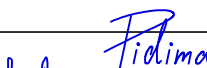


SO 201 DUSP+PDPS

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK
VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BpV

KRESLIL:			 FÖRSTEROVA Č.P. 175, 566 01 VYSOKÉ MÝTO EMAIL.: MDS@MDSPROJEKT.CZ	
ZPRACOVAL:				
TECHNICKÁ KONTROLA:	ING. JAN PIDIMA			
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA			
HLAVNÍ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA			
KRAJ: VYSOČINA	OKRES: ŽDĚAR NAD SÁZAVOU	OBEC: HAMRY NAD SÁZAVOU	STUPEŇ:	DUSP+PDPS
INVESTOR: OBEC HAMRY NAD SÁZAVOU, HAMRY NAD SÁZAVOU 322, 591 01 HAMRY NAD SÁZAVOU			ZAK.ČÍSLO:	2881-23-3
AKCE: MOST V OBCI PŘES ŽELEZNIČNÍ TRATĚ HAMRY NAD SÁZAVOU OBJEKT: SO 201 – MOST PŘES ŽELEZNIČNÍ TRATĚ V OBCI			ARCHIVNÍ ČÍSLO:	2881
			DATUM:	08-11/2023
			FORMÁT:	A4
			MĚŘÍTKO:	–
OBSAH: STATICKÝ VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE			ČÍSLO SOUPRAVY:	ČÍSLO PŘÍLOHY: D.2.8.

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

STATICKÝ VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI

Most přes železniční trať v Najdku

Podrobný statický výpočet podle ČSN 73 6222

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

OBSAH:

1.	POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE	-3-
1.1.	Popis nosné konstrukce	-3-
1.2.	Způsob výpočtu	-3-
1.3.	Výpočetní programy	-3-
1.4.	Přehled použitých norem a literatury	-3-
1.5.	Podklady	-4-
1.6.	Identifikace autora	-5-
2.	PROSTOROVÝ MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE	-6-
2.1.	Popis	-6-
2.2.	Materiálové charakteristiky	-6-
2.3.	Průřezové charakteristiky	-6-
2.4.	Model	-7-
2.5.	Zatížení	-8-
2.6.	Vnitřní síly	-13-
3.	ÚNOSNOSTI PRVKŮ NOSNÉ KONSTRUKCE	-19-
3.1.	Deska nosné konstrukce	-19-
4.	STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI	-25-
4.1.	Kombinace pro mezní stav únosnosti	-25-
4.2.	Kombinace pro mezní stavy použitelnosti	-25-
4.3.	Deska uprostřed rozpětí	-25-
4.4.	Deska v 1/4 rozpětí	-27-
4.5.	Deska ve vetknutí	-28-
5.	ZATÍŽITELNOST MOSTU DLE ČSN 73 6222	-30-
5.1.	Výpis zatížitelnosti jednotlivých prvků	-30-
5.2.	Výsledná zatížitelnost mostu	-30-
5.3.	Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu	-30-
6.	OZNAČENÍ ZATÍŽITELNOSTI MOSTU	-30-
7.	ZÁVĚR	-31-

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

1. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE

1.1. Popis nosné konstrukce

Mostní objekt byl postaven v roce 1955. Most o jednom poli je tvořen železobetonovou klenutou deskou. Nosná konstrukce má délku přemostění 26,7m. Most je kolmý. V příčném řezu se jedná o klenutou železobetonovou desku proměnné výšky. Uprostřed rozpětí je na desce konstrukce vozovky v krajích pak obsyp mezi poprskými betonovými zídками. Deska je vetknuta do železobetonových úložných prahů na betonových základech. Základy jsou založeny plošně. Na mostě jsou osazeny betonové římsy mostu, které jsou uprostřed rozpětí přímo na nosné konstrukci a v krajích na poprských zídkách. Do říms jsou kotveny železobetonové sloupky zábradlí.

1.2. Způsob výpočtu

Statický výpočet je proveden dle teorií stavební mechaniky. Zatížení je provedeno dle zatěžovacích schémat dopravního zatížení dle ČSN 73 6222. Kombinace zatížení je provedena dle ČSN 73 6222 a dle ČSN EN 1990 (změna A1). Výpočet únosnosti průřezů je proveden dle ČSN EN 1992-1-1 a 1992-2.

Nosná konstrukce je modelována jako klenutá deska z deskostěnových prvků. Uložení desky je uvažováno jako vetknutí na obou opěrách. Dále bylo uvažováno se snížením modulu pružnosti betonu, tedy s potrháním průřezu trhlinami v místě vetknutí nosné konstrukce do opěr.

1.3. Výpočetní programy

Výpočet vnitřních sil byl proveden v software SCIA Engineer 22.0. Posouzení únosnosti průřezů bylo provedeno pomocí software IDEA Beton. Určení zatížitelnosti bylo určeno také pomocí tabulkového procesoru Microsoft Excel.

