

Objednatel / Investor:






Správa železnic, státní organizace
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1-Nové Město
Organizační složka: Oblastní ředitelství Brno
Kounicova 688/26, 611 43 Brno

Stavba:

Oprava mostního objektu v km 109,184 na trati Retz
(ÖBB) (část) - Kolín (mimo)

TÚ 1201 Retz (ÖBB) (část) - Kolín (mimo)
DÚ 06 Znojmo - Olbramkostel

Souřadnicový systém: S-JTSK
Výškový systém: Bpv

Zodp. projektant stavby:	Ing. Juraj Figuli		<div>Zhotovitel PD:</div> <div></div> <div>F-PROJEKT-DOPRAVNÍ STAVBY s.r.o.</div> <div>Janáčkova 4642/5d</div> <div>79601 Prostějov</div>	
Zodp. projektant objektu:	Ing. Juraj Figuli			
Vypracoval:	Ing. Juraj Figuli			
Kontroloval:	Ing. Martin Major			
Kraj: Jihomoravský	K.ú.: Citonice			
Objednatel: Správa železnic, s. o., OŘ Brno, Kounicova 26, 611 43 Brno				
Objekt:				
SO 02 Oprava mostu v km 109,184 na trati Retz - Kolín				
Podobjekt: 02.2 Železniční most				
Název přílohy:				
PŘEPOČET ZATÍŽITELNOSTI A PŘECHODNOSTI				
			Datum:	září 2022
			Stupeň:	DSP
			Číslo zakázky:	09-9162
			Měřítko:	-
			Část PD:	Číslo přílohy:
			D.2.1	14

PŘEPOČET ZATÍŽITELNOSTI

nosné konstrukce mostu v km 109,184 na trati Retz – Kolín

TECHNICKÁ ZPRÁVA

k přepočtu nosné konstrukce objektu
SO 02.2 Železniční most

Obsah

1	Identifikační údaje mostu	2
2	Základní údaje o mostě podle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220	2
3	Všeobecný popis.....	3
3.1	Nosná konstrukce	3
3.2	Spodní stavba.....	3
4	Podklady.....	3
5	Přesnost a metodika stanovení zatížitelnosti	4
6	Základní geometrické a fyzikální parametry	4
6.1	Geometrické parametry mostu.....	4
6.2	Fyzikálně-mechanické vlastnosti materiálů.....	4
6.3	Geometrické parametry koleje.....	5
7	Stav mostního objektu	5
7.1	Zjištěné závady a poruchy	5
7.1.1	Nosná konstrukce	5
7.2	Odstraněné poruchy	6
7.2.1	Nosná konstrukce	6
8	Použitý software	6

1 Identifikační údaje mostu

Název stavby:	Oprava mostního objektu v km 109,184 na trati Retz (ÖBB) (část) – Kolín (mimo);
Objekt:	02 Oprava mostu v km 109,184 na trati Retz – Kolín;
Podobjekt:	02.2 Železniční most;
Stavebník:	Správa železnic, státní organizace, Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 – Nové Město Korespondenční adresa: Správa železnic, státní organizace, Oblastní ředitelství Brno Kounicova 26, 611 43 Brno;
Správce mostního objektu:	Správa železnic, státní organizace, Oblastní ředitelství Brno, Správa mostů a tunelů Kounicova 26, 611 43 Brno;
Zhotovitel projektu:	F-PROJEKT-DOPRAVNÍ STAVBY, s. r. o. Janáčkova 4642/5d, 796 01 Prostějov;
Katastrální území:	Citonice;
Obec:	Citonice;
Kraj:	Jihomoravský;
Traťový úsek:	1201 Retz (ÖBB) (část) – Kolín (mimo);
Definiční úsek:	06 Znojmo – Olbramkostel.

2 Základní údaje o mostě podle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220

Staničení:	evidenční km 109,184;
Situování mostního objektu v terénu:	stávající mostní objekt se nachází v nezastavěném území v mezistaničním úseku Citonice – Olbramkostel;
Účel objektu, překonávané překážky:	mostní objekt převádí jednokolejnou žel. trať přes místní účelovou komunikaci (směr Mramotice) a vodní tok Mramotický potok (zatrubněn pod komunikací)

Charakteristika mostu (dle ČSN 73 6200 Mosty – Terminologie a třídění):

Podle druhu převáděné dopravy:	dražní most
Podle druhu převáděné komunikace:	železniční most
Podle překračované překážky:	most přes zpevněnou komunikaci
Podle počtu mostních otvorů nebo polí	most o jednom otvoru
Podle počtu úrovní mostovek nad sebou	-
Podle výškové polohy mostovky	-

Podle přesypávky	most bez přesypávky
Podle měnitelnosti základní polohy hlavní nosné konstrukce	nepohyblivý
Podle plánované doby trvání	most trvalý
Podle průběhu trasy na mostě	most ve směrovém oblouku
Podle úhlu křížení	kolmý most
Podle materiálu	spřažený ocelobetonový most
Podle ohybové tuhosti nosné konstrukce	most s ohybově tuhou nosnou konstrukcí
Podle statické funkce hlavní NK	most s prostě uloženou deskou
Podle volné výšky na mostě	s neomezenou volnou výškou
Podle uspořádání příčného řezu	otevřeně uspořádaný.
Nosná konstrukce	
Podle základního tvaru a static. působení	desková jednosměrně podepřená;
Podle materiálu	ocelobetonová (ZBN).

3 Všeobecný popis

Opravovaný železniční most je trvalá, ocelobetonová konstrukce o jednom otvoru převádějící jednokolejnou železniční trať přes účelovou komunikaci a zatrubněný potok.

Do přepočtu je zahrnuta jenom NK. Do statické funkce spodní stavby a založení se nezasahuje – úložné prahy budou vyspraveny a sanovány.

3.1 Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří betonová deska se zabetonovanými nosníky. Tloušťka desky je ve středu 410 mm a nad uložením 340 mm.

Nosníky jsou tvořeny ze 2 kolejnic typu A umístěných hlavami k sobě. Kolejnice jsou spojeny spojkami tl. 20 mm a délky 100 mm. Rozteč spojek je proměnná, nad podporou je 350 mm, uprostřed rozpětí 1200 mm. Celkem je v desce 25 nosníků o rozteči 200 mm.

3.2 Spodní stavba

Spodní stavbu tvoří betonové opěry tl. 1,9 m založené plošně na kamenných základech. Na opěry navazují rovnoběžná betonová křídla. U paty svahových kuželů jsou patní zídky z kamenného zdiva.

4 Podklady

Podklady pro vypracování přepočtu včetně norem a směrnic

- **Původní zachovaná dokumentace z roku 1949**
- **Protokol o podrobné prohlídce z roku 2021**
mostního objektu provedené dle vyhlášky MD č. 177/1995 Sb. a předpisu SŽDC S5 Správa mostních objektů;
- **Metodický pokyn SŽDC, druhé aktualizované vydání z roku 2019**

- pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů;
- **Normy**
ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí;
ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení;
ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí – Zatížení mostů dopravou;
ČSN EN 1991-2 ed.2 Zatížení konstrukcí – Zatížení mostů dopravou;
ČSN EN 1992-1-1 ed.2 Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;
ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí – Betonové mosty;
ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;
ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí – Ocelové mosty.

5 Přesnost a metodika stanovení zatížitelnosti

Přepočet mostního objektu je proveden podle **zatížitelnosti mostních objektů kategorie C**

- zatížitelnost je stanovena přepočtem stávajícího mostního objektu na základě jeho ověřeného skutečného stavu.

6 Základní geometrické a fyzikální parametry

6.1 Geometrické parametry mostu

Geometrické parametry mostu jsou z projektové dokumentace rekonstrukce opravy mostu z roku 1949.

Rozpětí:	6,500 m
Šikmost mostu:	100,0 g (kolmý most)
Šířka nosné konstrukce:	5,000 m
Délka nosné konstrukce:	6,900 m
Stavební výška:	1,45 m
Výška nosné konstrukce:	0,410 m (0,340 m nad uložením)
Světlost otvoru:	6,000 m

6.2 Fyzikálně-mechanické vlastnosti materiálů

Vlastnosti materiálů betonu nosné konstrukce mostu jsou odborně odhadnuty.

Pro NK tedy uvažujeme pevnostní třídu betonu C12/15.

Zaručená mez pevnosti	$f_{c,k} = 12 \text{ MPa}$
Dílčí součinitele spolehlivosti	$\gamma_c = 1,50$

Pro účely přepočtu není uvažováno se spolupůsobením betonu a kolejnic, beton má pouze ztužující funkci. Trhliny v betonu jsou zohledněny redukcí modulu pružnosti na 50 %.

Materiál zabetonovaných kolejnic je uvažován jako kolejnicová ocel 75 ČSD.

Mez kluzu	$f_{y,k} = 0,6; R_{m,k} = 440 \text{ MPa}$
-----------	--

Mez pevnosti

$$R_{m,k} = 734 \text{ MPa}$$

Dílčí součinitele spolehlivosti

$$\gamma_{M0} = 1,15; \gamma_{M1} = 1,10; \gamma_{M2} = 1,25$$

6.3 Geometrické parametry koleje

Trat' je na mostě vedena směrově v levostranném oblouku $R=400$ m. Stoupá ve sklonu 9,00 ‰.

Vzdálenost koleje od osy NK je -213 mm.

Železniční svršek tvoří stykovaná kolej s kolejnicemi 49E1 upevněnými na betonové pražce SB8. Na mostě je průběžné uzavřené šterkové lože. Železniční svršek bude demontován a zpětně osazen do upravené polohy.

7 Stav mostního objektu

Skutečný stav mostu byl ověřen podrobnou prohlídkou. Poslední podrobná prohlídka byla provedena v roce 2017.

Stavební stav mostu podle předpisu SŽDC S5 Správa mostních objektů (podle poslední podrobné prohlídky ze září 2021) byl stanoven:

nosná konstrukce	K 2
spodní stavba	S 3

7.1 Zjištěné závady a poruchy

Popis je převzat z podrobné prohlídky.

