50	0.58	56.47	14.01	32.94	79.93	150.81
1.80	0.71	52.27	14.00	37.02	67.29	172.87
2.10	0.83	48.07	13.98	40.06	53.37	190.94
2.40	0.96	43.88	13.96	42.05	38.54	204.69
2.70	1.08	39.69	13.94	43.00	23.19	213.92
3.00	1.21	35.51	13.92	42.91	7.67	218.50
3.30	1.33	31.34	13.90	41.79	7.62	218.46
3.60	1.46	27.17	13.88	39.62	22.32	213.92
3.90	1.58	23.01	13.86	36.43	36.06	205.11
4.10	1.67	20.24	13.85	33.61	44.32	196.61
4.10	1.67	20.24	13.85	33.61	44.32	196.61
4.20	1.71	18.85	13.84	32.21	48.46	192.37
4.50	1.83	14.70	13.83	26.95	59.15	176.16
4.80	1.96	10.56	13.81	20.67	67.77	157.05
5.10	2.08	6.41	13.80	227.16	73.94	135.72
5.30	2.17	3.65	13.79	230.72	145.69	108.46
5.30	135.56	3.65	13.79	230.72	145.69	108.46
5.40	135.56	2.28	13.79	232.50	181.57	94.83
5.70	135.56	1.86	13.78	252.20	191.68	33.80
6.00	135.56	6.00	13.78	812.68	0.00	0.00

Priebeh deformácií a vnútorných síl po pilóte - minimálne hodnoty:

Vzdial. [m]	Modul k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformácia [mm]	Pootoč. [mRad]	Napätie [kPa]	Pos.sila [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-77.52	-14.05	-3.23	-111.26	-0.00
0.10	0.00	-76.12	-14.05	-4.44	-110.88	-11.07
0.10	0.00	-76.12	-14.05	-4.44	-110.88	-11.07
0.30	0.08	-73.31	-14.05	-6.87	-110.13	-33.21
0.60	0.21	-69.10	-14.04	-14.40	-106.39	-65.68
0.90	0.33	-64.88	-14.03	-21.63	-99.86	-96.61
1.20	0.46	-60.68	-14.02	-27.81	-90.91	-125.21

Vzdial. [m]	Modul k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformácia [mm]	Pootoč. [mRad]	Napätie [kPa]	Pos.sila [kN]	Moment [kNm]
1.50	0.58	-56.47	-14.01	-32.94	-79.93	-150.81
1.80	0.71	-52.27	-14.00	-37.02	-67.29	-172.87
2.10	0.83	-48.07	-13.98	-40.06	-53.37	-190.94
2.40	0.96	-43.88	-13.96	-42.05	-38.54	-204.69
2.70	1.08	-39.69	-13.94	-43.00	-23.19	-213.92
3.00	1.21	-35.51	-13.92	-42.91	-7.67	-218.50
3.30	1.33	-31.34	-13.90	-41.79	-7.62	-218.46
3.60	1.46	-27.17	-13.88	-39.62	-22.32	-213.92
3.90	1.58	-23.01	-13.86	-36.43	-36.06	-205.11
4.10	1.67	-20.24	-13.85	-33.61	-44.32	-196.61
4.10	1.67	-20.24	-13.85	-33.61	-44.32	-196.61
4.20	1.71	-18.85	-13.84	-32.21	-48.46	-192.37
4.50	1.83	-14.70	-13.83	-26.95	-59.15	-176.16
4.80	1.96	-10.56	-13.81	-20.67	-67.77	-157.05
5.10	2.08	-6.41	-13.80	-227.16	-73.94	-135.72
5.30	2.17	-3.65	-13.79	-230.72	-145.69	-108.46
5.30	135.56	-3.65	-13.79	-230.72	-145.69	-108.46
5.40	135.56	-2.28	-13.79	-232.50	-181.57	-94.83
5.70	135.56	-1.86	-13.78	-252.20	-191.68	-33.80
6.00	135.56	-6.00	-13.78	-812.68	-0.00	-0.00

#### Maximálne vnútorné sily a deformácie:

Max.deformácia pilóty = 77.5 mm

Max.posúvajúca sila = 191.68 kN

Maximálny moment = 218.50 kNm

#### Dimenzácia výstuže:

Vystuženie - 12 ks profil 20.0 mm; krytie 70.0 mm

Stupeň vystuženia  $\rho = 0.167 \% > 0.151 \% = \rho_{\min}$

Zaťaženie :  $N_{Ed} = -622.53$  kN (tlak) ;  $M_{Ed} = 218.50$  kNm

Únosnosť :  $N_{Rd} = -8064.64$  kN;  $M_{Rd} = 2830.89$  kNm

**Navrhnutá výstuž pilóty VYHOVUJE**

### 7.3 Krídlo

Gravitačné krídlo bolo posudzované na 1m šírky krídla. Konštrukcia bude z betónu C30/37. Predpokladá sa, že krídlo, obdobne ako opora, bude uložená na vrstve podkladového betónu C16/20. Zásypový materiál za rubom líca bude zo zeminy triedy G1, zhutnenej na úroveň potrebnú pre vedenie železničnej trate podľa [26]. Zásypový materiál z lícnej strany bude zo zeminy typu G3, zhutnenej na min.  $I_D > 0,7$ .

#### Materiál konštrukcie

Objemová tiaž  $\gamma = 23.00$  kN/m<sup>3</sup>

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

Betón : C 30/37

Oceľ pozdĺžna : B500

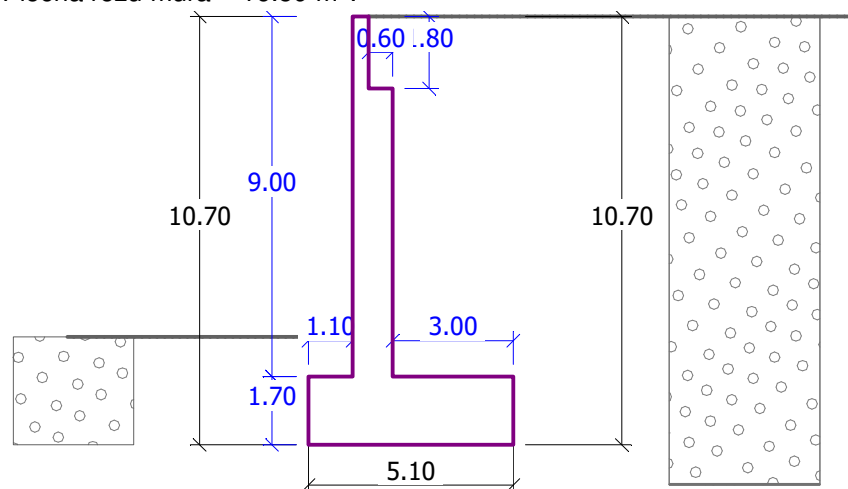
#### Geometria konštrukcie

Číslo	Poradnica X [m]	Hĺbka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	1.80

Číslo	Poradnica X [m]	Hĺbka Z [m]
3	0.60	1.80
4	0.60	9.00
5	3.60	9.00
6	3.60	10.70
7	-1.50	10.70
8	-1.50	9.00
9	-0.40	9.00
10	-0.40	0.00

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

Plocha rezu múra = 16.59 m<sup>2</sup>.

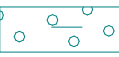


#### Základné parametre zemín

Číslo	Názov	Vzorka	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Trieda G1, stredne uhlá		38.50	0.00	21.00	11.00	15.00
2	Trieda G3, stredne uhlá		35.50	0.00	19.00	11.00	15.00
3	Trieda G5		30.00	6.00	19.50	9.50	15.00
4	R2		27.00	26.00	23.00	13.00	9.00

#### Parametre zemín pre výpočet tlaku v kľude

Číslo	Názov	Vzorka	Typ výpočtu	$\varphi$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Trieda G1, stredne uhlá		nesúdržná	38.50	-	-	-
2	Trieda G3, stredne uhlá		nesúdržná	35.50	-	-	-
3	Trieda G5		nesúdržná	30.00	-	-	-

Číslo	Názov	Vzorka	Typ výpočtu	$\varphi$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
4	R2		súdržná	-	0.30	-	-

#### Parametre zemín

##### Trieda G1, stredne uhlá

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 :  $\delta = 15,00^\circ$   
 Zemina : nesúdržná  
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Objemová tiaž :  $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$   
 Napätosť : efektívny  
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$   
 Trecí uhol konštr.-zemina :  $\delta = 15,00^\circ$   
 Zemina : nesúdržná  
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$






##### Trieda G3, stredne uhlá

Objemová tiaž :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Napätosť : efektívny  
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 35,50^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Trecí uhol konštr.-zemina :  $\delta = 15,00^\circ$   
 Zemina : nesúdržná  
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

**R2**  
 Objemová tiaž :  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$   
 Napätosť : efektívny  
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 27,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 26,00 \text{ kPa}$   
 Trecí uhol konštr.-zemina :  $\delta = 9,00^\circ$   
 Zemina : súdržná  
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$

##### Trieda G5

#### Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	11.67	Trieda G1, stredne uhlá	
2	4.00	Trieda G3, stredne uhlá	
3	1.20	Trieda G5	
4	10.40	R2	
5	-	R2	

#### Tvar terénu

Terén za konštrukciou je rovný.

#### Vplyv vody

Hladina podzemnej vody za konštrukciou je v hĺbke 13.82 m

Hladina podzemnej vody pred konštrukciou je v hĺbke 13.82 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: kludový

Zemina na líci konštrukcie - Trieda G3, stredne uhlá

Výška zeminy pred múrom  $h = 2.70 \text{ m}$

Terén pred konštrukciou je rovný.

#### Nastavenie výpočtu

Výpočet aktívneho tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasívneho tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Norma výpočtu bet. konštrukcií - EN 1992 1-1 (EC2)

Výpočet podľa teórie medzných stavov s redukciami vstupných parametrov zemín.

Súčiniteľ redukcie uhla vnútorného trenia  $\gamma_{m\phi} = 1.10$

Súčiniteľ redukcie súdržnosti  $\gamma_{mc} = 1.40$

Súčiniteľ redukcie Poissonovho čísla  $\gamma_{mv} = 0.90$

Súčiniteľ redukcie objemovej tiaže za konštrukciou  $\gamma_{m\gamma} = 1.00$

Súčiniteľ redukcie objemovej tiaže pred konštrukciou  $\gamma_{m\gamma} = 1.00$

Súčiniteľ celkovej stability konštrukcie  $\gamma_s = 0.90$

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

## Posúdenie čís. 1

### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{vod}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{svis}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-3.17	381.57	2.08	1.000
Odpor na líci	-32.27	-0.90	0.03	0.55	1.000
Tiaž.- zemný klin	0.00	-3.77	195.93	3.10	1.000
Tiaž.- zemný klin	0.00	-9.31	7.84	1.70	1.350
Aktívny tlak	313.72	-3.63	410.13	3.84	1.500
Tlak vody	0.00	-10.70	0.00	1.50	1.300

### Posúdenie celého múra

#### Posúdenie na preklopenie

Moment vzdorujúci  $M_{vzd} = 3404.58$  kNm/m

Moment klopiaci  $M_{kl} = 1680.13$  kNm/m

#### Múr na preklopenie VYHOVUJE

#### Posúdenie na posunutie

Vodor. sila vzdorujúca  $H_{vzd} = 758.30$  kN/m

Vodor. sila posúvajúca  $H_{pos} = 438.31$  kN/m

#### Múr na posunutie VYHOVUJE

#### Sily pôsobiace v strede základovej škáry

Celkový moment  $M = 965.66$  kNm/m

Normálová sila  $N = 1203.29$  kN/m

Šmyková sila  $Q = 438.31$  kN/m

#### Celkové posúdenie - MÚR VYHOVUJE

## Únosnosť základovej pôdy

### Sily pôsobiace v strede základovej škáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. sila [kN/m]	Pos. sila [kN/m]	Excentricita [m]	Napätie [kPa]
1	965.66	1203.29	438.31	0.80	344.29

