

STATICKÝ VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI

Most přes Chrudimku v Pardubicích

Podrobný statický výpočet podle ČSN 73 6222



OBSAH:

1.	POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE	-3-
2.	VÝPOČETNÍ MODEL	-3-
2.1.	Výpočetní programy	-3-
2.2.	Přehled použité literatury, norem a VL	-3-
2.3.	Podklady	-4-
2.4.	Identifikace autora	-11-
3.	PROSTOROVÝ MODEL NOSNÉ KONSTR. - 1. a 3. POLE	-12-
3.1.	Materiálové charakteristiky	-12-
3.2.	Průřezové charakteristiky	-13-
3.3.	Model	-16-
3.4.	Zatížení	-17-
4.	ZATÍŽITELNOST JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ 1. A 3. POLE	-22-
4.1.	Kombinace zatížení	-22-
4.2.	Horní hlavní nosník	-22-
4.3.	Dolní hlavní nosník	-26-
4.4.	Tlačené diagonály	-29-
4.5.	Tažené diagonály	-34-
4.6.	Příčníky - dolní pás	-37-
4.7.	Podélníky	-39-
5.	ZATÍŽITELNOST 1. A 3. POLE DLE ČSN 73 6222	-44-
5.1.	Výpis zatížitelnosti jednotlivých prvků	-44-
5.2.	Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu	-45-
5.3.	Výsledná zatížitelnost mostních polí 1. a 3.	-45-
6.	PROSTOROVÝ MODEL NOSNÉ KONSTR. - 2. POLE	-46-
6.1.	Materiálové charakteristiky	-46-
6.2.	Průřezové charakteristiky	-46-
6.3.	Model	-50-
6.4.	Zatížení	-53-
7.	ZATÍŽITELNOST JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ 2. POLE	-57-
7.1.	Kombinace zatížení	-57-
7.2.	Horní hlavní nosník	-57-
7.3.	Dolní hlavní nosník	-61-
7.4.	Tažené diagonály	-64-
7.5.	Příčníky	-68-
7.6.	Podélníky	-74-
8.	ZATÍŽITELNOST 2. POLE DLE ČSN 73 6222	-76-
8.1.	Výpis zatížitelnosti jednotlivých prvků	-76-
8.2.	Výsledná zatížitelnost mostního pole 2.	-77-
8.3.	Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu	-77-
9.	OZNAČENÍ ZATÍŽITELNOSTI MOSTU	-78-
10.	ZÁVĚR	-79-

1. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE

Mostní objekt se předpokládá z roku 1885, dle ocelové tabulky s letopočtem na nosné konstrukci. Objekt o třech polích je tvořen ocelovými příhradovými konstrukcemi s dolní mostovkou ocelobetonovou. První a třetí pole mostu jsou totožné. Druhé pole mostu je s největším rozpětím, od ostatních polí se liší základními rozměry příhradové soustavy. Vzhledem k tomu, že ze statického hlediska se jedná o tři prostá pole lze tyto tři pole vyšetřovat jako dvojici mostů, přičemž o zatížitelnosti bude rozhodovat nejslabší prvek z této dvojice mostů. Dvojice hlavních příhradových nosníků tvořená dolním a horním pásem, svislými sloupky a křížícími se diagonálami je tvořena nýtovanými a šroubovanými plechy a válcovanými složenými průřezy. Hlavní nosníky jsou v dolní rovině spojeny masivními složenými příčníky. Mostovka je tvořena z ocelových profilovaných mostin uložených v příčném směru na podélníky. Mostiny jsou obetonovány betonem. Most je pod mostovkou ztužen systémem vodorovných ztužidel ve dvou rovinách. Hlavní nosníky jsou na opěry uloženy pomocí čtveřice ocelových ložisek, vždy dvojice pevných a dvojice posuvných. Opěry jsou masivní železobetonové. Způsob založení mostu není znám.

2. VÝPOČETNÍ MODEL

Statický výpočet je proveden dle teorií stavební mechaniky. Pro výpočet průběhů vnitřních sil byl použit prostorový model zatížený dle EC 1991 a ČSN 73 6222. Výpočet únosnosti průřezů je proveden dle ČSN EN 1992-1-1 a 1992-2.

2.1. Výpočetní programy

Výpočet průběhů vnitřních sil byl proveden v software SCIA Engineer 22.0. Posouzení prutů bylo provedeno pomocí tabulkového procesoru Microsoft Excel. Určení zatížitelnosti bylo určeno také pomocí tabulkového procesoru Microsoft Excel.

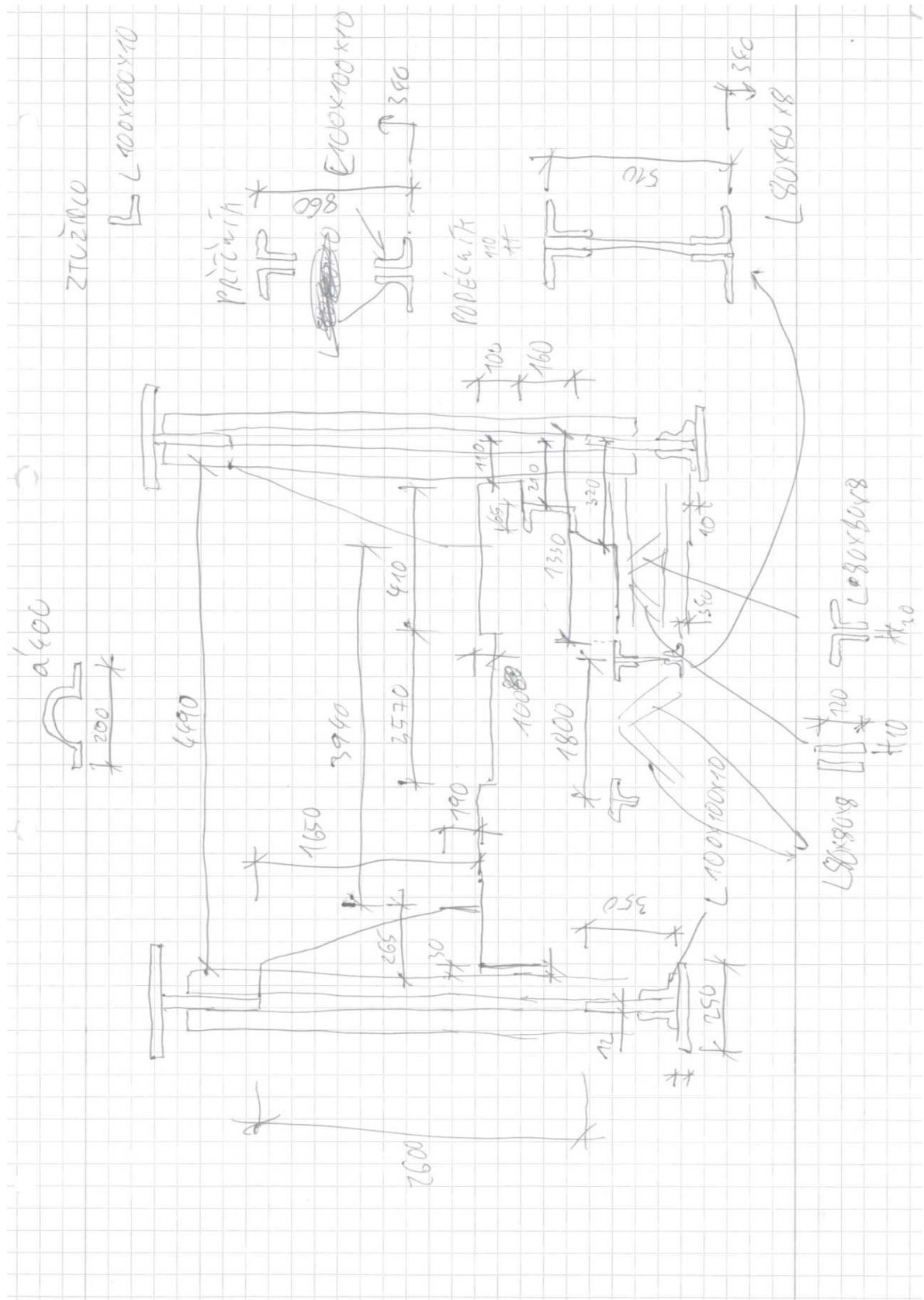
2.2. Přehled použité literatury, norem a VL

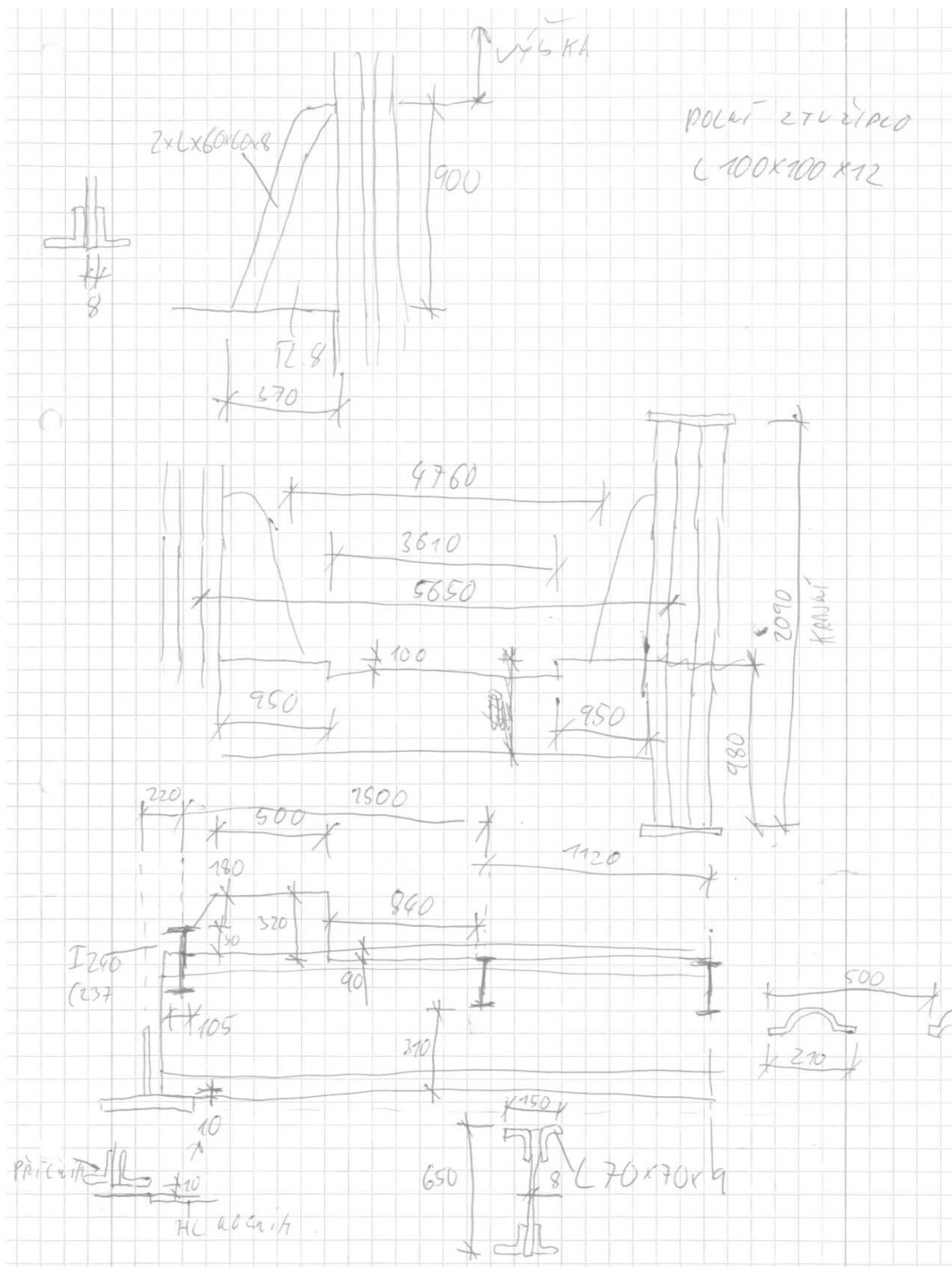
2.2.1. Použité normy

ČSN 73 6200 – Mostní názvosloví
ČSN 73 6201 – Navrhování mostních objektů
ČSN 73 6220 – Zatížitelnost a evidence mostů pozemních komunikací
ČSN 73 6221 – Prohlídky mostů pozemních komunikací
ČSN 73 6222 – Zatížitelnost mostů pozemních komunikací
ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení stavebních konstrukcí
ČSN EN 1991-2 – Zatížení konstrukcí – zatížení mostů dopravy
ČSN ISO 13822 – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení stávajících konstrukcí

2.2.2. Použitá literatura

- [1] Novák J. – Hořejší J.: Statika stavebních konstrukcí, SNTL Praha, 19733
- [2] Hořejší J. – Šafka J.: Statické tabulky, SNTL Praha, 1988
- [3] Vítek J.: Mostní stavby, SNTL Praha, 1989
- [4] Kolektiv autorů: Silniční a mostní stavby – texty, Sekurkon Praha, 1996
- [5] Studnička J: Ocelové konstrukce 10, ČVUT Praha, 2000
- [6] Wald F.: Ocelové konstrukce – Tabulky, ČVUT Praha, 2000
- [7] Rotter, Studnička .: Ocel. konstrukce 30 – Ocelové mosty, ČVUT Praha
- [8] TP 200 – Stanovení zatížitelnosti mostů pozemních komunikací, Pragoprojekt, 2008
- [9] Kolektiv autorů: Pomůcka pro určování zatížitelnosti starších mostů, SVŠT Bratislava, 1989





2.3.3. Celkové fotografie mostu





2.3.4. Styčník S1



2.3.5. Styčník S2



2.3.6. Styčník D3



2.3.7. Styčník P5



2.4. Identifikace autora

Vypracoval: [REDACTED]
autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce

Kontroloval: [REDACTED]
autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce

Firma: [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Razítko a podpisy jsou uvedeny na deskách a/nebo na konci statického výpočtu.

3. PROSTOROVÝ MODEL NOSNÉ KONSTR. - 1. a 3. POLE

Prostorový příhradový model nosné konstrukce z jednotlivých 1D prutů a 2D desek byl sestaven na základě mostní prohlídky s oměřeními jednotlivých rozměrů a dimenzí průřezů.

3.1. Materiálové charakteristiky

Ocel nosné konstrukce:

Dle ocelové tabulky s letopočtem na jednom z polí nosné konstrukce lze předpokládat, že most pochází z roku 1885. V tomto období se používalo svářkové železo. Mez kluzu svářkového železa byla odhadnuta pomocí oceli vyráběné později označované Cc, u této oceli jsou již definovány jak normová mez průtažnosti (dnešní mez kluzu), tak zároveň dovolené namáhání v tahu. Mez kluzu svářkové oceli bude vypočtena na základě předpokladu, že závislost mezi normovou mezí průtažnosti a dovoleným namáháním v tahu je u těchto dvou typů ocelí stejná lineární. Dle normy ČSN ISO 13822 je nutné mez kluzu ověřit zkouškou na odebraných vzorcích z mostní konstrukce.

Odhad charakteristické meze kluzu	$f_y =$	150 MPa
Modul pružnosti oceli	$E_s =$	210000 MPa

3.2. Průřezové charakteristiky

3.2.1. Horní a dolní hlavní nosník

Horní hlavní nosník je proměnný po polích nosné konstrukce. V jednotlivých polích se liší počtem horních plechů. Ve středních polích je počet plechů 3, v krajních pouze 1 plech.

Dolní hlavní nosník je stejného motivu jako horní nosník, je proměnný po polích nosné konstrukce. V jednotlivých polích se liší počtem spodních plechů. Ve středních polích je počet plechů 3, v krajních plech není vůbec.

složený průřez:
 0-3 plechy 350x8
 2x L100x10
 1 plech 350x12

pro průřez se 3 plechy:

$$A = 1,64E-02 \text{ m}^2$$

$$w_{ply} = 9,44E-04 \text{ m}^3$$

$$I_z = 9,38E-05 \text{ m}^4$$

pro průřez se 2 plechy:

$$A = 1,36E-02 \text{ m}^2$$

$$w_{ply} = 8,81E-04 \text{ m}^3$$

$$I_z = 6,52E-05 \text{ m}^4$$

pro průřez se 1 plech:

$$A = 1,08E-02 \text{ m}^2$$

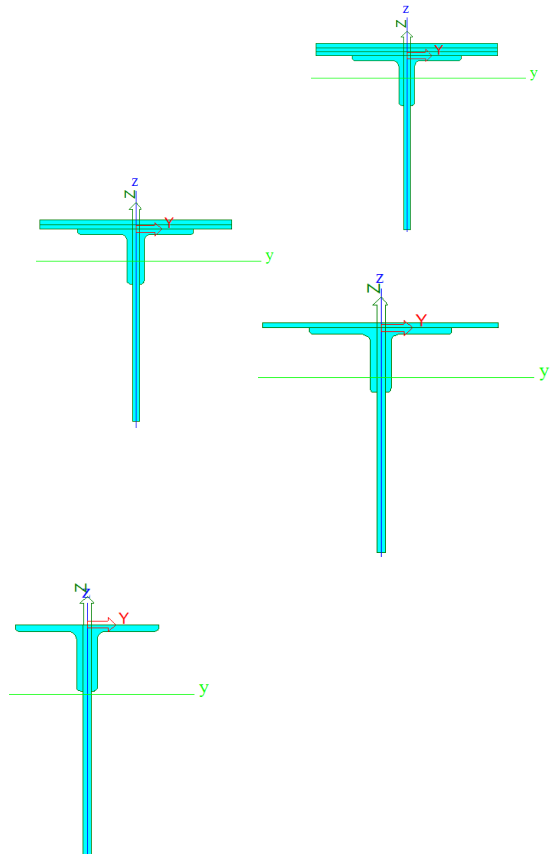
$$w_{ply} = 8,17E-04 \text{ m}^3$$

$$I_z = 3,67E-05 \text{ m}^4$$

pro průřez bez plechů:

$$A = 8,03E-03 \text{ m}^2$$

$$w_{ply} = 6,77E-04 \text{ m}^3$$



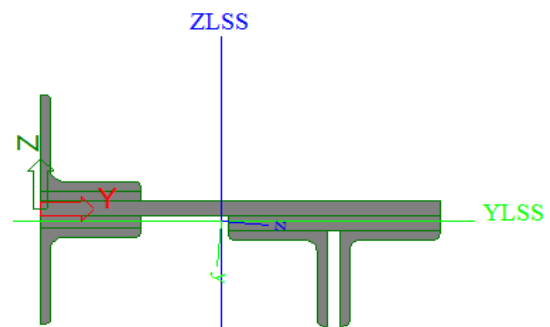
3.2.2. Krajiní svislice

složený průřez:
 1 plech 320x12
 4x L 80x8
 2x plech 80x10
 1x plech 170x12

$$A = 1,24E-02 \text{ m}^2$$

$$I_z = 8,90E-06 \text{ m}^4$$

$$w_{ply} = 1,18E-03 \text{ m}^3$$

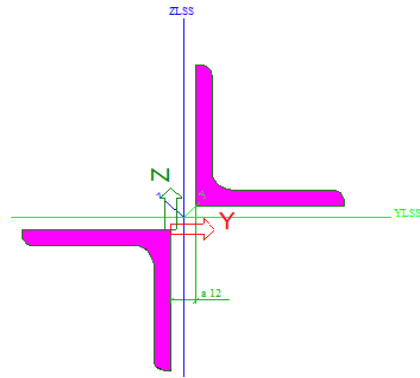


3.2.3. Ostatní svislíce

složený průřez:
 2x L 70x8

$$A = 2,13E-03 \text{ m}^2$$

$$I_y = 1,50E-06 \text{ m}^4$$



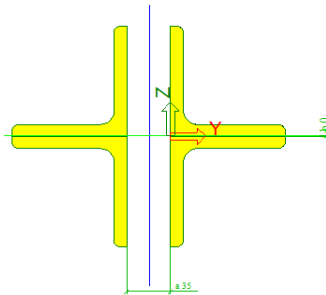
3.2.4. První tlačená diagonála

4x L 90x10

$$A = 6,85E-03 \text{ m}^2$$

$$I_z = 1,79E-05 \text{ m}^4$$

$$I_y = 9,65E-06 \text{ m}^4$$



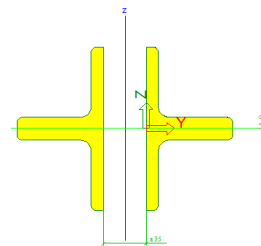
3.2.5. Druhá tlačená diagonála

složený průřez:
 4x L 70x10

$$A = 5,24E-03 \text{ m}^2$$

$$I_z = 1,00E-05 \text{ m}^4$$

$$I_y = 4,59E-06 \text{ m}^4$$

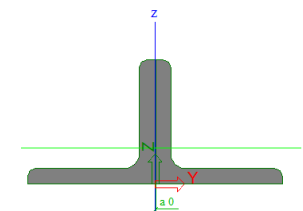


3.2.6. Třetí tlačená diagonála

složený průřez:
 2x L 80x10

$$A = 3,02E-03 \text{ m}^2$$

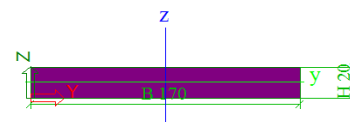
$$I_y = 1,75E-06 \text{ m}^4$$



3.2.7. První tažená diagonála

1 plech 170x20 (stejně jako 2 plechy 170x10)

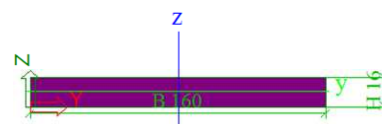
$$A = 3,40E-03 \text{ m}^2$$



3.2.8. Druhá tažená diagonála

1 plech 160x16 (stejně jako 2 plechy 160x8)

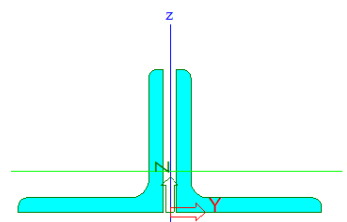
$$A = 2,56E-03 \text{ m}^2$$



3.2.9. Příčníky - dolní pás

složený průřez:
2x L 100x10

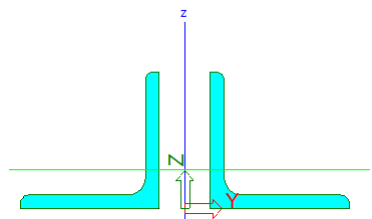
$$A = 3,83E-03 \text{ m}^2$$



3.2.10 Příčníky - krajní tlačena diagonála

složený průřez:
2x L 80x8

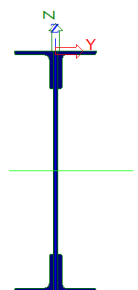
$$A = 2,45E-03 \text{ m}^2$$
$$w_{ply} = 4,59E-05 \text{ m}^3$$



3.2.11 Podélníky

složený průřez:
1 plech 510x10
4x L 80x8

$$A = 1,00E-02 \text{ m}^2$$
$$w_{ply} = 1,79E-03 \text{ m}^3$$

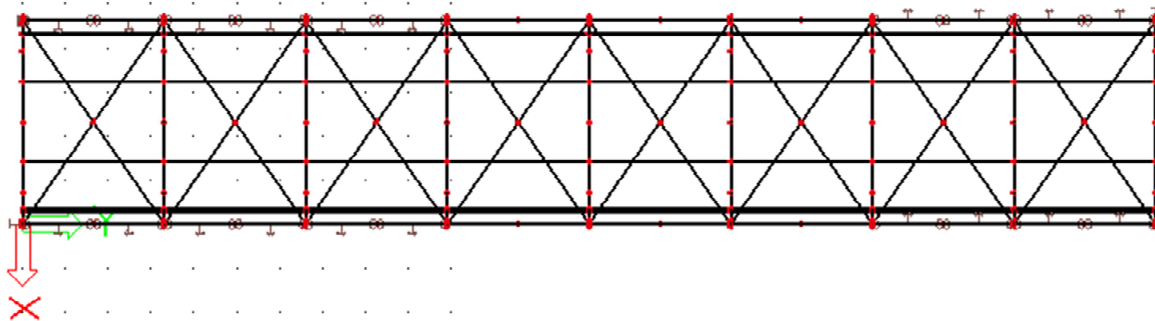


3.2.12. Ostatní prvky

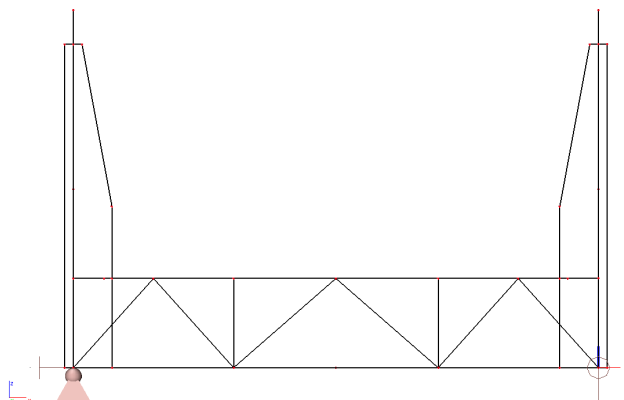
Ostatní prvky, zejména pak ztužující diagonály pod mostovkou nebudou posuzovány. Dále nebude posuzována mostovka, lze předpokládat, že zatížitelnost ocelobetonové mostovky je vyšší než zatížitelnost ostatních částí.