7.1.1 Nosná konstrukce

- 1) Omítka je povrchově zvětralá a popraskaná, trhliny šířky až 1 mm, vydouvá se a opadáva až na 15 % plochy, obnažená výztuž je rezivá.
- 2) V omítce jsou nepravidelné všesměrné trhliny šířky až 0,2 mm, místy zvýrazněné pojivem.
- 3) Zdivem místy prosakuje voda a pojivo, pojivo tvoří krápníky.
- 4) Úložnými spárami nad oběma opěrami silně prosakuje voda a pojivo, pojivo tvoří krusty.
- 5) Hrany jsou oboustranně poškozené od vysokých nákladů v délce 3 m do hloubky až 30 mm.
- 6) Čelní strana vlevo: omítka je povrchově zvětralá, místy se olupuje. Nad O 02 jsou v omítce nepravidelné vodorovné trhliny o šířce až 0,2 mm s průsakem pojiva. Úložnými spárami nad oběma opěrami vytéká asphalt. V nepřiznaných dilatačních spárách délky desky jsou nepravidelné trhliny na celou výšku o šířce až 2 mm, slabě prosakuje voda.
- 7) Čelní strana vpravo: ve vzdálenosti 0,3 m od dolní hrany je nepravidelná vodorovná trhlina v pracovní spáře na celou délku o šířce až 0,2 mm, prosakuje voda a pojivo. Nepravidelná šikmá trhlina uprostřed délky konstrukce od římsy směrem k O 02 až po vodorovnou trhlinu o šířce až 0,2 mm, prosakuje voda. Omítka je povrchově zvětralá, nad úložnou spárou nad O 02 je opadaná v délce 0,6 m na výšku 150 mm. Úložnými spárami nad oběma opěrami prosakuje voda a pojivo, vytéká asphalt. V nepřiznaných dilatačních spárách délky desky jsou nepravidelné trhliny na celou výšku o šířce až 0,2 mm, slabě prosakuje voda.
- 8) Římsa vlevo: u 2., 3. a 4. sloupku jsou nepravidelné svislé trhliny na celou výšku i

šířku o šířce až 3 mm. Konec římsy je u 5. sloupku odlomený v délce 300 mm na celou výšku do hloubky až 120 mm, na dolní hraně je odlomený v délce 1 m na výšku až 100 mm na šířku 100 mm a do hloubky až 60 mm. Omítka je povrchově zvětřalá, nad O 01 v délce 1 m opadáva. Na zdivu roste mech a lišejník. Na horní ploše je přesyp štěrku na výšku až 50 mm, roste lišejník.

- 9) Římsa vpravo: omítka je povrchově zvětřalá, roste lišejník. U 2., 3. a 4. sloupku je svislá trhлина na celou výšku i šířku o šířce až 0,5 mm. dolní hrana na konci římsy je vydrolená v délce 0,3 m na výšku 50 mm. Na horní ploše roste lišejník.

7.2 Odstraněné poruchy

7.2.1 Nosná konstrukce

Stávající železobetonová desková nosná konstrukce mostu bude zachována. Budou odstraněny římsy a nahrazeny novými tak, aby byl po opravě na mostě dodržen VMP 2,5 a potřebný tvar kolejového lože.

Stávající nosná konstrukce mostu se z vrchu odkryje, horní a svislé plochy se otryskají, odstraní se narušený a nesoudržný beton. Dilatační spáry NK budou upraveny a vyplněny. Následně se aplikuje sanační omítka nebo reprofilační malta a povrch se srovná.

8 Použitý software

- a) Dlubal RFEM 5.14
- výpočtový program MKP
- b) Microsoft Office 2013

VLASTNÍ PŘEPOČET

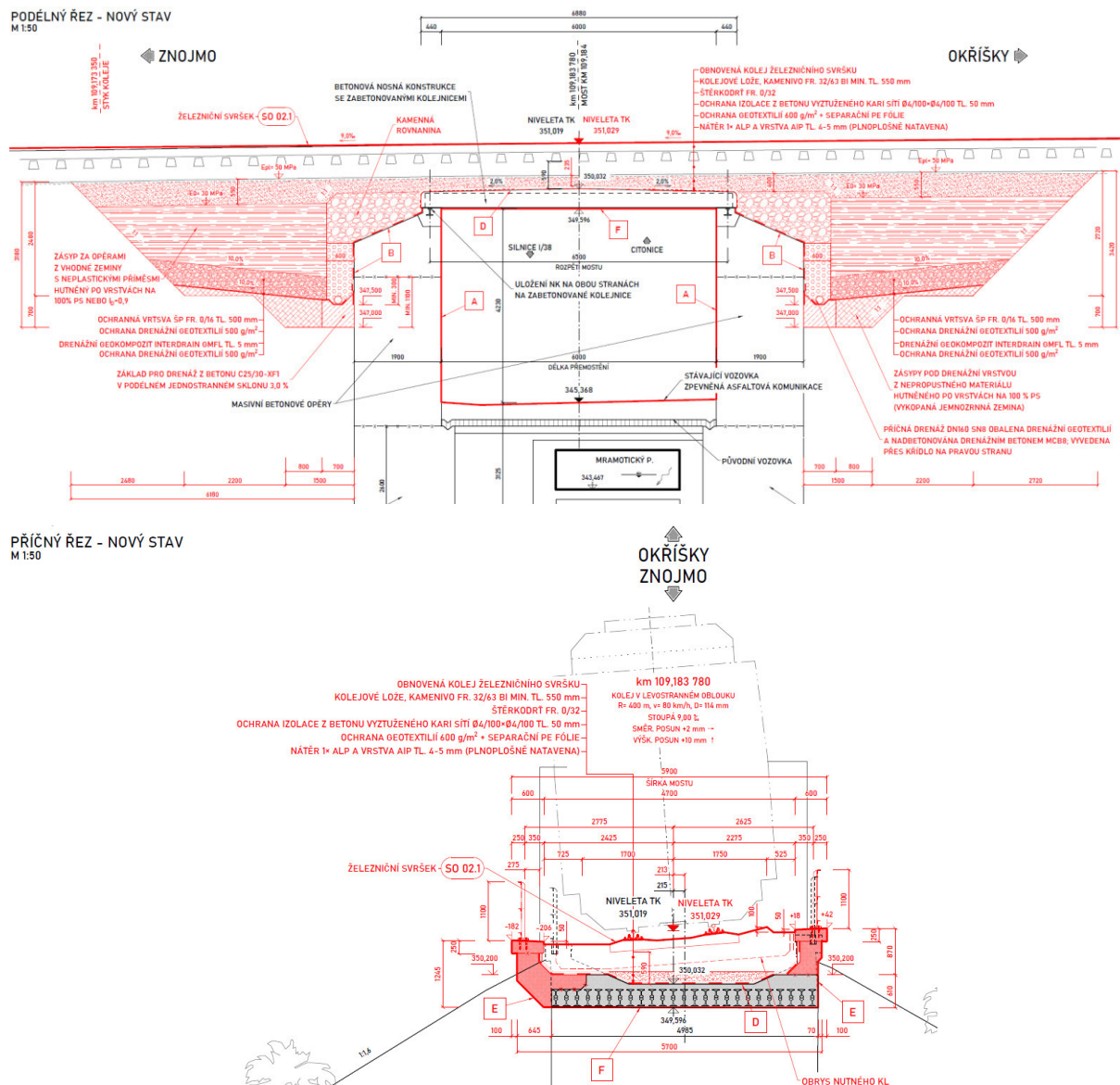
nosné konstrukce objektu

SO 02.2 Železniční most

Obsah

1	Dispozice mostního objektu	8
2	Výpočtový model	8
3	Zatížení	9
3.1	Stálé zatížení	9
3.2	Proměnné zatížení	11
3.2.1	Model LM71	11
3.2.2	Vodorovné síly (k modelu LM71)	12
3.2.3	Vítr	15
3.2.4	Teplota	17
4	Kombinace zatížení	17
4.1	MSÚ	18
4.2	MSP	18
5	Zatěžovací stavy a kombinace	18
6	MSÚ	18
6.1	Posouzení na N, M	18
6.2	Posouzení na V_z	19
6.3	Posouzení spojek	20
7	MSP	21
7.1	Posouzení průhybu	21
8	Stanovení zatížitelnosti	22
8.1	Namáhání spojek	22
8.2	Průhyb	22
9	Stanovení přechodnosti	22
10	Zobrazení výsledků	22
10.1	Kombinace KZ4 (maximální M)	22
10.2	Kombinace KZ8 (pro maximální V_z)	24
10.3	Kombinace KZ11	24
10.4	Kombinace KZ12	24
11	Závěr	25

1 Dispozice mostního objektu

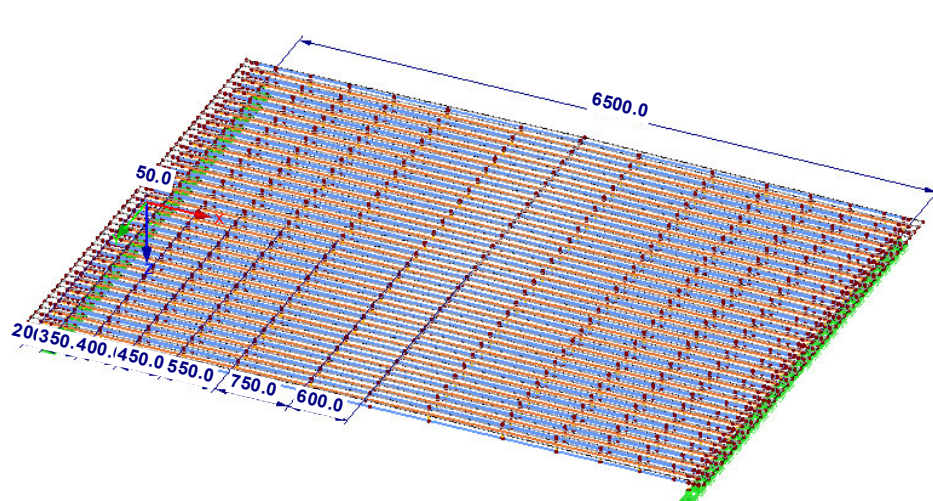


2 Výpočtový model

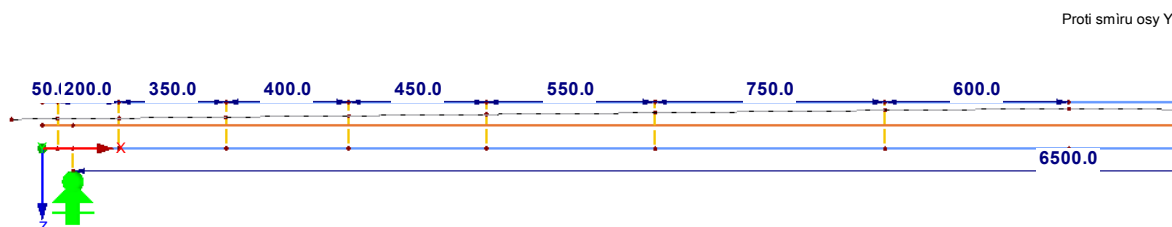
Pro výpočet mostního objektu byl zvolen 3D model s kombinací prutových a deskostěnových prvků. Pro desku je zvolen izotropní FEM model proměnné tloušťky zarovnaný na střednicovou plochu.

