

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Adam Mitrenga

2024

Příloha 2: Statický výpočet

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí práce: prof. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.

Konzultant: Ing. Jiří Jachan, Ing. Martin Sedmík

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod | 5 |
| 2. Identifikační údaje objektu | 5 |
| 3. Základní údaje o mostu | 5 |
| 3.1 Křížení s překážkami..... | 6 |
| 3.2 Účel mostu | 6 |
| 3.3 Charakter překážky a převáděné komunikace..... | 6 |
| 3.4 Územní podmínky | 6 |
| 3.5 Geologické podmínky | 6 |
| 4. Technické řešení mostu | 6 |
| 4.1 Charakteristika mostu..... | 6 |
| 4.2 Prostorové uspořádání mostu | 6 |
| 4.3 Použité materiály..... | 7 |
| 4.4 Spodní stavba | 7 |
| 4.5 Nosná konstrukce | 8 |
| 4.6 Spřažená deska | 8 |
| 5. Podklady pro návrh..... | 10 |
| 6. Použitá literatura..... | 11 |
| 7. Výkresová část..... | 12 |
| 8. Použitý software | 15 |
| 9. Výpočetní model | 16 |
| 9.1 Obecný popis modelu..... | 16 |
| 9.2 Materiály | 17 |
| 9.3 Průřezové charakteristiky | 17 |
| 9.4 Nahrazení betonu výztuží nad pilíři | 18 |
| 9.5 Podpory v modelu | 20 |
| 9.6 Fáze výstavby..... | 24 |
| 10. Kontrola výpočetního modelu | 31 |
| 10.1 CS1 – montáž OK nad pilíři | 31 |
| 10.2 CS22 – odstranění dočasných podpor | 33 |
| 10.3 CS3 – betonáž polových úseků..... | 37 |
| 10.4 Vyhodnocení..... | 39 |
| 11. Zatížení | 40 |
| 11.1 Stálé zatížení..... | 40 |

| | | |
|------|---|-----|
| 11.2 | Ostatní stálé zatížení | 42 |
| 11.3 | Pohyblivé zatížení | 44 |
| 11.4 | Proměnné zatížení a ostatní vlivy | 50 |
| 12. | Kombinace zatížení | 57 |
| 12.1 | Kombinace pro mezní stav únosnosti | 57 |
| 12.2 | Kombinace pro mezní stav použitelnosti | 57 |
| 12.3 | Kombinační součinitele zatížení | 57 |
| 13. | Klasifikace průřezů | 61 |
| 13.1 | Průřez R1 | 61 |
| 13.2 | Průřez R2 – nepotrhaná deska | 62 |
| 13.3 | Průřez R2_1 – potrhaná deska | 64 |
| 13.4 | Průřez R3 | 65 |
| 13.5 | Průřez R4 | 66 |
| 13.6 | Vyhodnocení klasifikace průřezů | 68 |
| 14. | Vnitřní síly a napětí na nosné konstrukci | 69 |
| 14.1 | Přehled vnitřní sil na NK | 69 |
| 14.2 | Přehled normálových napětí na NK | 71 |
| 14.3 | Přehled extrémů vnitřních sil použitých pro návrh | 73 |
| 15. | Posouzení hlavní nosné konstrukce | 75 |
| 15.1 | Struktura posouzení hlavní nosné konstrukce | 75 |
| 15.2 | Materiálové charakteristiky | 78 |
| 15.3 | Průřez R1 - polový | 79 |
| 15.4 | Průřez R2 - přechodový | 89 |
| 15.5 | Průřez R2_1 - přechodový | 98 |
| 15.6 | Průřez R3 – pilířový | 108 |
| 15.7 | Průřez R4 – opěrový | 119 |
| 16. | Posouzení hlavní nosné konstrukce – MSP | 128 |
| 16.1 | MSP – omezení napětí | 128 |
| 16.2 | MSP – posouzení deformací | 128 |
| 17. | Posouzení příčníků | 129 |
| 17.1 | Opěrový příčník | 129 |
| 17.2 | Pilířový příčník | 134 |
| 18. | Železobetonová spřažená deska | 135 |
| 18.1 | Podélný směr | 135 |
| 18.2 | Příčný směr | 135 |

| | | |
|------|---|-----|
| 19. | Mostní závěry | 147 |
| 19.1 | Stanovení posunů v mostních závěrech..... | 147 |
| 19.2 | Posun v mostních závěrech | 147 |
| 20. | Mostní ložiska..... | 149 |
| 20.1 | Stanovení zatížení a posunů v ložiscích | 149 |
| 20.2 | Zatížení na ložiska | 149 |
| 20.3 | Posuny v ložiskách | 150 |
| 21. | Závěr statického výpočtu | 152 |

1. Úvod

2. Identifikační údaje objektu

| | |
|--------------------|---|
| Název stavby: | Rýchlostná cesta R1 III. úsek, Beladice – Tekovské Nemce |
| Objekt: | SO 205-00 |
| Název objektu: | Most na R1 v km 2.097 nad údolím a Majerským potokom |
| Okres: | Zlaté Moravce |
| Kraj: | Nitriansky |
| Katastrální území: | Tesáre nad Žitavou, Veľké Vozokany |
| Druh stavby: | Novostavba |

3. Základní údaje o mostu

| | |
|------------------------|---|
| Charakteristika mostu: | <ul style="list-style-type: none"> a) Na pozemní komunikaci b) Most přes údolí, potok a polní cestu c) Most o 5ti polích d) jednopodlažní e) s horní mostovkou f) nepohyblivý g) trvalý h) směrově zakřivené i) kolmý j) s normovou zatížitelností k) masivní l) plnostěnný m) trémový n) otevřeně uspořádaný o) s neomezenou vlnou výškou |
|------------------------|---|

| | |
|--|---------------------------------------|
| Délka přemostění: | 184,0 m |
| Délka mostu: | 202,4 m |
| Délka nosné konstrukce: | 187,6 m |
| Rozpětí mostu: | 33,0 + 3x40,0 + 33,0 m |
| Šikmost mostu: | 90,0° |
| Šířka mostu mezi svodidly: | 10,25 m + 10,25 m (kolmá) |
| Šířka mostu mezi krajními svodidly: | 22,5 m |
| Šířka mostu: | 25,85 m |
| Šířka nosné konstrukce: | 25,2 m |
| Výška mostu: | 18,4 m |
| Stavební výška mostu: | 2,93 m |
| Plocha mostu: | 187,6 x 25,85 = 4849,5 m ² |

3.1 Křížení s překážkami

Bod křížení: Majerský potok
Km 2,106 000
Úhel křížení $\alpha = 85,0^\circ$

3.2 Účel mostu

Mostní objekt převádí rychlostní komunikaci R1 nad údolím a Majerským potokem v km 2,097 R1.

3.3 Charakter překážky a převáděné komunikace

3.3.1 Údaje o přemostované překážce

Mostní objekt převádí rychlostní komunikaci R1 nad údolím a Majerským potokem v km 2,097 R1. Údolí pod mostem je ploché a v jeho středu se nachází Majerský potok.

3.3.2 Údaje o převáděné komunikaci

Převáděná komunikace je v kategorii R 22,5/100. Volná šířka na mostě je 2x10,25 m. Komunikace na mostě je ve směrovém oblouku o poloměru $R = 2550$ m. Podélný sklon konstrukce je -1,01% a příčný sklon vozovky byl navržen jako $p = 2,5\%$.

3.4 Územní podmínky

Mostní objekt se nachází v Nitrianském kraji v extravilánu oce Tesárské Mlyňany, v katastrálním území obcí Tesáre nad Žitavou a Velké Vozokany.

3.5 Geologické podmínky

Pro účel stavby byl v roce 2008 proveden inženýrsko-geologický průzkum. V zájmovém území mostního objektu bylo provedeno celkem 16 sond.

Zájmové území je tvořeno kvartérními a neogenními zeminami. Povrchovou vrstvu na území tvoří souvislá vrstva deluviálních jíílů střední plasticity (Cl), tvrdé až pevné konzistence. Pod vrstvou jíílů se nachází vrstvy štěrku jíilovitého (GC) až jíilu štěrkovitého (CG). Neogén je reprezentovaný souvrstvím špatně zrněných písků (SM), písků s příměsí jemnozrné zeminy (S-F), štěrku jíilovitých (GC) až štěrku s příměsí jemnozrné zeminy (G-F). Od hloubky 8,5-13,0 m je převaha písčitých jíílů až siltů a jíílů se střední plasticitou (CS, Cl, CH).

4. Technické řešení mostu

4.1 Charakteristika mostu

Mostní objekt je tvořen dvěma samostatnými mostními objekty. Rozpětí jednotlivých polí je 33,0 + 3x40,0 + 33,0 m. Nosnou konstrukci mostu tvoří spojitý kompozitní ocelobetonový plnostěnný nosník. Založení mostu je navrženo na velkopřůměrových pilotách.

4.2 Prostorové uspořádání mostu

Na mostě se nachází rychlostní komunikace šířkové kategorie R 22,5/100, která je v místě mostního objektu ve směrovém oblouku o poloměru $R = 2550$ m. Niveleta mostu klesá ve směru staničení a podélný sklon je -1,01%.

Dopravní prostor je ohraničen svodidly. Šířka dopravního prostoru je 2x10,25 m. Na vnitřních stranách se nachází také ocelové svodidla. Vozovka má jednostranný příčný sklon 2,5% a klesá směrem k levé straně mostu. Celková šířka mostu je 25,85 m.

4.3 Použité materiály

4.3.1 Beton

Tabulka 1 - typy použitých betonů

| | |
|----------------------------|--|
| Podkladní beton | C12/15-X0 (SK) - Dmax 22 |
| Piloty | C25/30 – XC3,XA1 (SK) - C1 0,2 – Dmax 16 – S4 |
| Základy | C25/30 - XC3, XF2, XA1 (SK) - C1 0,2 - Dmax 22 - S4 |
| Pilíře | C30/37-XC4, XD1, XF2, XA1 (SK) - C1 0,2 - Dmax 22 - S4 |
| Opěry | C30/37-XC4, XD1, XF2, XA1 (SK) - C1 0,2 - Dmax 22 - S4 |
| Spražená deska | C35/45-XC4, XD1, XF2 (SK) - C1 0,2 - Dmax 22 - S3/S4 |
| Římsy | C30/37-XC4, XD1, XF2 (SK) - C1 0,2 - Dmax 22 - S3/S4 |
| Podkladní beton pod dlažbu | C16/20-X0 (SK) - Dmax 22 |

4.3.2 Ocel

Ocelové nosníky sprážené nosné konstrukce jsou navrženy z oceli S355NL.

Pro vyztužení železobetonových částí mostního objektu je použita výztuž třídy B500B. Při ukládání je důležité dodržet předepsané krytí výztuže betonem.

4.4 Spodní stavba

Spodní stavbu tvoří železobetonové vrtané piloty, základové bloky a železobetonové křídla.

4.4.1 Pilotové založení

Vrtané piloty mají vnější průměr 880 mm. Pod každým pilířem se nachází 12ks pilot. Piloty budou plavající s patou ukončenou v úrovni písčitých a jílovitých štěrků.

Před samotným vrtáním pilot je nezbytné vykonat zemní práce pro vytvoření pracovních plošin (úprava povrchu terénu vrstvou štěrku tl 300 mm po odhumusování). Hluchá část vrtu bude po realizaci piloty zasypána.

Betonáž pilot bude provedena bezprostředně po ukončení vtání piloty, čištění dna a uložení armokoše. Hlava piloty bude přebetonována o 0,5 m. Po vyhloubení základových jam bude znehodnocený beton v horní části hlavy piloty odbourán.

4.4.2 Základové bloky

Základové bloky pod železobetonovými pilíři budou realizovány na vrstvě podkladního betonu o tloušťce 200 mm a jsou navrženy jako monolitické železobetonové obdélníkového průřezu o výšce 1,5 m, šířce 5,5 m a délce 12,0 m. Sklon horní vodorovné plochy základu je 5% směrem k vnější hraně základu.

4.4.3 Pilíře

Mezilehlé pilíře jsou tvořené dvojicí štíhlých stojek na společném základu. Rozměr stojky je 1,5x1,8 m. Výška stoje se pohybuje od 12,0 do 16,6 m.

4.4.4 Opěry a křídla

Krajní opěry jsou tvořeny úložnými prahy ze železobetonu založené na velkopřůměrových pilotách. Opěry jsou navrženy z betonu C30/37. Součástí opěry jsou křídla ze železobetonu vetknuté do dřívku opěry, závěrná zídka a betonové bloky pod ložiska. Úložný práh je odvodněný žlábkem vytvořeným PE trubkou. V závěrné zídce se nachází kapsa pro mostní závěr.

4.4.5 Ložiska

Pro uložení nosné konstrukce byly navrženy hrncová mostní ložiska. Na podpěrách 3 a 4 jsou navrženy pevná ložiska. Na ostatních podpěrách je pohyblivé uložení.

4.4.6 Vodorovné a svislé izolace

Všechny svislé a vodorovné plochy spodní stavby, které budou v konečném stavu zasypané zeminou budou chráněny proti zemní vlhkosti penetračním nátěrem, dvojitým asfaltovým nátěrem a izolací NAIP.

4.5 Nosná konstrukce

Nosná konstrukce mostu je navržena jako spřažená ocelobetonová dvourámová konstrukce, spojitý nosník o 5 polích. Rozpětí jednotlivých polí jsou 33,0 + 3x40,0 + 33,0 m. Konstrukční výška ocelobetonového průřezu je 2,58 až 2,63 m.

Ocelovou část nosné konstrukce tvoří svařené ocelové „I“ nosníky. Výška nosníků je proměnná 2,10 – 2,21 m s konstantní výškou stojiny 2,05 m, proměnnou tloušťkou pásnic a zarovnanou horní hranou horní a spodní pásnice. Dolní pásnice je šířky 0,75 m a proměnné tloušťky 0,03 – 0,08 m. Horní pásnice je šířky 0,45 – 0,55 m a proměnné tloušťky 0,02 – 0,08 m. Horní pásnice je zapuštěná do betonové desky, kdy spodní hrana betonové desky je zarovnaná se spodní hranou horní pásnice. Stěna nosníků má tloušťku 0,022 – 0,03 m. Na horní pásnici budou přivařené sprahovací trny Ø19/150(145) mm.

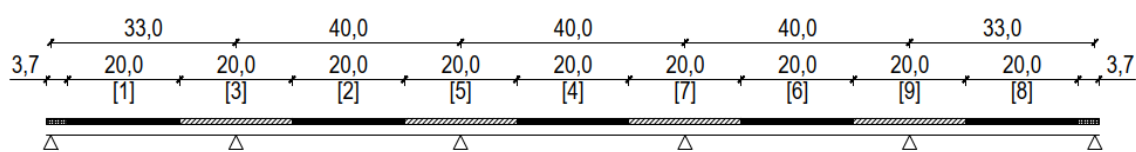
Ocelová konstrukce je rozdělena na 4 typy dílců:

| | |
|----|------------------|
| R1 | Polový dílec |
| R2 | Přechodový dílec |
| R3 | Pilířový dílec |
| R4 | Opěrový dílec |

Výstavba OK bude provedena metodou blokové montáže dle přiloženého schématu postupu výstavby.

4.6 Spřažená deska

Deska bude betonována po etapách tzv. poutnickým způsobem. Ocelová konstrukce bude v čase betonáže bez provizorních podpor a bude osazena na ložiskách. Postup betonáže bude probíhat tak, že nejprve budou vybetonovány úseky v polích a následně úsek nad podporami podle následujícího schématu:



Obr. 1 - schéma postupu betonáže

Betonáž bude probíhat pomocí betonážního vozíku, který se bude pohybovat po ocelových nosnících. Spřažená deska bude vyztužena ocelí B500B.

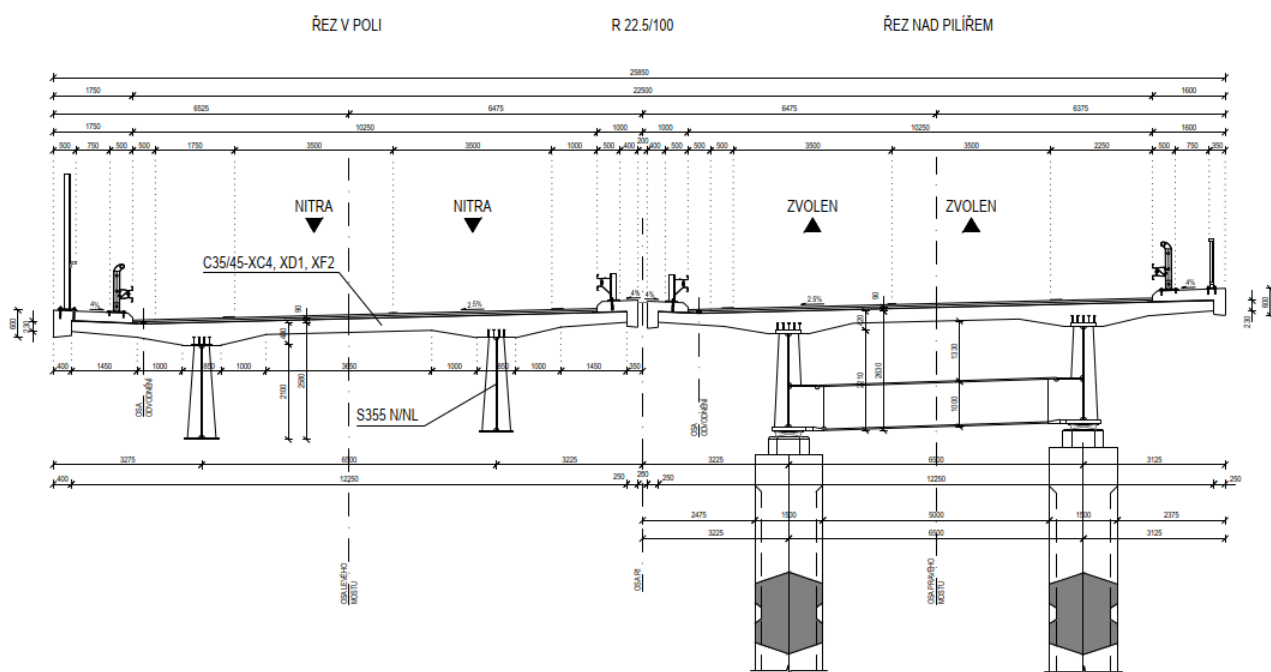
5. Podklady pro návrh

- Výkresová dokumentace realizovaného návrhu mostu “205-00 MOST NA R1 V km 2,097 NAD ÚDOLÍM A MAJERSKÝM POTOKOM”
- Technická zpráva realizovaného návrhu mostu “205-00 MOST NA R1 V km 2,097 NAD ÚDOLÍM A MAJERSKÝM POTOKOM”

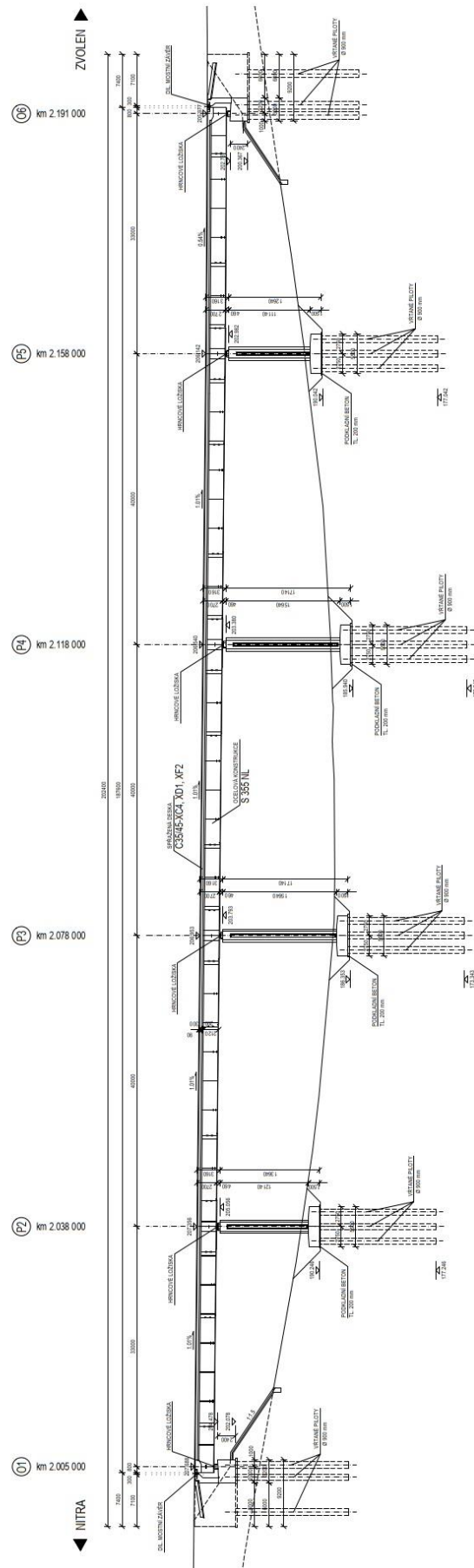
6. Použitá literatura

- [1] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1991-1-5 Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou
- [5] ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [6] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady
- [8] ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [9] ČSN EN 1993-1-5 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn
- [10] ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [11] ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty
- [12] ČSN EN 1993-1-9 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-9: Únava
- [13] ČSN EN 1994-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [14] ČSN EN 1994-2 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 2: Obecná pravidla a pravidla pro mosty
- [15] RYJÁČEK, P. Půdorysně zakřivené ocelobetonové mosty: Disertační práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze - Fakulta stavební, 2003.
- [16] Jensen, BC (ed.) 2019, Teknisk Ståbi. 25. edn, Praxis - Nyt Teknisk Forlag, København.
- [17] TP 86 - Mostní závěry
- [18] ČSN EN 1337-1 Stavební ložiska – Část 1: Všeobecná pravidla navrhování

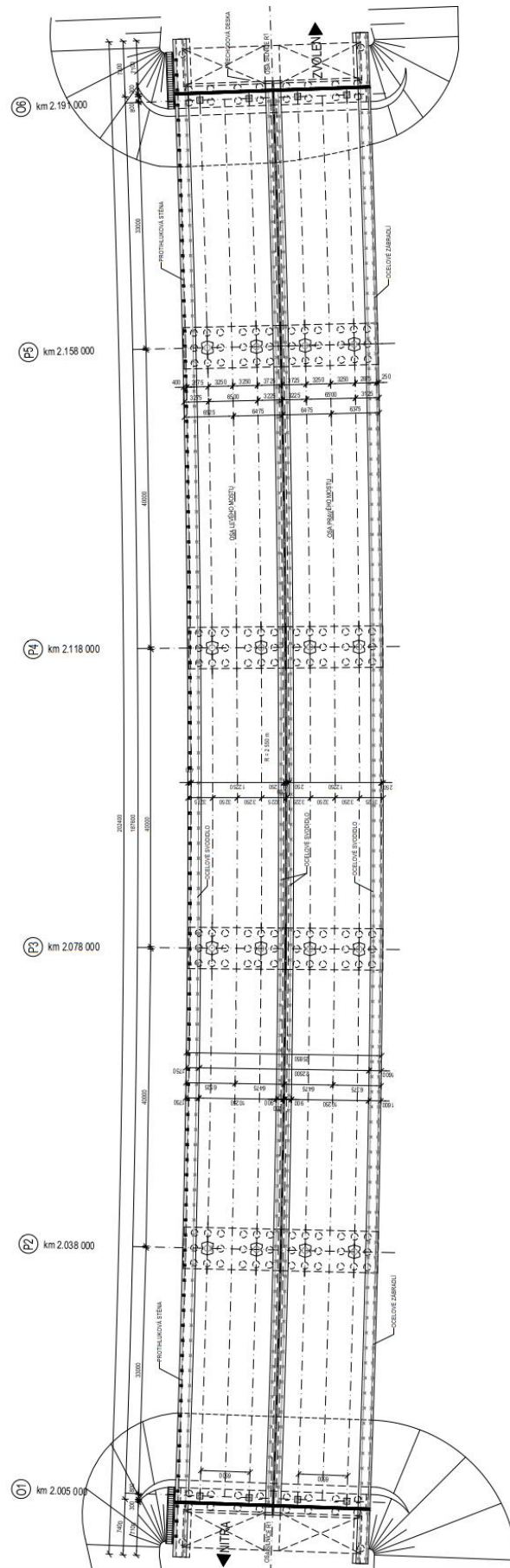
7. Výkresová část



Obr. 2 - charakteristický příčný řez v poli (vlevo) a nad pilířem (vpravo)



Obr. 3 - podélný řez mostem



Obr. 4 - půdorys mostu

8. Použitý software

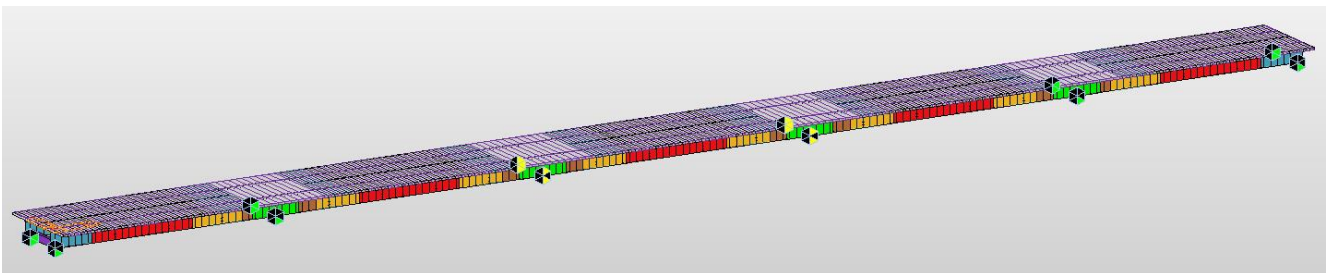
- Midas Civil 2022 (v1.2) – výpočetní modely
- Microsoft Excel – výpočty
- MathCad Prime 3.1 – výpočty
- AutoCad 2020 – výkresová dokumentace

9. Výpočetní model

9.1 Obecný popis modelu

Pro globální návrh a posouzení nosné konstrukce v podélném směru byl vytvořen prostorový roštový model v programu Midas Civil 2022.

- Hlavní nosná konstrukce byla namodelována jako prostorový roštový model se spřaženými prutovými průřezy.
- Postup výstavby včetně reologie spřažené desky byly zohledněny v časové analýze konstrukce.
- Část železobetonové desky v oblasti pilířů byla v modelu nahrazena betonářskou výztuží nacházející se ve spolupůsobící šířce desky.
- Podpory u pilířů P3 a P4, kde se nachází pevná ložiska v podélném směru, byly modelovány jako pružné podpory.
- Ocelové nosníky byly pro roznos zatížení spojeny příčnými vazbami s tuhostí odpovídající tuhosti betonové desky.
- Příčné vazby byly namodelovány po celé šířce desky.



Obr. 5 - výpočetní model v programu Midas Civil

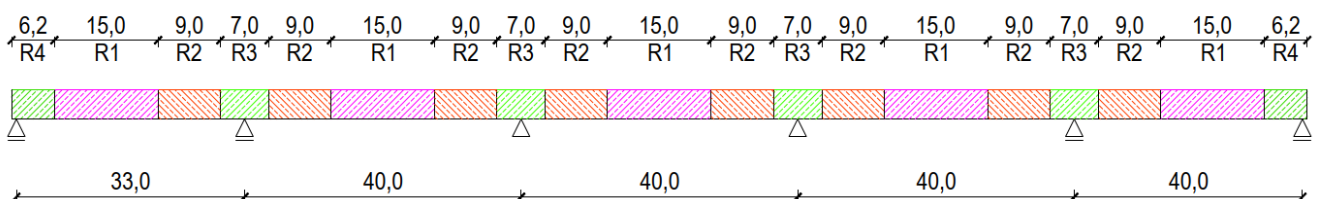
Tento model byl zatížen dle potřeby zatížen uvažovaným krátkodobým a dlouhodobým zatížením.

Nosná ocelová konstrukce byla rozdělena na jednotlivé dílce s rozdílnými průřezy, aby bylo možné optimalizovat využití ocelových nosníků a spotřebu materiálu.

Uvažované rozdělení průřezů:

- R1 – polový dílec, délka 15 m
- R2 – přechodový dílec, délka 9 m
- R3 – pilířový dílec, délka 7 m
- R4 – opěrový dílec, délka 6,2 m

Schéma dílců [m]



Obr. 6 - schéma navržených dílců

9.2 Materiály

V modelu byly použity 3 typy materiálů:

Tabulka 2 - materiály použité ve výpočetním modelu

| ID | Druh materiálu | Třída | Modul pružnosti | Objemová tíha | Souč. tepelné roztažnosti | Typ materiálu |
|----|----------------|------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------|
| | - | - | E (N/mm ²) | γ (N/mm ³) | α (1/[C]) | - |
| 1 | Ocel | S 355 N/NL | 210000 | 78,5 | 0,000012 | Isotropic |
| 2 | Ocel | B500B | 210000 | 0 | 0,000012 | Isotropic |
| 3 | Beton | C35/45 | 34000 | 0 | 0,00001 | Isotropic |

Objemová tíha pro betonářskou výztuž B500B a pro beton spráženě desky byla nastavena jako nulová a nahrazena zatížením zohledňující skutečné zatížení od konstrukce (viz kap.11.1)

9.3 Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky hlavních nosníků a sprážených průřezů, které byly použity v modelu:

Tabulka 3 - průřezové charakteristiky použité ve výpočetním modelu

| Typ průřezu | | R1 | R2 | R2_1 | R3 | R4 | |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| Deska | | Plná | Plná | Potrhaná | Potrhaná | Plná | |
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 450 | 450 | 450 | 550 | 450 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 20 | 45 | 45 | 80 | 20 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 30 | 45 | 45 | 80 | 30 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | 2050 | 2050 | 2050 | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | 25 | 25 | 30 | 25 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2100 | 2140 | 2140 | 2210 | 2100 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 72500 | 105250 | 105250 | 165500 | 82750 | mm ² |
| Těžiště | C_z | 861 | 936 | 936 | 1002 | 885 | mm |
| Moment setrvačnosti | I_y | 4,56E+10 | 7,53E+10 | 7,53E+10 | 1,38E+11 | 4,95E+10 | mm ⁴ |

Geometrie spráženého průřezu

| | | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| Šířka desky | b_c | 6500 | 6500 | 1031 | 1031 | 6500 | mm |
| Tlošťka desky | t_c | 300 | 300 | 20 | 20 | 300 | mm |
| Odsazení | H_h | 180 | 155 | 295 | 260 | 180 | mm |
| Pracovní součinitel | n | 6,18 | 6,18 | 1,00 | 1,00 | 6,18 | - |
| Náhradní šířka bet. desky | b_{ci} | 1052 | 1052 | 1031 | 1031 | 1052 | mm |
| Výška spráženého průřezu | h_i | 2580 | 2595 | 2455 | 2490 | 2580 | mm |
| Plocha náhradní desky | A_{ci} | 315714 | 315714 | 20620 | 20620 | 315714 | mm ² |
| Plocha spráž. průřezu | A_i | 388214 | 420964 | 125870 | 186120 | 398464 | mm ² |
| Těžiště | C_{zi} | 2137 | 2068 | 1183 | 1166 | 2109 | mm |
| Moment setrvačnosti | I_{yi} | 1,93E+11 | 2,58E+11 | 1,15E+11 | 1,78E+11 | 2,08E+11 | mm ⁴ |

Pro průřez R2_1 a R3 byly průřezové charakteristiky vypočítány se zohledněním potrhané desky, jak je uvedeno v kap. 9.4.

9.4 Nahrazení betonu výztuží nad pilíři

Z důvodu zohlednění účinků potrhání železobetonové desky nad pilíři pro výpočet vnitřních sil byl beton desky nahrazen betonářskou výztuží dle [14] kap. 5.4.2.3.

Betonová deska byla nahrazena výztuží v podélném směru ve vzdálenosti $0,15 \times L$ od podpor, kde L je délka rozpětí příslušného pole. V krajním poli byl beton nahrazen výztuží na délce $L_1 = 0,15 * 33 \text{ m} \cong 5 \text{ m}$ a v prostředním poli na délce $L_2 = 0,15 * 40 \text{ m} = 6 \text{ m}$.

Z důvodu zjednodušení modelu a následného posouzení konstrukce byla efektivní šířka vypočítána pro průřezy mezi krajním a středním polem, kde byla vypočítána kratší ekvivalentní délka rozpětí, menší efektivní šířka desky a tedy i menší plocha betonářské výztuže působící na efektivní šířce desky.

Vypočítaná plocha výztuže pro průřezy krajního pole byla následně použita i pro průřezy mezi vnitřními poli, kde má deska větší spolupůsobící šířku. Vzhledem k malému rozdílu rozpětí krajního a prostředního pole lze konstatovat, že toto rozhodnutí je na straně bezpečnosti a zároveň významně neovlivňuje chování modelu.

Zadání betonářské výztuže na efektivní šířce desky nad pilíři v modelu bylo provedeno jako náhradní deska o tloušťce 20 mm (průměr uvažované výztuže v podélném směru), která byla umístěna do těžiště betonové desky.

Průřez R2 bylo nutné v modelu rozdělit na dva průřezy. Část tohoto dílce se totiž nacházela v nadpilířové oblasti, kde byla modelována potrhaná deska.

Výpočet výztuže na efektivní šířce byl proveden pro dílce R2 (přechodový) a R3 (pilířový) následujícím způsobem:

Tabulka 4 - výpočet náhradní desky pro průřez R2

Náhradní deska nad pilíři - R2

| | | | |
|------------------------------|-------|-------|----|
| Rozpětí krajního pole | L_1 | 33000 | mm |
| Rozpětí středního pole | L_2 | 40000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi trny (odhad) | b_0 | 360 | mm |

| | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-------|----|
| Ekvivalentní délka rozpětí | $L_e=0.25*(L_1+L_2)$ | 18250 | mm |
| Efektivní šířka desky poloviny desky | $b_{ei}=L_e/8$ | 2281 | mm |
| Efektivní šířka desky | $b_{eff}=b_0+2*b_{ei}$ | 4923 | mm |

Výztuž na efektivní šířce desky - náhradní deska do modelu

| | | | |
|---|-------------------------------|-------|--------------------|
| Průměr výztuže | d | 20 | mm |
| Rozteč výztuže | s | 150 | mm |
| Počet vrstev výztuže | n | 2 | - |
| Plocha výztuže na běžný metr | $A_{s.1m}$ | 4189 | mm ² /m |
| Plocha výztuže na efektivní šířce desky | $A_{s.beff}=A_{s.1m}*b_{eff}$ | 20619 | mm ² |
| Náhradní deska do modelu tl. 20 mm | $b_s=A_{s.beff}/d$ | 1031 | mm |

Tabulka 5 - výpočet náhradní desky pro průřez R3

Náhradní deska nad pilíři - R3

| | | | |
|------------------------------|-------|-------|----|
| Rozpětí krajního pole | L_1 | 33000 | mm |
| Rozpětí středního pole | L_2 | 40000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi trny (odhad) | b_0 | 360 | mm |

| | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-------|----|
| Ekvivalentní délka rozpětí | $L_e=0.25*(L_1+L_2)$ | 18250 | mm |
| Efektivní šířka desky poloviny desky | $b_{ei}=L_e/8$ | 2281 | mm |
| Efektivní šířka desky | $b_{eff}=b_0+2*b_{ei}$ | 4923 | mm |

Výztuž na efektivní šířce desky - náhradní deska do modelu

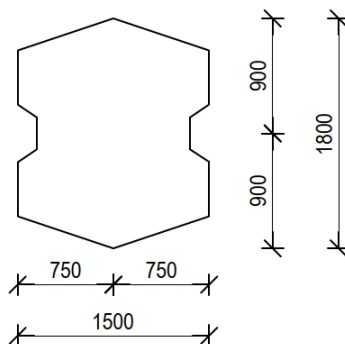
| | | | |
|---|-------------------------------|-------|--------------------|
| Průměr výztuže | d | 20 | mm |
| Rozteč výztuže | s | 150 | mm |
| Počet vrstev výztuže | n | 2 | - |
| Plocha výztuže na běžný metr | $A_{s.1m}$ | 4189 | mm ² /m |
| Plocha výztuže na efektivní šířce desky | $A_{s.beff}=A_{s.1m}*b_{eff}$ | 20619 | mm ² |
| Náhradní deska do modelu tl. 20 mm | $b_s=A_{s.beff}/d$ | 1031 | mm |

Náhradní deska byla v modelu umístěna v těžišti betonové desky. Její parametry pro výpočet byly vybrány tak, aby vystihly chování betonářské výztuže.

9.5 Podpory v modelu

9.5.1 Podpory u pilířů P3 a P4

Podpory u pilířů P3 a P4, kde se nachází pevná ložiska byly v podélném směru modelovány jako pružné podpory s tuhostí zohledňující délku a průřez pilířů. Tuhost byla nastavena pouze v podélném směru, v ostatních směrech (svislý a příčný) byly okrajové podmínky uvažovány jako u ostatních podpor nad pilíři a opěrami.



Obr. 7 - příčný řez pilířem

Výpočet tuhosti proběhl za předpokladu použití betonu C30/37 pro výstavbu pilířů a pilíře byly uvažovány jako konzoly vetknuté do základového bloku pilíře s tuhostí:

$$k = \frac{3EI_y}{L^3}$$

, kde E je modul pružnosti betonu C30/37, I_y je moment setrvačnosti pilíře v příčném směru a L je délka pilíře mezi podložiskovým a základovým blokem.

Moment setrvačnosti k příslušné ose byl zjištěn z modelu v programu Autocad.

Výpočet tuhostí:

Tabulka 6 - výpočet tuhostí podpor pro pilíř P3 a P4

Pilíř P3

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|----------------|
| Modul pružnosti betonu C30/37 | E_c | 33 | GPa |
| Moment setrvačnosti průřezu pilíře | I_y | 0,4764 | m ⁴ |
| Délka pilíře | L_{P3} | 15,6 | m |
| Tuhost pilíře do programu Midas | $k_{P3} = (3 \cdot E_c \cdot I_y) / (L_{P3}^3)$ | 12328 | kN/m |

Pilíř P4

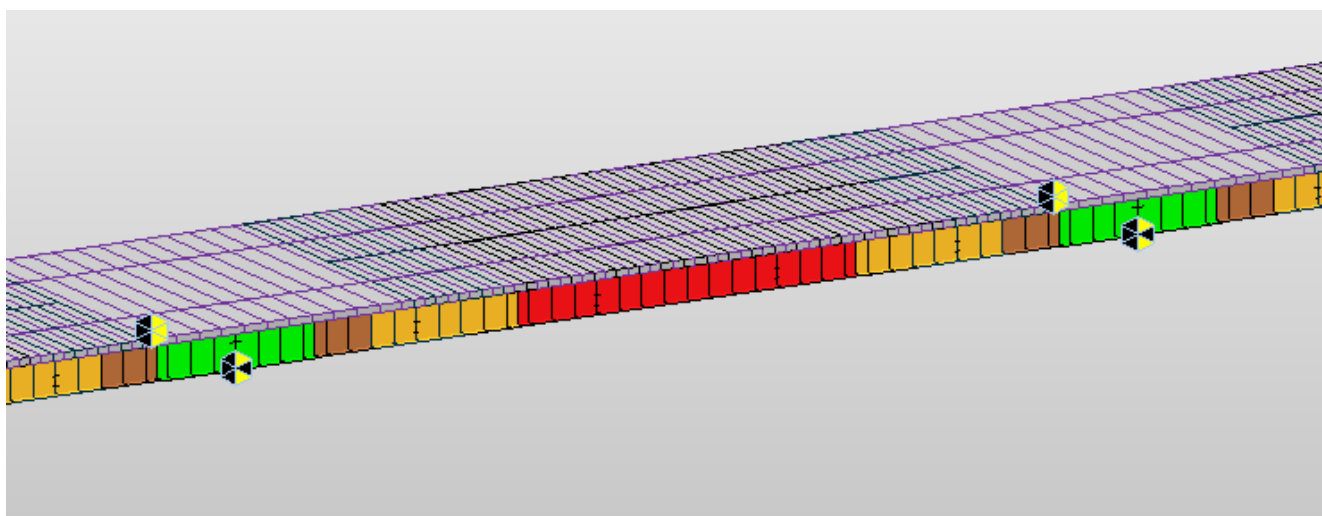
| | | | |
|------------------------------------|---|--------|----------------|
| Modul pružnosti betonu C30/37 | E_c | 33 | GPa |
| Moment setrvačnosti průřezu pilíře | I_y | 0,4764 | m ⁴ |
| Délka pilíře | L_{P4} | 15,6 | m |
| Tuhost pilíře do programu Midas | $k_{P4} = (3 \cdot E_c \cdot I_y) / (L_{P4}^3)$ | 12328 | kN/m |

V modelu byly tuhosti nastaveny ve směru osy globální x (podélný směr). V případě ložiska jednosměrně posuvného v příčném směru byl posun ve svislém směru globální osy z (svislý směr) zamezen. U ložiska pevného byl posun zamezen ve směru globální osy z (svislý směr) a y (příčný směr).

| Node | Type | Fixed | SDx (kN/m) | SDy (kN/m) | SDz (kN/m) | SRx (kN*m/[rad]) | SRy (kN*m/[rad]) | SRz (kN*m/[rad]) |
|------|--------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 809 | Linear | 001000 | 12328.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 810 | Linear | 011000 | 12328.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 811 | Linear | 001000 | 12328.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 812 | Linear | 011000 | 12328.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Obr. 8 - zadání tuhostí podpor v programu Midas Civil

Podpory byly v modelu umístěny pod spodní pásnici do místa, kde se nachází ložiska. Následně byly spojeny s podporovým příčníkem a vazbou (rigid linkem) s prutovým prvkem nosníku. Aktivace podpor byla nastavena až ve fázi po dokončení montáže ocelové konstrukce a podlití ložisek.



Obr. 9 - umístění pružných podpor ve výpočetním modelu

9.5.2 Podpory u opěry O1, O6 a pilířů P2 a P5

Definitivní podpory u ostatních pilířů a opěr byly modelovány bez uvažování pružných podpor, kdy podle typu ložiska (všesměrně posuvné, jednosměrně posuvné) byla v příslušném směru zamezena deformace.

| Node | Dx | Dy | Dz | Rx | Ry | Rz | Rw(kN/m) |
|------|----|----|----|----|----|----|----------|
| 805 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 806 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 807 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 808 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 813 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 814 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 815 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 816 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Obr. 10 - zadání posuvných podpor ve výpočetním modelu

Aktivace podpor byla nastavena až ve fázi po dokončení montáže ocelové konstrukce a podlití ložisek, stejně jako u pružných podpor pod pilíři P3 a P4.

9.5.3 Dočasné podpory při blokové montáži ocelové konstrukce

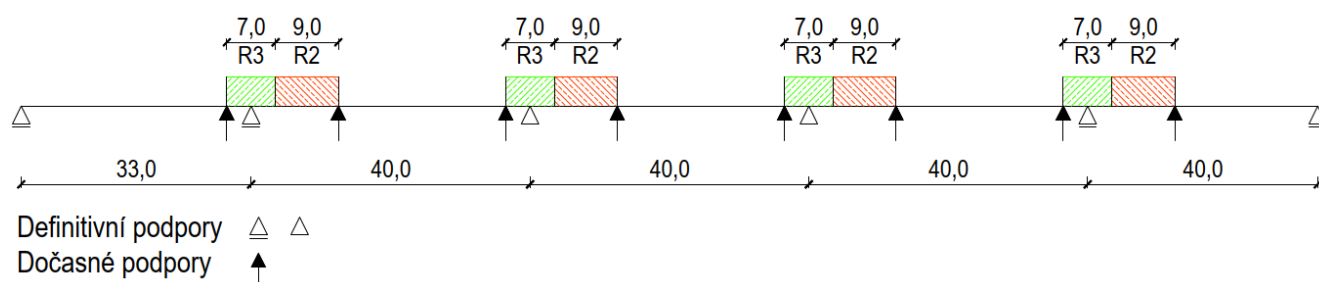
Během fáze výstavby, kdy je ocelová konstrukce osazována metodou blokové montáže, jsou dílce podepřeny dočasnými podporami. Tyto podpory byly uvažovány na koncích jednotlivých montážních dílců a byly odstraněny až při úplném dokončení montáže ocelové konstrukce po podlití ložisek.

Dočasné podpory byly aktivovány ve dvou fázích:

1) Montáž ocelové konstrukce nad pilíři

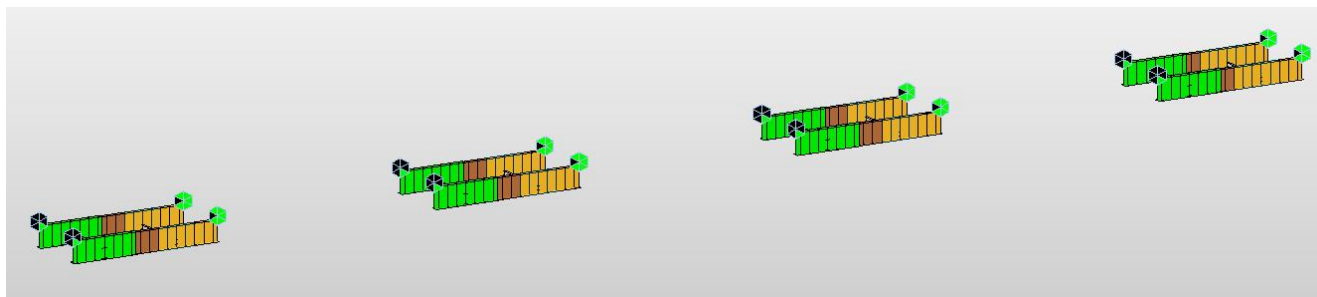
Schéma umístění dočasných podpor při montáži OK nad pilíři lze vidět na následujícím obrázku:

1. Etapa - montáž OK nad pilíři [m]



Obr. 11 - schéma dočasných podpor při montáži OK nad pilíři

V této fázi byly dočasné podpory aktivovány pro dílce osazované nad pilíři. Tyto dílce jsou osazovány asymetricky vůči ose uložení ocelové konstrukce nad pilíři, dle schématu postupu výstavby. Osazován je vždy jeden pilířový dílec (R3) a přechodový dílec (R2).



Obr. 12 – podpory při montáži OK nad pilíři ve výpočetním modelu

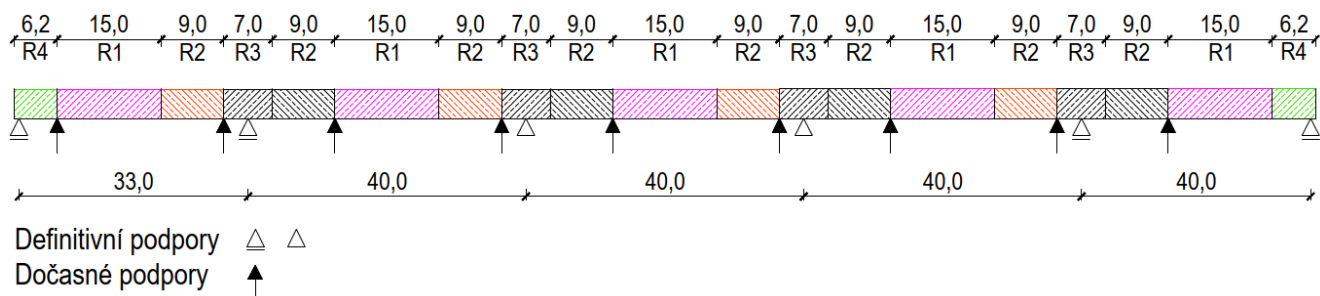
Podepření z levé strany montážních dílců (na okraji pilířového dílce) bylo uvažováno jako posuvné v podélném a příčném směru, a pevné ve směru svislém. Podepření na druhé straně montážních dílců (pod přechodovým dílcem) bylo uvažováno pevné ve směru svislém, podélném a příčném. Navíc bylo zamezeno pootočení dílců kolem osy x (osa v podélném směru mostu) a osy z (osa svislého směru).

2) Montáž ocelové konstrukce v poli

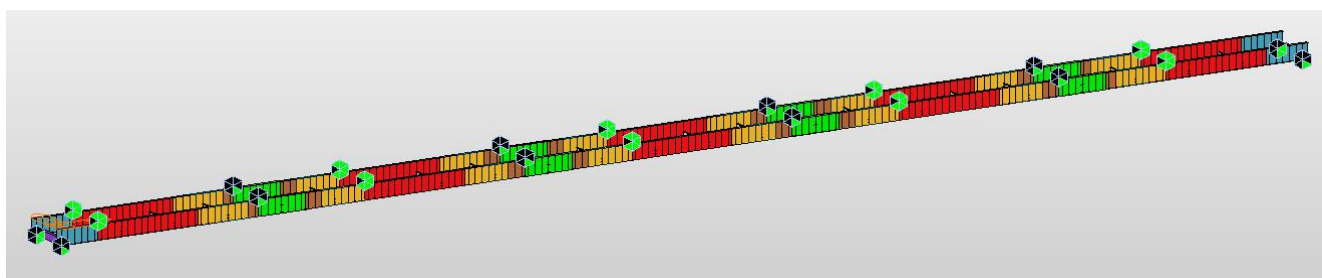
Při montáži polových dílců byly dodatečně aktivovány dočasné podpory u opěry O1. U této opěry bylo dle uvažovaného postupu výstavby nutné doklátat 3 montážní dílce (R1 – polový, R2 – přechodový, R4 – opěrový), a proto bylo nutné konstrukci dočasně podepřít mezi opěrovým a polovým dílcem.

Schéma dodatečných podpor při montáži ocelové konstrukce v poli lze vidět na následujícím obrázku:

2.Etapa - montáž OK v poli [m]



Obr. 13 - schéma dočasných podpor při montáži OK v poli



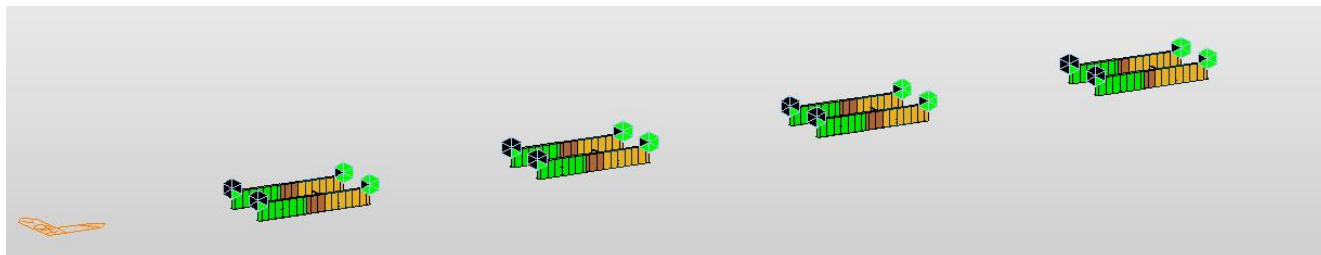
Obr. 14 – podpory při montáži OK v poli ve výpočetním modelu

9.6 Fáze výstavby

Pro detailní návrh a zohlednění účinků výstavby mostu a účinků zatížení byl model podroben analýze výstavby, která byla rozdělena na jednotlivé fáze. Betonáž sprážené desky byla pro účely modelu zjednodušena do dvou fází – betonáž v polích a betonáž nad podporami.