1.4. Přehled použitých norem a literatury

1.4.1. 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 dopravou
ČSN EN 1992-1-1 – Navrhování betonových konstrukcí - obecná pravidla
ČSN EN 1992-2 – Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty
ČSN ISO 13822 – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
ČSN 73 0038 – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

1.4.2. Použitá literatura

- [1] Novák J. – Hořejší J.: Statika stavebních konstrukcí, SNTL Praha, 1973
- [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] Kolektiv autorů: Pomůcka pro určování zatížitelnosti starších mostů, SVŠT Bratislava, 1989

1.5. Podklady

Podklady pro vyhotovení statického výpočtu zatížitelnosti:

- 1) Hlavní mostní prohlídka (8/2021)
- 2) Archivní dokumentace mostu (Stavby silnic a železnic, s.p., 1955)
- 3) Zaměření mostu (Geodézie Cindr s.r.o., 6/2023)

1.5.1. Fotografie mostu



Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti



1.6. Identifikace autora

Vypracoval: Ing. František Černík
autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce

Kontroloval: Ing. Jan Bursa
autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce

Firma: MDS projekt s.r.o.
Försterova 175. 566 01 Vysoké Mýto
IČO: 274 87 938, DIČ: CZ 274 87 938
tel.: 465 322 451, fax.: 465 322 451
[email.: mds@mdsprojekt.cz](mailto:mds@mdsprojekt.cz)

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

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

2. PROSTOROVÝ MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE

2.1. Popis

Nosná konstrukce je modelována jako klenutá deska z deskostěnových prvků. Uložení desky je uvažováno jako vetknutí na obou opěrách. Dále bylo uvažováno se snížením modulu pružnosti betonu, tedy s potrháním průřezu trhlinami v místě vetknutí nosné konstrukce do opěr.

2.2. Materiálové charakteristiky

Materiálové charakteristiky použitých materiálů jsou uvažovány dle archivní dokumentace.

Beton klenuté desky - B250 (f) - dnes odpovídá C16/20

$$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$$

$$\gamma = 1,5$$

$$\alpha = 0,90$$

$$f_{cd} = 9,60 \text{ MPa}$$

Odhadnutý modul průřezu pro daný typ betonu:

$$E = 29\,000 \text{ MPa}$$

Modul průřezu použitý v krajních deskách - předpokládá se potrhání betonu desky:

$$E_{red} = 12\,000 \text{ MPa}$$

Betonářská výztuž - v dokumentaci uvedeno "betonová mostní kruhová" - předpokládá se výztuž C34

chrakteristická mez kluzu dle ČSN 73 0038

$$f_{yk} = 210 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = 182,6 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200\,000 \text{ MPa}$$