### Posúdenie únosnosti základovej pôdy

#### Posúdenie excentricity

Max. excentricita normálovej sily  $e = 802.5$  mm

Maximálna dovolená excentricita  $e_{dov} = 1683.0$  mm

#### Excentricita normálovej sily VYHOVUJE

$$\begin{aligned}
 tg\theta &= H/V = 0,364 & \theta &= 20,018 < 30 \\
 c_d' &= c_k \cdot \gamma_c = 0,000 \text{ kPa} & e_B &= 0,7950 \text{ m} \\
 \phi_d &= \phi_k \cdot \gamma_\phi = 35,500^\circ & e_L &= 0,0000 \text{ m} \\
 N_q &= e^{\pi \cdot tg\phi_d} \cdot tg^2(45 + \phi_d/2) = 35,443 & B' &= B - 2 \cdot e_B = 3,510 \text{ m}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 N_c &= (N_q - 1) \cdot \cot \phi_d = & \mathbf{48,287} & L' = L - 2 \cdot e_L = & \mathbf{1,000 \text{ m}} \\
 N_\gamma &= 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \phi_d = & \mathbf{36,852} & A' &= B' \cdot L' = & \mathbf{3,510 \text{ m}^2} \\
 \text{Súčinitele tvaru základu:} & & & \text{Súčinitele hĺbky založenia:} & & \\
 s_c &= 1 + 0,2 \cdot B' / L' = & \mathbf{1,702} & d_c &= 1 + 0,1 \cdot (D / B')^{0,5} = & \mathbf{1,075} \\
 s_q &= 1 + B' / L' \cdot \sin \phi_d = & \mathbf{3,038} & d_q &= 1 + 0,1 \cdot (D / B' \cdot \sin 2 \phi_d)^{0,5} = & \mathbf{1,058} \\
 s_\gamma &= 1 - 0,3 \cdot B' / L' = & \mathbf{-0,053} & d_\gamma &= & \mathbf{1,000} \\
 \text{Súčinitele šikmosti zaťaženia:} & & & \text{Súčinitele šikmosti terénu:} & & \\
 i_c = i_q = i_\gamma &= (1 - \tan \theta)^2 = & \mathbf{0,404} & j_q = j_\gamma &= (1 - \tan \beta)^2 = & \mathbf{1,000} \\
 & & & j_c &= j_q - (1 - j_q) / (N_c \cdot \tan \phi_d) = & \mathbf{1,000}
 \end{aligned}$$

#### Posúdenie únosnosti:

$$R_d = (c_d' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot j_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot j_q + \gamma' \cdot B' / 2 \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot j_\gamma) / \gamma_R = \mathbf{1237,913 \text{ kPa}}$$

#### Posúdenie únosnosti základovej škáry

Max. napätie v základovej škáre  $\sigma = 344.29 \text{ kPa}$

Únosnosť základovej pôdy  $R_d = 1239.91 \text{ kPa}$

**Únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE**

**Celkové posúdenie - únosnosť základovej pôdy VYHOVUJE**

## Dimenzovanie čís. 1

### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-4.01	182.13	0.47	1.350
Odpor na líci	-4.42	-0.33	0.00	0.00	1.000
Tiaž.- zemný klin	0.00	-8.10	22.68	0.70	1.000
Tlak v kľude	362.57	-3.00	0.00	1.00	1.500
Tlak vody	0.00	-9.00	0.00	1.00	1.300

#### Posúdenie drieku múra

Vystuženie a rozmery prierezu

Profil vložky = 25.0 mm

Počet vložiek = 10

Krytie výstuže = 70.0 mm

Šírka prierezu = 1.00 m

Výška prierezu = 1.00 m

Stupeň vystuženia  $\rho = 0.52 \% > 0.15 \% = \rho_{\text{min}}$

Moment na medzi únosnosti  $M_{Rd} = 1886.97 \text{ kNm} > 1632.06 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Prierez VYHOVUJE.**

## Dimenzovanie čís. 2

### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-3.17	381.57	2.08	1.000
Odpor na líci	-32.27	-0.90	0.03	0.55	1.000
Tiaž.- zemný klin	0.00	-3.77	195.93	3.10	1.350
Tiaž.- zemný klin	0.00	-9.31	7.84	1.70	1.350
Aktívny tlak	313.72	-3.63	410.13	3.84	1.500
Tlak vody	0.00	-10.70	0.00	1.50	1.300

#### Posúdenie predného výstupku múra

Hrúbka základu je väčšia ako vyloženie predného výstupku múra, výstuž nieje nutná.

### Dimenzovanie čís. 3

#### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-0.85	117.30	3.60	1.000
Tiaž.- zemný klin	0.00	-3.77	195.93	3.10	1.350
Aktívny tlak	313.72	-3.63	410.13	3.84	1.500
Kontaktní napätí	0.00	0.00	-473.89	3.34	1.000

#### Posouzení zadního výstupku zdi

Horní výstuž není nutná, průřez vyhovuje.

### Dimenzovanie čís. 4

#### Spočítané sily pôsobiace na konštrukciu

Názov	$F_{\text{vod}}$ [kN/m]	Pôsobisko Z [m]	$F_{\text{svis}}$ [kN/m]	Pôsobisko X [m]	Výpočtový koeficient
Tiaž.- múr	0.00	-0.90	16.56	0.20	1.350
Tlak v klúde	14.51	-0.60	0.00	0.40	1.500
Tlak vody	0.00	-1.80	0.00	0.40	1.500

#### Posúdenie múra v pracovnej škále 1.80 m od koruny múra

Vystuženie a rozmery prierezu

Profil vložky = 12.0 mm

Počet vložiek = 5

Krytie výstuže = 70.0 mm

Šírka prierezu = 1.00 m

Výška prierezu = 0.40 m

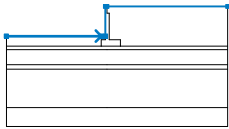
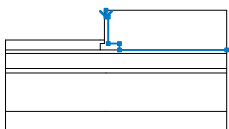
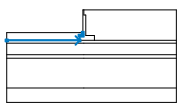
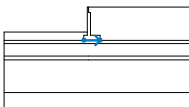
Stupeň vystuženia  $\rho = 0.16 \% > 0.15 \% = \rho_{\text{min}}$

Moment na medzi únosnosti  $M_{\text{Rd}} = 83.07 \text{ kNm} > 13.06 \text{ kNm} = M_{\text{Ed}}$

**Prierez VYHOVUJE.**

### Výpočet stability svahu

#### Rozhranie

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-26,75	-8,00	-1,50	-8,00	-0,40	-8,00
		-0,40	0,00	0,00	0,00	32,10	0,00
2		0,00	0,00	0,00	-1,80	0,60	-1,80
		0,60	-9,00	3,60	-9,00	3,60	-10,70
		32,10	-10,70				
3		-26,75	-10,70	-1,50	-10,70	-1,50	-9,00
		-0,40	-9,00	-0,40	-8,00		
4		-1,50	-10,70	3,60	-10,70		

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
5		-26,75	-11,67	0,00	-11,67	32,10	-11,67
6		-26,75	-15,67	0,00	-15,67	32,10	-15,67
7		-26,75	-16,87	0,00	-16,87	32,10	-16,87
8		-26,75	-27,27	0,00	-27,27	32,10	-27,27

#### Parametre zemín - efektívna napätosť

Číslo	Názov	Vzorka	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Trieda G1, stredne ulehlá		38,50	0,00	21,00
2	Trieda G3, stredne ulehlá		35,50	0,00	19,00
3	Trieda G5		30,00	6,00	19,50
4	R2		27,00	26,00	23,00

#### Parametre zemín - vztlak

Číslo	Názov	Vzorka	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	Trieda G1, stredne ulehlá		21,00		
2	Trieda G3, stredne ulehlá		21,00		
3	Trieda G5		19,50		
4	R2		23,00		

#### Parametre zemín

##### Trieda G1, stredne ulehlá

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

Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 38,50^\circ$

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

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

##### Trieda G3, stredne ulehlá

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

Uhol vnútorného trenia :

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

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

##### Trieda G5

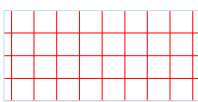
Objemová tiaž :  $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$

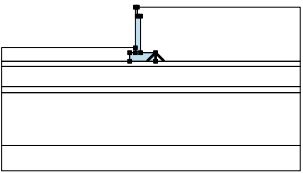
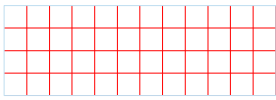
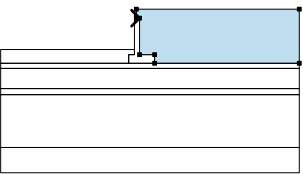
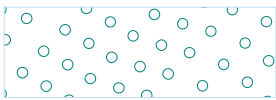
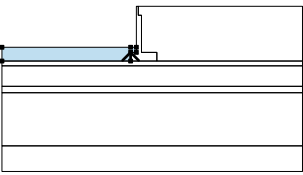
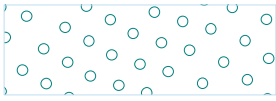
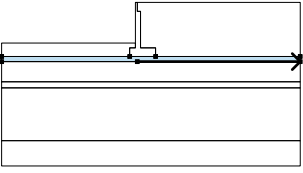
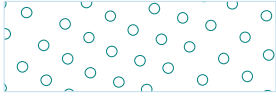
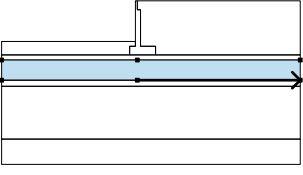
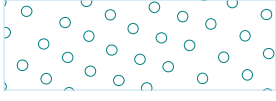
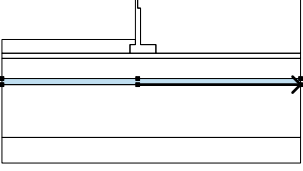

Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$

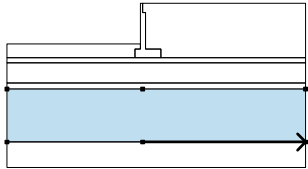
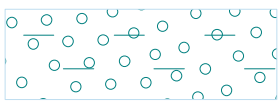
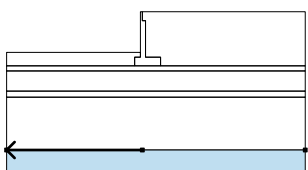
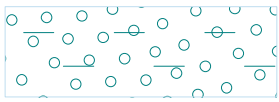
Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 19,50 \text{ kN/m}^3$  Súdržnosť zeminy :  $c_{\text{ef}} = 26,00 \text{ kPa}$   
**R2** Objemová tiaž :  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$  Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 23,00 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{\text{ef}} = 27,00^\circ$

### Tuhé telesá

Číslo	Názov	Vzorka	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Tuhé těleso		23,00

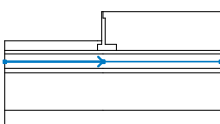
### Priradenie a plochy

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
1		3,60	-10,70	3,60	-9,00	Tuhé těleso 
		0,60	-9,00	0,60	-1,80	
		0,00	-1,80	0,00	0,00	
		-0,40	0,00	-0,40	-8,00	
		-0,40	-9,00	-1,50	-9,00	
		-1,50	-10,70			
2		0,00	-1,80	0,60	-1,80	Třída G1, středně ulehlá 
		0,60	-9,00	3,60	-9,00	
		3,60	-10,70	32,10	-10,70	
		32,10	0,00	0,00	0,00	
3		-1,50	-10,70	-1,50	-9,00	Třída G3, středně ulehlá 
		-0,40	-9,00	-0,40	-8,00	
		-1,50	-8,00	-26,75	-8,00	
		-26,75	-10,70			
4		0,00	-11,67	32,10	-11,67	Třída G1, středně ulehlá 
		32,10	-10,70	3,60	-10,70	
		-1,50	-10,70	-26,75	-10,70	
		-26,75	-11,67			
5		0,00	-15,67	32,10	-15,67	Třída G3, středně ulehlá 
		32,10	-11,67	0,00	-11,67	
		-26,75	-11,67	-26,75	-15,67	
6		0,00	-16,87	32,10	-16,87	Třída G5 
		32,10	-15,67	0,00	-15,67	
		-26,75	-15,67	-26,75	-16,87	

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
7		0,00	-27,27	32,10	-27,27	R2 
		32,10	-16,87	0,00	-16,87	
		-26,75	-16,87	-26,75	-27,27	
8		0,00	-27,27	-26,75	-27,27	R2 
		-26,75	-32,27	32,10	-32,27	
		32,10	-27,27			

### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umiestnenie HPV	Súradnice bodov HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-26,75	-13,82	0,00	-13,82	0,05	-13,82
		32,10	-13,82				

### Nastavenie výpočtu

Nastavenie výpočtu : Slovensko

Typ výpočtu : Stupeň bezpečnosti

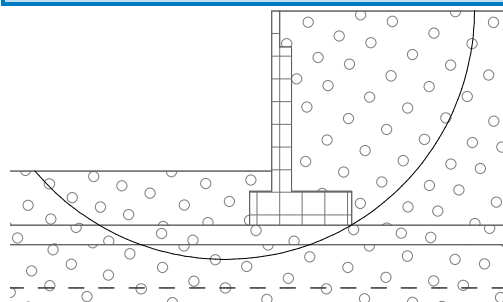
Stupeň bezpečnosti : 1,50

## Výsledky (Fáze budování 1)

### Výpočet 1

#### Kruhová šmyková plocha

Parametre šmykovej plochy					
Stred :	x =	-2,71 [m]	Uhly :	$\alpha_1 =$	-49,76 [°]
	z =	0,04 [m]		$\alpha_2 =$	89,82 [°]
Polomer :	R =	12,44 [m]			
Šmyková plocha po optimalizácii.					