Přehled jednotlivých fází výstavby:

1) CS1 – Montáž OK nad pilíři



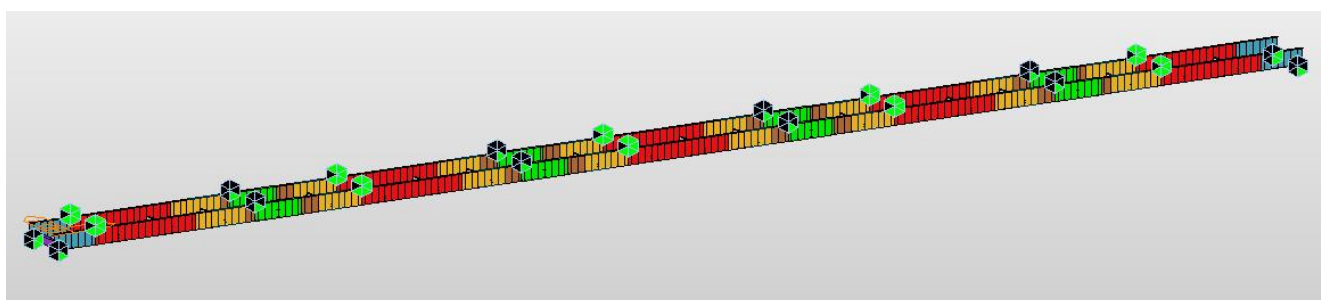
Obr. 15 - CS1 ve výpočetním modelu

Tabulka 7 - CS1 - nastavení v modelu

CS1 - Montáž OK nad pilíři

| | | |
|-------------|-------------------------|----------|
| Doba trvání | 20 dní | |
| Element | Etapa 1 - OK nad pilíři | aktivace |
| Boundary | Provizorní podpory 1 | aktivace |
| Load | Vlastní tíha OK | aktivace |
| Section | | |

2) CS2 - Montáž OK v poli



Obr. 16 - CS2 ve výpočetním modelu

Tabulka 8 - CS2 - nastavení v modelu

CS2 - Montáž OK v poli

| | | |
|-------------|----------------------|----------|
| Doba trvání | 20 dní | |
| Element | Etapa 2 - OK v poli | aktivace |
| Boundary | Provizorní podpory 2 | aktivace |
| Load | | |
| Section | | |

3) CS21 – Podlití ložisek



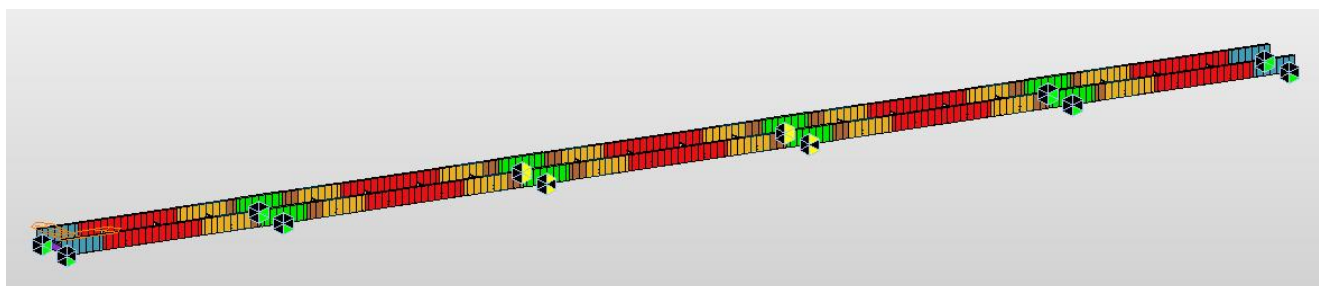
Obr. 17 - CS21 ve výpočetním modelu

Tabulka 9 - CS21 - nastavení v modelu

CS21 - Podlití ložisek

| | | |
|-------------|---------------------|----------|
| Doba trvání | 1 den | |
| Element | Definitivní podpory | aktivace |
| Boundary | | |
| Load | | |
| Section | | |

4) CS22 – odstranění dočasných podpor



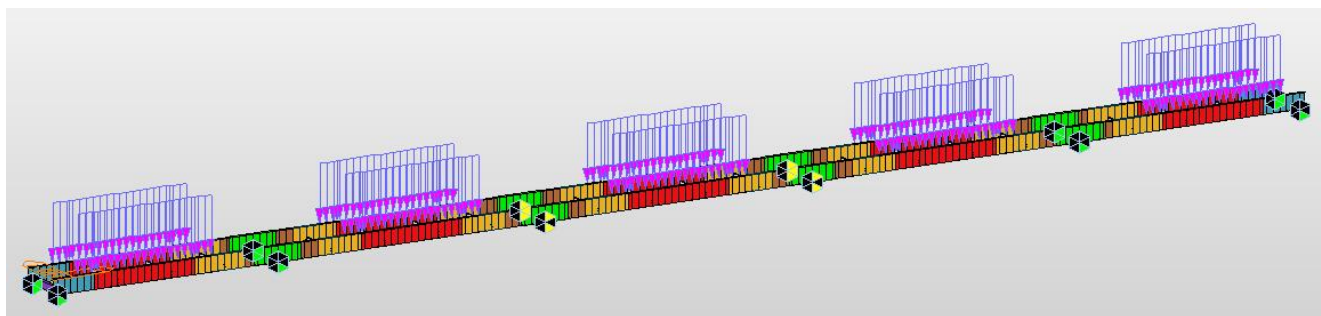
Obr. 18 - CS22 ve výpočetním modelu

Tabulka 10 - CS22 - nastavení v modelu

CS22 - Odstranění dočasných podpor

| | | |
|-------------|----------------------|------------|
| Doba trvání | 1 den | |
| Element | Provizorní podpory 1 | deaktivace |
| Boundary | Provizorní podpory 2 | deaktivace |
| Load | | |
| Section | | |

5) CS3 – betonáž polových úseků



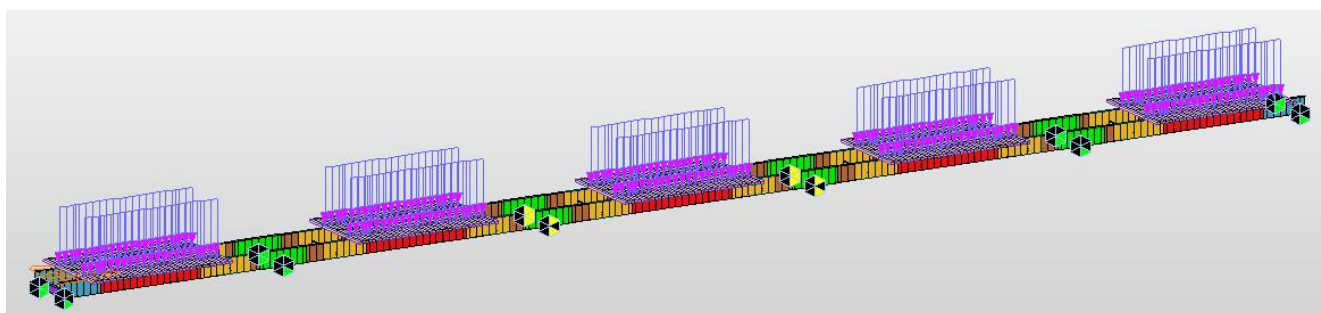
Obr. 19 - CS3 ve výpočetním modelu

Tabulka 11 - CS3 - nastavení v modelu

CS3 - Betonáž polových úseků

| | | |
|-------------|--|----------------------|
| Doba trvání | 30 dní | |
| Element | | |
| Boundary | | |
| Load | Zatížení betonem v poli Zatížení betonářským vozíkem v poli | aktivace aktivace |
| Section | | |

6) CS31 – aktivace spřažené desky v poli



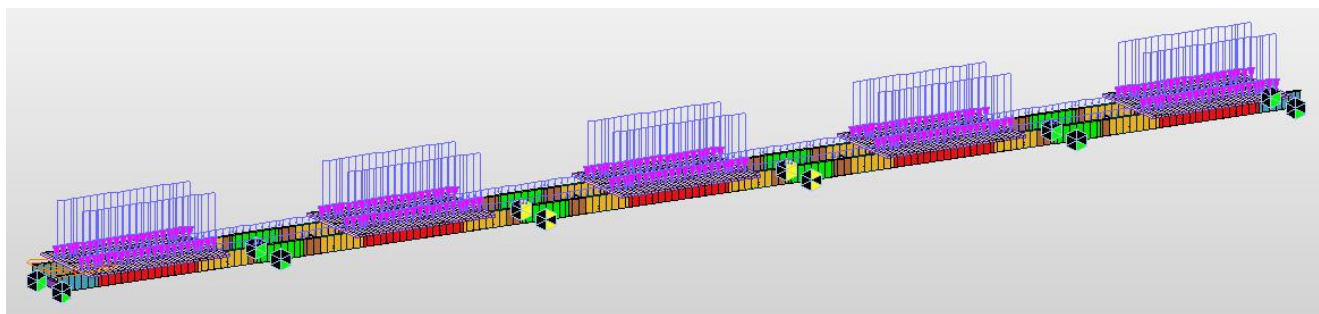
Obr. 20 - CS31 ve výpočetním modelu

Tabulka 12 - CS31 - nastavení v modelu

CS31 - Aktivace spřažené desky v poli

| | | |
|-------------|---|----------|
| Doba trvání | 1 den | |
| Element | Příčné vazby v poli | aktivace |
| Boundary | | |
| Load | | |
| Section | Vznik spřažených průřezů - R1, část R2 a R4 | aktivace |

7) CS32 – přesun betonářského vozíku nad pilíře



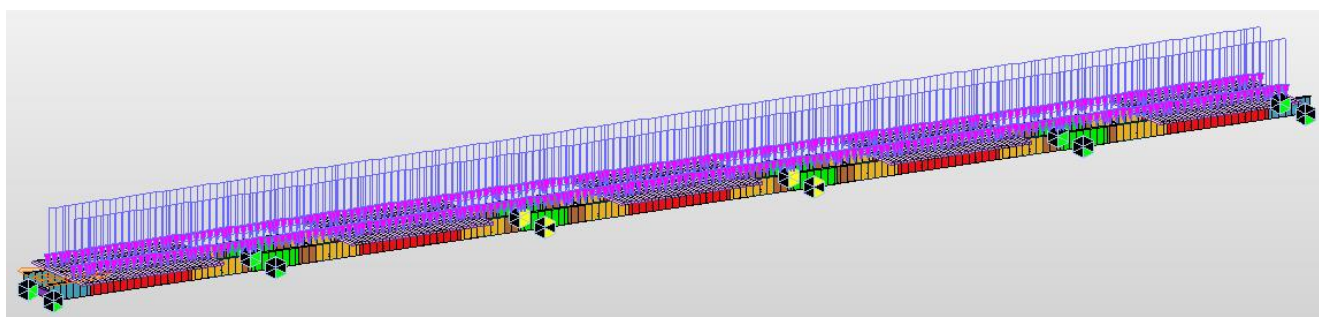
Obr. 21 - CS32 ve výpočetním modelu

Tabulka 13 - CS32 - nastavení v modelu

CS32 - Přesun betonářského vozíku nad pilíře

| | | |
|-------------|--|------------------------|
| Doba trvání | 1 den | |
| Element | | |
| Boundary | | |
| Load | Zatížení betonářským vozíkem v poli Zatížení betonářským vozíkem nad pilíři | deaktivace aktivace |
| Section | | |

8) CS4 – betonáž nadpilířových úseků



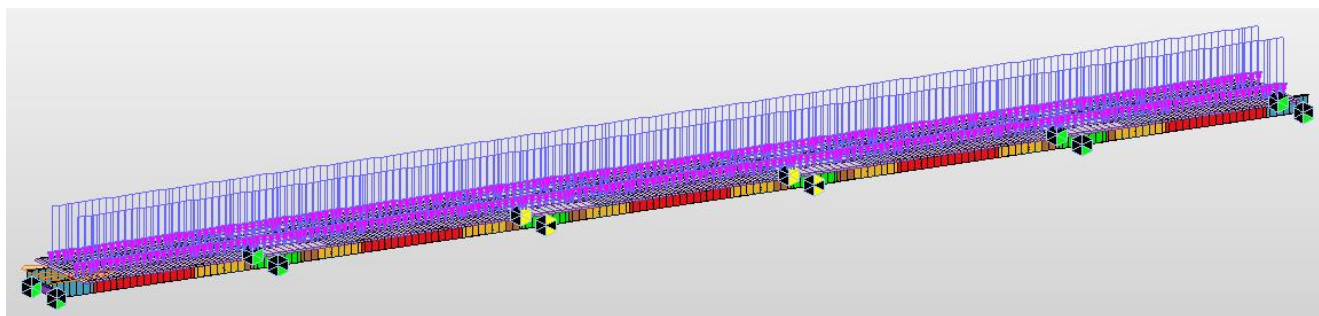
Obr. 22 - CS4 ve výpočetním modelu

Tabulka 14 - CS4 - nastavení v modelu

CS4 - Betonáž nadpilířových úseků

| | | |
|-------------|-----------------------------|----------|
| Doba trvání | 30 dní | |
| Element | | |
| Boundary | | |
| Load | Zatížení betonem nad pilíři | aktivace |
| Section | | |

9) CS41 – aktivace spřažené desky nad pilíři



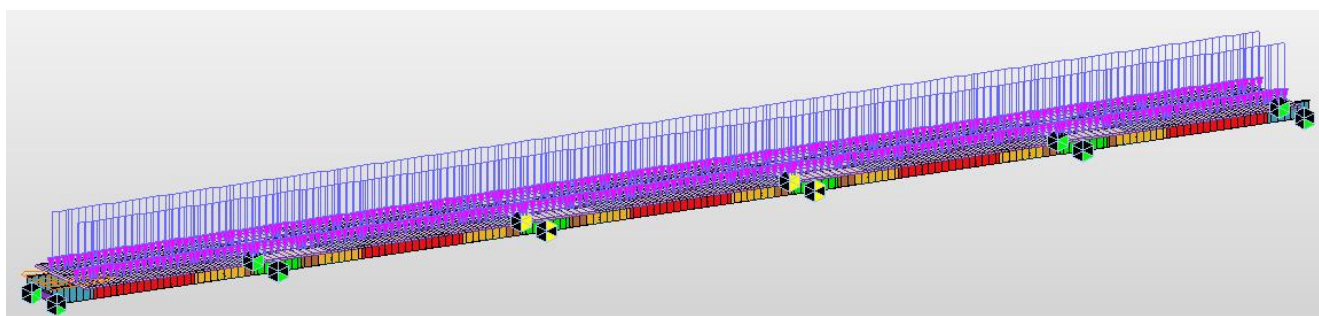
Obr. 23 - CS41 ve výpočetním modelu

Tabulka 15 - CS41 - nastavení v modelu

CS41 - Aktivace spřažené desky nad pilíři

| | | |
|-------------|--------------------------------------|----------|
| Doba trvání | 1 den | |
| Element | Příčné vazby nad pilíři | aktivace |
| Boundary | | |
| Load | | |
| Section | Vznik spřažených průřezů R3, část R2 | aktivace |

10) CS42 – demontáž betonářského vozíku



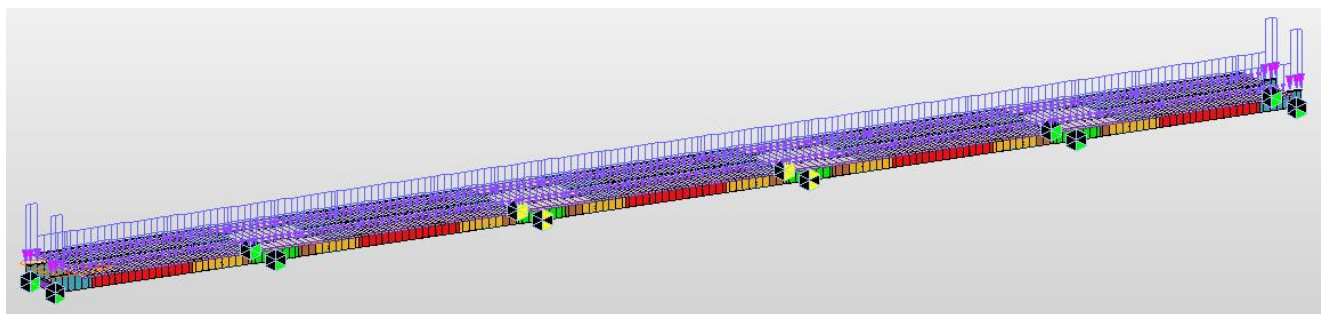
Obr. 24 - CS42 ve výpočetním modelu

Tabulka 16 - CS42 - nastavení v modelu

CS42 - demontáž betonářského vozíku

| | | |
|-------------|------------------------------|------------|
| Doba trvání | 1 den | |
| Element | | |
| Boundary | | |
| Load | Zatížení betonářským vozíkem | deaktivace |
| Section | | |

11) CS5 -Betonáž opěrových příčníků



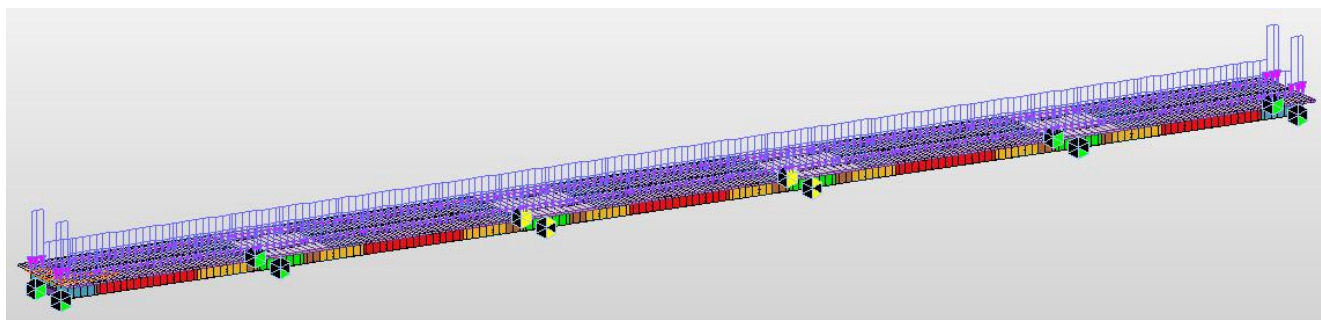
Obr. 25 - CS5 ve výpočetním modelu

Tabulka 17 - CS5 - nastavení v modelu

CS5 - betonáž opěrových příčníků

| | | |
|-------------|------------------------------|----------|
| Doba trvání | 10 dní | |
| Element | | |
| Boundary | | |
| Load | Zatížení betonem nad opěrami | aktivace |
| Section | | |

12) CS51 – aktivace desky nad opěrami



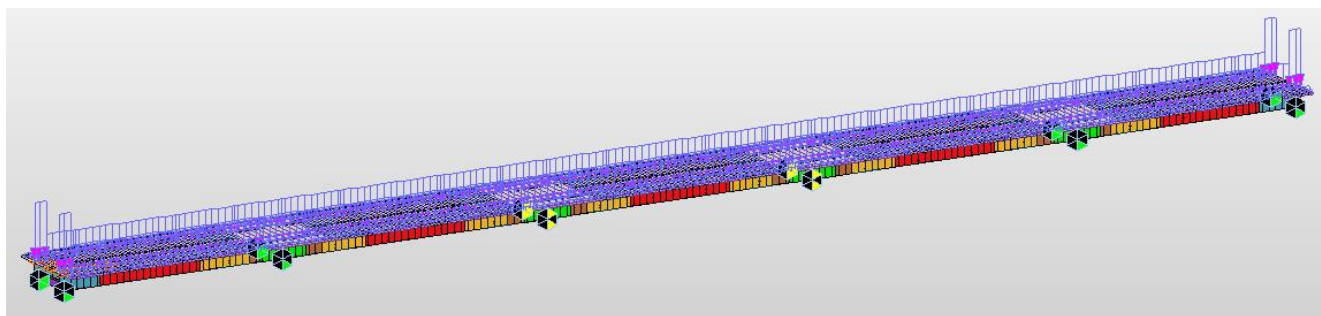
Obr. 26 - CS51 ve výpočetním modelu

Tabulka 18 - CS51 - nastavení v modelu

CS51 - aktivace desky nad opěrami

| | | |
|-------------|-----------------------------|----------|
| Doba trvání | 1 den | |
| Element | Příčné vazby nad opěrami | aktivace |
| Boundary | | |
| Load | | |
| Section | Vznik spřaženého průřezu R4 | aktivace |

13) CS6 – ostatní stálé zatížení



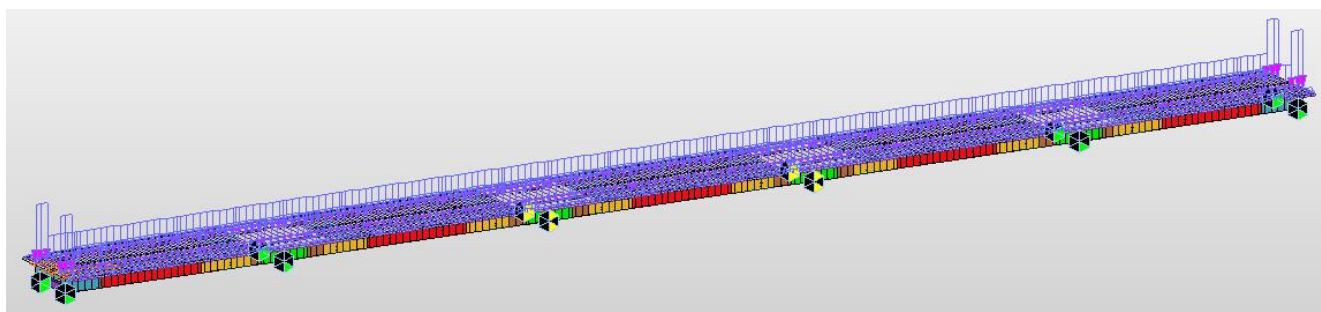
Obr. 27 - CS6 ve výpočetním modelu

Tabulka 19 - CS6 - nastavení v modelu

CS6 - ostatní stálé zatížení

| | | |
|-------------|---|----------------------------------|
| Doba trvání | 30 dní | |
| Element | | |
| Boundary | | |
| Load | Zatížením betonem říms Zatížení vozovkou Zatížení vybavením mostu | aktivace aktivace aktivace |
| Section | | |

14) CS7 – konec životnosti



Obr. 28 - CS7 ve výpočetním modelu

Tabulka 20 - CS7 - nastavení v modelu

CS7 - konec životnosti

| | | |
|-------------|-----------|--|
| Doba trvání | 36344 dní | |
| Element | | |
| Boundary | | |
| Load | | |
| Section | | |

10. Kontrola výpočetního modelu

Ověření správné funkce výpočetního modelu bylo provedeno ručním výpočtem v programu MathCad Prime 3.1. Pro výpočet byly použity vzorce pro superpozici zatížení uvedené v [16] a hodnoty zatížení byly uvažovány v charakteristických hodnotách.

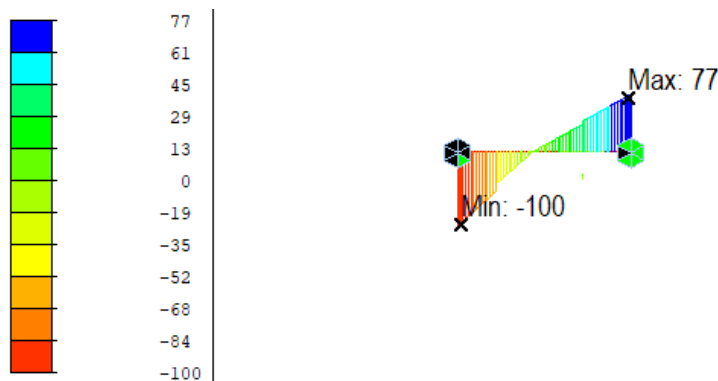
Byly ověřeny vnitřní síly v následujících fázích výstavby:

- CS1 – montáž OK nad pilíři
- CS22 – odstranění dočasných podpor
- CS3 – betonáž polových úseků

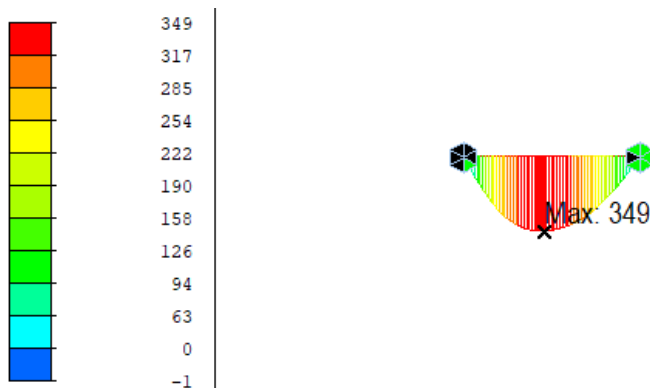
10.1 CS1 – montáž OK nad pilíři

Při montáži ocelové konstrukce nad pilíři jsou osazovány montážní dílce R3 a R2 asymetricky vůči ose uložení nad pilíři. Dílce jsou podepřeny na dočasných podporách na levém a pravém konci montážního dílce. V této fázi se konstrukce chová jako prostý nosník.

Při výpočtu zatížení bylo uvažováno s vlastní tíhou jednotlivých dílců a pilířového příčnicku.



Obr. 29 - CS1 - Posouvací síla V_z (kN)



Obr. 30 - CS1 - ohybový moment M_y (kNm)

| CS1 - montáž OK nad pilíři | | | |
|--|---|------------------------------|--|
| Tíha oceli | $\gamma_a := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ | Tíha betonu | $\gamma_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ |
| Průřez R1 | $L_1 := 15 \text{ m}$ | $A_1 := 0.0725 \text{ m}^2$ | $g_1 := A_1 \cdot \gamma_a = 5.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ |
| Průřez R2 | $L_2 := 9 \text{ m}$ | $A_2 := 0.10525 \text{ m}^2$ | $g_2 := A_2 \cdot \gamma_a = 8.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ |
| Průřez R3 | $L_3 := 7 \text{ m}$ | $A_3 := 0.1655 \text{ m}^2$ | $g_3 := A_3 \cdot \gamma_a = 13 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ |
| Příčník | $L_P := 3.25 \text{ m}$ | $A_P := 0.0488 \text{ m}^2$ | $G_P := L_P \cdot A_P \cdot \gamma_a = 12.5 \text{ kN}$ |
| Reakce nad podporami | | | |
| $R_B :=$ | $g_3 \cdot L_3 \cdot \left(\frac{L_3}{2}\right) + g_2 \cdot L_2 \cdot \left(L_3 + \frac{L_2}{2}\right) + G_P \cdot 3.5 \text{ m}$ | | $= 76 \text{ kN}$ Midas=77kN |
| $R_A :=$ | $g_3 \cdot L_3 + g_2 \cdot L_2 + G_P - R_B = 102 \text{ kN}$ | | Midas=100kN |
| $check :=$ | $R_A \cdot (L_3 + L_2) - g_3 \cdot L_3 \cdot \left(\frac{L_3}{2} + L_2\right) - g_2 \cdot L_2 \cdot \left(\frac{L_2}{2}\right) - G_P \cdot (L_2 + 3.5 \text{ m}) = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$ | | |
| Moment $x=7\text{m}$ (od levé podpory) | | | |
| $M_{max} :=$ | $R_A \cdot 7 \text{ m} - g_3 \cdot L_3 \cdot \left(\frac{L_3}{2}\right) - G_P \cdot 3.5 \text{ m} = 350 \text{ kN} \cdot \text{m}$ | | Midas=349kNm |
| KONTROLA OK! | | | |

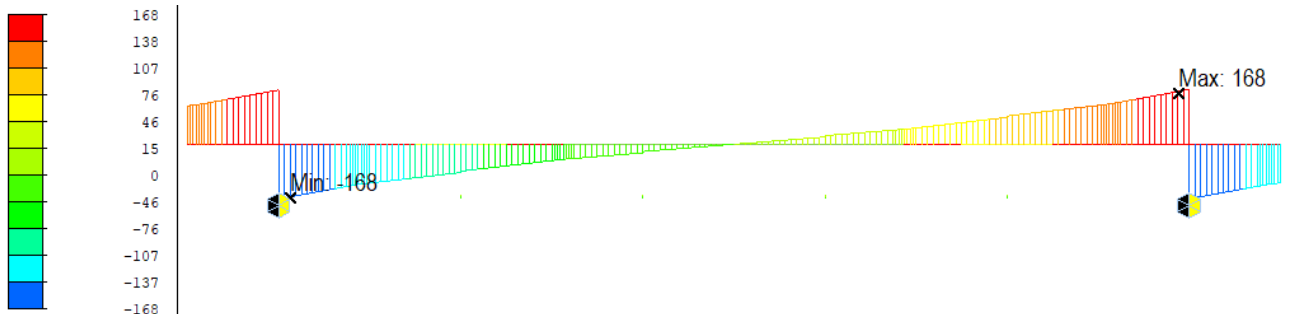
Obr. 31 - CS1 - ověření výpočetního modelu

10.2 CS22 – odstranění dočasných podpor

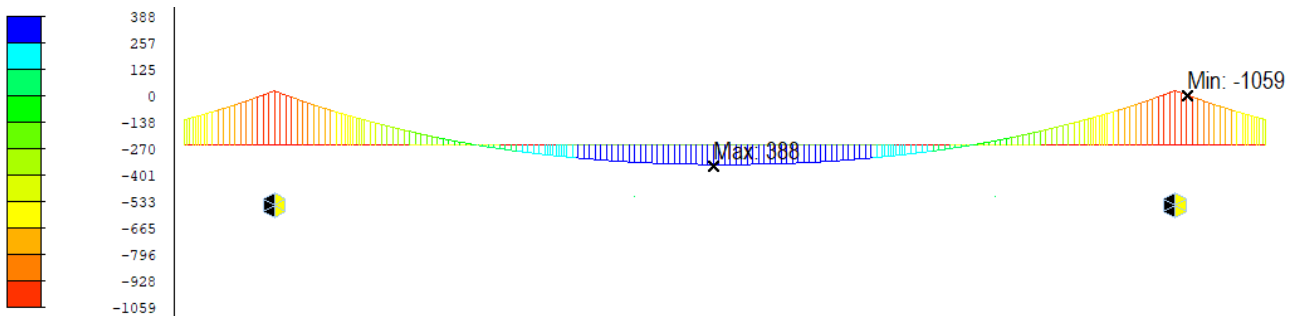
Po odstranění dočasných podpor popsaných v kap. 9.5.3 je konstrukce již uložena na pilířích a opěrách s podlitými ložisky. V této fázi se staticky jedná o spojitý nosník.

V rámci ověření výpočetního modelu byly ověřeny vnitřní síly v prostředním poli o délce 40m, které bylo zjednodušeno na nosník vetknutý na obou koncích.

Při výpočtu zatížení bylo uvažováno s vlastní tíhou jednotlivých dílců a tíhou polových příčníků. Pro výpočet účinků zatížení byla využita metoda superpozice, kdy účinky jednotlivých zatížení byly postupně sčítány.



Obr. 32 - CS22 - Posouvací síla F_z (kN) - střední pole



Obr. 33 - CS22 - Ohybový moment M_y (kNm) - střední pole

CS22 - odstranění dočasných podpor - vlastní tíha OK

$$\text{Délka pole} \quad L := 40 \text{ m}$$

$$\text{Průřez R3} \quad L_3 := 3.5 \text{ m}$$

$$\text{Polový příčník} \quad L_p := 3.5 \text{ m} \quad A_p := 0.0172 \text{ m}^2 \quad G_p := L_p \cdot A_p \cdot \gamma_a = 4.73 \text{ kN}$$

Přepočít vlastní tíhy všech průřezů na liniové zatížení

$$R := 2 \cdot (g_3 \cdot L_3) + 2 \cdot (g_2 \cdot L_2) + 1 \cdot (g_1 \cdot L_1) + 4 \cdot G_p = 344 \text{ kN}$$

$$g := \frac{R}{L} = 8.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Reakce nad podporami

$$R_A := \frac{R}{2} = 172 \text{ kN}$$

Midas=168kN

$$R_B := R_A = 172 \text{ kN}$$

Midas=168kN

Úhybový moment nad podporou - princip superpozice

Účinek zatížení - průřez R1 - zatížení od R1 po celé délce nosníku

$$M_{A,R1} := \frac{-1}{12} \cdot g_1 \cdot L^2 = -759 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Účinek zatížení - průřez R2 - odečteno zatížení od R1

$$g_2 := g_2 - g_1 = 2.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$a := L_3 + L_2 = 13 \text{ m}$$

$$M_{A,R2.1} := -\frac{g_2 \cdot a^2}{12 \cdot L^2} \cdot (6 \cdot L^2 - 8 \cdot a \cdot L + 3 \cdot a^2) = -127 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{A,R2.2} := -\frac{g_2 \cdot a^3}{12 \cdot L^2} \cdot (4 \cdot L - 3 \cdot a) = -32 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{A,R2} := M_{A,R2.1} + M_{A,R2.2} = -159 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Obr. 34 - CS22 - ověření výpočetního modelu

Účinek zatížení - průřez R3 - účinek zbývajících zatížení od R3

$$g_3 := g_3 - g_2 - g_1 = 4.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$a := L_3 = 4 \text{ m}$$

$$M_{A.R3.1} := \frac{g_3 \cdot a^2}{12 \cdot L^2} \cdot (6 \cdot L^2 - 8 \cdot a \cdot L + 3 \cdot a^2) = -26 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{A.R3.2} := -\frac{g_3 \cdot a^3}{12 \cdot L^2} \cdot (4 \cdot L - 3 \cdot a) = -2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{A.R3} := M_{A.R3.1} + M_{A.R3.2} = -27 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Účinek zatížení - polové přičníky 4 ks

$$a := 8 \text{ m}$$

$$L = 40 \text{ m}$$

$$b := 32 \text{ m}$$

$$M_{A.p.1} := -G_p \cdot \left(\frac{a \cdot b^2}{L^2} \right) - G_p \cdot \left(\frac{a^2 \cdot b}{L^2} \right) = -30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$a := 16 \text{ m}$$

$$b := 24 \text{ m}$$

$$M_{A.p.2} := -G_p \cdot \left(\frac{a \cdot b^2}{L^2} \right) - G_p \cdot \left(\frac{a^2 \cdot b}{L^2} \right) = -45 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{A.p} := M_{A.p.1} + M_{A.p.2} = -76 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Celkový ohybový moment nad levou podporou

$$M_A := M_{A.R1} + M_{A.R2} + M_{A.R3} + M_{A.p} = -1021 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Midas=-1059kNm

Obr. 35 - CS22 - ověření výpočetního modelu

| Ohybový moment uprostřed rozpětí | | | |
|---|------------------------|------------------------------|--|
| Průřez R1 | $L_1 := 7.5 \text{ m}$ | $A_1 := 0.0725 \text{ m}^2$ | $g_1 := A_1 \cdot \gamma_a = 5.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ |
| Průřez R2 | $L_2 := 9 \text{ m}$ | $A_2 := 0.10525 \text{ m}^2$ | $g_2 := A_2 \cdot \gamma_a = 8.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ |
| Průřez R3 | $L_3 := 3.5 \text{ m}$ | $A_3 := 0.1655 \text{ m}^2$ | $g_3 := A_3 \cdot \gamma_a = 13 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ |
| Polový příčník | $L_p := 3.5 \text{ m}$ | $A_p := 0.0172 \text{ m}^2$ | $G_p := L_p \cdot A_p \cdot \gamma_a = 4.73 \text{ kN}$ |
| $R_A = 172 \text{ kN}$ | | | |
| $L = 40 \text{ m}$ | | | |
| $M_B := M_A + R_A \cdot \frac{L}{2} - g_3 \cdot L_3 \cdot \left(\frac{L_3}{2} + L_2 + L_1 \right) - g_2 \cdot L_2 \cdot \left(\frac{L_2}{2} + L_1 \right) - g_1 \cdot L_1 \cdot \left(\frac{L_1}{2} \right) = 536 \text{ kN} \cdot \text{m}$ | | | |
| $M_B := M_B - G_p \cdot 12 \text{ m} - G_p \cdot 4 \text{ m} = 461 \text{ kN} \cdot \text{m}$ | | | Midas=388kNm |
| Součet ohybových momentů | | | |
| $M := -M_A + M_B = 1481 \text{ kN} \cdot \text{m}$ | | | |
| $Midas := 1059 \text{ kN} \cdot \text{m} + 388 \text{ kN} \cdot \text{m} = 1447 \text{ kN} \cdot \text{m}$ | | | |
| $odchylka := \left(\frac{M}{Midas} - 1 \right) = 0.0238$ | | | |
| KONTROLA OK! | | | |

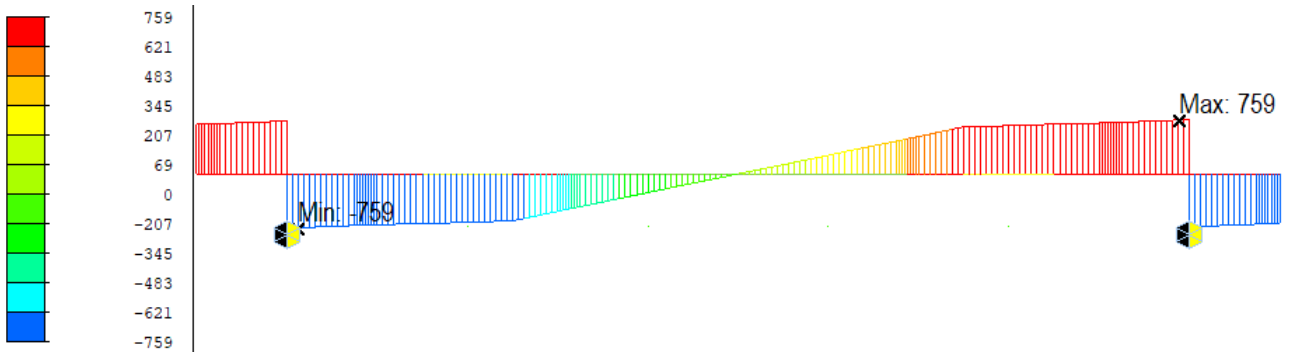
Obr. 36 - CS22 - ověření výpočetního modelu

10.3 CS3 – betonáž polových úseků

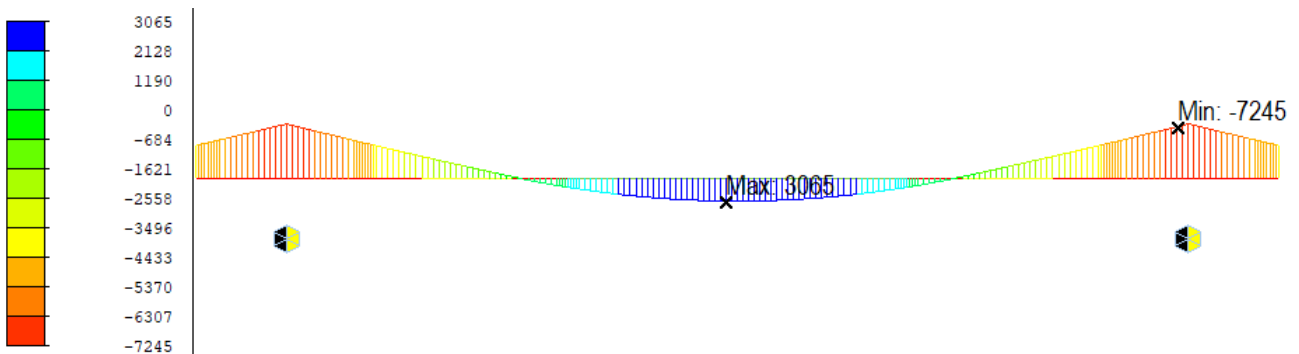
Při betonáži polových úseků působí na konstrukci tíha čerstvého betonu a zatížení od betonářského vozíku v délce 20 m uprostřed rozpětí jednotlivých polí.

Ověřeny byly vnitřní síly v prostředním poli o délce 40m, které bylo zjednodušeno jako nosník vetknutý na obou koncích.

Účinek zatížení od čerstvého betonu a betonářského vozíku byl na konstrukci aplikován metodou superpozice a následně sečten s vnitřními silami z předchozí fáze výstavby (CS22).



Obr. 37 - CS3 - posouvací síla V_z (kN) - střední pole



Obr. 38 - CS3 - ohybový moment M_y (kNm) - střední pole

CS3 - betonáž polových úseků

Betonová deska $L_d := 20 \text{ m}$ $A_d := 2.163 \text{ m}^2$ $g_d := A_d \cdot \gamma_c = 54.08 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Bet. vozík $L_v := 20 \text{ m}$ $g_v := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Ohybové momenty z CS22

$M_A = -1021 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_B = 461 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Tíha konstrukce s betonovou deskou a vozíkem

$R = 344 \text{ kN}$

$R := R + g_d \cdot L_d + g_v \cdot L_v = 1525 \text{ kN}$

Reakce nad podporami

$R_A := \frac{R}{2} = 763 \text{ kN}$ Midas=759kN

Ohybový moment nad podporou - superpozice zatížení od desky a vozíku

$M_{A,d.1} := -\frac{1}{12} \cdot (g_d + g_v) \cdot L^2 = -7877 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$a := 10 \text{ m}$

$M_{A,d.2} := \frac{(g_d + g_v) \cdot a^2}{12 \cdot L^2} \cdot (6 \cdot L^2 - 8 \cdot a \cdot L + 3 \cdot a^2) = 2061 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{A,d.3} := \frac{(g_d + g_v) \cdot a^3}{12 \cdot L^2} \cdot (4 \cdot L - 3 \cdot a) = 400 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{A,d} := M_{A,d.1} + M_{A,d.2} + M_{A,d.3} = -5415 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Moment od vlastní tíhy OK

$M_A = -1021 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Moment od OK + deska

$M_A := M_A + M_{A,d} = -6436 \text{ kN} \cdot \text{m}$ Midas=-7245kNm

Obr. 39 - CS3 - ověření výpočetního modelu

Ohybový moment uprostřed rozpětí

$$M_B := M_A + R_A \cdot \frac{L}{2} - g_3 \cdot L_3 \cdot \left(\frac{L_3}{2} + L_2 + L_1 \right) - g_2 \cdot L_2 \cdot \left(\frac{L_2}{2} + L_1 \right) - g_1 \cdot L_1 \cdot \left(\frac{L_1}{2} \right) = 6936 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_B := M_B - G_p \cdot 12 \text{ m} - G_p \cdot 4 \text{ m} = 6861 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_B := M_B - (g_d + g_v) \cdot 10 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} = 3907 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Midas} = 3065 \text{ kNm}$$

Součet ohybových momentů

$$M := -M_A + M_B = 10343 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Midas} := 7245 \text{ kN} \cdot \text{m} + 3065 \text{ kN} \cdot \text{m} = 10310 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{odchylka} := \left(\frac{M}{\text{Midas}} - 1 \right) = 0.0032$$

KONTROLA OK!

Obr. 40 - ověření výpočetního modelu

10.4 Vyhodnocení

Ohybové momenty M_y ve fázi výstavby CS22 a CS3 z programu Midas civil mají větší hodnotu nad pilířem a menší hodnotu v poli než ohybové momenty vypočítané dle vzorců z [16]. To je důsledkem přesnějších výpočtů provedených programem, který při výpočtu zahrnuje tuhost jednotlivých průřezů. Průřez nad pilířem (R3), který má větší tuhost než průřez v poli (R1), dokáže přenést větší ohybový moment. Pro ověření správného nastavení modelu byl z výše uvedených důvodů vypočítán součet ohybových momentů nad pilířem a v poli, a ten byl následně porovnán se součtem ohybových momentů v programu Midas Civil.

Největší odchylka ručního výpočtu je ve fázi CS22, kdy se ruční výpočet liší přibližně o 2,4%. Vzhledem ke zjednodušení provedených při ručním výpočtu byla tato odchylka považována jako přijatelná.

Z výsledků ručního ověření výpočetního modelu lze tedy konstatovat, že konstrukce a zatížení v modelu byly zadány správně.

11. Zatížení

11.1 Stálé zatížení

1) Ocelová konstrukce

Zatížení od vlastní tíhy hlavních nosníků, podporových a polových příčníků bylo počítáno automaticky programem na základě zadané průřezové plochy a objemové tíhy oceli.

Tabulka 21 - zatížení vlastní tíhou OK

| | | |
|---------------------|------------|------------------------|
| Objemová tíha oceli | γ_a | 78,5 kN/m ³ |
| Hlavní nosníky | | Zahrnuto modelem |
| Polové příčnický | | Zahrnuto modelem |
| Opěrové příčnický | | Zahrnuto modelem |
| Pilířové příčnický | | Zahrnuto modelem |

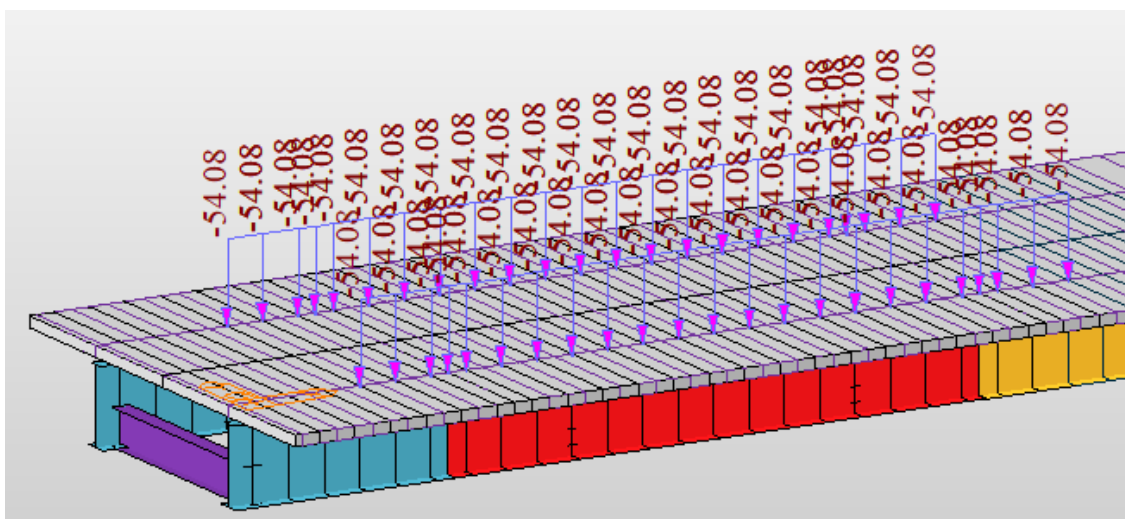
2) Betonová deska

Zatížení od vlastní tíhy betonové desky bylo vypočítáno na základě plochy desky odměřené v programu Autocad a objemové tíhy betonu, aby zatížení reflektovalo skutečné účinky betonové desky. Po dobu betonáže daného úseku desky bylo navíc uvažováno se zatížením od betonářského vozíku.

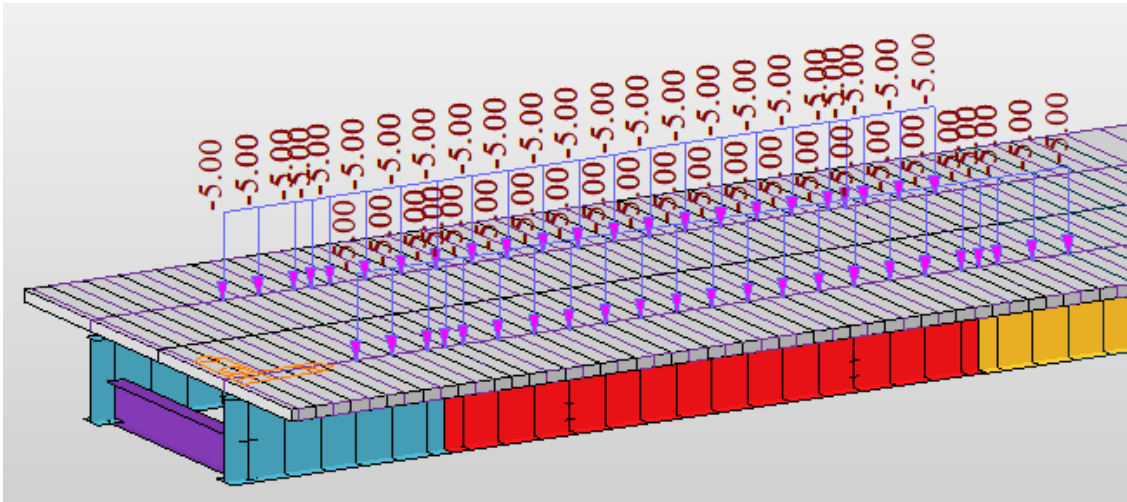
Tabulka 22 - zatížení od vlastní tíhy bet. desky a bet. vozíku

| | | |
|--|------------|----------------------|
| Objemová tíha betonu | γ_c | 25 kN/m ³ |
| Plocha poloviny ŽB desky - autocad | A | 2,163 m ² |
| Zatížení betonovou deskou (1 nosník) | $g_{k,1}$ | 54,08 kN/m |
| Zatížení betonářským vozíkem (odhad, 1 nosník) | $g_{k,2}$ | 5 kN/m |

V modelu bylo zatížení umístěno na prutové prvky hlavních nosníků jako spojité liniové zatížení po délce nosné konstrukce.