Kolejnice jsou modelovány jako nosníky spojené v místě spojek tuhými pruty. V místě tuhých prutů je rovněž modelováno napojení desky.

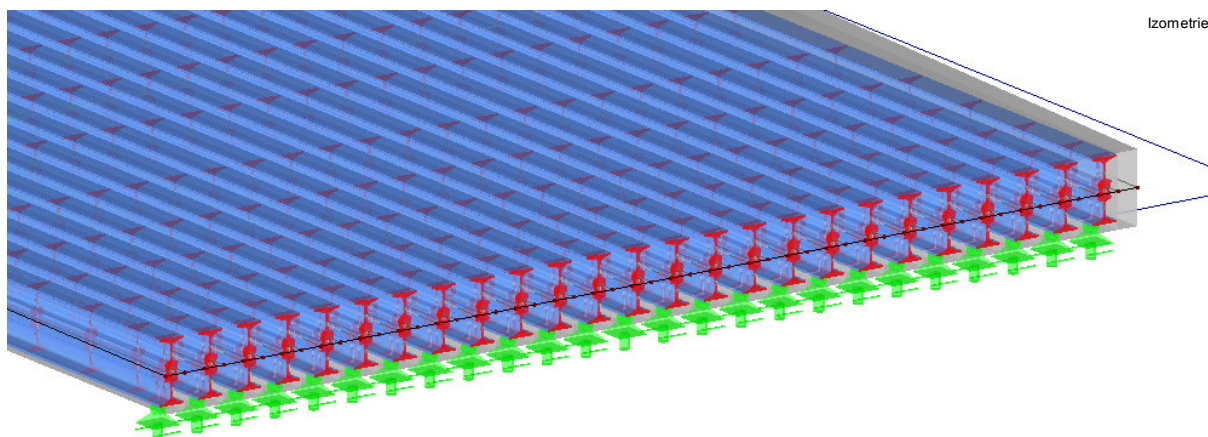
Pro účely posouzení jsou do modelu přidány výsledkové pruty, do kterých se integrují vnitřní síly z desky i nosníků. Výsledkové pruty jsou umístěny v těžišti svařených kolejnic.



Izometrie



Proti smíru osy Y



Izometrie

Podepření je modelováno pomocí kloubových podpor, příčně pevná je pouze podpora u středního nosníku, ostatní jsou příčně posuvné.

3 Zatížení

Při zadávání zatížení a stanovení součinitelů se postupuje podle Metodického pokynu. Hodnoty zatížení jsou uváděny v charakteristických hodnotách.

3.1 Stálé zatížení

$\gamma_g = 1,3$ (pro stáří víc jak 30 let); $\zeta = 0,95$ (tedy $\gamma_g \cdot \zeta \approx 1,24$)

- 1) Vlastní tíha

Výpočet zatížení od vlastní tíhy byl stanoven pomocí programu na základě zadaného materiálu: Beton C12/15

Objemová hmotnost $\rho = 2500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Modul pružnosti $E = 10,9 \text{ GPa}$

Poissonův součinitel $\nu = 0,20$

2) Omítka

Omítka podhledu $2500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

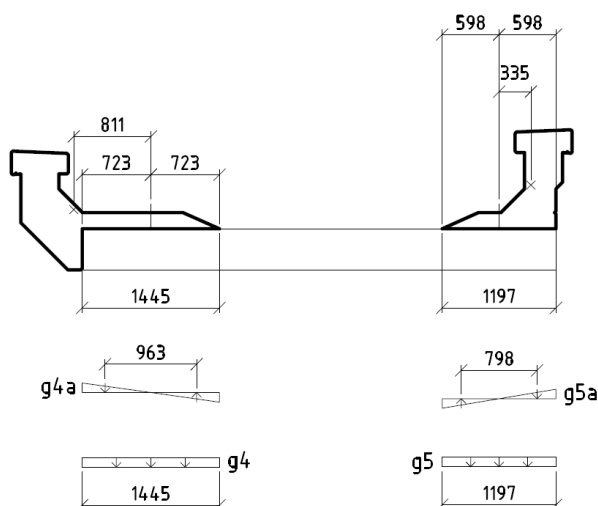
- g_2 $25 \cdot 0,030 = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

3) Izolace a tvrdá ochrana

Asfaltová izolace $10 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ a ochrana izolace v tl. 50 mm $2500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

- g_3 $25 \cdot 0,050 + 0,1 = 1,35 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

4) Římsy



Levá římsa ($A=0,807 \text{ m}^2$)

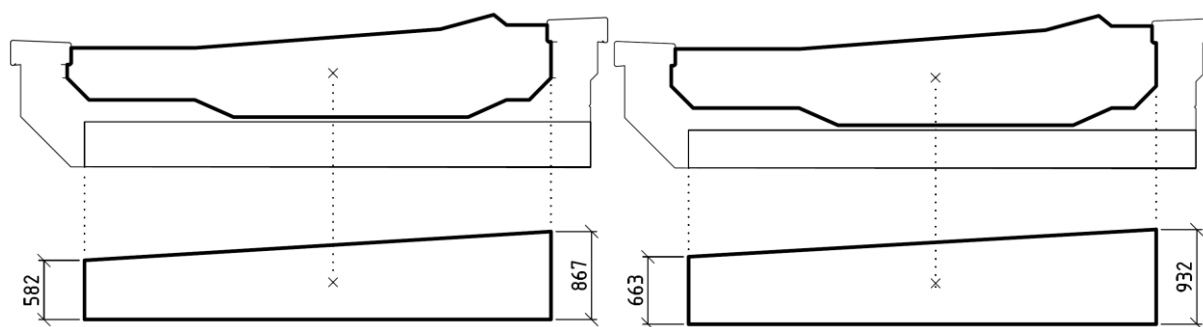
- g_4 $25 \cdot 0,807 / 1,445 = 13,96 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$
 - M_{g4} $25 \cdot 0,807 \cdot 0,811 = 16,36 \text{ kNm} \cdot \text{m}^{-1}$
 - g_{4a} $16,36 / (1/6 \cdot 1,445^2) = 47,01 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

Pravá římsa ($A=0,571 \text{ m}^2$)

- g_5 $25 \cdot 0,571 / 1,197 = 11,93 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$
 - M_{g5} $25 \cdot 0,571 \cdot 0,335 = 4,78 \text{ kNm} \cdot \text{m}^{-1}$
 - g_{5a} $4,78 / (1/6 \cdot 1,197^2) = 20,02 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

5) Kolejové lože

Složitý tvar kolejového lože byl pro účely výpočtu nahrazen lichoběžníkem o stejné ploše a těžišti jako původní obrys.

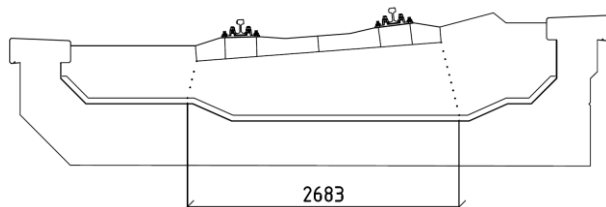


Kolejové lože se uvažuje s objemovou tíhou $\gamma_1 = 20 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$ s úhlem vnitřního tření $\varphi = 38^\circ$.

- g_6 (uprostřed rozpětí) $20 \cdot (0,582 - 0,867) = (11,64 - 17,34 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2})$
- g_7 (na kraji) $20 \cdot (0,663 - 0,932) = (13,26 - 18,64 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2})$

6) Pražce a kolejnice

Zatížení je uvažováno pro kolejnice na betonových pražcích rozneseno v tloušťce štěrkového lože v sklonu 4:1 od hrany pražce na šířku 2,683 m.



- g_8 $1,2 + 4,8 = 6 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1} / 2,683 = 2,24 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$

3.2 Proměnné zatížení

3.2.1 Model LM71

$\gamma_{Q,LM71} = 1,3$ (pro stáří víc jak 30 let); $\psi_0 = 0,8$; $\psi_1 = 0,8$; $\psi_2 = 0$

$\alpha = 1,0$

Model sestává z rovnoměrného zatížení $80 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$ a osamělých sil $4 \times 250 \text{ kN}$. Zatížení je rozneseno v příčném a podélném směru. V příčném směru na šířku 2,683 m a osamělé zatížení v podélném směru na 3 kolejnicové podpory. Roznos na NK je na délku 0,433 m.

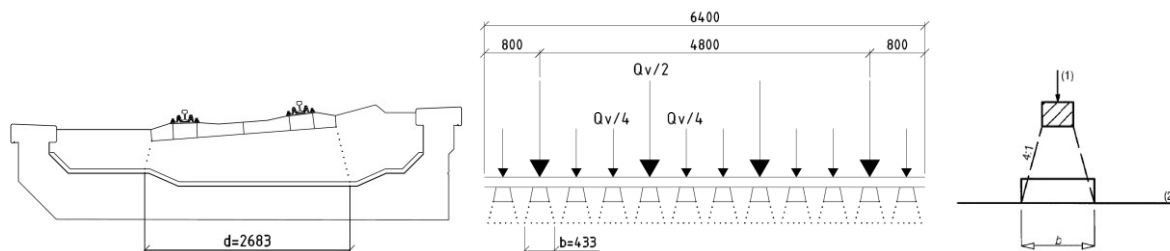
Dynamické účinky (pro standardně udržovanou kolej)

- bez redukce dynamických účinků
- $L_\Phi = 6,5 \text{ m}$ (rozpětí nosníků)

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 = \frac{2,16}{\sqrt{6,5} - 0,2} + 0,73 = 1,65$$

- rovnoměrné zatížení (q_v) $1,0 \cdot 1,65 \cdot 80 / 2,683 = 49,2 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}/\text{m}$
- osamělé zatížení (Q_v) $1,0 \cdot 1,65 \cdot (250/2) / (2,683 \cdot 0,433) = 177,2 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$
- $1,0 \cdot 1,65 \cdot (250/4) / (2,683 \cdot 0,433) = 88,8 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$