### Posúdenie stability svahu (Fellenius / Petterson)

Sumácia aktívnych síl :  $F_a = 886,43$  kN/m

Sumácia pasívnych síl :  $F_p = 1740,09$  kN/m

Moment zosúvajúci :  $M_a = 11030,63$  kNm/m

Moment vzdorujúci :  $M_p = 21653,49$  kNm/m

Stupeň bezpečnosti = 1,96 > 1,50

**Stabilita svahu VYHOVUJE**

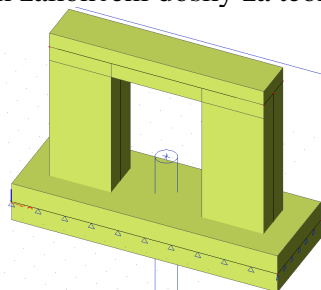
## 7.4 Medzil'ahlé piliere

### 7.4.1 Výpočtový model

Konštrukcia piliera bola pre globálnu analýzu modelovaná v programovom prostredí CAD systému SCIA Engineer ako priestorová sústava dosiek a prútov. Úložný prah bol vymodelovaný ako prútový prvok s rozmermi prierezu 1500x1000mm. Stĺpy boli vymodelované ako prútové prvky prierezu 3000x2000mm. Základová doska bola modelovaná ako plošný prvok, ktorá bola modelovaná na pružnom podloží modelom SOILIN. Výpočtový model piliera je znázornený na obr. 16. Jednotlivé zaťaženia sú stanovené v súlade STN EN 1991.

Okrem vlastnej tiaže boli na úložnom prahu v miestach ložísk namodelované zaťaženia rozhodujúcich alternatív reakcií od nosných konštrukcií uložených na úložnom prahu. Tieto polohy zohľadňujú možné polohy pohyblivého zaťaženia, ako aj stavy, že na úložnom prahu leží iba jedna z nosných konštrukcií (počas montáže, opravy...).

Vnútorne sily pôsobiace na pilier sú získané riešením doskového modelu s pozdĺžnymi rebrami s uvažovaním aj konzolových zakončení dosky za teoretické osi uloženia.



obr. 16 Výpočtový model piliera

### 7.4.2 Zaťaženie pilierov

#### 7.4.2.1 Zaťaženie od nosnej konštrukcie

tab. 25 Reakcie z nosnej konštrukcie

Zaťažovací stav		$R_{xk}$	$R_{yk}$	$R_{zk}$	$\gamma_F$	$\delta$	$\alpha$	$f$	$\psi_0$	$R_{xd}$	$R_{yd}$	$R_{zd}$
		[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]
$g_1$	vl. tiaž konštrukcie (generovaná)	60,74	2,10	1518,51	1,35	-	-	-	-	82,00	2,84	2049,99
$g_2$	tiaž dobetónovania rímsy		15,61	636,55	1,35	-	-	-	-	0,00	21,07	859,34
	tiaž kompozitu		0,07	9,84	1,35	-	-	-	-	0,00	0,09	13,28
	tiaž zábradlia		0,77	24,73	1,35	-	-	-	-	0,00	1,04	33,39
	tiaž izolácie		0,10	165,59	1,35	-	-	-	-	0,00	0,14	223,55
	tiaž štrkového lôžka		0,88	1517,19	1,35	-	-	-	-	0,00	1,19	2048,21
	tiaž zvršku		1,42	94,17	1,35	-	-	-	-	0,00	1,92	127,13
	pokles podpier		2,08	109,30	1,35	-	-	-	-	0,00	2,81	147,56
	trakcia		0,59	26,81	1,35	-	-	-	-	0,00	0,80	36,19
$\Sigma g_2$		103,37	21,52	2584,18						0,00	29,05	3488,64
$q$	zvislé účinky LM71	35,21	10,46	880,21	1,45	1,15	1,21	-	-	71,04	21,10	1775,98
	odstredivá sila LM71	3,96	113,65	99,12	1,45	-	1,21	0,817	-	5,68	162,91	142,08
	brzdne a rozjzdové sily LM71	2,77	0,04	69,35	1,45	-	1,21	-	-	4,87	0,07	121,67
	zvislé účinky SW/0	13,12	7,34	328,07	1,45	1,15	1,21	-	-	26,48	14,81	661,94
	odstredivá sila SW/0	1,80	57,43	45,01	1,45	-	1,21	0,817	-	2,58	82,32	64,52
	brzdne a rozjzdové sily SW/0	1,28	1,47	32,04	1,45	-	1,21	-	-	2,25	2,58	56,21
	bočné rázy	0,02	0,90	0,45	1,45	-	1,21	-	-	0,03	1,58	0,79
	zvislé účinky SW/2	37,17	12,65	929,33	1,20	1,15	-	-	-	51,30	17,46	1282,48
	odstredivá sila SW/2	1,39	42,38	34,69	1,20	-	-	1	-	1,67	50,86	41,63
	brzdne a rozjzdové sily SW/2	2,20	1,14	55,03	1,20	-	-	-	-	2,64	1,37	66,04
	bočné rázy	0,02	0,90	0,45	1,20	-	-	-	-	0,02	1,08	0,54
	revízna lávka	2,04	0,43	51,02	1,50	-	-	-	0,8	2,45	0,52	61,22
$\Sigma q$												
$w$	vietor na mostovku	4,00	214,49	100,09	1,50	-	-	-	0,75	4,50	241,30	112,60
	vietor na pás pohyblivého zaťaženia	5,84	165,55	145,98	1,50	-	-	-	0,75	6,57	186,24	164,23
	$\Sigma w$		380,04	246,07	3,00					11,07	427,55	276,83

### 7.4.2.2 Vietor na pilier

Uvažovali sme len zaťaženie naprieč mostom. Pozdĺžny vietor nie je uvažovaný. Uvažujeme zaťaženie podľa STN EN 1991-4. Mostný objekt sa nachádza s fundamentálnou hodnotou základnej rýchlosti vetra  $v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$ . Ide o most nad rovinatým územím, preto bezpečne uvažujeme kategóriu terénu II.

Z tabuľky NB2 v STN EN 1991-4/NA dostávame tieto hodnoty špičkového tlaku vetra:

Mostovka:	$q_p(10,0) = 0,9938 \text{ kN/m}^2$	pre priemernú výšku mostovky nad terénom cca 10,0m
Vlak:	$q_p(14,0) = 1,0712 \text{ kN/m}^2$	pre výšku 14m nad terénom. Pás pohyblivého zaťaženia výšky 4m nad temenom koľajnice.

### 7.4.2.3 Vietor na mostovku a pás pohyblivého zaťaženia

Vietor na pilier  $q_p(6) = 0,8509 \text{ kN/m}^2$

**Zaťaženie prahu:**

priečne na most:	$b/d = 1,5/2 = 0,75$	$\rightarrow c_{fx} = 2,4$
rovnobežne s mostom:	$b/d = 1,5/10,4 = 0,144$	$\rightarrow c_{fx} = 2,0$
$w_{k1} = h \cdot c_{fx} \cdot q_p(6) = 1,5 \cdot 2,4 \cdot 0,8509 = 3,063 \text{ kN/m}$		
$w_{k2} = h \cdot c_{fx} \cdot q_p(6) = 1,5 \cdot 2,0 \cdot 0,8509 = 2,553 \text{ kN/m}$		

**Zaťaženie drieku:**

priečne na most:	$b/d = 4,5/2 = 2,25$	$\rightarrow c_{fx} = 1,5$
rovnobežne s mostom:	$b/d = 4,5/3 = 1,5$	$\rightarrow c_{fx} = 1,8$
$w_{k1} = h \cdot c_{fx} \cdot q_p(6) = 2,0 \cdot 1,5 \cdot 0,8509 = 2,553 \text{ kN/m}$		
$w_{k2} = h \cdot c_{fx} \cdot q_p(6) = 3,0 \cdot 1,8 \cdot 0,8509 = 4,595 \text{ kN/m}$		

### 7.4.2.4 Náraz vozidla do piliera

Ide o mimoriadne zaťaženie ktoré je potrebné uvažovať v mimoriadnej kombinácii.

Premosťovaná komunikácia je zatriedená ako miestna komunikácia. Na základe týchto skutočností je potrebné uvažovať nasledovné zaťaženie od nárazu vozidla:

**Náraz čelný:**

$F_{dx} = 500 \text{ kN}$	$F_{dy} = 250 \text{ kN}$
---------------------------	---------------------------

**Náraz bočný:**

$F_{dx} = 250 \text{ kN}$	$F_{dy} = 500 \text{ kN}$
---------------------------	---------------------------

Nárazová sila sa uvažuje vo výške 1,0m nad úrovňou terénu. Uvažovaná plocha pôsobiacej sily je  $a = 0,5 \text{ m}$  (výška) a  $b = 1,5 \text{ m}$  (šírka).

Zaťaženie je uvažované s dynamickým súčiniteľom  $\gamma_F = 1,4$ .

## 7.4.3 Posúdenie úložného prahu

### 7.4.3.1 Posúdenie na ohyb – pozdĺžna výstuž v mieste pod ložiskom

**Prierez:**  $\text{š.} = 1000 \text{ mm}$ ,  $\text{hr.} = 1500 \text{ mm}$

**Návrh:**  $2 \times 9\phi 32 \text{ mm/m}$ ,  $\text{á} 110 \text{ mm} - \text{C30/37}$

$c_{nom} =$	<b>50,00 mm</b>	$d = h - d_1 =$	<b>1,41 m</b>
$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi =$	<b>66,00 mm</b>		

**Kontrola vystuženia:**

$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) =$  **0,002126 m<sup>2</sup>**

$A_{s1} > A_{s,min}$  **Návrh vyhovuje**

$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c =$  **0,6 m<sup>2</sup>**

$A_{s1} \leq A_{s1,max}$  **Návrh vyhovuje**

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm}) =$  **48 mm**

$b_n < b$  **Výstuž v dvoch radoch**

$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s =$  **1,492 m**

**Posúdenie prierezu:**

$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) =$	<b>0,370 m</b>	
$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) =$	<b>0,696 m</b>	$x_B < x_{B,lim}$ <b>Návrh vyhovuje</b>
$z = d - 0,5 \cdot x_B =$	<b>1,225 m</b>	$M_{Ed} =$ <b>6840,83</b>
$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z =$	<b>7709,527 kNm</b>	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$ <b>Návrh vyhovuje</b>

**7.4.3.2 Posúdenie na ohyb – pozdĺžna výstuž v mieste medzi drielkami**
**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 1500mm

**Návrh:** 3x9φ 32mm/m, á110mm –C30/37

$c_{nom} =$	<b>50,00 mm</b>	$d = h - d_1 =$	<b>1,354 m</b>
$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi =$	<b>66,00 mm</b>		

**Kontrola vystuženia:**

$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) =$	<b>0,002042 m<sup>2</sup></b>	$A_{s1} > A_{s,min}$ <b>Návrh vyhovuje</b>
$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c =$	<b>0,6 m<sup>2</sup></b>	$A_{s1} \leq A_{s1,max}$ <b>Návrh vyhovuje</b>

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20mm; d_g + 5mm) =$	<b>48 mm</b>	$b_n < b$ <b>Výstuž v troch radoch</b>
$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s =$	<b>2,212 m</b>	

**Posúdenie prierezu:**

$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) =$	<b>0,555 m</b>	
$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) =$	<b>0,668 m</b>	$x_B < x_{B,lim}$ <b>Návrh vyhovuje</b>
$z = d - 0,5 \cdot x_B =$	<b>1,076 m</b>	$M_{Ed} =$ <b>10102,24</b>
$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z =$	<b>10161,705 kNm</b>	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$ <b>Návrh vyhovuje</b>

**7.4.3.3 Posúdenie na ohyb – priečna výstuž pri hornom povrchu**
**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 1500mm

**Návrh:** 10φ 32mm/m, á100mm –C30/37

$c_{nom} =$	<b>82,00 mm</b>	$d = h - d_1 =$	<b>1,402 m</b>
$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi =$	<b>98,00 mm</b>		

**Kontrola vystuženia:**

$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) =$	<b>0,002114 m<sup>2</sup></b>	$A_{s1} > A_{s,min}$ <b>Návrh vyhovuje</b>
$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c =$	<b>0,6 m<sup>2</sup></b>	$A_{s1} \leq A_{s1,max}$ <b>Návrh vyhovuje</b>

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20mm; d_g + 5mm) =$	<b>48 mm</b>	$b_n < b$ <b>Návrh vyhovuje</b>
$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s =$	<b>0,916 m</b>	

**Posúdenie prierezu:**

$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) =$	<b>0,206 m</b>	
$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) =$	<b>0,692 m</b>	$x_B < x_{B,lim}$ <b>Návrh vyhovuje</b>
$z = d - 0,5 \cdot x_B =$	<b>1,299 m</b>	$M_{Ed} =$ <b>4198,84</b>
$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z =$	<b>4542,793 kNm</b>	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$ <b>Návrh vyhovuje</b>

**7.4.3.4 Posúdenie na ohyb – priečna výstuž pri spodnom povrchu**
**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 1500mm

**Návrh:** 8φ 32mm/m, á125mm –C30/37

$c_{nom} =$	<b>82,00 mm</b>	$d = h - d_1 =$	<b>1,402 m</b>
$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi =$	<b>98,00 mm</b>		



#### Kontrola vystuženia:

$$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 0,002114 \text{ m}^2 \quad A_{s1} > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,6 \text{ m}^2 \quad A_{s1} \leq A_{s1,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Kontrola rozmiestnenia výstuže:

$$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm}) = 48 \text{ mm} \quad b_n < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,756 \text{ m}$$