Obr. 41 - zatížení od ŽB desky ve výpočetním modelu



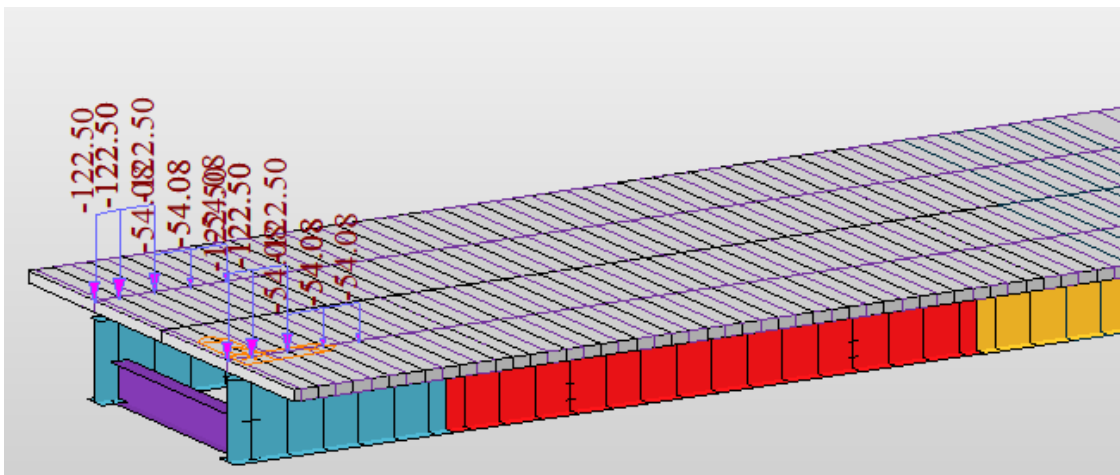
Obr. 42 - zatížení od betonářského vozíku ve výpočetním modelu

3) Opěrový příčník

Tabulka 23 - zatížení od vlastní tíhy opěrového příčníku

| | | |
|---|------------|----------------------|
| Objemová tíha betonu | γ_c | 25 kN/m ³ |
| Tloušťka příčníku | t | 0,8 m |
| Šířka příčníku | b | 12,25 m |
| Zatížení od opěrového příčníku (1 nosník) | $g_{k,3}$ | 122,5 kN/m |

Zatížení od opěrového příčníku bylo namodelováno jako spojité liniové zatížení působící na prutové prvky hlavních nosníků nad opěrou.



Obr. 43 - zatížení od opěrového příčníku ve výpočetním modelu

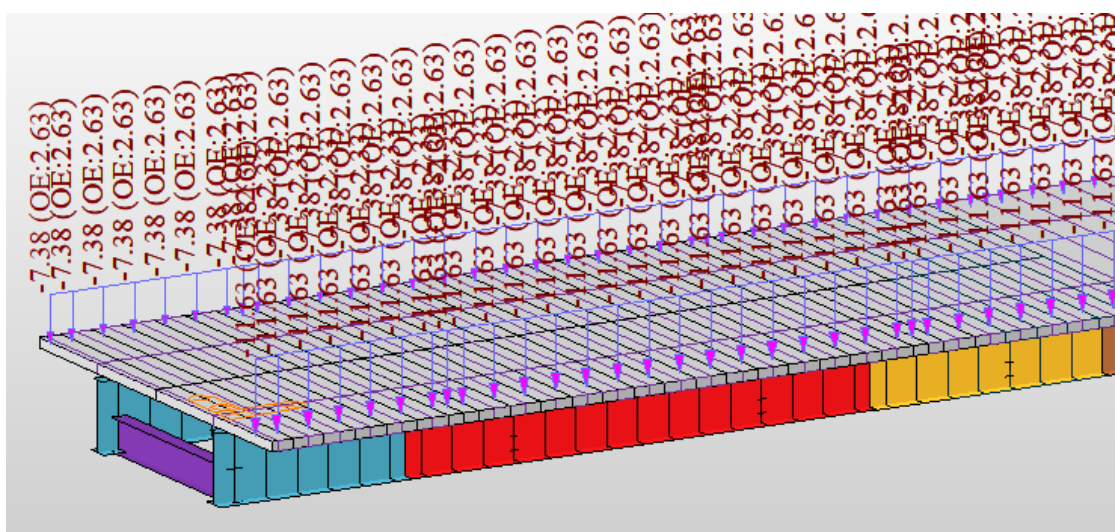
11.2 Ostatní stálé zatížení

1) Betonové římsy

Tabulka 24 - zatížení od vlastní tíhy bet. říms

| | | | |
|-------------------------|------------|-------|-------------------|
| Objemová tíha betonu | γ_c | 25 | kN/m ³ |
| Plocha menší římsy | A_1 | 0,295 | m ² |
| Plocha větší římsy | A_2 | 0,465 | m ² |
| Zatížení od menší římsy | $g_{k.4}$ | 7,38 | kN/m |
| Zatížení od větší římsy | $g_{k.5}$ | 11,63 | kN/m |

Zatížení od betonových říms bylo namodelováno jako spojitě liniové zatížení působící na prutové prvky hlavních nosníků s excentricitou vystihující skutečné umístění říms na betonové desce. Vzhledem k příčným vazbám na celé šířce desky byl zajištěn příčný roznos tohoto zatížení.



Obr. 44 - zatížení betonovými římsami ve výpočetním modelu

2) Vozovka

Tabulka 25 - zatížení od vlastní tíhy vozovky

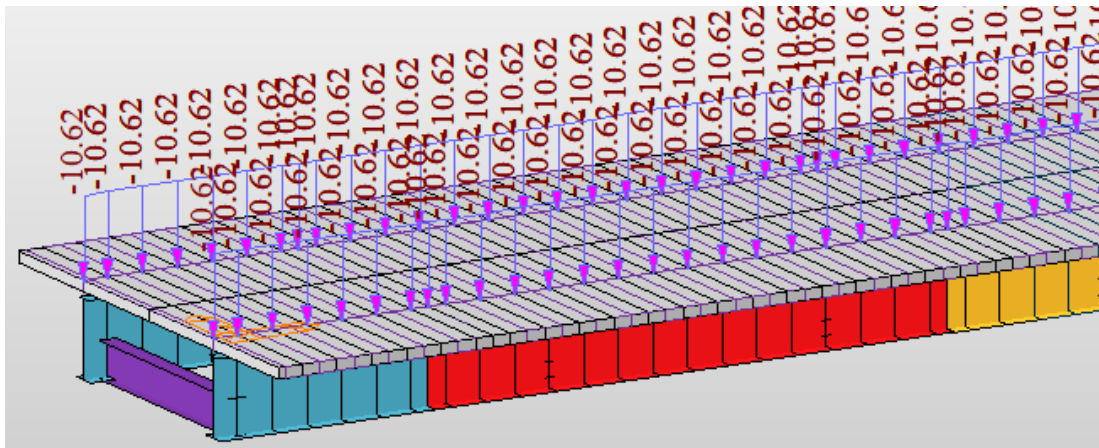
| | | | |
|------------------------------|----------------|-------|-------------------|
| Objemová tíha asfaltu | γ_{asf} | 25 | kN/m ³ |
| Šířka vozovky | b | 10,25 | m |
| tloušťka vozovky | t | 0,08 | m |
| Zatížení vozovkou (1 nosník) | $g_{k.6}$ | 10,25 | kN/m |

Zatížení od vlastní tíhy vozovky bylo namodelováno jako spojitě liniové zatížení na prutové prvky hlavních nosníků. Toto zatížení bylo sečteno se zatížením od izolace vozovky.

3) Izolace

Tabulka 26 - zatížení od vlastní tíhy izolace

| | | | |
|-----------------------------|-----------|-------|-------------------|
| Objemová tíha izolace NAIP | Y_{asf} | 12 | kN/m ³ |
| Šířka betonové desky | b | 12,25 | m |
| tloušťka izolace NAIP | t | 0,005 | m |
| Zatížení izolací (1 nosník) | $g_{k.7}$ | 0,37 | kN/m |



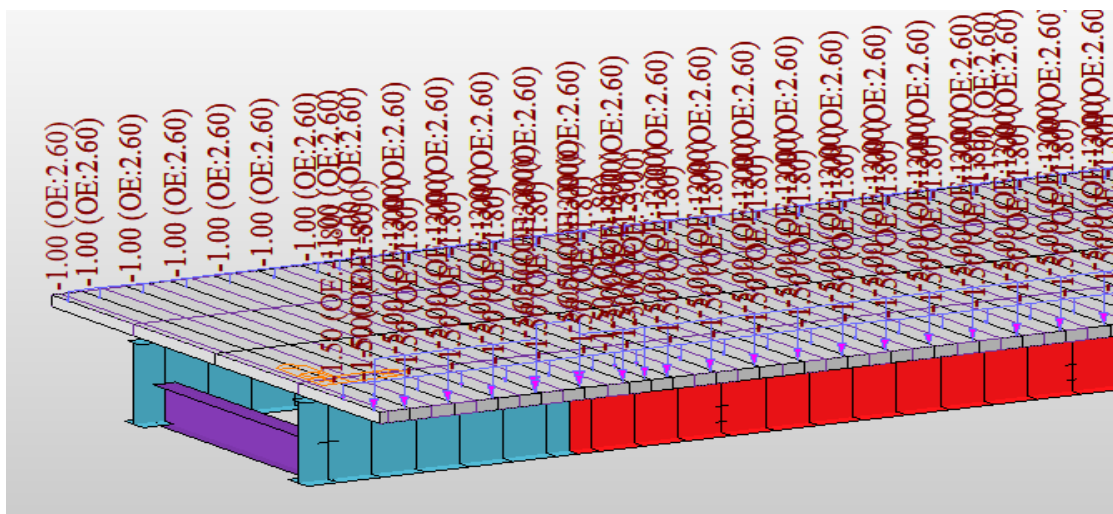
Obr. 45 - zatížení od vozovky a izolace ve výpočetním modelu

4) Vybavení mostu (zábradlí, svodidla, protihluková stěna)

Tabulka 27 - zatížení od vybavení mostu

| | | | |
|---|------------|-----|------|
| Zatížení svodidla + zábradlí (1 nosník) | $g_{k.8}$ | 1,5 | kN/m |
| Zatížení svodidla (1 nosník) | $g_{k.9}$ | 1 | kN/m |
| Zatížení protihluk stěna (1 nosník) | $g_{k.10}$ | 5 | kN/m |

Zatížení od vybavení mostu bylo umístěno na prutové prvky hlavních nosníků s příslušnou excentricitou vystihující umístění tohoto zatížení. Příčný roznos zatížení byl zajištěn příčnými vazbami po šířce desky.



Obr. 46 - zatížení od vybavení mostu ve výpočetním modelu

11.3 Pohyblivé zatížení

Pro účely statického výpočtu bylo dle ČSN EN 1991-2 pro dálnice a rychlostní silnice uvažováno s následujícími typy modelů zatížení od dopravy:

- Model zatížení 1 (LM1) – Soustředěná (TS) a rovnoměrná (UDL) zatížení
- Model zatížení 3 (LM3) – vozidlo 1800/200
- Model zatížení 3 (LM3) – vozidlo 3000/240
- Model zatížení na únavu 3 – model jednotlivého vozidla
- Zatížení nouzového chodníku – rovnoměrné zatížení

11.3.1 Model zatížení 1 (LM1)

Skládá se ze dvou dílčích soustav:

- Soustředěné zatížení od dvounápravy (TS), každá náprava o tíze $\alpha_Q * Q_k$
- Rovnoměrné zatížení (UDL) – o tíze na metr čtvereční $\alpha_Q * q_k$

Vozovka o šířce 10,25 m byla rozdělena do celkem 4 zatěžovacích pruhů následovně:

Tabulka 28 - rozdělení zatěžovacích pruhů

| Číslo pruhu | Šířka pruhu |
|------------------|-------------|
| Pruh č.1 | 3 m |
| Pruh č.2 | 3 m |
| Pruh č.3 | 3 m |
| Zbývající plocha | 1,25 m |

Hodnoty zatížení od modelu LM1 byly dle ČSN EN 1991-2 uvažovány o hodnotách:

Tabulka 29 - zatížení od LM1 TS + UDL [5]

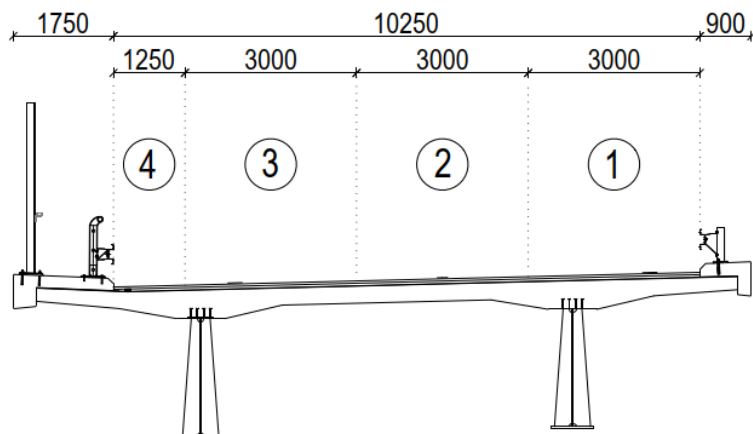
| Umístění | Dvounáprava (TS) Nápravové síly Q_{ik} (kN) | Rovnoměrné zatížení (UDL) q_{ik} (kN/m ²) |
|------------------|--|--|
| Pruh č.1 | 300 | 9 |
| Pruh č.2 | 200 | 2,5 |
| Pruh č.3 | 100 | 2,5 |
| Zbývající plocha | 0 | 2,5 |

Regulační součinitele byly uvažovány dle ČSN EN 1991-2 pro Skupinu pozemních komunikací 1 o hodnotách:

Tabulka 30 - regulační součinitele pro LM1 [5]

| Skupina komunikace | α_{Q1} | α_{Q2} | α_{Q3} | α_{q1} | α_{q2} | α_{q3} | α_{q4} |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2,4 | 1,2 | 1,2 |

Zatěžovací pruhly byly umístěny tak, aby Pruh č.1, který má největší hodnoty zatížení od dvounápravy (TS) a rovnoměrné zatížení (UDL), byl umístěn u menší betonové římsy. Tohle umístění zatěžovacích pruhů bylo zvoleno z důvodu vyvození co největšího účinku kroucení na nosník u větší římsy. Umístění zatěžovacích pruhů lze vidět na následujícím schématu:



Obr. 47 - schéma umístění zatěžovacích pruhů

11.3.2 Model zatížení 3 (LM3) – vozidlo 1800/200 a 3000/240

Jedná se o zvláštní vozidla pro dálnice, rychlostní komunikace a vybrané trasy určené příslušným úřadem dle ČSN EN 1991-2 NA.2.16

Tabulka 31 - parametry zvláštních vozidel 1800/200 a 3000/240 [5]

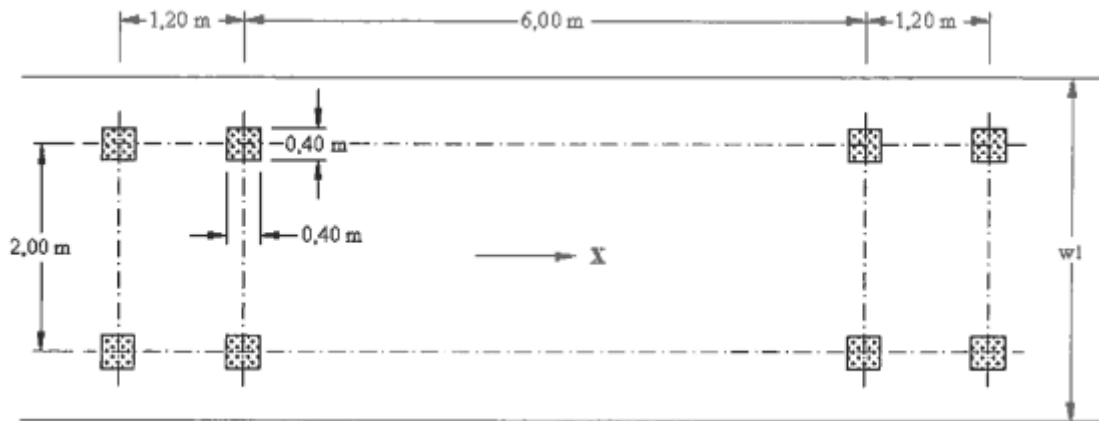
| | | |
|----------------------|--|--|
| Celková tíha | 1 800 kN | 3 000 kN |
| Označení | 1800/200 | 3000/240 |
| Nápravy | $n = 9 \times 200$ kN, $e = 1,50$ m | $n = 1 \times 120 + 12 \times 240$ kN $e = 1,50$ m |
| Umístění zatížení | Zvláštní vozidlo se pohybuje v jednom jízdním pruhu (číslo 1), v tomto pruhu se nesmí umístit současně působící model zatížení LM1 po celé délce mostu. Rozdělení vozovky na zatěžovací pruhu se provede podle A.3(2). | Zvláštní vozidlo šířky do 4,5 m se pohybuje v ideální stopě v prostoru všech zatěžovacích pruhů podle A.3(2), přičemž se uvažuje možná odchylka od této polohy $\pm 0,50$ m. |
| Kombinace zatížení | Model zatížení LM1 se uvažuje v pruhu 2 (a dalších) hodnotami pro pruh 2 (a další) bez soustředěných zatížení od dvojnápravy, tj. pouze charakteristickými hodnotami pro rovnoměrné zatížení $\alpha_{q1}Q_{ki}$, resp. $\alpha_{q1}Q_{kr}$. | Po celé délce nosné konstrukce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava. |
| Rychlost | Normální (≤ 70 km/hod) | Nízká (≤ 5 km/hod) |
| Dynamický součinitel | Ano, $\varphi = 1,25^1$ | Ano, $\varphi = 1,05$ |
| Poznámka | Při přejezdu zvláštního vozidla nebude povolen souběžný provoz pro vozidla nad 5 t. | Jedná se o jediné vozidlo na mostě. |

Vozidlo 1800/200 bylo umístěno do zatěžovacího pruhu č.1 v kombinaci s charakteristickými hodnotami rovnoměrného zatížení od LM1 pro pruh č.2, č.3 a č.4.

Pohyb vozidla 3000/240 byl umožněn ve všech zatěžovacích pruzích definovaných pro LM1 (Obr. 47).

11.3.3 Model zatížení na únavu 3 – model jednotlivého vozidla

Pro únavové posouzení prvků nosné konstrukce byl vybrán model zatížení na únavu 3 skládající se z čtyř náprav, kde každá nápravová síla každé nápravy je 120kN [5].

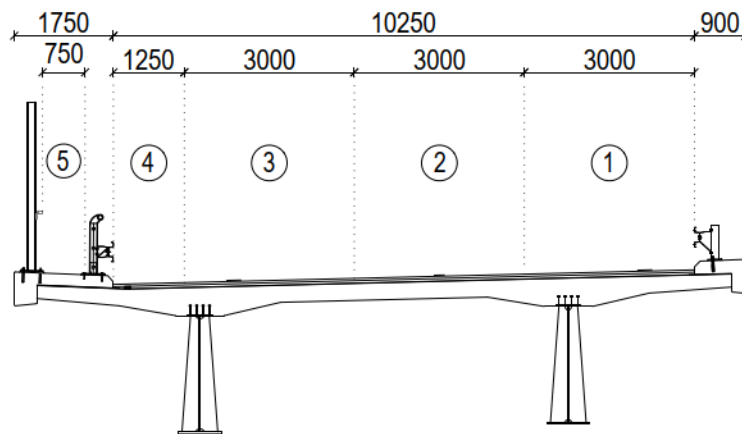


Obr. 48 - Model zatížení na únavu 3 [5]

Pohyb modelu zatížení na únavu 3 byl definován ve všech zatěžovacích pruzích pro LM1 (Obr. 47).

11.3.4 Zatížení nouzového chodníku – rovnoměrné zatížení

Nouzový chodník se nachází na větší římsě u protihlukové stěny. Šířka nouzového chodníku je 0,75 m a v modelu byl pro umístění tohoto zatížení vytvořen zatěžovací pruh č.5. Hodnota plošného rovnoměrného zatížení byla definována jako 3kN/m^2 .



Obr. 49 - schéma zatěžovacích pruhů včetně nouzového chodníku

Zatížení od nouzového chodníku bylo uvažováno současně se zatížením od LM1.

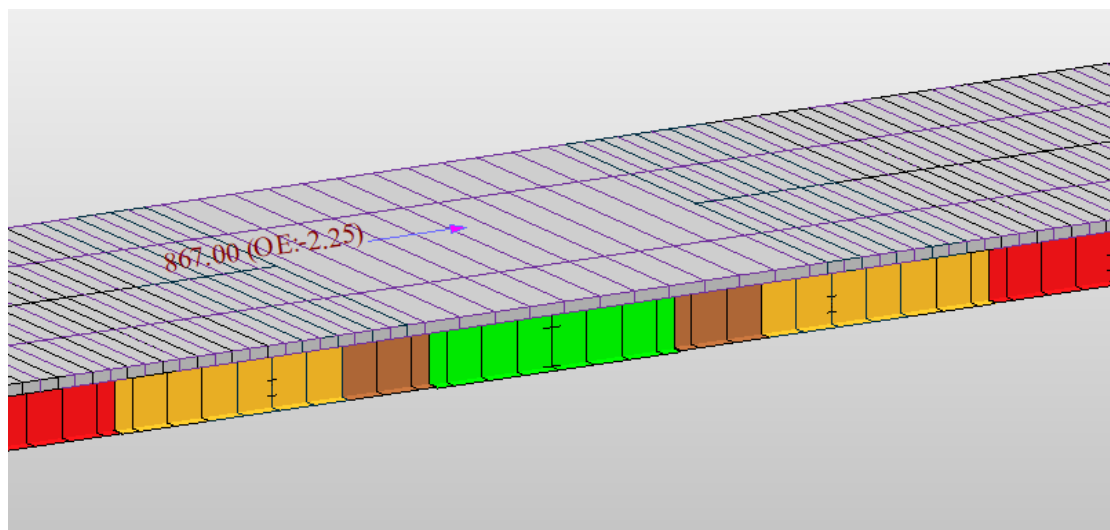
11.3.5 Brzdné a rozjezdové síly pro Model zatížení 1 (LM1)

Brzdné a rozjezdové síly pro model LM1 byly definovány dle ČSN EN 1991-2

Tabulka 32 - brzdné/rozjezdové síly LM1

| | | | |
|------------------------------|--|-------|-------------------|
| Nápravová síla | Q_{1k} | 300 | kN |
| Rovnoměrné zatížení | q_{1k} | 9 | kN/m ² |
| Délka konstrukce | L | 187,6 | m |
| Regulační součinitel | α_{Q1} | 1 | - |
| Regulační součinitel | α_{q1} | 1 | - |
| Šířka zatěžovacího pruhu č.1 | w_1 | 3 | m |
| Brzdná/rozjezdová síla | $Q_{lk}=0.6*\alpha_{Q1}+2*Q_{1k}+0.1*\alpha_{q1}*q_{1k}*w_1*L$ | | |
| | Q_{lk} | 867 | kN |
| | $Q_{lk}=\min(900\text{kN}, 867\text{kN})$ | | |
| | Q_{lk} | 867 | kN |
| | $Q_{lk}=\max(180\text{kN}, 867\text{kN})$ | | |
| | Q_{lk} | 867 | kN |

V modelu byly brzdné a rozjezdové síly umístěny nad pilíř P3 a P4 v úrovni vozovky pro vyvození nepříznivého účinku na pevná ložiska na těchto pilířích. Příčné umístění brzdné a rozjezdové síly bylo zvoleno v ose vozovky. Tyto síly byly uvažovány v obou podélných směrech jednotlivě a následně z nich byla vytvořena obálka účinků tohoto zatížení.



Obr. 50 - zatížení brzdými/rozjezdovými silami LM1 v modelu

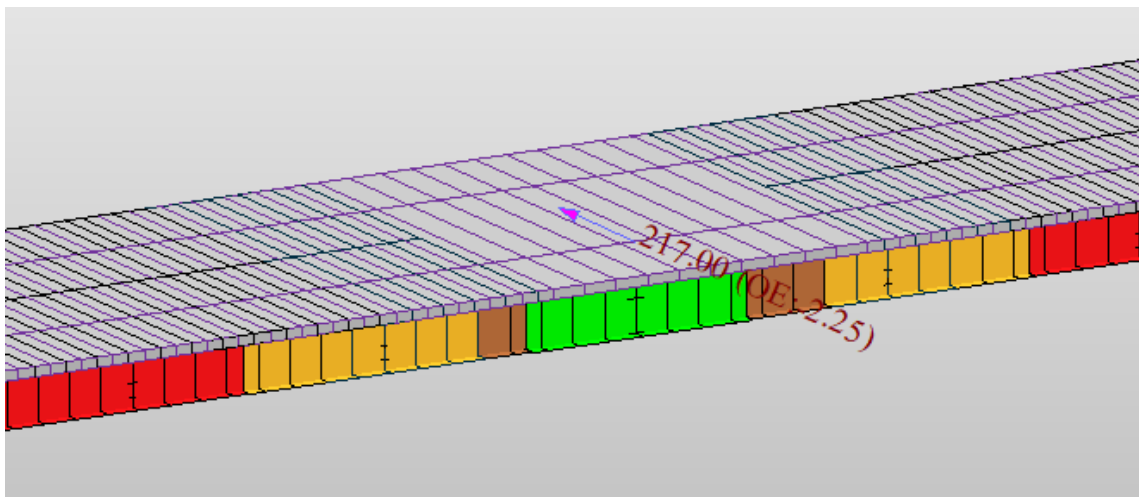
11.3.6 Příčné síly pro Model zatížení 1 (LM1)

Síla při šikmém brzdění nebo smyku od modelu LM1 byla stanovena jako 25% podélné brzdné a rozjezdové síly od tohoto modelu.

Tabulka 33 - příčné síly LM1

| | | | |
|-------------------------|-----------------------|-----|----|
| Síla od šikmého brzdění | $Q_{trk}=0.25*Q_{lk}$ | 217 | kN |
|-------------------------|-----------------------|-----|----|

Příčné síly byly umístěny nad všechny pilíře a opěry v ose vozovky do samostatných zatěžovacích stavů a následně z nich byla vytvořena obálka pro použití v kombinacích zatížení.



Obr. 51 - příčné síly od LMI v modelu

11.3.7 Brzdné a rozjezdové síly pro Model zatížení 3 (LM3)

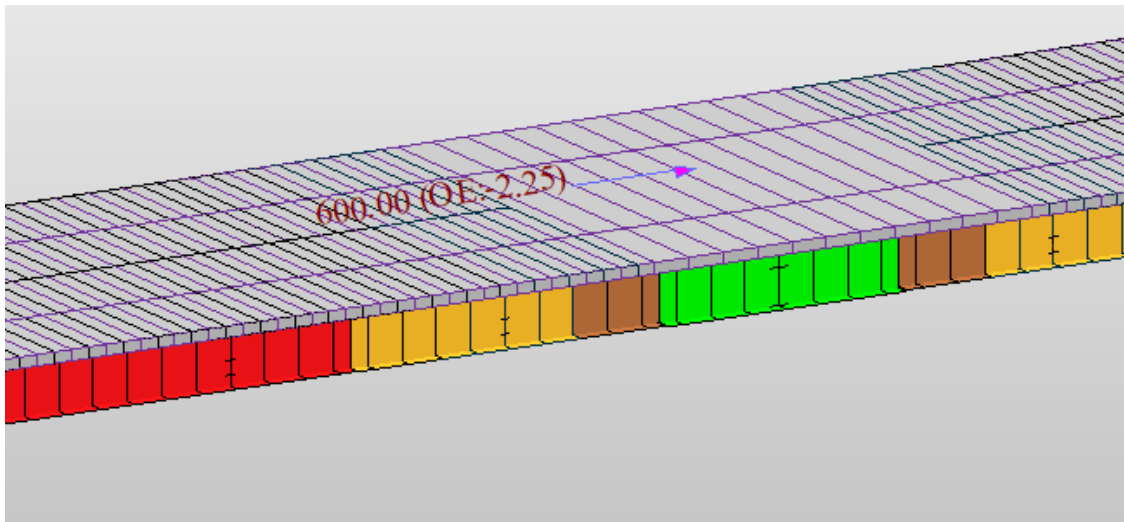
Definovány dle ČSN EN 1992-2 NA.2.18. Pro model LM3 3000/240 brzdné a rozjezdové síly nebyly uvažovány, protože vozidlo se pohybuje nízkou rychlostí (≤ 5 km/h).

Brzdné a rozjezdové síly pro vozidlo LM3 1800/200:

Tabulka 34 - brzdné/rozjezdové síly LM3

| | | | |
|------------------------|---|-------|-------------------|
| Tíha vozidla | Q_{LM3} | 1800 | kN |
| Rovnoměrné zatížení | q_{2k} | 2,5 | kN/m ² |
| Regulační součinitel | α_{q2} | 1 | - |
| Šířka pruhu č.2 | w_2 | 3 | m |
| Délka konstrukce | L | 187,6 | m |
| Brzdná/rozjezdová síla | $Q_{Ik} = 0.6 \cdot Q_{LM3} + 0.1 \cdot \alpha_{q2} \cdot q_{2k} \cdot w_2 \cdot L$ | | |
| | Q_{Ik} | 1221 | kN |
| | $Q_{Ik} = \min(600 \text{ kN}, 1221 \text{ kN})$ | | |
| | Q_{Ik} | 600 | kN |
| | $Q_{Ik} = \max(180 \text{ kN}, 600 \text{ kN})$ | | |
| | Q_{Ik} | 600 | kN |

Síly byly v modelu umístěny nad pilíře P3 a P4 v ose vozovky pro vyvození nepříznivého účinku na tyto ložiska. Síly byly uvažovány jednotlivě v obou směrech a následně byla z účinků tohoto zatížení vytvořena obálka.



Obr. 52 - zatížení brzdými/rozjezdovými silami LM3 v modelu

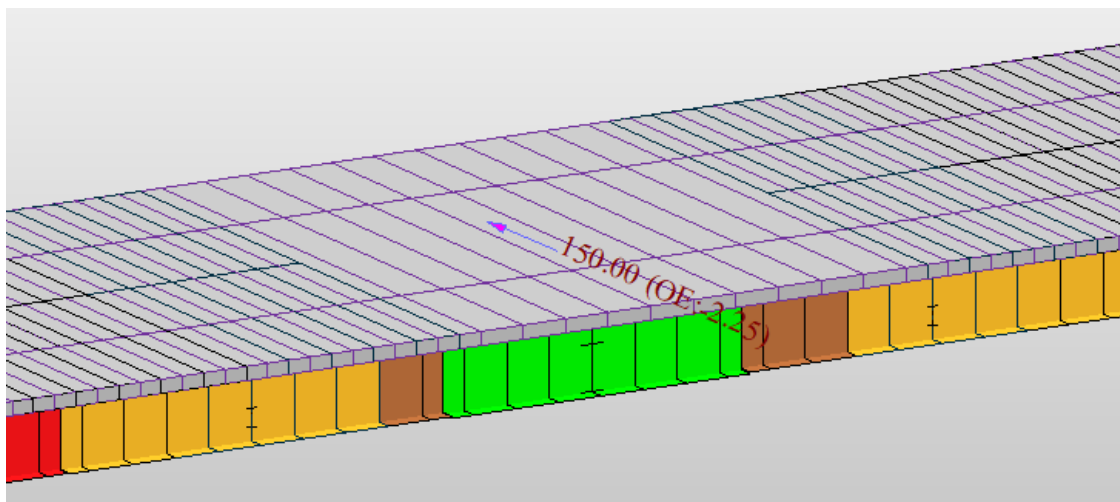
11.3.8 Příčné síly pro Model zatížení 3 (LM3)

Síla od šikmého brzdění nebo smyku modelu LM3 1800/200 byla stanovena jako 25% podélné brzděné a rozjezdové síly.

Tabulka 35 - příčné síly LM3

| | | |
|-------------------------|---|--------|
| Síla od šikmého brzdění | $Q_{\text{trk}} = 0.25 * Q_{\text{lk}}$ | |
| | Q_{trk} | 150 kN |

Příčné síly byly umístěny nad všechny pilíře a opěry v ose vozovky do samostatných zatěžovacích stavů a následně z nich byla vytvořena obálka pro použití v kombinacích zatížení.



Obr. 53 - příčné síly od LM3 v modelu

11.4 Proměnné zatížení a ostatní vlivy

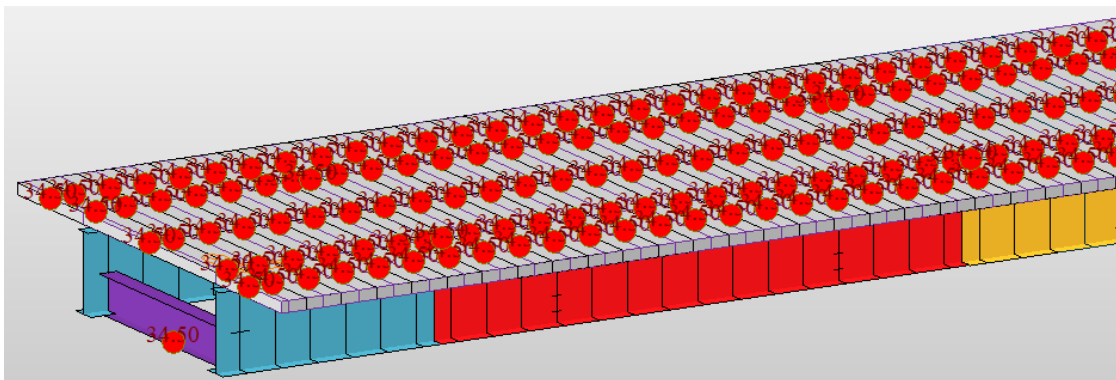
11.4.1 Zatížení rovnoměrnou teplotou

Stanoveno dle ČSN EN 1991-1-5 Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou. Extrémní hodnoty teplot ve stínu pro danou lokalitu byly převzaty z STN EN 1991-1-5-NA.

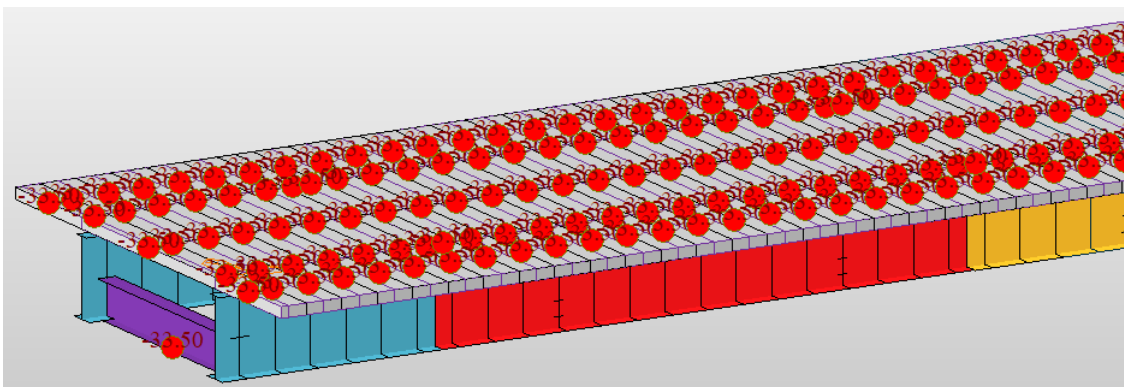
Tabulka 36 - zatížení rovnoměrnou teplotou

| Typ konstrukce | Typ 2 - spřažená konstrukce | |
|------------------------------------|---|----------|
| Minimální teplota vzduchu ve stínu | T_{\min} | -28 °C |
| Maximální teplota vzduchu ve stínu | T_{\max} | 40 °C |
| Rovnoměrná složka teploty mostu | $T_{e.\min}=T_{\min}+4.5$ | -23,5 °C |
| | $T_{e.\max}=T_{\max}+4.5$ | 44,5 °C |
| Teplota při zabudování mostu | T_0 | 10 °C |
| Char. hodnota pro zkrác. mostu | $\Delta T_{.N.con}=T_{e.\min}-T_0$ | -33,5 °C |
| Char. hodnota pro prodl. mostu | $\Delta T_{.N.exp}=T_{e.\max}-T_0$ | 34,5 °C |
| Přídavek pro výpočet dilatace | $\Delta\Delta$ | 20 °C |
| Změna teploty pro zkrác. mostu | $\Delta\Delta T_{.N.con}=T_{e.\min}-T_0-\Delta\Delta$ | -53,5 °C |
| Změna teploty pro prodl. mostu | $\Delta\Delta T_{.N.exp}=T_{e.\max}-T_0+\Delta\Delta$ | 54,5 °C |

Zatížení rovnoměrnou teplotou bylo aplikováno na celou nosnou konstrukci mostu. Hodnoty $\Delta T_{.N.con}$ a $\Delta T_{.N.exp}$ byly použity v návrhových kombinacích spolu s ostatními typy zatížení. Hodnoty $\Delta\Delta T_{.N.con}$ a $\Delta\Delta T_{.N.exp}$ byly použity pouze pro návrh mostních závěrů a ložisek.



Obr. 54 - zatížení rovnoměrnou teplotou v modelu - oteplení



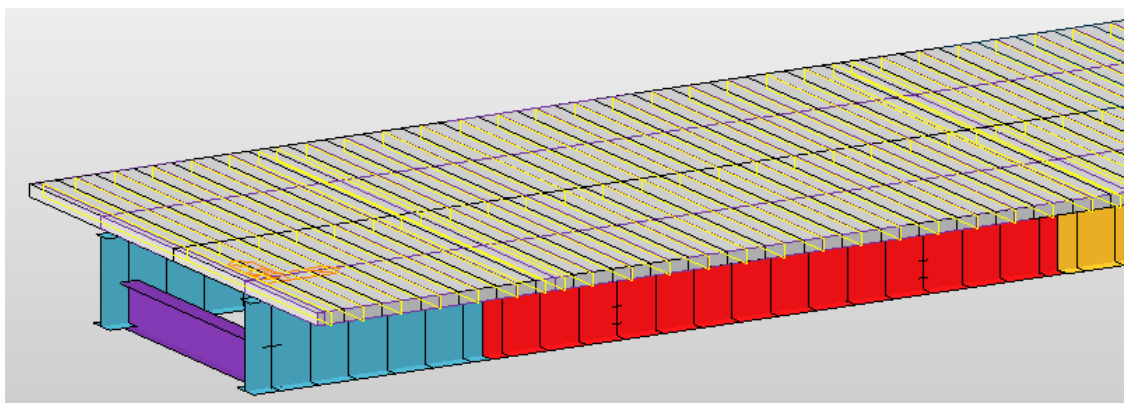
Obr. 55 - zatížení rovnoměrnou teplotou v modelu - ochlazení

11.4.2 Zatížení nerovnoměrnou teplotou

Byl uvažován zjednodušený postup dle ČSN EN 1991-1-5, kdy byla betonová deska ochlazena/oteplena o 10°C.

Tabulka 37 - zatížení nerovnoměrnou teplotou

| Typ konstrukce | | Typ 2 - spřažená konstrukce | |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|----|
| Oteplení ŽB desky | $\Delta T_{M,heat}$ | 10 | °C |
| Ochlazení ŽB desky | $\Delta T_{M,cool}$ | -10 | °C |



Obr. 56 - zatížení nerovnoměrnou teplotou v modelu

11.4.3 Zatížení větrem – příčný směr

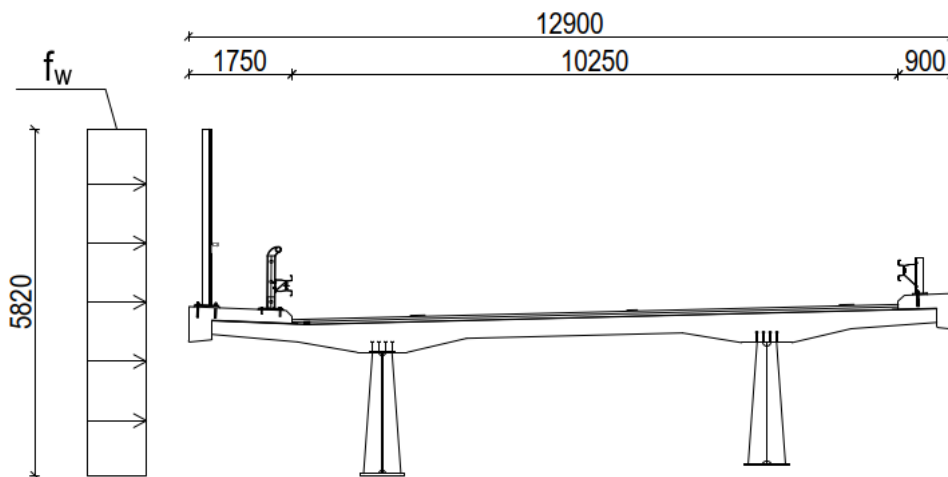
Výpočet zatížení mostu větrem byl proveden dle ČSN EN 1991-1-4 za použití zjednodušené metody. Základní rychlost větru pro danou lokalitu byla zjištěna z STN EN 1991-1-4 –NA.

Byly uvažovány 3 zatěžovací stavy:

- Zatížení větrem na protihlukovou stěnu a nosnou konstrukci.
- Zatížení větrem na protihlukovou stěnu.
- Zatížení větrem na referenční vozidla s průměrnou výškou 2 m a protihlukovou stěnu.

Zatížení bylo v modelu vždy umístěno jako spojitě liniové zatížení na prutové prvky hlavních nosníků a jako spojitý kroutící moment vypočítaný na základě excentricity zatížení větrem.

1) Zatížení větrem na protihlukovou stěnu a nosnou konstrukci

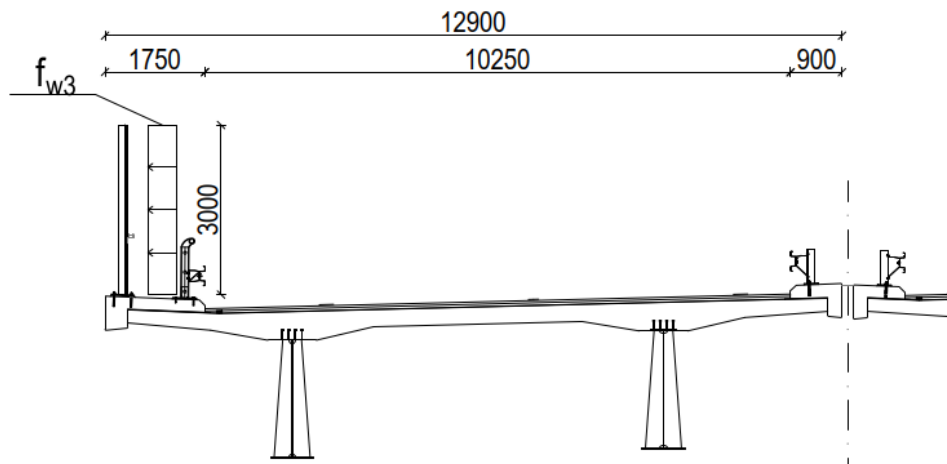


Obr. 57 - schéma zatížení větrem na protihluk stěnu a NK

Tabulka 38 - zatížení větrem na protihluk stěnu a NK

| | | | |
|------------------------------------|--|-------|-------------------|
| Základní rychlost větru | v_b | 24 | m/s |
| Hustota vzduchu | ρ | 1,25 | kg/m ³ |
| Šířka konstrukce | b | 12,85 | m |
| Výška mostovky nad terénem | z | 15 | m |
| Průměrná účinná výška | d_{tot} | 5,82 | m |
| Poměr šířky a účinné výšky | b/d_{tot} | 2,2 | - |
| Součinitel síly pro mosty | $C_{fx,0}$ | 1,85 | - |
| Součinitel expozice - kategorie II | C_e | 2,6 | - |
| Součinitel zatížení větrem | $C=C_{fx,0} * C_e$ | 4,8 | - |
| Spojité zatížení větrem | $f_w=0.5 * \rho * v_b^2 * C * d_{tot}$ | 10,1 | kN/m |
| Rameno sil | r | 0,35 | m |
| Spojité zatížení krout. momentem | m_w | 3,5 | kNm/m |

2) Zatížení větrem na protihlukovou stěnu

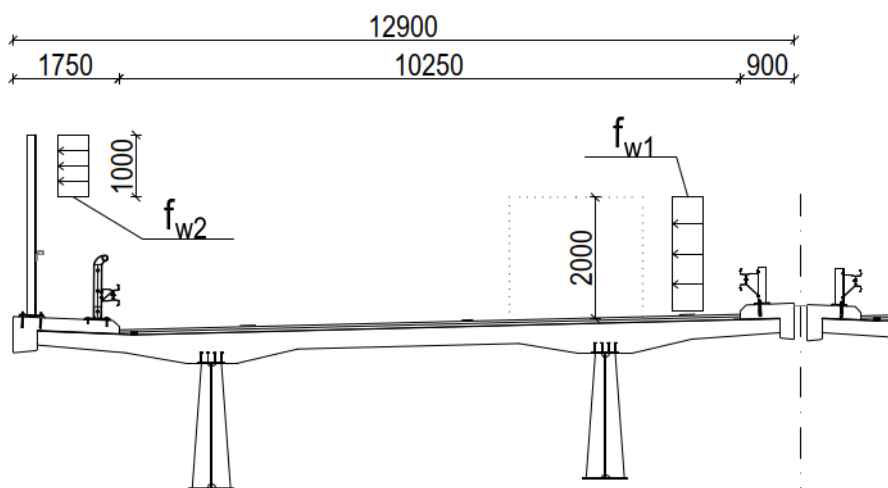


Obr. 58 - schéma zatížení větrem na protihluk. Stěnu

Tabulka 39 - zatížení větrem na protihluk. stěnu

| | | | |
|---|---|-------|-------------------|
| Základní rychlost větru | v_b | 24 | m/s |
| Hustota vzduchu | ρ | 1,25 | kg/m ³ |
| Šířka konstrukce | b | 12,85 | m |
| Výška mostovky nad terénem | z | 15 | m |
| Průměrná účinná výška -protihluk. stěna | d_{tot} | 3 | m |
| Poměr šířky a účinné výšky | b/d_{tot} | 4,3 | - |
| Součinitel síly pro mosty | $C_{fx,0}$ | 1 | - |
| Součinitel expozice - kategorie II | C_e | 2,6 | - |
| Součinitel zatížení větrem | $C=C_{fx,0} * C_e$ | 2,6 | - |
| Spojité zatížení větrem | $f_{w3}=0.5 * \rho * v_b^2 * C * d_{tot}$ | 2,8 | kN/m |
| Rameno sil | r | 1,70 | m |
| Spojité zatížení krout. momentem | m_{w3} | 4,8 | kNm/m |

3) Zatížení větrem na referenční vozidla s průměrnou výškou 2 m a protihlukovou stěnu



Obr. 59 - schéma zatížení větrem na ref. vozidlo a protihluk. Stěnu

Tabulka 40 - zatížení větrem na ref. vozidlo a protihluk. stěnu

| | | | |
|---|---|-------|-------------------|
| Základní rychlost větru | v_b | 24 | m/s |
| Hustota vzduchu | ρ | 1.25 | kg/m ³ |
| Šířka konstrukce | b | 12.85 | m |
| Výška mostovky nad terénem | z | 15 | m |
| Průměrná účinná výška - protihluk. stěna | d_{tot} | 3 | m |
| Poměr šířky a účinné výšky | b/d_{tot} | 4.3 | - |
| Součinitel síly pro mosty | $C_{fx.0}$ | 1 | - |
| Součinitel expozice - kategorie II | C_e | 2.6 | - |
| Součinitel zatížení větrem | $C=C_{fx.0} * C_e$ | 2.6 | - |
| Spojité zatížení větrem na ref. vozidlo | $f_{w1}=0.5 * \rho * v_b^2 * C * d_{tot}$ | 1.9 | kN/m |
| Rameno sil | r | 2.08 | m |
| Spojité zatížení krout. momentem | m_{w1} | 3.9 | kNm/m |
| Spojité zatížení větrem na protihluk. stěnu | $f_{w2}=0.5 * \rho * v_b^2 * C * d_{tot}$ | 0.9 | kN/m |
| Rameno sil | r | 2.66 | m |
| Spojité zatížení krout. momentem | m_{w2} | 2.5 | kNm/m |

11.4.4 Zatížení větrem – podélný směr

Zatížení od podélného větru bylo vypočítáno jako 25% největšího zatížení od příčného větru (Zatěžovací stav s NK + protihluková stěna).

V modelu bylo toto zatížení umístěno jako spojité liniové zatížení v podélném směru po délce konstrukce.

Tabulka 41 - zatížení větrem v podélném směru

| | | | |
|---|-------------------|-----|------|
| Spojité zatížení od větru | $f_{wx}=0.25*f_w$ | 2.5 | kN/m |
| Spojité zatížení od větru na jeden nosník | $f_{wx.1}$ | 1.3 | kN/m |

11.4.5 Zatížení větrem – svislý směr

Zatížení větrem ve svislém směru bylo namodelováno jako spojité liniové zatížení na prutové prvky hlavních nosníků.

Tabulka 42 - zatížení větrem ve svislém směru

| | | | |
|---|-----------------------------|-------|-------------------|
| Základní rychlost větru | v_b | 24 | m/s |
| Hustota vzduchu | ρ | 1.25 | kg/m ³ |
| Šířka konstrukce | b | 12.85 | m |
| Výška mostovky nad terénem | z | 15 | m |
| Součinitel síly pro mosty | C_{fz} | 0.9 | - |
| Součinitel expozice - kategorie II | C_e | 2.6 | - |
| Součinitel zatížení větrem | $C=C_{fx.0}*C_e$ | 2.3 | - |
| Spojité zatížení větrem | $f_{wz}=0.5*\rho*v_b^2*C*b$ | 10.8 | kN/m |
| Spojité zatížení větrem na jeden nosník | $f_{wz.1}$ | 5.4 | kN/m |

11.4.6 Vliv nerovnoměrného sedání podpěr

Uvažováno s poklesem vždy dvojice náhodných základů o 20 mm.

Tabulka 43 - zatížení nerovnoměrným sedáním základů

| | | | |
|----------------------------------|-----|----|----|
| Uvažovaná hodnota poklesu podpěr | d | 20 | mm |
|----------------------------------|-----|----|----|

11.4.7 Vliv dotvarování s smršťování

Zahrnuto časovou analýzou v programu Midas Civil ve fázích výstavby. Náhradní tloušťka betonové desky byla vypočítána na základě šířky desky připadající na 1 nosník a obvodu betonové desky vystavené atmosféře (spodní hrana betonové desky s odečtením šířky horní pásnice).