3.3. Model

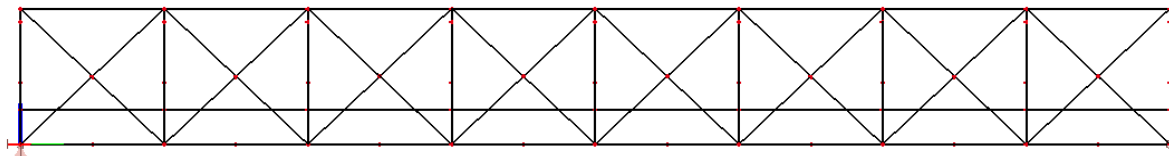
Půdorys - schéma:



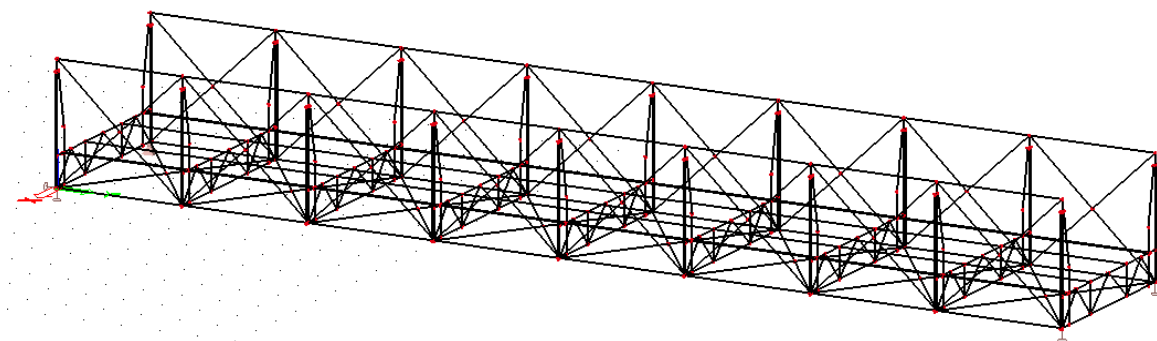
Příčný řez - schéma:



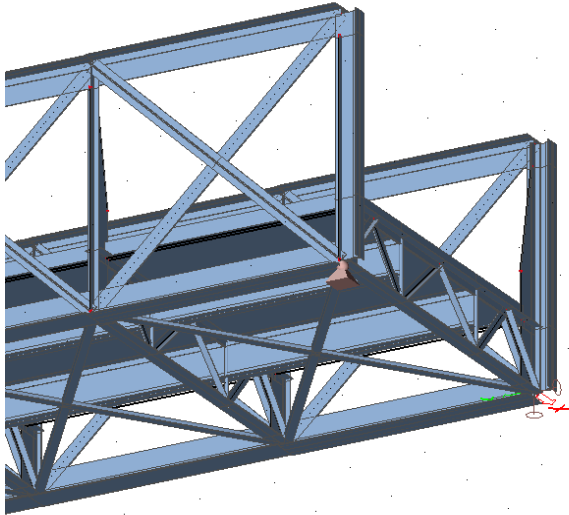
Podélný řez - schéma:



Axonometrie - schéma:



Axonometrie oblasti u opěry - se zobrazenými povrchy:



3.4. Zatížení

3.4.1. Zatížení vlastní tíhou

Bude spočítána tíha jen významných prvků nosné konstrukce.

	plocha	obj. tíha	$g_{s,K}$	tlošťka/délka	tíha
	[m ²]	[kN/m ³]	[kN/m]	[m]	[kN]
hlavní nosník 3 plechy	1,64E-02	78,5	1,2898335	39,72	51,23218662
hlavní nosník 2 plechy	1,36E-02	78,5	1,0700335	26,48	28,33448708
hlavní nosník 1 plech	1,08E-02	78,5	0,8502335	33,1	28,14272885
hlavní nosník bez plechu	8,03E-03	78,5	0,6304728	6,62	4,173729605
krajní svislice	1,24E-02	78,5	0,972458	12,88	12,52525904
ostatní svislice	2,13E-03	78,5	0,1675112	45,08	7,551402642
první tlačená diagonála	6,85E-03	78,5	0,5379527	18,468	9,93490954
druhá tlačená diagonála	5,24E-03	78,5	0,4109789	18,468	7,589958325
druhá tlačená diagonála opačná	6,04E-03	78,5	0,4744305	9,234	4,380890775
třetí tlačená diagonála	3,02E-03	78,5	0,2372192	55,404	13,14288979
první tažená diagonála	3,40E-03	78,5	0,2669	18,468	4,9291092
první tažená diagonála opačná	3,80E-03	79,5	0,3021	9,234	2,7895914
druhá tažená diagonála	2,56E-03	78,5	0,20096	18,468	3,71132928
příčnický - dolní a horní pás	3,83E-03	78,5	0,3007728	83,16	25,01226189
příčnický - krajní tlačená diagonála	2,45E-03	78,5	0,1926312	19,26	3,710075949
příčnický - krajní tažená diagonála	2,40E-03	78,5	0,1884	19,26	3,628584
příčnický - střední diagonály	1,23E-03	78,5	0,096555	21,726	2,09775393
střední podélníky	1,00E-02	78,5	0,785628	52,96	41,60685888
dolní ztužidla	1,92E-03	78,5	0,15072	90,944	13,70707968
ztužidla polorámu	1,02E+00	78,5	79,965752	0,18	14,39383536
deska NK	1,08E+02	25	2700,96	0,19	513,1824
				suma	795,7773218

Součet reakcí od vlastní tíhy v modelu - 796,72 kN.

3.4.2. Zatížení ostatním stálým zatížením

Skladba vozovky je odhadnutá, dle prohlídky.

Plošná zatížení:

	tloušťka	obj. tíha	$g_{s,k}$	plocha	tíha
	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m ²]	[kN]
vozovka	0,15	23	3,45	95,0632	327,96804
				suma	327,96804

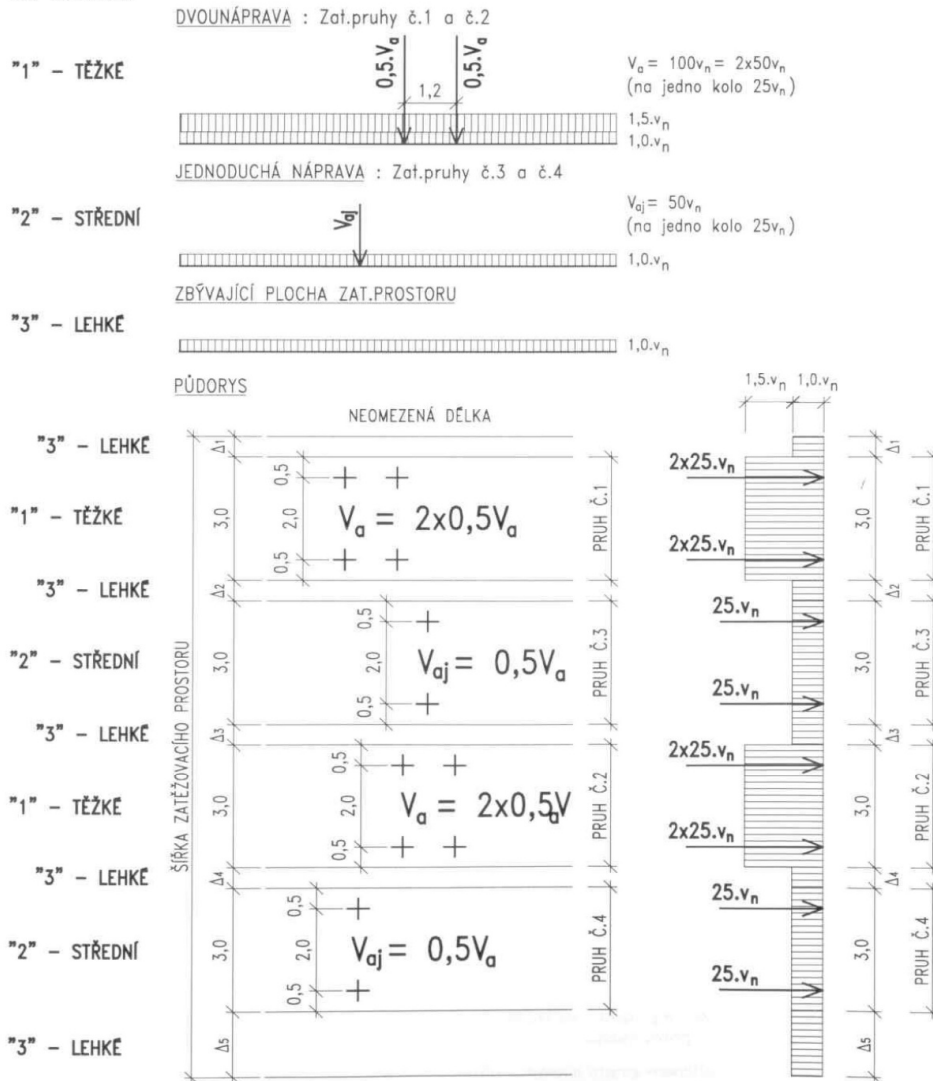
Spojité zatížení:

	plocha	obj. tíha	$g_{s,k}$	loušťka/délka	tíha
	[m ²]	[kN/m ³]	[kN/m]	[m]	[kN]
římsa	0,0935	25	2,3375	52,96	123,794
				suma	123,794

3.4.3. Zatížení dopravou

Normální zatížitelnost:

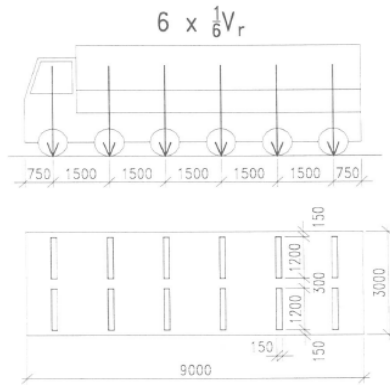
TYP ZATÍŽENÍ



Obrázek 7.1 – Charakteristická normová sestava (schéma) zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti V_n . Příklad rozmístění zatěžovacích pruhů (zatěžovací pruh se mohou v příčném směru libovolně přemísťovat)

šířka zatěžovacího prostoru	$w =$	3,94 m	
šířka zatěžovacích pruhů:	$w_1 =$	3 m	jeden zatěžovací pruh
Dynamický součinitel	$\delta = \delta_1 =$	1,25	(zatížení jedním zatěžovacím pruhem)
jednotkové zatížení:	$V_{n,1} =$	1 t	
	$V_{nw,1} =$	10 kN	
	$V_{a,1} =$	7,5 kN	
plošné zatížení všude:	$v_{n,1} =$	0,075 kN/m ²	
tíha jednoho kola:	$0,25 \times V_{a,1} =$	1,875 kN	

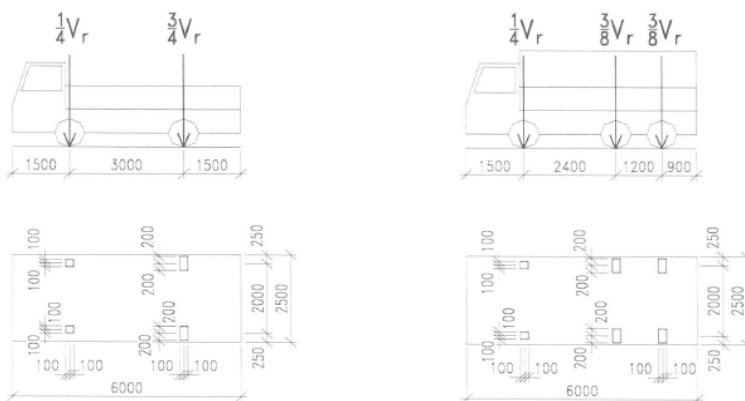
Výhradní zatížitelnost:



Obrázek 7.3 – Schéma šestinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti V_r

a) dvounápravové vozidlo $V_r = \frac{1}{10} V_{rw} < 16t$

b) třinápravové vozidlo $V_r = \frac{1}{10} V_{rw} \geq 16t$



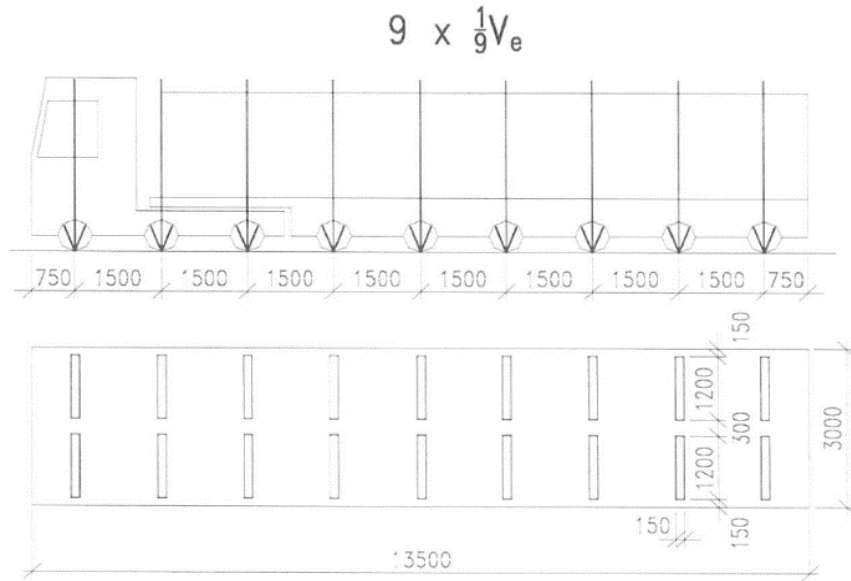
Obrázek 7.4 – Schéma dvounápravového a třinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti V_r

Předpokládá se výsledná zatížitelnost mezi 16 t a 32 t, takže zatížení třinápravovým vozidlem.

Dynamický součinitel $\delta = \delta_1 = 1,25$ (zatížení celým vozidlem)

jednotkové zatížení: $V_{r,1} = 1 t$
 tíha předního kola: $1/8 \times V_{r,1} = 1,25 kN$
 tíha zadního kola: $3/16 \times V_{r,1} = 1,875 kN$

Vyjímečná zatížitelnost:



Obrázek 7.5 – Schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné zatížitelnosti V_e

Vozidlo se pohybuje 0,3 m od ideální stopy vedené středem mostu (od osy nosné konstrukce).

Dynamický součinitel $\delta = 1,05$

jednotkové zatížení: $V_{e,1} = 1 \text{ t}$
 tíha jednoho kola: $1/18 \times V_{e,1} = 0,5555556 \text{ kN}$

Roznos zatížení pro celé vozidlo:
 $b = 3,5 \text{ m}$
 $l = 13,5 \text{ m}$

zatěžovací plocha celkem: $A_c = 47,25 \text{ m}^2$

přepočítání tíhy vozidla na zat. plochu: $0,2116 \text{ kN/m}^2$

4. ZATÍŽITELNOST JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ 1. A 3. POLE

4.1. Kombinace zatížení

Pro mezní stav únosnosti platí rozhodující z těchto dvou výrazů:

$$\Sigma \gamma_G G_k + \gamma_P P + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,1} + \Sigma \gamma_Q \Psi_0 Q_k \quad 6.10a$$

$$\Sigma \xi \gamma_G G_k + \gamma_P P + \gamma_Q Q_{k,1} + \Sigma \gamma_Q \Psi_0 Q_k \quad 6.10b$$

Součinitele pro STR/GEO

Soubor (B)

$\gamma_{G,sup}$	1,35
$\gamma_{G,inf}$	1,00
ξ	0,85
$\gamma_{Q,D}$	1,35 zatížení dopravou
γ_P	1,00
$\Psi_{0,D}$	0,75 dopravní zatížení

4.2. Horní hlavní nosník

4.2.1. Společné vlastnosti

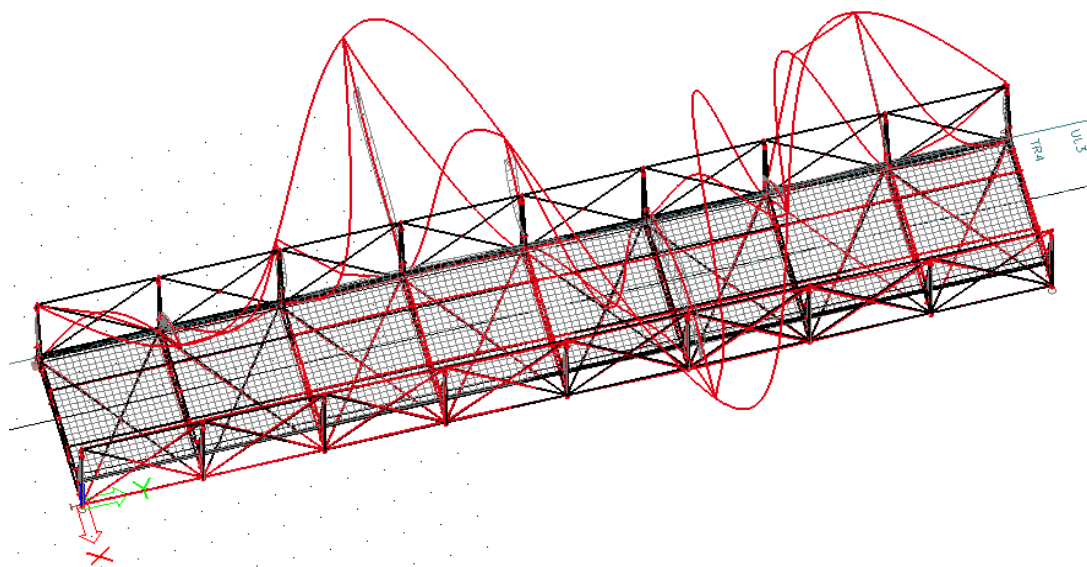
Vzpěrná únosnost tlačných prutů:

mez kluzu: $f_y = 150 \text{ Mpa}$

klasifikace průřezu: $\varepsilon = 1,2516656$

průřez 3.třídy

Vzpěrná délka pro vybočení z roviny oblouku byla určena ze stabilitního výpočtu. Všechny tvary ztráty stability horního pásu vytváří 4 vlny na délce pásu, proto vzpěrná délka bude čtvrtina celkové délky tlačného pásu.