#### Posúdenie prierezu:

$$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) = 0,165 \text{ m}$$

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,692 \text{ m} \quad x_B < x_{B,lim} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$z = d - 0,5 \cdot x_B = 1,320 \text{ m} \quad M_{Ed} = 3319,94$$

$$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z = 3691,774 \text{ kNm} \quad M_{Ed} \leq M_{Rd} \text{ Návrh vyhovuje}$$

### 7.4.3.5 Posúdenie na šmyk

Prierez: š. = 1000mm, hr. = 1500mm

Návrh:  $\phi$  12mm, á125x120mm –C30/37

#### Porušenie tlakovej diagonály:

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\tan \theta + \cot \theta)^{-1} = 5228,202 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed} \text{ Návrh vyhovuje - nedôjde k porušeniu tlakovej diagonály}$$

#### Návr šmykovej výstuže:

$$\alpha = 90^\circ \quad A_{sw} = n_s \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2 = 0,000905 \text{ m}^2$$

$$\phi_{st} = 12 \text{ mm} \quad s_{min} < \min(A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha / V_{Ed},$$

$$n_s = 8 \quad 0,75 \cdot d, 400 \text{ mm}) = 0,128 \text{ m}$$

$$s = 0,12 \text{ m}$$

$$\rho_{sw} = A_{sw} / (s \cdot b) = 0,007539822 \quad \rho_{sw} > \rho_{sw,mir} \text{ Podmienka vyhovuje}$$

$$\rho_{sw,min} = 0,08 \cdot f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,000876356 \quad V_{Ed} = 5177,88 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha = 5526,694 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed} \text{ Návrh vyhovuje - nedôjde k porušeniu šmykovej výstuže}$$

### 7.4.4 Posúdenie drieku piliera

#### 7.4.4.1 Posúdenie na ohyb – $M_{y,max} + N_x$

Prierez: š. = 1000mm, hr. = 2000mm

Návrh: 5 $\phi$  28mm/m, á200mm –C30/37

#### Základná excentricita:

$$e_1 = M_0 / N_{Ed} = 1,340 \text{ m}$$

#### Náhodná excentricita:

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l^{1/2}) = 0,02681418 \quad e_i = \theta_i \cdot l_0 / 2 = 0,193 \text{ m}$$

#### Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:

$$e_0 = e_1 + e_i = 1,533 \text{ m} \quad \min e_0 < e_0$$

$$\min e_0 = h/30 = 0,067 \text{ m} \quad 0,02 < e_0 \quad \Rightarrow e_0 = 1,533 \text{ m}$$

#### Návrhový moment v kritickom priereze:

$$M_{Ed} = M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = 7297,438 \text{ kNm}$$

#### Návrh výstuže:

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,956 \text{ m}$$

$$F_{cd,lim}=x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd}= 16254,215 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} > F_{cd,lim} \text{ Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}$$

$$M_{s1}=M_{Ed}+N_{Ed} \cdot z_{s1}= 20120,991 \text{ kNm}$$

$$x_B=d \cdot (d^2-2 \cdot M_{s1}/(b \cdot f_{cd}))^{1/2}= 0,760 \text{ m} \quad \text{Oblasť III}$$

$$F_{cd}=x_B \cdot b \cdot f_{cd}= 12918,379 \text{ kN}$$

$$A_{s1}=(F_{cd}-N_{Ed})/\sigma_{s1}= 0,001562 \text{ m}^2 \quad \Rightarrow \quad A_{s1}= 0,003079$$

$$\text{počet výstuží } n_1= 5$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_1= 28$$

$$A_{s2}=A_{s1} \quad \Rightarrow \quad A_{s2}= 0,003079 \text{ m}^2$$

$$\text{počet výstuží } n_2= 5$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_2= 28$$

$$c_{nom}= 50,00 \text{ mm} \quad d=h-d_1= 1,936 \text{ m}$$

$$d_1=c+0,5 \cdot \phi_1= 64,00 \text{ mm} \quad z_{s1}= 0,936 \text{ m}$$

$$d_2=c+0,5 \cdot \phi_2= 64,00 \text{ mm} \quad z_{s2}= 0,936 \text{ m}$$

#### Kontrola rozmiestnenia výstuže:

$$t_{s1}=\max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g+5\text{mm})= 42 \text{ mm} \quad b_{n1} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1}=2 \cdot c_{nom}+n \cdot \phi+(n-1) \cdot t_s= 0,408 \text{ m}$$

$$t_{s2}=\max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g+5\text{mm})= 42 \text{ mm}$$

$$b_{n2}=2 \cdot c_{nom}+n \cdot \phi+(n-1) \cdot t_s= 0,408 \text{ m} \quad b_{n2} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Kontrola vystuženia:

$$A_{s,min}=\max(0,1 \cdot N_{Ed}/f_{yd}; 0,002 \cdot A_c)= 0,004 \text{ m}^2 \quad A_s > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s,max}=0,4 \cdot A_c= 0,8 \text{ m}^2 \quad A_s \leq A_{s,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Posúdenie prierezu:

$$\text{BOD "0"} \quad N_{Rd0}=b \cdot h \cdot f_{cd}+\Sigma A_s \cdot \sigma_s= 36155,133 \text{ kN}$$

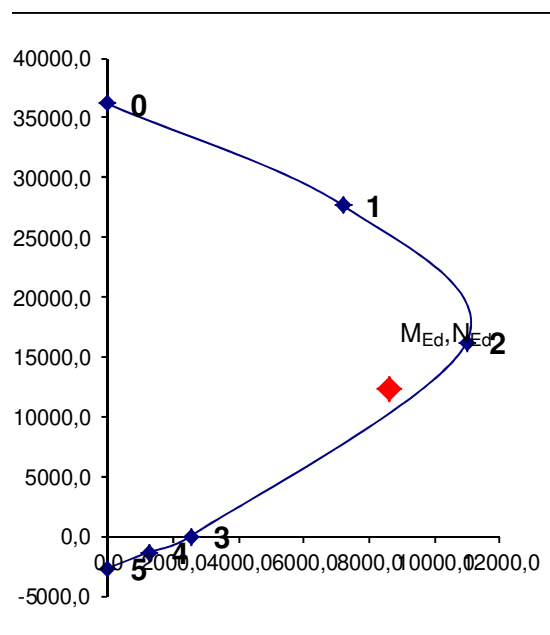
$$M_{Rd0}=(A_{s2} \cdot z_2-A_{s1} \cdot z_1) \cdot \sigma_s= 0,000 \text{ kNm}$$

$$\text{BOD "1"} \quad N_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}+F_{s2}= 27668,192 \text{ kN}$$

$$M_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h-\lambda \cdot d)+F_{s2} \cdot z_{s2}= 7192,880 \text{ kNm}$$

$$\text{BOD "2"} \quad N_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}+\Delta F_s= 16241,631 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h-\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d)+F_{s1} \cdot z_{s1}+F_{s2} \cdot z_{s2}= 10988,928 \text{ kNm}$$



$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \text{ Návrh vyhovuje}$$

<b>BOD "3"</b>	$N_{Rd} =$	<b>0,000 kN</b>
	$M_{Rd} =$	<b>2538,813 kNm</b>
<b>BOD "4"</b>	$N_{Rdt,bal} = F_{s1} =$	<b>-1338,592 kN</b>
	$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot Z_{s1} =$	<b>1252,922 kNm</b>
<b>BOD "5"</b>	$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} =$	<b>-2677,183 kN</b>
	$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot Z_{s1} - F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>0,000 kNm</b>

#### 7.4.4.2 Posúdenie na ohyb – $M_y + N_{x,max}$

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 2000mm

**Návrh:** 5φ 28mm/m, á200mm –C30/37

**Základná excentricita:**

$$e_1 = M_0 / N_{Ed} = 0,407 \text{ m}$$

**Náhodná excentricita:**

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l^{1/2}) = 0,02645751 \quad e_i = \theta_i \cdot l_0 / 2 = 0,185 \text{ m}$$

**Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:**

$$e_0 = e_1 + e_i = 0,593 \text{ m} \quad \min e_0 < e_0 \Rightarrow e_0 = 0,593 \text{ m}$$

$$\min e_0 = h/30 = 0,067 \text{ m} \quad 0,02 < e_0$$

**Návrhový moment v kritickom priereze:**

$$M_{Ed} = M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = 7649,991 \text{ kNm}$$

**Návrh výstuže:**

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,956 \text{ m}$$

$$F_{cd,lim} = x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd} = 16254,215 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} > F_{cd,lim} \quad \text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}$$

$$M_{s1} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot Z_{s1} = 19750,360 \text{ kNm}$$

$$x_B = d - (d^2 - 2 \cdot M_{s1} / (b \cdot f_{cd}))^{1/2} = 0,742 \text{ m} \quad \text{Oblasť III}$$

$$F_{cd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} = 12606,079 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = -0,000692 \text{ m}^2 \Rightarrow A_{s1} = 0,003079$$

$$\text{počet výstuží } n_1 = 5$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_1 = 28$$

$$A_{s2} = A_{s1} \Rightarrow A_{s2} = 0,003079 \text{ m}^2$$

$$\text{počet výstuží } n_2 = 5$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_2 = 28$$

$$c_{nom} = 50,00 \text{ mm} \quad d = h - d_1 = 1,936 \text{ m}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi_1 = 64,00 \text{ mm} \quad Z_{s1} = 0,936 \text{ m}$$

$$d_2 = c + 0,5 \cdot \phi_2 = 64,00 \text{ mm} \quad Z_{s2} = 0,936 \text{ m}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_{s1} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 42 \text{ mm} \quad b_{n1} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,408 \text{ m}$$

$$t_{s2} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 42 \text{ mm}$$

$$b_{n2} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,408 \text{ m} \quad b_{n2} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s,min} = \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = 0,004 \text{ m}^2 \quad A_s > A_{s,min} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

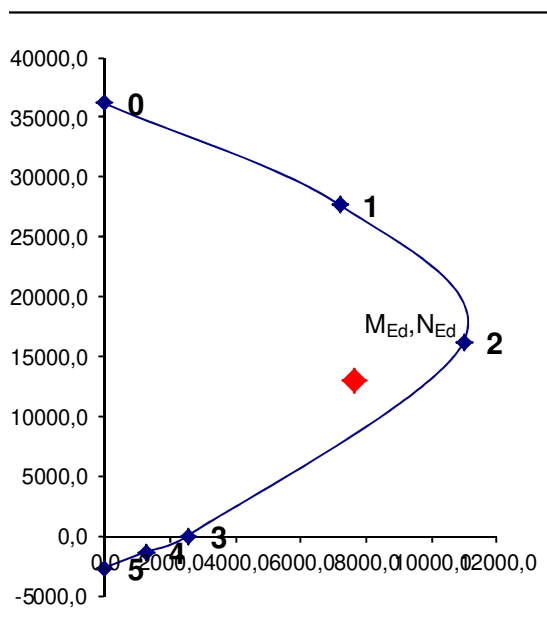
$$A_{s,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,8 \text{ m}^2 \quad A_s \leq A_{s,max} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

**Posúdenie prierezu:**

$$\text{BOD "0"} \quad N_{Rd0} = b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot \sigma_s = 36155,133 \text{ kN}$$

$$M_{Rd0} = (A_{s2} \cdot Z_2 - A_{s1} \cdot Z_1) \cdot \sigma_s = 0,000 \text{ kNm}$$

<b>BOD "1"</b>	$N_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} =$	<b>27668,192 kN</b>
	$M_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot z_{s2} =$	<b>7192,880 kNm</b>
<b>BOD "2"</b>	$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s =$	<b>16241,631 kN</b>
	$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot z_{s1} + F_{s2} \cdot z_{s2} =$	<b>10988,928 kNm</b>
<b>BOD "3"</b>	$N_{Rd} =$	<b>0,000 kN</b>
	$M_{Rd} =$	<b>2538,813 kNm</b>
<b>BOD "4"</b>	$N_{Rdt,bal} = F_{s1} =$	<b>-1338,592 kN</b>
	$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_{s1} =$	<b>1252,922 kNm</b>
<b>BOD "5"</b>	$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} =$	<b>-2677,183 kN</b>
	$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot z_{s1} - F_{s2} \cdot z_{s2} =$	<b>0,000 kNm</b>



#### 7.4.4.3 Posúdenie na ohyb – $M_{x,max} + N_x$

Prierez: š.= 1000mm, hr.= 3000mm

Návrh: 5φ 28mm/m, á200mm –C30/37

Základná excentricita:

$$e_1 = M_0 / N_{Ed} = 0,169 \text{ m}$$

Náhodná excentricita:

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l^{1/2}) = 0,02645751$$

$$e_i = \theta_i \cdot l_0 / 2 = 0,185 \text{ m}$$

Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:

$$e_0 = e_1 + e_i = 0,354 \text{ m}$$

$$\min e_0 < e_0$$

$$\min e_0 = h/30 = 0,100 \text{ m}$$

$$0,02 < e_0$$

$$\Rightarrow e_0 = 0,354 \text{ m}$$

Návrhový moment v kritickom priereze:

$$M_{Ed} = M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = 4337,491 \text{ kNm}$$