Tabulka 44 - výpočet náhradní tloušťky betonové desky

| | | | |
|-----------------------------------|---------------|------|----------------|
| Plocha betonové desky na 1 nosník | A_c | 2.16 | m ² |
| Obvod prvku vystavený atmosféře | u | 6.18 | m |
| Náhradní tloušťka betonu | $h=(2*A_c/u)$ | 0.70 | m |

Name : C35/45 EC2 Code : European

European

Characteristic compressive cylinder strength of concrete at the age of 28 days (f_{ck}) : 35 N/mm²

Relative Humidity of ambient environment (40 - 99) : 70 %

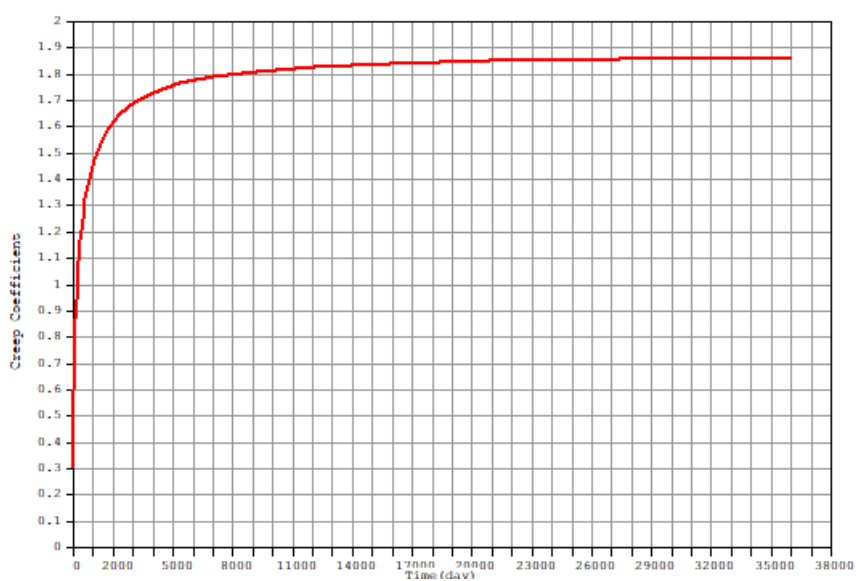
Notional size of member : 700 mm
 $h = 2 * A_c / u$ (A_c : Section Area, u : Perimeter in contact with atmosphere)

Type of cement
 Class S Class N Class R

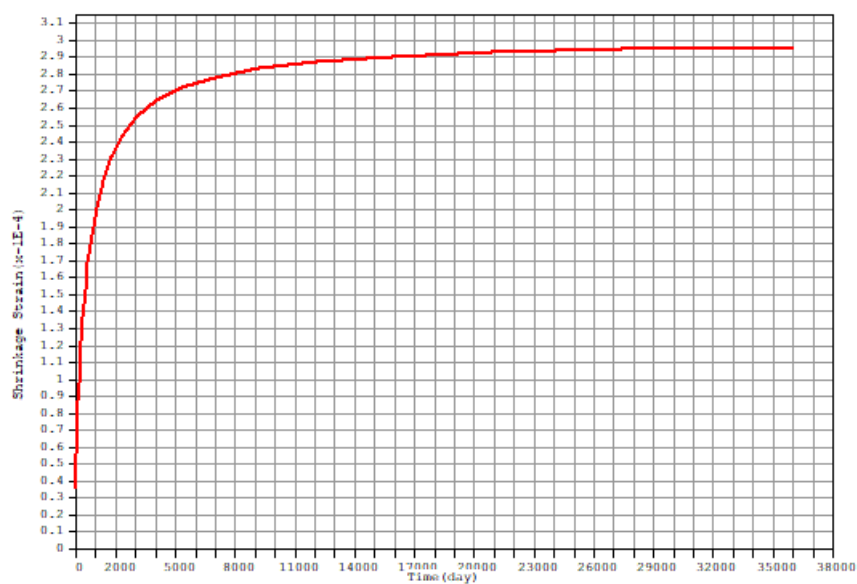
Type of code
 EN 1992-1 (General Structure) EN 1992-2 (Concrete Bridge) Use of silica-fume

Age of concrete at the beginning of shrinkage : 1 day

Obr. 60 - nastavení parametrů pro dotvarování a smršťování v modelu



Obr. 61 - koeficient dotvarování betonu v modelu



Obr. 62 - koeficient smršťování betonu v modelu

12. Kombinace zatížení

12.1 Kombinace pro mezní stav únosnosti

Pro návrh konstrukce v MSÚ byla zvolena kombinace 6.10 dle ČSN EN 1990 Ed.2. ve znění:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

12.2 Kombinace pro mezní stav použitelnosti

Pro návrh konstrukce v MSP byla sestavena charakteristická kombinace dle ČSN EN 1990 Ed.2. ve znění:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Vzhledem k charakteru konstrukce bylo jako dominantní proměnné zatížení uvažováno zatížení od dopravy. Pro přehlednost výpočtu byly z jednotlivých zatížení nejprve sestaveny obálky s extrémními účinky zatížení a z těchto obálek následně sestaveny kombinace 6.10 pro MSÚ a charakteristická kombinace pro MSP.

12.3 Kombinační součinitele zatížení

Kombinační součinitele byly zvoleny v souladu s ČSN EN 1990:

Tabulka 45 - kombinační součinitele [1]

| Trvalé a dočasné návrhové situace | Stálá zatížení | | Předpětí | Hlavní proměnné zatížení (*) | Vedlejší proměnná zatížení (*) | | Trvalé a dočasné návrhové situace | Stálá zatížení | | Předpětí | Hlavní proměnné zatížení (*) | Vedlejší proměnná zatížení (*) | |
|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Nepříznivá | Příznivá | | | Nejúčinnější (pokud se vyskytuje) | Ostatní | | Nepříznivá | Příznivá | | | Nejúčinnější (pokud se vyskytuje) | Ostatní |
| (Výraz (6.10)) | $\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$ | $\gamma_{G,j,int} G_{k,j,int}$ | $\gamma_P P$ | $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ | | $\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ | (Výraz (6.10a)) | $\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$ | $\gamma_{G,j,int} G_{k,j,int}$ | $\gamma_P P$ | | $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ | $\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ |
| | | | | | | | (Výraz (6.10b)) | $\xi \gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$ | $\gamma_{G,j,int} G_{k,j,int}$ | $\gamma_P P$ | $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ | | $\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ |

(*) Proměnná zatížení jsou ta, která jsou uvedena v tabulkách A2.1 až A2.3.

POZNÁMKA 1 Volba mezi (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) je uvedena v národní příloze. V případě použití (6.10a) a (6.10b) může národní příloha upravit (6.10a) tak, že zahrnuje pouze stálá zatížení.^{NP27)}

POZNÁMKA 2 Hodnoty součinitelů γ a ξ lze stanovit v národní příloze. Při použití výrazů (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) jsou doporučené hodnoty součinitelů γ a ξ následující:^{NP20)}

$\gamma_{G,sup} = 1,35$ ¹⁾

$\gamma_{G,int} = 1,00$

$\gamma_Q = 1,35$, pokud Q reprezentuje nepříznivě působící zatížení od silniční dopravy nebo od chodců; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,45$, pokud Q reprezentuje nepříznivě působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 11 až 31 (s výjimkou 16, 17, 26³⁾ a 27³⁾), model zatížení 71, SW/0 a HSLM a skutečné vlaky, pokud se uvažují jako jednotlivá hlavní zatížení dopravou; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,20$, pokud Q reprezentuje nepříznivě působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 16 a 17 a SW/2; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,50$ pro ostatní zatížení dopravou a pro další proměnná zatížení;²⁾

$\xi = 0,85$ (takže $\xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \cong 1,15$).

$\gamma_{G,set} = 1,20$ v případě pružné lineární analýzy a $\gamma_{G,set} = 1,35$ v případě nelineární analýzy, pro návrhové situace, kdy nerovnoměrné sedání může mít nepříznivé účinky. Pro návrhové situace, kdy zatížení způsobená nerovnoměrným sedáním mohou mít příznivé účinky, se tato zatížení neuvažují.

Viz také EN 1991 až EN 1999 pro hodnoty γ , které se použijí pro vynucená přetvoření.

γ_P = doporučené hodnoty definované v příslušných Eurokódech pro navrhování.

Tabulka 46 - Doporučené hodnoty součinitelů Ψ pro mosty pozemních komunikací [1]

| Zatížení | Značka | | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|--|--|---|-------------------|----------|----------|
| Zatížení dopravou (viz EN 1991-2, Tabulka 4.4) | gr1a (LM1+ zatížení chodci nebo cyklisty) ¹⁾ | TS (dvojnápravy) | 0,75 | 0,75 | 0 |
| | | UDL (rovnoměrné zatížení) | 0,40 | 0,40 | 0 |
| | | Zatížení chodci + zatížení cyklisty ²⁾ | 0,40 | 0,40 | 0 |
| | gr1b (jednotlivá náprava) | | 0 | 0,75 | 0 |
| | gr2 (vodorovné síly) | | 0 | 0 | 0 |
| | gr3 (zatížení chodci) | | 0 | 0,40 | 0 |
| | gr4 (LM4 (zatížení davem lidí)) | | 0 | – | 0 |
| gr5 (LM3 (zvláštní vozidla)) | | 0 | – | 0 | |
| Zatížení větrem | $F_{w,k}$ | | | | |
| | – Trvalé návrhové situace | | 0,6 | 0,2 | 0 |
| | – Provádění | | 0,8 | – | 0 |
| | $F_{w,*}$ | | 1,0 | – | – |
| Zatížení teplotou | T_k | | 0,6 ³⁾ | 0,6 | 0,5 |
| Zatížení sněhem | $Q_{sn,k}$ (během provádění) | | 0,8 | – | – |
| Staveništní zatížení | Q_c | | 1,0 | – | 1,0 |

¹⁾ Doporučené hodnoty součinitelů ψ_0 , ψ_1 a ψ_2 pro gr1a a gr1b jsou uvedeny pro zatížení silniční dopravou, která odpovídá regulačním součinitelům $\alpha_{Q,i}$, $\alpha_{Q,j}$, $\alpha_{Q,r}$ a β_Q rovným 1. Ty, které se vztahují k UDL (rovnoměrné zatížení), odpovídají běžným scénářům dopravy, ve kterých se může zřídka vyskytnout kumulace nákladních vozidel. Jiné hodnoty lze předpokládat pro jiné třídy komunikací nebo očekávanou dopravu, které se vztahují k výběru odpovídajících součinitelů α . Např. hodnota ψ_2 jiná než nula se může předpokládat pouze pro rovnoměrné zatížení (UDL) modelu zatížení 1 (LM1) pro mosty převádějící silnou nepřetržitou dopravu. Viz také EN 1998.

²⁾ Kombinační hodnota zatížení od chodců a cyklistů, zmíněná v tabulce 4.4 EN 1991-2, je redukována hodnota. Součinitele ψ_0 a ψ_1 odpovídají této hodnotě.

³⁾ Doporučenou hodnotu ψ_0 pro zatížení teplotou lze ve většině případů snížit až na nulu pro mezní stavy únosnosti EQU, STR a GEO. Viz také Eurokódy pro navrhování.

| NUM | NAME | ACTIVE | TYPE | LOADCASE(FACTOR) + | LOADCASE(FACTOR) + | LOADCASE(FACTOR) |
|-----|----------------------|--------|----------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1 | Stálezepřiznivý | Active | Add | Dead Load(1.350) | | |
| 2 | Stálezpřiznivý | Active | Add | Dead Load(1.000) | | |
| 3 | StálezOBAL | Active | Envelope | Stálezepřiznivý(1.000) + | Stálezpřiznivý(1.000) | |
| 4 | Reologie_min | Active | Add | Creep Secondary(0.200) + | Shrinkage Secondary(0.200) | |
| 5 | Reologie_max | Active | Add | Creep Secondary(1.000) + | Shrinkage Secondary(1.000) | |
| 6 | Reologie_OBAL | Active | Envelope | Reologie_min(1.000) + | Reologie_max(1.000) | |
| 7 | Teplota_nerov | Active | Envelope | Otepleni_+10(1.000) + | Ochlazeni_-10(1.000) | |
| 8 | Teplota_rov | Active | Envelope | Otepleni_+34.5(1.000) + | Ochlazeni_-33.5(1.000) | |
| 9 | T-nerov+0.35*rov | Active | Add | Teplota_nerov(1.000) + | Teplota_rov(0.350) | |
| 10 | T-0.75*nerov+rov | Active | Add | Teplota_nerov(0.750) + | Teplota_rov(1.000) | |
| 11 | Teplota_OBAL | Active | Add | Teplota_nerov(0.750) + | Teplota_rov(1.000) | |
| 12 | LM1 | Active | Add | LM1(1.000) | | |
| 13 | Poklesy_OBAL | Active | Add | Poklesy(1.000) | | |
| 14 | LM1_brzdne_sily | Active | Envelope | ACC_DECC_LM1_P3(1.000) + | ACC_DECC_LM1_P4(1.000) | |
| 15 | LM1_brzdne_sily_opak | Active | Envelope | ACC_DECC_LM1_P3(-1.000) + | ACC_DECC_LM1_P4(-1.000) | |
| 16 | LM1_brzdne_sily_OBAL | Active | Envelope | LM1_brzdne_sily(1.000) + | LM1_brzdne_sily_opak(1.000) | |
| 17 | LM1_pricne_sily | Active | Envelope | DECC_SIKME_LM1_P2(1.000) + | DECC_SIKME_LM1_P3(1.000) + | DECC_SIKME_LM1_P4(1.000) |

Obr. 63 - kombinace v programu Midas Civil

| | | | | | |
|----|----------------------|--------|----------|--|--|
| | | | | | + DECC_SIKME_LM1_P5(1.000) + DECC_SIKME_LM1_O1_O6(1.000) |
| 18 | LM1_pricne_sily_opak | Active | Envelope | | DECC_SIKME_LM1_P2(-1.000) + DECC_SIKME_LM1_P3(-1.000) + DECC_SIKME_LM1_P4(-1.000) + DECC_SIKME_LM1_P5(-1.000) + DECC_SIKME_LM3_O1_O6(-1.000) |
| 19 | LM1_pricne_sily_OBAL | Active | Envelope | | LM1_pricne_sily(1.000) + LM1_pricne_sily_opak(1.000) |
| 20 | LM3_brzdne_sily | Active | Envelope | | ACC_DECC_LM3_P3(1.000) + ACC_DECC_LM3_P4(1.000) |
| 21 | LM3_brzdne_sily_opak | Active | Envelope | | ACC_DECC_LM3_P3(-1.000) + ACC_DECC_LM3_P4(-1.000) |
| 22 | LM3_brzdne_sily_OBAL | Active | Envelope | | LM3_brzdne_sily(1.000) + LM3_brzdne_sily_opak(1.000) |
| 23 | LM3_pricne_sily | Active | Envelope | | DECC_SIKME_LM3_P2(1.000) + DECC_SIKME_LM3_P3(1.000) + DECC_SIKME_LM3_P4(1.000) + DECC_SIKME_LM3_P5(1.000) + DECC_SIKME_LM3_O1_O6(1.000) + DECC_SIKME_LM3_Y+(1.000) |
| 24 | LM3_pricne_sily_opak | Active | Envelope | | DECC_SIKME_LM3_P2(-1.000) + DECC_SIKME_LM3_P3(-1.000) + DECC_SIKME_LM3_P4(-1.000) + DECC_SIKME_LM3_P5(-1.000) + DECC_SIKME_LM3_O1_O6(-1.000) + DECC_SIKME_LM3_Y+(-1.000) |
| 25 | LM3_pricne_sily_OBAL | Active | Envelope | | LM3_pricne_sily(1.000) + LM3_pricne_sily_opak(1.000) |
| 26 | Vitr_Y_OBAL | Active | Envelope | | VITR_Y_1(1.000) + VITR_Y_2(1.000) + VITR_Y_3(1.000) |
| 27 | Vitr_X_opak | Active | Add | | VITR_X(-1.000) |
| 28 | Vitr_X_OBAL | Active | Envelope | | VITR_X(1.000) + Vitr_X_opak(1.000) |
| 29 | Vitr_Z_opak | Active | Add | | VITR_Z(-1.000) |
| 30 | Vitr_Z_OBAL | Active | Envelope | | VITR_Z(1.000) + Vitr_Z_opak(1.000) |
| 31 | Vitr_OBAL | Active | Envelope | | Vitr_Y_OBAL(1.000) + Vitr_X_OBAL(1.000) + Vitr_Z_OBAL(1.000) |
| 32 | gr2 | Active | Add | | LM1_casta(1.000) + LM1_brzdne_sily_OBAL(1.000) + LM1_pricne_sily_OBAL(1.000) |
| 33 | LM3_1800_200_OBAL | Active | Add | | LM3_1800_200(1.000) + LM3_brzdne_sily_OBAL(1.000) + LM3_pricne_sily_OBAL(1.000) |
| 34 | Pohyblivé_OBAL | Active | Envelope | | LM1(1.000) + LM3_3000_240(1.000) + gr2(1.000) + LM3_1800_200_OBAL(1.000) |
| 35 | ULS - 6.10 | Active | Add | | Stálé_OBAL(1.000) + Poklesy_OBAL(1.200) + Reologie_OBAL(1.000) + Pohyblivé_OBAL(1.350) + Teplota_OBAL(0.900) + Vitr_OBAL(0.900) |
| 36 | SLS - char | Active | Add | | Stálé_příznivé(1.000) + Pohyblivé_OBAL(1.000) + Reologie_OBAL(1.000) + Poklesy_OBAL(1.000) + Teplota_OBAL(0.600) + Vitr_OBAL(0.600) |
| 37 | Stálé_char | Active | Envelope | | Dead Load(1.000) |

Obr. 64 - kombinace v programu Midas Civil

13. Klasifikace průřezů

Klasifikace průřezů byla provedena kvůli ověření možnosti využití elastické analýzy konstrukce bez redukce tlačných částí průřezů. Třída ohýbané stojiny byla ověřena pro montážní stav a pro stav, kdy je nosník již spřažený s železobetonovou deskou. Zatřídění tlačené pásnice bylo provedeno pro montážní stav, který je pro zatřídění méně příznivý.

13.1 Průřez R1

13.1.1 Dimenze průřezu

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 20 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 30 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2100 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 72500 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 861 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.56E+10 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 1.11E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 1.90E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 4000 | mm |

13.1.2 Zatřídění ohýbané stojiny – montážní stav

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | -153 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | 105 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -0.69 | - |

| | | | |
|---|-----------------------------------|-------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 101.7 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi>-1$) | $42*\varepsilon/(0.67+0.33*\psi)$ | 77.0 | - |

Třída 4

Zohlednění skutečného napětí dle ČSN EN 1993-1-1, článku 5.5.2 (9)

| | | | |
|---|--|------|-----|
| Mez kluzu oceli (charakt. hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,k}$ | 355 | MPa |
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Součinitel materiálu | γ_{M0} | 1 | - |
| Napětí v horních vláknech | σ_{hvw} | -153 | MPa |
| Násobitel vlivu materiálu | $x=(f_{y,k}/(\gamma_{M0}*\sigma_{hvw}))^{0.5}$ | 1.52 | - |
| Vliv materiálu | $\varepsilon_1=\varepsilon*x$ | 1.24 | - |

| | | | |
|---|-------------------------------------|-------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 101.7 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi>-1$) | $42*\varepsilon_1/(0.67+0.33*\psi)$ | 117.4 | - |

Třída 3

13.1.3 Zatřídění ohýbané stojiny – sprážený průřez

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | -229 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | 342 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -1.49 | - |

| | | | |
|---|---|-------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 101.7 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi < -1$) | $62*\varepsilon*(1-\psi)*(-\psi)^{0.5}$ | 153.3 | - |

Třída 3

13.1.4 Zatřídění tlačené pásnice

| | | | |
|-------------------------|---|------|----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{y,k})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Vodorovná šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Efektivní šířka pásnice | $c=(b_{f1}/2)-(t_w/2)-a_0$ | 207 | mm |
| Tloušťka pásnice | t_{f1} | 20 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|------------------|------|---|
| Štíhlost pásnice | c/t_{f1} | 10.3 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu | $14*\varepsilon$ | 11.4 | - |

Třída 3

13.2 Průřez R2 – nepotrhaná deska

13.2.1 Dimenze průřezu

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 45 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 45 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2140 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 105250 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 2.39E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 3.08E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výtuh | a | 4000 | mm |

13.2.2 Zatřídění ohýbané stojiny – montážní stav

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | -35 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | 30 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -0.86 | - |

| | | | |
|---|-----------------------------------|------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 81.3 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi>-1$) | $42*\varepsilon/(0.67+0.33*\psi)$ | 88.3 | - |

Třída 3

13.2.3 Zatřídění ohýbané stojiny – sprážený průřez

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | -105 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | 183 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -1.73 | - |

| | | | |
|---|---|-------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 81.3 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi>-1$) | $62*\varepsilon*(1-\psi)*(-\psi)^{0.5}$ | 181.4 | - |

Třída 3

13.2.4 Zatřídění tlačené pásnice

| | | | |
|-------------------------|---|------|----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{y,k})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Vodorovná šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Efektivní šířka pásnice | $c=(b_{r1}/2)-(t_w/2)-a_0$ | 204 | mm |
| Tloušťka pásnice | t_{r1} | 45 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|------------------|------|---|
| Štíhlost pásnice | c/t_{r1} | 4.5 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu | $14*\varepsilon$ | 11.4 | - |

Třída 1

13.3 Průřez R2_1 – potrhaná deska

13.3.1 Dimenze průřezu

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 45 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 45 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2140 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 105250 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 2.39E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 3.08E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výtuh | a | 4000 | mm |

13.3.2 Zatřídění ohýbané stojiny – montážní stav

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | 124 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | -96 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -1.29 | - |

| | | | |
|---|---|-------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 81.3 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi < -1$) | $62*\varepsilon*(1-\psi)*(-\psi)^{0.5}$ | 131.4 | - |

Třída 3

13.3.3 Zatřídění ohýbané stojiny – sprážený průřez

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | 274 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | -298 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -0.92 | - |

| | | | |
|---|-----------------------------------|------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 81.3 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi > -1$) | $42*\varepsilon/(0.67+0.33*\psi)$ | 93.2 | - |

Třída 3

13.3.4 Zatřídění tlačené pásnice

| | | | |
|-------------------------------------|---|-------|---------|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{y,k})^{0.5}$ | 0.814 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Vodorovná šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Efektivní šířka pásnice | $c=(b_{f2}/2)-(t_w/2)-a_0$ | 354 | mm |
| Tloušťka pásnice | t_{f2} | 45 | mm |
| Štíhlost pásnice | c/t_{f2} | 7.9 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu | $14*\varepsilon$ | 11.4 | - |
| | | | Třída 2 |

13.4 Průřez R3

13.4.1 Dimenze průřezu

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 550 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 80 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 80 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2210 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 165500 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 1002 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 1.38E+11 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 5.14E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 5.77E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 4000 | mm |

13.4.2 Zatřídění ohýbané stojiny – montážní stav

| | | | |
|---|--|-------|---------|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | 117 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | -97 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -1.21 | - |
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 67.8 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi < -1$) | $62*\varepsilon*(1-\psi)*(-\psi)^{0.5}$ | 122.2 | - |
| | | | Třída 3 |

13.4.3 Zatřídění ohýbané stojiny – sprážený průřez

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | 291 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | -300 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -0.97 | - |

| | | | |
|---|-----------------------------------|------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 67.8 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi>-1$) | $42*\varepsilon/(0.67+0.33*\psi)$ | 97.7 | - |

Třída 3

13.4.4 Zatřídění tlačené pásnice

| | | | |
|-------------------------|---|-------|----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{y,k})^{0.5}$ | 0.814 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Vodorovná šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Efektivní šířka pásnice | $c=(b_{f2}/2)-(t_w/2)-a_0$ | 352 | mm |
| Tloušťka pásnice | t_{f2} | 80 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|------------------|------|---|
| Štíhlost pásnice | c/t_{f2} | 4.4 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu | $14*\varepsilon$ | 11.4 | - |

Třída 1

13.5 Průřez R4

13.5.1 Dimenze průřezu

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 20 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 30 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2100 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 82750 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 885 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.95E+10 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 1.08E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 1.96E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 3000 | mm |

13.5.2 Zatřídění ohýbané stojiny – montážní stav

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | -105 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | 73 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -0.70 | - |

| | | | |
|---|-----------------------------------|------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 81.3 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi>-1$) | $42*\varepsilon/(0.67+0.33*\psi)$ | 77.6 | - |

Třída 4

Zohlednění skutečného napětí dle ČSN EN 1993-1-1, článku 5.5.2 (9)

| | | | |
|---|---|------|-----|
| Mez kluzu oceli (charakt. hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,k}$ | 355 | MPa |
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Součinitel materiálu | γ_{M0} | 1 | - |
| Napětí v horních vláknech | σ_{hvw} | -105 | MPa |
| Násobitel vlivu materiálu | $\chi=(f_{y,k}/(\gamma_{M0}*\sigma_{hvw}))^{0.5}$ | 1.84 | - |
| Vliv materiálu | $\varepsilon_1=\varepsilon*\chi$ | 1.50 | - |

| | | | |
|---|-------------------------------------|-------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 81.3 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi>-1$) | $42*\varepsilon_1/(0.67+0.33*\psi)$ | 142.6 | - |

Třída 3

13.5.3 Zatřídění ohýbané stojiny – sprážený průřez

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Svislá šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Efektivní výška stojiny | $c=h_w-2*a_0$ | 2033 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Napětí v horních vláknech průřezu | σ_{hv} | -170 | MPa |
| Napětí v dolních vláknech průřezu | σ_{dv} | 213 | MPa |
| Součinitel poměru napětí | $\psi=\sigma_{tah}/\sigma_{tlak}$ | -1.25 | - |

| | | | |
|---|---|-------|---|
| Štíhlost stojiny | c/t_w | 81.3 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu ($\psi<-1$) | $62*\varepsilon*(1-\psi)*(-\psi)^{0.5}$ | 127.0 | - |

Třída 3

13.5.4 Zatřídění tlačené pásnice

| | | | |
|-------------------------------------|---|---------|----|
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{y,k})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
| Vodorovná šířka svaru | $a_0=a_{we}/\cos(45\text{deg})$ | 8.5 | mm |
| Efektivní šířka pásnice | $c=(b_{f1}/2)-(t_w/2)-a_0$ | 204 | mm |
| Tloušťka pásnice | t_{f1} | 20 | mm |
| Štíhlost pásnice | c/t_{f1} | 10.2 | - |
| Mezní štíhlost pro 3. třídu průřezu | $14*\varepsilon$ | 11.4 | - |
| | | Třída 3 | |

13.6 Vyhodnocení klasifikace průřezů

| Přůřez | Ohýbaná stojina | Tlačená pásnice | Třída průřezu |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|
| R1 | Třída 3 | Třída 3 | Třída 3 |
| R2 | Třída 3 | Třída 1 | Třída 3 |
| R2_1 | Třída 3 | Třída 2 | Třída 3 |
| R3 | Třída 3 | Třída 1 | Třída 3 |
| R4 | Třída 3 | Třída 3 | Třída 3 |

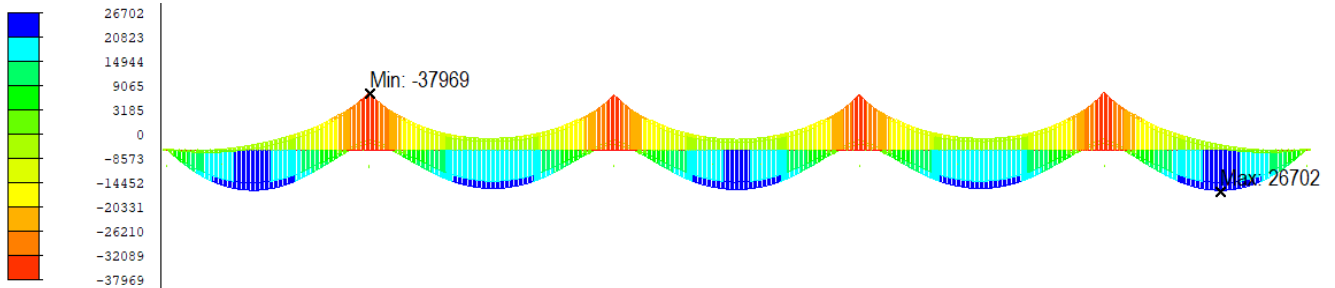
Zatřídění průřezů prokázalo, že dílčí části průřezů splňují požadavky minimálně pro 3. třídu a je tak možné uvažovat pružné rozdělení napjatosti bez redukce plochy tlačných částí průřezu.

14. Vnitřní síly a napětí na nosné konstrukci

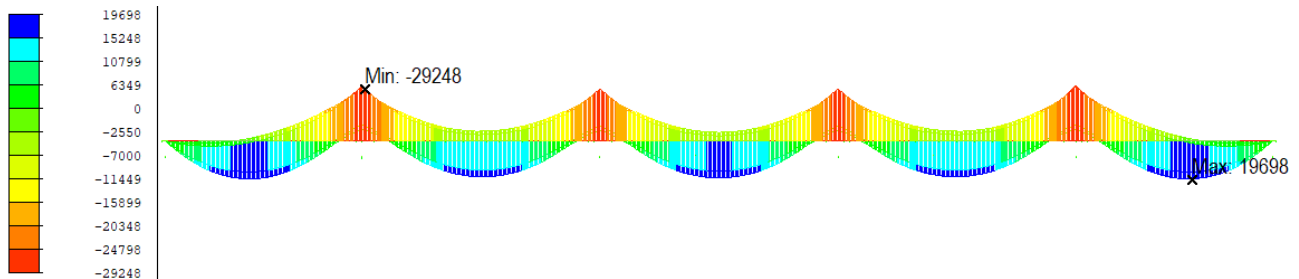
V této části práce jsou pro přehlednost uvedeny vnitřní síly a napětí pouze pro návrhovou kombinaci MSU 6.10 a charakteristickou kombinaci MSP. Ostatní vnitřní síly jsou uvedeny v příloze 3.

14.1 Přehled vnitřní sil na NK

14.1.1 Ohybový moment – M_y (kNm)

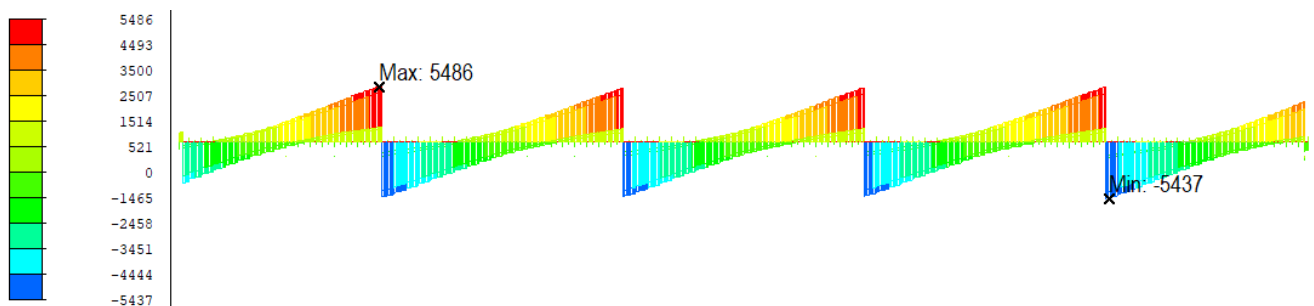


Obr. 65 - kombinace 6.10 - ohybový moment M_y (kNm)

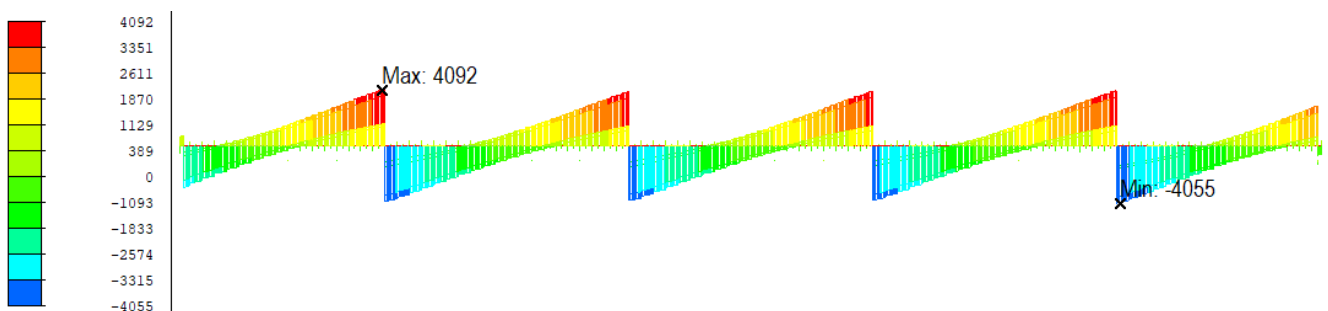


Obr. 66 - kombinace MSP char. - ohybový moment M_y (kNm)

14.1.2 Posouvací síla F_z (kN)

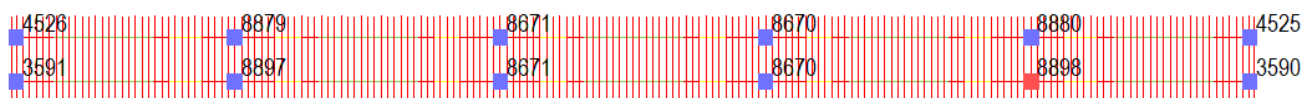


Obr. 67 - kombinace 6.10 - posouvací síla F_z (kN)

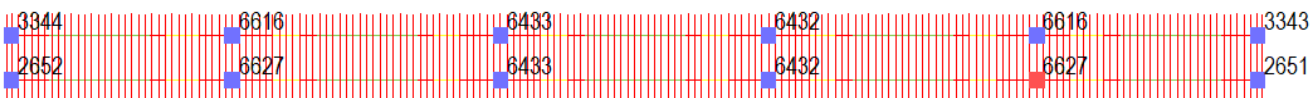


Obr. 68 - kombinace MSP char. - posouvací síla F_z (kN)

14.1.3 Svislá reakce R_z (kN)

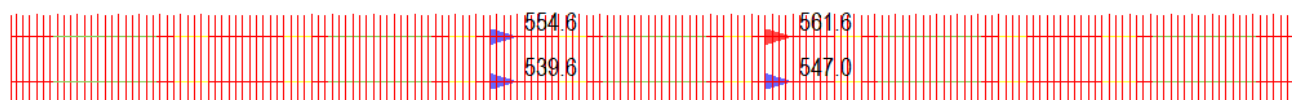


Obr. 69 - kombinace 6.10 - svislá reakce R_z (kN)

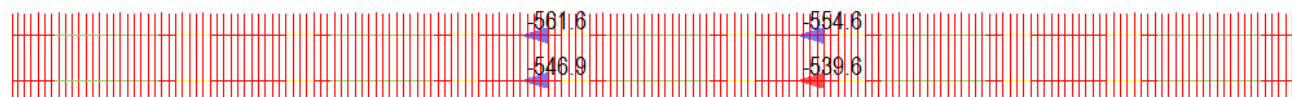


Obr. 70 - kombinace MSP char. - svislá reakce R_z (kN)

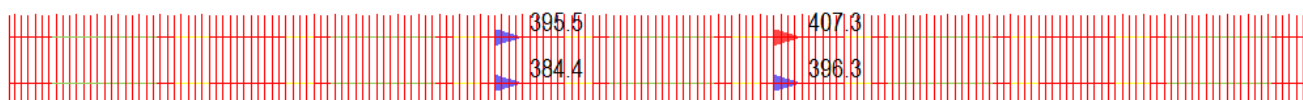
14.1.4 Vodorovná reakce R_x (kN)



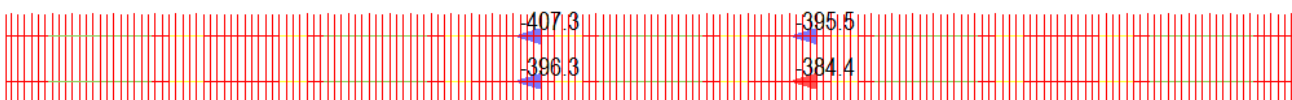
Obr. 71 - kombinace 6.10 - vodorovná reakce R_x (kN) - max



Obr. 72 - kombinace 6.10 - vodorovná reakce R_x (kN) - min

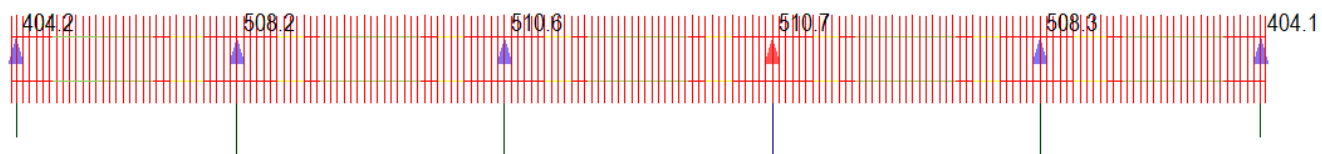


Obr. 73 - kombinace MSP char. - vodorovná reakce R_x (kN) - max

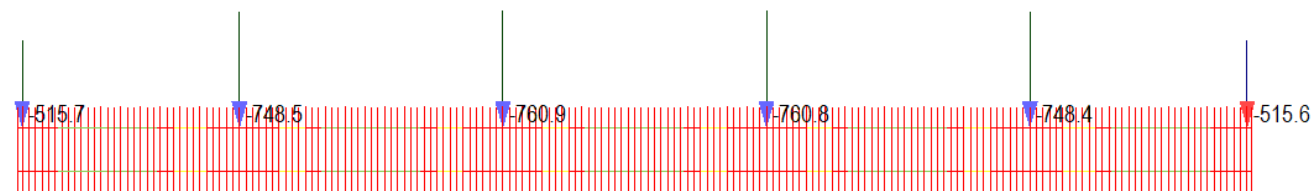


Obr. 74 - kombinace MSP char. - vodorovná reakce R_x (kN) - min

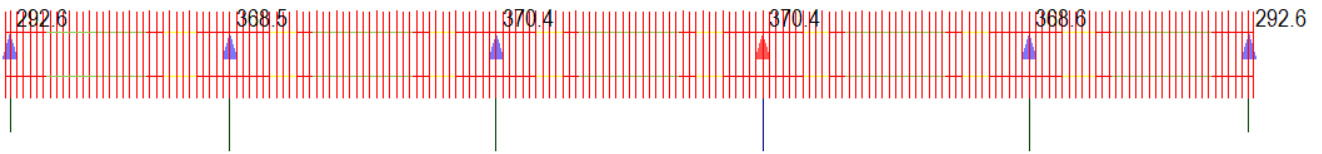
14.1.5 Vodorovná reakce R_y (kN)



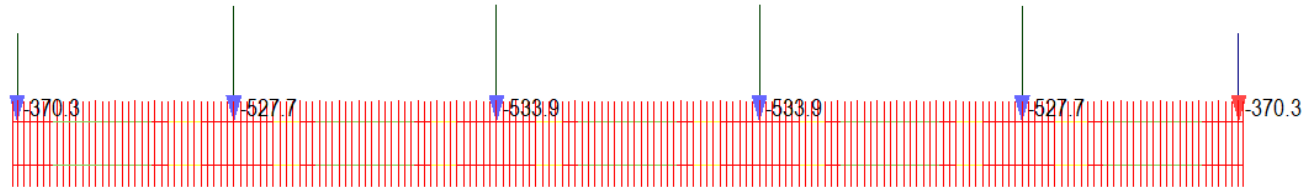
Obr. 75 - kombinace 6.10 - vodorovná reakce R_y (kN) - max



Obr. 76 - kombinace 6.10 - vodorovná reakce R_y (kN) - min



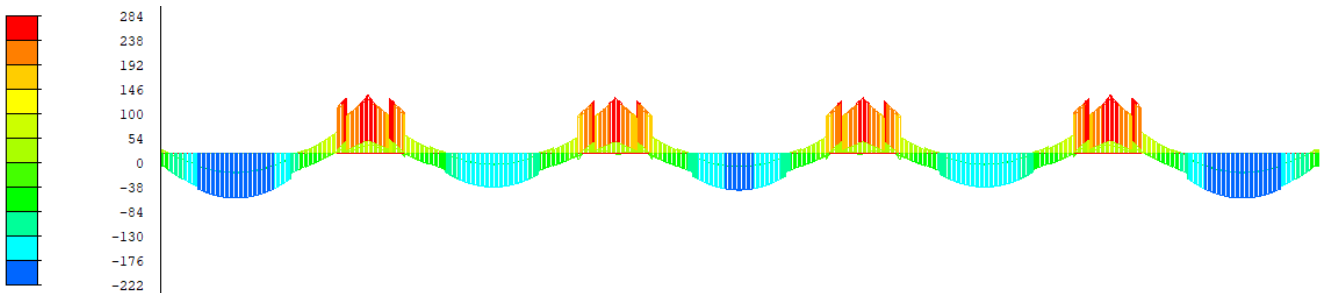
Obr. 77 - kombinace MSP char. - vodorovná reakce R_y (kN) - max



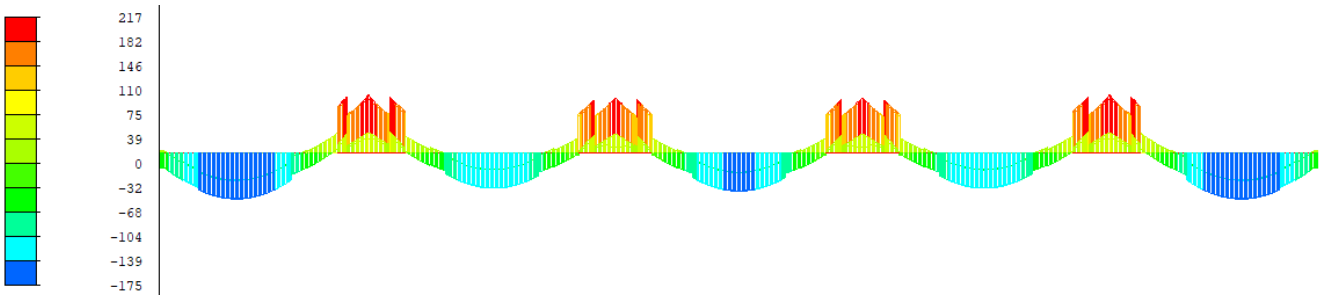
Obr. 78 - kombinace MSP char. - vodorovná reakce R_y (kN) - min

14.2 Přehled normálových napětí na NK

14.2.1 OK – horní vlákna (MPa)

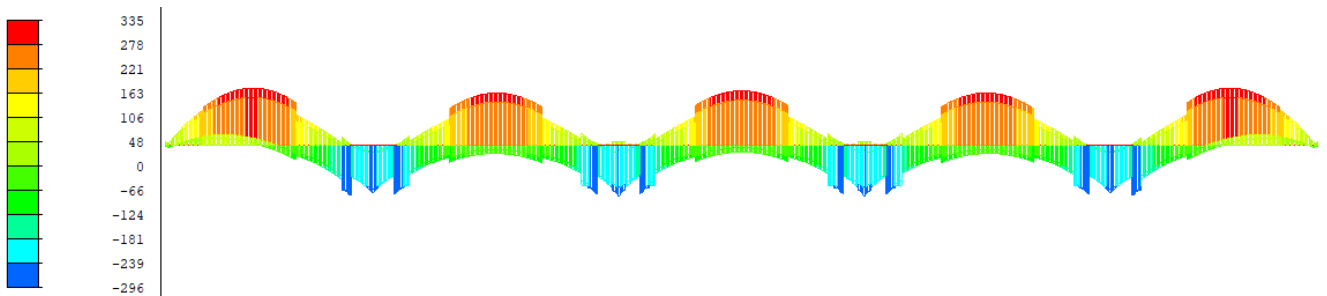


Obr. 79 - kombinace 6.10 - napětí v horních vláknech OK σ_x (MPa)

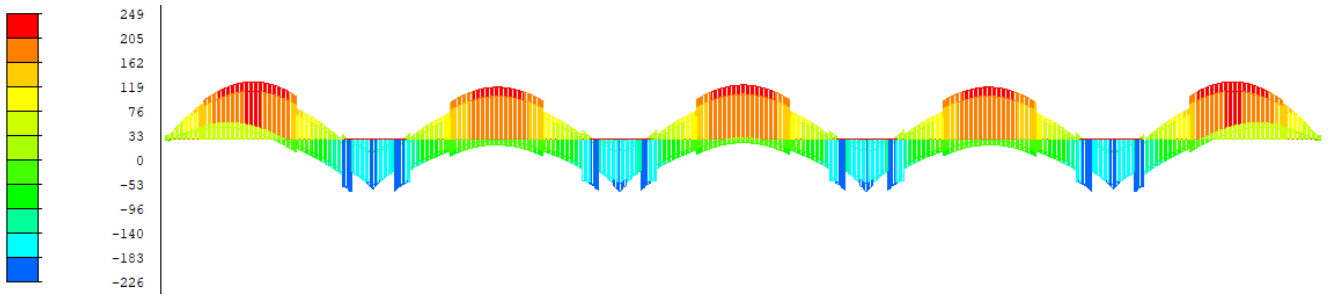


Obr. 80 - kombinace MSP char. - napětí v horních vláknech OK σ_x (MPa)

14.2.2 OK – dolní vlákna (MPa)



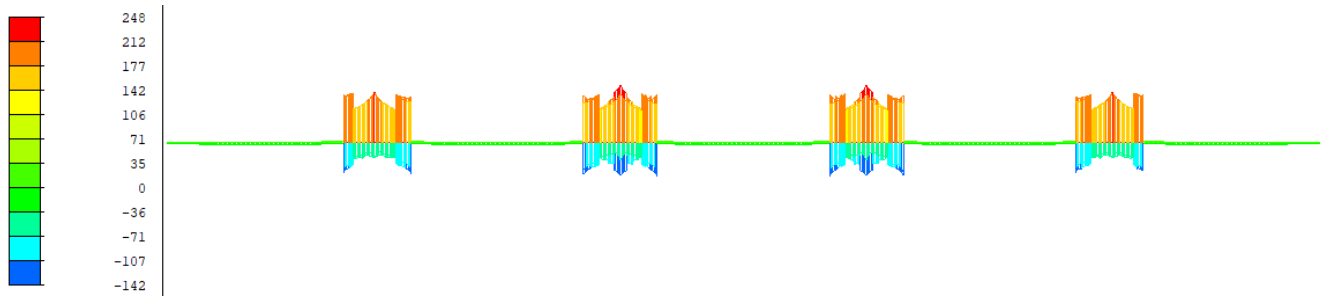
Obr. 81 - kombinace 6.10 - napětí v dolních vláknech OK σ_x (MPa)



Obr. 82 - kombinace MSP char. - napětí v dolních vláknech OK σ_x (MPa)

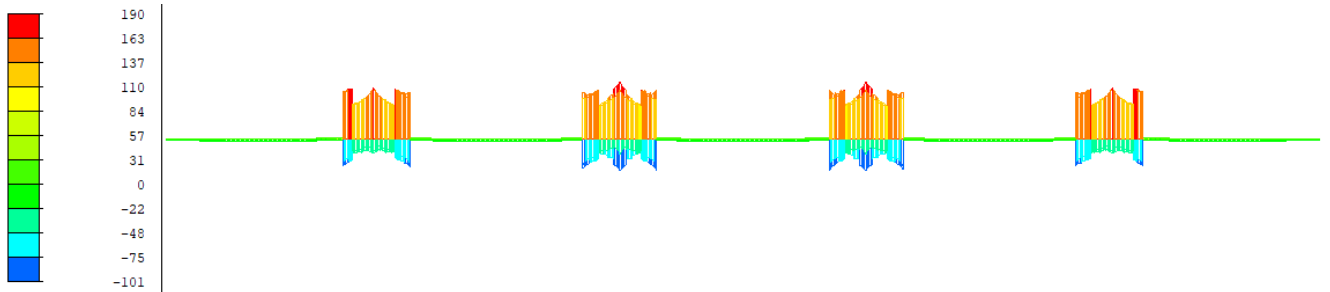
14.2.3 Betonová deska + výztuž (MPa)

MSU



Obr. 83 - kombinace 6.10 - napětí v betonové desce a výztuži σ_x (MPa)

MSP



Obr. 84 - kombinace MSP char. - napětí v betonové desce a výztuži σ_x (MPa)

14.3 Přehled extrémů vnitřních sil použitých pro návrh

14.3.1 Průřez R1

| ZS | OK_horní | OK_dolní | deska | | Ved | |
|-----------------|----------|----------|-------|-----|------|----|
| Montáž OK | -13 | 9 | 0 | MPa | 51 | kN |
| Betonáž pole | -113 | 78 | 0 | MPa | 579 | kN |
| Betonáž podpory | -114 | 77 | 0 | MPa | 519 | kN |
| Stálé_obal | -113 | 106 | -1 | MPa | 781 | kN |
| Reologie_obal | -47 | -31 | 2 | MPa | 126 | kN |
| Poklesy_obal | 0 | 16 | 1 | MPa | 120 | kN |
| Pohyblivé_obal | -3 | 145 | -6 | MPa | 1353 | kN |
| Vítr_obal | 0 | 5 | 0 | MPa | 42 | kN |
| Teplota_obal | -25 | 20 | -1 | MPa | 81 | kN |
| ULS - 6.10 | -222 | 335 | -10 | MPa | 2770 | kN |
| SLS - char. | -175 | 249 | -7 | MPa | 2083 | kN |

14.3.2 Průřez R2 – nepotrhaná deska

| ZS | OK_horní | OK_dolní | deska | | Ved | |
|-----------------|----------|----------|-------|-----|------|----|
| Montáž OK | -4 | 3 | 0 | MPa | 116 | kN |
| Betonáž pole | -25 | 20 | 0 | MPa | 791 | kN |
| Betonáž podpory | -26 | 22 | 0 | MPa | 1015 | kN |
| Stálé_obal | -26 | 34 | -1 | MPa | 1498 | kN |
| Reologie_obal | -43 | -23 | 2 | MPa | 126 | kN |
| Poklesy_obal | -1 | 16 | -1 | MPa | 120 | kN |
| Pohyblivé_obal | -5 | 89 | -4 | MPa | 1791 | kN |
| Vítr_obal | 0 | 2 | 0 | MPa | 83 | kN |
| Teplota_obal | -23 | 14 | -1 | MPa | 81 | kN |
| ULS - 6.10 | -102 | 179 | -7 | MPa | 4439 | kN |
| SLS | -85 | 133 | -5 | MPa | 3317 | kN |

14.3.3 Průřez R2_1 – potrhaná deska

| ZS | OK_horní | OK_dolní | Výztuž | | Ved | |
|-----------------|----------|----------|--------|-----|------|----|
| Montáž OK | 9 | -7 | 0 | MPa | 129 | kN |
| Betonáž pole | 86 | -67 | 0 | MPa | 803 | kN |
| Betonáž podpory | 92 | -71 | 0 | MPa | 1116 | kN |
| Stálé_obal | 107 | -94 | 23 | MPa | 1644 | kN |
| Reologie_obal | 38 | -44 | 46 | MPa | 127 | kN |
| Poklesy_obal | 17 | -21 | 23 | MPa | 120 | kN |
| Pohyblivé_obal | 55 | -80 | 82 | MPa | 2005 | kN |
| Vítr_obal | 6 | -9 | 13 | MPa | 91 | kN |
| Teplota_max | 18 | -30 | 47 | MPa | 81 | kN |
| ULS - 6.10 | 268 | -294 | 214 | MPa | 4835 | kN |
| SLS | 208 | -229 | 168 | MPa | 3611 | kN |

14.3.4 Průřez R3 – potrhaná deska

| ZS | OK_horní | OK_dolní | Výztuž | | Ved | |
|-------------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-----------|
| Montáž OK | 10 | -8 | 0 | MPa | 173 | kN |
| Betonáž pole | 70 | -58 | 0 | MPa | 848 | kN |
| Betonáž podpory | 87 | -72 | 0 | MPa | 1367 | kN |
| Stálé_obal | 114 | -106 | 39 | MPa | 1989 | kN |
| Reologie_obal | 29 | -31 | 35 | MPa | 128 | kN |
| Poklesy_obal | 14 | -16 | 18 | MPa | 120 | kN |
| Pohyblivé_obal | 70 | -89 | 107 | MPa | 2174 | kN |
| Vítr_obal | 7 | -9 | 13 | MPa | 110 | kN |
| Teplota_max | 29 | -18 | 33 | MPa | 81 | kN |
| ULS - 6.10 | 286 | -296 | 248 | MPa | 5486 | kN |
| SLS | 217 | -226 | 190 | MPa | 4092 | kN |

14.3.5 Průřez R4

| ZS | OK_horní | OK_dolní | deska | | Ved | |
|-------------------|-------------|------------|-----------|------------|-------------|-----------|
| Montáž OK | -8 | 6 | 0 | MPa | 76 | kN |
| Betonáž pole | -72 | 52 | 0 | MPa | 583 | kN |
| Betonáž podpory | -72 | 51 | 0 | MPa | 555 | kN |
| Betonáž příčnick | -78 | 54 | 0 | MPa | 763 | kN |
| Stálé_obal | -72 | 70 | -1 | MPa | 1174 | kN |
| Reologie_obal | -46 | 14 | 1 | MPa | 129 | kN |
| Poklesy_obal | 0 | 4 | 0 | MPa | 71 | kN |
| Pohyblivé_obal | -1 | 81 | -4 | MPa | 1831 | kN |
| Vítr_obal | 0 | 3 | 0 | MPa | 68 | kN |
| Teplota_obal | -24 | 7 | -1 | MPa | 81 | kN |
| ULS - 6.10 | -165 | 209 | -6 | MPa | 3992 | kN |
| SLS | -132 | 157 | -4 | MPa | 2949 | kN |

15. Posouzení hlavní nosné konstrukce

V rámci posouzení hlavní nosné konstrukce byl kladen důraz na ověření únosnosti ocelových nosníků dle norem a podkladů uvedených v kap.6.