vzpěrná délka:

$$L_{cr} = 6,62 \text{ m}$$

4.2.2. Únosnost prutu se 3 plechy

poloměr setrvačnosti k ose vybočení:

$$i = 0,0755633 \text{ m}$$

$$\lambda = 87,608633$$

eulerova kritická síla:

$$F_{cr} = 4437,0 \text{ kN}$$

únosnost průřezu v prostém tlaku

$$N_{c,Rd} = 2464,7 \text{ kN}$$

rozhodující hodnota:

$$N_{Rr} = 2464,7 \text{ kN}$$

4.2.3. Únosnost prutu se 2 plechy

poloměr setrvačnosti k ose vybočení:

$$i = 0,0691793 \text{ m}$$

$$\lambda = 95,693296$$

eulerova kritická síla:

$$F_{cr} = 3718,9 \text{ kN}$$

únosnost průřezu v prostém tlaku

$$N_{c,Rd} = 2044,7 \text{ kN}$$

rozhodující hodnota:

$$N_{Rr} = 2044,7 \text{ kN}$$

4.2.4. Únosnost prutu s 1 plechem

poloměr setrvačnosti k ose vybočení:

$$i = 0,0581721 \text{ m}$$

$$\lambda = 113,80031$$

eulerova kritická síla:

$$F_{cr} = 2629,6 \text{ kN}$$

únosnost průřezu v prostém tlaku

$$N_{c,Rd} = 1624,7 \text{ kN}$$

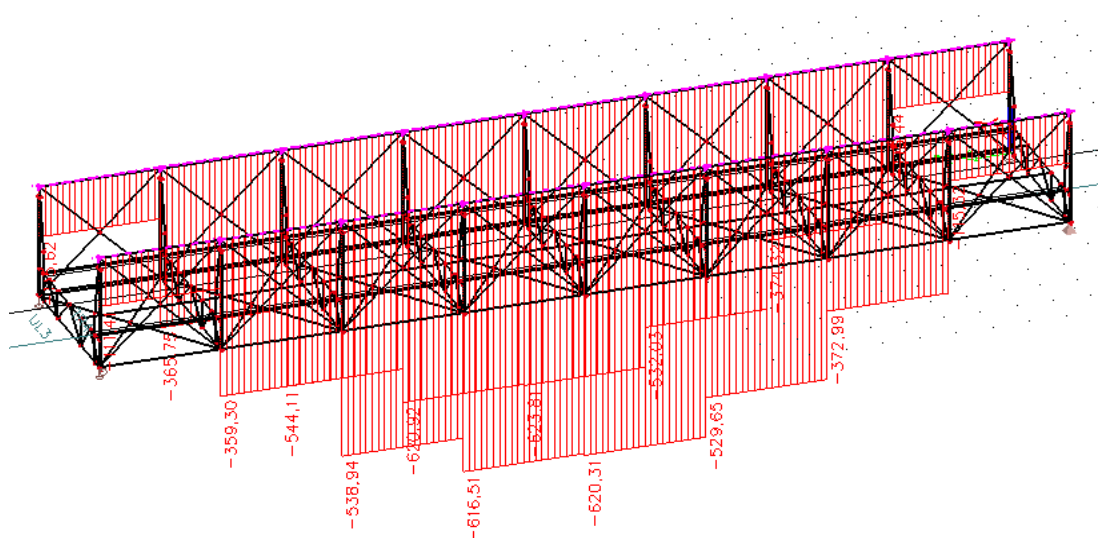
rozhodující hodnota:

$$N_{Rr} = 1624,7 \text{ kN}$$

4.2.5. Vnitřní síly v prvku

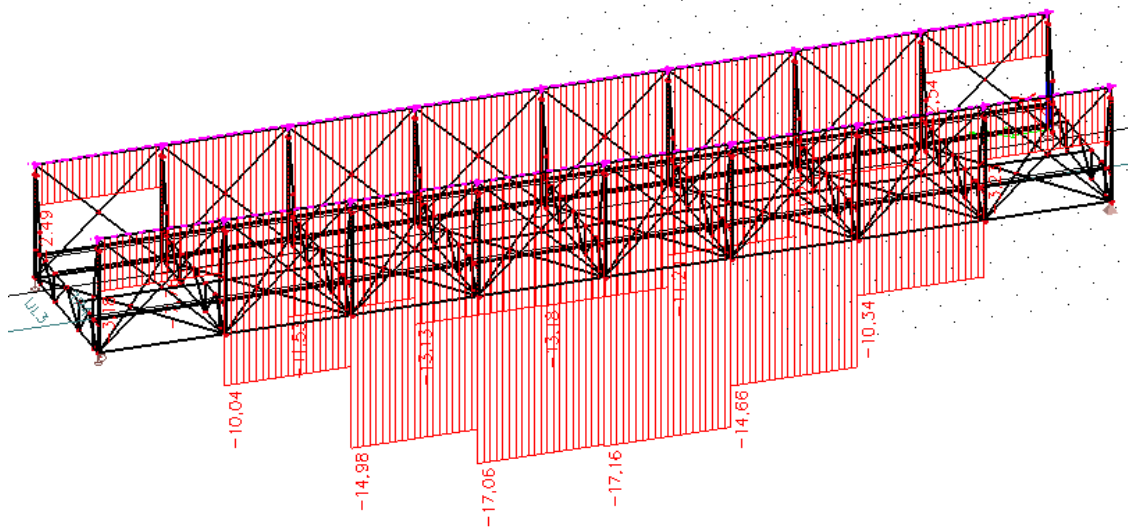
Zobrazeny jsou normálové síly v kN.

Stálé zatížení:



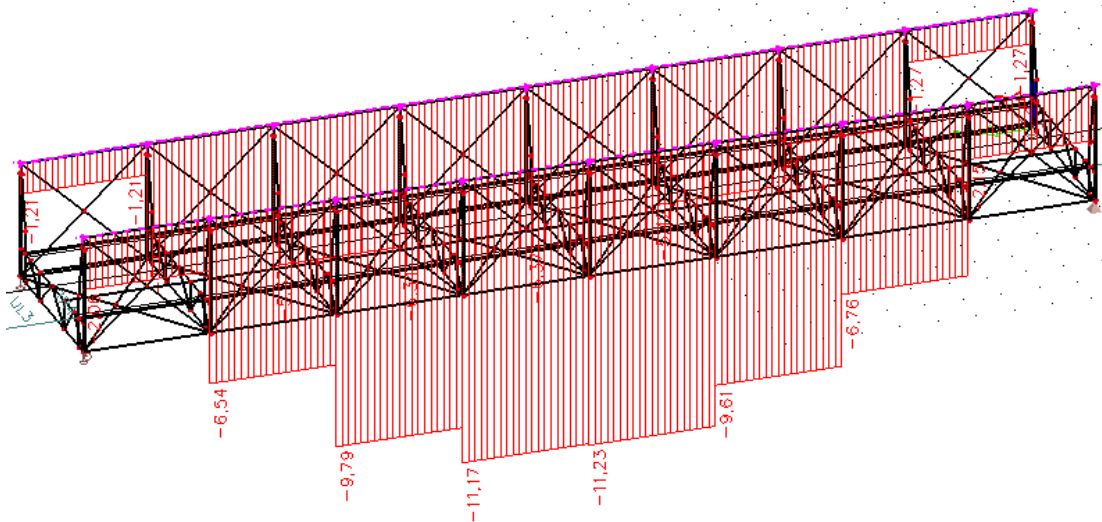
Jednotková normální soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.



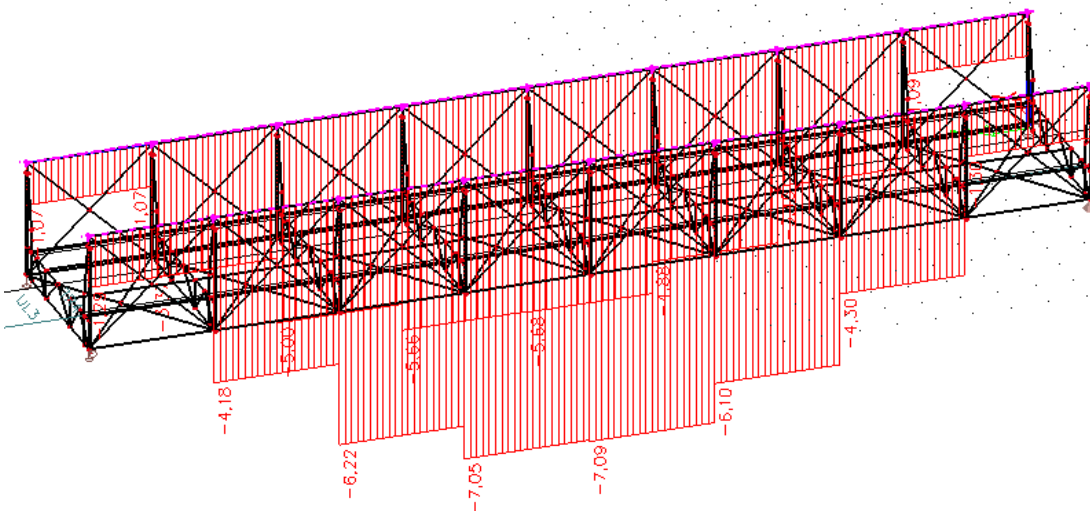
Jednotková výhradní soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.



Jednotková vyjimečná soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.



4.2.6. Zatížitelnost horních nosníků se 3 plechy

Návrhová únosnost prvku: $N_{b,Rd} = 2464,65 \text{ kN}$

stálá zatížení	623,81 kNm	(tlaky kladně)
jednotkové normální	17,16 kNm	
jednotkové výhradní	11,23 kNm	
jednotkové výjimečné	7,09 kNm	

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{b,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	1602,48
6.10b	0,85	1,35	1,00	1295,43
$N_{zbyt,k} =$				1295,43 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	60,39 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	92,28 t
výjimečná zatížitelnost:	3,50	52,20 t

4.2.7. Zatížitelnost horních nosníků se 2 plechy

Návrhová únosnost prvku: $N_{b,Rd} = 2044,65 \text{ kN}$

stálá zatížení	544,11 kNm	(tlaky kladně)
jednotkové normální	14,98 kNm	
jednotkové výhradní	9,79 kNm	
jednotkové výjimečné	6,22 kNm	

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{b,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	1293,93
6.10b	0,85	1,35	1,00	1052,06
$N_{zbyt,k} =$				1052,06 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	56,18 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	85,97 t
výjimečná zatížitelnost:	3,50	48,33 t

4.2.8. Zatížitelnost horních nosníků s 1 plechem

Návrhová únosnost prvku: $N_{b,Rd} = 1624,65 \text{ kN}$

stálá zatížení	365,75 kNm	(tlaky kladně)
jednotkové normální	10,04 kNm	
jednotkové výhradní	6,54 kNm	
jednotkové výjimečné	4,18 kNm	

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{b,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	1116,93
6.10b	0,85	1,35	1,00	892,56
			$N_{zbyt,k} =$	892,56 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	71,12 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	109,18 t
výjimečná zatížitelnost:	3,50	61,01 t

4.3. Dolní hlavní nosník

4.3.1. Společné vlastnosti

Únosnost taženého prvku:

mez kluzu:	$f_y =$	150 Mpa
mez pevnosti:	$f_u =$	180 Mpa
	$\gamma_{M0} =$	1
	$\gamma_{M2} =$	1,25

4.3.2. Únosnost prutu se 3 plechy

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	1,64E-02 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	1,47E-02 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 2464,65 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{u,Rd} = 1909,14 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 1909,14 \text{ kN}$$

4.3.3. Únosnost prutu se 2 plechy

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	1,36E-02 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	1,22E-02 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 2044,65 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{u,Rd} = 1585,14 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 1585,14 \text{ kN}$$

4.3.4. Únosnost prutu s 1 plechem

Plocha neoslabeného průřezu: $A = 1,08E-02 \text{ m}^2$
Plocha oslabeného průřezu: $A_{\text{net}} = 9,43E-03 \text{ m}^2$

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{\text{pl,Rd}} = 1624,65 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{\text{u,Rd}} = 1222,26 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{\text{t,Rd}} = 1222,26 \text{ kN}$$

4.3.5. Únosnost prutu bez plechu

Plocha neoslabeného průřezu: $A = 8,03E-03 \text{ m}^2$
Plocha oslabeného průřezu: $A_{\text{net}} = 6,63E-03 \text{ m}^2$

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{\text{pl,Rd}} = 1204,73 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{\text{u,Rd}} = 859,44 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

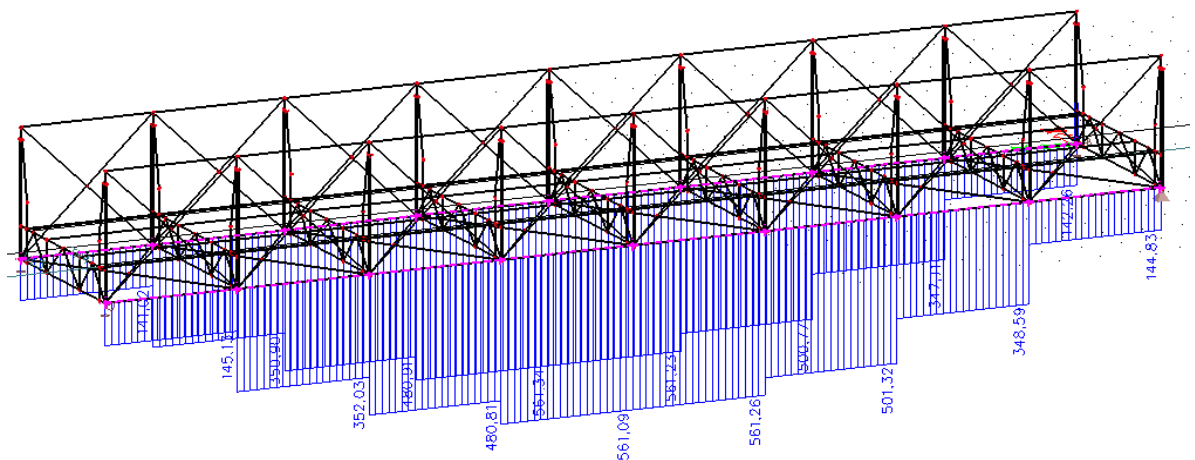
$$N_{\text{t,Rd}} = 859,44 \text{ kN}$$

4.3.6. Vnitřní síly v prvku

Zobrazeny jsou normálové síly v kN.

Stálé zatížení:

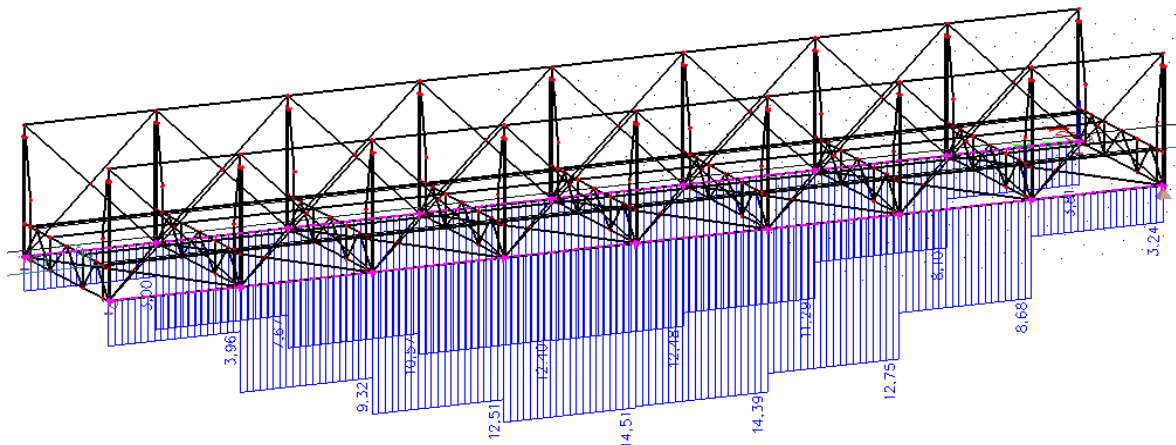
N [kN]



Jednotková normální soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

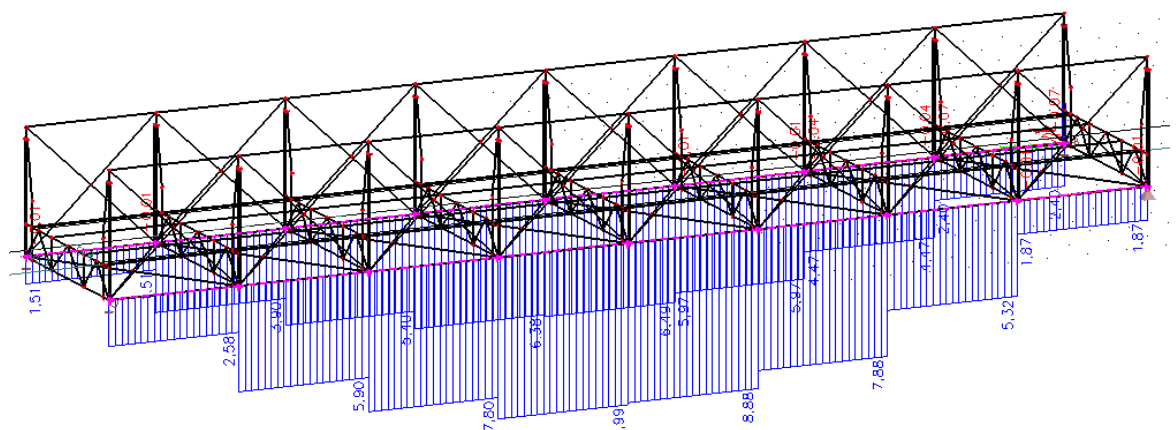
N [kN]



Jednotková výhradní soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

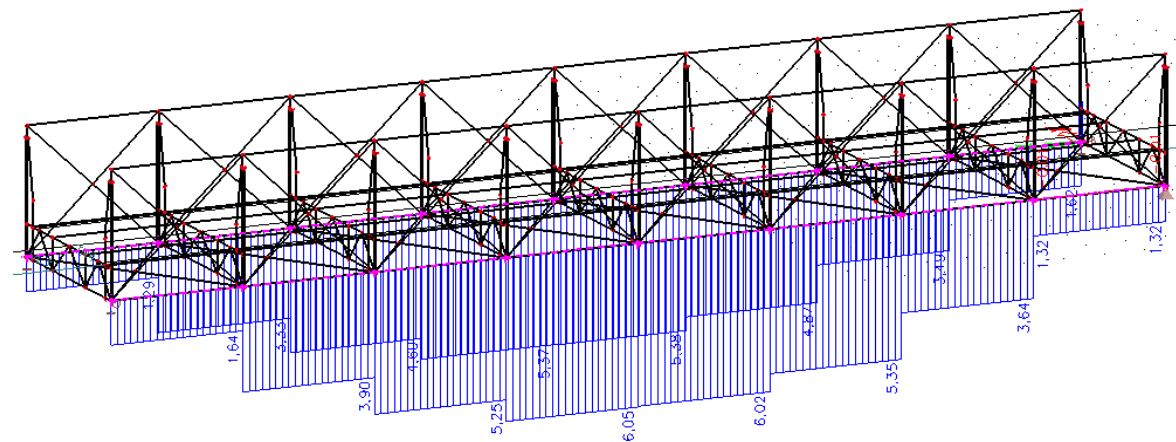
N [kN]



Jednotková vyjimečná soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

N [kN]



4.3.7. Zatížitelnost dolních nosníků se 3 plechy

Návrhová únosnost prvku: $N_{t,Rd} = 1909,14 \text{ kN}$

stálá zatížení 561,26 kNm
 jednotkové normální 14,51 kNm
 jednotkové výhradní 8,99 kNm
 jednotkové výjimečné 6,05 kNm

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{t,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	1137,22
6.10b	0,85	1,35	1,00	937,11
			$N_{zbyt,k} =$	937,11 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	51,67 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	83,39 t
výjimečná zatížitelnost:	3,50	44,26 t

Zatížitelnost ostatních dolních nosníků nebude posuzována.

4.4. Tlačené diagonály

4.4.1. Únosnost první tlačené diagonály

Vzpěrná únosnost tlačných prutů:
 mez kluzu: $f_y = 150 \text{ Mpa}$

klasifikace průřezu: $\varepsilon = 1,2516656$
průřez 1.třídy

Délka prutu: $L_z = 3,817 \text{ m}$

Výpočet součinitelů vzpěrné délky β :

Pro výpočet se použije vztah z tabulky D.2 v řádce 1 dle ČSN EN 1993-2 přílohy D.

Délka tažené a tlačené diagonály je stejná (ve vztahu se dá zkrátit).

Tah v diagonále je v poměru k tlaku v diagonále:

$Z/N = 0,629551$
 Moment setrvačnosti tažené diagonály: $I_1 = 2,83E-08 \text{ m}^4$
 Moment setrvačnosti tlačené diagonály: $I = 1,79E-05 \text{ m}^4$

součinitel: $\beta = 0,72595$

Vzpěrná délka pro vybočení z roviny ztužení:

$L_{cr,z} = 2,7709513 \text{ m}$

poloměr setrvačnosti k ose vybočení z:

$i = 0,0511337 \text{ m}$

	$\lambda_1 =$	117,5314	
poměrná štíhlost k ose vybočení z:	$\lambda =$	0,4610706	
poloměr setrvačnosti k ose vybočení y:	$i =$	0,0375272 m	
	$\lambda_1 =$	117,5314	
poměrná štíhlost k ose vybočení z:	$\lambda =$	0,4327046	
rozhodující poměrná štíhlost:	$\lambda =$	0,4610706	
součinitel imperfekce:	$\alpha =$	0,49	(křivka vzpěrné pevnosti c)
	$\Phi =$	0,6702553	
součinitel vzpěrnosti:	$\chi =$	0,8645071	
vzpěrná únosnost prutu:	$N_{b,Rd} =$	807,87 kN	

4.4.2. Únosnost druhé tlačené diagonály

Vzpěrná únosnost tlačенých prutů:		
mez kluzu:	$f_y =$	150 Mpa
klasifikace průřezu:	$\varepsilon =$	1,2516656
		průřez 1.třídy
Délka prutu:	$L_z =$	3,817 m

Výpočet součinitelů vzpěrné délky β :

Pro výpočet se použije vztah z tabulky D.2 v řádce 1 dle ČSN EN 1993-2 přílohy D.

Délka tažené a tlačené diagonály je stejná (ve vztahu se dá zkrátit).

Tah v diagonále je v poměru k tlaku v diagonále:

	$Z/N =$	0,7148289	
Moment setrvačnosti tažené diagonály:	$I_1 =$	1,37E-08 m ⁴	
Moment setrvačnosti tlačené diagonály:	$I =$	1,00E-05 m ⁴	
součinitel:	$\beta =$	0,6806223	

Vzpěrná délka pro vybočení z roviny ztužení:

	$L_{cr,z} =$	2,5979352 m	
poloměr setrvačnosti k ose vybočení:	$i =$	0,0437328 m	
	$\lambda_1 =$	117,5314	
poměrná štíhlost:	$\lambda =$	0,5054372	
poloměr setrvačnosti k ose vybočení y:	$i =$	0,0296063 m	
	$\lambda_1 =$	117,5314	

poměrná štíhlost k ose vybočení z:

	$\lambda = 0,5484716$	
rozhodující poměrná štíhlost:	$\lambda = 0,5484716$	
součinitel imperfekce:	$\alpha = 0,49$	(křivka vzpěrné pevnosti c)
	$\Phi = 0,7357861$	
součinitel vzpěrnosti:	$\chi = 0,8154908$	
vzpěrná únosnost prutu:	$N_{b,Rd} = 582,19 \text{ kN}$	

4.4.3. Únosnost třetí tlačené diagonály

Vzpěrná únosnost tlačенých prutů: mez kluzu:	$f_{yd} = 150 \text{ Mpa}$
klasifikace průřezu:	$\varepsilon = 1,2516656$ průřez 1.třídy
Délka prutu:	$L_z = 3,817 \text{ m}$

Výpočet součinitelů vzpěrné délky β :

Pro výpočet se použije vztah z tabulky D.2 v řádce 1 dle ČSN EN 1993-2 přílohy D.

Délka tažené a tlačené diagonály je stejná (ve vztahu se dá zkrátit).