Příčný a podélný roznos



Excentricita zatížení

Uvažuje se podle ČSN EN 1991-2 čl. 6.3.5:

$$e \leq \frac{r}{18} = \frac{1500}{18} = 83,3 \text{ mm}$$

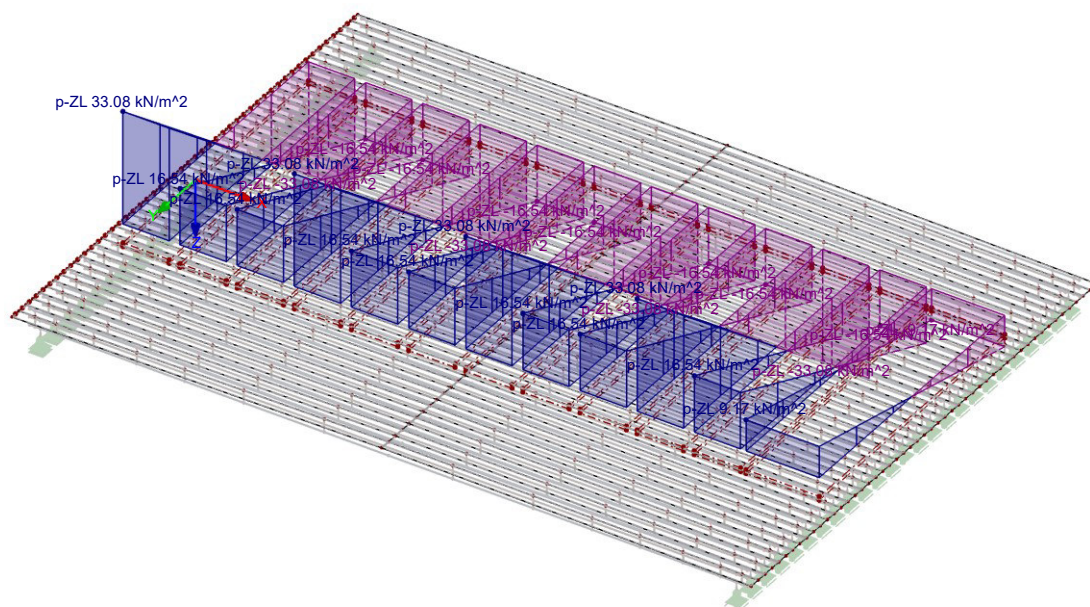
$$\Delta q_v = \alpha \cdot \Phi_3 \cdot q_v \cdot \frac{e}{\frac{1}{6} \cdot d^2} = 1,0 \cdot 1,65 \cdot 80 \cdot \frac{0,0833}{\frac{1}{6} \cdot 2,683^2} = \pm 9,17 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\Delta Q_v = \alpha \cdot \Phi_3 \cdot Q_v \cdot \frac{e}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot d^2} = 1,0 \cdot 1,65 \cdot \frac{250}{2} \left(\frac{250}{4} \right) \cdot \frac{0,0833}{\frac{1}{6} \cdot 0,433 \cdot 2,683^2} =$$

$$= \pm 33,08(16,54) \text{ kNm}^{-2}$$

ZS 13: LM71 excentricita přetížená pravá kolejnice smyk

Izometrie



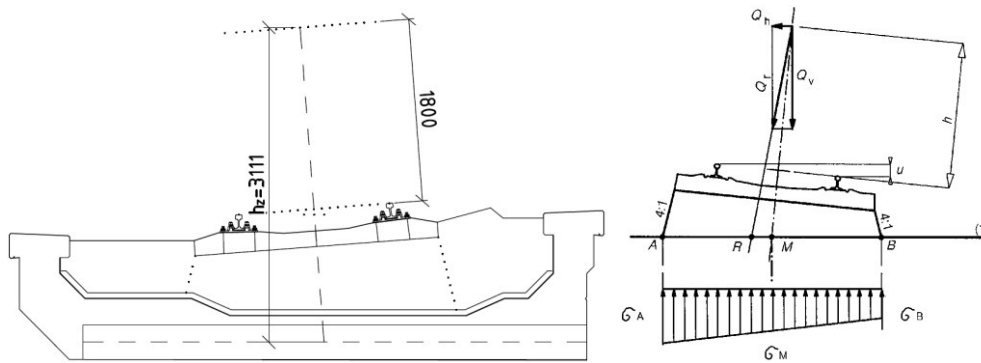
3.2.2 Vodorovné síly (k modelu LM71)

Vodorovné síly se uvažují bez dynamických účinků.

$$\gamma_{Q,t} = 1,3; \gamma_{Q,s} = 1,3; \gamma_{Q,ab} = 1,3; \psi_0 = 1,0; \psi_1 = 0,8; \psi_2 = 0$$

$$\alpha = 1,0$$

- 1) Odstředivé síly



- $f = 1,00$ (pro $V \leq 120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)

$$q_t = \frac{V^2}{127 \cdot R} \cdot (f \cdot q_v) = \frac{80^2}{127 \cdot 400} \cdot (1,0 \cdot 80) = 10,08 \text{ kNm}^{-1}$$

$$q_{t,y} = \frac{q_t}{d} = \frac{10,08}{2,683} = 3,76 \text{ kNm}^{-2}$$

$$Q_t = \frac{V^2}{127 \cdot R} \cdot (f \cdot Q_v) = \frac{80^2}{127 \cdot 400} \cdot (1,0 \cdot 125(62,5)) = 15,75(7,87) \text{ kN}$$

$$Q_{t,y} = \frac{Q_t}{b \cdot d} = \frac{15,75(7,87)}{0,433 \cdot 2,683} = 13,56(6,78) \text{ kNm}^{-2}$$

$$M_{qt} = q_t \cdot h_z = 10,08 \cdot 3,111 = 31,35 \text{ kNm/m}$$

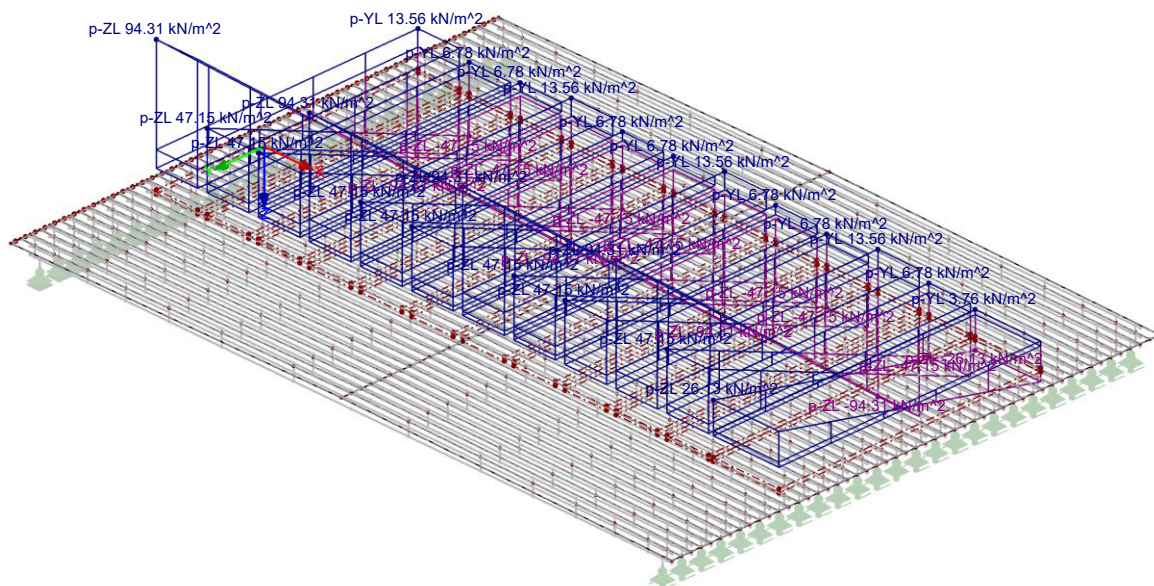
$$M_{Qt} = Q_t \cdot h_z = 15,75(7,87) \cdot 3,111 = 48,99(24,5) \text{ kNm}$$

$$q_{t,v} = \frac{M_{qv}}{\frac{1}{6} \cdot d^2} = \frac{31,35}{\frac{1}{6} \cdot 2,683^2} = \pm 26,13 \text{ kNm}^{-1}/\text{m}$$

$$Q_{t,v} = \frac{M_{Qv}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot d^2} = \frac{48,99(24,5)}{\frac{1}{6} \cdot 0,433 \cdot 2,683^2} = \pm 94,31(47,15) \text{ kNm}^{-2}$$

ZS 14: LM71 odstředivé síly smyk

Izometrie



2) Boční ráz

Uvažován hodnotou 100 kN v úrovni temene kolejnice. Odlehčující účinky nejsou uvažovány.

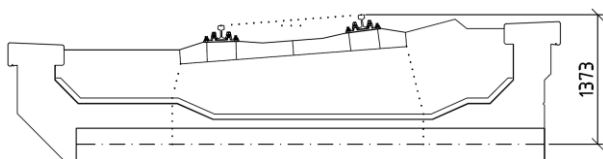
- vodorovná síla $\alpha \cdot Q_{sk} = 100 \text{ kN}$

$$q_{sk} = \frac{Q_{sk}}{b \cdot d} = \frac{100}{0,433 \cdot 2,683} = 86,08 \text{ kNm}^{-2}$$

Přepočet zatížení do svislého směru

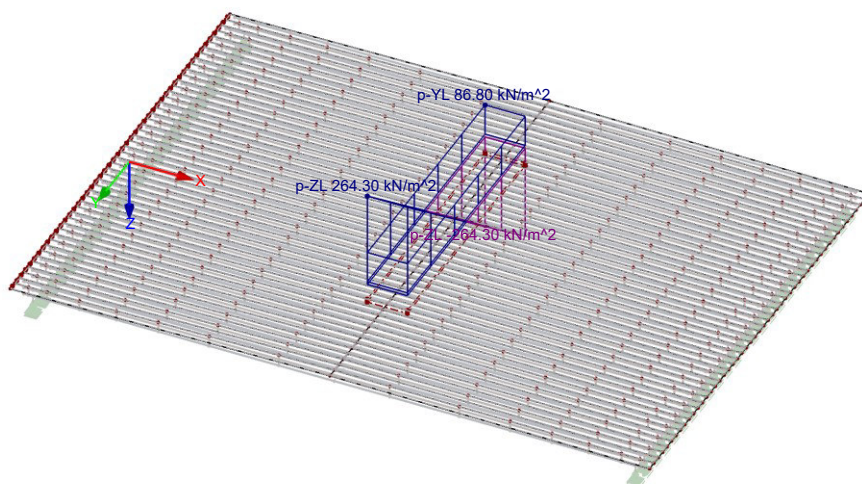
$$M_{Q_{sk,v}} = \alpha \cdot Q_{sk} \cdot e = 1,0 \cdot 100 \cdot 1,373 = 137,3 \text{ kNm}$$

$$q_{sk,v} = \frac{M_{Qsk}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot d^2} = \frac{137,3}{\frac{1}{6} \cdot 0,433 \cdot 2,683^2} = 264,3 \text{ kNm}^{-2}$$



ZS 10: LM71 boční ráz ohyb

Izometrie



3) Rozjezdové a brzdné síly

Uvažované jsou síly pro model LM71 se směrem působení shodným se směrem dopravy.