V kap.13 bylo ověřeno, že všechny průřezy spadají do 3. třídy a bylo tedy možné provést posudky podle teorie pružnosti na základě vnitřních sil a napětí na průřezech.

V rámci mezního stavu únosnosti byly uvažovány všechny průřezy jako průřezy s nepotrhanou betonovou deskou, protože během životnosti mostu je možné, že nedojde k jejímu potrhání. Tohle rozhodnutí lze považovat jako bezpečné. Při uvažování spřaženého průřezu s nepotrhanou deskou má průřez větší statický moment, což má za následek větší hodnoty smykových napětí.

15.1 Struktura posouzení hlavní nosné konstrukce

15.1.1 Posouzení na ohyb

Posouzení na ohyb bylo rozděleno na 3 části:

- Montážní stav – pro nespřažený průřez nebo krátce po vybetonování žb desky. Napětí z fáze výstavby byly vynásobeny koeficientem $\gamma_{sup} = 1,35$.
- Spřažený průřez – hodnoty z návrhové kombinace.
- ŽB deska – hodnoty z návrhové kombinace.
- Výztuž – byla ověřena únosnost navržené výztuže z kap. 9.4 (dvě vrstvy $\varnothing = 20 \text{ mm a } 150$)

15.1.2 Výpočet vázaného kroucení v důsledku zakřivení pásnic

Pro výpočet vázaného kroucení byl použit regresní vzorec založený na parametrické studii půdorysně zakřivených mostů a regresní analýze uvedený v [15]:

$$\frac{\sigma_w}{\sigma_b} = 609,4 \left(\frac{L^{1,947}}{R b_f} \right) \cdot e^{-N^{0,659}}$$

- σ_w – napětí od příčného ohybu na okraji dolní pásnice
- σ_b – napětí od svislého ohybu v dolní pásnici
- L – vzdálenost mezi inflexními body ohybového momentu
- R – poloměr vnějšího nosníku
- b_f – šířka pásnice
- N – počet úseku mezi příčnými ztužidly
- e – základ přirozeného logaritmu

15.1.3 Posouzení na smyk

Posouzení na smyk bylo vzhledem k dimenzím ocelových nosníků provedeno s uvážením vlivu boulení stěny. Byla ověřena smyková únosnost ocelového průřezu a kritérium malého smyku:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{bw.Rd}} < 0,5$$

15.1.4 Interakce smykového a normálového napětí

V případě nesplnění podmínky malého smyku byla ověřena interakce smykového a normálového napětí v horní a dolní části stojiny dle vzorce z [11]:

$$\sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} \leq f_{y,d}$$

- σ – normálové napětí ve stojině
- τ – smykové napětí ve stojině
- $f_{y,d}$ – mez kluzu oceli

15.1.5 Posouzení krčnicích svarů ocelového nosníku

Krční svary hlavních nosníků byly ověřeny v mezním stavu únosnosti dle [10]:

$$\tau_w \leq \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

- τ_w – smykové napětí ve svaru
- f_u – mez pevnosti oceli
- β_w – korelační součinitel
- γ_{M2} – součinitel materiálu

15.1.6 Návrh spřažení v MSÚ

Koncová řada (místo s největší posouvací silou V_{Ed}) trnů o průměru 19 mm a délce 150 mm byla posouzena pro každý průřez při uvažování pružného chování dle vzorce [14]:

$$N_{EP,d} \leq n * P_{Rd}$$

- $N_{EP,d}$ – síla působící na koncovou řadu trnů
- n – počet trnů v příčném řezu
- P_{Rd} – návrhová únosnost 1 trnu

15.1.7 Návrh spřažení v MSP

Navržené smykové trny byly posouzeny v mezním stavu použitelnosti pro charakteristickou kombinaci dle [14]:

$$N_{EP,k,1} \leq k_s * P_{Rd}$$

- $N_{EP,k,1}$ – síla působící na 1 trn v koncové řadě
- k_s – součinitel posouzení v mezním stavu použitelnosti
- P_{Rd} – návrhová únosnost 1 trnu

15.1.8 Únavové posouzení

Únavové posouzení od zatížení Modelu na únavu 3 popsaného v kap. 11.3.3 bylo provedeno pro dva typy detailů:

1) Svar mezi pásnicí a svislou výztuhou

| | | | | |
|----|---------------------------|--|---|--|
| 80 | $l \leq 50\text{mm}$ | | <p><u>Příčně připojené prvky:</u></p> <p>6) Prvky přivařené k plechu.</p> <p>7) Svislé výztuhy přivařené k válcovanému nebo svařovanému nosníku.</p> <p>8) Diafragma komorových nosníků přivařené k pásům nebo ke stojině. Nelze použít pro malé duté průřezy.</p> <p>Hodnoty platí také pro kruhové výztuhy.</p> | <p><u>Details 6) a 7):</u></p> <p>Konce svarů se pečlivě zabrousí pro odstranění všech možných vrubů.</p> <p>7) $\Delta\sigma$ se vypočte s použitím hlavních napětí, je-li výztuha ukončena na stojině, viz příklad vlevo.</p> |
| 71 | $50 < l \leq 80\text{mm}$ | | | |

Obr. 85 - detail svaru mezi pásnicí a svislou výztuhou z Tab. 8.4 [12]

2) Krční svary hlavních nosníků

| | | | |
|-----|--|---|---|
| 125 | | <p><u>Nepřerušované podélné svary:</u></p> <p>1) Automatové nebo plně mechanizované oboustranné tupé svary.</p> <p>2) Automatové nebo plně mechanizované koutové svary. Konce krycích desek se kontrolují jako detail 6) nebo 7) v tabulce 8.5.</p> | <p><u>Details 1) a 2):</u></p> <p>Nejsou povolena žádná přerušování svařování s výjimkou oprav provedených specialistou, u kterých kontrola potvrdí správnost provedení opravy.</p> |
|-----|--|---|---|

Obr. 86 - kategorie detailu krčního svaru z Tab. 8.2 [12]

15.1.9 Únosnost výztuhy nad ložiskem

U průřezu R3 a R4 byla ověřena únosnost svislé výztuhy nad ložiskem dle [8]:

$$R_{Ed} \leq \frac{\chi * A_{vyz} * f_{y,k}}{\gamma_{M1}}$$

- R_{Ed} – svislá reakce nad ložiskem
- χ – součinitel vzpěrnosti
- A_{vyz} – výpočtová plocha výztuhy
- $f_{y,k}$ – mez kluzu oceli
- γ_{M1} – součinitel materiálu (stabilita)

15.2 Materiálové charakteristiky

| | | | |
|--|------------------|--------|-----|
| Součinitel spolehlivosti oceli | γ_{ma} | 1 | - |
| Součinitel spolehlivosti výztuže | γ_{ms} | 1.15 | - |
| Součinitel spolehlivosti betonu | γ_{mc} | 1.5 | - |
| Součinitel pro dlouhodobé účinky betonu v tlaku | α_{CC} | 0.85 | - |
| Mez kluzu oceli (charakt. hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,k}$ | 355 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Mez kluzu oceli (charakt. hodnota) tl. >40 mm | $f_{y,k}$ | 335 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. > 40 mm | $f_{y,d}$ | 335 | MPa |
| Mez kluzu výztuže (charakt. hodnota) | $f_{s,k}$ | 500 | MPa |
| Mez kluzu výztuže (výpočtová hodnota) | $f_{s,d}$ | 435 | MPa |
| Charakteristická pevnost betonu C35/45 | $f_{c,k}$ | 35 | MPa |
| Výpočtová pevnost betonu C35/45 | $f_{c,d}$ | 20 | MPa |
| Modul pružnosti oceli | E_a | 210000 | MPa |
| Modul pružnosti betonu | E_c | 34000 | MPa |
| Pracovní součinitel pro stálá a nahodíla krátkodobá zat. | $\eta = E_a/E_c$ | 6.18 | - |

15.3 Průřez R1 - polový

15.3.1 Dimenze ocelového nosníku

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 20 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 30 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2100 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 72500 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 861 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.56E+10 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 1.11E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 1.90E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 4000 | mm |

15.3.2 Efektivní šířka desky

| | | | |
|---|-------|------|----|
| Šířka betonové desky (pro jeden nosník) | b_c | 6500 | mm |
| Tloušťka betonové desky | t_c | 300 | mm |
| Odsazení | H_h | 180 | mm |

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------|----|
| Délka rozpětí krajního pole | $L_{\text{krajní.pole}}$ | 33000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b_n | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi spřahovacími trny | b_0 | 390 | mm |
| Polovina betonové desky bez trnů | $b_{n0.5}$ | 3055 | mm |
| Efektivní délka rozpětí | $L_{\text{e.kraj}}$ | 28050 | mm |
| Efektivní šířka desky | b_{ei} | 3506 | mm |

Spolupůsobí celá šířka desky?

ANO

| | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------|----|
| Délka rozpětí vnitřního pole | $L_{\text{vnitřní.pole}}$ | 40000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b_n | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi spřahovacími trny | b_0 | 390 | mm |
| Polovina betonové desky bez trnů | $b_{n0.5}$ | 3055 | mm |
| Efektivní délka rozpětí | $L_{\text{e.vnitřní}}$ | 28000 | mm |
| Efektivní šířka desky | b_{ei} | 3500 | mm |

Spolupůsobí celá šířka desky?

ANO

15.3.3 Dimenze spřaženého průřezu

| | | | |
|--|----------|----------|-----------------|
| Pracovní součinitel pro stálá a nahodilá krátkodobá zat. | n | 6.18 | - |
| Náhradní šířka bet. desky | b_{ci} | 1052 | mm |
| Výška spřaženého průřezu | h_i | 2580 | mm |
| Plocha náhradní desky | A_{ci} | 315714 | mm ² |
| Plocha ekv. spřaženého průřezu | A_i | 388214 | mm ² |
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2137 | mm |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 1.93E+11 | mm ⁴ |

| | | | |
|-------------------------------|------------------|----------|-----------------|
| Plocha desky + horní pásnice | $A_{d.hp}$ | 324714 | mm ² |
| Těžiště desky a horní pásnice | $C_{zd.hp}$ | 159 | mm |
| Vzdálenost těžišť | $Z_{d.hp}$ | 284 | mm |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1i} | 9.21E+07 | mm ³ |
| Plocha dolní pásnice | A_{dp} | 22500 | mm ² |
| Těžiště dolní pásnice | C_{dp} | 15 | mm |
| Vzdálenost těžišť | Z_{dp} | 2122 | mm |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2i} | 4.77E+07 | mm ³ |

15.3.4 Posouzení na ohyb

1) Montážní stav

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|-----------------|----------|----------|----------|
| Montáž OK | -18 | 12 | MPa |
| Betonáž pole | -153 | 105 | MPa |
| Betonáž podpory | -154 | 104 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 20 | 30 | mm |
| f_{yd} | 355 | 355 | MPa |
| σ_{Ed} | -154 | 105 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 154 | 105 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 43 | 30 | % |

2) MSÚ – kombinace 6.10

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|------------|----------|----------|----------|
| ULS - 6.10 | -222 | 335 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 20 | 30 | mm |
| f_{yd} | 355 | 355 | MPa |
| σ_{Ed} | -222 | 335 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 222 | 335 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 63 | 94 | % |

3) ŽB deska

| | ŽB deska | Jednotky |
|----------------------------|----------|----------|
| f_{cd} | 20 | MPa |
| σ_{Ed} | -10 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 10 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{cd} ?$ | VYHOVUJE | - |
| Využití | 50 | % |

15.3.5 Výpočet vázaného kroucení v důsledku zakřivení pásnic – metoda Regresní vzorec

Dolní tažená pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v dolní pásnici | σ_b | 335 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 24 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_b=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.020 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji dolní pásnice | σ_w | 6.6 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v dolní pásnici | $\sigma_{b,max}=\sigma_b+\sigma_w$ | 342 | MPa |
| Využití | | 96 | % |

VYHOVUJE

Horní tlačaná pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v horní pásnici | σ_t | -222 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 24 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_t=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.033 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji horní pásnice | σ_w | -7.3 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v horní pásnici | $\sigma_{t,max}=\sigma_t+\sigma_w$ | -229 | MPa |
| Využití | | 65 | % |

VYHOVUJE

15.3.6 Posouzení na smyk s vlivem boulení stěny

| | | | |
|---|--|------|-----|
| Mez kluzu stojiny | f_{yw} | 355 | MPa |
| Součinitel materiálu (stabilita) | γ_{M1} | 1.1 | - |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 4000 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Kritický součinitel boulení (pro $h_w/t_w > 1$) | $k_T=5.34+4*(a/h_w)^2$ | 6.39 | - |
| Vliv materiálu | $\epsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Štíhlostní poměr | $\lambda_w=h_w/(37.4*t_w*\epsilon*k_T^{0.5})$ | 1.33 | - |
| Vliv materiálu (pro oceli do třídy S460) | η | 1.2 | - |
| Součinitel příspěvku stojiny (netuhá. konc. výz.) | $\chi_w=0.83/\lambda_w$ | 0.69 | - |
| Únosnost ve smyku s vlivem boulení stojiny | $V_{bw,Rd}=(X_w*f_{yw}*h_w*t_w)/(3^{0.5*\gamma_{M1}})$ | 5284 | kN |
| Maximální posouvací síla | V_{ed} | 2770 | kN |
| Využití | $V_{ed}/V_{bw,Rd}$ | 52 | % |

VYHOVUJE

15.3.7 Interakce smykového a normálového napětí

Horní část stojiny

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 861 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z,f1}=t_{f2}+h_w+(t_{f1}/2)$ | 2090 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1}=b_{f1} * t_{f1}$ | 9000 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1}=A_{f1} * (C_{z,f1}-C_z)$ | 1.11E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.56E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 782 | kN |
| Smykové napětí v horní části stojiny | $T_{wt,OK}=(V_{Ed,OK} * \Delta S_{f1}) / (I_y * t_w)$ | 9 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2137 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_n+(t_c/2)$ | 2430 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci} * t_c$ | 315714 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1} * C_{z,f1}+A_d * C_{z,d}) / A_{d,f1}$ | 2421 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 324714 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{l,f1}=A_{d,f1} * (C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 9.21E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 1.93E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 2770 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,l}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 1988 | kN |
| Smyk. nap. v horní části stojiny pro spřaž. průřez | $T_{wt,l}=(V_{Ed,l} * \Delta S_{l,f1}) / (I_y * t_w)$ | 47 | MPa |

| | | | |
|--|--|------|-----|
| Celkové smykové napětí v horní části stojiny | $T_{wt,tot}=T_{wt,OK}+T_{wt,l}$ | 57 | MPa |
| Normálové napětí v horní části stojiny | $\sigma_{w,t}$ | -138 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. <= 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny (Mises) | $\sigma=(\sigma_{w,t}^2+3 * T_{wt,tot}^2)^{0.5}$ | -170 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 170 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní část stojiny

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 861 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 15 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2} * t_{f2}$ | 22500 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2}=A_{f2} * (C_z-C_{z,f2})$ | 1.90E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.56E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 782 | kN |
| Smykové napětí v dolní části stojiny | $T_{wt,OK}=(V_{Ed,OK} * \Delta S_{f2}) / (I_y * t_w)$ | 16 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2137 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 15 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2} * t_{f2}$ | 22500 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{l,f2}=A_{f2} * (C_{zi}-C_{z,f2})$ | 4.77E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 1.93E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 2770 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,l}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 1988 | kN |
| Smyk. nap. v horní části stojiny pro spřaž. průřez | $T_{wb,l}=(V_{Ed,l} * \Delta S_{l,f2}) / (I_y * t_w)$ | 25 | MPa |

| | | | |
|--|--|-----|-----|
| Celkové smykové napětí v dolní části stojiny | $T_{wb,tot}=T_{wb,OK}+T_{wb,I}$ | 41 | MPa |
| Normálové napětí v dolní části stojiny | $\sigma_{w,b}$ | 263 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny (Mises) | $\sigma=(\sigma_{w,b}^2+3*T_{wb,tot}^2)^{0.5}$ | 272 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 272 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

15.3.8 Posouzení krčných svarů ocelového nosníku

Horní pásnice

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 5 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 861 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z,f1}=t_{f2}+h_w+(t_{f1}/2)$ | 2090 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1}=b_{f1}*t_{f1}$ | 9000 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1}=A_{f1}*(C_{z,f1}-C_z)$ | 1.11E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.56E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 782 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f1})/I_y$ | 190 | kN/m |
| Smykové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1,OK,1}=V_{I,Ed,OK}/(2*a_{we})$ | 19 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2137 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2430 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 315714 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2421 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 324714 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{I,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 9.21E+07 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 1.93E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 2770 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 1988 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,I}=(V_{Ed,I}*\Delta S_{f1})/I_y$ | 948 | kN/m |
| Smyk. napětí ve svaru horní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf1,I,2}=V_{I,Ed,I}/(2*a_{we})$ | 95 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=V_{I,Ed,OK}+V_{I,Ed,I}$ | 1138 | kN/m |
| Celkové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1,tot}=T_{wf1,OK,1}+T_{wf1,I,2}$ | 114 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|-----|
| Mez pevnosti oceli (charakt. hodnota) | f_u | 490 | MPa |
| Korelační součinitel (pro S355 N/NL) | β_w | 0.9 | - |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd}=f_u/(\beta_w*\gamma_{M2}*3^{0.5})$ | 251 | MPa |

| | | | | | | |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|
| Posudek | $T_{wf1,tot}$ | 114 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní pásnice

| | | | | | | |
|--|--|----------|-----------------|----------|-----|-----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 5 | mm | | | |
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 861 | mm | | | |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 15 | mm | | | |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2} * t_{f2}$ | 22500 | mm ² | | | |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2}=A_{f2} * (C_z - C_{z,f2})$ | 1.90E+07 | mm ³ | | | |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.56E+10 | mm ⁴ | | | |
| Posouvací síla přenášejí pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 782 | kN | | | |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,OK}=(V_{Ed,OK} * \Delta S_{f2})/I_y$ | 326 | kN/m | | | |
| Smykové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2,OK,1}=V_{I,Ed,OK}/(2 * a_{we})$ | 33 | MPa | | | |
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2137 | mm | | | |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 15 | mm | | | |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2} * t_{f2}$ | 22500 | mm ² | | | |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{I,f2}=A_{f2} * (C_{zi} - C_{z,f2})$ | 4.77E+07 | mm ³ | | | |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 1.93E+11 | mm ⁴ | | | |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 2770 | kN | | | |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 1988 | kN | | | |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,I}=(V_{Ed,I} * \Delta S_{f2})/I_y$ | 491 | kN/m | | | |
| Smyk. napětí ve svaru dolní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf2,I,2}=V_{I,Ed,I}/(2 * a_{we})$ | 49 | MPa | | | |
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=V_{I,Ed,OK}+V_{I,Ed,I}$ | 818 | kN/m | | | |
| Celkové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2,tot}=T_{wf2,OK,1}+T_{wf2,I,2}$ | 82 | MPa | | | |
| Mez pevnosti oceli (charakt. Hodnota) | f_u | 490 | MPa | | | |
| Korelační součinitel | β_w | 0.9 | - | | | |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - | | | |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd}=f_u/(\beta_w * \gamma_{M2} * 3^{0.5})$ | 251 | MPa | | | |
| Posudek | $T_{wf2,tot}$ | 82 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |

VYHOVUJE

15.3.9 Posouzení spřažení v MSÚ

Materiálové charakteristiky nosné konstrukce

| | | | |
|------------------------------|-----|--------|-----|
| Modul pružnosti ocel S355 | Ea | 210000 | MPa |
| Modul pružnosti beton C35/45 | Ec | 34000 | MPa |
| Pevnost betonu C35/45 | fck | 35 | MPa |

Návrh trnů

| | | | |
|---|-------------------|------|-----|
| Průměr trnu | d | 19 | mm |
| Minimální podélná vzdálenost trnů | 5*d | 95 | mm |
| Minimální příčná vzdálenost trnů | 4*d | 76 | mm |
| Maximální počet trnů na pásnici v příčném směru | $(b_{f1}-70)/4*d$ | 5 | ks |
| Délka trnu | h _{sc} | 150 | mm |
| Mez pevnosti oceli S235 (charakt. Hodnota) | f _{uk} | 360 | MPa |
| Součinitel rozměru trnu | α | 1 | - |
| Součinitel materiálu (porušení) | γ _{M2} | 1.25 | - |

Charakteristická únosnost 1 trnu

| | | | |
|----------|---|-----|----|
| Střih | $P_{Rk,1}=0.8*f_{uk}*(\pi*d^2/4)$ | 82 | kN |
| Otlačení | $P_{Rk,2}=0.29*\alpha*d^2*(f_{ck}*E_c)^{0.5}$ | 114 | kN |

Návrhová únosnost 1 trnu

| | | | |
|-----|--|----|----|
| MSU | $P_{Rd}=\min(P_{Rk,1};P_{Rk,2})/\gamma_{M2}$ | 65 | kN |
|-----|--|----|----|

Výpočet podélné posovací síly

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C _{zi} | 2137 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2430 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 315714 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d*(C_{z,d}-C_{zi})$ | 9.25E+07 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I _{yi} | 1.93E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V _{Ed} | 2770 | kN |
| Posouvací síla přenášejíci pouze OK*1.35 | V _{Ed,OK} | 1055 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 1715 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{l,Ed}=(V_{Ed,i}*\Delta S_d)/I_{yi}$ | 821 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|---|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 4 | ks |
| Rozteč trnů | e | 300 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,d}=V_{l,Ed}*e$ | 246 | kN |
| Návrhová únosnost koncové řady trnů | n*P _{Rd} | 261 | kN |

| | | | | | | |
|---------|-------------------|-----|---|-------------------|-----|----|
| Posudek | N _{EP,d} | 246 | < | n*P _{Rd} | 261 | kN |
|---------|-------------------|-----|---|-------------------|-----|----|

VYHOVUJE

15.3.10 Posouzení spřažení v MSP

Návrh spřažení v MSP - podle ČSN EN 1994-2 čl. 6.8.1, odst (2)

| | | | |
|----------------------------|-------|------|---|
| Součinitel posouzení v MSP | k_s | 0.75 | - |
|----------------------------|-------|------|---|

Krajní pole - max Ved

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2137 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_n+(t_c/2)$ | 2430 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 315714 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d*(C_{z,d}-C_{zi})$ | 9.25E+07 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 1.93E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla (MSP - char.) | V_{Ed} | 2083 | kN |
| Posouvací síla přenášející pouze OK (char.) | $V_{Ed,OK}$ | 782 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 1301 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=(V_{Ed,I}*\Delta S_d)/I_{yi}$ | 623 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|-----|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 4 | ks |
| Rozteč trnů | e | 300 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,k}=V_{I,Ed}*e$ | 187 | kN |
| Smyková síla působící na jeden trn | $N_{EP,k,1}=N_{EP,k}/n$ | 47 | kN |

| | | | | | | |
|---------|--------------|----|---|--------------|----|----|
| Posudek | $N_{EP,k,1}$ | 47 | < | k_s*P_{Rd} | 49 | kN |
|---------|--------------|----|---|--------------|----|----|

VYHOVUJE

15.3.11 Únavové posouzení mezi spodní pásnicí a svislou výztuhou

Bezpečná životnost - důsledky porušení mírné

| | | | |
|-----------------------------------|---------------|------|---|
| Součinitel zatížení při únavě | γ_{Ff} | 1.0 | - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | γ_{Mf} | 1.15 | - |

| | | | |
|------------------------|-------|----|---|
| Rozpětí krajního pole | L_1 | 33 | m |
| Rozpětí středního pole | L_2 | 40 | m |

| | | | |
|--|-------------|----------|----------|
| Směrný počet nákladních vozidel v pravém pruhu | $N_{obs,p}$ | 2.00E+06 | voz./rok |
|--|-------------|----------|----------|

| | | | |
|----------------------------------|------------------|-----|-----|
| Maximální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,max}$ | 35 | MPa |
| Minimální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,min}$ | -12 | Mpa |
| Rozkmit napětí | $\Delta\sigma_d$ | 47 | MPa |

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | | |
|--|---|------|---|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1=2.55-0.7*(L_1-10)/70$ | 2.32 | - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 | - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 | - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 | - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda=\lambda_1*\lambda_2*\lambda_3*\lambda_4$ | 1.28 | - |
| | λ_{max} | 2.0 | - |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|----------------------------------|---|----|-----|
| Návrhový rozkmit v dolní pásnici | $\Delta\sigma_{E,d}=\lambda*\Delta\sigma_d$ | 60 | MPa |
|----------------------------------|---|----|-----|

Detail - místo připojení svislé výztuhy k pásnici

| | | |
|----------------------------|------------------|--------|
| Kategorie detailu | 7 - | |
| Referenční únavová pevnost | $\Delta\sigma_C$ | 80 MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | |
|---|--------|---|
| $\gamma_{Ff} \cdot \gamma_{Mf} \cdot (\Delta\sigma_{E,d} / \Delta\sigma_C)$ | 0.86 < | 1 |
| VYHOVUJE | | |

15.3.12 Únavové posouzení krčních svarů

Bezpečná životnost - důsledky porušení závažné

| | | |
|-----------------------------------|---------------|--------|
| Součinitel zatížení při únavě | γ_{Ff} | 1.0 - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | γ_{Mf} | 1.35 - |

| | | |
|-----------------------|----------|------|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 5 mm |
|-----------------------|----------|------|

| | | |
|--------------------------|---|---------|
| Maximální posouvací síla | $V_{Ed,max}$ | 84 kN |
| Minimální posouvací síla | $V_{Ed,min}$ | -317 kN |
| Rozkmit posouvací síly | $\Delta V_{Ed} = V_{Ed,max} - V_{Ed,min}$ | 401 kN |

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | |
|--|---|--------|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1 = 2.55 - 0.7 \cdot (0.4 \cdot L_1 - 10) /$ | 2.5 - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4$ | 1.38 - |
| | λ_{max} | 2.0 - |

Horní pásnice

| | | |
|---|---|--------------------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2137 mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d} = t_{f2} + h_w + t_{f1} + H_n + (t_c / 2)$ | 2430 mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d = b_{ci} \cdot t_c$ | 315714 mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1} = (A_{f1} \cdot C_{z,f1} + A_d \cdot C_{z,d}) / A_{d,f1}$ | 2421 mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1} = A_{f1} + A_d$ | 324714 mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{I,f1} = A_{d,f1} \cdot (C_{z,d,f1} - C_{zi})$ | 9.21E+07 mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 1.93E+11 mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{I,max} = (V_{Ed,max} \cdot \Delta S_{I,f1}) / I_{yi}$ | 40 kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{I,min} = (V_{Ed,min} \cdot \Delta S_{I,f1}) / I_{yi}$ | -151 kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $T_{max} = V_{I,Ed,max} / (2 \cdot a_{we})$ | 4 MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $T_{min} = V_{I,Ed,min} / (2 \cdot a_{we})$ | -15 MPa |
| Rozkmit smykového napětí | $\Delta T = T_{max} - T_{min}$ | 19 MPa |

Návrhový rozkmit

| | | |
|---------------------------|---------------------------------------|--------|
| Návrhový rozkmit ve svaru | $\Delta T_E = \lambda \cdot \Delta T$ | 26 MPa |
|---------------------------|---------------------------------------|--------|

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | |
|----------------------------|--------------|---------|
| Kategorie detailu | 2 - | |
| Referenční únavová pevnost | ΔT_C | 125 MPa |

Posudek ve svaru mezi stojinou a horní pásnicí

| | | |
|---|--------|---|
| $\gamma_{Ff} \cdot \gamma_{Mf} \cdot (\Delta T_E / \Delta T_C)$ | 0.29 < | 1 |
| VYHOVUJE | | |

Dolní pásnice

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2137 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z.f2}=t_{f2}/2$ | 15 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 22500 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{I.f2}=A_{f2}*(C_{zi}-C_{z.f2})$ | 4.77E+07 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 1.93E+11 | mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{I,max}=(V_{Ed,max}*\Delta S_{I.f2})/I_{yi}$ | 21 | kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{I,min}=(V_{Ed,min}*\Delta S_{I.f2})/I_{yi}$ | -78 | kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $T_{max}=V_{I.Ed,max}/(2*a_{we})$ | 2 | MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $T_{min}=V_{I.Ed,min}/(2*a_{we})$ | -8 | MPa |
| Rozkmit smykového napětí | $\Delta T=T_{max}-T_{min}$ | 10 | MPa |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|---------------------------|-------------------------------|----|-----|
| Návrhový rozkmit ve svaru | $\Delta T_E=\lambda*\Delta T$ | 14 | MPa |
|---------------------------|-------------------------------|----|-----|

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | | |
|----------------------------|--------------|-----|-----|
| Kategorie detailu | | 2 - | |
| Referenční únavová pevnost | ΔT_C | 125 | MPa |

Posudek ve svaru mezi stojinou a dolní pásnicí

| | | | | |
|---|------|---|---|----------|
| $\gamma_{Ff}*\gamma_{Mf}*(\Delta T_E/\Delta T_C)$ | 0.15 | < | 1 | |
| | | | | VYHOVUJE |

15.4 Průřez R2 - přechodový

15.4.1 Dimenze ocelového nosníku

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 45 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 45 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2140 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 105250 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 2.39E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 3.08E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výtuh | a | 4000 | mm |

15.4.2 Efektivní šířka desky

| | | | |
|---|-------|------|----|
| Šířka betonové desky (pro jeden nosník) | b_c | 6500 | mm |
| Tloušťka betonové desky | t_c | 300 | mm |
| Odsazení | H_h | 155 | mm |

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------|----|
| Délka rozpětí krajního pole | $L_{\text{krajní.pole}}$ | 33000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b_n | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi spřahovacími trny | b_0 | 390 | mm |
| Polovina betonové desky bez trnů | $b_{n0.5}$ | 3055 | mm |
| Efektivní délka rozpětí | $L_{\text{e.kraj}}$ | 28050 | mm |
| Efektivní šířka desky | b_{ei} | 3506 | mm |

Spolupůsobí celá šířka desky?

ANO

| | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------|----|
| Délka rozpětí vnitřního pole | $L_{\text{vnitřní.pole}}$ | 40000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b_n | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi spřahovacími trny | b_0 | 390 | mm |
| Polovina betonové desky bez trnů | $b_{n0.5}$ | 3055 | mm |
| Efektivní délka rozpětí | $L_{\text{e.vnitřní}}$ | 28000 | mm |
| Efektivní šířka desky | b_{ei} | 3500 | mm |

Spolupůsobí celá šířka desky?

ANO

15.4.3 Dimenze spřaženého průřezu

| | | | |
|--|----------|----------|-----------------|
| Pracovní součinitel pro stálá a nahodila krátkodobá zat. | n | 6.18 | - |
| Náhradní šířka bet. desky | b_{ci} | 1052 | mm |
| Výška spřaženého průřezu | h_i | 2595 | mm |
| Plocha náhradní desky | A_{ci} | 315714 | mm ² |
| Plocha ekv. spřaženého průřezu | A_i | 420964 | mm ² |
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2068 | mm |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.58E+11 | mm ⁴ |

| | | | |
|-------------------------------|------------------|----------|-----------------|
| Plocha desky + horní pásnice | $A_{d, hp}$ | 335964 | mm ² |
| Těžiště desky a horní pásnice | $C_{zd, hp}$ | 170 | mm |
| Vzdálenost těžišť | $Z_{d, hp}$ | 358 | mm |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1i} | 1.20E+08 | mm ³ |
| Plocha dolní pásnice | A_{dp} | 33750 | mm ² |
| Těžiště dolní pásnice | C_{dp} | 22.5 | mm |
| Vzdálenost těžišť | Z_{dp} | 2045 | mm |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2i} | 6.90E+07 | mm ³ |

15.4.4 Posouzení na ohyb

1) Montážní stav

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|-----------------|----------|----------|----------|
| Montáž OK | -5 | 4 | MPa |
| Betonáž pole | -34 | 27 | MPa |
| Betonáž podpory | -35 | 30 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 45 | 45 | mm |
| f_{yd} | 335 | 335 | MPa |
| σ_{Ed} | -35 | 30 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 35 | 30 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 10 | 9 | % |

2) MSÚ – kombinace 6.10

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|------------|----------|----------|----------|
| ULS - 6.10 | -102 | 179 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 45 | 45 | mm |
| f_{yd} | 335 | 335 | MPa |
| σ_{Ed} | -102 | 179 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 102 | 179 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 30 | 53 | % |

3) ŽB deska

| | ŽB deska | Jednotky |
|----------------------------|----------|----------|
| f_{cd} | 20 | MPa |
| σ_{Ed} | -7 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 7 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{cd} ?$ | VYHOVUJE | - |
| Využití | 35 | % |

15.4.5 Výpočet vázaného kroucení v důsledku zakřivení pásnice – metoda Regresní vzorec

Dolní tažená pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v dolní pásnici | σ_b | 179 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 24 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_b=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.020 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji dolní pásnice | σ_w | 3.53 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v dolní pásnici | $\sigma_{b,max}=\sigma_b+\sigma_w$ | 183 | MPa |
| Využití | | 54 | % |

VYHOVUJE

Horní tlačaná pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v horní pásnici | σ_t | -102 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 24 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_t=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.033 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji horní pásnice | σ_w | -3.35 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v horní pásnici | $\sigma_{t,max}=\sigma_t+\sigma_w$ | -105 | MPa |
| Využití | | 31 | % |

VYHOVUJE

15.4.6 Posouzení na smyk s vlivem boulení stěny

| | | | |
|--|--|------|-----|
| Mez kluzu stojiny | f_{yw} | 355 | MPa |
| Součinitel materiálu (stabilita) | γ_{M1} | 1.1 | - |
| Vzdálenost příčných výtuh | a | 4000 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Kritický součinitel boulení (pro $h_w/t_w > 1$) | $k_T=5.34+4*(a/h_w)^2$ | 6.39 | - |
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Štíhlostní poměr | $\lambda_w=h_w/(37.4*t_w*\varepsilon*k_T^{0.5})$ | 1.07 | - |
| Vliv materiálu (pro oceli do třídy S460) | η | 1.2 | - |
| Součinitel příspěvku stojiny (netuhá. konc. výtuh) | $\chi_w=0.83/\lambda_w$ | 0.78 | - |
| Únosnost ve smyku s vlivem boulení stojiny | $V_{bw,Rd}=(X_w*f_{yw}*h_w*t_w)/(3^{0.5*\gamma_{M1}})$ | 7435 | kN |
| Maximální posouvací síla | V_{ed} | 4439 | kN |
| Využití | $V_{ed}/V_{bw,Rd}$ | 60 | % |

VYHOVUJE

15.4.7 Interakce smykového a normálového napětí

Horní část stojiny

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z,f1}=t_{f2}+h_w+(t_{f1}/2)$ | 2118 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1}=b_{f1}*t_{f1}$ | 20250 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1}=A_{f1}*(C_{z,f1}-C_z)$ | 2.39E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1370 | kN |
| Smykové napětí v horní části stojiny | $T_{wt,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f1})/(I_y*t_w)$ | 17 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2068 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 315714 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2425 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 335964 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{l,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 1.20E+08 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.58E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4439 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3069 | kN |
| Smyk. nap. v horní části stojiny pro spřaž. průřez | $T_{wt,i}=(V_{Ed,i}*\Delta S_{l,f1})/(I_y*t_w)$ | 57 | MPa |

| | | | |
|--|--|------|-----|
| Celkové smykové napětí v horní části stojiny | $T_{wt,tot}=T_{wt,OK}+T_{wt,i}$ | 75 | MPa |
| Normálové napětí v horní části stojiny | $\sigma_{w,t}$ | -105 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. <= 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny (Mises) | $\sigma=(\sigma_{w,t}^2+3*T_{wt,tot}^2)^{0.5}$ | -167 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 167 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní část stojiny

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2}=A_{f2}*(C_z-C_{z,f2})$ | 3.08E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1370 | kN |
| Smykové napětí v dolní části stojiny | $T_{wt,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f2})/(I_y*t_w)$ | 22 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2068 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{l,f2}=A_{f2}*(C_{zi}-C_{z,f2})$ | 6.90E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.58E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4439 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3069 | kN |
| Smyk. nap. v horní části stojiny pro spřaž. průřez | $T_{wb,i}=(V_{Ed,i}*\Delta S_{l,f2})/(I_y*t_w)$ | 33 | MPa |

| | | | |
|--|--|-----|-----|
| Celkové smykové napětí v dolní části stojiny | $T_{wb,tot}=T_{wb,OK}+T_{wb,I}$ | 55 | MPa |
| Normálové napětí v dolní části stojiny | $\sigma_{w,b}$ | 183 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny (Mises) | $\sigma=(\sigma_{w,b}^2+3*T_{wb,tot}^2)^{0.5}$ | 206 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 206 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

15.4.8 Posouzení krčných svarů ocelového nosníku

Horní pásnice

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z,f1}=t_{f2}+h_w+(t_{f1}/2)$ | 2118 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1}=b_{f1}*t_{f1}$ | 20250 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1}=A_{f1}*(C_{z,f1}-C_z)$ | 2.39E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1370 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f1})/I_y$ | 435 | kN/m |
| Smykové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1,OK,1}=V_{I,Ed,OK}/(2*a_{we})$ | 36 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2068 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 315714 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2425 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 335964 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{I,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 1.20E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.58E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4439 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3069 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,I}=(V_{Ed,I}*\Delta S_{f1})/I_y$ | 1432 | kN/m |
| Smyk. napětí ve svaru horní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf1,I,2}=V_{I,Ed,I}/(2*a_{we})$ | 119 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=V_{I,Ed,OK}+V_{I,Ed,I}$ | 1867 | kN/m |
| Celkové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1,tot}=T_{wf1,OK,1}+T_{wf1,I,2}$ | 156 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|-----|
| Mez pevnosti oceli (charakt. Hodnota) | f_u | 490 | MPa |
| Korelační součinitel (pro S355 N/NL) | β_w | 0.9 | - |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd}=f_u/(\beta_w*\gamma_{M2}*3^{0.5})$ | 251 | MPa |

| | | | | | | |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|
| Posudek | $T_{wf1,tot}$ | 156 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní pásnice

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2}=A_{f2}*(C_z-C_{z,f2})$ | 3.08E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1370 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f2})/I_y$ | 561 | kN/m |
| Smykové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2,OK,1}=V_{I,Ed,OK}/(2*a_{we})$ | 47 | MPa |

| | | | |
|--|--|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2068 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{i,f2}=A_{f2}*(C_{zi}-C_{z,f2})$ | 6.90E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.58E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4439 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3069 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,I}=(V_{Ed,I}*\Delta S_{f2})/I_y$ | 823 | kN/m |
| Smyk. napětí ve svaru dolní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf2,I,2}=V_{I,Ed,I}/(2*a_{we})$ | 69 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=V_{I,Ed,OK}+V_{I,Ed,I}$ | 1383 | kN/m |
| Celkové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2,tot}=T_{wf2,OK,1}+T_{wf2,I,2}$ | 115 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|-----|
| Mez pevnosti oceli (charakt. Hodnota) | f_u | 490 | MPa |
| Korelační součinitel | β_w | 0.9 | - |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd}=f_u/(\beta_w*\gamma_{M2}*3^{0.5})$ | 251 | MPa |

| | | | | | | |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|
| Posudek | $T_{wf2,tot}$ | 115 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|

VYHOVUJE

15.4.9 Posouzení spřažení v MSÚ

Materiálové charakteristiky nosné konstrukce

| | | | |
|------------------------------|----------|--------|-----|
| Modul pružnosti ocel S355 | E_a | 210000 | MPa |
| Modul pružnosti beton C35/45 | E_c | 34000 | MPa |
| Pevnost betonu C35/45 | f_{ck} | 35 | MPa |

Návrh trnů

| | | | |
|---|-------------------|------|-----|
| Průměr trnu | d | 19 | mm |
| Minimální podélná vzdálenost trnů | $5*d$ | 95 | mm |
| Minimální příčná vzdálenost trnů | $4*d$ | 76 | mm |
| Maximální počet trnů na pásnici v příčném směru | $(b_{f1}-70)/4*d$ | 5 | ks |
| Délka trnu | h_{sc} | 150 | mm |
| Mez pevnosti oceli S235 (charakt. Hodnota) | f_{uk} | 360 | MPa |
| Součinitel rozměru trnu | α | 1 | - |
| Součinitel materiálu (porušení) | γ_{M2} | 1.25 | - |

Charakteristická únosnost 1 trnu

| | | | |
|----------|---|-----|----|
| Střih | $P_{Rk,1}=0.8*f_{uk}*(\pi*d^2/4)$ | 82 | kN |
| Otlačení | $P_{Rk,2}=0.29*\alpha*d^2*(f_{ck}*E_c)^{0.5}$ | 114 | kN |

Návrhová únosnost 1 trnu

| | | | |
|-----|--|----|----|
| MSU | $P_{Rd}=\min(P_{Rk,1};P_{Rk,2})/\gamma_{M2}$ | 65 | kN |
|-----|--|----|----|

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2068 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 315714 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d*(C_{z,d}-C_{zi})$ | 1.19E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.58E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4439 | kN |
| Posouvací síla přenášející pouze OK*1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1370 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3069 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{i,Ed}=(V_{Ed,i}*\Delta S_d)/I_{yi}$ | 1420 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|---|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 5 | ks |
| Rozteč trnů | e | 200 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,d}=V_{i,Ed}*e$ | 284 | kN |
| Návrhová únosnost koncové řady trnů | $n*P_{Rd}$ | 327 | kN |

| | | | | | | |
|---------|------------|-----|---|------------|-----|----|
| Posudek | $N_{EP,d}$ | 284 | < | $n*P_{Rd}$ | 327 | kN |
|---------|------------|-----|---|------------|-----|----|

VYHOVUJE

15.4.10 Posouzení spřažení v MSP

Návrh spřažení v MSP - podle ČSN EN 1994-2 čl. 6.8.1, odst (2)

| | | | |
|----------------------------|-------|------|---|
| Součinitel posouzení v MSP | k_s | 0.75 | - |
|----------------------------|-------|------|---|

Krajní pole - max V_{Ed}

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2068 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 315714 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d*(C_{z,d}-C_{zi})$ | 1.19E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.58E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla (MSP - char.) | V_{Ed} | 3317 | kN |
| Posouvací síla přenášející pouze OK (char.) | $V_{Ed,OK}$ | 1015 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 2302 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{i,Ed}=(V_{Ed,i}*\Delta S_d)/I_{yi}$ | 1065 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|---|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 5 | ks |
| Rozteč trnů | e | 200 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,k}=V_{i,Ed}*e$ | 213 | kN |
| Smyková síla působící na jeden trn | $N_{EP,k,1}=N_{EP,k}/n$ | 43 | kN |

| | | | | | | |
|---------|--------------|----|---|--------------|----|----|
| Posudek | $N_{EP,k,1}$ | 43 | < | k_s*P_{Rd} | 49 | kN |
|---------|--------------|----|---|--------------|----|----|

VYHOVUJE

15.4.11 Únavové posouzení mezi spodní pásnicí a svislou výztuhou

Bezpečná životnost - důsledky porušení mírné

| | | | |
|-----------------------------------|----------|------|---|
| Součinitel zatížení při únavě | Y_{Ff} | 1.0 | - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | Y_{Mf} | 1.15 | - |

| | | | |
|------------------------|-------|----|---|
| Rozpětí krajního pole | L_1 | 33 | m |
| Rozpětí středního pole | L_2 | 40 | m |

| | | | |
|--|-------------|----------|----------|
| Směrný počet nákladních vozidel v pravém pruhu | $N_{obs.p}$ | 2.00E+06 | voz./rok |
|--|-------------|----------|----------|

| | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----|-----|
| Maximální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,max}$ | 22 | MPa |
| Minimální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,min}$ | -10 | Mpa |
| Rozkmit napětí | $\Delta\sigma_{,d}$ | 32 | MPa |

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | | |
|--|---|------|---|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1=2.55-0.7*(L_1-10)/70$ | 2.3 | - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 | - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 | - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 | - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda=\lambda_1*\lambda_2*\lambda_3*\lambda_4$ | 1.28 | - |
| | λ_{max} | 2.0 | - |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|----------------------------------|--|----|-----|
| Návrhový rozkmit v dolní pásnici | $\Delta\sigma_{E,d}=\lambda*\Delta\sigma_{,d}$ | 41 | MPa |
|----------------------------------|--|----|-----|

Detail - místo připojení svislé výztuhy k pásnici

| | | | |
|----------------------------|------------------|----|-----|
| Kategorie detailu | | 7 | - |
| Referenční únavová pevnost | $\Delta\sigma_C$ | 80 | MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | | |
|---|------|---|----------|
| $Y_{Ff}*Y_{Mf}*(\Delta\sigma_{E,d}/\Delta\sigma_C)$ | 0.59 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

15.4.12 Únavové posouzení krčních svarů

Bezpečná životnost - důsledky porušení závažné

| | | | |
|-----------------------------------|----------|------|---|
| Součinitel zatížení při únavě | Y_{Ff} | 1.0 | - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | Y_{Mf} | 1.35 | - |

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----|----|
| Maximální posouvací síla | $V_{Ed,max}$ | 468 | kN |
| Minimální posouvací síla | $V_{Ed,min}$ | -62 | kN |
| Rozkmit posouvací síly | $\Delta V_{Ed}=V_{Ed,max}-V_{Ed,min}$ | 530 | kN |

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | | |
|--|---|------|---|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1=2.55-0.7*(0.4*L_1-10)/$ | 2.5 | - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 | - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 | - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 | - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda=\lambda_1*\lambda_2*\lambda_3*\lambda_4$ | 1.38 | - |
| | λ_{max} | 2.0 | - |

Horní pásnice

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2068 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 315714 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2425 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 335964 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{l,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 1.20E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.58E+11 | mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{l,max}=(V_{Ed,max}*\Delta S_{l,f1})/I_{yi}$ | 218 | kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{l,min}=(V_{Ed,min}*\Delta S_{l,f1})/I_{yi}$ | -29 | kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $T_{max}=V_{l,Ed,max}/(2*a_{we})$ | 18 | MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $T_{min}=V_{l,Ed,min}/(2*a_{we})$ | -2 | MPa |
| Rozkmit smykového napětí | $\Delta T=T_{max}-T_{min}$ | 21 | MPa |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|---------------------------|-------------------------------|----|-----|
| Návrhový rozkmit ve svaru | $\Delta T_E=\lambda*\Delta T$ | 29 | MPa |
|---------------------------|-------------------------------|----|-----|

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | | |
|----------------------------|--------------|-----|-----|
| Kategorie detailu | | 1 | - |
| Referenční únavová pevnost | ΔT_C | 125 | MPa |

Posudek ve svaru mezi stojinou a horní pásnicí

| | | | |
|---|------|---|----------|
| $\gamma_{F1}*\gamma_{M1}*(\Delta T_E/\Delta T_C)$ | 0.31 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

Dolní pásnice

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2068 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{l,f2}=A_{f2}*(C_{zi}-C_{z,f2})$ | 6.90E+07 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.58E+11 | mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{l,max}=(V_{Ed,max}*\Delta S_{l,f2})/I_{yi}$ | 125 | kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{l,min}=(V_{Ed,min}*\Delta S_{l,f2})/I_{yi}$ | -17 | kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $T_{max}=V_{l,Ed,max}/(2*a_{we})$ | 10 | MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $T_{min}=V_{l,Ed,min}/(2*a_{we})$ | -1 | MPa |
| Návrhový rozkmit smykového napětí | $\Delta T=T_{max}-T_{min}$ | 12 | MPa |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|---------------------------|-------------------------------|----|-----|
| Návrhový rozkmit ve svaru | $\Delta T_E=\lambda*\Delta T$ | 16 | MPa |
|---------------------------|-------------------------------|----|-----|

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | | |
|----------------------------|--------------|-----|-----|
| Kategorie detailu | | 1 | - |
| Referenční únavová pevnost | ΔT_C | 125 | MPa |

Posudek ve svaru mezi stojinou a dolní pásnicí

| | | | |
|---|------|---|----------|
| $\gamma_{F1}*\gamma_{M1}*(\Delta T_E/\Delta T_C)$ | 0.18 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

15.5 Průřez R2_1 - přechodový

15.5.1 Dimenze ocelového nosníku

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 45 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 45 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2140 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 105250 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 2.39E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 3.08E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výtuh | a | 4000 | mm |

15.5.2 Efektivní šířka desky

| | | | |
|---|-------|------|----|
| Šířka betonové desky (pro jeden nosník) | b_c | 6500 | mm |
| Tloušťka betonové desky | t_c | 300 | mm |
| Odsazení | H_h | 155 | mm |

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------|----|
| Délka rozpětí krajního pole | $L_{\text{krajní.pole}}$ | 33000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b_n | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi spřahovacími trny | b_0 | 390 | mm |
| Polovina betonové desky bez trnů | $b_{n0.5}$ | 3055 | mm |
| Efektivní délka rozpětí | $L_{\text{e.kraj}}$ | 18250 | mm |
| Efektivní šířka desky | b_{ei} | 2281 | mm |
| Výpočtová efektivní šířka desky | b_{eff} | 4953 | mm |

Spolupůsobí celá šířka desky?