2.3. Průřezové charakteristiky

2.3.1. Deska nosné konstrukce ve vetknutí v patě

Tloušťka desky: $t = 500 \text{ mm}$

2.3.2. Deska nosné konstrukce uprostřed rozpětí mostu

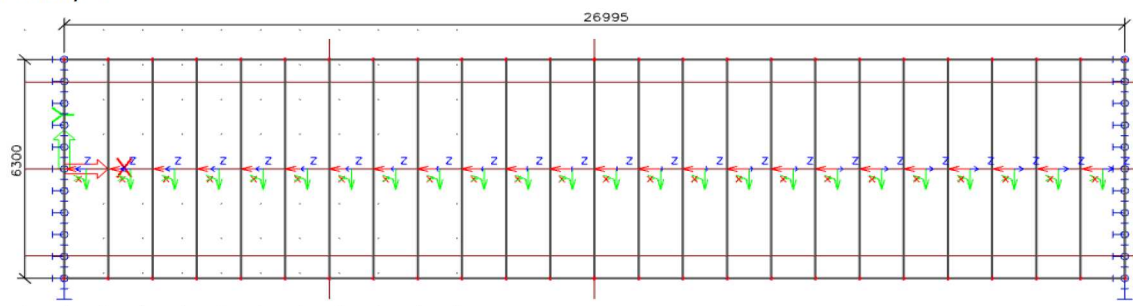
Tloušťka desky: $t = 300 \text{ mm}$

Most přes železniční trať v Najdku

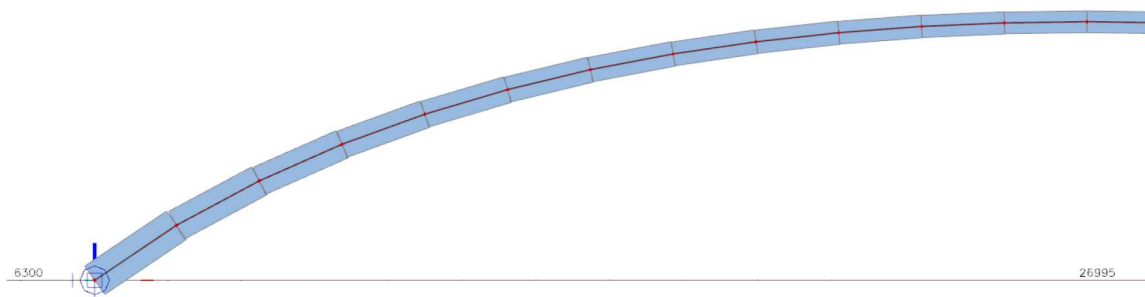
Statický výpočet zatížitelnosti

2.4. Model

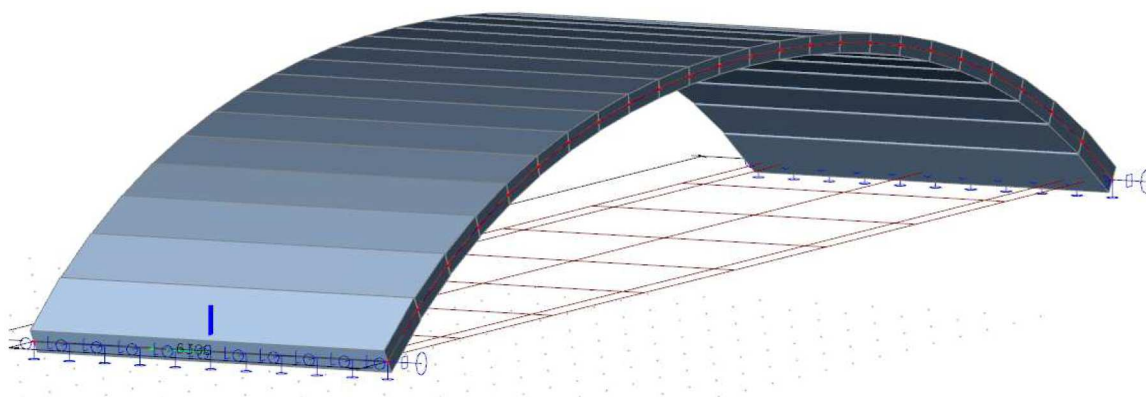
Půdorys:



Bokorys se zobrazenými povrchy (pouze symetrická polovina modelu):



Perspektivní zobrazení se zobrazenými povrchy:



Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

2.5. Zatížení

2.5.1. Zatížení vlastní tíhou

Výpočet je zde proveden pro kontrolu vlastní tíhy vypočtené programem v modelu.

	plocha	obj. tíha	$g_{s,K}$	délka/tloušť.	tíha
	[m ²]	[kN/m ³]	[kN/m]	[m]	[kN]
deska NK vetknutí	3,024	25	75,6	7,51	567,60
deska NK 1/4 rozpětí	2,205	25	55,1	13,98	770,43
deska NK střed	1,909	25	47,7	6,76	322,51
				suma	1660,5

Součet reakcí od vlatní tíhy v modelu - 1640,19 kN.

2.5.2. Zatížení ostatním stálým zatížením

Konstrukční skladba byla převzata z archivní dokumentace. Výšky zásypů byly ověřeny ze zaměření mostu.

Spojitá zatížení:

	plocha	obj. tíha	$g_{s,K}$	délka	tíha
	[m ²]	[kN/m ³]	[kN/m]	[m]	[kN]
římasy včetně obrubníku	0,28	25	7	53,99	377,93
zábradlí			0,5	53,99	27,00
poprsní zdi na začátku	2,58245	24	61,9788	3,375	209,18
poprsní zdi 1/8 L	1,34875	24	32,37	6,75	218,50
poprsní zdi 2/8 L	0,65325	24	15,678	6,75	105,83
poprsní zdi 3/8 L	0,30355	24	7,2852	6,75	49,18
poprsní zdi 4/8 L	0,1833	24	4,3992	6,75	29,69
poprsní zdi 5/8 L	0,2327	24	5,5848	6,75	37,70
poprsní zdi 6/8 L	0,5161	24	12,3864	6,75	83,61
poprsní zdi 7/8 L	1,12775	24	27,066	6,75	182,70
poprsní zdi na konci	2,2828	24	54,7872	3,375	184,91
				suma	1506,21

Plošná zatížení:

	tloušťka	obj. tíha	$g_{s,K}$	plocha	tíha
	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m ²]	[kN]
vozovka - živичné vrstvy	0,1	22	2,200	134,975	296,9
mezer. beton na začátku	4,211	22	92,642	8,4375	781,67
mezer. beton 1/8 L	2,313	22	50,886	16,875	858,70
mezer. beton 2/8 L	1,243	22	27,346	16,875	461,46
mezer. beton 3/8 L	0,706	22	15,532	16,875	262,10
mezer. beton 4/8 L	0,52	22	11,44	16,875	193,05
mezer. beton 5/8 L	0,596	22	13,112	16,875	221,27
mezer. beton 6/8 L	1,032	22	22,704	16,875	383,13
mezer. beton 7/8 L	1,973	22	43,406	16,875	732,48
mezer. beton na konci	3,75	22	82,5	8,4375	696,09
				suma	4886,9