Návrh výstuže:

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 1,450 \text{ m}$$

$$F_{cd,lim} = x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd} = 24643,487 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} > F_{cd,lim} \text{ Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}$$

$$M_{s1} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_{s1} = 21931,571 \text{ kNm}$$

$$x_B = d - (d^2 - 2 \cdot M_{s1} / (b \cdot f_{cd}))^{1/2} = 0,478 \text{ m}$$

Oblasť III

$$F_{cd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} = 8127,448 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = -0,009457 \text{ m}^2 \Rightarrow A_{s1} = 0,003079$$

počet výstuží  $n_1 = 5$   
priemer výstuže  $\phi_1 = 28$

$$A_{s2} = A_{s1} \Rightarrow A_{s2} = 0,003079 \text{ m}^2$$

počet výstuží  $n_2 = 5$   
priemer výstuže  $\phi_2 = 28$

$$c_{nom} = 50,00 \text{ mm} \quad d = h - d_1 = 2,936 \text{ m}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi_1 = 64,00 \text{ mm} \quad z_{s1} = 1,436 \text{ m}$$

$$d_2 = c + 0,5 \cdot \phi_2 = 64,00 \text{ mm} \quad z_{s2} = 1,436 \text{ m}$$

#### Kontrola rozmiestnenia výstuže:

$$t_{s1} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm}) = 42 \text{ mm} \quad b_{n1} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,408 \text{ m}$$

$$t_{s2} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm}) = 42 \text{ mm}$$

$$b_{n2} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,408 \text{ m} \quad b_{n2} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Kontrola vystuženia:

$$A_{s,min} = \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = 0,006 \text{ m}^2 \quad A_s > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,4 \cdot A_c = 1,2 \text{ m}^2 \quad A_s \leq A_{s,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Posúdenie prierezu:

**BOD "0"**  $N_{Rd0} = b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot \sigma_s = 53155,133 \text{ kN}$

$$M_{Rd0} = (A_{s2} \cdot z_2 - A_{s1} \cdot z_1) \cdot \sigma_s = 0,000 \text{ kNm}$$

**BOD "1"**  $N_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} = 41268,192 \text{ kN}$

$$M_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot z_{s2} = 14923,295 \text{ kNm}$$

**BOD "2"**  $N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s = 24630,903 \text{ kN}$

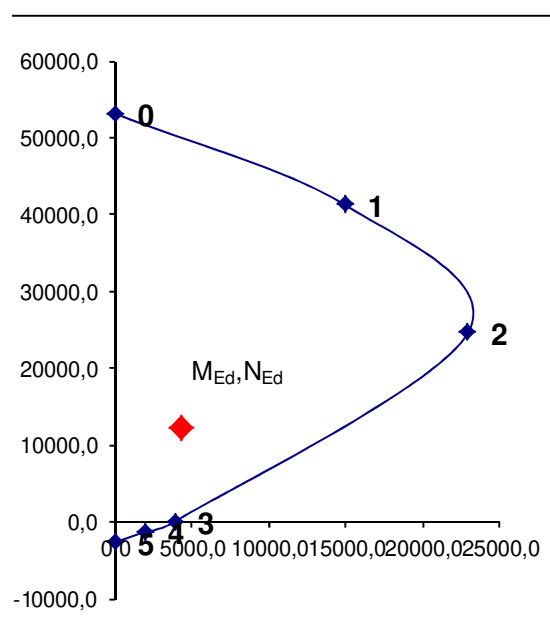
$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot z_{s1} + F_{s2} \cdot z_{s2} = 22947,220 \text{ kNm}$$

**BOD "3"**  $N_{Rd} = 0,000 \text{ kN}$

$$M_{Rd} = 3877,404 \text{ kNm}$$

**BOD "4"**  $N_{Rdt,bal} = F_{s1} = -1338,592 \text{ kN}$

$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_{s1} = 1922,218 \text{ kNm}$$



$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \text{ Návrh vyhovuje}$$

**BOD "5"**

$$N_{Rd0} = F_{s1} + F_{s2} = -2677,183 \text{ kN}$$

$$M_{Rd0} = F_{s1} \cdot z_{s1} - F_{s2} \cdot z_{s2} = 0,000 \text{ kNm}$$

#### 7.4.4.4 Posúdenie na ohyb – $M_{x,max} + N_x$

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 3000mm

**Návrh:** 5φ 28mm/m, á200mm –C30/37

**Základná excentricita:**

$$e_1 = M_0 / N_{Ed} = 0,095 \text{ m}$$

**Náhodná excentricita:**

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l^{1/2}) = 0,02645751 \quad e_i = \theta_i \cdot l_0 / 2 = 0,185 \text{ m}$$

**Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:**

$$e_0 = e_1 + e_i = 0,280 \text{ m} \quad \min e_0 < e_0 \quad \Rightarrow e_0 = 0,280 \text{ m}$$

$$\min e_0 = h/30 = 0,100 \text{ m} \quad 0,02 < e_0$$

**Návrhový moment v kritickom priereze:**

$$M_{Ed} = M_{0Ed} + N_{Ed} \cdot e_0 = 3619,841 \text{ kNm}$$

**Návrh výstuže:**

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 1,450 \text{ m}$$

$$F_{cd,lim} = x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd} = 24643,487 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} > F_{cd,lim} \quad \text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}$$

$$M_{s1} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_{s1} = 22173,740 \text{ kNm}$$

$$x_B = d - (d^2 - 2 \cdot M_{s1} / (b \cdot f_{cd}))^{1/2} = 0,484 \text{ m} \quad \text{Oblasť III}$$

$$F_{cd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} = 8226,030 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = -0,010766 \text{ m}^2 \quad \Rightarrow \quad A_{s1} = 0,003079$$

$$\text{počet výstuží } n_1 = 5$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_1 = 28$$

$$A_{s2} = A_{s1} \quad \Rightarrow \quad A_{s2} = 0,003079 \text{ m}^2$$

$$\text{počet výstuží } n_2 = 5$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_2 = 28$$

$$c_{nom} = 50,00 \text{ mm} \quad d = h - d_1 = 2,936 \text{ m}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi_1 = 64,00 \text{ mm} \quad z_{s1} = 1,436 \text{ m}$$

$$d_2 = c + 0,5 \cdot \phi_2 = 64,00 \text{ mm} \quad z_{s2} = 1,436 \text{ m}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_{s1} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 42 \text{ mm} \quad b_{n1} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,408 \text{ m}$$

$$t_{s2} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 42 \text{ mm}$$

$$b_{n2} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,408 \text{ m} \quad b_{n2} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s,min} = \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = 0,006 \text{ m}^2 \quad A_s > A_{s,min} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,4 \cdot A_c = 1,2 \text{ m}^2 \quad A_s \leq A_{s,max} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

**Posúdenie prierezu:**

**BOD "0"**

$$N_{Rd0} = b \cdot h \cdot f_{cd} + \sum A_s \cdot \sigma_s = 53155,133 \text{ kN}$$

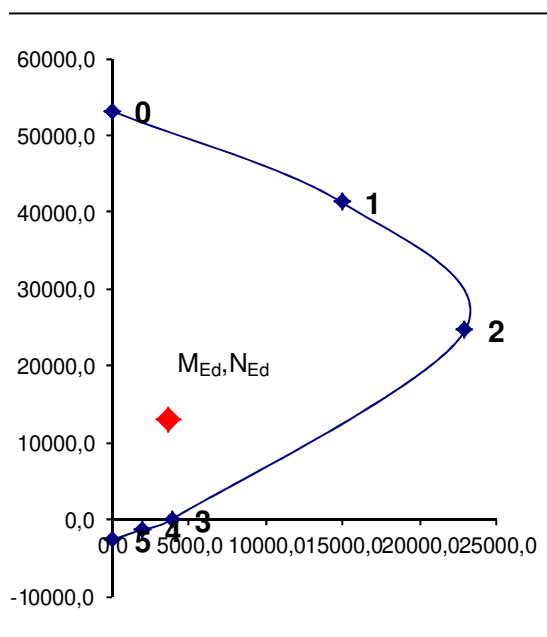
$$M_{Rd0} = (A_{s2} \cdot z_2 - A_{s1} \cdot z_1) \cdot \sigma_s = 0,000 \text{ kNm}$$

**BOD "1"**

$$N_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} = 41268,192 \text{ kN}$$

$$M_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot z_{s2} = 14923,295 \text{ kNm}$$

<b>BOD "2"</b>	$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s =$	<b>24630,903 kN</b>
	$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot z_{s1} + F_{s2} \cdot z_{s2} =$	<b>22947,220 kNm</b>
<b>BOD "3"</b>	$N_{Rd} =$	<b>0,000 kN</b>
	$M_{Rd} =$	<b>3877,404 kNm</b>
<b>BOD "4"</b>	$N_{Rdt,bal} = F_{s1} =$	<b>-1338,592 kN</b>
	$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_{s1} =$	<b>1922,218 kNm</b>
<b>BOD "5"</b>	$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} =$	<b>-2677,183 kN</b>
	$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot z_{s1} - F_{s2} \cdot z_{s2} =$	<b>0,000 kNm</b>



$M_{Ed} \leq M_{Rd}$  **Návrh vyhovuje**

## 7.4.5 Posúdenie základu piliera

### 7.4.5.1 Posúdenie na ohyb v smere pozdĺžnej osi mosta – spodný povrch

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 2000mm

**Návrh:** 10 $\phi$  25mm/m, á100mm –C30/37

$c_{nom} =$  50,00 mm  $d = h - d_1 =$  1,9375 m

$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi =$  62,50 mm

**Kontrola výstuženia:**

$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) =$  0,002922 m<sup>2</sup>

$A_{s1} > A_{s,min}$  **Návrh vyhovuje**

$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c =$  0,8 m<sup>2</sup>

$A_{s1} \leq A_{s1,max}$  **Návrh vyhovuje**

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20mm; d_g + 5mm) =$  37,5 mm

$b_n < b$  **Návrh vyhovuje**

$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s =$  0,6875 m

**Posúdenie prierezu:**

$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) =$  0,126 m

$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) =$  0,956 m

$x_B < x_{B,lim}$  **Návrh vyhovuje**

$z = d - 0,5 \cdot x_B =$  1,875 m

$M_{Ed} =$  3280,05

$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z =$  4001,109 kNm

$M_{Ed} \leq M_{Rd}$  **Návrh vyhovuje**

### 7.4.5.2 Posúdenie na ohyb v smere pozdĺžnej osi mosta – horný povrch

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 2000mm

**Návrh:** 6φ 25mm/m, á165mm –C30/37

$$c_{nom} = 50,00 \text{ mm} \quad d=h-d_1 = 1,9375 \text{ m}$$

$$d_1=c+0,5 \cdot \phi = 62,50 \text{ mm}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 0,002922 \text{ m}^2 \quad A_{s1} > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,8 \text{ m}^2 \quad A_{s1} \leq A_{s1,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 37,5 \text{ mm} \quad b_n < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,4375 \text{ m}$$

**Posúdenie prierezu:**

$$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) = 0,075 \text{ m}$$

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,956 \text{ m} \quad x_B < x_{B,lim} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$z = d - 0,5 \cdot x_B = 1,900 \text{ m} \quad M_{Ed} = 1943,81$$

$$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z = 2432,818 \text{ kNm} \quad M_{Ed} \leq M_{Rd} \text{ Návrh vyhovuje}$$

### 7.4.5.3 Posúdenie na ohyb v priečnom smere mosta – spodný povrch

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 2000mm

**Návrh:** 6φ 25mm/m, á165mm –C30/37

$$c_{nom} = 115,00 \text{ mm} \quad d=h-d_1 = 1,8725 \text{ m}$$

$$d_1=c+0,5 \cdot \phi = 127,50 \text{ mm}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 0,002824 \text{ m}^2 \quad A_{s1} > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,8 \text{ m}^2 \quad A_{s1} \leq A_{s1,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 37,5 \text{ mm} \quad b_n < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,5675 \text{ m}$$

**Posúdenie prierezu:**

$$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) = 0,075 \text{ m}$$

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,924 \text{ m} \quad x_B < x_{B,lim} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$z = d - 0,5 \cdot x_B = 1,835 \text{ m} \quad M_{Ed} = 1459,17$$

$$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z = 2349,583 \text{ kNm} \quad M_{Ed} \leq M_{Rd} \text{ Návrh vyhovuje}$$

### 7.4.5.4 Posúdenie na ohyb v priečnom smere mosta – horný povrch

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 2000mm

**Návrh:** 6φ 25mm/m, á165mm –C30/37

$$c_{nom} = 115,00 \text{ mm} \quad d=h-d_1 = 1,8725 \text{ m}$$

$$d_1=c+0,5 \cdot \phi = 127,50 \text{ mm}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 0,002824 \text{ m}^2 \quad A_{s1} > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s1,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,8 \text{ m}^2 \quad A_{s1} \leq A_{s1,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_s = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 37,5 \text{ mm} \quad b_n < b \text{ Návrh vyhovuje}$$