Tah v diagonále je v poměru k tlaku v diagonále:

$$Z/N = 1,2328767$$

Poměry setrvačnosti tažené a tlačené diagonály jsou stejné, dají se ve vztahu zkrátit.

$$\text{součinitel: } \beta = 0,5$$

Vzpěrná délka pro vybočení z roviny ztužení:

$$L_{cr,z} = 1,9085 \text{ m}$$

poloměr setrvačnosti k ose vybočení:

$$i = 0,0240612 \text{ m}$$

$$\lambda_1 = 117,5314$$

poměrná štíhlost:

$$\lambda = 0,6748719$$

součinitel imperfekce:

$$\alpha = 0,49$$

(křivka vzpěrné pevnosti c)

$$\Phi = 0,8440697$$

součinitel vzpěrnosti:

$$\chi = 0,74018$$

vzpěrná únosnost prutu:

$$N_{b,Rd} = 305,01 \text{ kN}$$

4.4.7. Zatížitelnost třetí tlačené diagonály

Návrhová únosnost prvku: $N_{b,Rd} = 305,01 \text{ kN}$

stálá zatížení	73,86 kNm	(tlaky kladně)
jednotkové normální	2,63 kNm	
jednotkové výhradní	2,19 kNm	
jednotkové výjimečné	0,99 kNm	

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{b,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	202,77
6.10b	0,85	1,35	1,00	163,15
			$N_{zbyt,k} =$	163,15 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	49,63 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	59,60 t
výjimečná zatížitelnost:	3,50	47,09 t

4.5. Tažené diagonály

4.5.1. Společné vlastnosti

Únosnost taženého prvku:

mez kluzu:	$f_y =$	150 Mpa
mez pevnosti:	$f_u =$	180 Mpa
	$\gamma_{M0} =$	1
	$\gamma_{M2} =$	1,25

4.5.2. Únosnost první tažené diagonály

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	3,40E-03 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	2,90E-03 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$N_{pl,Rd} = 510,00 \text{ kN}$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$N_{u,Rd} = 375,84 \text{ kN}$

Návrhová únosnost v tahu:

$N_{t,Rd} = 375,84 \text{ kN}$

4.5.3. Únosnost druhé tažené diagonály

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	2,56E-03 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	2,16E-03 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$N_{pl,Rd} = 384,00 \text{ kN}$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

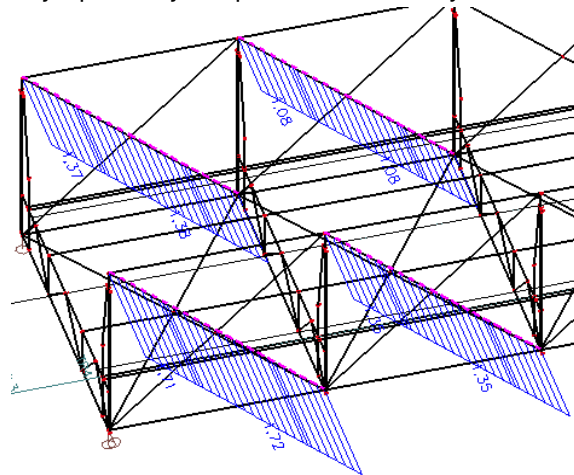
$N_{u,Rd} = 279,94 \text{ kN}$

Návrhová únosnost v tahu:

$N_{t,Rd} = 279,94 \text{ kN}$

Jednotková výjimečná soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.
 N [kN]



4.5.5. Zatížitelnost první tažené diagonály

Návrhová únosnost prvku: $N_{t,Rd} = 375,84 \text{ kN}$

stálá zatížení	148,19 kNm
jednotkové normální	4,24 kNm
jednotkové výhradní	2,77 kNm
jednotkové výjimečné	1,72 kNm

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{t,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	173,61
6.10b	0,85	1,35	1,00	152,44
			$N_{zbyt,k} =$	152,44 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	28,76 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	44,03 t
výjimečná zatížitelnost:	3,50	25,32 t

4.5.6. Zatížitelnost druhé tažené diagonály

Návrhová únosnost prvku: $N_{t,Rd} = 279,94 \text{ kN}$

stálá zatížení	113,97 kNm
jednotkové normální	3,45 kNm
jednotkové výhradní	2,35 kNm
jednotkové výjimečné	1,35 kNm

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{t,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	124,52
6.10b	0,85	1,35	1,00	110,49
			$N_{zbyt,k} =$	110,49 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	25,62 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	37,61 t
výjimečná zatížitelnost:	3,50	23,38 t

4.6. Příčnický - dolní pás

4.6.1. Únosnost prvku

Únosnost taženého prvku:

mez kluzu:	$f_y =$	150 Mpa
mez pevnosti:	$f_u =$	180 Mpa
	$\gamma_{M0} =$	1
	$\gamma_{M2} =$	1,25

Plocha neoslabeného průřezu: $A = 3,83E-03 \text{ m}^2$

Plocha oslabeného průřezu: $A_{\text{net}} = 3,43E-03 \text{ m}^2$

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{\text{pl,Rd}} = 574,73 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{\text{u,Rd}} = 444,72 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

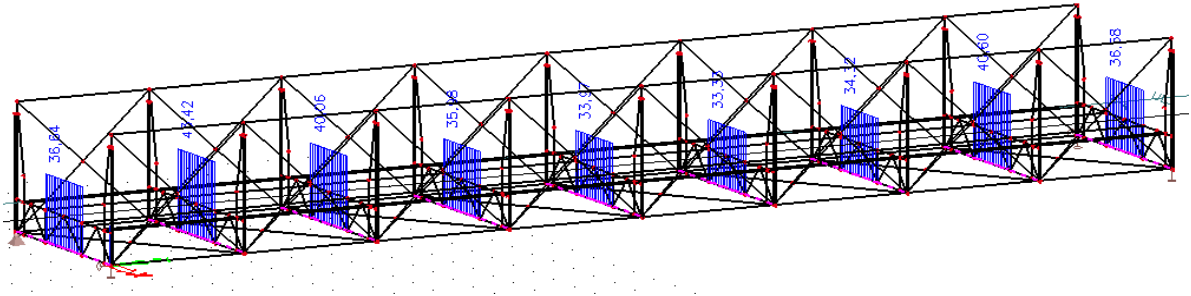
$$N_{\text{t,Rd}} = 444,72 \text{ kN}$$

4.6.2. Vnitřní síly v prvku

Zobrazeny jsou normálové síly v kN.

Stálé zatížení:

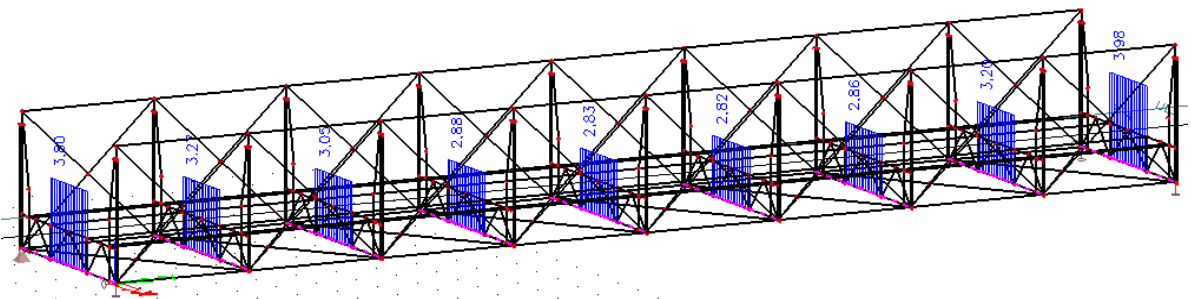
N [kN]



Jednotková normální soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

N [kN]



4.6.4. Zatížitelnost prvního dolního pásu příčnicku

Návrhová únosnost prvku: $N_{t,Rd} = 444,72 \text{ kN}$

stálá zatížení $36,64 \text{ kNm}$
 jednotkové normální $3,98 \text{ kNm}$
 jednotkové výhradní $3,37 \text{ kNm}$
 jednotkové výjimečné $0,71 \text{ kNm}$

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{t,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	241,65
6.10b	0,85	1,35	1,00	203,46
$N_{zbyt,k} =$				203,46 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	40,90 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	48,30 t
výjimečná zatížitelnost:	3,50	81,88 t

4.7. Podélníky

4.7.1. Únosnost podélníku

Únosnost taženého prvku:

mez kluzu: $f_y = 150 \text{ Mpa}$
 mez pevnosti: $f_u = 180 \text{ Mpa}$
 $\gamma_{M0} = 1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

Plocha neoslabeného průřezu: $A = 1,00E-02 \text{ m}^2$
 Plocha oslabeného průřezu: $A_{net} = 8,71E-03 \text{ m}^2$

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$N_{pl,Rd} = 1501,20 \text{ kN}$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$N_{u,Rd} = 1128,56 \text{ kN}$

Návrhová únosnost v tahu:

$N_{t,Rd} = 1128,56 \text{ kN}$

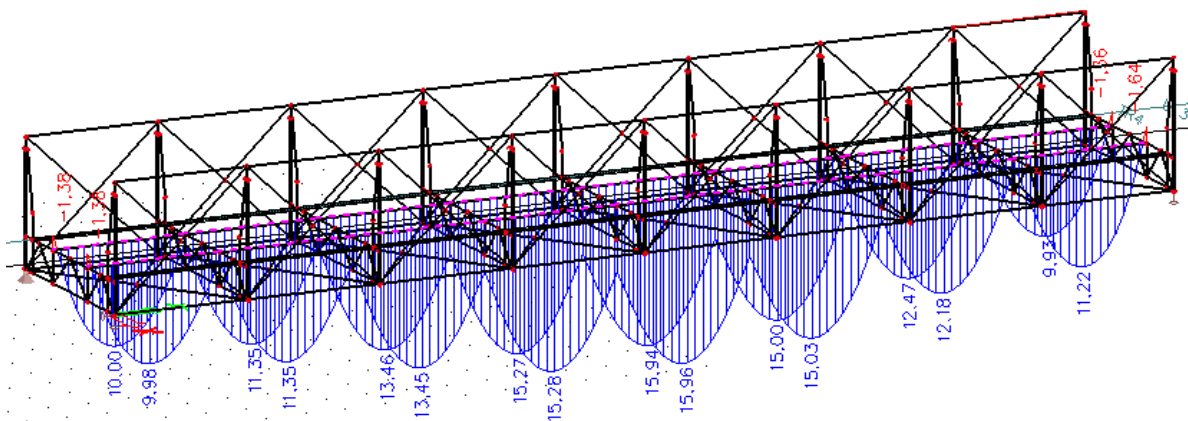
průřez 1.třídy

plastický modul průřezu: $w_{ply} = 1,79E-03 \text{ m}^3$
 Návrhová únosnost v ohybu: $M_{pl,Rd} = 268,665 \text{ kNm}$

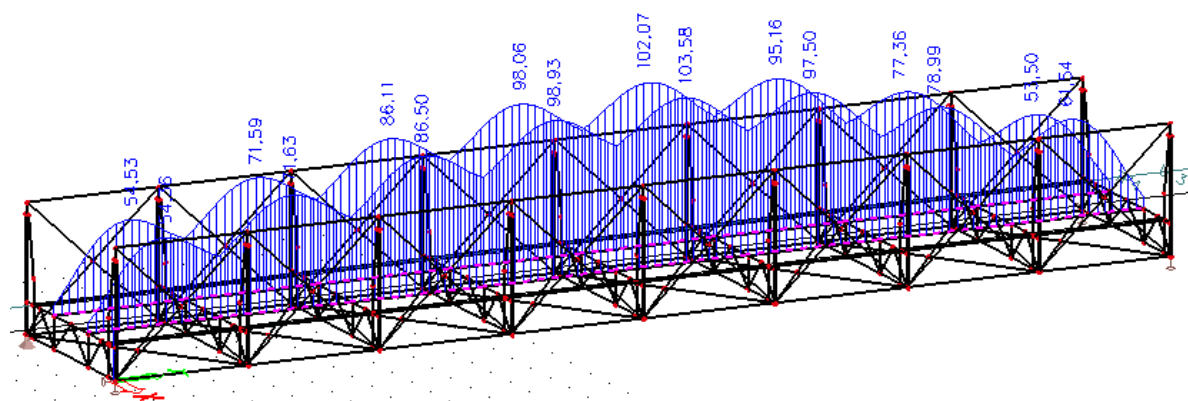
4.7.2. Vnitřní síly v prvku

Zobrazeny jsou ohybové momenty v kNm a normálové síly v kN.

Stálé zatížení:
 My [kNm]



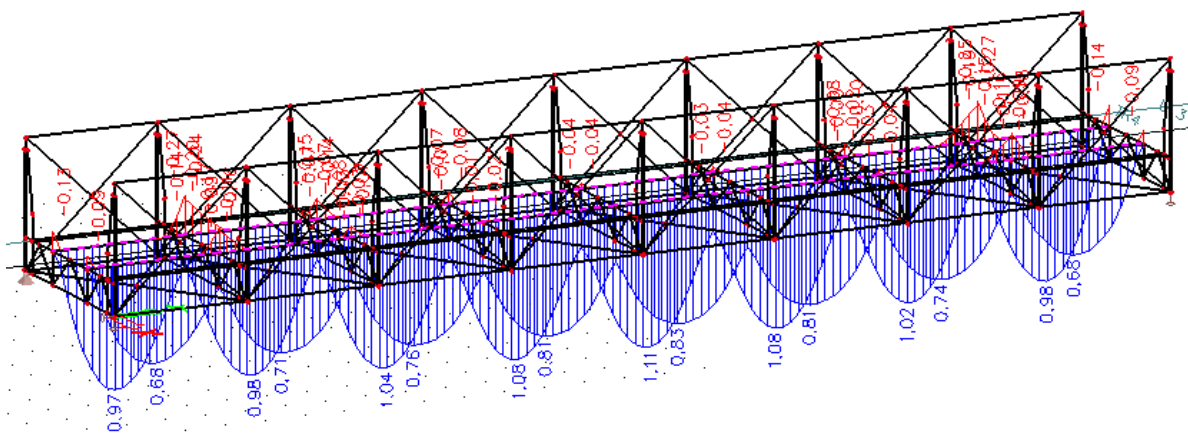
N [kN]



Jednotková normální soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

My [kNm]



Jednotková výhradní soustava:

zatížitelnost (iterovat): 66,3 t
 $N_{Ed,vyh} = 5,48 \text{ kN}$
 $M_{Ed,vyh} = 0,96 \text{ kNm}$
 $\delta = 1,25$

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	n	$M_{N,y,Rd} [\text{kNm}]$	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	0,53	167,87781	0,60818342
6.10b	0,85	1,35	1,00	0,65	125,88316	0,998704711

Jednotková výjimečná soustava:

zatížitelnost (iterovat): 439 t
 $N_{Ed,vyj} = 1,31 \text{ kN}$
 $M_{Ed,vyj} = 0,21 \text{ kNm}$
 $\delta = 3,50$

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	n	$M_{N,y,Rd} [\text{kNm}]$	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	1,93	-333,04733	-1,04563009
6.10b	0,85	1,35	1,00	0,49	182,22783	2,490902966

Shrnutí zatížitelností:

normální zatížitelnost: 56,9 t
 výhradní zatížitelnost: 66,3 t
 výjimečná zatížitelnost: 439 t

5. ZATÍŽITELNOST 1. A 3. POLE DLE ČSN 73 6222

5.1. Výpis zatížitelnosti jednotlivých prvků

5.1.1. Horní hlavní nosník

Zatížitelnost horních nosníků se 3 plechy

normální zatížitelnost: $V_n = 60,4$ t

výhradní zatížitelnost: $V_{r,3NV} = 92,3$ t

výjimečná zatížitelnost: $V_e = 52,2$ t

Zatížitelnost horních nosníků se 2 plechy

normální zatížitelnost: $V_n = 56,2$ t

výhradní zatížitelnost: $V_{r,3NV} = 86,0$ t

výjimečná zatížitelnost: $V_e = 48,3$ t

Zatížitelnost horních nosníků s 1 plechem

normální zatížitelnost: $V_n = 71,1$ t

výhradní zatížitelnost: $V_{r,3NV} = 109,2$ t

výjimečná zatížitelnost: $V_e = 61,0$ t

5.1.2. Dolní hlavní nosník

Zatížitelnost dolních nosníků se 3 plechy

normální zatížitelnost: $V_n = 51,7$ t

výhradní zatížitelnost: $V_{r,3NV} = 83,4$ t

výjimečná zatížitelnost: $V_e = 44,3$ t

Zatížitelnost dolního nosníku v ostatních polích nebude posuzována.

5.1.3. Tlačené diagonály

Zatížitelnost první tlačené diagonály

normální zatížitelnost: $V_n = 49,2$ t

výhradní zatížitelnost: $V_{r,3NV} = 75,3$ t

výjimečná zatížitelnost: $V_e = 42,3$ t

Zatížitelnost druhé tlačené diagonály

normální zatížitelnost: $V_n = 49,2$ t

výhradní zatížitelnost: $V_{r,3NV} = 68,8$ t

výjimečná zatížitelnost: $V_e = 43,6$ t

Zatížitelnost třetí tlačené diagonály

normální zatížitelnost: $V_n = 49,6$ t

výhradní zatížitelnost: $V_{r,3NV} = 59,6$ t

výjimečná zatížitelnost: $V_e = 47,1$ t

5.1.4. Tažené diagonály

Zatížitelnost první tažené diagonály

normální zatížitelnost:	$V_n =$	28,8 t
výhradní zatížitelnost:	$V_{r,3NV} =$	44,0 t
výjimečná zatížitelnost:	$V_e =$	25,3 t

Zatížitelnost druhé tažené diagonály

normální zatížitelnost:	$V_n =$	25,6 t
výhradní zatížitelnost:	$V_{r,3NV} =$	37,6 t
výjimečná zatížitelnost:	$V_e =$	23,4 t

5.1.5. Příčnický - dolní pás

Zatížitelnost druhého dolního pásu příčnicku

normální zatížitelnost:	$V_n =$	49,8 t
výhradní zatížitelnost:	$V_{r,3NV} =$	58,8 t
výjimečná zatížitelnost:	$V_e =$	74,5 t

Zatížitelnost prvního dolního pásu příčnicku

normální zatížitelnost:	$V_n =$	40,9 t
výhradní zatížitelnost:	$V_{r,3NV} =$	48,3 t
výjimečná zatížitelnost:	$V_e =$	81,9 t

5.1.6. Podélníky

normální zatížitelnost:	$V_n =$	56,9 t
výhradní zatížitelnost:	$V_{r,3NV} =$	66,3 t
výjimečná zatížitelnost:	$V_e =$	439 t

5.2. Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu

Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu byl určen odborným statickým zhodnocením mostu ve smyslu ČSN 73 6222. Skutečný stav mostu se určil mostní prohlídkou. Byly uvažovány únosnosti jednotlivých prvků se skutečnými průřezovými charakteristikami. Korozivní oslabení prutů bylo zahrnuto pomocí součinitele stavu konstrukce ve smyslu ČSN 73 6221.

S ohledem na zjištěné závady mostu je výsledná zatížitelnost redukována pomocí součinitele stavu konstrukce ve smyslu ČSN 73 6221:

souč. stavu konstrukce $\alpha =$ 0,6

5.3. Výsledná zatížitelnost mostních polí 1. a 3.

Normální zatížitelnost	V_v	15	R
Výhradní zatížitelnost	V_v	23	R
Výjimečná zatížitelnost	V_v	14	R

Na jednu jednoduchou nápravu o dvou kolech

nerozhoduje

6. PROSTOROVÝ MODEL NOSNÉ KONSTR. - 2. POLE

Prostorový příhradový model nosné konstrukce z jednotlivých 1D prutů a 2D desek byl sestaven na základě mostní prohlídky s oměření jednotlivých rozměrů a dimenzí průřezů.

6.1. Materiálové charakteristiky

Ocel nosné konstrukce:

Dle ocelové tabulky s letopočtem na jednom z polí nosné konstrukce lze předpokládat, že most pochází z roku 1885. V tomto období se používalo svárkové železo. Mez kluzu svárkového železa byla odhadnuta pomocí oceli vyráběné později označované Cc, u této oceli jsou již definovány jak normová mez průtažnosti (dnešní mez kluzu), tak zároveň dovolené namáhání v tahu. Mez kluzu svárkové oceli bude vypočtena na základě předpokladu, že závislost mezi normovou mezí průtažnosti a dovoleným namáháním v tahu je u těchto dvou typů ocelí stejná lineární. Dle normy ČSN ISO 13822 je nutné mez kluzu ověřit zkouškou na odebraných vzorcích z mostní konstrukce.

Odhad charakteristické meze kluzu

$$f_y = 150 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti oceli

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

6.2. Průřezové charakteristiky

6.2.1. Horní a dolní hlavní nosník bez koroze

Horní hlavní nosník je proměnný po polích nosné konstrukce. V jednotlivých polích se liší počtem horních plechů. Ve středních polích je počet plechů 4, v krajních pouze 2 plechy.