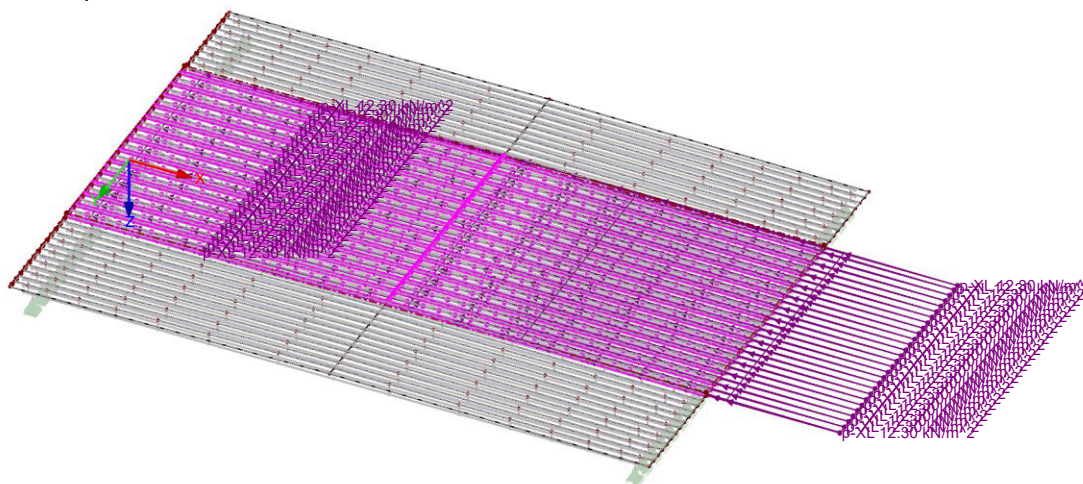
- rozjezdové síly $\alpha \cdot Q_{lak} = 33 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \leq 1000 \text{ kN}$ (na délce max. 30,303 m)
- brzdné síly $\alpha \cdot Q_{lbk} = 20 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \leq 6000 \text{ kN}$ (na délce max. 300 m)

$$q_{lak} = \alpha \cdot Q_{lak} / d = 33,00 / 2,683 = 12,3 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} / \text{m}$$

$$q_{lbk} = \alpha \cdot Q_{lbk} / d = 20,00 / 2,683 = 7,45 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} / \text{m}$$

ZS 11: LM71 rozjezd

Izometrie



3.2.3 Vítr

$$\gamma_w = 1,35 \text{ (pro stáří víc jak 30 let); } \psi_0 = 0,65; \psi_1 = 0,5; \psi_2 = 0$$

Rychlost větru je uvažována pro větrovou oblast III a kategorii terénu II. Výsledná síla od větru působí v úrovni střednicové roviny a vyvolaný moment je přepočítán na svislé zatížení.

Směr větru je uvažován vždy jedním směrem a působící po celé délce mostu, jako nejnepríznivější se uvažuje, když působí na kolej z návětrné strany mostu. Referenční plocha se uvažuje s výškou 4,0 m nad temeno kolejnic a rovnoměrná síla po délce mostu působící v její polovině.

$$v_{b0} = 27,5 \text{ ms}^{-1}$$

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0} = 1 \cdot 1 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ ms}^{-1}$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 \cdot \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^{0,07} \cdot \ln\left(\frac{7,5}{0,05}\right) = 0,952$$

$$c_{prob} = \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1-p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0,98))}\right)^n = \left(\frac{1 - 0,2 \cdot \ln(-\ln(1-0,01))}{1 - 0,2 \cdot \ln(-\ln(0,98))}\right)^{0,5} = 1,0385$$

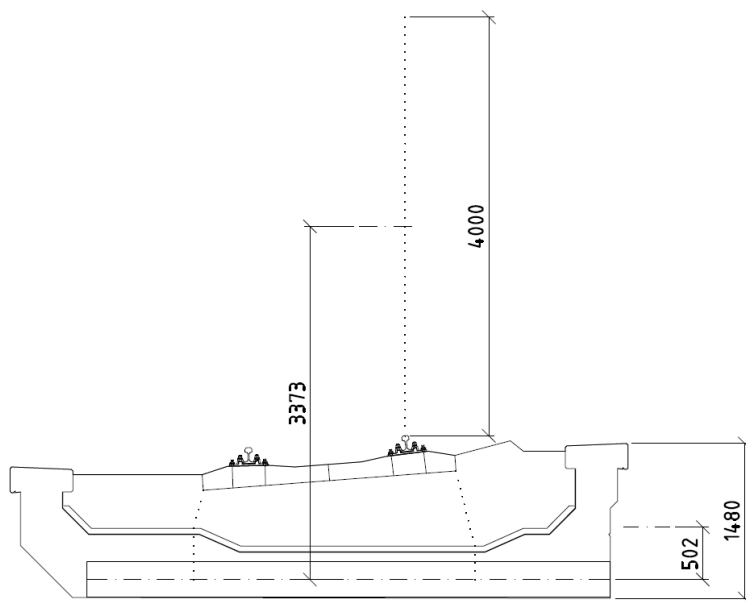
$$v_m(z) = c_{prob} \cdot c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 1,0385 \cdot 0,952 \cdot 1 \cdot 27,5 = 27,188 \text{ ms}^{-1}$$

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{7,5}{0,05}\right)} = 0,1996$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = (1 + 7 \cdot 0,1996) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,188^2 = 1107 \text{ Nm}^{-2}$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 26,411^2 = 472,7 \text{ Nm}^{-2}$$

$$C_e = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{1107}{472,7} = 2,34$$



Liniové zatížení od působení větru na most:

$$f_{w1,k} = h_{NK} \cdot q_p(z) \cdot c_{fx,0} = 1,48 \cdot 1,107 \cdot 1,3 = 2,13 \text{ kNm}^{-1}$$

$$m_{w1,k} = f_{w1,k} \cdot e_1 = 2,13 \cdot 0,502 = 1,07 \text{ kNmm}^{-1}$$

Síla od zatížení větrem na vlak:

$$F_{w2,k} = L_{NK} \cdot h_2 \cdot q_p(z) \cdot c_{fx,0} = 6,9 \cdot 4 \cdot 1,107 \cdot 1,3 = 39,7 \text{ kN}$$

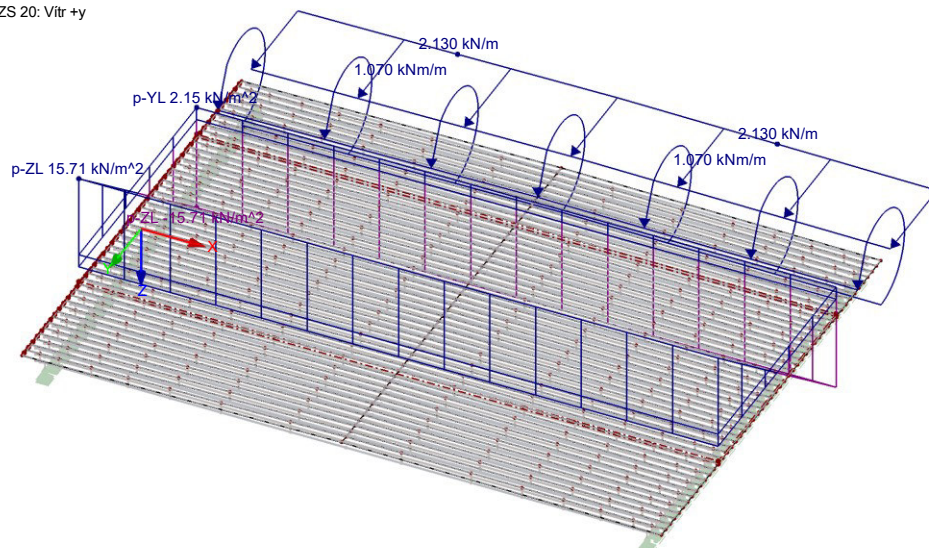
$$f_{w2,k} = h_2 \cdot q_p(z) \cdot c_{fx,0} = 4 \cdot 1,107 \cdot 1,3 = 5,76 \text{ kNm}^{-1}$$

$$\frac{f_{w2,k}}{d} = \frac{5,76}{2,683} = 2,15 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\Delta f_{w2,k} = \frac{f_{w2,k} e_2}{\frac{1}{6} d^2} = \frac{2,15 \cdot 3,373}{\frac{1}{6} \cdot 2,683^2} = 15,71 \text{ kNm}^{-2}$$

ZS 20: Vitr +y

Izometrie



3.2.4 Teplota

$\gamma_t = 1,35$ (pro stáří víc jak 30 let); $\psi_0 = 0,6$; $\psi_1 = 0,6$; $\psi_2 = 0,5$

$\alpha_t = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Uvažuje se působení rovnoměrné složky teploty a svislé lineární rozdílové složky teploty. Maximální teploty pro danou lokalitu jsou v mezích $T_{\max} \in \langle 36,1; 38,0 \rangle ^\circ\text{C}$ a minimální teploty v mezích $T_{\min} \in \langle -30,0; -28,1 \rangle ^\circ\text{C}$ (podle obr. NA.1, NA.2 – ČSN EN 1991-1-5). $T_0 = 10 ^\circ\text{C}$.