$b_n = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s =$	<b>0,5675 m</b>		
<b>Posúdenie prierezu:</b>			
$x_B = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot f_{cd}) =$	<b>0,075 m</b>		
$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) =$	<b>0,924 m</b>	$x_B < x_{B,lim}$	<b>Návrh vyhovuje</b>
$z = d - 0,5 \cdot x_B =$	<b>1,835 m</b>	$M_{Ed} =$	<b>955,34</b>
$M_{Rd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot z =$	<b>2349,583 kNm</b>	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	<b>Návrh vyhovuje</b>

#### 7.4.5.5 Posúdenie na šmyk

**Prierez:** š. = 1000mm, hr. = 2000mm

**Návrh:**  $\phi$  14mm, á165x180mm – C30/37

**Porušenie tlakovej diagonály:**

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck}/250) = \mathbf{0,528}$$

$$V_{Rd,max} = z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\tan\theta + \cot\theta)^{-1} = \mathbf{7401,343 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed} \quad \text{Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu tlakovej diagonály}$$

**Návr šmykovej výstuže:**

$$\alpha = \mathbf{90^\circ} \quad A_{sw} = n_s \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2 = \mathbf{0,000924 \text{ m}^2}$$

$$\phi_{st} = \mathbf{14 \text{ mm}} \quad s_{min} < \min(A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha / V_{Ed},$$

$$n_s = \mathbf{6} \quad 0,75 \cdot d, 400\text{mm}) = \mathbf{0,186 \text{ m}}$$

$$s = \mathbf{0,18 \text{ m}}$$

$$\rho_{sw} = A_{sw} / (s \cdot b) = 0,005131268 \quad \rho_{sw} > \rho_{sw,mir} \quad \text{Podmienka vyhovuje}$$

$$\rho_{sw,min} = 0,08 \cdot f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,000876356 \quad V_{Ed} = \mathbf{6353,85 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha = \mathbf{6550,963 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed} \quad \text{Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu šmykovej výstuže}$$

#### 7.4.5.6 Posúdenie základovej škáry

$$\tan\theta = H/V = \mathbf{0,068} \quad \theta = \mathbf{3,913 < 30}$$

$$c_d' = c_k' \cdot \gamma_c = \mathbf{2,000 \text{ kPa}} \quad e_B = \mathbf{0,2776 \text{ m}}$$

$$\phi_d = \phi_k \cdot \gamma_\phi = \mathbf{35,000^\circ} \quad e_L = \mathbf{0,1729 \text{ m}}$$

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan\phi_d} \cdot \tan^2(45 + \phi_d/2) = \mathbf{33,296} \quad B' = B - 2 \cdot e_B = \mathbf{3,945 \text{ m}}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot\phi_d = \mathbf{46,124} \quad L' = L - 2 \cdot e_L = \mathbf{12,554 \text{ m}}$$

$$N_\gamma = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan\phi_d = \mathbf{33,921} \quad A' = B' \cdot L' = \mathbf{49,525 \text{ m}^2}$$

Súčinitele tvaru základu: Súčinitele hĺbky založenia:

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot B'/L' = \mathbf{1,063} \quad d_c = 1 + 0,1 \cdot (D/B')^{0,5} = \mathbf{1,087}$$

$$s_q = 1 + B'/L' \cdot \sin\phi_d = \mathbf{1,180} \quad d_q = 1 + 0,1 \cdot (D/B' \cdot \sin 2\phi_d)^{0,5} = \mathbf{1,066}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot B'/L' = \mathbf{0,906} \quad d_\gamma = \mathbf{1,000}$$

Súčinitele šikmosti zaťaženia: Súčinitele šikmosti terénu:

$$i_c = i_q = i_\gamma = (1 - \tan\theta)^2 = \mathbf{0,868} \quad j_q = j_\gamma = (1 - \tan\beta)^2 = \mathbf{1,000}$$

$$j_c = j_q - (1 - j_d) / (N_c \cdot \tan\phi_d) = \mathbf{1,000}$$

**Posúdenie únosnosti:**

$$R_d = (c_d' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot j_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot j_q + \gamma' \cdot B'/2 \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot j_\gamma) / \gamma_R = \mathbf{2177,999 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_d = V_d / A' = \mathbf{1277,685 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_d \leq R_d \quad \text{Základová škára vyhovuje}$$

**Posúdenie vodorovných silových účinkov:**

$$S_{pd} = S_{pk} / \gamma_f = \mathbf{0,000 \text{ kN/m (kN)}}$$

$$R_{dh} \cdot A' = (V_d \cdot \tan\phi_d + c_d \cdot A' + S_{pd}) / \gamma_R = \mathbf{31718,665}$$

$$R_{dh} \cdot A' \geq H_d \quad \text{Vodorovná únosnosť vyhovuje}$$

## 7.4.5.7 Posúdenie pilóty

### Základné parametre zemín

Číslo	Názov	Vzorka	$\Phi_{ef}$ [°]	$C_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Třída G3, ulehlá		35.00	2.00	21.00	11.00
2	Třída G5		35.00	2.00	20.40	10.40
3	R2		32.00	550.00	19.80	12.50

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

Číslo	Názov	Vzorka	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n
1	Třída G3, ulehlá		-	103.13	21.00	-	-
2	Třída G5		-	79.93	20.40	-	-
3	R2		-	244.00	22.50	-	-

### Parametre zemín pre výpočet modulu reakcie podložia

Číslo	Názov	Vzorka	Typ zeminy	$n_h$ [-]
1	Třída G3, ulehlá		nesúdržná	0.50
2	Třída G5		nesúdržná	0.50
3	R2		súdržná	-

### Parametre zemín

#### Třída G3, ulehlá

Objemová tiaž :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\Phi_{ef} = 35,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $C_{ef} = 2,00 \text{ kPa}$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,25$   
 Modul pretvárnosti :  $E_{def} = 103,13 \text{ MPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$   
 Typ zeminy : nesúdržná  
 Modul horiz. stlačiteľnosti :  $n_h = 0,50 \text{ MN/m}^3$

Poissonovo číslo :  
 Modul pretvárnosti :  
 Obj. tiaž sat.zeminy :  
 Typ zeminy :  
 Modul horiz. stlačiteľnosti :

$\nu = 0,25$   
 $E_{def} = 79,93 \text{ MPa}$   
 $\gamma_{sat} = 20,40 \text{ kN/m}^3$   
 nesúdržná  
 $n_h = 0,50 \text{ MN/m}^3$

#### Třída G5

Objemová tiaž :  $\gamma = 20,40 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\Phi_{ef} = 35,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $C_{ef} = 2,00 \text{ kPa}$

**R2**  
 Objemová tiaž :  
 Uhol vnútorného trenia :  
 Súdržnosť zeminy :  
 Poissonovo číslo :  
 Modul pretvárnosti :  
 Obj. tiaž sat.zeminy :  
 Typ zeminy :

$\gamma = 19,80 \text{ kN/m}^3$   
 $\Phi_{ef} = 32,00^\circ$   
 $C_{ef} = 550,00 \text{ kPa}$   
 $\nu = 0,40$   
 $E_{def} = 244,00 \text{ MPa}$   
 $\gamma_{sat} = 22,50 \text{ kN/m}^3$   
 súdržná

## Geometria konštrukcie

### Geometria pilóty

Profil pilóty: kruhová

### Rozmery

Priemer  $d = 1.20 \text{ m}$

Dĺžka  $l = 7.00 \text{ m}$

### Umiestnenie

Vysadenie  $h = 0.20 \text{ m}$

Hĺbka upraveného terénu  $h_z = 0.00 \text{ m}$

Redukcia odporu na päte  $= 0.80$

Redukcia odporu na plášti  $= 0.60$

Modul reakcie podložia uvažovaný podľa ČSN 73 1004.





### Materiál konštrukcie

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

Betón : C 30/37

Oceľ pozdĺžna : B500

### Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	4.00	Třída G3, ulehlá	
2	1.20	Třída G5	
3	10.40	R2	
4	-	R2	

### Zaťaženie

Číslo	Zaťaženie		Názov	Typ	N [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]
	nové	zmena							
1	ÁNO		Zaťaženie č. 2	Výpočtové	8417.17	0.00	0.00	269.04	443.46

### Hladina podzemnej vody

Hladina podzemnej vody je v hĺbke 2.04 m od pôvodného terénu.

### Nastavenie výpočtu

Výpočet podľa teórie medzných stavov s redukciou vstupných parametrov zemín.

Súčiniteľ redukcie uhla vnútorného trenia  $\gamma_{m\phi} = 1.10$

Súčiniteľ redukcie súdržnosti  $\gamma_{mc} = 1.40$

## Posúdenie čís. 1

### Posúdenie závislej únosnosti pilóty podľa teórie MS - medzivýsledky

Výpočet únosnosti v päte:

Súčiniteľ únosnosti  $N_c = 17.88$

Súčiniteľ únosnosti  $N_d = 8.54$   
 Súčiniteľ únosnosti  $N_b = 4.76$   
 Súčiniteľ únosnosti  $K_1 = 1.15$   
 Výpočtová únosnosť na päte pilóty  $R_d = 7072.08 \text{ kPa}$   
 Plocha priečného rezu pilóty  $A_s = 1.131\text{E}+00 \text{ m}^2$

Únosnosť na plášti pilóty:

Skrátenie účinnej dĺžky pilóty  $L_p [\text{m}] = 1.25 \text{ m}$

Hĺbka [m]	Mocnosť [m]	$\phi_d$ [°]	cd [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma R_2$ [-]	fs [kPa]	Ufdi [kN]
1.00	1.00	25.00	1.00	21.00	1.30	3.91	14.75
2.00	1.00	25.00	1.00	21.00	1.20	10.26	38.69
2.04	0.04	25.00	1.00	21.00	1.10	13.61	2.05
3.00	0.96	25.00	1.00	11.00	1.10	15.32	55.43
4.00	1.00	25.00	1.00	11.00	1.00	18.63	70.25
5.20	1.20	25.00	1.00	10.40	1.00	22.15	100.20
5.55	0.35	22.86	275.00	12.50	1.00	296.53	387.98

#### Posúdenie zvislej únosnosti pilóty podľa teórie MS - výsledky

Vypočítané s automatickým výberom najnepriaznivejších zaťažovacích stavov.

Súčiniteľ vplyvu technológie  $G_{maR1} = 1.50$

Únosnosť pilóty na plášti  $U_{fd} = 669.34 \text{ kN}$

Únosnosť pilóty v päte  $U_{bd} = 9198.09 \text{ kN}$

Únosnosť pilóty  $U_{vd} = 9867.43 \text{ kN}$

Extrémna zvislá sila  $V_d = 8417.17 \text{ kN}$

$U_{vd} = 9867.43 \text{ kN} > 8417.17 \text{ kN} = V_d$

**Zvislá únosnosť plávajúcej pilóty VYHOVUJE**

#### Posúdenie čís. 1

##### Vstupné dáta pre výpočet vodorovnej únosnosti pilóty

Vypočítané s automatickým výberom najnepriaznivejších zaťažovacích stavov.

Vodorovná únosnosť posúdená v smere maximálneho účinku zaťaženia.

##### Priebeh vnútorných síl a deformácie pilóty

Priebeh deformácií a vnútorných síl po pilóte - maximálne hodnoty:

Vzdial. [m]	Modul k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformácia [mm]	Pootoč. [mRad]	Napätie [kPa]	Pos.sila [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	185.24	26.23	4.95	518.69	0.00
0.20	0.00	179.11	26.22	9.23	517.34	88.49
0.20	0.00	179.11	26.22	9.23	517.34	88.49
0.35	0.06	174.51	26.22	12.43	516.33	154.85
0.70	0.21	163.77	26.19	29.17	506.71	307.90
1.05	0.35	153.06	26.15	46.35	488.00	456.70
1.40	0.50	142.36	26.10	60.86	461.50	598.71
1.75	0.65	131.69	26.03	72.71	428.53	731.81
2.10	0.79	121.05	25.94	81.93	390.38	854.26
2.45	0.94	110.45	25.84	88.53	348.36	964.69
2.80	1.08	99.89	25.73	92.52	303.73	1062.14
3.15	1.23	89.37	25.61	93.92	257.77	1146.03
3.50	1.38	78.91	25.49	92.77	211.76	1216.14
3.85	1.52	68.50	25.35	89.07	166.94	1272.64
4.20	1.67	58.15	25.21	82.86	124.56	1316.08

Vzdial. [m]	Modul k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformácia [mm]	Pootoč. [mRad]	Napätie [kPa]	Pos.sila [kN]	Moment [kNm]
4.20	1.67	58.15	25.21	82.86	124.56	1316.08
4.55	1.81	47.85	25.07	74.16	85.83	1347.37
4.90	1.96	37.62	24.93	62.98	52.00	1367.79
5.25	2.10	27.44	24.78	831.28	24.25	1378.98
5.40	2.17	23.11	24.72	1123.81	242.03	1337.48
5.40	135.56	23.11	24.72	1123.81	242.03	1337.48
5.60	135.56	17.33	24.63	1513.85	532.39	1282.15
5.95	135.56	7.27	24.51	842.18	1130.74	976.82
6.30	135.56	2.35	24.43	372.88	1240.52	547.63
6.65	135.56	10.90	24.39	1727.51	863.35	165.26
7.00	135.56	19.43	24.38	3081.05	0.00	0.00