Dolní hlavní nosník je stejného motivu jako horní nosník, je proměnný po polích nosné konstrukce. V jednotlivých polích se liší počtem spodních plechů. Ve středních polích je počet plechů 4, v krajních polích pouze 1 plech.

složený průřez:

1-4 plechy 350x10

2x L90x12

1 plech 350x12

pro průřez se 4 plechy:

$$A = 2,23E-02 \text{ m}^2$$

$$w_{ply} = 1,10E-03 \text{ m}^3$$

$$I_z = 1,50E-04 \text{ m}^4$$

pro průřez se 3 plechy:

$$A = 1,88E-02 \text{ m}^2$$

$$w_{ply} = 9,97E-04 \text{ m}^3$$

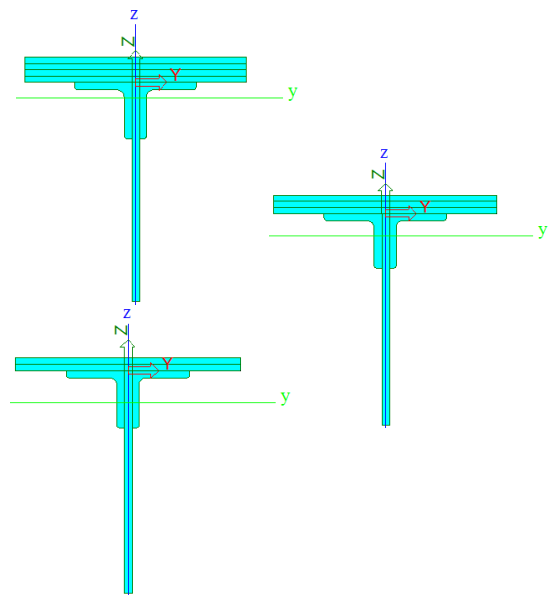
$$I_z = 1,15E-04 \text{ m}^4$$

pro průřez se 2 plechy:

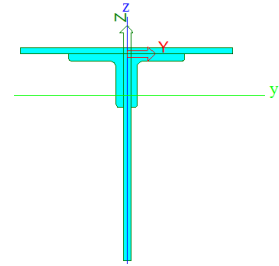
$$A = 1,53E-02 \text{ m}^2$$

$$w_{ply} = 9,11E-04 \text{ m}^3$$

$$I_z = 7,88E-05 \text{ m}^4$$



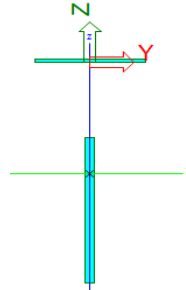
pro průřez se 1 plech:
 $A = 1,18E-02 \text{ m}^2$
 $w_{ply} = 8,31E-04 \text{ m}^3$
 $I_z = 4,31E-05 \text{ m}^4$



6.2.2. Dolní hlavní nosník - koroze ve styčnicku S1

složený průřez:
 1 plech 350x10 - zůstává profil 160x5mm
 2x L90x12 - koroze 100%
 1 plech 350x12 - zůstává profil 230x12mm

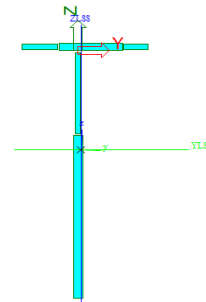
$A = 3,68E-03 \text{ m}^2$
 $w_{ely} = 2,68E-04 \text{ m}^3$
 $I_z = 1,74E-06 \text{ m}^4$



6.2.3. Dolní hlavní nosník - koroze ve styčnicku S2

složený průřez:
 1 plech 350x10 - zůstávají profily 85x10mm + 35x8mm + 50x7mm
 2x L90x12 - koroze 100%
 1 plech 350x12 - zůstávají profily 230x12mm + 120x6mm

$A = 4,89E-03 \text{ m}^2$
 $w_{ely} = 3,45E-04 \text{ m}^3$
 $I_z = 3,12E-06 \text{ m}^4$

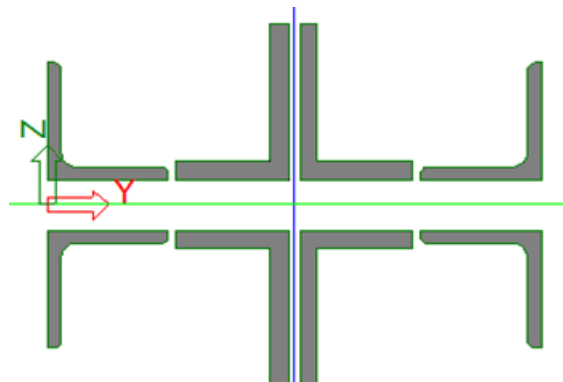


6.2.4. Krajiní svislice - horní část

složený průřez:

4x L 90x10
 4x L 120x85x14

$A = 1,75E-02 \text{ m}^2$
 $I_z = 1,93E-04 \text{ m}^4$
 $w_{ply} = 9,59E-04 \text{ m}^3$

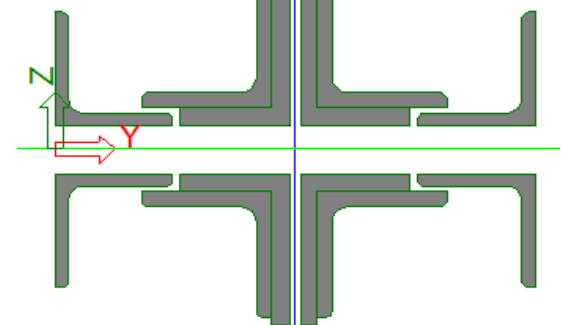


6.2.5. Krajiní svislice - dolní část

složený průřez:

4x L 90x10
 4x L 120x85x14
 4x L 100x12

$A = 2,66E-02 \text{ m}^2$
 $I_z = 2,21E-04 \text{ m}^4$
 $w_{ply} = 1,53E-03 \text{ m}^3$

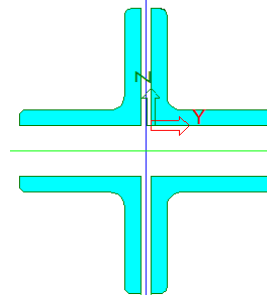


6.2.6. Druhá svislice

složený průřez:

4x L 90x12

$$\begin{aligned} A &= 8,13E-03 \text{ m}^2 \\ I_z &= 1,36E-05 \text{ m}^4 \\ w_{ply} &= 3,79E-04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

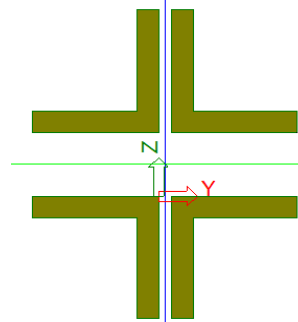


6.2.7. Třetí svislice

složený průřez:

4x L 75x13

$$\begin{aligned} A &= 7,12E-03 \text{ m}^2 \\ I_z &= 8,95E-06 \text{ m}^4 \\ w_{ply} &= 3,10E-04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

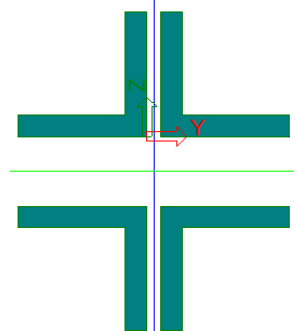


6.2.8. Ostatní svislice

složený průřez:

4x L 70x12

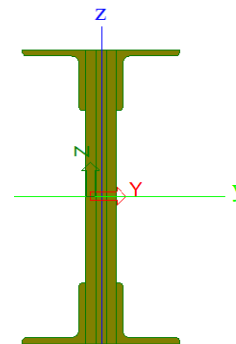
$$\begin{aligned} A &= 6,14E-03 \text{ m}^2 \\ I_z &= 6,79E-06 \text{ m}^4 \\ w_{ply} &= 2,57E-04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



6.2.9. První tažená diagonála

složený průřez:
 3 plechy 340x12
 4x L70x7

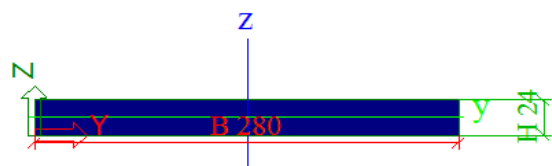
$$A = 1,60E-02 \text{ m}^2$$



6.2.10. Druhá tažená diagonála bez koroze

1 plech 280x24 (stejně jako 2 plechy 280x12)

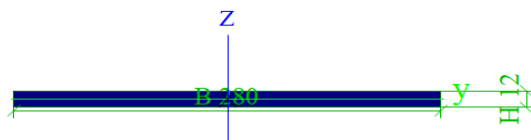
$$A = 6,72E-03 \text{ m}^2$$



6.2.11. Druhá tažená diagonála - koroze ve styčnicku D2

1 plech 280x24 - zůstává profil 280x12mm

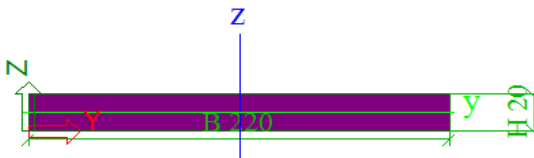
$$A = 3,36E-03 \text{ m}^2$$



6.2.12. Třetí tažená diagonála bez koroze

1 plech 220x20 (stejně jako 2 plechy 220x10)

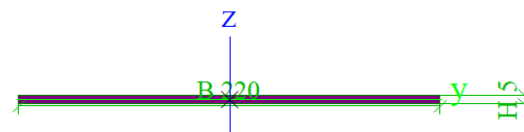
$$A = 4,40E-03 \text{ m}^2$$



6.2.13. Třetí tažená diagonála - koroze ve styčnicku D3

1 plech 220x20 - zůstává profil 220x5mm

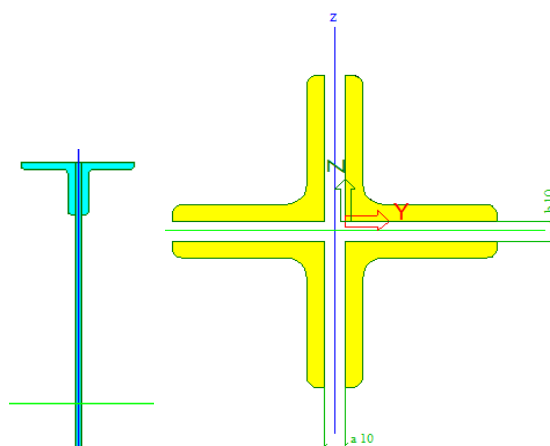
$$A = 1,10E-03 \text{ m}^2$$



6.2.14 Ostatní diagonály

složený průřez:
4x L 70x8

$$A = 4,27E-03 \text{ m}^2$$

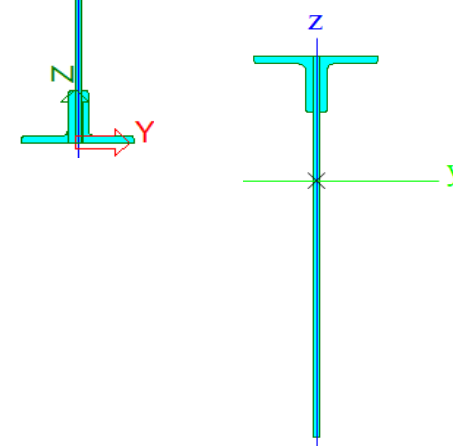


6.2.15 Příčníky - bez koroze

složený průřez:
1 plech 650x8
4x L 70x9

$$A = 9,95E-03 \text{ m}^2$$

$$w_{ply} = 2,29E-03 \text{ m}^3$$



6.2.16 Příčníky - koroze ve styčnicku P5

složený průřez:
1 plech 650x8 - zůstává profil 480x8mm
4x L 70x9 - zůstávají profily 2x L 70x9

$$A = 6,22E-03 \text{ m}^2$$

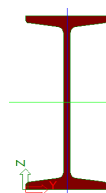
$$w_{ply} = 8,06E-04 \text{ m}^3$$

6.2.17 Podélníky

I240

$$A = 4,61E-03 \text{ m}^2$$

$$w_{ply} = 4,12E-04 \text{ m}^3$$

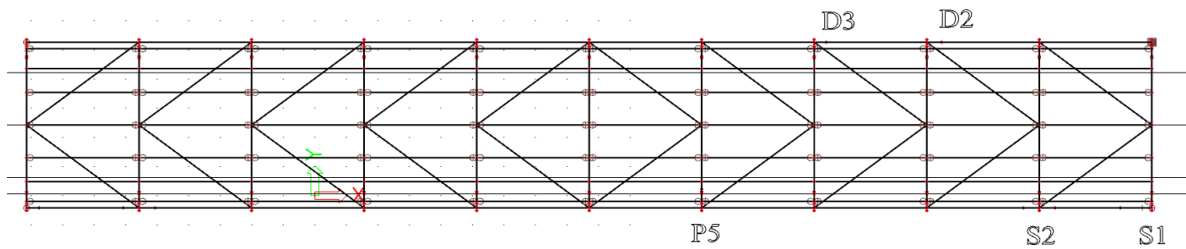


6.2.18 Ostatní prvky

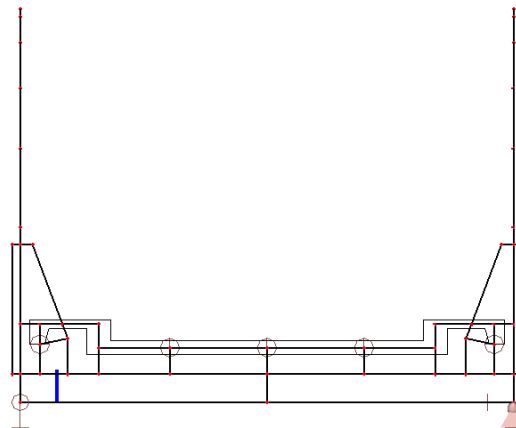
Ostatní prvky, zejména pak ztužující diagonály pod mostovkou nebudou posuzovány. Dále nebude posuzována mostovka, lze předpokládat, že zatížitelnost ocelobetonové mostovky je vyšší než zatížitelnost ostatních částí.

6.3. Model

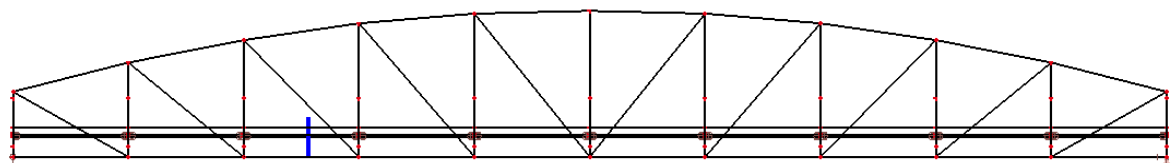
Půdorys - schéma:



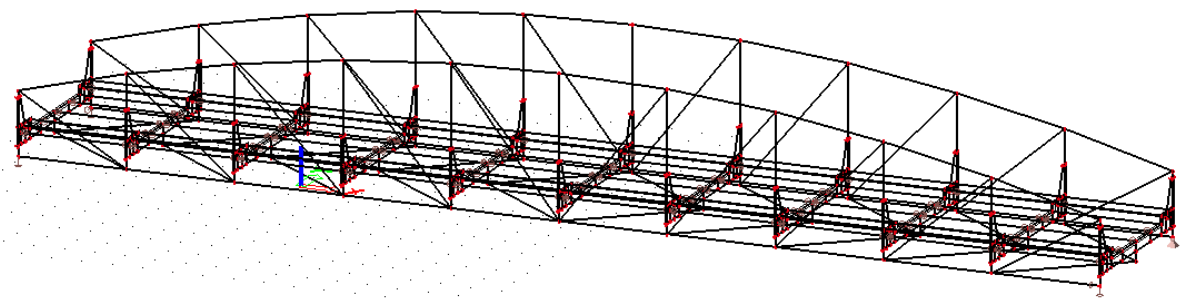
Příčný řez - schéma:



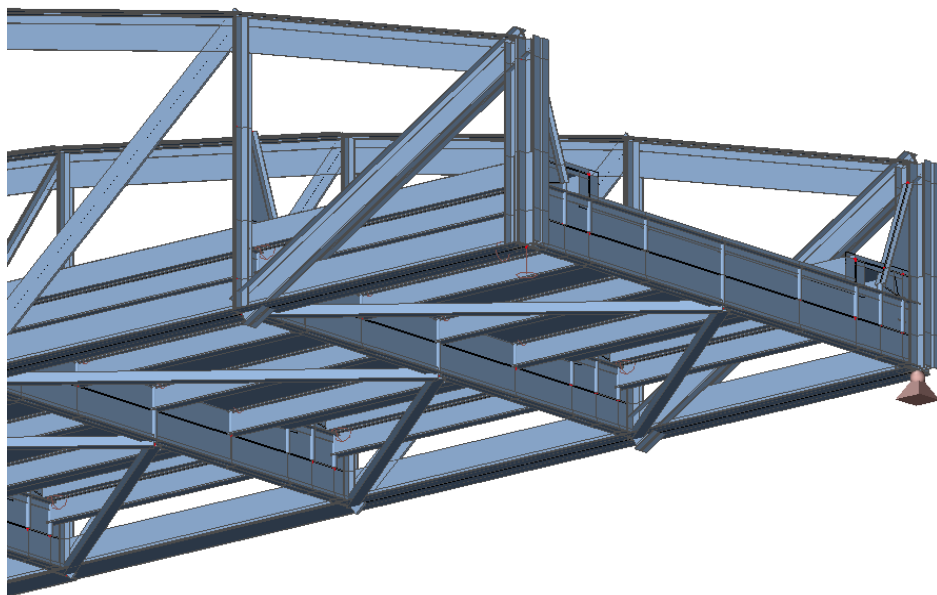
Podélný řez - schéma:



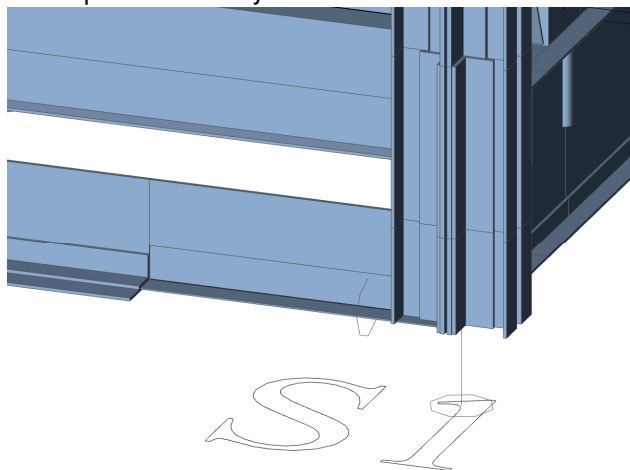
Axonometrie - schéma:



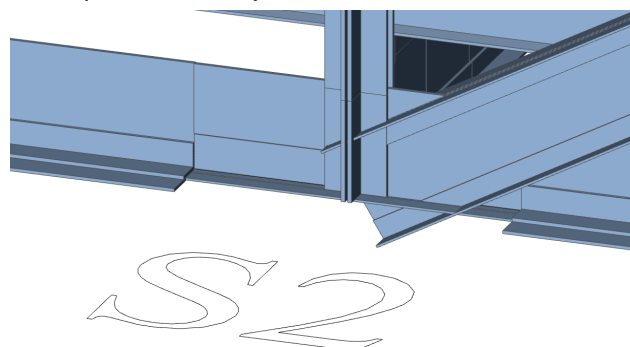
Axonometrie oblasti u opěry - se zobrazenými povrchy:



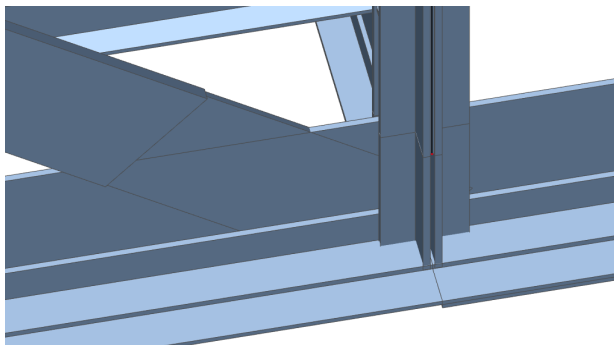
Detail porušeného styčníku S1:



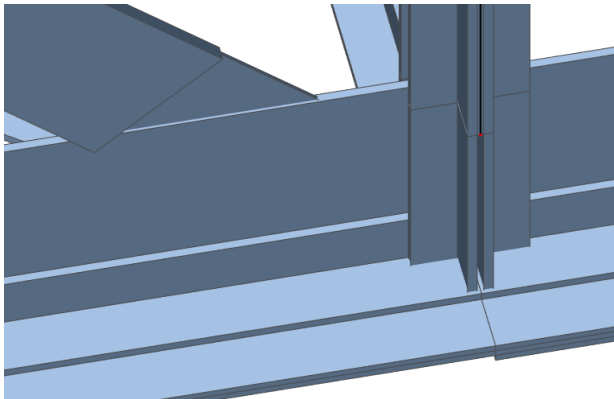
Detail porušeného styčníku S2:



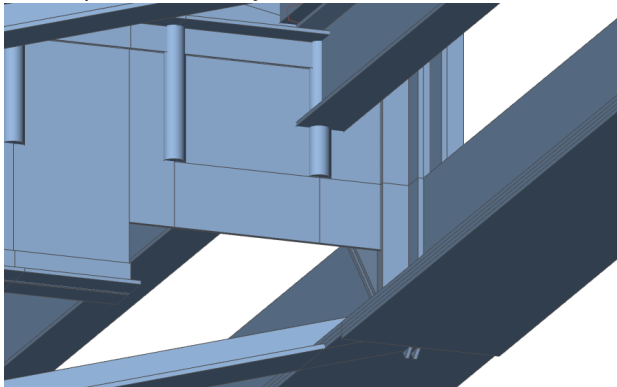
Detail porušeného styčnicku D2:



Detail porušeného styčnicku D3:



Detail porušeného styčnicku P5:



6.4. Zatížení

6.4.1. Zatížení vlastní tíhou

Bude spočítána tíha jen významných prvků nosné konstrukce.

	plocha	obj. tíha	$g_{s,K}$	tloušťka/délka	tíha
	[m ²]	[kN/m ³]	[kN/m]	[m]	[kN]
hlavní nosník 4 plechy	2,23E-02	78,5	1,7478025	42,896	74,97373604
hlavní nosník 3 plechy	1,88E-02	78,5	1,4730525	28,724	42,31196001
hlavní nosník 2 plechy	1,53E-02	78,5	1,1983025	43,608	52,25557542
hlavní nosník 1 plech	1,18E-02	78,5	0,9235525	28,56	26,3766594
krajní svislice - horní část	1,75E-02	78,5	1,3775965	4,64	6,39204776
krajní svislice - dolní část	2,66E-02	78,5	2,090926	3,72	7,77824472
druhá svislice	8,13E-03	78,5	0,6381658	12,1	7,721805575
třetí svislice	7,12E-03	78,5	0,559234	14,98	8,37732532
ostatní svislice	6,14E-03	78,5	0,482304	44,89	21,65062656
první tažená diagonála	1,60E-02	78,5	1,2559215	16,548	20,78298898
druhá tažená diagonála	6,72E-03	78,5	0,52752	18,716	9,87306432
třetí tažená diagonála	4,40E-03	78,5	0,3454	20,696	7,1483984
ostatní diagonály	4,27E-03	78,5	0,3350145	45,584	15,27129869
příčnický	9,95E-03	78,5	0,7811849	62,59	48,89436289
podélnický	4,61E-03	78,5	0,361885	178,5	64,5964725
dolní ztužidla	2,27E-03	78,5	0,178195	91,3	16,2692035
ztužidla polorámu	7,57E-01	78,5	59,4245	0,176	10,458712
výztuhy ztužidla polorámu	1,81E-03	78,5	0,141771	26,224	3,717802704
deska NK	1,01E+00	25	25,35	35,7	904,995
				suma	1349,845285

Součet reakcí od vlastní tíhy v modelu - 1350,23 kN.

6.4.2. Zatížení ostatním stálým zatížením

Skladba vozovky je odhadnutá, dle prohlídky.