Pro stanovení rozdílových složek teplot je železobetonová desková konstrukce považována za 3. typ. Vliv SVI a tloušťky kolejového lože je zahrnut pomocí součinitele $k_{\text{sur,heat}} = 0,8$ a $k_{\text{sur,cool}} = 1,2$;

1) Rovnoměrné složky (průměr teplot pro danou lokalitu)

$$T_{\max} = +37 ^\circ\text{C} \quad T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5 ^\circ\text{C} = +37 + 1,5 = +38,5 ^\circ\text{C}$$

$$T_{\min} = -29 ^\circ\text{C} \quad T_{e,\min} = T_{\min} + 8,0 ^\circ\text{C} = -29 + 8,0 = -21,0 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = +38,5 - 10 = +28,5 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_{e,\min} - T_0 = -21,0 - 10 = -31,0 ^\circ\text{C}$$

2) Svislé lineární složky (podle tab. 6.1 – ČSN EN 1991-1-5)

$$\Delta T_{M,\text{heat}} = +15 ^\circ\text{C}; \quad k_{\text{sur,heat}} \cdot \Delta T_{M,\text{heat}} = 0,8 \cdot 15 = +12,0 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M,\text{cool}} = -8 ^\circ\text{C}; \quad k_{\text{sur,cool}} \cdot \Delta T_{M,\text{cool}} = 1,2 \cdot (-8) = -9,6 ^\circ\text{C}$$

4 Kombinace zatížení

Sestavy jsou uvažovány gr11 – gr12. Pro sestavy zatížení dopravou platí hodnoty $\psi_0 = 0,8$; $\psi_1 = 0,8$; $\psi_2 = 0$.

Jednotlivé kombinace jsou vypsány na konci statického výpočtu.

4.1 MSÚ

Pro kombinace zatížení jsou použity kombinační vztahy (STR/GEO) (Soubor B)

- 6.10a

$$\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_{Q,i+1} \cdot \psi_{0,i+1} \cdot Q_{k,i+1}$$
- 6.10b

$$\xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_{Q,i+1} \cdot \psi_{0,i+1} \cdot Q_{k,i+1}$$

4.2 MSP

Pro kombinace zatížení jsou použity kombinační vztahy

- charakteristická

$$G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \psi_{0,i+1} \cdot Q_{k,i+1}$$

5 Zatěžovací stavy a kombinace

Seznam zatěžovacích stavů:

Existující zatěžovací stavy	
G ZS1	Vlastní tíha
G ZS2	Omlátka, izolace
G ZS3	Římky
G ZS4	Kolejové lože
G ZS5	Kolejový rošt
gr1a ZS6	LM71 svislé síly bez excentricity ohyb
gr1a ZS7	LM71 excentricita přitížená levá kolejnice ohyb
gr1a ZS8	LM71 excentricita přitížená pravá kolejnice ohyb
gr1a ZS9	LM71 odstředivé síly ohyb
gr1a ZS10	LM71 boční ráz ohyb
gr1a ZS11	LM71 rozjezd
gr1a ZS12	LM71 svislé síly bez excentricity smyk
gr1a ZS13	LM71 excentricita přitížená pravá kolejnice smyk
gr1a ZS14	LM71 odstředivé síly smyk
gr1a ZS15	LM71 boční ráz smyk
gr1a ZS16	LM71 svislé síly bez excentricity R
gr1a ZS17	LM71 excentricita přitížená pravá kolejnice R
gr1a ZS18	LM71 odstředivé síly R
gr1a ZS19	LM71 boční ráz R
QwP ZS20	Vítr +y
QwP ZS21	Vítr -y
Qt ZS22	Teplota rovnoměrná oteplení
Qt ZS23	Teplota rovnoměrná ochlazení
Qt ZS24	Teplota rozdílová oteplení
Qt ZS25	Teplota rozdílová ochlazení

Kombinace:

Existující kombinace zatížení	
KZ1	gr11+vítr 6.10a ohyb
KZ2	gr11+vítr 6.10b ohyb
KZ3	gr12+vítr 6.10a ohyb
KZ4	gr12+vítr 6.10b ohyb
KZ5	gr11+vítr 6.10a smyk
KZ6	gr11+vítr 6.10b smyk
KZ7	gr12+vítr 6.10a smyk
KZ8	gr12+vítr 6.10b smyk
KZ9	Průhyb LM71 svislá charakteristická
KZ10	Průhyb stálé zatížení charakteristické
KZ11	Zatížitelnost LM71 svislé síly
KZ12	Zatížitelnost ostatní

6 MSÚ

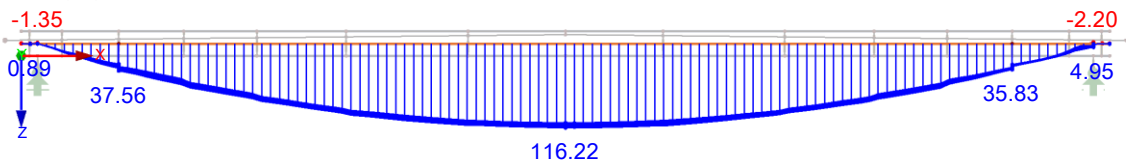
Pro účely posouzení jsou vnitřní síly z desky a kolejnic integrovány do výsledkových prutů. Šířka integračního pásu je rovna rozteči kolejnic, tj. 200 mm. Vzhledem k nejasným parametrům betonu je počítáno pouze s únosností kolejnic.

6.1 Posouzení na N , M

Zobrazeny jsou výsledky na všech výsledkových prutech, pro přehlednost je volen boční pohled, celkové výsledky viz kapitola 10. Vliv normálových sil je zanedbán, dosahují velmi malých hodnot oproti únosnosti, vzhledem k zabetonování nemůže dojít k vybočení

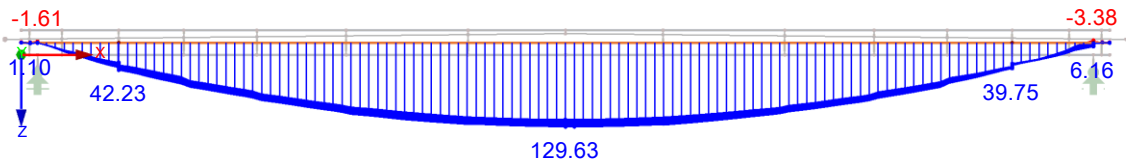
KZ 1: gr11+viřr 6.10a ohyb
Pruty Vnitřní síly M-y

Proti smíru osy Y



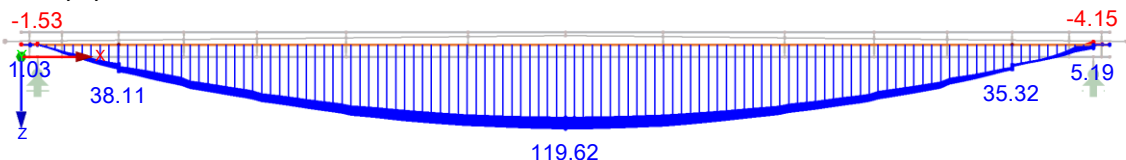
KZ 2: gr11+viřr 6.10b ohyb
Pruty Vnitřní síly M-y

Proti smíru osy Y



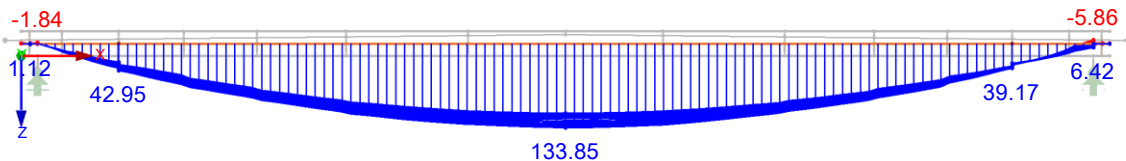
KZ 3: gr12+viřr 6.10a ohyb
Pruty Vnitřní síly M-y

Proti smíru osy Y



KZ 4: gr12+viřr 6.10b ohyb
Pruty Vnitřní síly M-y

Proti smíru osy Y



Jako materiál je uvažována kolejnicová ocel 75 ČSD. Návrhová mez kluzu je vypočtena stejně jako při posouzení namáhání kolejnic:

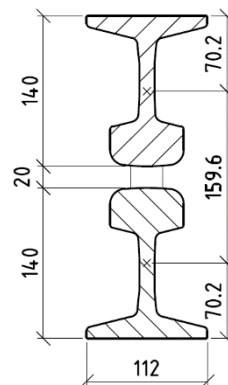
$$f_{yd} = \frac{0,6 \cdot R_m}{\gamma_{M0}} = \frac{0,6 \cdot 734}{1,15} = 440,4 \text{ MPa}$$

$$M_{y,el,Rd} = W_{y,el} \cdot f_{yd} = 672\,775 \cdot 440,4 \cdot 10^{-6} = 257,64 \text{ kNm}$$

Využití:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,el,Rd}} = \frac{133,85}{257,64} = 0,52 \leq 1,0$$

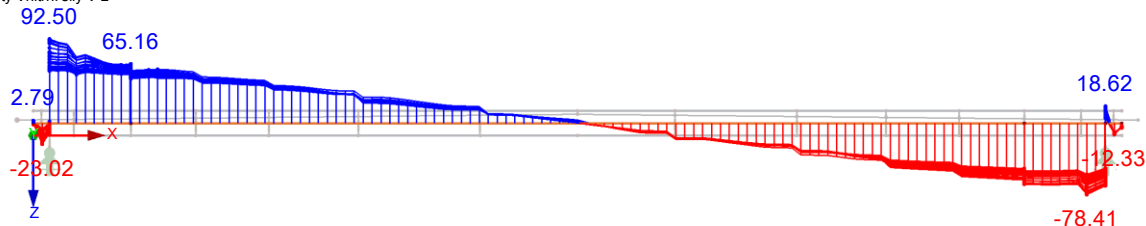
- vyhovuje



6.2 Posouzení na Vz

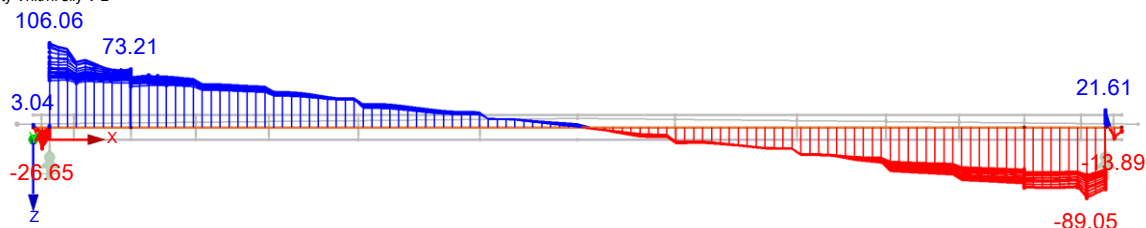
KZ 5: gr11+viřr 6.10a smyk
Pruty Vnitřní síly V-z