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

2.5.3. Nahodilé zatížení teplotou dle ČSN EN 1991-1-5

$T_{\max}$	33,0 °C	$\delta T_{e \max, \text{horni}}$	1,5 °C
$T_{\min}$	-29,0 °C	$\delta T_{e \min, \text{horni}}$	8,0 °C
T_0	10,0 °C		

rovnoměrné složky teploty:

$T_{e \max}$	34,5 °C
$T_{e \min}$	-21,0 °C

Maximální rozsahy rovnoměrné složky teploty:

$\Delta T_{N, \text{con}} = T_0 - T_{e, \min}$	31,0 °C
$\Delta T_{N, \text{exp}} = T_{e, \max} - T_0$	24,5 °C

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

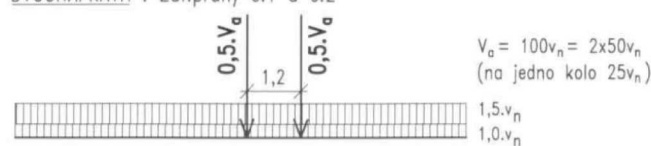
2.5.4. Zatížení dopravou dle ČSN 73 6222

Normální zatížitelnost:

TYP ZATÍŽENÍ

"1" - TĚŽKÉ

DVOUNÁPRAVA : Zat.pruhy č.1 a č.2



JEDNODUCHÁ NÁPRAVA : Zat.pruhy č.3 a č.4

"2" - STŘEDNÍ



ZBÝVAJÍCÍ PLOCHA ZAT.PROSTORU

"3" - LEHKÉ



PŮDORYS

"3" - LEHKÉ

"1" - TĚŽKÉ

"3" - LEHKÉ

"2" - STŘEDNÍ

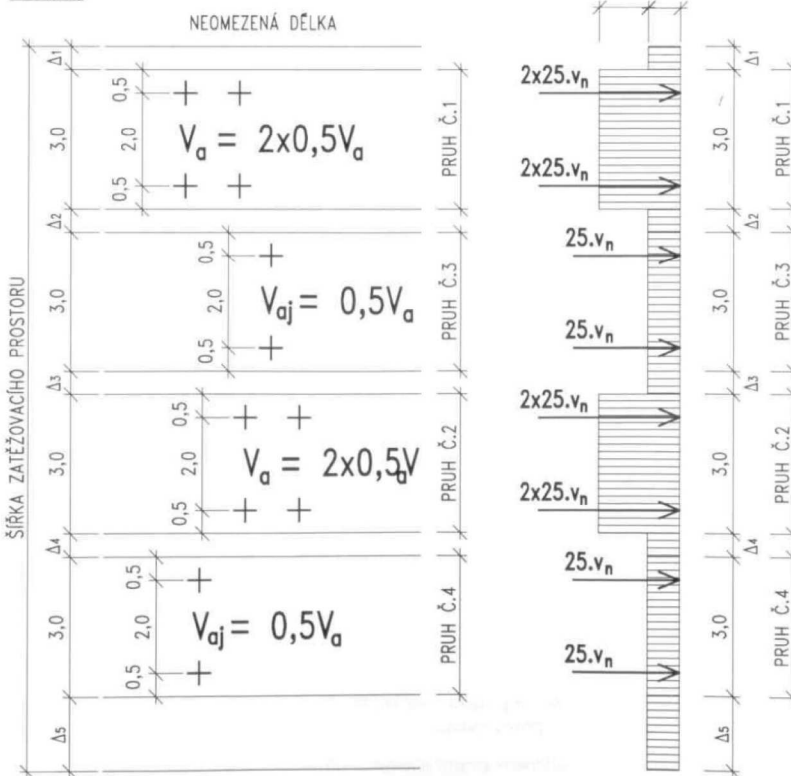
"3" - LEHKÉ

"1" - TĚŽKÉ

"3" - LEHKÉ

"2" - STŘEDNÍ

"3" - LEHKÉ



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

šířka zatěžovacího prostoru	$w =$	6 m	
šířka zatěžovacích pruhů:	$w_1 =$	3 m	dva zatěžovací pruhy
dynamický součinitel	$\delta = \delta_2 =$	1,2	(zatížení dvěma jízdními pruhy)
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	

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

Roznos zatížení pro 1/2 rozpětí:

roznos pro jedno kolo:

$$\begin{aligned}b &= 1 \text{ m} \\l &= 1 \text{ m} \\A &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

tíha jednoho kola:

$$v_{a,1} = 1,875 \text{ kN/m}^2$$

Roznos zatížení pro 1/4 rozpětí:

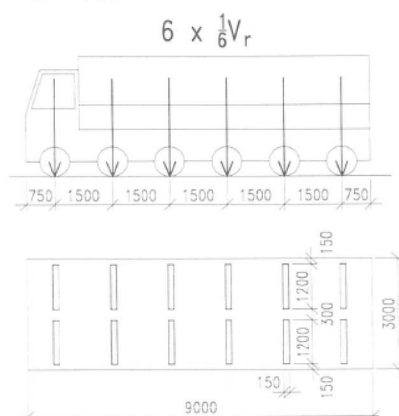
roznos pro jedno kolo:

$$\begin{aligned}b &= 1,3 \text{ m} \\l &= 2,1 \text{ m} \\A &= 2,73 \text{ m}^2\end{aligned}$$

tíha jednoho kola:

$$v_{a,1} = 0,687 \text{ kN/m}^2$$

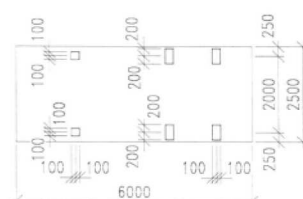
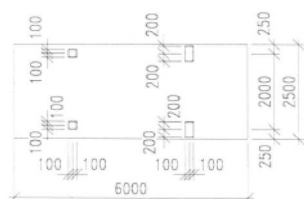
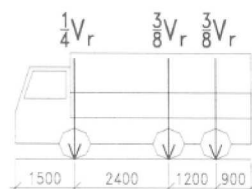
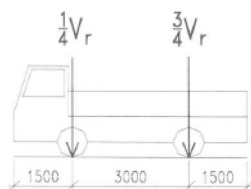
Výhradní zatížitelnost:



Obrázek 7.3 – Schéma šestnápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti V_r

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

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



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

Výsledná výhradní zatížitelnost se očekává mezi 16t a 32t, takže bude výhradní zatížitelnost určena od třinápravového vozidla.

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

jednotkové zatížení:

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

tíha předního kola:

$$1/8 \times V_{r,1} = 1,250 \text{ kN}$$

tíha zadního kola:

$$3/16 \times V_{r,1} = 1,875 \text{ kN}$$

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

Roznos zatížení pro 1/2 rozpětí:

roznos pro přední kolo:

$$b = 1,2 \text{ m}$$

$$l = 1,2 \text{ m}$$

$$A = 1,44 \text{ m}^2$$

tíha jednoho předního kola:

$$v_{a,1} = 0,868 \text{ kN/m}^2$$

roznos pro zadní kolo:

$$b = 1,3 \text{ m}$$

$$l = 1,2 \text{ m}$$

$$A = 1,56 \text{ m}^2$$

tíha jednoho zadního kola:

$$v_{a,1} = 1,202 \text{ kN/m}^2$$

Roznos zatížení pro 1/4 rozpětí:

roznos pro přední kolo:

$$b = 1,3 \text{ m}$$

$$l = 2,3 \text{ m}$$

$$A = 2,99 \text{ m}^2$$

tíha jednoho předního kola:

$$v_{a,1} = 0,418 \text{ kN/m}^2$$

roznos pro zadní kolo:

$$b = 1,3 \text{ m}$$

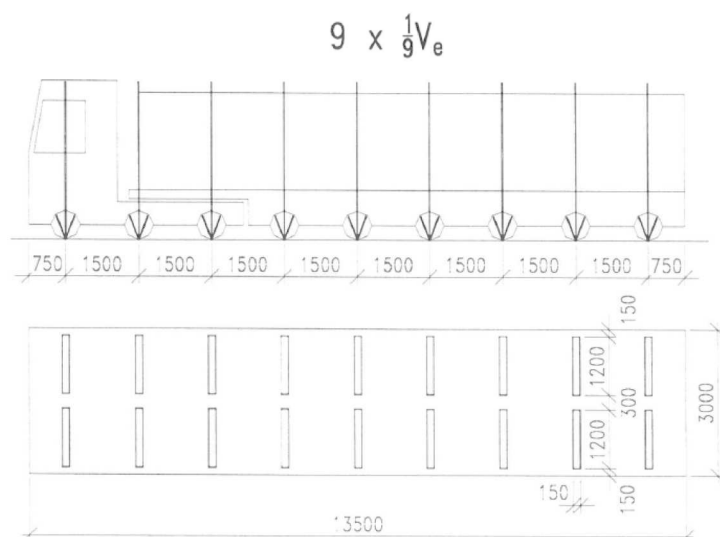
$$l = 2,3 \text{ m}$$

$$A = 2,99 \text{ m}^2$$

tíha jednoho zadního kola:

$$v_{a,1} = 0,627 \text{ kN/m}^2$$

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 (uprostřed vozovky).