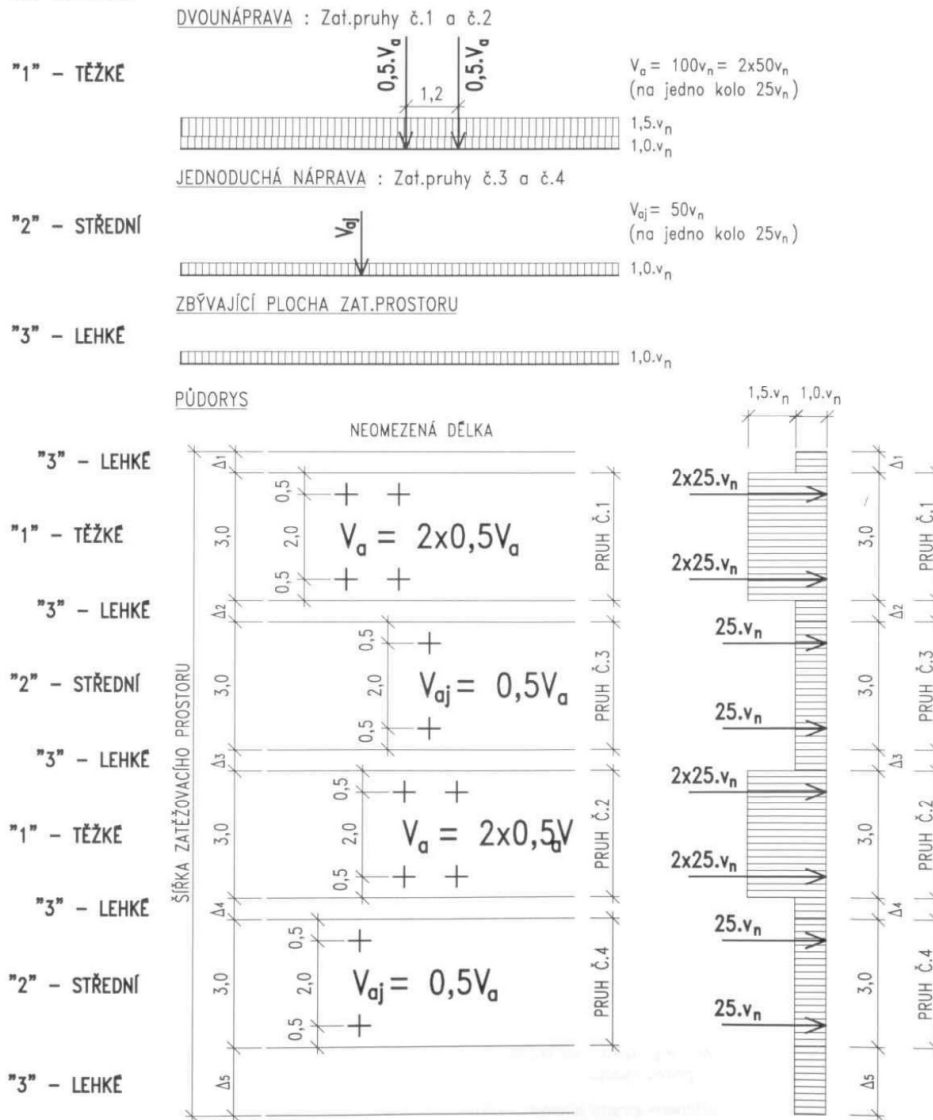
Plošná zatížení:

	tloušťka	obj. tíha	$g_{s,K}$	plocha	tíha
	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m ²]	[kN]
vozovka	0,15	23	3,45	128,52	443,394
				suma	443,394

6.4.3. Zatížení dopravou

Normální zatížitelnost:

TYP ZATÍŽENÍ



Obrázek 7.1 – Charakteristická normová sestava (schéma) zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti V_n . Příklad rozmístění zatěžovacích pruhů (zatěžovací pruhů se mohou v příčném směru libovolně přemísťovat)

šířka zatěžovacího prostoru $w = 4,756$ m
 šířka zatěžovacích pruhů: $w_1 = 3$ m jeden zatěžovací pruh

Dynamický součinitel

pro prvky hlavních příhradových nosníků

$$\delta = \delta_1 = 1,25 \text{ (zatížení jedním zatěžovacím pruhem)}$$

pro příčníky, podélníky a desku mostovky

$$\delta = 1,4 \text{ (zatížení jednou nápravou)}$$

jednotkové zatížení:

$$V_{n,1} = 1 \text{ t}$$

$$V_{nw,1} = 10 \text{ kN}$$

$$V_{a,1} = 7,5 \text{ kN}$$

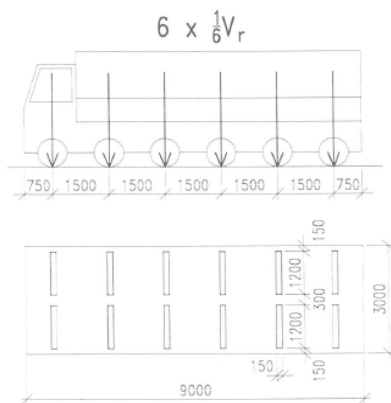
plošné zatížení všude:

$$v_{n,1} = 0,075 \text{ kN/m}^2$$

tíha jednoho kola:

$$0,5 \times V_{a,1} = 3,75 \text{ kN}$$

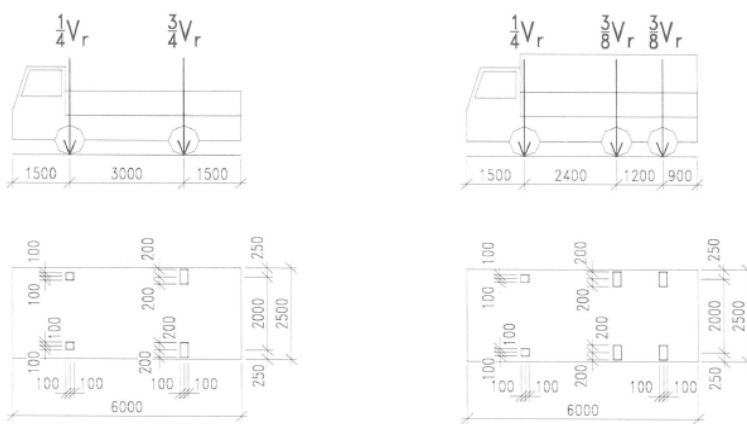
Výhradní zatížitelnost:



Obrázek 7.3 – Schéma šestinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti V_r

a) dvounápravové vozidlo $V_r = \frac{1}{10} V_{rw} < 16t$

b) třinápravové vozidlo $V_r = \frac{1}{10} V_{rw} \geq 16t$



Obrázek 7.4 – Schéma dvounápravového a třinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti V_r

Předpokládá se výsledná zatížitelnost menší než 16 t, takže zatížení dvounápravovým vozidlem.

Dynamický součinitel

pro prvky hlavních příhradových nosníků

$$\delta = \delta_1 = 1,25 \text{ (zatížení celým vozidlem)}$$

pro příčníky, podélníky a desku mostovky

$$\delta = 1,4 \text{ (zatížení jednou nápravou)}$$

jednotkové zatížení:

$$V_{r,1} = 1 \text{ t}$$

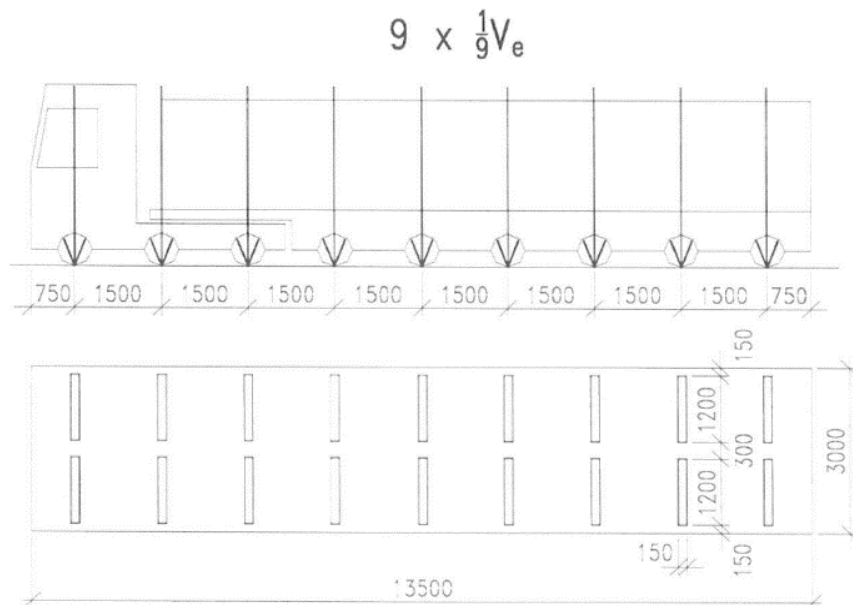
tíha předního kola:

$$1/8 \times V_{r,1} = 1,25 \text{ kN}$$

tíha zadního kola:

$$3/8 \times V_{r,1} = 3,75 \text{ kN}$$

Výjimečná zatížitelnost:



Obrázek 7.5 – Schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné zatížitelnosti V_e

Vozidlo se pohybuje 0,3 m od ideální stopy vedené středem mostu (od osy nosné konstrukce).

Dynamický součinitel $\delta = 1,05$

jednotkové zatížení: $V_{e,1} = 1 \text{ t}$
 tíha jednoho kola: $1/18 \times V_{e,1} = 0,5555556 \text{ kN}$

Roznos zatížení pro celé vozidlo:
 $b = 3,5 \text{ m}$
 $l = 13,5 \text{ m}$

zatěžovací plocha celkem: $A_c = 47,25 \text{ m}^2$

přepočítání tíhy vozidla na zat. plochu: $0,2116 \text{ kN/m}^2$

7. ZATÍŽITELNOST JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ 2. POLE

7.1. Kombinace zatížení

Pro mezní stav únosnosti platí rozhodující z těchto dvou výrazů:

$$\Sigma \gamma_G G_k + \gamma_P P + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,1} + \Sigma \gamma_Q \Psi_0 Q_k \quad 6.10a$$

$$\Sigma \xi \gamma_G G_k + \gamma_P P + \gamma_Q Q_{k,1} + \Sigma \gamma_Q \Psi_0 Q_k \quad 6.10b$$

Součinitele pro STR/GEO

Soubor (B)

$\gamma_{G,sup}$	1,35
$\gamma_{G,inf}$	1,00
ξ	0,85
$\gamma_{Q,D}$	1,35 zatížení dopravou
γ_P	1,00
$\Psi_{0,D}$	0,75 dopravní zatížení

7.2. Horní hlavní nosník

7.2.1. Společné vlastnosti

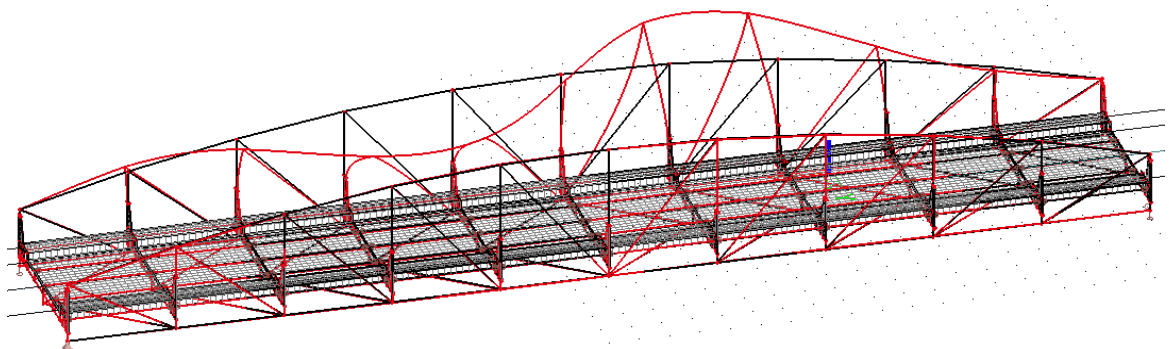
Vzpěrná únosnost tlačných prutů:

mez kluzu: $f_y = 150$ Mpa

klasifikace průřezu: $\varepsilon = 1,2516656$

průřez 3.třídy

Vzpěrná délka pro vybočení z roviny oblouku byla určena ze stabilitního výpočtu. První tvar ztráty stability horního je zobrazen na obrázku. Z tohoto tvaru byla určena vzdálenost mezi inflexními body.



vzpěrná délka: $L_{cr} = 9,7$ m pro střední pruty

vzpěrná délka: $L_{cr} = 8,1$ m pro krajní pruty

7.2.2. Únosnost prutu se 4 plechy

poloměr setrvačnosti k ose vybočení:

$$i = 0,0821505 \text{ m}$$

$$\lambda = 118,07593$$

eulerova kritická síla:

$$F_{cr} = 3309,9 \text{ kN}$$

únosnost průřezu v prostém tlaku

$$N_{c,Rd} = 3339,8 \text{ kN}$$

rozhodující hodnota:

$$N_{Rr} = 3309,9 \text{ kN}$$

7.2.3. Únosnost prutu se 3 plechy

poloměr setrvačnosti k ose vybočení:

$$i = 0,0781242 \text{ m}$$

$$\lambda = 124,16134$$

eulerova kritická síla:

$$F_{cr} = 2522,9 \text{ kN}$$

únosnost průřezu v prostém tlaku

$$N_{c,Rd} = 2814,8 \text{ kN}$$

rozhodující hodnota:

$$N_{Rr} = 2522,9 \text{ kN}$$

7.2.4. Únosnost prutu se 2 plechy

poloměr setrvačnosti k ose vybočení:

$$i = 0,0718507 \text{ m}$$

$$\lambda = 112,73371$$

eulerova kritická síla:

$$F_{cr} = 2489,5 \text{ kN}$$

únosnost průřezu v prostém tlaku

$$N_{c,Rd} = 2289,8 \text{ kN}$$

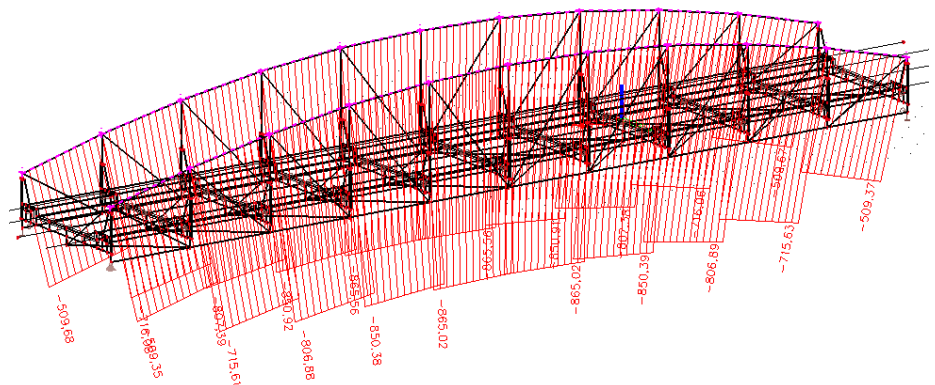
rozhodující hodnota:

$$N_{Rr} = 2289,8 \text{ kN}$$

7.2.5. Vnitřní síly v prvku

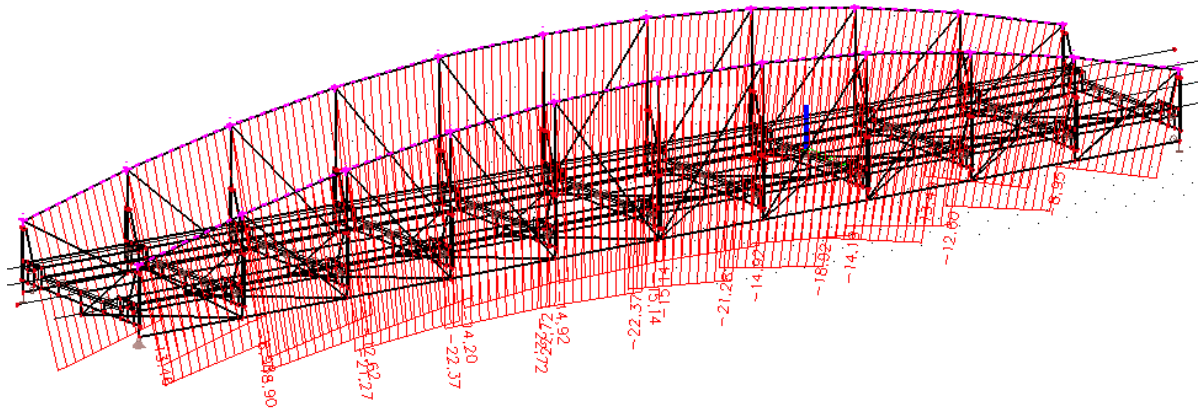
Zobrazeny jsou normálové síly v kN.

Stálé zatížení:



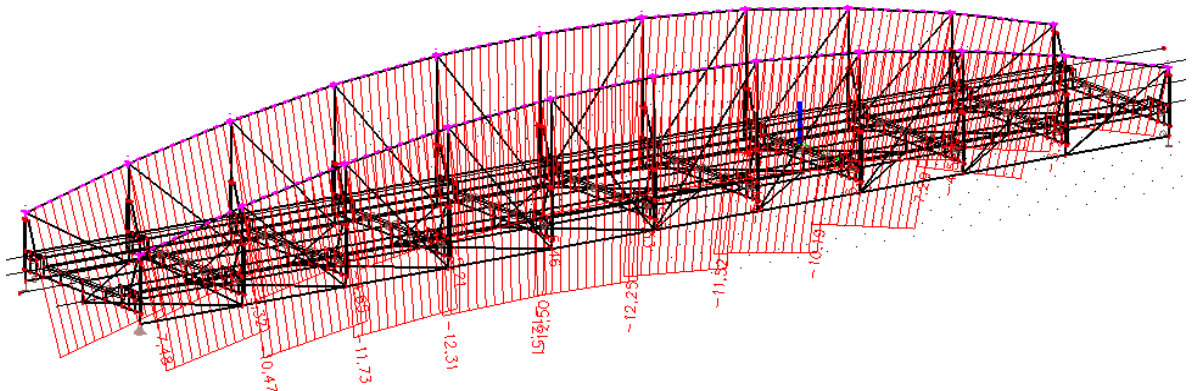
Jednotková normální soustava:

Zobrazené účinky zatžitení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.



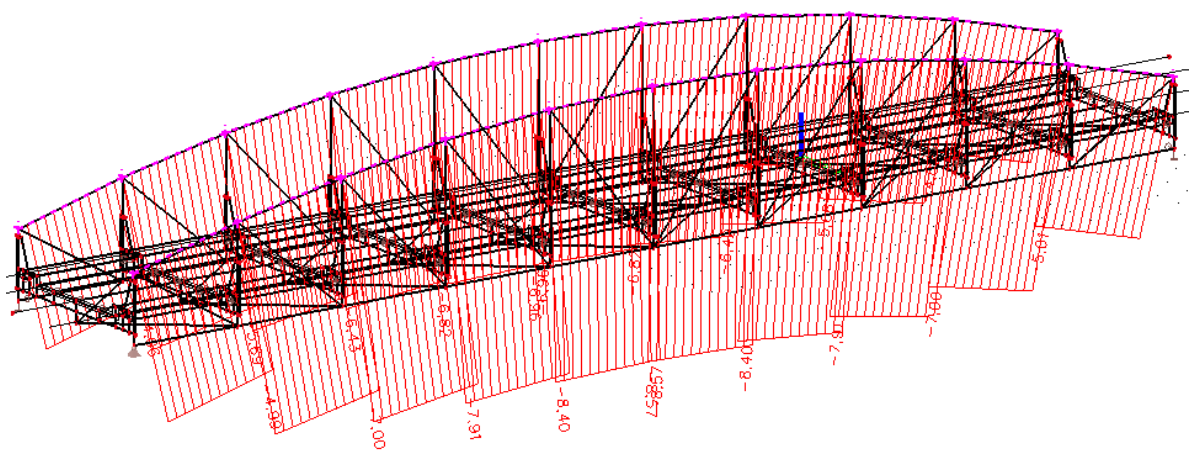
Jednotková výhradní soustava:

Zobrazené účinky zatžitení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.



Jednotková výjimečná soustava:

Zobrazené účinky zatžitení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.



7.2.6. Zatížitelnost horních nosníků se 4 plechy

Návrhová únosnost prvku: $N_{b,Rd} = 3309,93 \text{ kN}$

stálá zatížení	865,56 kNm	(tlaky kladně)
jednotkové normální	22,72 kNm	
jednotkové výhradní	12,51 kNm	
jednotkové výjimečné	8,57 kNm	

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{b,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	2114,99
6.10b	0,85	1,35	1,00	1716,07
			$N_{zbyt,k} =$	1716,07 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	60,43 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	109,74 t
výjimečná zatížitelnost:	1,05	190,71 t

7.2.7. Zatížitelnost horních nosníků se 3 plechy

Návrhová únosnost prvku: $N_{b,Rd} = 2522,87 \text{ kN}$

stálá zatížení	807,39 kNm	(tlaky kladně)
jednotkové normální	21,27 kNm	
jednotkové výhradní	11,73 kNm	
jednotkové výjimečné	7,91 kNm	

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{b,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	1415,20
6.10b	0,85	1,35	1,00	1182,51
			$N_{zbyt,k} =$	1182,51 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	44,48 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	80,65 t
výjimečná zatížitelnost:	1,05	142,38 t

7.2.8. Zatížitelnost horních nosníků s 2 plechy

Návrhová únosnost prvku: $N_{b,Rd} = 2289,75 \text{ kN}$

stálá zatížení	716,08 kNm	(tlaky kladně)
jednotkové normální	18,9 kNm	
jednotkové výhradní	10,47 kNm	
jednotkové výjimečné	7 kNm	

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{b,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	1306,71
6.10b	0,85	1,35	1,00	1087,44
			$N_{zbyt,k} =$	1087,44 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	46,03 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	83,09 t
výjimečná zatížitelnost:	1,05	147,95 t

7.3. Dolní hlavní nosník

7.3.1. Společné vlastnosti

Únosnost taženého prvku:

mez kluzu:	$f_y =$	150 Mpa
mez pevnosti:	$f_u =$	180 Mpa
	$\gamma_{M0} =$	1
	$\gamma_{M2} =$	1,25

7.3.2. Únosnost prutu se 4 plechy

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	2,23E-02 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	1,97E-02 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 3339,75 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{u,Rd} = 2548,58 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 2548,58 \text{ kN}$$

7.3.3. Únosnost prutu se 3 plechy

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	1,88E-02 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	1,67E-02 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 2814,75 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{u,Rd} = 2159,78 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 2159,78 \text{ kN}$$

7.3.4. Únosnost prutu se 2 plechy

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	1,53E-02 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	1,37E-02 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 2289,75 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{u,Rd} = 1770,98 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 1770,98 \text{ kN}$$

7.3.5. Únosnost prutu s 1 plechem

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	1,18E-02 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	1,07E-02 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 1764,75 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{u,Rd} = 1382,18 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 1382,18 \text{ kN}$$

7.3.6. Únosnost prutu v místě koroze styčnicku S1

Plocha neoslabeného průřezu: $A = 3,68E-03 \text{ m}^2$
 Plocha oslabeného průřezu: $A_{\text{net}} = 3,43E-03 \text{ m}^2$

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$N_{\text{pl,Rd}} = 552,00 \text{ kN}$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$N_{\text{u,Rd}} = 444,53 \text{ kN}$

Návrhová únosnost v tahu:

$N_{\text{t,Rd}} = 444,53 \text{ kN}$

7.3.7. Únosnost prutu v místě koroze styčnicku S2

Plocha neoslabeného průřezu: $A = 4,89E-03 \text{ m}^2$
 Plocha oslabeného průřezu: $A_{\text{net}} = 4,09E-03 \text{ m}^2$

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$N_{\text{pl,Rd}} = 733,05 \text{ kN}$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$N_{\text{u,Rd}} = 529,68 \text{ kN}$

Návrhová únosnost v tahu:

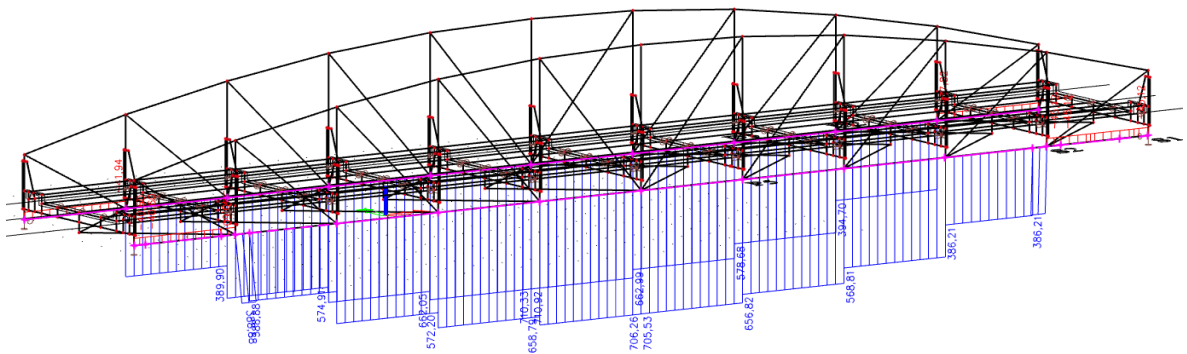
$N_{\text{t,Rd}} = 529,68 \text{ kN}$

7.3.8. Vnitřní síly v prvku

Zobrazeny jsou normálové síly v kN.