Proti smíru osy Y



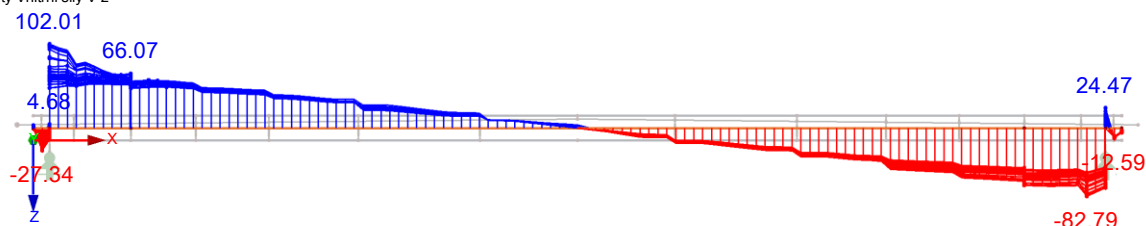
KZ 6: gr11+viřtr 6.10b smyk
Pruty Vnitřní síly V-z

Proti smíru osy Y



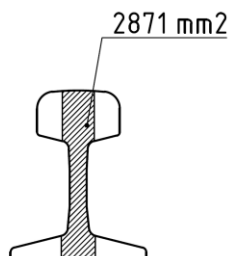
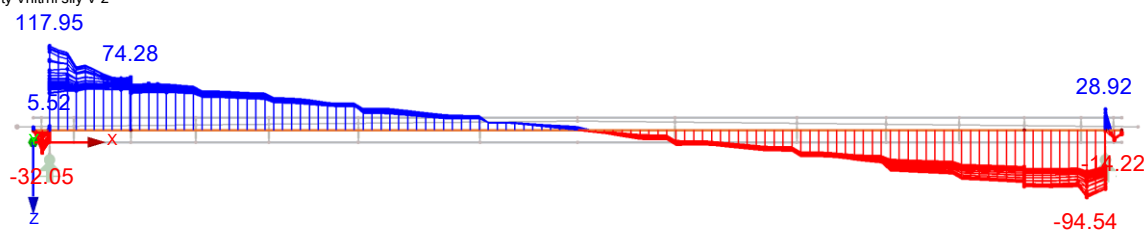
KZ 7: gr12+viřtr 6.10a smyk
Pruty Vnitřní síly V-z

Proti smíru osy Y



KZ 8: gr12+viřtr 6.10b smyk
Pruty Vnitřní síly V-z

Proti smíru osy Y



Smyková únosnost jedné kolejnice:

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} = \frac{2871 \cdot 440,4 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 634,78 \text{ kN}$$

Využití:

$$\frac{V_{z,Ed}}{2 \cdot V_{pl,z,Rd}} = \frac{117,95}{2 \cdot 634,78} = 0,09 \leq 1,0$$

- vyhovuje

6.3 Posouzení spojek

Kolejnice jsou vzájemně spojeny plochými spojkami výšky 20 mm a délky 100 mm, svar neznámý, uvažován oboustranný koutový svar $a = 5$ mm. Materiál spojek, resp. svaru je uvažován jako ocel řady 37, vlastnosti dle tab. A.1 Metodického pokynu.

Podélné smykové napětí (rozteč spojek 350 mm):

$$\tau_{\parallel,Ed} = \frac{V_z S_y e}{I_y 2a l} = \frac{117,95 \cdot 10^3 \cdot 5660 \cdot 69,8 \cdot 350}{1,01 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 100} = 161,61 \text{ MPa}$$

Únosnost:

$$\tau_{\parallel,Rd} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 1,30} = 199,85 \text{ MPa}$$

Využití

$$\frac{\tau_{\parallel,Ed}}{\tau_{\parallel,Rd}} = \frac{161,61}{199,85} = 0,81 \leq 1,0$$

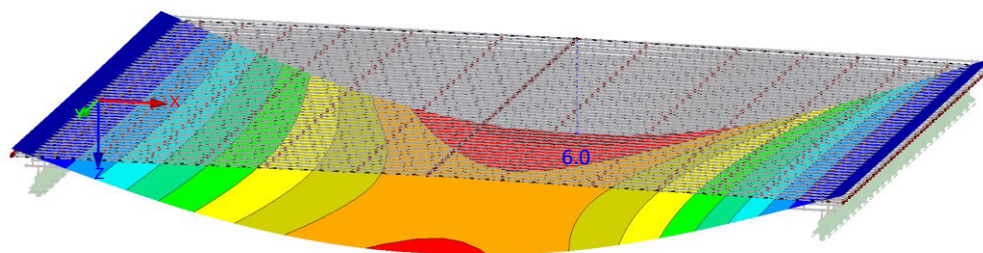
- vyhovuje

7 MSP

7.1 Posouzení průhybu

Průhyb od stálých zatížení:

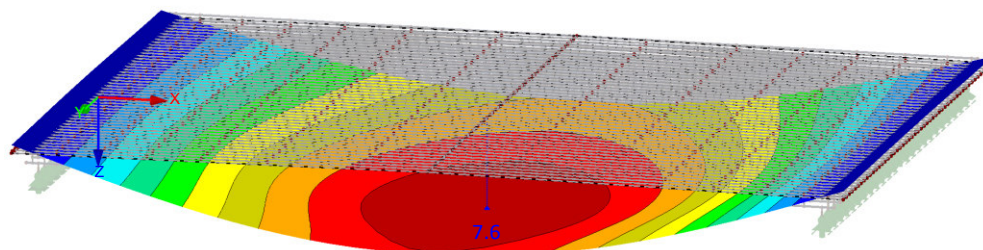
KZ 10: Průhyb stálé zatížení charakteristické
Globální deformace u-Z



Průhyb od stálých zatížení bude vyrovnán v kolejovém loži – na provozuschopnost nemá vliv.

Průhyb od charakteristického svislého zatížení LM71:

KZ 9: Průhyb LM71 svislá charakteristická
Globální deformace u-Z



Požadavek ČSN EN 1990, čl. A2.4.4.2.3 (1)

$$u_z = 7,6 \text{ mm} \leq u_{z,lim} = \frac{L}{600} = \frac{6500}{600} = 10,83 \text{ mm}$$

- vyhovuje

8 Stanovení zatížitelnosti

Nosná konstrukce dle posouzení vyhovuje na přenos zatížení LM71.

8.1 Namáhání spojek

Výsledky pro zatížení LM71

$$V_{Rd} = \frac{\tau_{ll,Rd} \cdot 2 \cdot a \cdot l \cdot I_y}{S \cdot e} = \frac{199,85 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 100 \cdot 1,01 \cdot 10^8}{5660 \cdot 69,8 \cdot 350} = 145,86 \text{ kN}$$

Rezerva pro LM71 je $V_{l,Rd} - (V_{rs,Ed}) = 145,86 - (55,37) = 90,49 \text{ kN} \Rightarrow$

$$Z_{LM71,V} = V_{rezerva} / V_{LM71} = 90,49/62,58 = 1,445$$

8.2 Průhyb

$$Z_{LM71,u} = u_{rezerva} / u_{LM71} = 10,83/7,6 = 1,425$$

- rozhoduje

9 Stanovení přechodnosti

Pro nosnou konstrukci je stanovena celková zatížitelnost $Z_{LM71} = 1,425$.

Mostní objekt, jehož zatížitelnost $Z_{LM71} \geq 1,00$, vyhovuje z hlediska přechodnosti pro traťové třídy zatížení A, B1, B2, C2, C3, C4 a D2 s přidruženou rychlostí menší nebo rovnou 160 km/h a pro traťové třídy zatížení D3 a D4 s přidruženou rychlostí menší nebo rovnou 120 km/h.

Mostní objekt vyhovuje na požadovanou TTZ D4-80.

10 Zobrazení výsledků

Výsledky pro posouzení MSÚ (vnitřní síly) jsou zobrazeny na výsledkových prutech umístěných v těžištích dvojic kolejnic. Výsledky pro posouzení MSP (průhyb) jsou zobrazeny na desce.

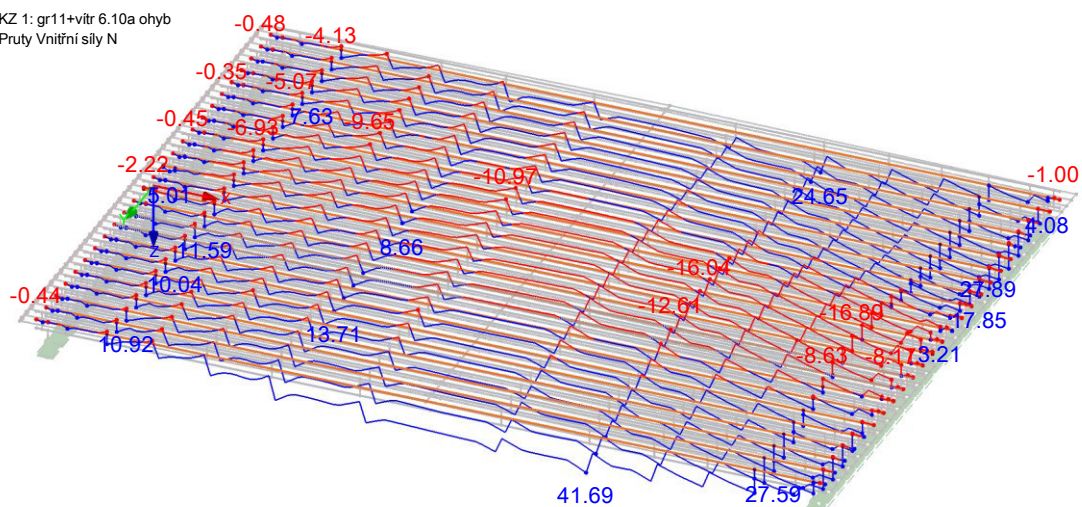
10.1 Kombinace KZ4 (maximální M)

Zatěžovací stavy v kombinaci zatížení KZ4		
1.24	G ZS1	Vlastní tíha
1.24	G ZS2	Omlítka, izolace
1.24	G ZS3	Římsy
1.61	G ZS4	Kolejové lože
1.24	G ZS5	Kolejový rošt
1.30	gr1a ZS6	LM71 svislé síly bez excentricity ohyb
1.30	gr1a ZS8	LM71 excentricita přitížená pravá kolejnice
1.30	gr1a ZS9	LM71 odstředivé síly ohyb
1.30	gr1a ZS10	LM71 boční ráz ohyb
0.65	gr1a ZS11	LM71 rozjezd
0.88	QwP ZS20	Větr +y