NE

| | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------|----|
| Délka rozpětí vnitřního pole | $L_{\text{vnitřní.pole}}$ | 40000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b_n | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi spřahovacími trny | b_0 | 390 | mm |
| Polovina betonové desky bez trnů | $b_{n0.5}$ | 3055 | mm |
| Efektivní délka rozpětí | $L_{\text{e.vnitřní}}$ | 20000 | mm |
| Efektivní šířka desky | b_{ei} | 2500 | mm |

Spolupůsobí celá šířka desky?

NE

15.5.3 Dimenze spřaženého průřezu

| | | | |
|--|----------|----------|-----------------|
| Pracovní součinitel pro stálá a nahodila krátkodobá zat. | n | 6.18 | - |
| Náhradní šířka bet. desky | b_{ci} | 802 | mm |
| Výška spřaženého průřezu | h_i | 2595 | mm |
| Plocha náhradní desky | A_{ci} | 240550 | mm ² |
| Plocha ekv. spřaženého průřezu | A_i | 345800 | mm ² |
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1986 | mm |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.44E+11 | mm ⁴ |

| | | | |
|-------------------------------|------------------|----------|-----------------|
| Plocha desky + horní pásnice | $A_{d, hp}$ | 260800 | mm ² |
| Těžiště desky a horní pásnice | $C_{zd, hp}$ | 175 | mm |
| Vzdálenost těžišť | $Z_{d, hp}$ | 434 | mm |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1i} | 1.13E+08 | mm ³ |
| Plocha dolní pásnice | A_{dp} | 33750 | mm ² |
| Těžiště dolní pásnice | C_{dp} | 22.5 | mm |
| Vzdálenost těžišť | Z_{dp} | 1963 | mm |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2i} | 6.63E+07 | mm ³ |

15.5.4 Posouzení na ohyb

1) Montážní stav

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|-----------------|----------|----------|----------|
| Montáž OK | 12 | -9 | MPa |
| Betonáž pole | 116 | -90 | MPa |
| Betonáž podpory | 124 | -96 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 45 | 45 | mm |
| f_{yd} | 335 | 335 | MPa |
| σ_{Ed} | 124 | -96 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 124 | 96 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 37 | 29 | % |

2) MSÚ – kombinace 6.10

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|------------|----------|----------|----------|
| ULS - 6.10 | 268 | -294 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 45 | 45 | mm |
| f_{yd} | 335 | 335 | MPa |
| σ_{Ed} | 268 | -294 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 268 | 294 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 80 | 88 | % |

3) Výztuž

| | Výztuž | Jednotky |
|----------------------------|----------|----------|
| f_{sd} | 435 | MPa |
| σ_{Ed} | 214 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 214 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{cd} ?$ | VYHOVUJE | - |
| Využití | 49 | % |

15.5.5 Výpočet vázaného kroucení v důsledku zakřivení pásnic – metoda Regresní vzorec

Dolní tlačena pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v dolní pásnici | σ_b | -294 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 19 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_b=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.013 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji dolní pásnice | σ_w | -3.68 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v dolní pásnici | $\sigma_{b,max}=\sigma_b+\sigma_w$ | -298 | MPa |
| Využití | | 89 | % |

VYHOVUJE

Horní tažená pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v horní pásnici | σ_t | 268 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 19 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_t=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.021 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji horní pásnice | σ_w | 5.59 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v horní pásnici | $\sigma_{t,max}=\sigma_t+\sigma_w$ | 274 | MPa |
| Využití | | 82 | % |

VYHOVUJE

15.5.6 Posouzení na smyk s vlivem boulení stěny

| | | | |
|--|--|------|-----|
| Mez kluzu stojiny | f_{yw} | 355 | MPa |
| Součinitel materiálu (stabilita) | γ_{M1} | 1.1 | - |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 4000 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Kritický součinitel boulení (pro $h_w/t_w > 1$) | $k_T=5.34+4*(a/h_w)^2$ | 6.39 | - |
| Vliv materiálu | $\epsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Štíhlostní poměr | $\lambda_w=h_w/(37.4*t_w*\epsilon*k_T^{0.5})$ | 1.07 | - |
| Vliv materiálu (pro oceli do třídy S460) | η | 1.2 | - |
| Součinitel příspěvku stojiny (netuhá. konc. výztuha) | $\chi_w=0.83/\lambda_w$ | 0.78 | - |
| Únosnost ve smyku s vlivem boulení stojiny | $V_{bw,Rd}=(X_w*f_{yw}*h_w*t_w)/(3^{0.5*\gamma_{M1}})$ | 7435 | kN |
| Maximální posouvací síla | V_{ed} | 4835 | kN |
| Využití | $V_{ed}/V_{bw,Rd}$ | 65 | % |

VYHOVUJE

15.5.7 Interakce smykového a normálového napětí

Horní část stojiny

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z,f1}=t_{f2}+h_w+(t_{f1}/2)$ | 2118 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1}=b_{f1}*t_{f1}$ | 20250 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1}=A_{f1}*(C_{z,f1}-C_z)$ | 2.39E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1674 | kN |
| Smykové napětí v horní části stojiny | $T_{wt,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f1})/(I_y*t_w)$ | 21 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1986 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 240550 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2420 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 260800 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{l,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 1.13E+08 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.44E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4835 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3161 | kN |
| Smyk. nap. v horní části stojiny pro spřaž. průřez | $T_{wt,i}=(V_{Ed,i}*\Delta S_{l,f1})/(I_y*t_w)$ | 59 | MPa |

| | | | |
|--|--|------|-----|
| Celkové smykové napětí v horní části stojiny | $T_{wt,tot}=T_{wt,OK}+T_{wt,i}$ | 80 | MPa |
| Normálové napětí v horní části stojiny | $\sigma_{w,t}$ | 274 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. <= 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny (Mises) | $\sigma=(\sigma_{w,t}^2+3*T_{wt,tot}^2)^{0.5}$ | -307 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 307 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní část stojiny

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2}=A_{f2}*(C_z-C_{z,f2})$ | 3.08E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 2260 | kN |
| Smykové napětí v dolní části stojiny | $T_{wt,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f2})/(I_y*t_w)$ | 37 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1986 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{l,f2}=A_{f2}*(C_{zi}-C_{z,f2})$ | 6.63E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.44E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4835 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 2575 | kN |
| Smyk. nap. v horní části stojiny pro spřaž. průřez | $T_{wb,i}=(V_{Ed,i}*\Delta S_{l,f2})/(I_y*t_w)$ | 28 | MPa |

| | | | |
|--|--|------|-----|
| Celkové smykové napětí v dolní části stojiny | $T_{wb,tot}=T_{wb,OK}+T_{wb,l}$ | 65 | MPa |
| Normálové napětí v dolní části stojiny | $\sigma_{w,b}$ | -298 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny (Mises) | $\sigma=(\sigma_{w,b}^2+3*T_{wb,tot}^2)^{0.5}$ | 318 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 318 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

15.5.8 Posouzení krčných svarů

Horní pásnice

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z,f1}=t_{f2}+h_w+(t_{f1}/2)$ | 2118 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1}=b_{f1}*t_{f1}$ | 20250 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1}=A_{f1}*(C_{z,f1}-C_z)$ | 2.39E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1674 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I.Ed,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f1})/I_y$ | 532 | kN/m |
| Smykové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1,OK,1}=V_{I.Ed,OK}/(2*a_{we})$ | 44 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1986 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 240550 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2420 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 260800 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{I,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 1.13E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.44E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4835 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3161 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I.Ed,I}=(V_{Ed,I}*\Delta S_{f1})/I_y$ | 1467 | kN/m |
| Smyk. napětí ve svaru horní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf1,I,2}=V_{I.Ed,I}/(2*a_{we})$ | 122 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I.Ed}=V_{I.Ed,OK}+V_{I.Ed,I}$ | 1999 | kN/m |
| Celkové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1,tot}=T_{wf1,OK,1}+T_{wf1,I,2}$ | 167 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|-----|
| Mez pevnosti oceli (charakt. Hodnota) | f_u | 490 | MPa |
| Korelační součinitel (pro S355 N/NL) | β_w | 0.9 | - |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd}=f_u/(\beta_w*\gamma_{M2}*3^{0.5})$ | 251 | MPa |

| | | | | | | |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|
| Posudek | $T_{wf1,tot}$ | 167 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní pásnice

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 936 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2} \cdot t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2}=A_{f2} \cdot (C_z - C_{z,f2})$ | 3.08E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 7.53E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 2260 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,OK}=(V_{Ed,OK} \cdot \Delta S_{f2})/I_y$ | 925 | kN/m |
| Smykové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2,OK,1}=V_{I,Ed,OK}/(2 \cdot a_{we})$ | 77 | MPa |

| | | | |
|--|--|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1986 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2} \cdot t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{I,f2}=A_{f2} \cdot (C_{zi} - C_{z,f2})$ | 6.63E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.44E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4835 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed} - V_{Ed,OK}$ | 2575.1 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,I}=(V_{Ed,I} \cdot \Delta S_{f2})/I_y$ | 699 | kN/m |
| Smyk. napětí ve svaru dolní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf2,I,2}=V_{I,Ed,I}/(2 \cdot a_{we})$ | 58 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=V_{I,Ed,OK}+V_{I,Ed,I}$ | 1624 | kN/m |
| Celkové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2,tot}=T_{wf2,OK,1}+T_{wf2,I,2}$ | 135 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|-----|
| Mez pevnosti oceli (charakt. Hodnota) | f_u | 490 | MPa |
| Korelační součinitel | β_w | 0.9 | - |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd}=f_u/(\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot 3^{0.5})$ | 251 | MPa |

| | | | | | | |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|
| Posudek | $T_{wf2,tot}$ | 135 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|

VYHOVUJE

15.5.9 Posouzení spřažení v MSÚ

Materiálové charakteristiky nosné konstrukce

| | | | |
|------------------------------|----------|--------|-----|
| Modul pružnosti ocel S355 | E_a | 210000 | MPa |
| Modul pružnosti beton C35/45 | E_c | 34000 | MPa |
| Pevnost betonu C35/45 | f_{ck} | 35 | MPa |

Návrh trnů

| | | | |
|---|-------------------------|------|-----|
| Průměr trnu | d | 19 | mm |
| Minimální podélná vzdálenost trnů | $5 \cdot d$ | 95 | mm |
| Minimální příčná vzdálenost trnů | $4 \cdot d$ | 76 | mm |
| Maximální počet trnů na pásnici v příčném směru | $(b_{f1}-70)/4 \cdot d$ | 5 | ks |
| Délka trnu | h_{sc} | 150 | mm |
| Mez pevnosti oceli S235 (charakt. Hodnota) | f_{uk} | 360 | MPa |
| Součinitel rozměru trnu | α | 1 | - |
| Součinitel materiálu (porušení) | γ_{M2} | 1.25 | - |

Charakteristická únosnost 1 trnu

| | | | |
|----------|---|-----|----|
| Střih | $P_{Rk,1}=0.8 \cdot f_{uk} \cdot (\pi \cdot d^2/4)$ | 82 | kN |
| Otlačení | $P_{Rk,2}=0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_c)^{0.5}$ | 114 | kN |

Návrhová únosnost 1 trnu

| | | | |
|-----|--|----|----|
| MSU | $P_{Rd}=\min(P_{Rk,1};P_{Rk,2})/\gamma_{M2}$ | 65 | kN |
|-----|--|----|----|

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1986 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 240550 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d*(C_{z,d}-C_{zi})$ | 1.11E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.44E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 4835 | kN |
| Posouvací síla přenášející pouze OK*1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 2260 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 2575 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=(V_{Ed,I}*\Delta S_d)/I_{yi}$ | 1167 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|---|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 5 | ks |
| Rozteč trnů | e | 200 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,d}=V_{I,Ed}*e$ | 233 | kN |
| Návrhová únosnost koncové řady trnů | $n*P_{Rd}$ | 327 | kN |

| | | | | | | |
|---------|------------|-----|---|------------|-----|----|
| Posudek | $N_{EP,d}$ | 233 | < | $n*P_{Rd}$ | 327 | kN |
|---------|------------|-----|---|------------|-----|----|

VYHOVUJE

15.5.10 Posouzení spřažení v MSP

Návrh spřažení v MSP - podle ČSN EN 1994-2 čl. 6.8.1, odst (2)

| | | | |
|----------------------------|-------|------|---|
| Součinitel posouzení v MSP | k_s | 0.75 | - |
|----------------------------|-------|------|---|

Krajní pole - max V_{Ed}

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1986 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 240550 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d*(C_{z,d}-C_{zi})$ | 1.11E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.44E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla (MSP - char.) | V_{Ed} | 3611 | kN |
| Posouvací síla přenášející pouze OK (char.) | $V_{Ed,OK}$ | 1674 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 1937 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=(V_{Ed,I}*\Delta S_d)/I_{yi}$ | 878 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|---|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 5 | ks |
| Rozteč trnů | e | 200 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,k}=V_{I,Ed}*e$ | 176 | kN |
| Smyková síla působící na jeden trn | $N_{EP,k,1}=N_{EP,k}/n$ | 35 | kN |

| | | | | | | |
|---------|--------------|----|---|--------------|----|----|
| Posudek | $N_{EP,k,1}$ | 35 | < | k_s*P_{Rd} | 49 | kN |
|---------|--------------|----|---|--------------|----|----|

VYHOVUJE

15.5.11 Únavové posouzení mezi spodní pásnicí a svislou výztuhou

Bezpečná životnost - důsledky porušení mírné

| | | | |
|-----------------------------------|----------|------|---|
| Součinitel zatížení při únavě | Y_{Ff} | 1.0 | - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | Y_{Mf} | 1.15 | - |

| | | | |
|------------------------|-------|----|---|
| Rozpětí krajního pole | L_1 | 33 | m |
| Rozpětí středního pole | L_2 | 40 | m |

| | | | |
|--|-------------|----------|----------|
| Směrný počet nákladních vozidel v pravém pruhu | $N_{obs.p}$ | 2.00E+06 | voz./rok |
|--|-------------|----------|----------|

| | | | |
|----------------------------------|--------------------|-----|-----|
| Maximální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,max}$ | 12 | MPa |
| Minimální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,min}$ | -20 | Mpa |
| Rozkmit napětí | $\Delta\sigma_{d}$ | 32 | MPa |

| | | | |
|----------------------|-------------------|------|---|
| Ekvivalentní rozpětí | $L_e=(L_1+L_2)/2$ | 36.5 | m |
|----------------------|-------------------|------|---|

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | | |
|--|---|------|---|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1=1.7+0.5*(L_e-30/50)$ | 1.8 | - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 | - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 | - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 | - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda=\lambda_1*\lambda_2*\lambda_3*\lambda_4$ | 0.97 | - |
| | $\lambda_{max}=1.8+0.9*(L_e-30/50)$ | 1.9 | - |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|----------------------------------|---|----|-----|
| Návrhový rozkmit v dolní pásnici | $\Delta\sigma_{E,d}=\lambda*\Delta\sigma_{d}$ | 31 | MPa |
|----------------------------------|---|----|-----|

Detail - místo připojení svislé výztuhy k pásnici

| | | | |
|----------------------------|------------------|----|-----|
| Kategorie detailu | | 7 | - |
| Referenční únavová pevnost | $\Delta\sigma_C$ | 80 | MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | | |
|---|------|---|----------|
| $Y_{Ff}*Y_{Mf}*(\Delta\sigma_{E,d}/\Delta\sigma_C)$ | 0.45 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

15.5.12 Únavové posouzení krčních svarů

Bezpečná životnost - důsledky porušení závažné

| | | | |
|-----------------------------------|----------|------|---|
| Součinitel zatížení při únavě | Y_{Ff} | 1.0 | - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | Y_{Mf} | 1.35 | - |

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|------|----|
| Maximální posouvací síla | $V_{Ed,max}$ | 65 | kN |
| Minimální posouvací síla | $V_{Ed,min}$ | -533 | kN |
| Rozkmit posouvací síly | $\Delta V_{Ed}=V_{Ed,max}-V_{Ed,min}$ | 598 | kN |

| | | | |
|----------------------|-----------|----|---|
| Ekvivalentní rozpětí | $L_e=L_1$ | 33 | m |
|----------------------|-----------|----|---|

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | | |
|--|---|------|---|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1=1.7+0.5*(L_e-30/50)$ | 1.7 | - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 | - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 | - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 | - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda=\lambda_1*\lambda_2*\lambda_3*\lambda_4$ | 0.95 | - |
| | $\lambda_{max}=1.8+0.9*(L_e-30/50)$ | 1.9 | - |

Horní pásnice

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1986 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2445 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 240550 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2420 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 260800 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{l,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 1.13E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.44E+11 | mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{l,max}=(V_{Ed,max}*\Delta S_{l,f1})/I_{yi}$ | 30 | kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{l,min}=(V_{Ed,min}*\Delta S_{l,f1})/I_{yi}$ | -247 | kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $T_{max}=V_{l,Ed,max}/(2*a_{we})$ | 3 | MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $T_{min}=V_{l,Ed,min}/(2*a_{we})$ | -21 | MPa |
| Rozkmit smykového napětí | $\Delta T=T_{max}-T_{min}$ | 23 | MPa |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|---------------------------|-------------------------------|----|-----|
| Návrhový rozkmit ve svaru | $\Delta T_E=\lambda*\Delta T$ | 22 | MPa |
|---------------------------|-------------------------------|----|-----|

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | | |
|----------------------------|--------------|-----|-----|
| Kategorie detailu | | 1 | - |
| Referenční únavová pevnost | ΔT_C | 125 | MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | | |
|---|------|---|----------|
| $\gamma_{Ff}*\gamma_{Mf}*(\Delta T_E/\Delta T_C)$ | 0.24 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

Dolní pásnice

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1986 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 22.5 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 33750 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{l,f2}=A_{f2}*(C_{zi}-C_{z,f2})$ | 6.63E+07 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.44E+11 | mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{l,max}=(V_{Ed,max}*\Delta S_{l,f2})/I_{yi}$ | 18 | kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{l,min}=(V_{Ed,min}*\Delta S_{l,f2})/I_{yi}$ | -145 | kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $T_{max}=V_{l,Ed,max}/(2*a_{we})$ | 1 | MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $T_{min}=V_{l,Ed,min}/(2*a_{we})$ | -12 | MPa |
| Rozkmit smykového napětí | $\Delta T=T_{max}-T_{min}$ | 14 | MPa |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|----|-----|
| Návrhový rozkmit ve svaru | $\Delta T_E = \lambda * \Delta T$ | 13 | MPa |
|---------------------------|-----------------------------------|----|-----|

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | | |
|----------------------------|--------------|-----|-----|
| Kategorie detailu | | 1 - | |
| Referenční únavová pevnost | ΔT_C | 125 | MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | | |
|---|--------|---|----------|
| $\gamma_{Ff} * \gamma_{Mf} * (\Delta T_E / \Delta T_C)$ | 0.12 < | 1 | |
| | | | VYHOVUJE |

15.6 Průřez R3 – pilířový

15.6.1 Dimenze ocelového nosníku

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 550 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 80 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 80 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2210 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 165500 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 1002 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 1.38E+11 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 5.14E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 5.77E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výtuh | a | 4000 | mm |

15.6.2 Efektivní šířka desky

| | | | |
|---|-------|------|----|
| Šířka betonové desky (pro jeden nosník) | b_c | 6500 | mm |
| Tloušťka betonové desky | t_c | 300 | mm |
| Odsazení | H_h | 120 | mm |

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------|----|
| Délka rozpětí krajního pole | $L_{\text{krajní.pole}}$ | 33000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b_n | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi spřahovacími trny | b_0 | 490 | mm |
| Polovina betonové desky bez trnů | $b_{n0.5}$ | 3005 | mm |
| Efektivní délka rozpětí | $L_{\text{e.kraj}}$ | 18250 | mm |
| Efektivní šířka desky | b_{ei} | 2281 | mm |
| Výpočtová efektivní šířka desky | b_{eff} | 5053 | mm |

Spolupůsobí celá šířka desky?

NE

| | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------|----|
| Délka rozpětí vnitřního pole | $L_{\text{vnitřní.pole}}$ | 40000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b_n | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi spřahovacími trny | b_0 | 490 | mm |
| Polovina betonové desky bez trnů | $b_{n0.5}$ | 3005 | mm |
| Efektivní délka rozpětí | $L_{\text{e.vnitřní}}$ | 20000 | mm |
| Efektivní šířka desky | b_{ei} | 2500 | mm |

Spolupůsobí celá šířka desky?

NE

15.6.3 Dimenze spřaženého průřezu

| | | | |
|--|----------|----------|-----------------|
| Pracovní součinitel pro stálá a nahodila krátkodobá zat. | n | 6.18 | - |
| Náhradní šířka bet. desky | b_{ci} | 818 | mm |
| Výška spřaženého průřezu | h_i | 2630 | mm |
| Plocha náhradní desky | A_{ci} | 245407 | mm ² |
| Plocha ekv. spřaženého průřezu | A_i | 410907 | mm ² |
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1885 | mm |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 3.56E+11 | mm ⁴ |

| | | | |
|-------------------------------|------------------|----------|-----------------|
| Plocha desky + horní pásnice | $A_{d.hp}$ | 289407 | mm ² |
| Těžiště desky a horní pásnice | $C_{zd.hp}$ | 197 | mm |
| Vzdálenost těžišť | $Z_{d.hp}$ | 548 | mm |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1i} | 1.59E+08 | mm ³ |
| Plocha dolní pásnice | A_{dp} | 60000 | mm ² |
| Těžiště dolní pásnice | C_{dp} | 40 | mm |
| Vzdálenost těžišť | Z_{dp} | 1845 | mm |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2i} | 1.11E+08 | mm ³ |

15.6.4 Posouzení na ohyb

1) Montážní stav

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|-----------------|----------|----------|----------|
| Montáž OK | 14 | -11 | MPa |
| Betonáž pole | 95 | -78 | MPa |
| Betonáž podpory | 117 | -97 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 80 | 80 | mm |
| f_{yd} | 335 | 335 | MPa |
| σ_{Ed} | 117 | -97 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 117 | 97 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 35 | 29 | % |

2) MSÚ – kombinace 6.10

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|------------|----------|----------|----------|
| ULS - 6.10 | 286 | -296 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 80 | 80 | mm |
| f_{yd} | 335 | 335 | MPa |
| σ_{Ed} | 286 | -296 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 286 | 296 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 85 | 88 | % |

3) Výztuž

| | Výztuž | Jednotky |
|----------------------------|----------|----------|
| f_{sd} | 435 | MPa |
| σ_{Ed} | 248 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 248 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{cd} ?$ | VYHOVUJE | - |
| Využití | 57 | % |

15.6.5 Výpočet vázaného kroucení v důsledku zakřivení pásnic – metoda Regresní vzorec

Dolní tlačena pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v dolní pásnici | σ_b | -296 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 19 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_b=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.013 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji dolní pásnice | σ_w | -3.70 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v dolní pásnici | $\sigma_{b,max}=\sigma_b+\sigma_w$ | -300 | MPa |
| Využití | | 89 | % |

VYHOVUJE

Horní tažená pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v horní pásnici | σ_t | 286 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 19 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f1} | 550 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_t=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.017 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji horní pásnice | σ_w | 4.88 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v horní pásnici | $\sigma_{t,max}=\sigma_t+\sigma_w$ | 291 | MPa |
| Využití | | 87 | % |

VYHOVUJE

15.6.6 Posouzení na smyk s vlivem boulení stěny

| | | | |
|--|--|-------|-----|
| Mez kluzu stojiny | f_{yw} | 355 | MPa |
| Součinitel materiálu (stabilita) | γ_{M1} | 1.1 | - |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 4000 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Kritický součinitel boulení (pro $h_w/t_w > 1$) | $k_T=5.34+4*(a/h_w)^2$ | 6.39 | - |
| Vliv materiálu | $\epsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Štíhlostní poměr | $\lambda_w=h_w/(37.4*t_w*\epsilon*k_T^{0.5})$ | 0.89 | - |
| Vliv materiálu (pro oceli do třídy S460) | η | 1.2 | - |
| Součinitel příspěvku stojiny (netuhá. konc. výztuha) | $\chi_w=0.83/\lambda_w$ | 0.93 | - |
| Únosnost ve smyku s vlivem boulení stojiny | $V_{bw,Rd}=(X_w*f_{yw}*h_w*t_w)/(3^{0.5*\gamma_{M1}})$ | 10707 | kN |
| Maximální posouvací síla | V_{ed} | 5486 | kN |
| Využití | $V_{ed}/V_{bw,Rd}$ | 51 | % |

VYHOVUJE

15.6.7 Interakce smykového a normálového napětí

Horní část stojiny

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 1002 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z,f1}=t_{f2}+h_w+(t_{f1}/2)$ | 2170 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1}=b_{f1}*t_{f1}$ | 44000 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1}=A_{f1}*(C_{z,f1}-C_z)$ | 5.14E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 1.38E+11 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1845 | kN |
| Smykové napětí v horní části stojiny | $T_{wt,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f1})/(I_y*t_w)$ | 23 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1885 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2480 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 245407 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2433 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 289407 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{l,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 1.59E+08 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 3.56E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 5486 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3641 | kN |
| Smyk. nap. v horní části stojiny pro spřaž. průřez | $T_{wt,i}=(V_{Ed,i}*\Delta S_{l,f1})/(I_y*t_w)$ | 54 | MPa |

| | | | |
|--|--|-----|-----|
| Celkové smykové napětí v horní části stojiny | $T_{wt,tot}=T_{wt,OK}+T_{wt,i}$ | 77 | MPa |
| Normálové napětí v horní části stojiny | $\sigma_{w,t}$ | 291 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. <= 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny (Mises) | $\sigma=(\sigma_{w,t}^2+3*T_{wt,tot}^2)^{0.5}$ | 320 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 320 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní část stojiny

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 1002 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 40 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 60000 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2}=A_{f2}*(C_z-C_{z,f2})$ | 5.77E+07 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 1.38E+11 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 2491 | kN |
| Smykové napětí v dolní části stojiny | $T_{wt,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f2})/(I_y*t_w)$ | 35 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1885 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 40 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 60000 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{l,f2}=A_{f2}*(C_{zi}-C_{z,f2})$ | 1.11E+08 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 3.56E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 5486 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 2995 | kN |
| Smyk. nap. v horní části stojiny pro spřaž. průřez | $T_{wb,i}=(V_{Ed,i}*\Delta S_{l,f2})/(I_y*t_w)$ | 31 | MPa |

| | | | |
|--|--|------|-----|
| Celkové smykové napětí v dolní části stojiny | $T_{wb,tot}=T_{wb,OK}+T_{wb,I}$ | 66 | MPa |
| Normálové napětí v dolní části stojiny | $\sigma_{w,b}$ | -300 | MPa |
| Mez kluzu oceli (výpočtová hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny (Mises) | $\sigma=(\sigma_{w,b}^2+3*T_{wb,tot}^2)^{0.5}$ | -321 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 321 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

15.6.8 Posouzení krčných svarů ocelového nosníku

Horní pásnice

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 1002 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z,f1}=t_{f2}+h_w+(t_{f1}/2)$ | 2170 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1}=b_{f1}*t_{f1}$ | 44000 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1}=A_{f1}*(C_{z,f1}-C_z)$ | 5.14E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 1.38E+11 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1845 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,OK}=(V_{Ed,OK}*\Delta S_{f1})/I_y$ | 688 | kN/m |
| Smykové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1,OK,1}=V_{I,Ed,OK}/(2*a_{we})$ | 57 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1885 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2480 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 245407 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2433 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 289407 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{I,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 1.59E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 3.56E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 5486 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3641 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed,I}=(V_{Ed,I}*\Delta S_{f1})/I_y$ | 1624 | kN/m |
| Smyk. napětí ve svaru horní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf1,I,2}=V_{I,Ed,I}/(2*a_{we})$ | 135 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=V_{I,Ed,OK}+V_{I,Ed,I}$ | 2313 | kN/m |
| Celkové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1,tot}=T_{wf1,OK,1}+T_{wf1,I,2}$ | 193 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|-----|
| Mez pevnosti oceli (charakt. Hodnota) | f_u | 490 | MPa |
| Korelační součinitel (pro S355 N/NL) | β_w | 0.9 | - |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd}=f_u/(\beta_w*\gamma_{M2}*3^{0.5})$ | 251 | MPa |

| | | | | | | |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|
| Posudek | $T_{wf1,tot}$ | 193 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní pásnice

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 1002 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 40 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2} \cdot t_{f2}$ | 60000 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2}=A_{f2} \cdot (C_z - C_{z,f2})$ | 5.77E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 1.38E+11 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1845 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I.Ed,OK}=(V_{Ed,OK} \cdot \Delta S_{f2})/I_y$ | 773 | kN/m |
| Smykové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2,OK,1}=V_{I.Ed,OK}/(2 \cdot a_{we})$ | 64 | MPa |

| | | | |
|--|--|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1885 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 40 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2} \cdot t_{f2}$ | 60000 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{i,f2}=A_{f2} \cdot (C_{zi} - C_{z,f2})$ | 1.11E+08 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 3.56E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 5486 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed} \cdot V_{Ed,OK}$ | 3641 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I.Ed,i}=(V_{Ed,i} \cdot \Delta S_{f2})/I_y$ | 1133 | kN/m |
| Smyk. napětí ve svaru dolní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf2,i,2}=V_{I.Ed,i}/(2 \cdot a_{we})$ | 94 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I.Ed}=V_{I.Ed,OK}+V_{I.Ed,i}$ | 1906 | kN/m |
| Celkové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2,tot}=T_{wf2,OK,1}+T_{wf2,i,2}$ | 159 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|-----|
| Mez pevnosti oceli (charakt. Hodnota) | f_u | 490 | MPa |
| Korelační součinitel | β_w | 0.9 | - |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd}=f_u/(\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot 3^{0.5})$ | 251 | MPa |

| | | | | | | |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|
| Posudek | $T_{wf2,tot}$ | 159 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|

VYHOVUJE

15.6.9 Posouzení spřažení v MSÚ

Materiálové charakteristiky nosné konstrukce

| | | | |
|------------------------------|----------|--------|-----|
| Modul pružnosti ocel S355 | E_a | 210000 | MPa |
| Modul pružnosti beton C35/45 | E_c | 34000 | MPa |
| Pevnost betonu C35/45 | f_{ck} | 35 | MPa |

Návrh trnů

| | | | |
|---|-------------------------|------|-----|
| Průměr trnu | d | 19 | mm |
| Minimální podélná vzdálenost trnů | $5 \cdot d$ | 95 | mm |
| Minimální příčná vzdálenost trnů | $4 \cdot d$ | 76 | mm |
| Maximální počet trnů na pásnici v příčném směru | $(b_{f1}-70)/4 \cdot d$ | 6 | ks |
| Délka trnu | h_{sc} | 150 | mm |
| Mez pevnosti oceli S235 (charakt. Hodnota) | f_{uk} | 360 | MPa |
| Součinitel rozměru trnu | α | 1 | - |
| Součinitel materiálu (porušení) | γ_{M2} | 1.25 | - |

Charakteristická únosnost 1 trnu

| | | | |
|----------|---|-----|----|
| Střih | $P_{Rk,1}=0.8 \cdot f_{uk} \cdot (\pi \cdot d^2/4)$ | 82 | kN |
| Otlačení | $P_{Rk,2}=0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_c)^{0.5}$ | 114 | kN |

Návrhová únosnost 1 trnu

| | | | |
|-----|---|----|----|
| MSU | $P_{Rd}=\min(P_{Rk,1}; P_{Rk,2})/\gamma_{M2}$ | 65 | kN |
|-----|---|----|----|

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1885 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2480 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 245407 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d*(C_{z,d}-C_{zi})$ | 1.46E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 3.56E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 5486 | kN |
| Posouvací síla přenášející pouze OK*1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1845 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 3641 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=(V_{Ed,I}*\Delta S_d)/I_{yi}$ | 1496 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|---|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 5 | ks |
| Rozteč trnů | e | 200 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,d}=V_{I,Ed}*e$ | 299 | kN |
| Návrhová únosnost koncové řady trnů | $n*P_{Rd}$ | 327 | kN |

| | | | | | | |
|---------|------------|-----|---|------------|-----|----|
| Posudek | $N_{EP,d}$ | 299 | < | $n*P_{Rd}$ | 327 | kN |
|---------|------------|-----|---|------------|-----|----|

VYHOVUJE

15.6.10 Posouzení spřažení v MSP

Návrh spřažení v MSP - podle ČSN EN 1994-2 čl. 6.8.1, odst (2)

| | | | |
|----------------------------|-------|------|---|
| Součinitel posouzení v MSP | k_s | 0.75 | - |
|----------------------------|-------|------|---|

Krajní pole - max Ved

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1885 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2480 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 245407 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d*(C_{z,d}-C_{zi})$ | 1.46E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 3.56E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla (MSP - char.) | V_{Ed} | 4092 | kN |
| Posouvací síla přenášející pouze OK (char.) | $V_{Ed,OK}$ | 1367 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 2725 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I,Ed}=(V_{Ed,I}*\Delta S_d)/I_{yi}$ | 1120 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|---|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 5 | ks |
| Rozteč trnů | e | 200 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,k}=V_{I,Ed}*e$ | 224 | kN |
| Smyková síla působící na jeden trn | $N_{EP,k,1}=N_{EP,k}/n$ | 45 | kN |

| | | | | | | |
|---------|--------------|----|---|--------------|----|----|
| Posudek | $N_{EP,k,1}$ | 45 | < | k_s*P_{Rd} | 49 | kN |
|---------|--------------|----|---|--------------|----|----|

VYHOVUJE

15.6.11 Únavové posouzení mezi spodní pásnicí a svislou výztuhou

Dolní pásnice

| | | | |
|-----------------------------------|----------|------|---|
| Součinitel zatížení při únavě | Y_{Ff} | 1.0 | - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | Y_{Mf} | 1.15 | - |

| | | | |
|------------------------|-------|----|---|
| Rozpětí krajního pole | L_1 | 33 | m |
| Rozpětí středního pole | L_2 | 40 | m |

| | | | |
|--|-------------|----------|----------|
| Směrný počet nákladních vozidel v pravém pruhu | $N_{obs.p}$ | 2.00E+06 | voz./rok |
| Směrný počet nákladních vozidel v levém pruhu | $N_{obs.l}$ | 2.20E+06 | voz./rok |

| | | | |
|----------------------------------|--------------------|----|-----|
| Maximální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,max}$ | 11 | MPa |
| Minimální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,min}$ | -3 | Mpa |
| Rozkmit napětí | $\Delta\sigma_{d}$ | 14 | MPa |

| | | | |
|----------------------|-------------------|------|---|
| Ekvivalentní rozpětí | $L_e=(L_1+L_2)/2$ | 36.5 | m |
|----------------------|-------------------|------|---|

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | | |
|--|---|------|---|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1=1.7+0.5*(L_e-30/50)$ | 1.8 | - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 | - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 | - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 | - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda=\lambda_1*\lambda_2*\lambda_3*\lambda_4$ | 0.97 | - |
| | $\lambda_{max}=1.8+0.9*(L_e-30/50)$ | 1.9 | - |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|----------------------------------|---|----|-----|
| Návrhový rozkmit v dolní pásnici | $\Delta\sigma_{E,d}=\lambda*\Delta\sigma_{d}$ | 14 | MPa |
|----------------------------------|---|----|-----|

Detail - místo připojení svislé výztuhy k pásnici

| | | | |
|----------------------------|------------------|----|-----|
| Kategorie detailu | | 7 | - |
| Referenční únavová pevnost | $\Delta\sigma_C$ | 80 | MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | | |
|--|------|---|----------|
| $Y_{Ff}*Y_{Mf}*(\Delta\sigma_{E,d}/\Delta\sigma_C)=$ | 0.20 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

15.6.12 Únavové posouzení mezi horní pásnicí a svislou výztuhou

Horní pásnice

| | | | |
|-----------------------------------|----------|------|---|
| Součinitel zatížení při únavě | Y_{Ff} | 1.0 | - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | Y_{Mf} | 1.15 | - |

| | | | |
|------------------------|-------|----|---|
| Rozpětí krajního pole | L_1 | 33 | m |
| Rozpětí středního pole | L_2 | 40 | m |

| | | | |
|--|-------------|----------|----------|
| Směrný počet nákladních vozidel v pravém pruhu | $N_{obs.p}$ | 2.00E+06 | voz./rok |
| Směrný počet nákladních vozidel v levém pruhu | $N_{obs.l}$ | 2.20E+06 | voz./rok |

| | | | |
|----------------------------------|--------------------|-----|-----|
| Maximální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,max}$ | 4 | MPa |
| Minimální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,min}$ | -14 | Mpa |
| Rozkmit napětí | $\Delta\sigma_{d}$ | 18 | MPa |

| | | | |
|----------------------|-------------------|------|---|
| Ekvivalentní rozpětí | $L_e=(L_1+L_2)/2$ | 36.5 | m |
|----------------------|-------------------|------|---|

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | | |
|--|---|------|---|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1=1.7+0.5*(L_e-30/50)$ | 1.8 | - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 | - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 | - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 | - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda=\lambda_1*\lambda_2*\lambda_3*\lambda_4$ | 0.97 | - |
| | $\lambda_{max}=1.8+0.9*(L_e-30/50)$ | 1.9 | - |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|----------------------------------|--|----|-----|
| Návrhový rozkmit v dolní pásnici | $\Delta\sigma_{E,d}=\lambda*\Delta\sigma_{,d}$ | 17 | MPa |
|----------------------------------|--|----|-----|

Detail - místo připojení svislé výztuhy k pásnici

| | | | |
|----------------------------|------------------|----|-----|
| Kategorie detailu | | 7 | - |
| Referenční únavová pevnost | $\Delta\sigma_C$ | 80 | MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | | |
|--|------|---|----------|
| $\gamma_{Ff}*\gamma_{Mf}*(\Delta\sigma_{E,d}/\Delta\sigma_C)=$ | 0.25 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

15.6.13 Únavové posouzení krčních svarů

Bezpečná životnost - důsledky porušení závažné

| | | | |
|-----------------------------------|---------------|------|---|
| Součinitel zatížení při únavě | γ_{Ff} | 1.0 | - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | γ_{Mf} | 1.35 | - |

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 6 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----|----|
| Maximální posouvací síla | $V_{Ed,max}$ | 568 | kN |
| Minimální posouvací síla | $V_{Ed,min}$ | -52 | kN |
| Rozkmit posouvací síly | $\Delta V_{Ed}=V_{Ed,max}-V_{Ed,min}$ | 620 | kN |

| | | | |
|----------------------|-----------|----|---|
| Ekvivalentní rozpětí | $L_e=L_1$ | 33 | m |
|----------------------|-----------|----|---|

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | | |
|--|---|------|---|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1=1.7+0.5*(L_e-30/50)$ | 1.7 | - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 | - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 | - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 | - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda=\lambda_1*\lambda_2*\lambda_3*\lambda_4$ | 0.95 | - |
| | $\lambda_{max}=1.8+0.9*(L_e-30/50)$ | 1.9 | - |

Horní pásnice

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1885 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2480 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci}*t_c$ | 245407 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1}=(A_{f1}*C_{z,f1}+A_d*C_{z,d})/A_{d,f1}$ | 2433 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1}=A_{f1}+A_d$ | 289407 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{l,f1}=A_{d,f1}*(C_{z,d,f1}-C_{zi})$ | 1.59E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 3.56E+11 | mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{l,max}=(V_{Ed,max}*\Delta S_{l,f1})/I_{yi}$ | 253 | kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{l,min}=(V_{Ed,min}*\Delta S_{l,f1})/I_{yi}$ | -23 | kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $T_{max}=V_{l,Ed,max}/(2*a_{we})$ | 21 | MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $T_{min}=V_{l,Ed,min}/(2*a_{we})$ | -2 | MPa |
| Návrhový rozkmit smykového napětí | $\Delta T=T_{max}-T_{min}$ | 23 | MPa |

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | | |
|----------------------------|--------------|-----|-----|
| Kategorie detailu | | 1 | - |
| Referenční únavová pevnost | ΔT_C | 125 | MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | | |
|---|------|---|----------|
| $\gamma_{Ff}*\gamma_{Mf}*(\Delta T/\Delta T_C)$ | 0.25 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

Dolní pásnice

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 1885 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 40 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 60000 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{l,f2}=A_{f2}*(C_{zi}-C_{z,f2})$ | 1.11E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 3.56E+11 | mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{l,max}=(V_{Ed,max}*\Delta S_{l,f2})/I_{yi}$ | 177 | kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{l,min}=(V_{Ed,min}*\Delta S_{l,f2})/I_{yi}$ | -16 | kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $T_{max}=V_{l,Ed,max}/(2*a_{we})$ | 15 | MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $T_{min}=V_{l,Ed,min}/(2*a_{we})$ | -1 | MPa |
| Návrhový rozkmit smykového napětí | $\Delta T=T_{max}-T_{min}$ | 16 | MPa |

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | | |
|----------------------------|--------------|-----|-----|
| Kategorie detailu | | 1 | - |
| Referenční únavová pevnost | ΔT_C | 125 | MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | | |
|---|------|---|----------|
| $\gamma_{Ff}*\gamma_{Mf}*(\Delta T/\Delta T_C)$ | 0.17 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

15.6.14 Únosnost výztuhy nad ložiskem

Dvě příčné výztuhy tl. 20 mm

| | | | |
|---|--|------|----|
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Tloušťka výztuhy | t_{vyz} | 20 | mm |
| Šířka výztuhy | s_{vyz} | 230 | mm |
| Vliv materiálu | $\epsilon=(235\text{MPa}/f_{y,k})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 4000 | mm |
| Část stěny započítaná do spolupůsobení s výztuhou | $b=30*\epsilon*t_w+t_{vyz}$ | 752 | mm |

| | | | |
|---|---|-----------|-----------------|
| Modul pružnosti oceli | E_a | 210000 | MPa |
| Mez kluzu oceli (charakt. hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,k}$ | 355 | MPa |
| Moment setrvačnosti výztuhy | $I_{y,vyz}=(1/12)*t_{vyz}*(2*s_{vyz}+t_w)^3$ | 1.96E+08 | mm ³ |
| Plocha výztuhy | $A_{vyz}=b*t_w+2*t_{vyz}*s_{vyz}$ | 31768 | mm ² |
| poloměr setrvačnosti | $i=(I_{y,vyz}/A_{vyz})^{0.5}$ | 78.56 | mm |
| Vzpěrná délka výztuhy | L_{crit} | 1123 | mm |
| Štíhlost výztuhy | $\lambda=L_{crit}/i$ | 14.3 | - |
| Relativní štíhlost výztuhy | $\lambda'=\lambda/(93.9*\epsilon)$ | 0.2 | - |
| faktor imperfekce | křivka α | c 0.49 | - |
| Součinitel vzpěrnosti | $\Phi=0.5*(1+\alpha*(\lambda'-0.2)+\lambda'^2)$ | 0.51 | - |
| Výpočtový součinitel vzpěrnosti | $\chi=1/(\Phi+(\Phi^2-\lambda'^2)^{0.5})$ | 1.007 | - |
| Maximální reakce nad ložiskem | R_{Ed} | 8898 | kN |
| Únosnost výztuhy | $N_{b,Rd}=\chi_{vyp}*A_{vyz}*f_{y,k}/\gamma_{M1}$ | 10252 | > |
| | | 8898 | kN |

VYHOVUJE

15.7 Průřez R4 – opěrový

15.7.1 Dimenze ocelového nosníku

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 20 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 30 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 2100 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 82750 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 885 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.95E+10 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 1.08E+07 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 1.96E+07 | mm ³ |
| Vzdálenost příčných výtuh | a | 3000 | mm |

15.7.2 Efektivní šířka desky

| | | | |
|---|-------|------|----|
| Šířka betonové desky (pro jeden nosník) | b_c | 6500 | mm |
| Tloušťka betonové desky | t_c | 300 | mm |
| Odsazení | H_h | 180 | mm |

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------|----|
| Délka rozpětí krajního pole | $L_{\text{krajní.pole}}$ | 33000 | mm |
| Osová vzdálenost nosníků | b_n | 6500 | mm |
| Vzdálenost mezi spřahovacími trny | b_0 | 390 | mm |
| Polovina betonové desky bez trnů | $b_{n0.5}$ | 3055 | mm |
| Efektivní délka rozpětí | $L_{\text{e.kraj}}$ | 28050 | mm |
| Efektivní šířka desky | b_{ei} | 3506 | mm |

Spolupůsobí celá šířka desky?

ANO

15.7.3 Dimenze spřaženého průřezu

| | | | |
|--|----------|----------|-----------------|
| Pracovní součinitel pro stálá a nahodilá krátkodobá zat. | n | 6.18 | - |
| Náhradní šířka bet. desky | b_{ci} | 1052 | mm |
| Výška spřaženého průřezu | h_i | 2580 | mm |
| Plocha náhradní desky | A_{ci} | 315714 | mm ² |
| Plocha ekv. spřaženého průřezu | A_i | 398464 | mm ² |
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2109 | mm |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.08E+11 | mm ⁴ |

| | | | |
|-------------------------------|------------------|----------|-----------------|
| Plocha desky + horní pásnice | $A_{d.hp}$ | 324714 | mm ² |
| Těžisté desky a horní pásnice | $C_{zd.hp}$ | 159 | mm |
| Vzdálenost těžišť | $Z_{d.hp}$ | 311 | mm |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1i} | 1.01E+08 | mm ³ |
| Plocha dolní pásnice | A_{dp} | 22500 | mm ² |
| Těžisté dolní pásnice | C_{dp} | 15 | mm |
| Vzdálenost těžišť | Z_{dp} | 2094 | mm |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2i} | 4.71E+07 | mm ³ |

15.7.4 Posouzení na ohyb

1) Montážní stav

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|------------------|----------|----------|----------|
| Montáž OK | -11 | 8 | MPa |
| Betonáž pole | -97 | 70 | MPa |
| Betonáž podpory | -97 | 69 | MPa |
| Betonáž příčnick | -105 | 73 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 20 | 30 | mm |
| f_{yd} | 355 | 355 | MPa |
| σ_{Ed} | -105 | 73 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 105 | 73 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 30 | 21 | % |

2) MSÚ – kombinace 6.10

| | OK_horní | OK_dolní | Jednotky |
|------------|----------|----------|----------|
| ULS - 6.10 | -165 | 209 | MPa |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------|-----|
| t_f | 20 | 30 | mm |
| f_{yd} | 355 | 355 | MPa |
| σ_{Ed} | -165 | 209 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 165 | 209 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{yd} ?$ | VYHOVUJE | VYHOVUJE | - |
| Využití | 46 | 59 | % |

3) ŽB deska

| | ŽB deska | Jednotky |
|----------------------------|----------|----------|
| f_{cd} | 20 | MPa |
| σ_{Ed} | -6 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} $ | 6 | MPa |
| $ \sigma_{Ed} < f_{cd} ?$ | VYHOVUJE | - |
| Využití | 30 | % |

15.7.5 Výpočet vázaného kroucení v důsledku zakřivení pásnic – metoda Regresní vzorec

Dolní tažená pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v dolní pásnici | σ_b | 209 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 24 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 750 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_b=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.020 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji dolní pásnice | σ_w | 4.12 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v dolní pásnici | $\sigma_{b,max}=\sigma_b+\sigma_w$ | 213 | MPa |
| Využití | | 64 | % |

VYHOVUJE

Horní tlačaná pásnice

| | | | |
|--|--|----------|-----|
| Napětí od svislého ohybu v horní pásnici | σ_t | -165 | MPa |
| Rozpětí (vzdálenost mezi inflex. body kr. pole) | L | 24 | m |
| Poloměr mostní konstrukce | R | 2550 | m |
| Šířka dolní pásnice | b_{f1} | 450 | mm |
| Počet úseku, na které dělí příčná ztužidla rozpětí | N | 3 | - |
| Základ přirozeného logaritmu | e | 2.718281 | - |
| Poměr napětí od příčného a svislého ohybu | $\sigma_w/\sigma_t=609,4*(L^{1.947}/R*b_f)*e^{-0.659}$ | 0.033 | - |
| Napětí od příčného ohybu na okraji horní pásnice | σ_w | -5.42 | MPa |
| Výsledné normálové napětí v horní pásnici | $\sigma_{t,max}=\sigma_t+\sigma_w$ | -170 | MPa |
| Využití | | 51 | % |

VYHOVUJE

15.7.6 Posouzení na smyk s vlivem boulení stěny

Průřez 1 m od ložiska (konec betonového opěrového příčnicku) - větší výška stěny

| | | | |
|--|---|------|-----|
| Mez kluzu stojiny | f_{yw} | 355 | MPa |
| Součinitel materiálu (stabilita) | γ_{M1} | 1.1 | - |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 3000 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Kritický součinitel boulení (pro $h_w/t_w > 1$) | $k_T=5.34+4*(a/h_w)^2$ | 7.21 | - |
| Vliv materiálu | $\epsilon=(235\text{MPa}/f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Štíhlostní poměr | $\lambda_w=h_w/(37.4*t_w*\epsilon*k_T^{0.5})$ | 1.00 | - |
| Vliv materiálu (pro oceli do třídy S460) | η | 1.2 | - |
| Součinitel příspěvku stojiny (netuhá. konc. výztuha) | $\chi_w=0.83/\lambda_w$ | 0.83 | - |
| Únosnost ve smyku s vlivem boulení stojiny | $V_{bw,Rd}=(\chi_w*f_{yw}*h_w*t_w)/(3^{0.5*\gamma_{M1}})$ | 7896 | kN |
| Maximální posouvací síla | V_{ed} | 3556 | kN |
| Využití | $V_{ed}/V_{bw,Rd}$ | 45 | % |

VYHOVUJE

Průřez nad ložiskem - zmenšená výška stěny kvůli příčniku

| | | | |
|--|---|------|-----|
| Mez kluzu stojiny | f_{yw} | 355 | MPa |
| Součinitel materiálu (stabilita) | γ_{M1} | 1.1 | - |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 3000 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 1750 | mm |
| Kritický součinitel boulení (pro $h_w/t_w > 1$) | $k_T = 5.34 + 4 * (a/h_w)^2$ | 6.70 | - |
| Vliv materiálu | $\epsilon = (235 \text{ MPa} / f_{yw})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Štíhlostní poměr | $\lambda_w = h_w / (37.4 * t_w * \epsilon * k_T^{0.5})$ | 0.89 | - |
| Vliv materiálu (pro oceli do třídy S460) | η | 1.2 | - |
| Součinitel příspěvku stojiny (netuhá. konc. výztuha) | $\chi_w = 0.83 / \lambda_w$ | 0.93 | - |
| Únosnost ve smyku s vlivem boulení stojiny | $V_{bw,Rd} = (\chi_w * f_{yw} * h_w * t_w) / (3^{0.5} * \gamma_{M1})$ | 7614 | kN |
| Maximální posouvací síla | V_{ed} | 3992 | kN |
| Využití | $V_{ed} / V_{bw,Rd}$ | 52 | % |

VYHOVUJE

15.7.7 Interakce smykového a normálového napětí

Vzhledem ke skutečnosti, že ohybové namáhání nad opěrou je zanedbatelné, není nutné interakci normálového a smykového napětí posuzovat.