Stálé zatížení:

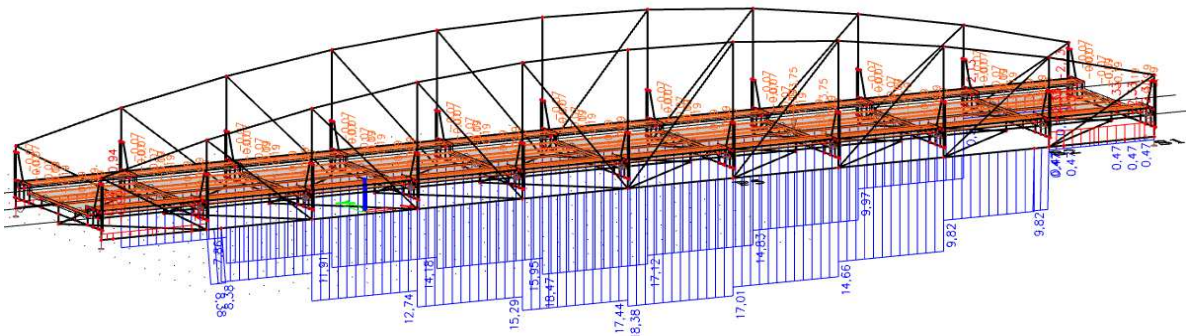
N [kN]



Jednotková normální soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

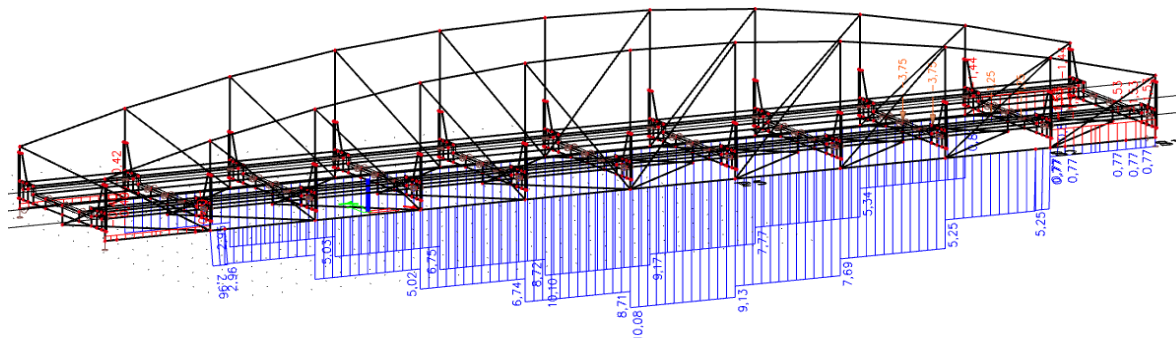
N [kN]



Jednotková výhradní soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

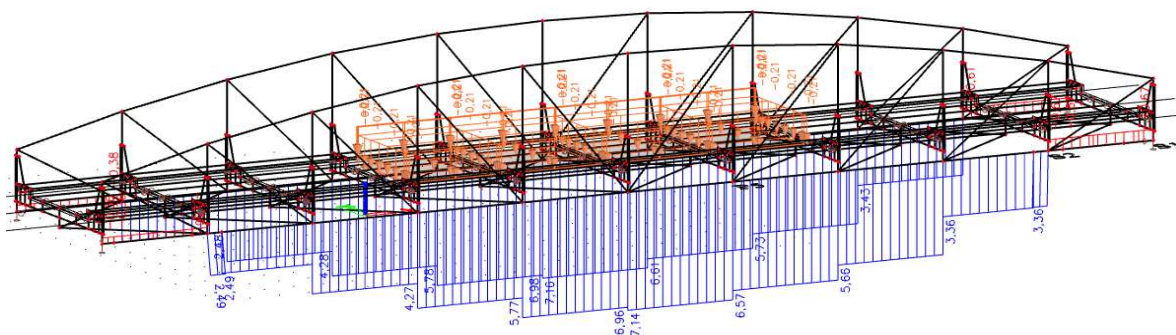
N [kN]



Jednotková vyjímečná soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

N [kN]



7.3.7. Zatížitelnost dolních nosníků v místě styčnicku S2

Návrhová únosnost prvku: $N_{t,Rd} = 529,68 \text{ kN}$

stálá zatížení 386,21 kNm
 jednotkové normální 9,82 kNm
 jednotkové výhradní 5,25 kNm
 jednotkové vyjímečné 3,36 kNm

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{t,Rd}$ [kN]
6.10a	1,00	1,35	0,75	8,19
6.10b	0,85	1,35	1,00	64,07
			$N_{zbyt,k} =$	8,19 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	0,67 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	1,25 t
vyjímečná zatížitelnost:	1,05	2,32 t

Zatížitelnost ostatních dolních nosníků nebude posuzována. Zatížitelnost v místě styčnicku S2 je zřetelně nejvyšší.

7.4. Tažené diagonály

7.4.1. Společné vlastnosti

Únosnost taženého prvku:

mez kluzu:	$f_y =$	150 Mpa
mez pevnosti:	$f_u =$	180 Mpa
	$\gamma_{M0} =$	1
	$\gamma_{M2} =$	1,25

7.4.2. Únosnost první tažené diagonály

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	1,60E-02 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	1,18E-02 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 2399,85 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{u,Rd} = 1523,97 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 1523,97 \text{ kN}$$

7.4.3. Únosnost druhé tažené diagonály

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	6,72E-03 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	5,76E-03 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 1008,00 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{u,Rd} = 746,50 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 746,50 \text{ kN}$$

7.4.4. Únosnost třetí tažené diagonály

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	4,40E-03 m ²
Plocha oslabeného průřezu:	$A_{net} =$	4,00E-03 m ²

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 660,00 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{u,Rd} = 518,40 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 518,40 \text{ kN}$$

7.4.5. Únosnost druhé tažené diagonály v místě koroze styčnicku D2

Plocha neoslabeného průřezu:	$A =$	3,36E-03 m ²
------------------------------	-------	-------------------------

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 504,00 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{t,Rd} = 504,00 \text{ kN}$$

7.4.6. Únosnost třetí tažené diagonály v místě koroze styčnicku D3

Plocha neoslabeného průřezu: $A = 1,10E-03 \text{ m}^2$

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{pl,Rd} = 165,00 \text{ kN}$$

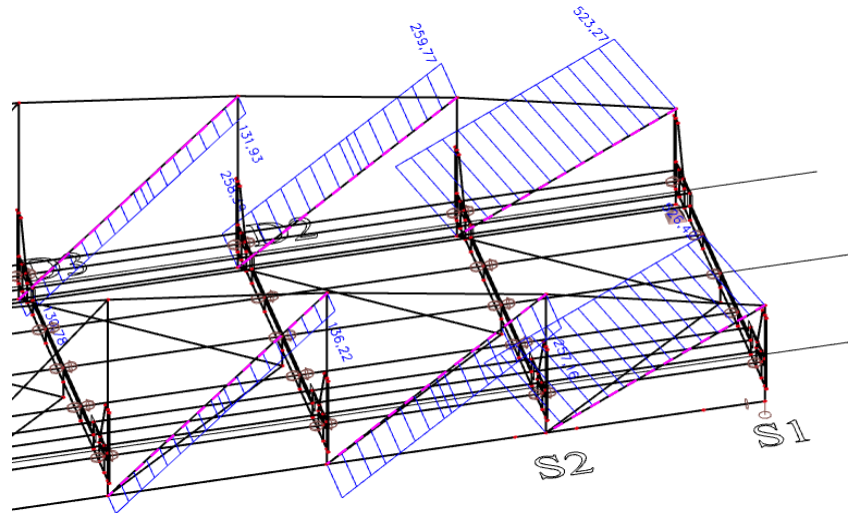
Návrhová únosnost v tahu: $N_{t,Rd} = 165,00 \text{ kN}$

7.4.7. Vnitřní síly v prvku

Zobrazeny jsou normálové síly v kN.

Stálé zatížení:

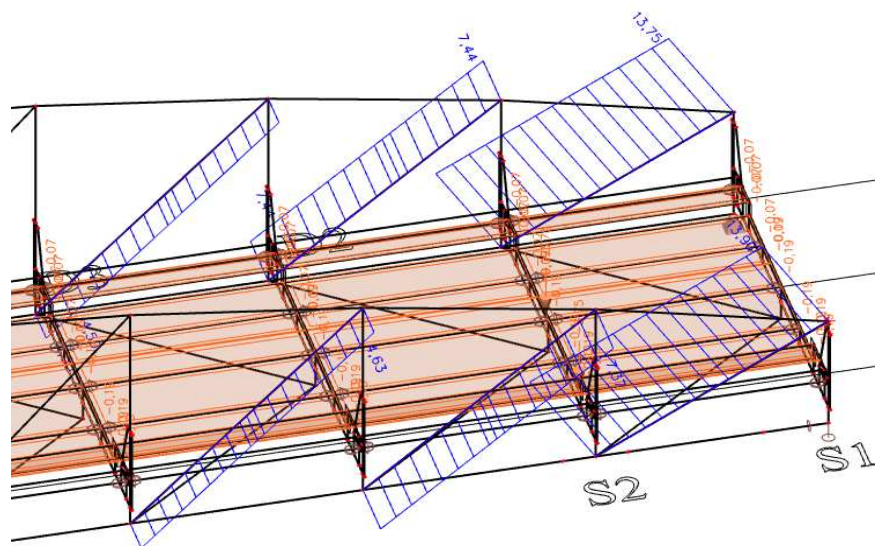
N [kN]



Jednotková normální soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

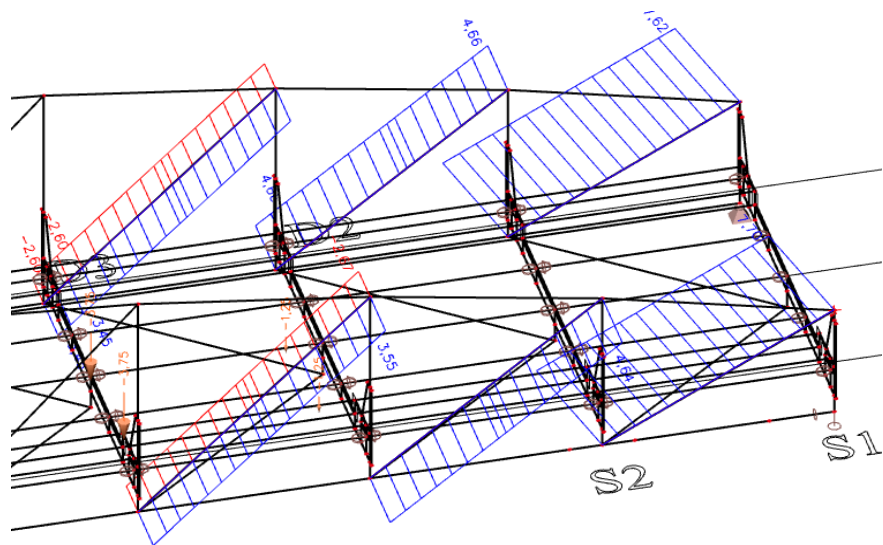
N [kN]



Jednotková výhradní soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

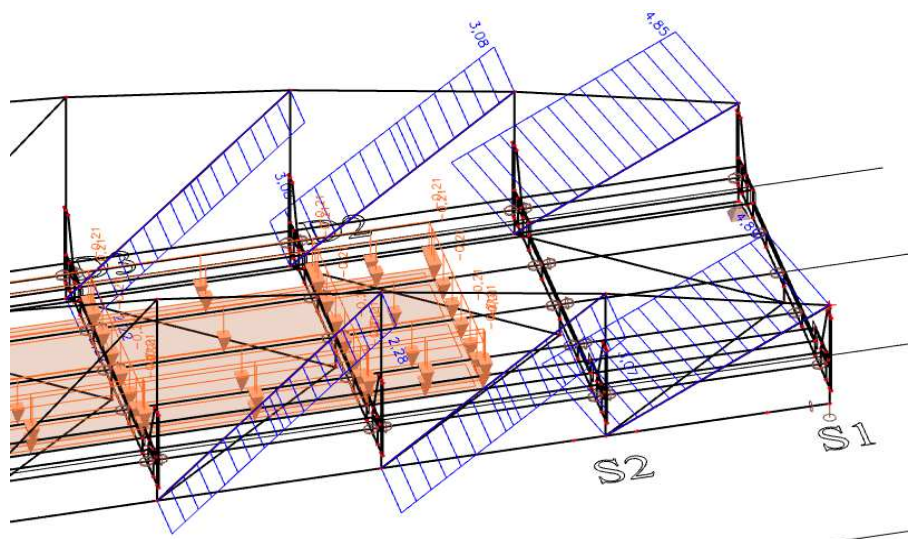
N [kN]



Jednotková výjimečná soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

N [kN]



7.4.8. Zatížitelnost první tažené diagonály

Návrhová únosnost prvku: $N_{t,Rd} = 1523,97 \text{ kN}$

stálá zatížení 523,27 kNm
 jednotkové normální 13,75 kNm
 jednotkové výhradní 7,62 kNm
 jednotkové výjimečné 4,85 kNm

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{t,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	807,46
6.10b	0,85	1,35	1,00	684,08
			$N_{zbyt,k} =$	684,08 kN

δ zatížitelnost

normální zatížitelnost:	1,25	39,80 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	71,82 t
výjimečná zatížitelnost:	1,05	134,33 t

7.4.9. Zatížitelnost druhé tažené diagonály v místě koroze styčnicku D2

Návrhová únosnost prvku: $N_{t,Rd} = 504,00 \text{ kN}$

stálá zatížení	258,39 kNm
jednotkové normální	7,44 kNm
jednotkové výhradní	4,66 kNm
jednotkové výjimečné	3,08 kNm

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{t,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	153,26
6.10b	0,85	1,35	1,00	153,70
				$N_{zbyt,k} = 153,26 \text{ kN}$

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	16,48 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	26,31 t
výjimečná zatížitelnost:	1,05	47,39 t

7.4.10. Zatížitelnost třetí tažené diagonály v místě koroze styčnicku D3

Návrhová únosnost prvku: $N_{t,Rd} = 165,00 \text{ kN}$

stálá zatížení	130,78 kNm
jednotkové normální	4,5 kNm
jednotkové výhradní	3,45 kNm
jednotkové výjimečné	2,22 kNm

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$N_{t,Rd} \text{ [kN]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	-11,41
6.10b	0,85	1,35	1,00	11,06
				$N_{zbyt,k} = -11,41 \text{ kN}$

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	-2,03 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	-2,65 t
výjimečná zatížitelnost:	1,05	-4,90 t

7.5. Příčnický

7.5.1. Únosnost prvku

Únosnost ohábaného prvku:

mez kluzu:	$f_y =$	150 Mpa
mez pevnosti:	$f_u =$	180 Mpa
	$\gamma_{M0} =$	1
	$\gamma_{M2} =$	1,25

Plocha neoslabeného průřezu: $A = 9,95E-03 \text{ m}^2$

Plocha oslabeného průřezu: $A_{\text{net}} = 8,27E-03 \text{ m}^2$

Návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu:

$$N_{\text{pl,Rd}} = 1492,71 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost průřezu oslabeného dírami:

$$N_{\text{u,Rd}} = 1071,97 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v tahu:

$$N_{\text{t,Rd}} = 1071,97 \text{ kN}$$

průřez 1.třídy

plastický modul průřezu: $W_{\text{ply}} = 2,29E-03 \text{ m}^3$

Návrhová únosnost v ohybu: $M_{\text{pl,Rd}} = 343,76 \text{ kNm}$

7.5.2. Únosnost ve smyku oslabeného průřezu v místě styčnicku P5

plocha stojiny: $A_w = 3,84E-03 \text{ m}^2$

únosnost ve smyku: $V_{\text{pl,Rd}} = 332,6 \text{ kN}$

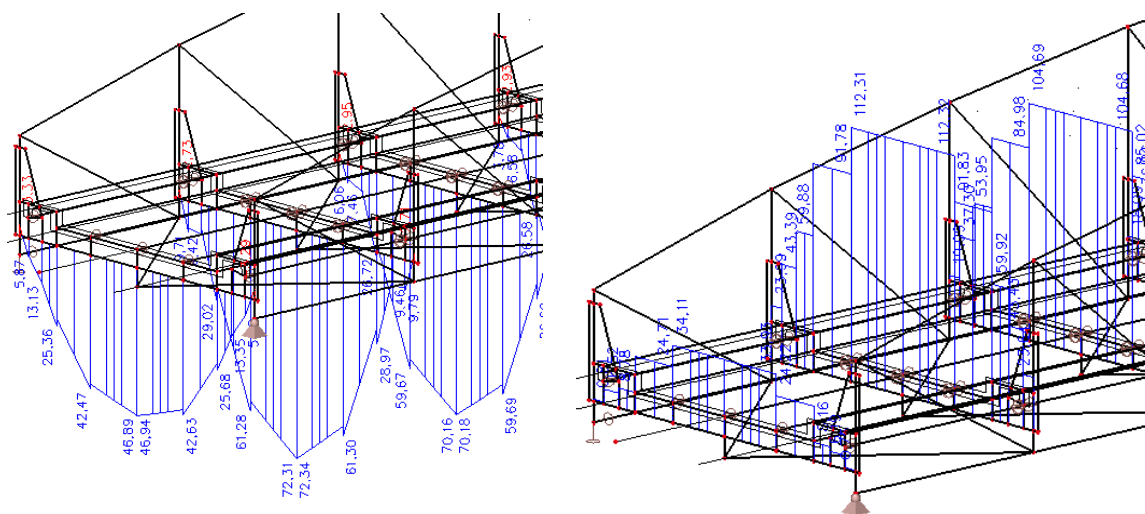
7.5.3. Vnitřní síly v prvku

Zobrazeny jsou ohybové momenty v kNm a normálové síly v kN.

Stálé zatížení:

M [kNm]

N [kN]

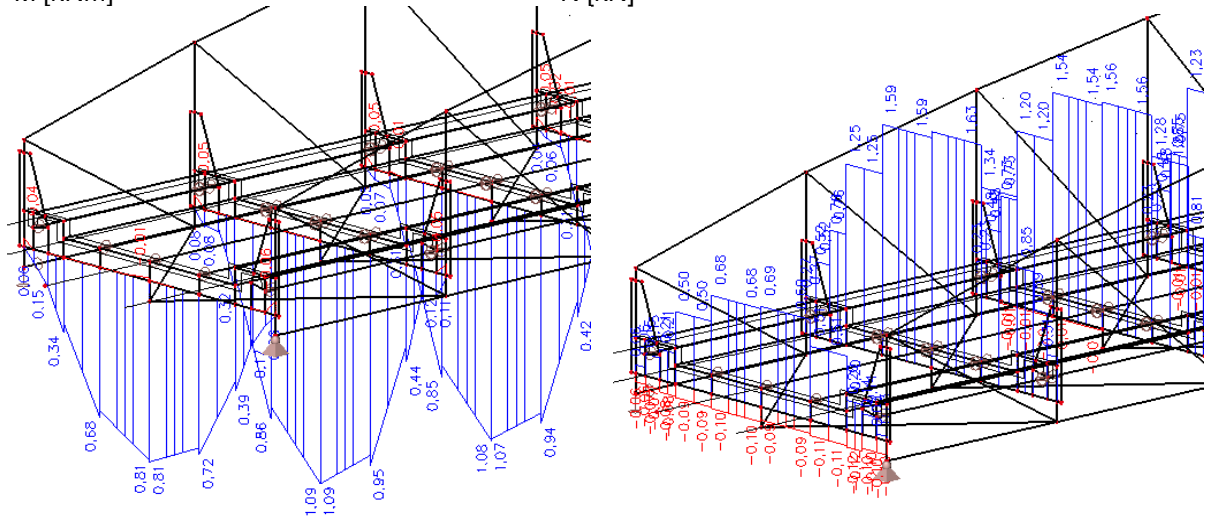


Jednotková výjimečná soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

M [kNm]

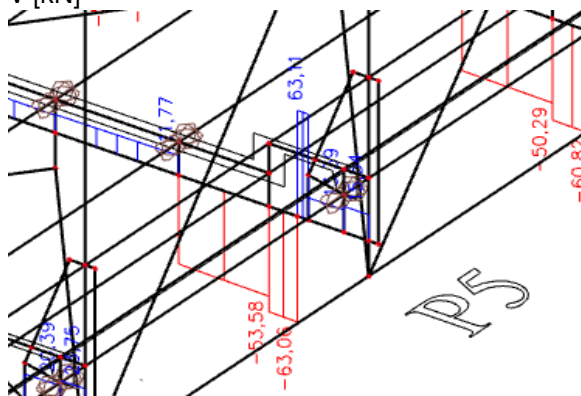
N [kN]



Zobrazeny jsou posouvající síly v kN.