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 pro celé vozidlo:

$$b = 3,5 \text{ m}$$

$$l = 13,5 \text{ m}$$

$$A = 47,25 \text{ m}^2$$

tíha jednoho zadního kola:

$$v_{a,1} = 0,2116 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení chodníků:

Most bez chodníků.

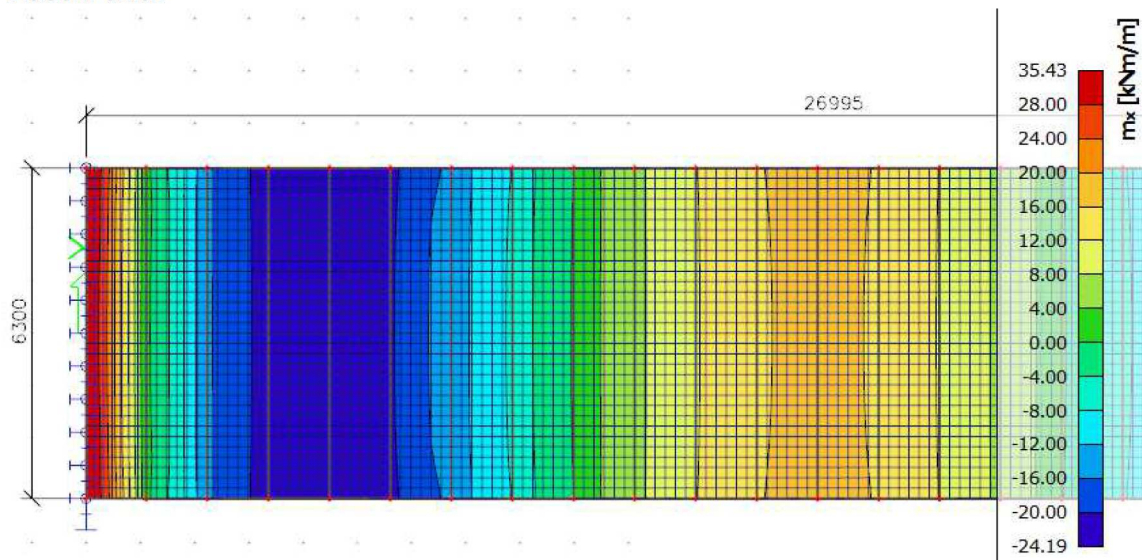
Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

2.6. Vnitřní síly

2.6.1. Ohybové momenty v desce

Vlastní tíha:

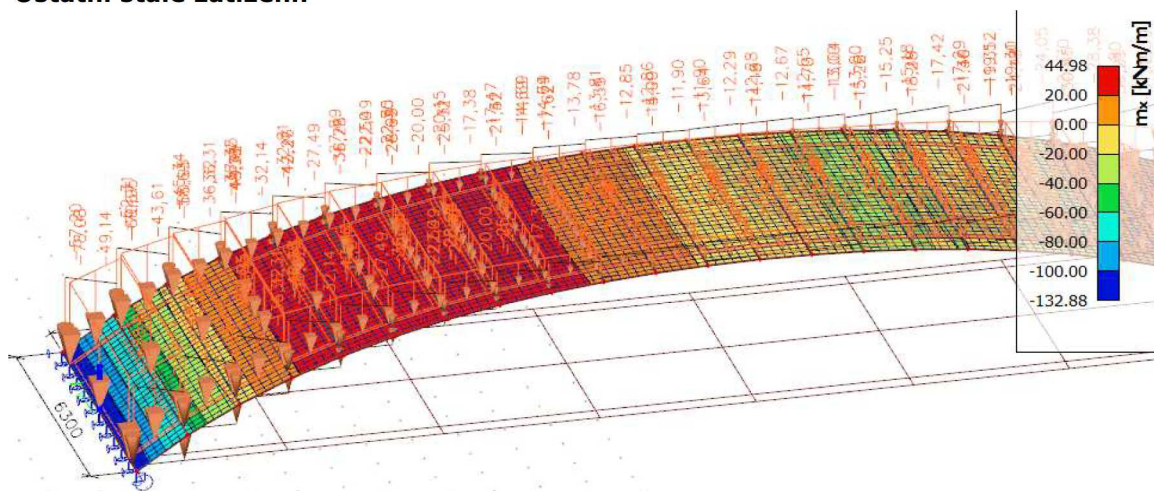


1/2 rozpětí: $m_{x,gok,1/2} = 17,1$ kNm/m

1/4 rozpětí: $m_{x,gok,1/4} = -7,0$ kNm/m

vetknutí na začátku: $m_{x,gok,v} = 35,4$ kNm/m

Ostatní stálé zatížení:



1/2 rozpětí: $m_{x,g1k,1/2} = -12,0$ kNm/m

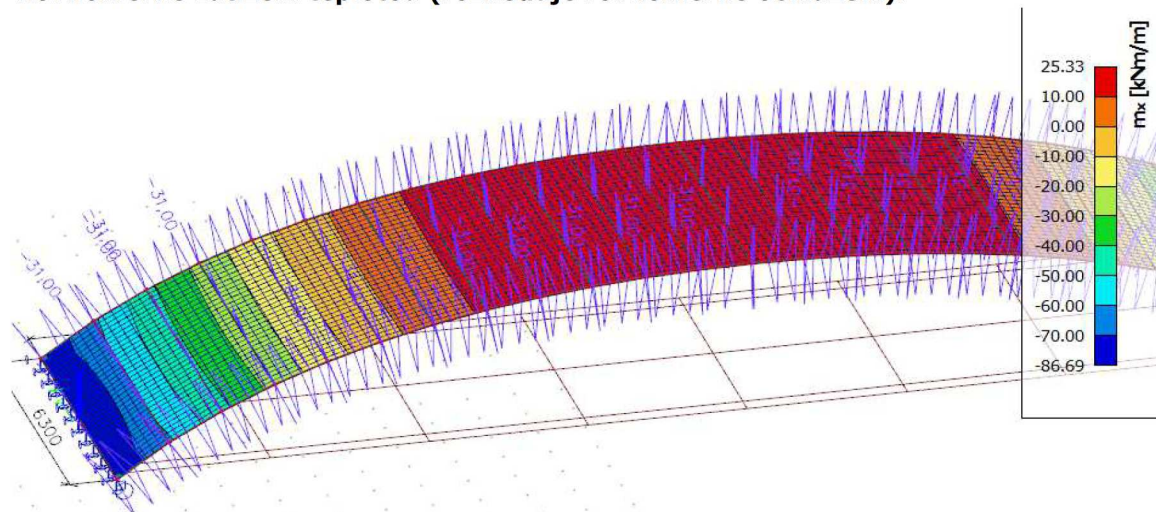
1/4 rozpětí: $m_{x,g1k,1/4} = 40,5$ kNm/m

vetknutí na začátku: $m_{x,g1,v} = -132,9$ kNm/m

Most přes železniční trať v Najdku

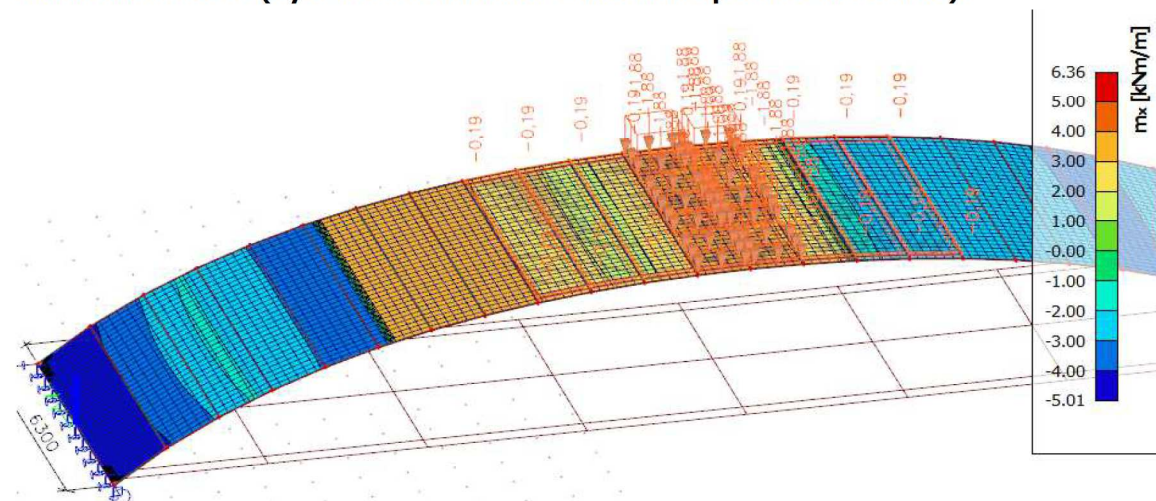
Statický výpočet zatížitelnosti

Rovnoměrné zatížení teplotou (rozhoduje rovnoměrné ochlazení):



1/2 rozpětí:	$m_{x,TRk,1/2} =$	25,3 kNm/m
1/4 rozpětí:	$m_{x,TRk,1/4} =$	12,0 kNm/m
vetknutí na začátku:	$m_{x,TRk,v} =$	-86,7 kNm/m

Normální sestava (výběrová kombinace z možného postavení vozidla):