Priebeh deformácií a vnútorných síl po pilóte - minimálne hodnoty:

Vzdial. [m]	Modul k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformácia [mm]	Pootoč. [mRad]	Napätie [kPa]	Pos.sila [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-158.38	-30.67	-5.79	-443.46	-0.00
0.20	0.00	-153.13	-30.67	-10.79	-442.31	-103.50
0.20	0.00	-153.13	-30.67	-10.79	-442.31	-103.50
0.35	0.06	-149.20	-30.66	-14.54	-441.44	-181.12
0.70	0.21	-140.02	-30.64	-34.12	-433.22	-360.14
1.05	0.35	-130.86	-30.59	-54.21	-417.22	-534.17
1.40	0.50	-121.71	-30.52	-71.18	-394.57	-700.28
1.75	0.65	-112.59	-30.44	-85.05	-366.38	-855.96
2.10	0.79	-103.49	-30.34	-95.83	-333.76	-999.18
2.45	0.94	-94.43	-30.22	-103.54	-297.83	-1128.35
2.80	1.08	-85.40	-30.10	-108.21	-259.68	-1242.33
3.15	1.23	-76.41	-29.96	-109.86	-220.39	-1340.44
3.50	1.38	-67.47	-29.81	-108.50	-181.05	-1422.45
3.85	1.52	-58.57	-29.65	-104.18	-142.73	-1488.53
4.20	1.67	-49.72	-29.49	-96.92	-106.49	-1539.34
4.20	1.67	-49.72	-29.49	-96.92	-106.49	-1539.34
4.55	1.81	-40.91	-29.32	-86.74	-73.39	-1575.94
4.90	1.96	-32.16	-29.15	-73.67	-44.46	-1599.83
5.25	2.10	-23.46	-28.98	-972.30	-20.73	-1612.92
5.40	2.17	-19.76	-28.91	-1314.45	-278.72	-1564.38
5.40	135.56	-19.76	-28.91	-1314.45	-278.72	-1564.38
5.60	135.56	-14.81	-28.81	-1770.66	-622.71	-1499.66
5.95	135.56	-6.21	-28.67	-985.05	-1322.57	-1142.53
6.30	135.56	-2.75	-28.57	-318.79	-1450.96	-640.53
6.65	135.56	-12.74	-28.53	-1476.95	-1009.81	-193.30
7.00	135.56	-22.73	-28.52	-2634.18	-0.00	-0.00

#### Maximálne vnútorné sily a deformácie:

Max.deformácia pilóty = 185.2 mm  
 Max.posúvajúca sila = 1450.96 kN  
 Maximálny moment = 1612.92 kNm

#### Dimenzácia výstuže:

Vystuženie - 12 ks profil 20.0 mm; krytie 70.0 mm

Stupeň vystuženia  $\rho = 0.167 \% > 0.151 \% = \rho_{\min}$

Zaťaženie :  $N_{Ed} = -8417.17 \text{ kN}$  (tlak) ;  $M_{Ed} = 1612.92 \text{ kNm}$

Únosnosť :  $N_{Rd} = -13460.88 \text{ kN}$ ;  $M_{Rd} = 2580.33 \text{ kNm}$

**Navrhnutá výstuž pilóty VYHOVUJE**

**Pozn.: statický výpočet piliera P1, ktorý je spoločný pre objekt SO 409-33-01 a SO 409-33-02 je uvedený v statickom výpočte objektu SO 409-33-01,**

## 8. Posúdenie paženia stavebnej jamy

### 8.1 Posúdenie paženia

#### Geometria konštrukcie

Dĺžka konštrukcie = 12.00 m

Typ konštrukcie: Štětovnice III n 436 x 168 x 13.0 mm

Koef.redukcie tlaku pred stenou = 1.00

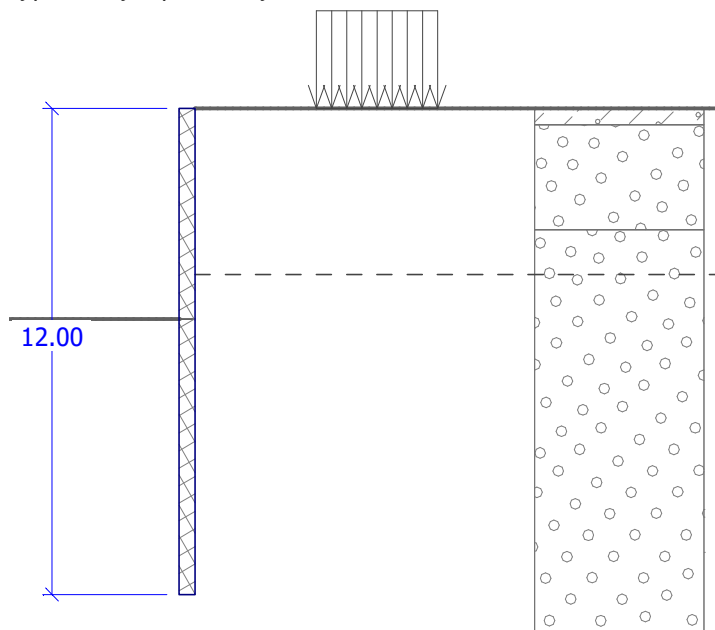
Plocha prierezu  $A = 1.973\text{E-}02 \text{ m}^2/\text{m}$

Moment zotrvačnosti  $I = 2.320\text{E-}04 \text{ m}^4/\text{m}$

Modul pružnosti  $E = 210000.00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti v šmyku  $G = 81000.00 \text{ MPa}$

Modul reakcie podložia vypočítaný z pretvárných charakteristík zemín.








#### Základné parametre zemín

Číslo	Názov	Vzorka	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	Třída F3, konzistence tvrdá Sr < 0,8		27.60	12.00	20.20	10.20	9.00	9.00
2	Třída G3, ulehlá		35.00	2.00	20.80	10.80	11.00	11.00
3	Třída G3		35.00	2.00	20.40	10.40	11.00	11.00
4	R2		32.00	550.00	19.80	9.80	10.00	10.00

Číslo	Názov	Vzorka	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
5	R3		18.50	21.00	20.40	10.40	6.00	6.00

#### Parametre zemín pre výpočet tlaku v kľude

Číslo	Názov	Vzorka	Typ výpočtu	$\varphi$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Trieda F3, konzistence tvrdá Sr < 0,8		nesúdržná	27.60	-	-	-
2	Trieda G3, ulehlá		nesúdržná	35.00	-	-	-
3	Trieda G3		nesúdržná	35.00	-	-	-
4	R2		súdržná	-	0.25	-	-
5	R3		nesúdržná	18.50	-	-	-

#### Parametre zemín pre výpočet modulu reakcie podložia (iterovať)

Číslo	Názov	Vzorka	$\nu$ [-]	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$m$ [-]
1	Trieda F3, konzistence tvrdá Sr < 0,8		0.30	-	5.47	0.30
2	Trieda G3, ulehlá		0.25	-	103.13	0.25
3	Trieda G3		0.25	-	79.93	0.25
4	R2		0.25	-	244.00	0.25
5	R3		0.30	-	4.02	0.30

#### Parametre zemín

##### Trieda F3, konzistence tvrdá Sr < 0,8

Objemová tiaž :  $\gamma = 20,20 \text{ kN/m}^3$   
 Napätosť : efektívny  
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 27,60^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$   
 Trecí uhol aktívny :  $\delta_{act} = 9,00^\circ$   
 Trecí uhol pasívny :  $\delta_{pas} = 9,00^\circ$   
 Zemina : nesúdržná  
 Modul pretvárnosti :  $E_{def} = 5,47 \text{ MPa}$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$   
 Koef. štruktúrnej pevnosti :  $m = 0,30$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,20 \text{ kN/m}^3$

##### Trieda G3, ulehlá

Objemová tiaž :  $\gamma = 20,80 \text{ kN/m}^3$   
 Napätosť : efektívny

Uhol vnútorného trenia :

Súdržnosť zeminy :

Trecí uhol aktívny :

Trecí uhol pasívny :

Zemina :

Modul pretvárnosti :

Poissonovo číslo :

Koef. štruktúrnej pevnosti :

Obj. tiaž sat.zeminy :

##### Trieda G3

Objemová tiaž :

Napätosť :

Uhol vnútorného trenia :

Súdržnosť zeminy :

$\varphi_{ef} = 35,00^\circ$

$c_{ef} = 2,00 \text{ kPa}$

$\delta_{act} = 11,00^\circ$

$\delta_{pas} = 11,00^\circ$

nesúdržná

$E_{def} = 103,13 \text{ MPa}$

$\nu = 0,25$

$m = 0,30$

$\gamma_{sat} = 20,80 \text{ kN/m}^3$

$\gamma = 20,40 \text{ kN/m}^3$

efektívny

$\varphi_{ef} = 35,00^\circ$

$c_{ef} = 2,00 \text{ kPa}$

Trecí uhol aktívny :	$\delta_{act} = 11,00^\circ$	Modul pretvárnosti :	$E_{def} = 244,00 \text{ MPa}$
Trecí uhol pasívny :	$\delta_{pas} = 11,00^\circ$	Poissonovo číslo :	$\nu = 0,25$
Zemina :	nesúdržná	Koef. štruktúrnej pevnosti :	$m = 0,25$
Modul pretvárnosti :	$E_{def} = 79,93 \text{ MPa}$	Obj. tiaž sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 19,80 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,25$	<b>R3</b>	
Koef. štruktúrnej pevnosti :	$m = 0,30$	Objemová tiaž :	$\gamma = 20,40 \text{ kN/m}^3$
Obj. tiaž sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20,40 \text{ kN/m}^3$	Napätosť :	efektívny
<b>R2</b>		Uhol vnútorného trenia :	$\varphi_{ef} = 18,50^\circ$
Objemová tiaž :	$\gamma = 19,80 \text{ kN/m}^3$	Súdržnosť zeminy :	$c_{ef} = 21,00 \text{ kPa}$
Napätosť :	efektívny	Trecí uhol aktívny :	$\delta_{act} = 6,00^\circ$
Uhol vnútorného trenia :	$\varphi_{ef} = 32,00^\circ$	Trecí uhol pasívny :	$\delta_{pas} = 6,00^\circ$
Súdržnosť zeminy :	$c_{ef} = 550,00 \text{ kPa}$	Zemina :	nesúdržná
Trecí uhol aktívny :	$\delta_{act} = 10,00^\circ$	Modul pretvárnosti :	$E_{def} = 4,02 \text{ MPa}$
Trecí uhol pasívny :	$\delta_{pas} = 10,00^\circ$	Poissonovo číslo :	$\nu = 0,30$
Zemina :	súdržná	Koef. štruktúrnej pevnosti :	$m = 0,30$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,25$	Obj. tiaž sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20,40 \text{ kN/m}^3$

### Geologický profil a priradenie zemín

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorka
1	0.40	Trieda F3, konzistence tvrdá $S_r < 0,8$	
2	2.60	Trieda G3, ulehlá	
3	10.60	Trieda G3	
4	1.00	R2	
5	0.40	R3	
6	-	R2	

### Hĺbenie

Zemina pred stenou je odobraná do hĺbky 5.20 m.

### Tvar terénu

Terén za konštrukciou je rovný.

### Vplyv vody

Hladina podzemnej vody za konštrukciou je v hĺbke 4.10 m

Hladina podzemnej vody pred konštrukciou je v hĺbke 5.20 m

Podložie pri päte konštrukcie je nepriepustné.

### Zadané plošné prítiaženia

Číslo	Prítiaženie nové	Prítiaženie zmena	Typ	Názo v	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Por.x x [m]	Dĺžka l [m]	Hĺbka z [m]
1	ÁNO		Pásové	vozo vka	9.00		3.00	3.00	na teréne

### Nastavenie výpočtu

Výpočet aktívneho tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasívneho tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Počet delenia steny na konečné prvky = 20

Výpočet bez redukcie vstupných dát.



Minimálny dimenzačný tlak je uvažovaný hodnotou  $\sigma_{z,\min} = 0.20\sigma_z$ .