15.7.8 Posouzení krčních svarů ocelového nosníku

Horní pásnice

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 5 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 885 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z,f1} = t_{f2} + h_w + (t_{f1}/2)$ | 2090 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1} = b_{f1} * t_{f1}$ | 9000 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1} = A_{f1} * (C_{z,f1} - C_z)$ | 1.08E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.95E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed,OK}$ | 1030 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{l,Ed,OK} = (V_{Ed,OK} * \Delta S_{f1}) / I_y$ | 226 | kN/m |
| Smykové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1,OK,1} = V_{l,Ed,OK} / (2 * a_{we})$ | 23 | MPa |

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2109 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d} = t_{f2} + h_w + t_{f1} + H_h + (t_c/2)$ | 2430 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d = b_{ci} * t_c$ | 315714 | mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1} = (A_{f1} * C_{z,f1} + A_d * C_{z,d}) / A_{d,f1}$ | 2421 | mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1} = A_{f1} + A_d$ | 324714 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{l,f1} = A_{d,f1} * (C_{z,d,f1} - C_{zi})$ | 1.01E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.08E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 3992 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i} = V_{Ed} - V_{Ed,OK}$ | 2962 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{l,Ed,i} = (V_{Ed,i} * \Delta S_{f1}) / I_y$ | 1437 | kN/m |
| Smyk. napětí ve svaru horní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf1,i,2} = V_{l,Ed,i} / (2 * a_{we})$ | 144 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I.Ed} = V_{I.Ed.OK} + V_{I.Ed.I}$ | 1663 | kN/m |
| Celkové napětí ve svaru horní pásnice | $T_{wf1.tot} = T_{wf1.OK.1} + T_{wf1.I.2}$ | 166 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|-----|
| Mez pevnosti oceli (charakt. hodnota) | f_u | 490 | MPa |
| Korelační součinitel (pro S355 N/NL) | β_w | 0.9 | - |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd} = f_u / (\beta_w * \gamma_{M2} * 3^{0.5})$ | 251 | MPa |

| | | | | | | |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|
| Posudek | $T_{wf1.tot}$ | 166 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní pásnice

| | | | |
|-----------------------|----------|---|----|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 5 | mm |
|-----------------------|----------|---|----|

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 885 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z.f2} = t_{f2}/2$ | 15 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2} = b_{f2} * t_{f2}$ | 22500 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2} = A_{f2} * (C_z - C_{z.f2})$ | 1.96E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 4.95E+10 | mm ⁴ |
| Posouvací síla přenášející pouze OK * 1.35 | $V_{Ed.OK}$ | 1030 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I.Ed.OK} = (V_{Ed.OK} * \Delta S_{f2}) / I_y$ | 407 | kN/m |
| Smykové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2.OK.1} = V_{I.Ed.OK} / (2 * a_{we})$ | 41 | MPa |

| | | | |
|--|--|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2109 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z.f2} = t_{f2}/2$ | 15 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2} = b_{f2} * t_{f2}$ | 22500 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{i.f2} = A_{f2} * (C_{zi} - C_{z.f2})$ | 4.71E+07 | mm ³ |
| Moment setvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.08E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V_{Ed} | 3992 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed.I} = V_{Ed} - V_{Ed.OK}$ | 2962 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{I.Ed.I} = (V_{Ed.I} * \Delta S_{f2}) / I_y$ | 670 | kN/m |
| Smyk. napětí ve svaru dolní pásnice spřaž. průř. | $T_{wf2.I.2} = V_{I.Ed.I} / (2 * a_{we})$ | 67 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| Celková podélná posouvací síla | $V_{I.Ed} = V_{I.Ed.OK} + V_{I.Ed.I}$ | 1077 | kN/m |
| Celkové napětí ve svaru dolní pásnice | $T_{wf2.tot} = T_{wf2.OK.1} + T_{wf2.I.2}$ | 108 | MPa |

| | | | |
|---------------------------------------|--|------|-----|
| Mez pevnosti oceli (charakt. Hodnota) | f_u | 490 | MPa |
| Korelační součinitel | β_w | 0.9 | - |
| součinitel materiálu | γ_{M2} | 1.25 | - |
| Návrhová únosnost | $T_{Rd} = f_u / (\beta_w * \gamma_{M2} * 3^{0.5})$ | 251 | MPa |

| | | | | | | |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|
| Posudek | $T_{wf2.tot}$ | 108 | < | T_{Rd} | 251 | MPa |
|---------|---------------|-----|---|----------|-----|-----|

VYHOVUJE

15.7.9 Posouzení sprážením v MSÚ

Materiálové charakteristiky nosné konstrukce

| | | | |
|------------------------------|-----|--------|-----|
| Modul pružnosti ocel S355 | Ea | 210000 | MPa |
| Modul pružnosti beton C35/45 | Ec | 34000 | MPa |
| Pevnost betonu C35/45 | fck | 35 | MPa |

Návrh trnů

| | | | |
|---|-------------------|------|-----|
| Průměr trnu | d | 19 | mm |
| Minimální podélná vzdálenost trnů | 5*d | 95 | mm |
| Minimální příčná vzdálenost trnů | 4*d | 76 | mm |
| Maximální počet trnů na pásnici v příčném směru | $(b_{f1}-70)/4*d$ | 5 | ks |
| Délka trnu | h _{sc} | 150 | mm |
| Mez pevnosti oceli S235 (charakt. Hodnota) | f _{uk} | 360 | MPa |
| Součinitel rozměru trnu | α | 1 | - |
| Součinitel materiálu (porušení) | γ _{M2} | 1.25 | - |

Charakteristická únosnost 1 trnu

| | | | |
|----------|---|-------|----|
| Střih | $P_{Rk,1}=0.8*f_{uk}*(\pi*d^2/4)$ | 81.7 | kN |
| Otlačení | $P_{Rk,2}=0.29*\alpha*d^2*(f_{ck}*E_c)^{0.5}$ | 114.2 | kN |

Návrhová únosnost 1 trnu

| | | | |
|-----|--|------|----|
| MSU | $P_{Rd}=\min(P_{Rk,1};P_{Rk,2})/\gamma_{M2}$ | 65.3 | kN |
|-----|--|------|----|

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spráženého průřezu od s.v. | C _{zi} | 2109 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2430 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{cl}*t_c$ | 315714 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d*(C_{z,d}-C_{zi})$ | 1.01E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spráženého průřezu | I _{yi} | 2.08E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla | V _{Ed} | 3992 | kN |
| Posouvací síla přenášející pouze OK*1.35 | V _{Ed,OK} | 1030 | kN |
| Posouvací síla pro sprážený průřez | $V_{Ed,I}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 2962 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{l,Ed}=(V_{Ed,I}*\Delta S_d)/I_{yi}$ | 1440 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|---|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 5 | ks |
| Rozteč trnů | e | 200 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,d}=V_{l,Ed}*e$ | 288 | kN |
| Návrhová únosnost koncové řady trnů | n*P _{Rd} | 327 | kN |

| | | | | | | |
|---------|-------------------|-----|---|-------------------|-----|----|
| Posudek | N _{EP,d} | 288 | < | n*P _{Rd} | 327 | kN |
|---------|-------------------|-----|---|-------------------|-----|----|

VYHOVUJE

15.7.10 Posouzení spřažení v MSP

Návrh spřažení v MSP - podle ČSN EN 1994-2 čl. 6.8.1, odst (2)

| | | | |
|----------------------------|-------|------|---|
| Součinitel posouzení v MSP | k_s | 0.75 | - |
|----------------------------|-------|------|---|

Krajní pole - max Ved

| | | | |
|---|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2109 | mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d}=t_{f2}+h_w+t_{f1}+H_h+(t_c/2)$ | 2430 | mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d=b_{ci} \cdot t_c$ | 315714 | mm ² |
| Statický moment ŽB desky | $\Delta S_d=A_d \cdot (C_{z,d}-C_{zi})$ | 1.01E+08 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.08E+11 | mm ⁴ |
| Celková posouvací síla (MSP - char.) | V_{Ed} | 2949 | kN |
| Posouvací síla přenášející pouze OK (char.) | $V_{Ed,OK}$ | 763 | kN |
| Posouvací síla pro spřažený průřez | $V_{Ed,i}=V_{Ed}-V_{Ed,OK}$ | 2186 | kN |
| Podélná posouvací síla | $V_{i,Ed}=(V_{Ed,i} \cdot \Delta S_d)/I_{yi}$ | 1062 | kN/m |

| | | | |
|---------------------------|-----|-----|----|
| Počet trnů v příčném řezu | n | 5 | ks |
| Rozteč trnů | e | 200 | mm |

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----|----|
| Síla působící na koncovou řadu trnů | $N_{EP,k}=V_{i,Ed} \cdot e$ | 212 | kN |
| Smyková síla působící na jeden trn | $N_{EP,k,1}=N_{EP,k}/n$ | 42 | kN |

| | | | | | | |
|---------|--------------|----|---|--------------------|----|----|
| Posudek | $N_{EP,k,1}$ | 42 | < | $k_s \cdot P_{Rd}$ | 49 | kN |
|---------|--------------|----|---|--------------------|----|----|

VYHOVUJE

15.7.11 Únavové posouzení mezi spodní pásnicí a svislou výztuhou

Bezpečná životnost - důsledky porušení mírné

| | | | |
|-----------------------------------|---------------|------|---|
| Součinitel zatížení při únavě | γ_{Ff} | 1.0 | - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | γ_{Mf} | 1.15 | - |

| | | | |
|------------------------|-------|----|---|
| Rozpětí krajního pole | L_1 | 33 | m |
| Rozpětí středního pole | L_2 | 40 | m |

| | | | |
|--|-------------|----------|----------|
| Směrný počet nákladních vozidel v pravém pruhu | $N_{obs,p}$ | 2.00E+06 | voz./rok |
|--|-------------|----------|----------|

| | | | |
|----------------------------------|------------------|----|-----|
| Maximální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,max}$ | 17 | MPa |
| Minimální napětí v dolní pásnici | $\sigma_{d,min}$ | -2 | Mpa |
| Rozkmit napětí | $\Delta\sigma_d$ | 19 | MPa |

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | | |
|--|---|------|---|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1=2.55-0.7 \cdot (L_1-10)/70$ | 2.32 | - |
| Faktor objemu dopravy (2.0*10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 | - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 | - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 | - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda=\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4$ | 1.28 | - |
| | λ_{max} | 2.0 | - |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|----------------------------------|---|----|-----|
| Návrhový rozkmit v dolní pásnici | $\Delta\sigma_{E,d}=\lambda \cdot \Delta\sigma_d$ | 24 | MPa |
|----------------------------------|---|----|-----|

Detail - místo připojení svislé výztuhy k pásnici

| | | |
|----------------------------|------------------|--------|
| Kategorie detailu | 7 - | |
| Referenční únavová pevnost | $\Delta\sigma_C$ | 80 MPa |

Posudek na únavu v dolní pásnici

| | | |
|---|--------|---|
| $\gamma_{Ft} \cdot \gamma_{Mf} \cdot (\Delta\sigma_{E,d} / \Delta\sigma_C)$ | 0.35 < | 1 |
| VYHOVUJE | | |

15.7.12 Únavové posouzení krčních svarů

Bezpečná životnost - důsledky porušení závažné

| | | |
|-----------------------------------|---------------|--------|
| Součinitel zatížení při únavě | γ_{Ft} | 1.0 - |
| Dílčí součinitel únavové pevnosti | γ_{Mf} | 1.35 - |

| | | |
|-----------------------|----------|------|
| Efektivní šířka svaru | a_{we} | 5 mm |
|-----------------------|----------|------|

| | | |
|--------------------------|---|---------|
| Maximální posouvací síla | $V_{Ed,max}$ | 62 kN |
| Minimální posouvací síla | $V_{Ed,min}$ | -496 kN |
| Rozkmit posouvací síly | $\Delta V_{Ed} = V_{Ed,max} - V_{Ed,min}$ | 558 kN |

Stanovení návrhového rozkmitu

| | | |
|--|---|--------|
| Faktor účinku dopravy | $\lambda_1 = 2.55 - 0.7 \cdot (0.4 \cdot L_1 - 10) /$ | 2.5 - |
| Faktor objemu dopravy (2.0 * 10 ⁶ voz/rok, 20t) | λ_2 | 0.55 - |
| Faktor návrhové životnosti mostu (100let) | λ_3 | 1.0 - |
| Faktor dopravy v ost. pruzích (1 pr. těžkých voz.) | λ_4 | 1.0 - |
| Návrhový rozkmit | $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4$ | 1.38 - |
| | λ_{max} | 2.0 - |

Horní pásnice

| | | |
|---|---|--------------------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2109 mm |
| Těžiště ŽB desky od s.v. | $C_{z,d} = t_{f2} + h_w + t_{f1} + H_h + (t_c / 2)$ | 2430 mm |
| Plocha ŽB desky | $A_d = b_{ci} \cdot t_c$ | 315714 mm ² |
| Těžiště ŽB desky a horní pásnice od s.v. | $C_{z,d,f1} = (A_{f1} \cdot C_{z,f1} + A_d \cdot C_{z,d}) / A_{d,f1}$ | 2421 mm |
| Plocha ŽB desky a horní pásnice | $A_{d,f1} = A_{f1} + A_d$ | 324714 mm ² |
| Statický moment ŽB desky a horní pásnice | $\Delta S_{I,f1} = A_{d,f1} \cdot (C_{z,d,f1} - C_{zi})$ | 1.01E+08 mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.08E+11 mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{I,max} = (V_{Ed,max} \cdot \Delta S_{I,f1}) / I_{yi}$ | 30 kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{I,min} = (V_{Ed,min} \cdot \Delta S_{I,f1}) / I_{yi}$ | -241 kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $T_{max} = V_{I,Ed,max} / (2 \cdot a_{we})$ | 3 MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $T_{min} = V_{I,Ed,min} / (2 \cdot a_{we})$ | -24 MPa |
| Rozkmit smykového napětí | $\Delta T = T_{max} - T_{min}$ | 27 MPa |

Návrhový rozkmit

| | | |
|---------------------------|---------------------------------------|--------|
| Návrhový rozkmit ve svaru | $\Delta T_E = \lambda \cdot \Delta T$ | 37 MPa |
|---------------------------|---------------------------------------|--------|

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | |
|----------------------------|--------------|---------|
| Kategorie detailu | 2 - | |
| Referenční únavová pevnost | ΔT_C | 125 MPa |

Posudek ve svaru mezi stojinou a horní pásnicí

| | | |
|---|--------|---|
| $\gamma_{Ft} \cdot \gamma_{Mf} \cdot (\Delta T_E / \Delta T_C)$ | 0.40 < | 1 |
| VYHOVUJE | | |

Dolní pásnice

| | | | |
|--|---|----------|-----------------|
| Těžiště ekv. spřaženého průřezu od s.v. | C_{zi} | 2109 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z,f2}=t_{f2}/2$ | 15 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2} * t_{f2}$ | 22500 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice spřaž. průřezu | $\Delta S_{l,f2}=A_{f2} * (C_{zi}-C_{z,f2})$ | 4.71E+07 | mm ³ |
| Moment setrvačnosti ekv. spřaženého průřezu | I_{yi} | 2.08E+11 | mm ⁴ |
| Maximální podélná posouvací síla | $V_{l,max}=(V_{Ed,max} * \Delta S_{l,f2})/I_{yi}$ | 14 | kN/m |
| Minimální podélná posouvací síla | $V_{l,min}=(V_{Ed,min} * \Delta S_{l,f2})/I_{yi}$ | -112 | kN/m |
| Maximální smykové napětí ve svaru | $\tau_{max}=V_{l,Ed,max}/(2 * a_{we})$ | 1 | MPa |
| Minimální smykové napětí ve svaru | $\tau_{min}=V_{l,Ed,min}/(2 * a_{we})$ | -11 | MPa |
| Rozkmit smykového napětí | $\Delta \tau = \tau_{max} - \tau_{min}$ | 13 | MPa |

Návrhový rozkmit

| | | | |
|---------------------------|---|----|-----|
| Návrhový rozkmit ve svaru | $\Delta \tau_E = \lambda * \Delta \tau$ | 17 | MPa |
|---------------------------|---|----|-----|

Detail - krční svar mezi pásnicí a stojinou

| | | | |
|----------------------------|-----------------|-----|-----|
| Kategorie detailu | | 2 | - |
| Referenční únavová pevnost | $\Delta \tau_C$ | 125 | MPa |

Posudek ve svaru mezi stojinou a dolní pásnicí

| | | | |
|---|------|---|----------|
| $\gamma_{Fi} * \gamma_{Mf} * (\Delta \tau_E / \Delta \tau_C)$ | 0.19 | < | 1 |
| | | | VYHOVUJE |

15.7.13 Únosnost stěny nad ložiskem

Dvě příčné výztuhy tl. 20 mm

| | | | |
|---|--|------|----|
| Výška stojiny | h_w | 1750 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 25 | mm |
| Tloušťka výztuhy | t_{vyz} | 20 | mm |
| Šířka výztuhy | s_{vyz} | 200 | mm |
| Vliv materiálu | $\epsilon = (235 \text{ MPa} / f_{y,k})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 3000 | mm |
| Část stěny započítaná do spolupůsobení s výztuhou | $b = 30 * \epsilon * t_w + t_{vyz}$ | 630 | mm |

| | | | |
|--|---|-----------|-----------------|
| Modul pružnosti oceli | E_a | 210000 | MPa |
| Mez kluzu oceli (charakt. hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,k}$ | 355 | MPa |
| Moment setrvačnosti výztuhy | $I_{y,vyz} = (1/12) * t_{vyz} * (2 * s_{vyz} + t_w)^3$ | 1.28E+08 | mm ³ |
| Plocha výztuhy | $A_{vyz} = b * t_w + 2 * t_{vyz} * s_{vyz}$ | 23755 | mm ² |
| poloměr setrvačnosti | $i = (I_{y,vyz} / A_{vyz})^{0.5}$ | 73.39 | mm |
| Vzpěrná délka výztuhy | L_{crit} | 1124 | mm |
| Štíhlost výztuhy | $\lambda = L_{crit} / i$ | 15.3 | - |
| Relativní štíhlost výztuhy | $\lambda' = \lambda / (93.9 * \epsilon)$ | 0.2 | - |
| faktor imperfekce | křivka α | c 0.49 | - |
| Součinitel vzpěrnosti | $\Phi = 0.5 * (1 + \alpha * (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2)$ | 0.52 | - |
| Výpočtový součinitel vzpěrnosti | $\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda'^2)^{0.5})$ | 1.000 | - |
| Maximální reakce nad ložiskem | R_{Ed} | 4526 | kN |
| Únosnost výztuhy | $N_{b,Rd} = \chi_{vyp} * A_{vyz} * f_{y,k} / \gamma_{Mf}$ | 7665 | > 4526 kN |

VYHOVUJE

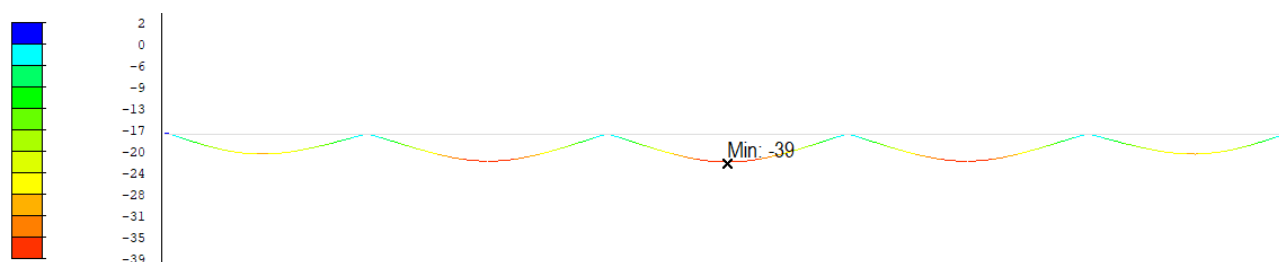
16. Posouzení hlavní nosné konstrukce – MSP

16.1 MSP – omezení napětí

Vzhledem k tomu, že hlavní nosná konstrukce byla posouzena v MSÚ dle teorie pružnosti lze konstatovat, že hlavní nosníky z hlediska ověření napjatosti bezpečně vyhoví i v MSP. Důkazem je průběh vnitřních sil pro charakteristickou kombinaci MSP v kap.14.

16.2 MSP – posouzení deformací

V rámci této podkapitoly byly posouzeny svislé deformace hlavních nosníků. Deformace byly posouzeny za použití charakteristických hodnot zatížení modelu LM1 a limitního průhybu závislého na rozpětí pole mostu.



Obr. 87 - svislá deformace Δz (mm) - model LM1

Krajní pole

| | | | |
|------------------------|----------------|-------|----|
| Rozpětí | L | 33000 | mm |
| Průhyb od LM1 | δ | 28 | mm |
| Limitní průhyb (L/300) | δ_{lim} | 110 | mm |

| | | | | | | |
|---------|----------|----|---|----------------|-----|----|
| Posudek | δ | 28 | < | δ_{lim} | 110 | mm |
|---------|----------|----|---|----------------|-----|----|

VYHOVUJE

Střední pole

| | | | |
|------------------------|----------------|-------|----|
| Rozpětí | L | 40000 | mm |
| Průhyb od LM1 | δ | 39 | mm |
| Limitní průhyb (L/300) | δ_{lim} | 133 | mm |

| | | | | | | |
|---------|----------|----|---|----------------|-----|----|
| Posudek | δ | 39 | < | δ_{lim} | 133 | mm |
|---------|----------|----|---|----------------|-----|----|

VYHOVUJE

17. Posouzení příčníků

Opěrový příčník byl navržen na účinky ohybového momentu při možném nerovnoměrném zvednutí konstrukce mostu o 50 mm během výměny ložisek. Nerovnoměrné zvedání bylo uvažováno jako přídatných 30% k síle působící pod lisem. Síla působící pod lisem byla stanovena jako návrhová hodnota reakce od stálého a ostatního stálého zatížení.

Pilířový příčník neslouží ke zvedání mostu při výměně ložisek. Lisy budou umístěny pod dolní pásnice hlavních nosníků z obou stran od osy uložení nad pilířem. V těchto místech byly navrženy dodatečné oboustranné svislé výztuhy.

17.1 Opěrový příčník

17.1.1 Dimenze ocelového nosníku

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| Šířka horní pásnice | b_{f1} | 500 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t_{f1} | 30 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b_{f2} | 500 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t_{f2} | 30 | mm |
| Výška stojiny | h_w | 940 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Výška ocelového nosníku | h | 1000 | mm |
| Plocha ocelového průřezu | A_a | 48800 | mm ² |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 500 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 8.44E+09 | mm ⁴ |
| Statický moment horní pásnice | ΔS_{f1} | 7.28E+06 | mm ³ |
| Statický moment dolní pásnice | ΔS_{f2} | 7.28E+06 | mm ³ |

17.1.2 Zatížení

| | | | |
|---|-------------------------|------|-----|
| Svislá reakce o stálého a ost. stálého zatížení | V_{Ed} | 1758 | kN |
| Svislá reakce při nerovnoměrném zvedání | $V_{Ed.1}$ | 2285 | kN |
| Vzdálenost lisu od hlavního nosníku | d | 0,7 | m |
| Návrhový ohybový moment | $M_{ed}=V_{Ed} \cdot d$ | 1600 | kNm |

17.1.3 Posouzení na smyk

| | | | |
|--------------------------------|---------------|-------|-----------------|
| Výška stěny | h_w | 940 | mm |
| Tloušťka stěny | t_w | 20 | mm |
| Plocha stěny | A_w | 18800 | mm ² |
| Charakteristická pevnost oceli | $f_{y,k}$ | 355 | MPa |
| Součinitel spolehlivosti oceli | γ_{ma} | 1 | - |
| Návrhová pevnost oceli | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Vliv materiálu | ϵ | 0,81 | - |
| Vliv materiálu | η | 1,2 | - |

| | | | |
|---|-----------|----|---|
| Štíhlostní poměr | h_w/t_w | 47 | - |
| Limitní štíhlostní poměr pro 2. třídu průřezu | h_w/t_w | 68 | - |
| Posouzení stěny s vlivem boulení | | NE | - |

| | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|----------|----|
| Návrhová posouvací síla | | 2285 | kN |
| Plastická smyková únosnost | $V_{pl.Rd}=(A_w*f_{y,d})/3^{0.5}$ | 3853 | kN |
| Využití | $V_{Ed}/V_{pl.Rd}$ | 59 | % |
| Posudek | | VYHOVUJE | |
| Splněno kritérium malého smyku? | $V_{Ed}/V_{pl.Rd} < 0.5$ | NE | - |

17.1.4 Interakce smykového a normálového napětí

Horní část stojiny

| | | | |
|--------------------------------------|--|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 500 | mm |
| Těžiště horní pásnice od s.v. | $C_{z.f1}=t_{f2}+h_w+(t_{f1}/2)$ | 985 | mm |
| Plocha horní pásnice | $A_{f1}=b_{f1}*t_{f1}$ | 15000 | mm ² |
| Statický moment horní pásnice | $\Delta S_{f1}=A_{f1}*(C_{z.f1}-C_z)$ | 7,28E+06 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 8,44E+09 | mm ⁴ |
| Návrhová posouvající síla | $V_{Ed.1}$ | 2285 | kN |
| Smykové napětí v horní části stojiny | $\tau_{wt}=(V_{Ed.1}*\Delta S_{f1})/(I_y*t_w)$ | 98 | MPa |

| | | | |
|---|---|-----|-----|
| Smykové napětí v horní části stojiny | τ_{wt} | 98 | MPa |
| Normálové napětí v horní části stojiny | $\sigma_{w.t}$ | 95 | MPa |
| Mez kluzu oceli tl. <= 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny | $\sigma=(\sigma_{w.t}^2+3*\tau_{wt,tot}^2)^{0.5}$ | 195 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 195 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

Dolní část stojiny

| | | | |
|--------------------------------------|--|----------|-----------------|
| Těžiště ocelového nosníku od s.v. | C_z | 500 | mm |
| Těžiště dolní pásnice od s.v. | $C_{z.f2}=t_{f2}/2$ | 15 | mm |
| Plocha dolní pásnice | $A_{f2}=b_{f2}*t_{f2}$ | 15000 | mm ² |
| Statický moment dolní pásnice | $\Delta S_{f2}=A_{f2}*(C_z-C_{z.f2})$ | 7,28E+06 | mm ³ |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Moment setvačnosti ocelového nosníku | I_y | 8,44E+09 | mm ⁴ |
| Návrhová posouvající síla | $V_{Ed.1}$ | 2285 | kN |
| Smykové napětí v dolní části stojiny | $\tau_{wb}=(V_{Ed.1}*\Delta S_{f2})/(I_y*t_w)$ | 98 | MPa |

| | | | |
|---|---|-----|-----|
| Smykové napětí v horní části stojiny | τ_{wt} | 98 | MPa |
| Normálové napětí v horní části stojiny | $\sigma_{w.t}$ | -95 | MPa |
| Mez kluzu oceli tl. <= 40 mm | $f_{y,d}$ | 355 | MPa |
| Srovnávací napětí v horní části stojiny | $\sigma=(\sigma_{w.t}^2+3*\tau_{wt,tot}^2)^{0.5}$ | 195 | MPa |

| | | | | | |
|---|----------|-----|---|-----|-----|
| Posudek - Misesova plasticitní podmínka | σ | 195 | < | 355 | MPa |
|---|----------|-----|---|-----|-----|

VYHOVUJE

17.1.5 Posouzení na ohyb – bez vlivu klopení

| | | | |
|---------------------------------------|------------------|----------|-----------------|
| Výška ocelového nosníku | h | 1000 | mm |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C _z | 500 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I _y | 8,44E+09 | mm ⁴ |
| Charakteristická pevnost oceli | f _{y,k} | 355 | MPa |
| Součinitel spolehlivosti oceli | γ _{ma} | 1 | - |
| Návrhová pevnost oceli | f _{y,d} | 355 | MPa |
| Návrhový ohybový moment | M _{Ed} | 1600 | kNm |

| | | | |
|------------------------|-------------------|----------|-----|
| Napětí v horní pásnici | σ _{Ed,h} | 95 | MPa |
| Využití | | 27 | % |
| Posudek | | VYHOVUJE | |
| Napětí v dolní pásnici | σ _{Ed,d} | -95 | MPa |
| Využití | | 27 | % |
| Posudek | | VYHOVUJE | |

17.1.6 Vliv klopení

Metoda posouzení z Teknisk Ståbi, Nyt Tek-nisk Forlag, 19. ed., 2007. [16]

| | | | |
|-------------------------------|-----------------|-----|----|
| Šířka horní pásnice | b _{f1} | 500 | mm |
| Tloušťka horní pásnice | t _{f1} | 30 | mm |
| Šířka dolní pásnice | b _{f2} | 500 | mm |
| Tloušťka dolní pásnice | t _{f2} | 30 | mm |
| Výška stojiny | h _w | 940 | mm |
| Výška mezi střednicemi pásnic | h | 970 | mm |
| Tloušťka stojiny | t _w | 20 | mm |

| | | | |
|---|------------------|----------|-----------------|
| Moment setrvačnosti horní pásnice | I _{zf1} | 3,13E+08 | mm ⁴ |
| Moment setrvačnosti horní pásnice | I _{zf2} | 3,13E+08 | mm ⁴ |
| Moment setrvačnosti stojiny | I _{zw} | 6,27E+05 | mm ⁴ |
| Moment setrvačnosti nosníku kolem osy z | I _z | 6,26E+08 | mm ⁴ |

| | | | |
|-------------------------------|----------------|--------|-----|
| Modul pružnosti oceli | E _a | 210000 | MPa |
| Poissonova konstanta | ν | 0,3 | - |
| Smykový modul pružnosti oceli | G | 80769 | MPa |
| Délka příčnicku mezi lisy | L | 5100 | mm |

| | | | |
|-------------------|---|----------|-----------------|
| Warping stiffness | $I_w = (I_{zf1} * I_{zf2}) / (I_{zf1} + I_{zf2}) * h^2$ | 1,47E+14 | mm ⁶ |
| Tuhost v kroucení | $I_v = 1/3 * b_{f1} * t_{f1}^3 + 1/3 * b_{f2} * t_{f2}^3 + 1/3 * h_w * t_w^3$ | 1,15E+07 | mm ⁴ |
| Parametr kroucení | $kl = (G * I_v * L^2 / E * I_w)^{0.5}$ | 0,88 | - |

| Typ posudku | | Case 1 - volné klopení | |
|---------------------------|--|------------------------|-----------------|
| Poměr koncových momentů | μ | 1 | - |
| Koeficient klopení | $m_1=(9.22-4.29*\mu)*(1+(kl/\pi)^2)^{0.5}$ | 5,1 | - |
| Kritický elastický moment | $M_{cr}=m_1*(E*I_z/L^2)*h$ | 25095 | kNm |
| Návrhová pevnost oceli | f_y | 355 | MPa |
| Elastický modul průřezu | $W_y=I_y/C_z$ | 1,69E+07 | mm ³ |
| křivka klopení | | c | - |
| Faktor imperfekce | α_{LT} | 0,49 | - |

Redukční faktor klopení

| | | |
|--|------|---|
| $\lambda'_{LT}=(W_y*f_y/M_{cr})^{0.5}$ | 0,49 | - |
| $\Phi_{LT}=0.5*[1+\alpha*(\lambda'_{LT}-0.2)+\lambda'^2_{LT}]$ | 0,69 | - |
| $\chi_{LT}=1/(\Phi_{LT}+(\Phi_{LT}^2-\lambda'^2_{LT})^{0.5})$ | 0,85 | - |

17.1.7 Posouzení na ohyb – s vlivem klopení

| | | | |
|---|-------------------------------|----------|-----------------|
| Výška ocelového nosníku | h | 1000 | mm |
| Těžiště ocelového průřezu od s.v. | C_z | 500 | mm |
| Moment setrvačnosti ocelového nosníku | I_y | 8,44E+09 | mm ⁴ |
| Charakteristická pevnost oceli s vlivem klopení | $f_{y,kLT}=f_{y,k}*\chi_{LT}$ | 301 | MPa |
| Součinitel spolehlivosti oceli | γ_{ma} | 1 | - |
| Návrhová pevnost oceli s vlivem klopení | $f_{y,d}$ | 301 | MPa |
| Návrhový ohybový moment | M_{Ed} | 1600 | kNm |

| | | | |
|------------------------|-----------------|----------|-----|
| Napětí v horní pásnici | $\sigma_{Ed,h}$ | 95 | MPa |
| Využití | | 31 | % |
| Posudek | | VYHOVUJE | |
| Napětí v dolní pásnici | $\sigma_{Ed,d}$ | -95 | MPa |
| Využití | | 31 | % |
| Posudek | | VYHOVUJE | |

17.1.8 Únosnost svislé výztuhy nad lisem

Dvě příčné výztuhy tl. 20 mm

| | | | |
|--|--|------|----|
| Výška stojiny | h_w | 940 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 20 | mm |
| Tloušťka výztuhy | t_{vyz} | 16 | mm |
| Šířka výztuhy | s_{vyz} | 220 | mm |
| Vliv materiálu | $\epsilon=(235\text{MPa}/f_{y,k})^{0.5}$ | 0,81 | - |
| Část stěny započítaná do spolupús. s výzt. | $b=30*\epsilon*t_w+t_{vyz}$ | 504 | mm |

| | | | |
|----------------------------------|---|-----------|-----------------|
| Modul pružnosti oceli | E_a | 210000 | MPa |
| Mez kluzu oceli tl. ≤ 40 mm | $f_{y,k}$ | 355 | MPa |
| Moment setrvačnosti výztuhy | $I_{y,vyz} = (1/12) * t_{vyz} * (2 * s_{vyz} + t_w)^3$ | 1,30E+08 | mm ³ |
| Plocha výztuhy | $A_{vyz} = b * t_w + 2 * t_{vyz} * s_{vyz}$ | 17123 | mm ² |
| poloměr setrvačnosti | $i = (I_{y,vyz} / A_{vyz})^{0.5}$ | 87,06 | mm |
| Vzpěrná délka výztuhy | L_{crit} | 940 | mm |
| Štíhlost výztuhy | $\lambda = L_{crit} / i$ | 10,8 | - |
| Relativní štíhlost výztuhy | $\lambda' = \lambda / (93.9 * \epsilon)$ | 0,1 | - |
| faktor imperfekce | křivka α | c 0,49 | - |
| Součinitel vzpěrnosti | $\Phi = 0.5 * (1 + \alpha * (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2)$ | 0,50 | - |
| Výpočtový součinitel vzpěrnosti | $\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda'^2)^{0.5})$ | 1,030 | - |
| Reakce nad lisem | R_{Ed} | 2285 | kN |
| Únosnost výztuhy | $N_{b,Rd} = \chi_{vyp} * A_{vyz} * f_{y,k} / \gamma_{M1}$ | 5526 | > |

VYHOVUJE

17.2 Pilířový příčník

17.2.1 Posouzení výztuh pod lisy

Dvě příčné výztuhy tl. 20 mm

| | | | |
|---|---|-----------|-----------------|
| Výška stojiny | h_w | 2050 | mm |
| Tloušťka stojiny | t_w | 30 | mm |
| Tloušťka výztuhy | t_{vyz} | 20 | mm |
| Šířka výztuhy | s_{vyz} | 250 | mm |
| Vliv materiálu | $\varepsilon=(235\text{MPa}/f_{y,k})^{0.5}$ | 0.81 | - |
| Vzdálenost příčných výztuh | a | 4000 | mm |
| Část stěny započítaná do spolupús. s výzt. | $b=30*\varepsilon*t_w+t_{vyz}$ | 752 | mm |
| Modul pružnosti oceli | E_a | 210000 | MPa |
| Mez kluzu oceli (charakt. hodnota) tl. ≤ 40 mm | $f_{y,k}$ | 355 | MPa |
| Moment setrvačnosti výztuhy | $I_{y,vyz}=(1/12)*t_{vyz}*(2*s_{vyz}+t_w)^3$ | 2.48E+08 | mm ³ |
| Plocha výztuhy | $A_{vyz}=b*t_w+2*t_{vyz}*s_{vyz}$ | 32568 | mm ² |
| poloměr setrvačnosti | $i=(I_{y,vyz}/A_{vyz})^{0.5}$ | 87.29 | mm |
| Vzpěrná délka výztuhy | L_{crit} | 2050 | mm |
| Štíhlost výztuhy | $\lambda=L_{crit}/i$ | 23.5 | - |
| Relativní štíhlost výztuhy | $\lambda'=\lambda/(93.9*\varepsilon)$ | 0.3 | - |
| faktor imperfekce | křivka α | c 0.49 | - |
| Součinitel vzpěrnosti | $\Phi=0.5*(1+\alpha*(\lambda'-0.2)+\lambda'^2)$ | 0.57 | - |
| Výpočtový součinitel vzpěrnosti | $\chi=1/(\Phi+(\Phi^2-\lambda'^2)^{0.5})$ | 0.945 | - |
| Svislá reakce od stálého a ost. stálého zatížení | R_{Ed} | 5293 | kN |
| Síla přenášená lisem při zvedání *1.3 | $(R_{Ed}/2)*1.3$ | 3440 | kN |
| Únosnost výztuhy | $N_{b,Rd}=\chi_{vyp}*A_{vyz}*f_{y,k}/\gamma_{M1}$ | 9936 | > 3440 kN |

VYHOVUJE

18. Železobetonová spřažená deska

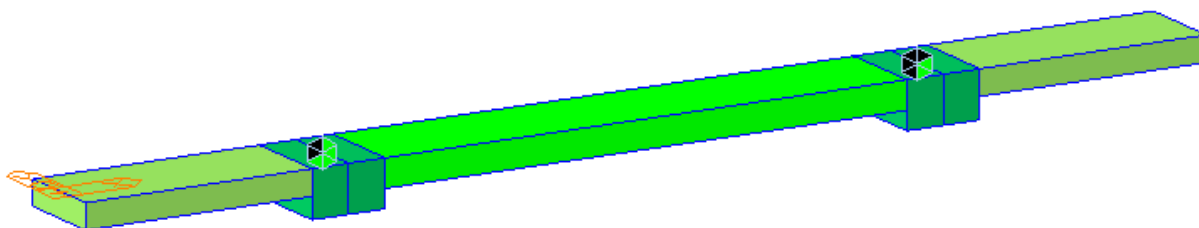
18.1 Podélný směr

Posudek železobetonové desky v podélném směru byl proveden v rámci posouzení hlavní nosné konstrukce v kap. 15. Deska byla posouzena na namáhání tlakem v oblasti kladného ohybového momentu a výztuž v desce byla posouzena na namáhání tahem v oblasti záporného ohybového momentu.

18.2 Příčný směr

18.2.1 Výpočetní model

Pro návrh desky v příčném směru byl vytvořen prutový 2D model v programu Midas Civil. Geometrie desky byla zjednodušena v místě náběhů nad hlavními nosníky přepočítáním šikmých náběhů na průřez obdélníkového tvaru. Staticky se jedná o prostě uložený nosník s převislými konci.



Obr. 88 - model ŽB desky v příčném směru v programu Midas Civil

V modelu byly použity 3 rozměry průřezů:

- ŽB deska tl. 300 mm, šířka 1000 mm (střední pole)
- ŽB deska tl. 500 mm, šířka 1000 mm (podpory)
- ŽB deska tl. 270 mm, šířka 1000 mm (převislé konce)

18.2.2 Materiály v modelu

Tabulka 47 - materiály uvažované v modelu

| ID | Druh materiálu | Třída | Modul pružnosti | Objemová tíha | Souč. tepelné roztažnosti | Typ materiálu |
|----|----------------|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
| | - | - | E (N/mm ²) | γ (N/mm ³) | α (1/[C]) | - |
| 3 | Beton | C35/45 | 34000 | 25 | 0.00001 | Isotropic |

18.2.3 Stálé zatížení

Pro návrh výztuže bylo uvažováno se zatížením od vlastní tíhy ŽB desky (vypočítána automaticky modelem) a se zatížením od ostatního stálého zatížení (betonové římsy, vozovka, zábradlí, svodila, protihluková stěna). Zatížení bylo v modelu umístěno dle skutečné půdorysné pozice v příčném směru desky.

Tabulka 48 - zatížení od betonových říms

Betonové římsy

| | | | |
|--|------------|-------|-------------------|
| Objemová tíha betonu | γ_c | 25 | kN/m ³ |
| Plocha menší římsy | A_1 | 0.295 | m ² |
| Plocha větší římsy | A_2 | 0.465 | m ² |
| Charakteristické zatížení - menší římsa | $g_{k.1}$ | 7.38 | kN/m |
| Charakteristické zatížení - větší římsa | $g_{k.2}$ | 11.63 | kN/m |
| Návrhové zatížení - menší římsa (na 1 m) | $g_{d.1}$ | 10.0 | kN |
| Návrhové zatížení - větší římsa (na 1 m) | $g_{d.2}$ | 15.7 | kN |

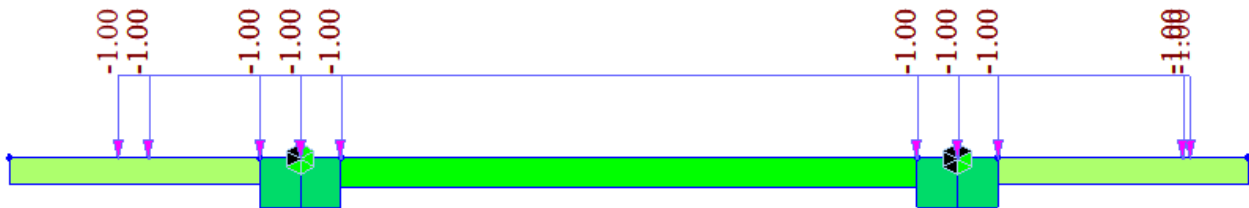


Obr. 89 - zatížení od betonových říms v modelu

Tabulka 49 - zatížení od vozovky

Vozovka

| | | | |
|----------------------------------|----------------|------|-------------------|
| Objemová tíha asfaltu | γ_{asf} | 25 | kN/m ³ |
| Uvažovaná šířka desky ve výpočtu | b | 1 | m |
| tloušťka vozovky | t | 0.08 | m |
| Charakteristické zatížení | $g_{k.4}$ | 1.0 | kN/m |
| Návrhové zatížení | $g_{d.4}$ | 1.4 | kN/m |

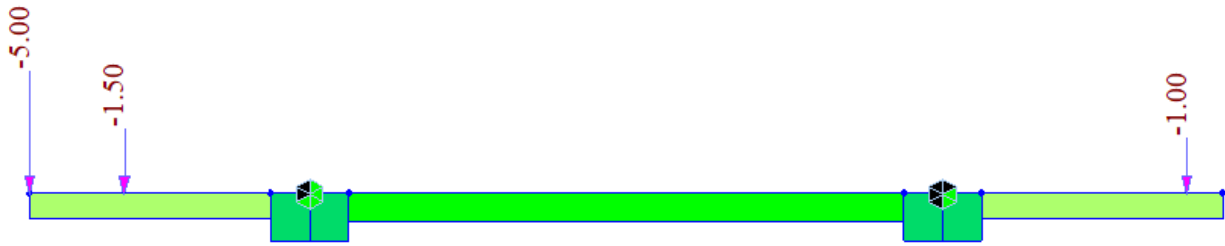


Obr. 90 - zatížení od vozovky v modelu

Tabulka 50 - zatížení od vybavení mostu

Vybavení (zábradlí, svodidla, protihluk. stěna)

| | | | |
|--|-----------|-----|----|
| Charakteristické zatížení svodidla + zábradlí (na 1 m) | $g_{k.6}$ | 1.5 | kN |
| Charakteristické zatížení svodidla (na 1 m) | $g_{k.7}$ | 1 | kN |
| Charakteristické zatížení protihluk stěna (na 1 m) | $g_{k.8}$ | 5 | kN |
| Návrhové zatížení svodidla + zábradlí (na 1 m) | $g_{d.6}$ | 2.0 | kN |
| Návrhové zatížení svodidla (na 1 m) | $g_{d.7}$ | 1.4 | kN |
| Návrhové zatížení protihluk stěna (na 1 m) | $g_{d.8}$ | 6.8 | kN |



Obr. 91 - zatížení od vybavení mostu v modelu

18.2.4 Proměnné zatížení

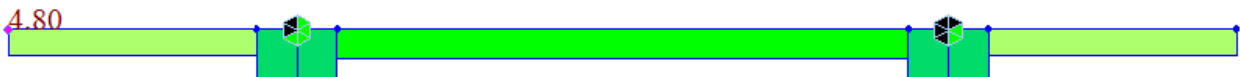
Jako proměnné zatížení bylo uvažováno příčné zatížení větrem, kdy vítr působí na protihlukovou stěnu. Výpočet zatížení větrem je uveden v kap.11.4.3. V modelu bylo zatížení nahrazeno osamělým momentem působícím na kraji konzoly.

Zatížení od teplotních změn nebylo uvažováno, protože jeho účinky nejsou v příčném směru desky významné.

Tabulka 51 - zatížení příčným větrem

Zatížení větrem na protihlukovou stěnu

| | | | |
|--|---------------------|-----|------|
| Spojité zatížení větrem po délce mostu | f_w | 2.8 | kN/m |
| Výška protihluk stěny | h | 3.0 | m |
| Rameno sil | r | 1.7 | m |
| Moment působící na kraji konzoly | $M_w=f_w \cdot h/2$ | 4.8 | kNm |



Obr. 92 - zatížení příčným větrem v modelu

18.2.5 Pohyblivé zatížení

Pro návrh výztuže železobetonové desky byl použit Model zatížení 1 (LM1). Pro zatížení od dvojnáprav modelu LM1 byla stanovena roznášecí půdorysná plocha na 1 m2 dle ČSN EN 1991-2 NA.2.39.

Hodnoty Modelu zatížení 1 (TS a UDL) byly stanoveny dle hodnot uvedených v kap. 11.3.1.

Tabulka 52 - přepočet zatížení od dvojnáprav na liniové zatížení

LM1 - Půdorysná náhradní plocha podle NA.2.39

| | | | |
|---------------------------|----------------------|------|----------------|
| Šířka pruhu č.1 | w_1 | 3 | m |
| Půdorysná náhradní plocha | $A_1=w_1 \cdot 4.5m$ | 13.5 | m ² |
| Šířka pruhu č.2 | w_2 | 3 | m |
| Půdorysná náhradní plocha | $A_2=w_2 \cdot 4.5m$ | 13.5 | m ² |
| Šířka pruhu č.3 | w_3 | 3 | m |
| Půdorysná náhradní plocha | $A_3=w_3 \cdot 4.5m$ | 13.5 | m ² |

Přepočet dvojnáprav v pruhu č.1 na půdorysnou plochu

| | | | |
|----------------------------------|------------------|-----|-------------------|
| Nápravové síly | $2 \cdot Q_{ik}$ | 600 | kN |
| Náhradní plošné zatížení | f_{Qik} | 44 | kN/m ² |
| Šířka uvažované části desky | b | 1 | m |
| Liniové zatížení v příčném směru | f_{Qik1m} | 44 | kN/m |

Přepočet dvojnáprav v pruhu č.2 na půdorysnou plochu

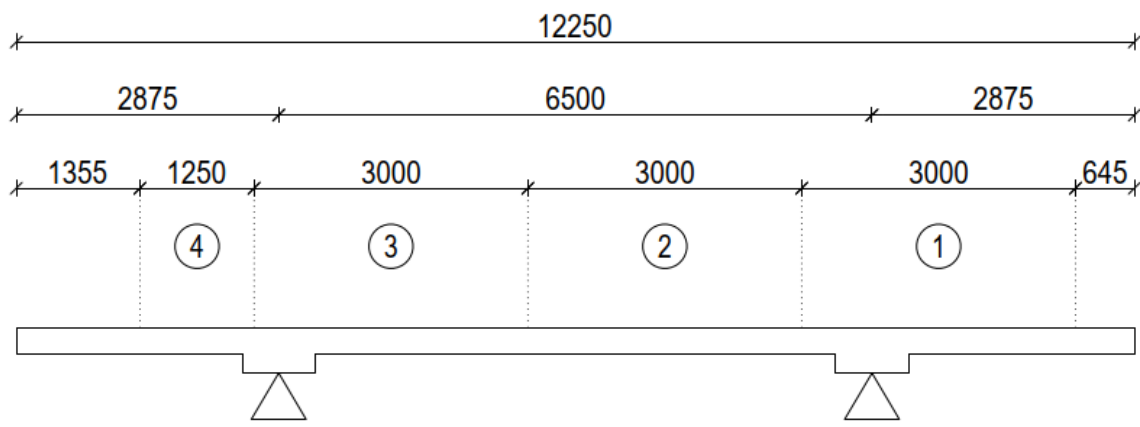
| | | | |
|----------------------------------|------------------|-----|-------------------|
| Nápravové síly | $2 \cdot Q_{ik}$ | 400 | kN |
| Náhradní plošné zatížení | f_{Qik} | 30 | kN/m ² |
| Šířka uvažované části desky | b | 1 | m |
| Liniové zatížení v příčném směru | f_{Qik1m} | 30 | kN/m |

Přepočet dvojnáprav v pruhu č.3 na půdorysnou plochu

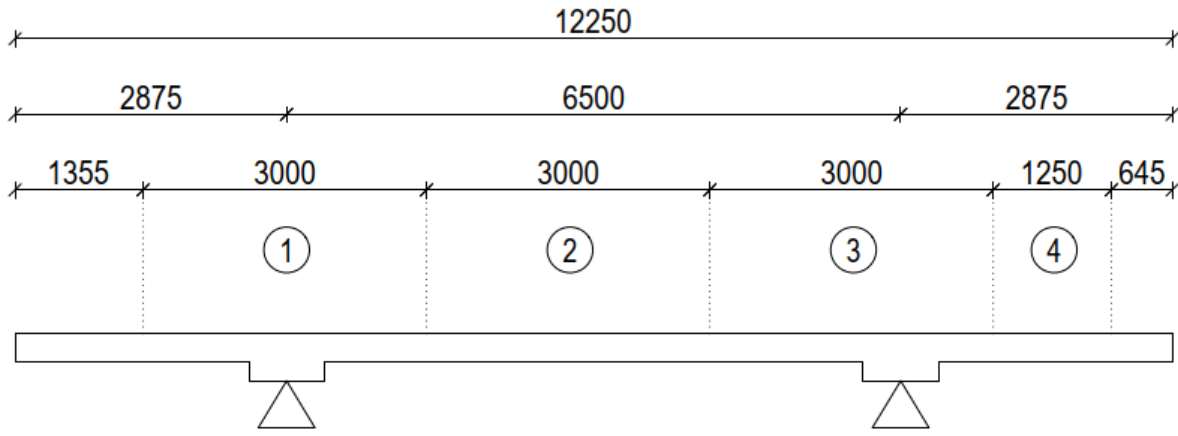
| | | | |
|----------------------------------|------------------|-----|-------------------|
| Nápravové síly | $2 \cdot Q_{ik}$ | 200 | kN |
| Náhradní plošné zatížení | f_{Qik} | 15 | kN/m ² |
| Šířka uvažované části desky | b | 1 | m |
| Liniové zatížení v příčném směru | f_{Qik1m} | 15 | kN/m |

18.2.6 Umístění zatěžovacích pruhů modelu LM1

Vzhledem k tomu, že nebylo možné dopředu určit v jaké uspořádání vyvolá zatížení od modelu LM1 extrémní účinky, byly zatěžovací pruhy namodelovány ve dvou variantách. V první variantě byl pruh č.1 umístěn u menší betonové římsy, ve druhé byl tento pruh umístěn u větší betonové římsy.