N

KZ 1: gr11+vitř 6.10a ohyb
Pruty Vnitřní síly N

Izometrie

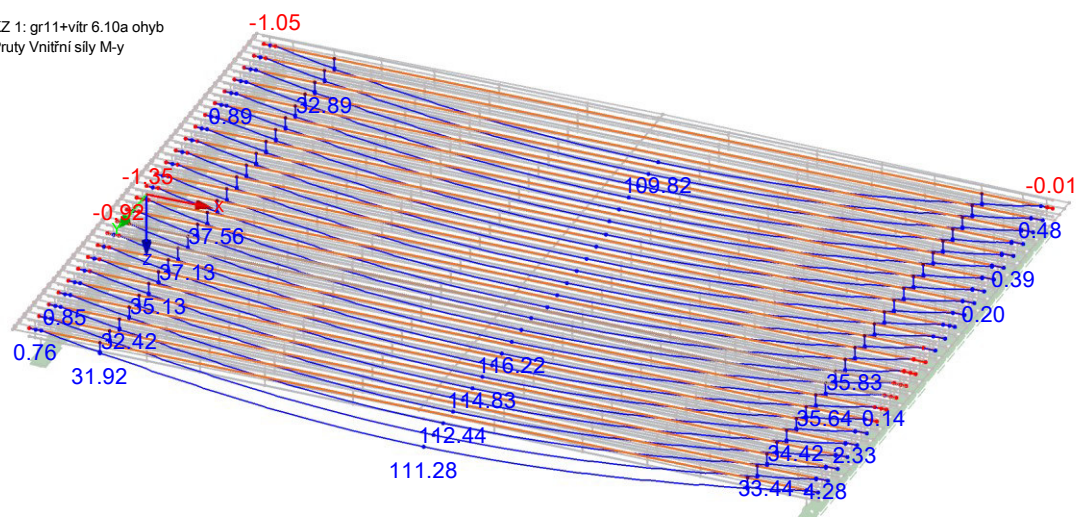


Pruty Max N: 41.69, Min N: -16.90 [kN]

M_y

KZ 1: gr11+vitř 6.10a ohyb
Pruty Vnitřní síly M-y

Izometrie



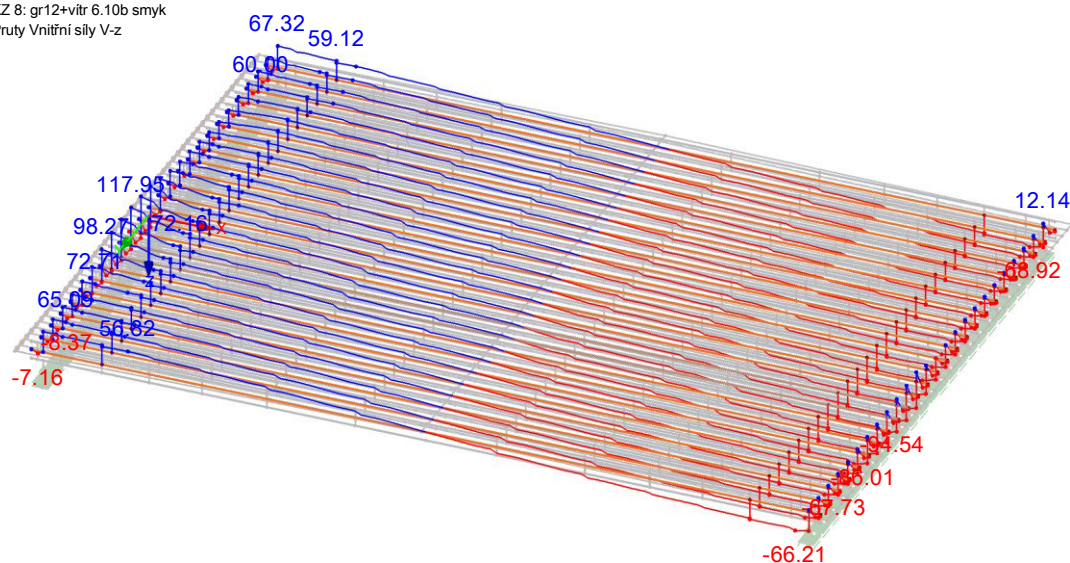
Pruty Max M-y: 116.22, Min M-y: -2.20 [kNm]

10.2 Kombinace KZ8 (pro maximální Vz)

V_z

KZ 8: gr12+vitr 6.10b smyk
Pruty Vnitřní síly V-z

Izometrie



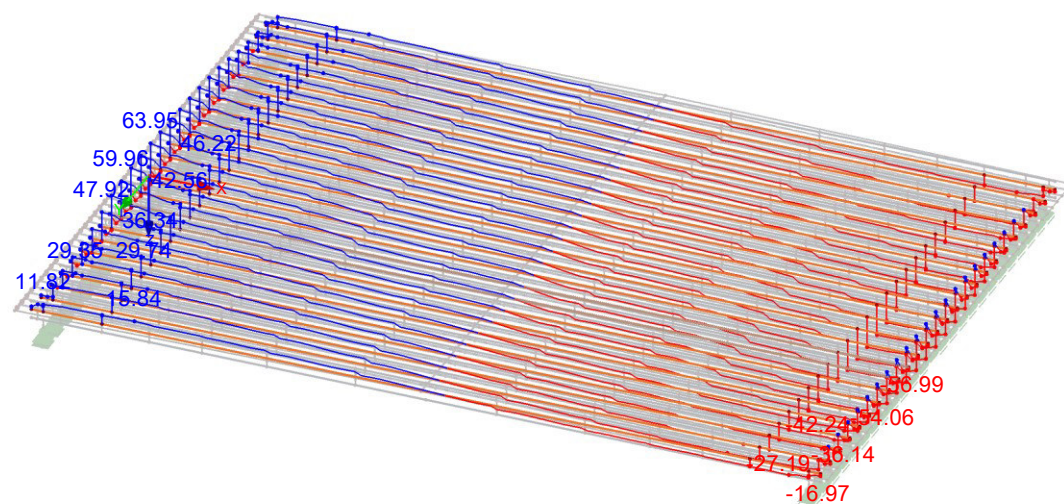
10.3 Kombinace KZ11

(pouze svislé síly LM71 – návrhové hodnoty pro maximální Vz)

V_z

KZ 11: Zatížitelnost LM71 svislé síly
Pruty Vnitřní síly V-z

Izometrie



Pruty Max V-z: 63.95, Min V-z: -56.99 [kN]

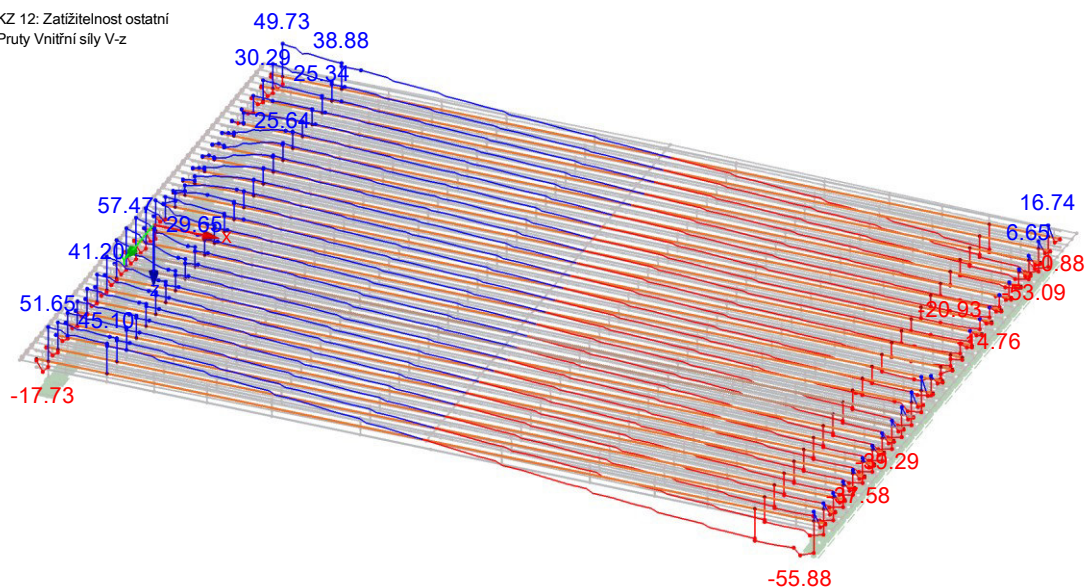
10.4 Kombinace KZ12

(stálé + vítr + doprava mimo svislých sil LM71 – návrhové hodnoty pro maximální Vz)

V_z

KZ 12: Zatížitelnost ostatní
Pruty Vnitřní síly V-z

Izometrie



Pruty Max V-z: 57.47, Min V-z: -55.88 [kN]

11 Závěr

Přepočtem byla stanovena zatížitelnost mostního objektu následovně:

$Z_{LM71} = 1,425$

Přechodnost mostu je stanovena na D4-80.

V Brně, září 2022

Juraj Figuli

PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

nosné konstrukce objektu
SO 02.2 Železniční most

A. IDENTIFIKACE MOSTU

TÚ (číslo, název): 1201 Retz (ÖBB) (část) – Kolín (mimo);

DÚ: 06 Znojmo – Olbramkostel;

Staničení: km 109,184 (evidenční staničení)

B. IDENTIFIKACE ČÁSTI MOSTU

Nosná konstrukce: prostě uložená deska se zabetonovanými kolejnicemi

Nosná konstrukce se nachází pod kolejí č. 1

C. DOPLŇUJÍCÍ ÚDAJE ČÁSTI MOSTU

Kategorie zatížitelnosti: C

Výpočtový model: **kombinace prutového a deskostěnového**

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení):

směrově v levostranném oblouku

s převýšením $D = 114$ mm

excentricita koleje k ose mostu -0,213 m (kolej č. 1)

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu: -

Datum zjištění technického stavu mostu: SŽDC, s. o.: 2021

Poznámka k části mostu:

Poř. č.	Prvek	Detail	Namáhání	k_l	typ	L_p	ϕ_l	L_ϕ [m]	$\gamma_{Q,LM71}$	$\gamma_{Q,LM71,E}$	Číslo strany přepočtu	Z_{LM71}	$Z_{LM71,E}$	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Nosná konstrukce	spojka	V	-	-	-	1,65	6,5	1,3	-	21	1,445	-	
2	Nosná konstrukce	střednice	průhyb	-	-	-	1,0	6,5	1,3	-	21	1,425	-	