## 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	45.51
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.52
0.40	-0.00	-0.00	-0.00	1.62	5.08	74.94
0.40	0.00	0.00	0.00	1.62	4.19	53.63
0.50	0.00	0.00	0.00	2.03	5.26	65.05
1.00	0.00	0.00	0.00	4.13	10.45	122.12
1.50	0.00	0.00	0.00	6.22	15.40	179.20
1.96	0.00	0.00	0.00	8.16	19.76	232.27
1.96	0.00	0.00	0.00	10.20	19.76	232.27
2.00	0.00	0.00	0.00	10.38	20.09	236.28
2.50	0.00	0.00	0.00	12.87	24.57	293.36
3.00	-0.00	-0.00	-0.00	15.36	28.92	350.44
3.00	0.00	0.00	0.00	15.36	28.92	350.44
3.50	0.00	0.00	0.00	17.80	33.11	406.42
4.00	0.00	0.00	0.00	20.24	37.26	462.40
4.10	-0.00	-0.00	-0.00	20.73	38.08	473.60
4.10	0.00	0.00	0.00	20.73	38.08	473.60
4.50	0.00	0.00	0.00	25.70	43.69	500.43
5.00	0.00	0.00	0.00	31.91	50.70	533.97
5.20	-0.00	-0.00	-0.00	34.39	53.51	547.38
5.20	-0.00	-0.00	-9.29	34.39	53.51	547.39
5.50	-0.00	-1.33	-26.41	35.11	54.73	564.51
5.93	-0.00	-3.23	-50.86	36.15	56.48	588.96
6.00	-0.18	-3.55	-54.95	36.32	56.77	593.05
6.50	-1.47	-5.77	-83.49	37.53	58.84	621.59
7.00	-2.75	-7.98	-112.03	38.73	60.92	650.13
7.50	-4.04	-10.20	-140.57	39.94	63.02	678.66
8.00	-5.32	-12.42	-169.10	41.15	65.14	707.20
8.50	-6.61	-14.63	-197.64	42.35	67.27	735.74
9.00	-7.89	-16.85	-226.18	43.56	69.41	764.28
9.50	-9.17	-19.07	-254.72	44.76	71.56	792.82
10.00	-10.46	-21.29	-283.26	45.97	73.72	821.36
10.50	-11.74	-23.50	-311.80	47.18	75.88	849.90
10.74	-12.35	-24.56	-325.39	47.75	76.92	863.49
10.74	-12.35	-24.56	-325.39	47.07	76.92	863.49
11.00	-13.03	-25.72	-340.34	47.75	78.06	878.44
11.50	-14.31	-27.94	-368.88	49.03	80.24	906.98
12.00	-15.60	-30.16	-397.42	50.31	82.42	935.52

### 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	-113.16	0.00	0.00	-0.00

Hĺbka [m]	kh,p [MN/m <sup>3</sup> ]	kh,z [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformácia [mm]	Tlak [kPa]	Pos.sila [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.60	0.00	0.00	-102.88	2.45	-0.74	0.15
1.20	0.00	0.00	-92.60	4.96	-2.96	1.18
1.80	0.00	0.00	-82.32	7.47	-6.69	4.00
2.40	0.00	0.00	-72.08	12.37	-12.65	9.66
3.00	0.00	0.00	-61.91	15.36	-20.96	19.65
3.60	0.00	0.00	-51.89	18.29	-31.06	35.17
4.20	0.00	0.00	-42.14	21.97	-43.14	57.32
4.80	0.00	0.00	-32.81	29.42	-58.56	87.60
5.19	0.00	0.00	-27.08	34.26	-70.98	112.80
5.21	0.00	0.00	-26.80	24.56	-71.57	114.23
5.40	0.00	0.00	-24.14	14.17	-75.24	128.21
6.00	0.00	0.00	-16.42	-18.63	-73.91	173.93
6.60	0.00	0.00	-9.98	-51.43	-52.89	212.96
7.20	0.00	0.00	-5.10	-84.23	-12.19	233.47
7.80	0.00	0.00	-1.92	-117.03	48.18	223.65
8.40	233.55	0.00	-0.35	-55.16	146.79	153.14
9.00	0.00	791.89	0.10	138.44	139.14	59.10
9.60	0.00	784.07	0.07	120.24	53.45	1.99
10.20	797.50	797.50	-0.01	42.26	-2.95	-9.80
10.80	797.51	0.00	-0.04	-5.82	-7.71	-4.23
11.40	797.51	797.51	-0.04	-7.09	-3.23	-2.24
12.00	797.52	0.00	-0.03	-5.76	-0.00	-0.00

Celkový počet iterácií modulu reakcie podložia - 21.

Maximálna posúvajúca sila = 146.79 kN/m

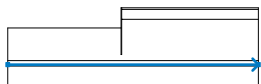
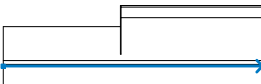
Maximálny moment = 233.47 kNm/m

Maximálna deformácia = 113.2 mm

## Výpočet stability svahu

### Rozhranie

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-30,00	-5,20	-0,20	-5,20	-0,20	0,00
		0,00	0,00	36,00	0,00		
2		-0,20	-5,20	-0,20	-12,00	0,00	-12,00
		0,00	-3,00	0,00	-0,40	0,00	0,00
3		0,00	-0,40	0,05	-0,40	36,00	-0,40
4		0,00	-3,00	0,05	-3,00	36,00	-3,00
5		-30,00	-13,60	36,00	-13,60		

Číslo	Umiestnenie rozhrania	Súradnice bodov rozhrania [m]					
		x	z	x	z	x	z
6		-30,00	-14,60	36,00	-14,60		
7		-30,00	-15,00	36,00	-15,00		

#### Parametre zemín - efektívna napätosť

Číslo	Názov	Vzorka	$\phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Trieda F3, konzistencie tvrdá $S_r < 0,8$		27,60	12,00	20,20
2	Trieda G3, ulehlá		35,00	2,00	20,80
3	Trieda G3		35,00	2,00	20,40
4	R3		18,50	21,00	20,40
5	R2		32,00	550,00	19,80

#### Parametre zemín - vztlak

Číslo	Názov	Vzorka	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	Trieda F3, konzistencie tvrdá $S_r < 0,8$		20,20		
2	Trieda G3, ulehlá		20,80		
3	Trieda G3		20,40		
4	R3		20,40		
5	R2		19,80		

### Parametre zemín

#### Třída F3, konzistence tvrdá $S_r < 0,8$

Objemová tiaž :  $\gamma = 20,20 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 27,60^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,20 \text{ kN/m}^3$

#### Třída G3, ulehlá

Objemová tiaž :  $\gamma = 20,80 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 35,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 2,00 \text{ kPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,80 \text{ kN/m}^3$

#### Třída G3

Objemová tiaž :  $\gamma = 20,40 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 35,00^\circ$

Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 2,00 \text{ kPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,40 \text{ kN/m}^3$

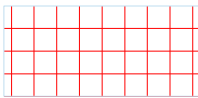
#### R3

Objemová tiaž :  $\gamma = 20,40 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 18,50^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 21,00 \text{ kPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,40 \text{ kN/m}^3$

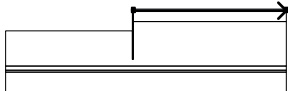
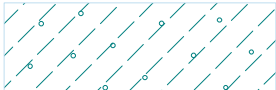
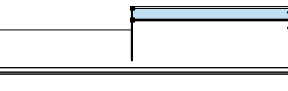
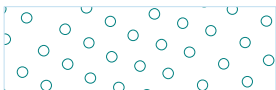
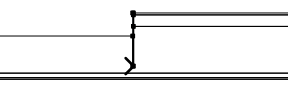
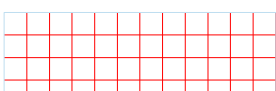
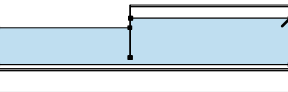
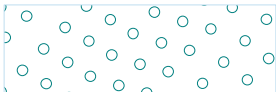
#### R2

Objemová tiaž :  $\gamma = 19,80 \text{ kN/m}^3$   
 Uhol vnútorného trenia :  $\varphi_{ef} = 32,00^\circ$   
 Súdržnosť zeminy :  $c_{ef} = 550,00 \text{ kPa}$   
 Obj. tiaž sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,80 \text{ kN/m}^3$

### Tuhé telesá

Číslo	Názov	Vzorka	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Tuhé těleso		23,00

### Priradenie a plochy

Číslo	Umístění plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
1		0,05	-0,40	36,00	-0,40	Třída F3, konzistence tvrdá $S_r < 0,8$ 
		36,00	0,00	0,00	0,00	
		0,00	-0,40			
2		0,05	-3,00	36,00	-3,00	Třída G3, ulehlá 
		36,00	-0,40	0,05	-0,40	
		0,00	-0,40	0,00	-3,00	
3		-0,20	-12,00	0,00	-12,00	Tuhé těleso 
		0,00	-3,00	0,00	-0,40	
		0,00	0,00	-0,20	0,00	
		-0,20	-5,20			
4		36,00	-13,60	36,00	-3,00	Třída G3 
		0,05	-3,00	0,00	-3,00	
		0,00	-12,00	-0,20	-12,00	
		-0,20	-5,20	-30,00	-5,20	
		-30,00	-13,60			

Číslo	Umiestnenie plochy	Súradnice bodov plochy [m]				Priradená zemina
		x	z	x	z	
5		36,00	-14,60	36,00	-13,60	R2
		-30,00	-13,60	-30,00	-14,60	
6		36,00	-15,00	36,00	-14,60	R3
		-30,00	-14,60	-30,00	-15,00	
7		-30,00	-15,00	-30,00	-20,00	R2
		36,00	-20,00	36,00	-15,00	

#### Priťaženie

Číslo	Typ	/		/		Sklon $\alpha$ [°]	Veľkosť		
		z [m] / x <sub>1</sub> [m]	x [m] / z <sub>1</sub> [m]	l [m] / x <sub>2</sub> [m]	b [m] / z <sub>2</sub> [m]		q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	pásové	na povrchu	x = 3,00	l = 3,00		0,00	9,00		kN/m <sup>2</sup>

#### Názvy priťažení

Číslo	Názov
1	vozovka

#### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umiestnenie HPV	Súradnice bodov HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-30,00	-5,20	0,00	-5,20	0,05	-4,10
		36,00	-4,10				

#### Nastavenie výpočtu

Nastavenie výpočtu : Slovensko  
 Typ výpočtu : Stupeň bezpečnosti  
 Stupeň bezpečnosti : 1,50

#### Výsledky (Fáze budování 1)

##### Výpočet 1

##### Kruhovú šmykovú plochu

Parametre šmykovej plochy					
Stred :	x =	-3,23 [m]	Uhly :	$\alpha_1$ =	-65,16 [°]
	z =	0,03 [m]		$\alpha_2$ =	89,86 [°]
Polomer :	R =	12,45 [m]			
Šmyková plocha po optimalizácii.					

### Posúdenie stability svahu (Fellenius / Petterson)

Sumácia aktívnych síl :  $F_a = 576,24 \text{ kN/m}$

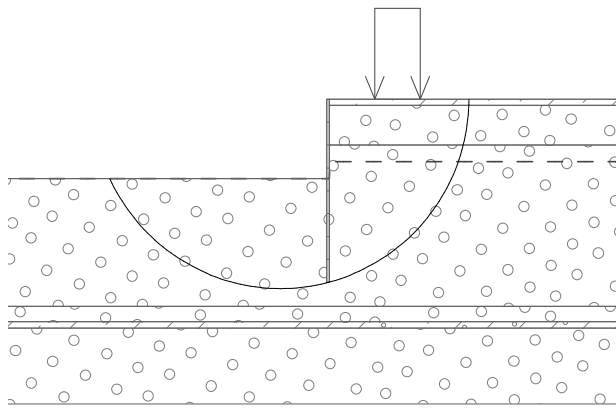
Sumácia pasívnych síl :  $F_p = 1272,55 \text{ kN/m}$

Moment zosúvajúci :  $M_a = 7175,86 \text{ kNm/m}$

Moment vzdorujúci :  $M_p = 15847,03 \text{ kNm/m}$

Stupeň bezpečnosti =  $2,21 > 1,50$

**Stabilita svahu VYHOVUJE**



## 8.2 Posúdenie štetovnice

Štetovnica je navrhnutá prierezu III n z ocele S235 JRC podľa normy EN 10027.

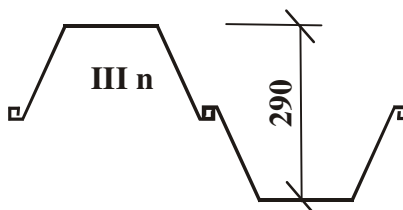
Kontrola ohybovej únosnosti:

$$M_{c,Rd} = \beta_B \cdot W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,8 \cdot 0,0016 \cdot 235000 / 1,0 = 300,8 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed} < M_{c,Rd}$$

$$233,47 \text{ kNm/m} < 300,8 \text{ kNm/m} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Navrhnutý typ štetovnice typu LARSEN III n vyhovuje v celkovej dĺžke 12,0m s nutnou hĺbkou založenia v zemine 6,8m.



Kontrola šmykovej únosnosti:

$$A_v = t_w \cdot (h - t_f) = 0,013 \cdot (0,168 - 0,013 \cdot 2) = 0,001846 \text{ m}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 0,001846 \cdot 235000 / (\sqrt{3} \cdot 1,0) = 250,46 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed} < V_{pl,Rd}$$

$$146,79 \text{ kN/m} < 250,46 \text{ kN/m} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

## 9. Záver

Statický výpočet mostného objektu je vypracovaný v zmysle platných noriem a predpisov. Statickým výpočtom bola posúdená navrhnutá konštrukcia mosta. Posúdenie bolo vypracované na základe výsledkov výpočtu maximálnych účinkov zaťaženia a podľa geologického profilu určeného na základe geologického prieskumu.

Po rekapitulácii výsledkov je možné skonštatovať, že predmetný objekt bude za predpokladaných podmienok spoľahlivo plniť svoju funkciu.