Obr. 93 - uspořádání zatěžovacích pruhů LM1 A - pruh č.1 u menší římsy



Obr. 94 - uspořádání zatěžovacích pruhů LM1 B - pruh č.1 u větší římsy

Méně příznivé účinky pro zkoumané průřezy byly vyvozeny pro uspořádání A, kdy byl pruh č.1 (pruh s největšími hodnotami zatížení) umístěn u menší římsy. Toto uspořádání bylo následně použito pro finální návrh.

18.2.7 Kombinace zatížení

Pro návrh výztuže byla zvolena kombinace MSÚ 6.10, kdy jako hlavní proměnné zatížení bylo zvoleno zatížení od dopravy. Součinitele zatížení byly stanoveny dle principů uvedených v kap. 12.

Zatížení od dopravy bylo ručně zadáno do kombinací tak, aby vyvodilo maximální účinky ve zkoumaném průřezu.

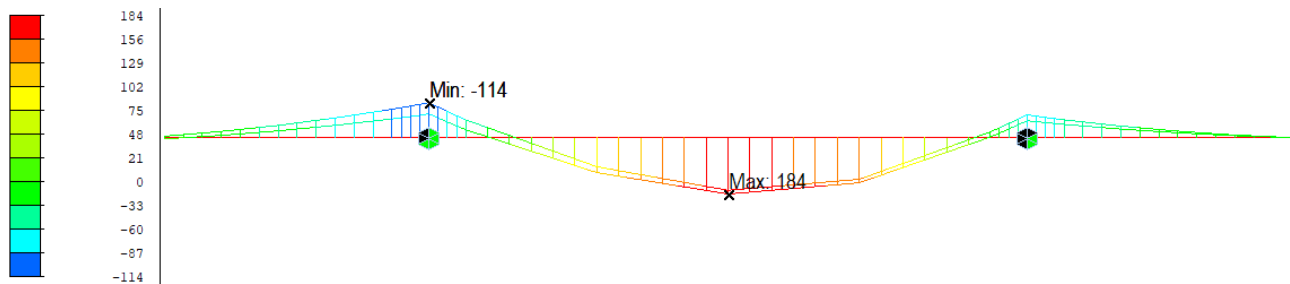
| NUM | NAME | ACTIVE | TYPE | LOADCASE(FACTOR) + | LOADCASE(FACTOR) + | LOADCASE(FACTOR) |
|-----|--------------------|--------|----------|---|--|---|
| 1 | Stálé_příznivé | Active | Add | Vlastni_tiha(1.000) + Vybaveni(1.000) | Vozovka(1.000) + | Rimsy(1.000) |
| 2 | Stálé_nepříznivé | Active | Add | Vlastni_tiha(1.350) + Vybaveni(1.350) | Vozovka(1.350) + | Rimsy(1.350) |
| 3 | Stálé_Obal | Active | Envelope | Stálé_příznivé(1.000) + | Stálé_nepříznivé(1.000) | |
| 4 | Vítr_opak | Active | Add | Vitr(-1.000) | | |
| 5 | Vítr_Obal | Active | Envelope | Vitr(1.000) + | Vítr_opak(1.000) | |
| 6 | MSU-6.10-M_podpora | Active | Add | Stálé_Obal(1.000) + TS-pruh_2(1.350) + UDL-pruh_2(3.240) + | Vítr_Obal(0.900) + TS-pruh_3(1.350) + UDL-pruh_3(1.620) + | TS-pruh_1(1.350) UDL-pruh_1(1.350) UDL-pruh_4(1.620) |
| 7 | MSU-6.10-M_pole | Active | Add | Stálé_Obal(1.000) + TS-pruh_3(1.350) + | Vítr_Obal(0.900) + UDL-pruh_2(3.240) + | TS-pruh_2(1.350) UDL-pruh_3(1.620) |

Obr. 95 - kombinace zatížení v programu Midas Civil – uspořádání A

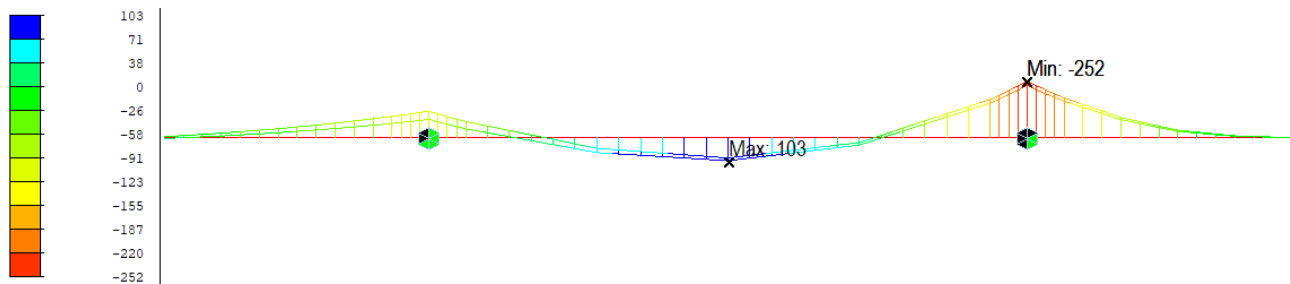
| NUM | NAME | ACTIVE | TYPE | LOADCASE(FACTOR) + | LOADCASE(FACTOR) + | LOADCASE(FACTOR) |
|-----|--------------------|--------|----------|---|--|---|
| 1 | Stálé_příznivé | Active | Add | Vlastni_tiha(1.000) + + + Vybaveni(1.000) | Vozovka(1.000) + | Rimsy(1.000) |
| 2 | Stálé_nepříznivé | Active | Add | Vlastni_tiha(1.350) + + + Vybaveni(1.350) | Vozovka(1.350) + | Rimsy(1.350) |
| 3 | Stálé_Obal | Active | Envelope | Stálé_příznivé(1.000) + | Stálé_nepříznivé(1.000) | |
| 4 | Vítr_opak | Active | Add | Vitr(-1.000) | | |
| 5 | Vítr_Obal | Active | Envelope | Vitr(1.000) + | Vítr_opak(1.000) | |
| 6 | MSU-6.10-M_podpora | Active | Add | Stálé_Obal(1.000) + + + TS-pruh_2(1.350) + + + UDL-pruh_2(3.240) + | Vítr_Obal(0.900) + + + TS-pruh_3(1.350) + + + UDL-pruh_3(1.620) + | TS-pruh_1(1.350) + + UDL-pruh_1(1.350) + + UDL-pruh_4(1.620) |
| 7 | MSU-6.10-M_pole | Active | Add | Stálé_Obal(1.000) + + + TS-pruh_3(1.350) + | Vítr_Obal(0.900) + + + UDL-pruh_2(3.240) + | TS-pruh_2(1.350) + + UDL-pruh_3(1.620) |

Obr. 96 - kombinace zatížení v programu Midas Civil - uspořádání B

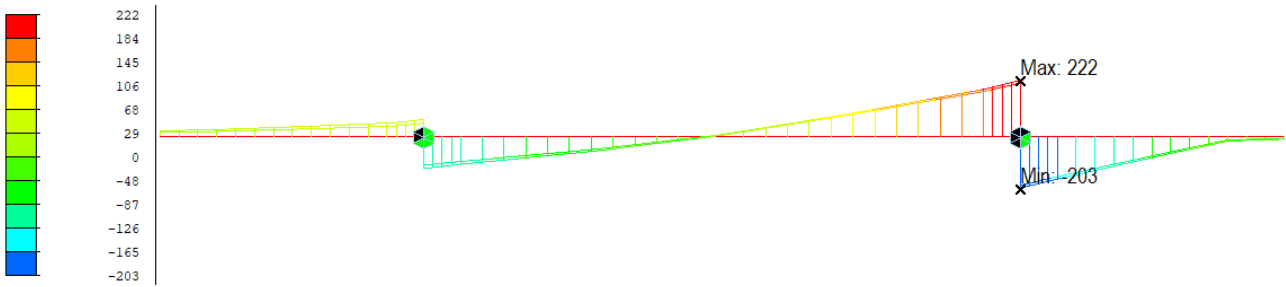
18.2.8 Vnitřní síly



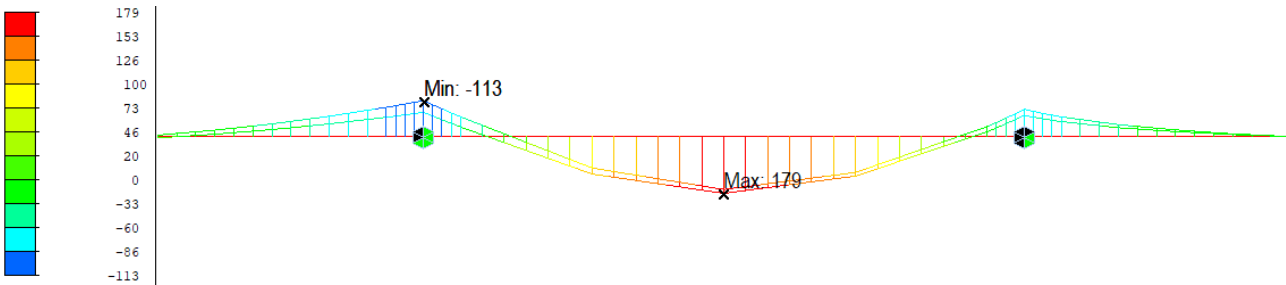
Obr. 97 - My (kNm) - uspořádání A – maximální moment v poli



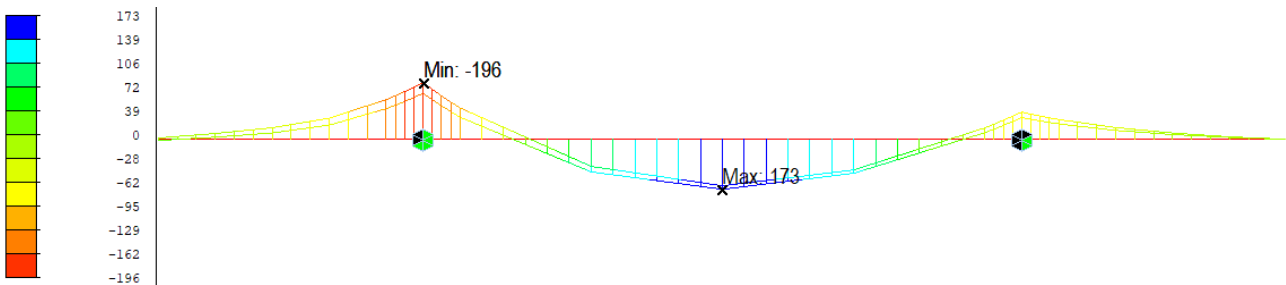
Obr. 98 - My (kNm) - uspořádání A – maximální moment nad podporou



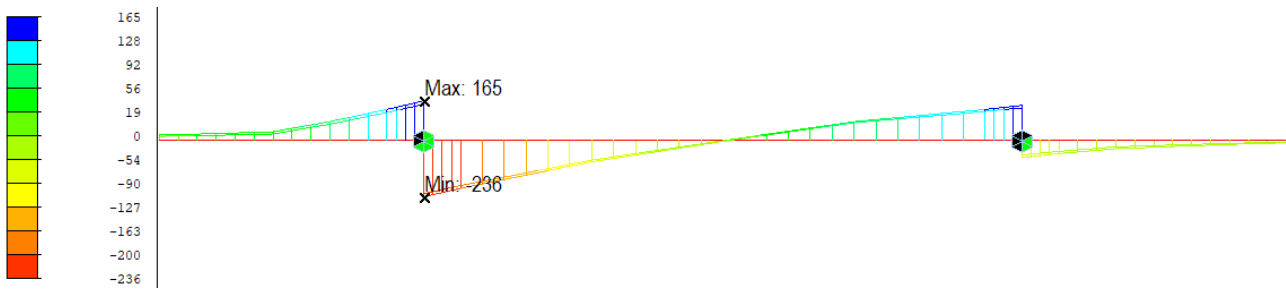
Obr. 99 - V_z (kN) - uspořádání A



Obr. 100 - M_y (kNm) - uspořádání B - maximální moment v poli



Obr. 101 - M_y (kNm) - uspořádání B - maximální moment nad podporou



Obr. 102 - V_z (kN) - uspořádání B

| Zatěžovací pruhy LM1 | Uspořádání A | Uspořádání B | |
|-----------------------------|--------------|--------------|-----|
| Ohybový moment v poli | 184 | 179 | kNm |
| Ohybový moment nad podporou | -252 | -196 | kNm |
| Posouvající síla | 196 | 210 | kN |

18.2.9 Návrh výztuže v poli

| | | | |
|--------------------------|------------|------|-----|
| Charakteristická pevnost | f_{ck} | 35 | MPa |
| Součinitel materiálu | γ_c | 1.5 | - |
| Dlouhodobé účinky | α | 0.85 | - |
| Návrhová pevnost | f_{cd} | 20 | MPa |

Betonářská výztuž B500B

| | | | |
|----------------------------|------------|------|-----|
| Charakteristická mez kluzu | f_{yk} | 500 | MPa |
| Součinitel materiálu | γ_s | 1.15 | - |
| Návrhová mez kluzu | f_{yd} | 435 | MPa |

| | | | |
|----------------------------------|-----------|----|----|
| Maximální velikost zrna kameniva | D_{max} | 22 | mm |
|----------------------------------|-----------|----|----|

| | | | |
|-------------------------|----------|-----|------|
| Návrhový ohybový moment | M_{Ed} | 184 | kN/m |
|-------------------------|----------|-----|------|

| | | | |
|---------------------------------|--------------|------|--------------------|
| Průměr výztuže spodní vrstvy | ϕ_s | 20 | mm |
| Rozteč výztuže spodní vrstvy | s | 150 | mm |
| Plocha výztuže spodní vrstvy/1m | $A_{s,prov}$ | 2094 | mm ² /m |
| Jmenovité krytí | c | 55 | mm |

| | | | |
|----------------|-----|------|----|
| Tloušťka desky | h | 300 | mm |
| Šířka desky | b | 1000 | mm |

| | | | |
|----------------------|--------------------|-----|----|
| Účinná výška průřezu | $d=h-c-0.5*\phi_s$ | 235 | mm |
|----------------------|--------------------|-----|----|

Požadovaná plocha výztuže

| | | |
|---|------|--------------------|
| $A_{s,req}=(b*d*f_{cd}/f_{yd})*(1-(1-(2*M_{Ed}/b*d^2*f_{cd}))^{0.5})$ | 1985 | mm ² /m |
|---|------|--------------------|

| | | | | | | |
|---------|--------------|------|---|-------------|------|--------------------|
| Posudek | $A_{s,prov}$ | 2094 | > | $A_{s,req}$ | 1985 | mm ² /m |
|---------|--------------|------|---|-------------|------|--------------------|

VYHOVUJE

Konstrukční zásady

| | | | |
|-----------------------------|-----------|-----|-----|
| Char. pevnost betonu | f_{ck} | 35 | MPa |
| Char. mez kluzu oceli | f_{sk} | 500 | MPa |
| Stř. hodn. válcové pevnosti | f_{ctm} | 3.2 | MPa |

$$A_{s,min}=\max(0.26*f_{ctm}/f_{yk}*b*d;0.0013*b*d) \quad 392 \text{ mm}^2/\text{m}$$

| | | | | | | |
|---------|--------------|------|---|-------------|-----|--------------------|
| Posudek | $A_{s,prov}$ | 2094 | > | $A_{s,min}$ | 392 | mm ² /m |
|---------|--------------|------|---|-------------|-----|--------------------|

VYHOVUJE

$$A_{s,max}=0.04*b*h \quad 12000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

| | | | | | | |
|---------|--------------|------|---|-------------|-------|--------------------|
| Posudek | $A_{s,prov}$ | 2094 | < | $A_{s,max}$ | 12000 | mm ² /m |
|---------|--------------|------|---|-------------|-------|--------------------|

VYHOVUJE

$$s_{\max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$$

250 mm

| | | | | | |
|---------|---|-----|---|------------------|--------|
| Posudek | s | 150 | < | s _{max} | 250 mm |
|---------|---|-----|---|------------------|--------|

VYHOVUJE

$$s_{\min} = \max(20 \text{ mm}; 1.2 \cdot \phi_s; D_{\max} + 5 \text{ mm})$$

27 mm

| | | | | | |
|---------|---|-----|---|------------------|-------|
| Posudek | s | 150 | > | s _{min} | 27 mm |
|---------|---|-----|---|------------------|-------|

VYHOVUJE

| | | | |
|-----------------------|--|-----|----|
| Výška tlačené oblasti | $x = A_{s,prov} \cdot f_{yd} / (0.8 \cdot b \cdot f_{cd})$ | 57 | mm |
| Síla ve výztuži | F_s | 911 | kN |
| Síla v betonu | F_c | 911 | kN |

| | | | |
|------------------------|-------------|-------|--|
| Ověření plast. analýzy | x/d | 0.244 | |
| | x/d_{lim} | 0.450 | |

| | | | | | |
|---------|-------|-------|---|-------------|-------|
| Posudek | x/d | 0.244 | < | x/d_{lim} | 0.450 |
|---------|-------|-------|---|-------------|-------|

BETON SE CHOVÁ PLASTICKY

| | | | |
|---------------------|--------------|-------|---|
| Přetvoření výztuže | ϵ_s | 0.011 | - |
| Přetvoření mez. kl. | f_{yd}/E_s | 0.002 | - |

| | | | | | |
|---------|--------------|-------|---|--------------|-------|
| Posudek | ϵ_s | 0.011 | > | f_{yd}/E_s | 0.002 |
|---------|--------------|-------|---|--------------|-------|

VÝZTUŽ NA MEZI KLUZU

Posouzení průřezu na ohybový moment

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----|-------|
| Rameno sil | $z = d - 0.4 \cdot x$ | 212 | mm |
| Ohybová únosnost průřezu | M_{Rd} | 193 | kNm/m |
| Návrhový ohybový moment | M_{Ed} | 184 | kNm/m |
| Využití | M_{Ed}/M_{Rd} | 95 | % |

18.2.10 Návrh výztuže nad podporou

Tloušťka desky nad podporou byla redukována o tloušťku horní pásnice průřezu R3, která je zapuštěná do sprážené desky. Výška sprážené desky je v tomto místě nejmenší.

| | | | |
|--------------------------|------------|------|-----|
| Charakteristická pevnost | f_{ck} | 35 | MPa |
| Součinitel materiálu | γ_c | 1.5 | - |
| Dlouhodobé účinky | α | 0.85 | - |
| Návrhová pevnost | f_{cd} | 20 | MPa |

Betonářská výztuž B500B

| | | | |
|----------------------------|------------|------|-----|
| Charakteristická mez kluzu | f_{yk} | 500 | MPa |
| Součinitel materiálu | γ_s | 1.15 | - |
| Návrhová mez kluzu | f_{yd} | 435 | MPa |

| | | | |
|----------------------------------|------------|----|----|
| Maximální velikost zrna kameniva | D_{\max} | 22 | mm |
|----------------------------------|------------|----|----|

| | | | |
|-------------------------|----------|-----|------|
| Návrhový ohybový moment | M_{Ed} | 252 | kN/m |
|-------------------------|----------|-----|------|

| | | | |
|--------------------------------|--------------|------|--------------------|
| Průměr výztuže horní vrstvy | ϕ_s | 20 | mm |
| Rozteč výztuže horní vrstvy | s | 150 | mm |
| Plocha výztuže horní vrstvy/1m | $A_{s,prov}$ | 2094 | mm ² /m |
| Jmenovité krytí | c | 55 | mm |

| | | | |
|----------------|---|------|----|
| Tloušťka desky | h | 420 | mm |
| Šířka desky | b | 1000 | mm |

| | | | |
|----------------------|--------------------|-----|----|
| Účinná výška průřezu | $d=h-c-0.5*\phi_s$ | 355 | mm |
|----------------------|--------------------|-----|----|

Požadovaná plocha výztuže

| | | |
|---|------|--------------------|
| $A_{s,req}=(b*d*f_{cd}/f_{yd})*(1-(1-(2*M_{Ed}/b*d^2*f_{cd}))^{0.5})$ | 1724 | mm ² /m |
|---|------|--------------------|

| | | | | | | |
|---------|--------------|------|---|-------------|------|--------------------|
| Posudek | $A_{s,prov}$ | 2094 | > | $A_{s,req}$ | 1724 | mm ² /m |
|---------|--------------|------|---|-------------|------|--------------------|

VYHOVUJE

Konstrukční zásady

| | | | |
|-----------------------------|-----------|-----|-----|
| Char. pevnost betonu | f_{ck} | 35 | MPa |
| Char. mez kluzu oceli | f_{sk} | 500 | MPa |
| Stř. hodn. válcové pevnosti | f_{ctm} | 3.2 | MPa |

$A_{s,min}=\max(0.26*f_{ctm}/f_{yk}*b*d;0.0013*b*d)$ 593 mm²/m

| | | | | | | |
|---------|--------------|------|---|-------------|-----|--------------------|
| Posudek | $A_{s,prov}$ | 2094 | > | $A_{s,min}$ | 593 | mm ² /m |
|---------|--------------|------|---|-------------|-----|--------------------|

VYHOVUJE

$A_{s,max}=0.04*b*h$ 16800 mm²/m

| | | | | | | |
|---------|--------------|------|---|-------------|-------|--------------------|
| Posudek | $A_{s,prov}$ | 2094 | < | $A_{s,max}$ | 16800 | mm ² /m |
|---------|--------------|------|---|-------------|-------|--------------------|

VYHOVUJE

$s_{max}=\min(2*h;250\text{mm})$ 250 mm

| | | | | | | |
|---------|---|-----|---|-----------|-----|----|
| Posudek | s | 150 | < | s_{max} | 250 | mm |
|---------|---|-----|---|-----------|-----|----|

VYHOVUJE

$s_{min}=\max(20\text{mm};1.2*\phi_s;D_{max}+5\text{mm})$ 27 mm

| | | | | | | |
|---------|---|-----|---|-----------|----|----|
| Posudek | s | 150 | > | s_{min} | 27 | mm |
|---------|---|-----|---|-----------|----|----|

VYHOVUJE

| | | | |
|-----------------------|--------------------------------------|-----|----|
| Výška tlačené oblasti | $x=A_{s,prov}*f_{yd}/(0.8*b*f_{cd})$ | 57 | mm |
| Síla ve výztuži | F_s | 911 | kN |
| Síla v betonu | F_c | 911 | kN |

| | | | |
|------------------------|-------------|-------|--|
| Ověření plast. analýzy | x/d | 0.162 | |
| | x/d_{lim} | 0.450 | |

| | | | | | |
|---------|-----|-------|---|-------------|-------|
| Posudek | x/d | 0.162 | < | x/d_{lim} | 0.450 |
|---------|-----|-------|---|-------------|-------|

BETON SE CHOVÁ PLASTICKY

| | | | |
|---------------------|--------------|-------|----------------------|
| Přetvoření výztuže | ϵ_s | 0.018 | - |
| Přetvoření mez. kl. | f_{yd}/E_s | 0.002 | - |
| Posudek | ϵ_s | 0.018 | > f_{yd}/E_s 0.002 |

VÝZTUŽ NA MEZI KLUZU

Posouzení průřezu na ohybový moment

| | | | |
|--------------------------|-----------------|-----|-------|
| Rameno sil | $z=d-0.4*x$ | 332 | mm |
| Ohybová únosnost průřezu | M_{Rd} | 302 | kNm/m |
| Návrhový ohybový moment | M_{Ed} | 252 | kNm/m |
| Využití | M_{Ed}/M_{Rd} | 83 | % |

18.2.11 Posouzení na smyk – prvky bez smykové výztuže

Namáhání posouvající silou bylo stanoveno k hraně horní pásnice, 0,28m od osy uložení.

| | | | |
|-------------------------|-----------|-----|----|
| Návrhová posouvací síla | $V_{,Ed}$ | 210 | kN |
|-------------------------|-----------|-----|----|

| | | | |
|--------------------------------|--------------|------|--------------------|
| Průměr výztuže horní vrstvy | ϕ_s | 20 | mm |
| Rozteč výztuže horní vrstvy | s | 150 | mm |
| Plocha výztuže horní vrstvy/1m | $A_{s,prov}$ | 2094 | mm ² /m |
| Jmenovité krytí | c | 55 | mm |

| | | | |
|----------------|---|------|----|
| Tloušťka desky | h | 420 | mm |
| Šířka desky | b | 1000 | mm |

| | | | |
|----------------------|--------------------|-----|----|
| Účinná výška průřezu | $d=h-c-0.5*\phi_s$ | 355 | mm |
|----------------------|--------------------|-----|----|

| | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|-------|---|
| Součinitel | $C_{,Rd,c}=0.18/\gamma_c$ | 0.120 | - |
| Vliv výšky | $k=1+(200/d)^{0.5}$ | 1.690 | - |
| Stupen podélného vyztužení | $\rho_l=A_{s,prov}/(b*d)$ | 0.008 | - |
| Vliv podélného vyztužení | $(100*\rho_l)$ | 0.779 | - |
| Součinitel | $v_{min}=0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$ | 0.455 | - |

| | | | |
|----------------------------|---|-----|----|
| Minimální únosnost | | | |
| | $V_{,Rd,c,min}=v_{min}*b*d$ | 183 | kN |
| Návrhová hodnota únosnosti | | | |
| | $V_{,Rd,c}=(C_{,Rd,c}*k*(100*\rho_l*f_{ck})^{1/3})*b*d$ | 217 | kN |
| Návrhová posouvací síla | | | |
| | $V_{,Ed}$ | 210 | kN |

| | | | |
|-----------|--------------------------|---------------------------|--|
| Posouzení | $V_{,Rd,c} \geq V_{,Ed}$ | SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ | |
| Využití | $V_{,Ed}/V_{,Rd,c}$ | 97 % | |

18.2.12 Posouzení na smyk – únosnost tlačené diagonály

| | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|------|-----|
| Rameno sil | $z=0.9*d$ | 320 | mm |
| Sklon smykové trhliny | Θ | 45 | ° |
| | $\cotg(\Theta)$ | 1 | - |
| | $\tg(\Theta)$ | 1 | - |
| Souč. napětí v tl. pásu | $\alpha_{,cw}$ | 1 | - |
| Char. pevnost betonu | $f_{,ck}$ | 35 | MPa |
| Souč. materiálu | $\gamma_{,c}$ | 1.5 | - |
| Dlouhodobé účinky | α | 0.85 | - |
| Návrhová pevnost betonu | $f_{,cd}$ | 20 | MPa |
| Redukční součinitel betonu v tl. | $v_{,1}=0.6*(1-(f_{,ck}/250))$ | 0.52 | - |

| | | | |
|---|--------------------------|--------------------------------------|----|
| Max. únosnost tlačené diagonály | | | |
| $V_{,Rd,max}=\alpha_{,cw} * b * z * v_{,1} * f_{,cd} / (\cotg(\Theta) + \tg(\Theta))$ | | 1635 | kN |
| Návrhová posouvací síla | | | |
| $V_{,Ed}$ | | 210 | kN |
| Posouzení | $V_{,Rd,c} \geq V_{,Ed}$ | ÚNOSNOST TLAČ. DIAGON. JE DOSTATEČNÁ | |

19. Mostní závěry

19.1 Stanovení posunů v mostních závěrech

Posuny v mostních závěrech byly stanoveny dle TP 86 - Mostní závěry v mezním stavu použitelnosti pro charakteristickou kombinaci. Bylo ověřeno, že posuny splňují rovnici článku 6.5.1 ČSN EN 1900:

$$E_d < C_d$$

, kde E_d je vypočtený dilatační posun mostního závěru a C_d je jmenovitý dilatační posun mostního závěru.

Dominantním zatížením v charakteristické kombinaci bylo určeno zatížení od rovnoměrné změny teploty. Výpočet zatížení rovnoměrnou teplotou je uveden v kap. 11.4. Vzhledem k tomu, že nebylo možné určit teplotu při osazení mostního závěru, byl přírůstek pro výpočet dilatace $\Delta\Delta$ stanoven jako 20°C.

Posuny od smršťování a dotvarování byly vypočteny jako rozdíl hodnoty na konci životnosti mostu (100 let) a hodnoty během instalace mostního závěru. Předpokládaná doba instalace mostního závěru je v době instalace ostatního stálého zatížení. Posuny od smršťování a dotvarování byly uvažovány zvýšenou hodnotou vynásobením charakteristické hodnoty součinitelem 1,3.

19.2 Posun v mostních závěrech

19.2.1 Posun od rovnoměrné změny teploty

| | Levá část | Pravá část | |
|-------------------|-----------|------------|----|
| Oteplení +54.5°C | -56 | 56 | mm |
| Ochlazení -53.5°C | 55 | -55 | mm |

19.2.2 Posun od pootočení ložiska při působení zatížení LM1 a ostatního stálého zatížení

| | Levá část | Pravá část | |
|----------------------------------|-----------|------------|-----|
| Doprava + ostatní stálé zatížení | 0.002 | -0.002 | rad |
| | 0.095 | -0.095 | ° |
| | 5 | -5 | mm |
| Návrhový posun | 5 | -5 | mm |

19.2.3 Posun od smršťování betonové desky

| | Levá část | Pravá část | |
|--|-----------|------------|----|
| Smršťování (instalace mostního závěru) | 3 | -3 | |
| Smršťování (konec životnosti) | 13 | -13 | mm |
| Návrhový posun | 13 | -13 | mm |

19.2.4 Posun od dotvarování betonové desky

| | Levá část | Pravá část | |
|---|-----------|------------|----|
| Dotvarování (instalace mostního závěru) | -0.08 | 0.08 | |
| Dotvarování (konec životnosti) | -0.8 | 0.8 | mm |
| Návrhový posun | -1 | 1 | mm |

19.2.5 Celkové posuny – MSP charakteristická kombinace

| | Levá část | Pravá část | |
|-------------|-----------|------------|----|
| Zkrácení | 73 | 73 | mm |
| Plodloužení | 57 | 57 | mm |

19.2.6 Návrh mostního závěru

Vzhledem k charakteru mostu a převáděné komunikace byl dle TP 86 – Mostní závěry vybrán lamelový závěr Freyssinet LW 160 se dvěma elastomerovými profily. Jmenovitý dilatační posun závěru je ± 80 mm. Maximální šířka dilatační spáry je dle TP 86 – Mostní závěry 70 mm a minimální šířka je 5 mm.

| | | | | |
|---------------|--------------|-----|-----|----|
| Celkový posun | Δu_x | 130 | 130 | mm |
|---------------|--------------|-----|-----|----|

| | | | |
|-------------------|---------------------------|-----|----|
| Freyssinet LW 160 | $u_{lim} = 2 \cdot 70$ mm | 140 | mm |
|-------------------|---------------------------|-----|----|

| | | | | | | |
|---------|--------------|-----|---|-----------|-----|----|
| Posudek | Δu_x | 130 | < | u_{lim} | 140 | mm |
|---------|--------------|-----|---|-----------|-----|----|

VYHOVUJE

20. Mostní ložiska

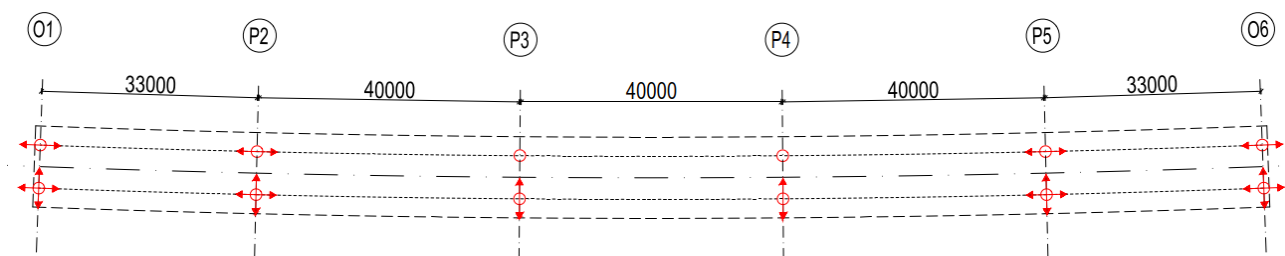
20.1 Stanovení zatížení a posunů v ložiscích

Mostní ložiska byly navrženy dle ČSN EN 1337-1 Stavební ložiska – Část 1: Všeobecná pravidla navrhování.

Síly v mostních ložiscích byly stanoveny v mezním stavu únosnosti za použití návrhové kombinace 6.10 a součinitelů zatížení uvedených v kap. 12. Dominantním zatížením bylo uvažováno zatížení od dopravy.

Posuny v mostních ložiscích byly stanoveny v mezním stavu použitelnosti pro charakteristickou kombinaci. Dominantním zatížením pro posuny v ložiscích bylo uvažováno zatížení od teploty.

Vzhledem k charakteru mostu a převáděné komunikace byly navrženy hrncová ložiska.



Obr. 103 - schéma ložisek

20.2 Zatížení na ložiska

20.2.1 Typy ložisek

- P – pevné ložisko
- V – všesměrné ložisko
- J(posun ložiska v ose) – jednosměrné ložisko

Typy ložisek

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| L | J(X) | J(X) | P | P | J(X) | J(X) |
| P | V | V | J(Y) | J(Y) | V | V |

20.2.2 Reakce v ložiskách

Svislá reakce R_z (kN) - maximální

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| L | 4525 | 8880 | 8670 | 8671 | 8879 | 4526 |
| P | 3590 | 8898 | 8670 | 8671 | 8897 | 3591 |

Svislá reakce R_z (kN) - minimální

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|-----|------|------|------|------|-----|
| L | 269 | 2230 | 2033 | 2034 | 2229 | 270 |
| P | 617 | 2961 | 2759 | 2759 | 2961 | 618 |

Vodorovná reakce R_y (kN) - příčný směr

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| L | 516 | 748 | 761 | 761 | 748 | 516 |
| P | X | X | X | X | X | X |

Vodorovná reakce R_x (kN) - podélný směr

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|----|----|-----|-----|----|----|
| L | X | X | 562 | 562 | X | X |
| P | X | X | 547 | 547 | X | X |

Svislá reakce R_z (kN) - zatížení LM1 + ostatní stálé zatížení

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| L | 2537 | 4706 | 4812 | 4812 | 4707 | 2538 |
| P | 2210 | 4736 | 4814 | 4814 | 4737 | 2210 |

Vodorovná reakce od tření v ložisku (kN) - $\mu_{st}=0.05$

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| L | 127 | 235 | 241 | 241 | 235 | 127 |
| P | X | X | 241 | 241 | X | X |

Maximální vodorovná reakce v ložisku (kN)

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|-----|-----|------|------|-----|-----|
| L | 643 | 983 | 1002 | 1002 | 983 | 643 |
| P | X | X | 788 | 788 | X | X |

20.3 Posuny v ložiskách

20.3.1 Posuny od rovnoměrné změny teploty

Oteplení +54.5°C (mm)

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|-----|-----|----|----|----|----|
| L | -57 | -36 | 0 | 0 | 36 | 57 |
| P | -57 | -36 | 0 | 0 | 36 | 57 |

Ochlazení -53.5°C (mm)

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|----|----|----|----|-----|-----|
| L | 56 | 35 | 0 | 0 | -35 | -56 |
| P | 56 | 35 | 0 | 0 | -35 | -56 |

20.3.2 Posuny při působení zatížení LM1 a ostatního stálého zatížení

Zatížení LM1 + ostatní stálé zatížení (mm)

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|----|----|----|----|----|----|
| L | -6 | -4 | 0 | 0 | 4 | 6 |
| P | -6 | -4 | 0 | 0 | 4 | 6 |

20.3.3 Posuny od smršťování

Smršťování (mm)

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|----|----|----|----|----|----|
| L | 8 | 7 | 0 | 0 | -7 | -8 |
| P | 8 | 7 | 0 | 0 | -7 | -8 |

20.3.4 Posuny od dotvarování

Dotvarování (mm)

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|----|------|----|----|-----|----|
| L | -1 | -0.5 | 0 | 0 | 0.5 | 1 |
| P | -1 | -0.5 | 0 | 0 | 0.5 | 1 |

20.3.5 Celkové posuny v ložiskách

Posun+ (mm)

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|----|----|----|----|----|----|
| L | 64 | 42 | 0 | 0 | 41 | 64 |
| P | 64 | 42 | 0 | 0 | 41 | 64 |

Posun- (mm)

| | O1 | P2 | P3 | P4 | P5 | O6 |
|---|-----|-----|----|----|-----|-----|
| L | -64 | -41 | 0 | 0 | -42 | -64 |
| P | -64 | -41 | 0 | 0 | -42 | -64 |

21. Závěr statického výpočtu

Nosná konstrukce byla posouzena dle platných norem a literatury uvedených v kap.5. Z výsledků statického výpočtu vyplývá, že navržená konstrukce vyhovuje na působení použitého zatížení.

22. Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1 - schéma postupu betonáže | 8 |
| Obr. 2 - charakteristický příčný řez v poli (vlevo) a nad pilířem (vpravo)..... | 12 |
| Obr. 3 - podélný řez mostem..... | 13 |
| Obr. 4 - půdorys mostu | 14 |
| Obr. 5 - výpočetní model v programu Midas Civil..... | 16 |
| Obr. 6 - schéma navržených dílců..... | 16 |
| Obr. 7 - příčný řez pilířem | 20 |
| Obr. 8 - zadání tuhostí podpor v programu Midas Civil..... | 21 |
| Obr. 9 - umístění pružných podpor ve výpočetním modelu | 21 |
| Obr. 10 - zadání posuvných podpor ve výpočetním modelu | 21 |
| Obr. 11 - schéma dočasných podpor při montáži OK nad pilíři | 22 |
| Obr. 12 – podpory při montáži OK nad pilíři ve výpočetním modelu..... | 22 |
| Obr. 13 - schéma dočasných podpor při montáži OK v poli | 23 |
| Obr. 14 – podpory při montáži OK v poli ve výpočetním modelu | 23 |
| Obr. 15 - CS1 ve výpočetním modelu | 24 |
| Obr. 16 - CS2 ve výpočetním modelu | 24 |
| Obr. 17 - CS21 ve výpočetním modelu | 25 |
| Obr. 18 - CS22 ve výpočetním modelu | 25 |
| Obr. 19 - CS3 ve výpočetním modelu | 26 |
| Obr. 20 - CS31 ve výpočetním modelu | 26 |
| Obr. 21 - CS32 ve výpočetním modelu | 27 |
| Obr. 22 - CS4 ve výpočetním modelu | 27 |
| Obr. 23 - CS41 ve výpočetním modelu | 28 |
| Obr. 24 - CS42 ve výpočetním modelu | 28 |
| Obr. 25 - CS5 ve výpočetním modelu | 29 |
| Obr. 26 - CS51 ve výpočetním modelu | 29 |
| Obr. 27 - CS6 ve výpočetním modelu | 30 |
| Obr. 28 - CS7 ve výpočetním modelu | 30 |
| Obr. 29 - CS1 - Posouvací síla Vz (kN)..... | 31 |
| Obr. 30 - CS1 - ohybový moment My (kNm) | 31 |
| Obr. 31 - CS1 - ověření výpočetního modelu | 32 |
| Obr. 32 - CS22 - Posouvací síla Fz (kN) - střední pole | 33 |
| Obr. 33 - CS22 - Ohybový moment My (kNm) - střední pole | 33 |
| Obr. 34 - CS22 - ověření výpočetního modelu | 34 |
| Obr. 35 - CS22 - ověření výpočetního modelu | 35 |
| Obr. 36 - CS22 - ověření výpočetního modelu | 36 |
| Obr. 37 - CS3 - posouvací síla Vz (kN) - střední pole..... | 37 |
| Obr. 38 - CS3 - ohybový moment My (kNm) - střední pole | 37 |
| Obr. 39 - CS3 - ověření výpočetního modelu | 38 |
| Obr. 40 - ověření výpočetního modelu | 39 |
| Obr. 41 - zatížení od ŽB desky ve výpočetním modelu | 40 |
| Obr. 42 - zatížení od betonářského vozíku ve výpočetním modelu..... | 41 |
| Obr. 43 - zatížení od opěrového příčnicku ve výpočetním modelu..... | 41 |
| Obr. 44 - zatížení betonovými římsami ve výpočetním modelu..... | 42 |

| | |
|---|-----|
| Obr. 45 - zatížení od vozovky a izolace ve výpočetním modelu | 43 |
| Obr. 46 - zatížení od vybavení mostu ve výpočetním modelu | 43 |
| Obr. 47 - schéma umístění zatěžovacích pruhů | 45 |
| Obr. 48 - Model zatížení na únavu 3 [5] | 46 |
| Obr. 49 - schéma zatěžovacích pruhů včetně nouzového chodníku | 46 |
| Obr. 50 - zatížení brzdnými/rozjezdovými silami LM1 v modelu | 47 |
| Obr. 51 - příčné síly od LM1 v modelu | 48 |
| Obr. 52 - zatížení brzdnými/rozjezdovými silami LM3 v modelu | 49 |
| Obr. 53 - příčné síly od LM3 v modelu | 49 |
| Obr. 54 - zatížení rovnoměrnou teplotou v modelu - oteplení..... | 50 |
| Obr. 55 - zatížení rovnoměrnou teplotou v modelu - ochlazení | 51 |
| Obr. 56 - zatížení nerovnoměrnou teplotou v modelu | 51 |
| Obr. 57 - schéma zatížení větrem na protihluk stěnu a NK | 52 |
| Obr. 58 - schéma zatížení větrem na protihluk. Stěnu | 53 |
| Obr. 59 - schéma zatížení větrem na ref. vozidlo a protihluk. Stěnu..... | 54 |
| Obr. 60 - nastavení parametrů pro dotvarování a smršťování v modelu | 56 |
| Obr. 61 - koeficient dotvarování betonu v modelu | 56 |
| Obr. 62 - koeficient smršťování betonu v modelu | 56 |
| Obr. 63 - kombinace v programu Midas Civil | 59 |
| Obr. 64 - kombinace v programu Midas Civil | 60 |
| Obr. 65 - kombinace 6.10 - ohybový moment M_y (kNm)..... | 69 |
| Obr. 66 - kombinace MSP char. - ohybový moment M_y (kNm)..... | 69 |
| Obr. 67 - kombinace 6.10 - posovací síla F_z (kN)..... | 69 |
| Obr. 68 - kombinace MSP char. - posovací síla F_z (kN)..... | 69 |
| Obr. 69 - kombinace 6.10 - svislá reakce R_z (kN)..... | 70 |
| Obr. 70 - kombinace MSP char. - svislá reakce R_z (kN)..... | 70 |
| Obr. 71 - kombinace 6.10 - vodorovná reakce R_x (kN) - max | 70 |
| Obr. 72 - kombinace 6.10 - vodorovná reakce R_x (kN) - min..... | 70 |
| Obr. 73 - kombinace MSP char. - vodorovná reakce R_x (kN) - max | 70 |
| Obr. 74 - kombinace MSP char. - vodorovná reakce R_x (kN) - min..... | 70 |
| Obr. 75 - kombinace 6.10 - vodorovná reakce R_y (kN) - max | 70 |
| Obr. 76 - kombinace 6.10 - vodorovná reakce R_y (kN) - min..... | 70 |
| Obr. 77 - kombinace MSP char. - vodorovná reakce R_y (kN) - max | 71 |
| Obr. 78 - kombinace MSP char. - vodorovná reakce R_y (kN) - min..... | 71 |
| Obr. 79 - kombinace 6.10 - napětí v horních vláknech OK σ_x (MPa)..... | 71 |
| Obr. 80 - kombinace MSP char. - napětí v horních vláknech OK σ_x (MPa)..... | 71 |
| Obr. 81 - kombinace 6.10 - napětí v dolních vláknech OK σ_x (MPa)..... | 71 |
| Obr. 82 - kombinace MSP char. - napětí v dolních vláknech OK σ_x (MPa)..... | 72 |
| Obr. 83 - kombinace 6.10 - napětí v betonové desce a výztuži σ_x (MPa)..... | 72 |
| Obr. 84 - kombinace MSP char. - napětí v betonové desce a výztuži σ_x (MPa)..... | 72 |
| Obr. 85 - detail svaru mezi pásnicí a svislou výztuhou z Tab. 8.4 [12]..... | 77 |
| Obr. 86 - kategorie detailu krčního svaru z Tab. 8.2 [12]..... | 77 |
| Obr. 87 - svislá deformace Δz (mm) - model LM1 | 128 |
| Obr. 88 - model ŽB desky v příčném směru v programu Midas Civil | 135 |
| Obr. 89 - zatížení od betonových říms v modelu..... | 136 |
| Obr. 90 - zatížení od vozovky v modelu..... | 136 |
| Obr. 91 - zatížení od vybavení mostu v modelu | 137 |

| | |
|--|-----|
| Obr. 92 - zatížení příčným větrem v modelu | 137 |
| Obr. 93 - uspořádání zatěžovacích pruhů LM1 A - pruh č.1 u menší římsy | 138 |
| Obr. 94 - uspořádání zatěžovacích pruhů LM1 B - pruh č.1 u větší římsy..... | 139 |
| Obr. 95 - kombinace zatížení v programu Midas Civil – uspořádání A..... | 139 |
| Obr. 96 - kombinace zatížení v programu Midas Civil - uspořádání B..... | 140 |
| Obr. 97 - My (kNm) - uspořádání A – maximální moment v poli..... | 140 |
| Obr. 98 - My (kNm) - uspořádání A – maximální moment nad podporou..... | 140 |
| Obr. 99 - Vz (kN) - uspořádání A | 141 |
| Obr. 100 - My (kNm) - uspořádání B - maximální moment v poli | 141 |
| Obr. 101 - My (kNm) - uspořádání B - maximální moment nad podporou..... | 141 |
| Obr. 102 - Vz (kN) - uspořádání B | 141 |
| Obr. 103 - schéma ložisek..... | 149 |

23. Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 - typy použitých betonů | 7 |
| Tabulka 2 - materiály použité ve výpočetním modelu..... | 17 |
| Tabulka 3 - průřezové charakteristiky použité ve výpočetním modelu | 17 |
| Tabulka 4 - výpočet náhradní desky pro průřez R2 | 19 |
| Tabulka 5 - výpočet náhradní desky pro průřez R3 | 19 |
| Tabulka 6 - výpočet tuhostí podpor pro pilíř P3 a P4 | 20 |
| Tabulka 7 - CS1 - nastavení v modelu..... | 24 |
| Tabulka 8 - CS2 - nastavení v modelu..... | 24 |
| Tabulka 9 - CS21 - nastavení v modelu..... | 25 |
| Tabulka 10 - CS22 - nastavení v modelu..... | 25 |
| Tabulka 11 - CS3 - nastavení v modelu..... | 26 |
| Tabulka 12 - CS31 - nastavení v modelu..... | 26 |
| Tabulka 13 - CS32 - nastavení v modelu..... | 27 |
| Tabulka 14 - CS4 - nastavení v modelu..... | 27 |
| Tabulka 15 - CS41 - nastavení v modelu..... | 28 |
| Tabulka 16 - CS42 - nastavení v modelu..... | 28 |
| Tabulka 17 - CS5 - nastavení v modelu..... | 29 |
| Tabulka 18 - CS51 - nastavení v modelu..... | 29 |
| Tabulka 19 - CS6 - nastavení v modelu..... | 30 |
| Tabulka 20 - CS7 - nastavení v modelu..... | 30 |
| Tabulka 21 - zatížení vlastní tíhou OK..... | 40 |
| Tabulka 22 - zatížení od vlastní tíhy bet. desky a bet. vozíku | 40 |
| Tabulka 23 - zatížení od vlastní tíhy opěrového příčnicku..... | 41 |
| Tabulka 24 - zatížení od vlastní tíhy bet. říms..... | 42 |
| Tabulka 25 - zatížení od vlastní tíhy vozovky | 42 |
| Tabulka 26 - zatížení od vlastní tíhy izolace | 43 |
| Tabulka 27 - zatížení od vybavení mostu | 43 |
| Tabulka 28 - rozdělení zatěžovacích pruhů | 44 |
| Tabulka 29 - zatížení od LM1 TS + UDL [5]..... | 44 |
| Tabulka 30 - regulační součinitele pro LM1 [5]..... | 44 |
| Tabulka 31 - parametry zvláštních vozidel 1800/200 a 3000/240 [5] | 45 |
| Tabulka 32 - brzdné/rozjezdové síly LM1 | 47 |
| Tabulka 33 - příčné síly LM1 | 47 |
| Tabulka 34 - brzdné/rozjezdové síly LM3 | 48 |
| Tabulka 35 - příčné síly LM3 | 49 |
| Tabulka 36 - zatížení rovnoměrnou teplotou | 50 |
| Tabulka 37 - zatížení nerovnoměrnou teplotou | 51 |
| Tabulka 38 - zatížení větrem na protihluk stěnu a NK | 52 |
| Tabulka 39 - zatížení větrem na protihluk. stěnu..... | 53 |
| Tabulka 40 - zatížení větrem na ref. vozidlo a protihluk. stěnu | 54 |
| Tabulka 41 - zatížení větrem v podélném směru | 55 |
| Tabulka 42 - zatížení větrem ve svislém směru..... | 55 |
| Tabulka 43 - zatížení nerovnoměrným sedáním základů | 55 |
| Tabulka 44 - výpočet náhradní tloušťky betonové desky | 55 |

| | |
|--|-----|
| Tabulka 45 - kombinační součinitele [1] | 57 |
| Tabulka 46 - Doporučené hodnoty součinitelů Ψ pro mosty pozemních komunikací [1]..... | 58 |
| Tabulka 47 - materiály uvažované v modelu | 135 |
| Tabulka 48 - zatížení od betonových říms | 136 |
| Tabulka 49 - zatížení od vozovky | 136 |
| Tabulka 50 - zatížení od vybavení mostu | 136 |
| Tabulka 51 - zatížení příčným větrem | 137 |
| Tabulka 52 - přepočet zatížení od dvojnáprav na liniové zatížení..... | 137 |