Stálé zatížení:

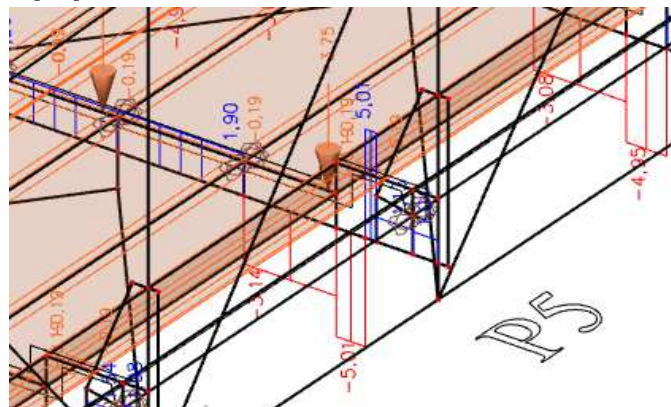
V [kN]



Jednotková normální soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

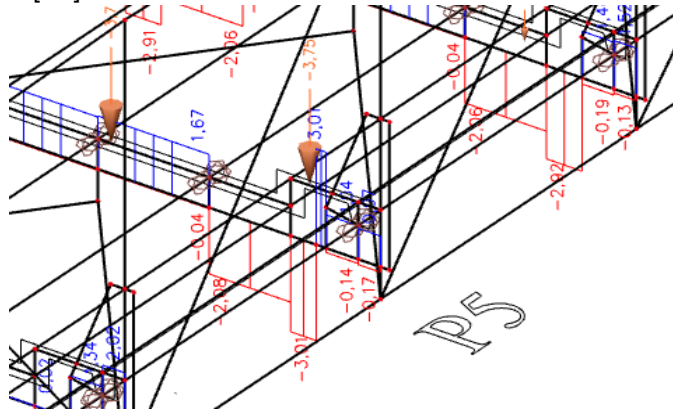
V [kN]



Jednotková výhradní soustava:

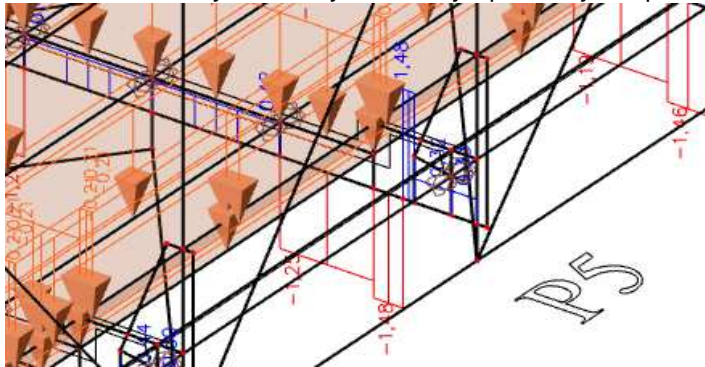
Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

V [kN]



Jednotková výjimečná soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.



7.5.4. Zatížitelnost prvního příčnicku

účinky stálých zatížení: $N_{Ed,s} = 34,11 \text{ kN}$
 $M_{Ed,s} = 46,94 \text{ kNm}$

Návrhová plastická únosnost průřezu: $N_{t,Rd} = 1071,97 \text{ kN}$

Návrhová únosnost v ohybu: $M_{pl,Rd} = 343,76 \text{ kNm}$
 součinitel podle 6.38 $a = 0,50$

Jednotková normální soustava:

zatížitelnost (iterovat): $37,3 \text{ t}$
 $N_{Ed,n} = 4,27 \text{ kN}$
 $M_{Ed,n} = 4,31 \text{ kNm}$
 $\delta = 1,25$

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	n	$M_{N,y,Rd} [\text{kNm}]$	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	0,23	352,46346	0,757056264
6.10b	0,85	1,35	1,00	0,29	325,61103	0,998587832

Jednotková výhradní soustava:

zatížitelnost (iterovat): 46,2 t
 $N_{Ed,vyh} = 3,59 \text{ kN}$
 $M_{Ed,vyh} = 3,48 \text{ kNm}$
 $\delta = 1,25$

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	n	$M_{N,y,Rd} [\text{kNm}]$	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	0,24	348,89898	0,76483779
6.10b	0,85	1,35	1,00	0,29	325,60165	0,998683974

Jednotková výjimečná soustava:

zatížitelnost (iterovat): 236 t
 $N_{Ed,vyj} = 0,69 \text{ kN}$
 $M_{Ed,vyj} = 0,81 \text{ kNm}$
 $\delta = 1,05$

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	n	$M_{N,y,Rd} [\text{kNm}]$	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	0,20	364,63119	0,731138707
6.10b	0,85	1,35	1,00	0,29	325,74711	0,997193656

Shrnutí zatížitelností:

normální zatížitelnost: 37,3 t
 výhradní zatížitelnost: 46,2 t
 výjimečná zatížitelnost: 236 t

7.5.5. Zatížitelnost druhého příčnicku

účinky stálých zatížení: $N_{Ed,s} = 112,32 \text{ kN}$
 $M_{Ed,s} = 72,34 \text{ kNm}$

Návrhová plastická únosnost průřezu:

$N_{t,Rd} = 1071,97 \text{ kN}$
 Návrhová únosnost v ohybu: $M_{pl,Rd} = 343,76 \text{ kNm}$
 součinitel podle 6.38 $a = 0,50$

Jednotková normální soustava:

zatížitelnost (iterovat): 31,8 t
 $N_{Ed,n} = 6,35 \text{ kN}$
 $M_{Ed,n} = 4,17 \text{ kNm}$
 $\delta = 1,25$

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	n	$M_{N,y,Rd} [\text{kNm}]$	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	0,38	284,23504	0,934045523
6.10b	0,85	1,35	1,00	0,33	307,55445	0,99749093

Jednotková výhradní soustava:

zatížitelnost (iterovat): 43,8 t
 $N_{Ed,vyh} = 4,65 \text{ kN}$
 $M_{Ed,vyh} = 3,03 \text{ kNm}$
 $\delta = 1,25$

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	n	$M_{N,y,Rd} [\text{kNm}]$	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	0,38	283,29346	0,937632502
6.10b	0,85	1,35	1,00	0,33	307,47653	0,998336453

Jednotková výjimečná soustava:

zatížitelnost (iterovat): 145 t
 $N_{Ed,vyj} = 1,63 \text{ kN}$
 $M_{Ed,vyj} = 1,09 \text{ kNm}$
 $\delta = 1,05$

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	n	$M_{N,y,Rd} [\text{kNm}]$	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	0,38	286,07275	0,928735457
6.10b	0,85	1,35	1,00	0,33	307,44189	0,998712379

Shrnutí zatížitelností:

normální zatížitelnost: 31,8 t
 výhradní zatížitelnost: 43,8 t
 výjimečná zatížitelnost: 145 t

7.5.6. Zatížitelnost v kraji příčnicku v místě styčnicku P5

Návrhová únosnost prvku: $V_{b,Rd} = 332,6 \text{ kN}$

stálá zatížení 63,11 kN
 jednotkové normální 5,01 kN
 jednotkové výhradní 3,01 kN
 jednotkové výjimečné 1,48 kN

	ξ	γ_G	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$V_{zbyt,k} [\text{kN}]$
6.10a	1,00	1,350	0,75	1,35	244,30
6.10b	0,85	1,350	1,00	1,35	192,69
					$V_{zbyt,k} = \mathbf{244,30 \text{ kN}}$

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,400	34,8 t
výhradní zatížitelnost:	1,400	58,0 t
výjimečná zatížitelnost:	1,050	157,2 t

7.6. Podélníky

7.6.1. Únosnost podélníku

Únosnost taženého prvku:
mez kluzu:

$$f_y = 150 \text{ Mpa}$$

průřez 1.třídy

plastický modul průřezu:

$$W_{ply} = 4,12E-04 \text{ m}^3$$

Návrhová únosnost v ohybu:

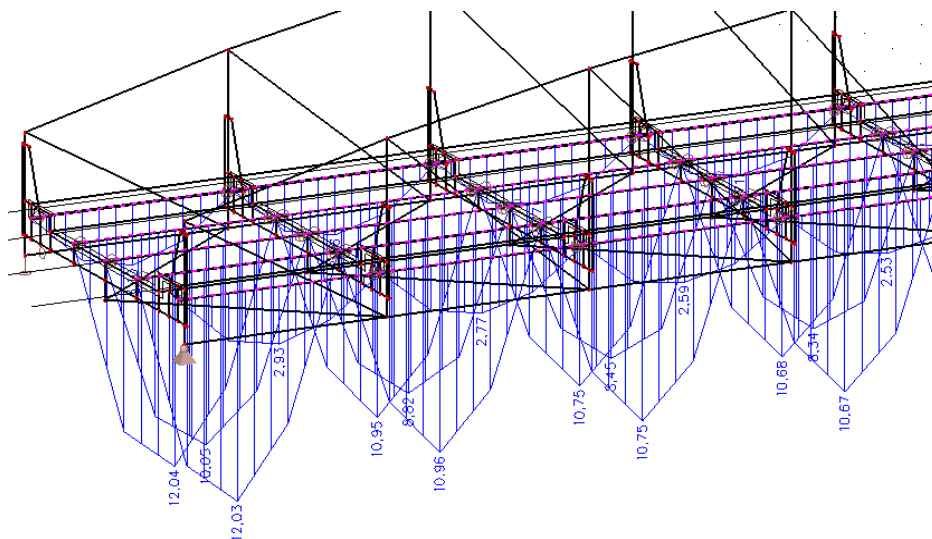
$$M_{pl,Rd} = 61,80 \text{ kNm}$$

7.6.2. Vnitřní síly v prvku

Zobrazeny jsou ohybové momenty v kNm .

Stálé zatížení:

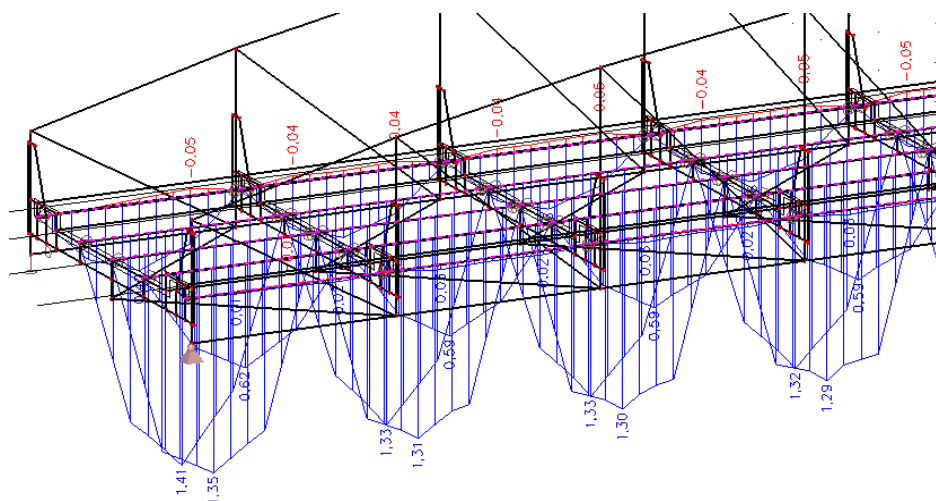
M_y [kNm]



Jednotková normální soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

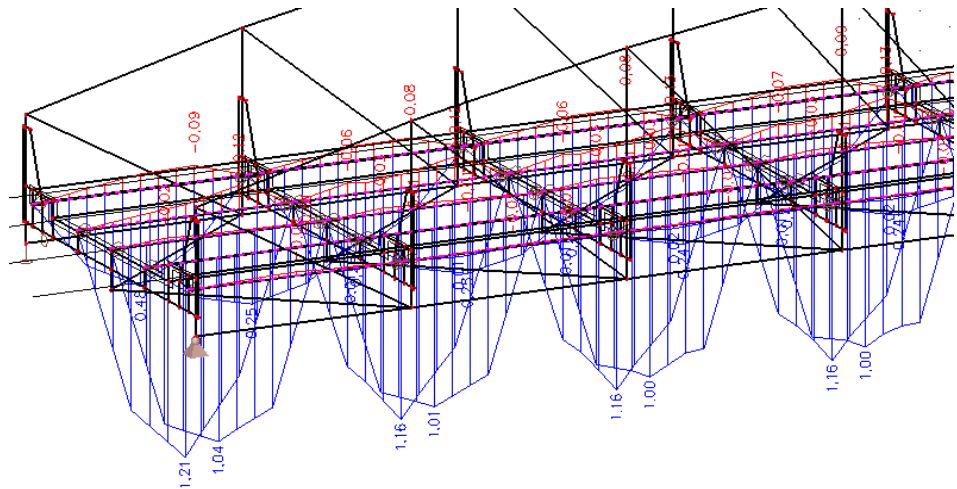
M_y [kNm]



Jednotková výhradní soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

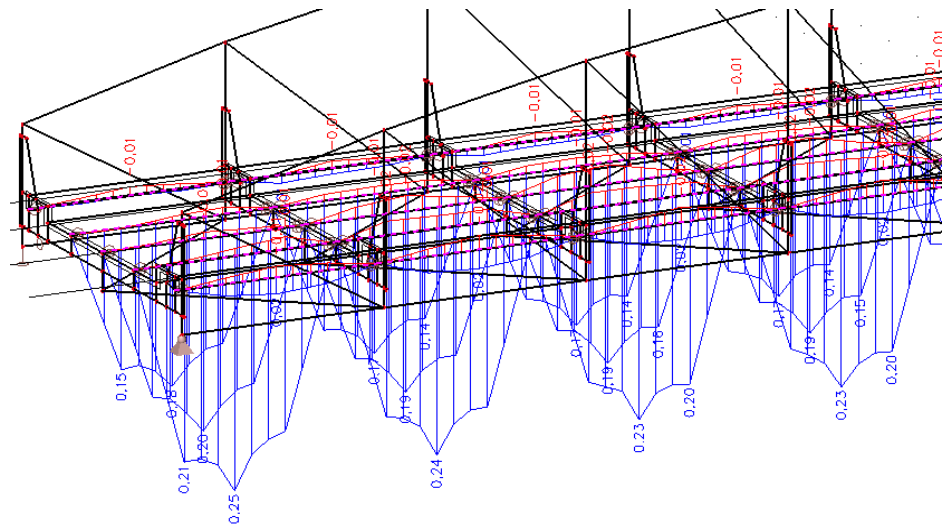
My [kNm]



Jednotková výjimečná soustava:

Zobrazené účinky zatížení jsou od nejnepříznivějšího postavení soustavy na mostě.

My [kNm]



7.6.3. Zatížitelnost podélníků

Návrhová únosnost prvku: $M_{pl,Rd} = 61,8 \text{ kNm}$

stálá zatížení 6,18 kNm
 jednotkové normální 0,67 kNm
 jednotkové výhradní 0,55 kNm
 jednotkové výjimečné 0,12 kNm

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$M_{pl,Rd} \text{ [kNm]}$
6.10a	1,00	1,35	0,75	52,80
6.10b	0,85	1,35	1,00	40,52
			$M_{zbyt,k} =$	40,52 kN

	δ	zatížitelnost
normální zatížitelnost:	1,25	48,39 t
výhradní zatížitelnost:	1,25	58,95 t
výjimečná zatížitelnost:	1,05	321,63 t

8. ZATÍŽITELNOST 2. POLE DLE ČSN 73 6222

8.1. Výpis zatížitelnosti jednotlivých prvků

8.1.1. Horní hlavní nosník

Zatížitelnost horních nosníků se 4 plechy

normální zatížitelnost:	60,4 t
výhradní zatížitelnost:	109,7 t
výjimečná zatížitelnost:	190,7 t

Zatížitelnost horních nosníků se 3 plechy

normální zatížitelnost:	44,5 t
výhradní zatížitelnost:	80,6 t
výjimečná zatížitelnost:	142,4 t

Zatížitelnost horních nosníků s 2 plechy

normální zatížitelnost:	46,0 t
výhradní zatížitelnost:	83,1 t
výjimečná zatížitelnost:	148,0 t

8.1.2. Dolní hlavní nosník

Zatížitelnost dolních nosníků v místě styčnicku S2

normální zatížitelnost:	0,7 t
výhradní zatížitelnost:	1,2 t
výjimečná zatížitelnost:	2,3 t

Zatížitelnost dolního nosníku v ostatních polích nebude posuzována.

8.1.3. Tažené diagonály

Zatížitelnost první tažené diagonály

normální zatížitelnost:	39,8 t
výhradní zatížitelnost:	71,8 t
výjimečná zatížitelnost:	134,3 t

Zatížitelnost druhé tažené diagonály v místě koroze styčnicku D2

normální zatížitelnost:	16,5 t
výhradní zatížitelnost:	26,3 t
výjimečná zatížitelnost:	47,4 t

Zatížitelnost třetí tažené diagonály v místě koroze styčnicku D3

normální zatížitelnost:	-2,0 t
výhradní zatížitelnost:	-2,6 t
výjimečná zatížitelnost:	-4,9 t

8.1.4. Příčnický

Zatížitelnost prvního příčnicku

normální zatížitelnost:	37,3 t
výhradní zatížitelnost:	46,2 t
výjimečná zatížitelnost:	236,0 t

Zatížitelnost druhého příčnicku

normální zatížitelnost:	31,8 t
výhradní zatížitelnost:	43,8 t
výjimečná zatížitelnost:	145,0 t

Zatížitelnost v kraji příčnicku v místě styčnicku P5

normální zatížitelnost:	34,8 t
výhradní zatížitelnost:	58,0 t
výjimečná zatížitelnost:	157,2 t

8.1.5. Podélnický

Zatížitelnost podélníků

normální zatížitelnost:	$V_n =$	48,4 t
výhradní zatížitelnost:	$V_{r,3NV} =$	58,9 t
výjimečná zatížitelnost:	$V_e =$	321,6 t

8.2. Výsledná zatížitelnost mostního pole 2.

Normální zatížitelnost	$V_n =$	V-CZEN 0	o únosnosti rozhoruje: Tažená diagonála
Výhradní zatížitelnost	$V_r =$	V-CZEN 0	Tažená diagonála
Výjimečná zatížitelnost	$V_e =$	V-CZEN 0	Tažená diagonála
Na jednu jednoduchou nápravu o dvou kolech	$V_{aj} =$	V-CZEN 0,0	Tažená diagonála

8.3. Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu

Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu byl určen odborným statickým posouzením mostu ve smyslu ČSN 73 6222. Skutečný stav mostu se určil diagnostickým průzkumem. Byly uvažovány únosnosti jednotlivých prvků se skutečnými průřezovými charakteristikami. Korozivní oslabení prutů v rozhodujících styčnicích bylo zahrnuto přímo do výpočtu.

Další redukce výsledné zatížitelnosti pomocí součinitele stavu konstrukce ve smyslu ČSN 73 6221 nebude uvažována. Skutečný stavebně-technický stav mostu je zohledněn přímo ve výpočtu.

9. OZNAČENÍ ZATÍŽITELNOSTI MOSTU

Podle ČSN 73 6222 - ZMĚNA Z1 z července 2015.

U příslušných hodnot jednotlivých druhů zatížitelnosti se vyznačí způsob (Vv znamená zatížitelnost stanovená podrobným statickým výpočtem) a rok stanovení zatížitelnosti 2023!

Normální zatížitelnost:	Vv	0
Výhradní zatížitelnost:	Vv	0
Výjimečná zatížitelnost:	Vv	0
Zatížitelnost na jednu jednoduchou nápravu o dvou kolech:	Vv	0,0

10. ZÁVĚR

Statický výpočet zatížitelnosti byl proveden dle ČSN 73 6222 podrobným statickým výpočtem.

Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu byl určen odborným statickým posouzením mostu ve smyslu ČSN 73 6222.

Skutečný stav mostu se určil diagnostickým průzkumem. Byly uvažovány únosnosti jednotlivých prvků se skutečnými průřezovými charakteristikami. **Korozivní oslabení prutů v rozhodujících styčnicích u 2.pole bylo zahrnuto přímo do výpočtu.**

Další redukce výsledné zatížitelnosti pro 2. pole pomocí součinitele stavu konstrukce ve smyslu ČSN 73 6221 nebude uvažována. Skutečný stavebně-technický stav mostu je zohledněn přímo ve výpočtu.

U 1. a 3. pole nebyla zjištěna výrazná koroze prutů nebo styčniců, zde je skutečný stavebně-technický stav mostu zohledněn pomocí součinitele ve smyslu ČSN 73 6221:

souč. stavu konstrukce $\alpha = 0,6$

Zatížitelnost 1. a 3. pole nemá vliv na celkovou zatížitelnost mostu, protože rozhoduje nejslabší místo mostu, které bylo identifikováno na konstrukci 2.pole mostu.

Hodnoty zatížitelnosti jsou provedeny pro normální a výhradní zatížení dle schémat ČSN 73 6222. Tyto hodnoty jsou uvedeny v kapitole 8. Z hodnoty výhradní zatížitelnosti byla odvozena zatížitelnost na jednu jednoduchou nápravu o dvou kolech.

V kapitole 9 jsou uvedeny zatížitelnosti mostu, tak jak by měli být dle ČSN 73 6222 - ZMĚNA Z1 z července 2015 evidovány.

U příslušných hodnot jednotlivých druhů zatížitelnosti se vyznačí způsob (Vv znamená zatížitelnost stanovená podrobným statickým výpočtem) a rok stanovení zatížitelnosti 2023!

Zatížitelnost byla vypočtena pouze pro nosnou konstrukci mostu. Předpokládá se, že spodní stavba a založení mají vyšší zatížitelnost než nosná konstrukce.

Statickým výpočtem zatížitelnosti bylo prokázáno, že současné korozní oslabení vybraných styčniců dosáhlo takové úrovně, že nelze nosnou konstrukci 2.pole považovat za staticky bezpečnou a to i bez působení nahodilého zatížení! Výpočtově je nulové zatížitelnosti dosaženo zejména zohledněním součinitelů bezpečnosti dle ČSN EN 1990 (změna A1). **Při současném stavu nelze vyloučit kolaps 2.pole nosné konstrukce v jakémkoli okamžiku!** Je nutné osadit na obou stranách mostu bariéry proti vstupu osob a osadit dopravní značení B30 - Zákaz vstupu chodců.

Ve V [redacted] září 2023

Kontroloval:

Vypracoval:

[redacted]

[redacted]

[redacted]