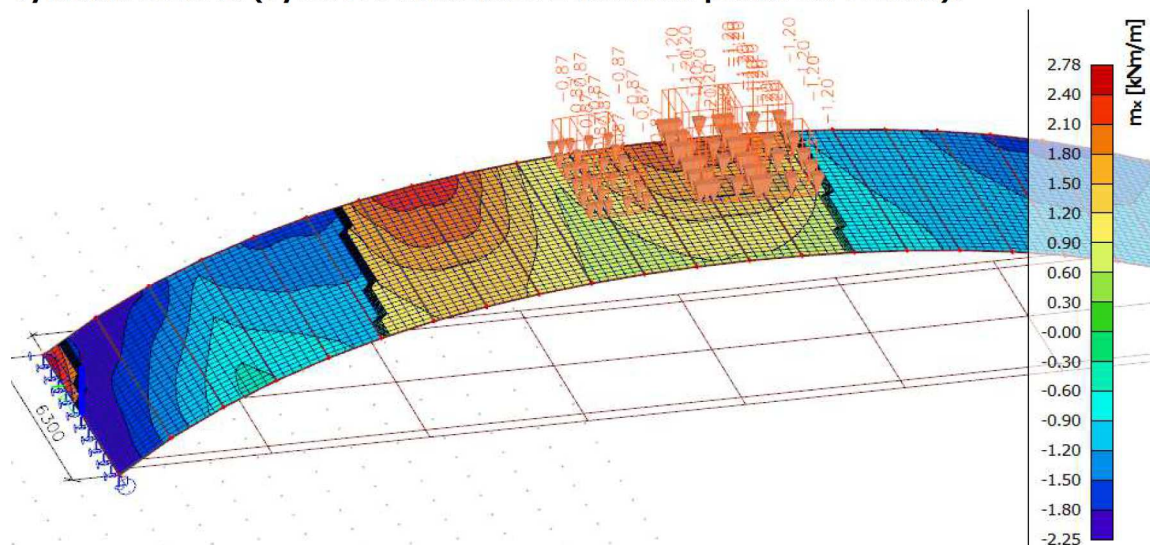


1/2 rozpětí:	$m_{x,nk,1/2} =$	3,62 kNm/m
1/4 rozpětí:	$m_{x,nk,1/4} =$	3,96 kNm/m
vetknutí na začátku:	$m_{x,nk,v} =$	-5,01 kNm/m

Most přes železniční trať v Najdku

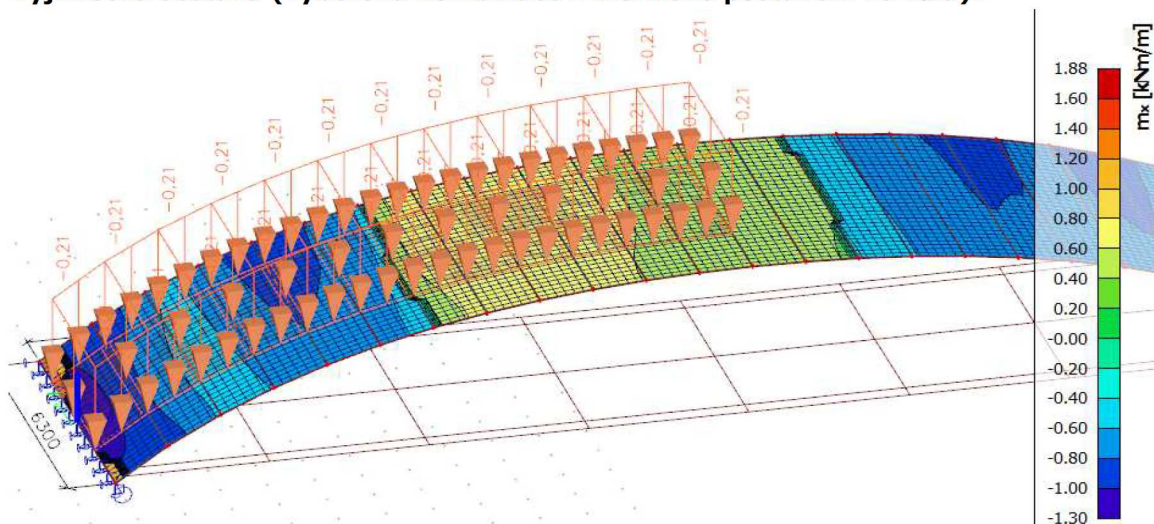
Statický výpočet zatížitelnosti

Výhradní sestava (výběrová kombinace z možného postavení vozidla):



1/2 rozpětí:	$m_{xD-,vyhk,1/2}=$	2,12 kNm/m
1/4 rozpětí:	$m_{xD-,vyhk,1/4}=$	2,30 kNm/m
vetknutí na začátku:	$m_{xD-,vyhk,v}=$	-2,25 kNm/m

Výjimečná sestava (výběrová kombinace z možného postavení vozidla):



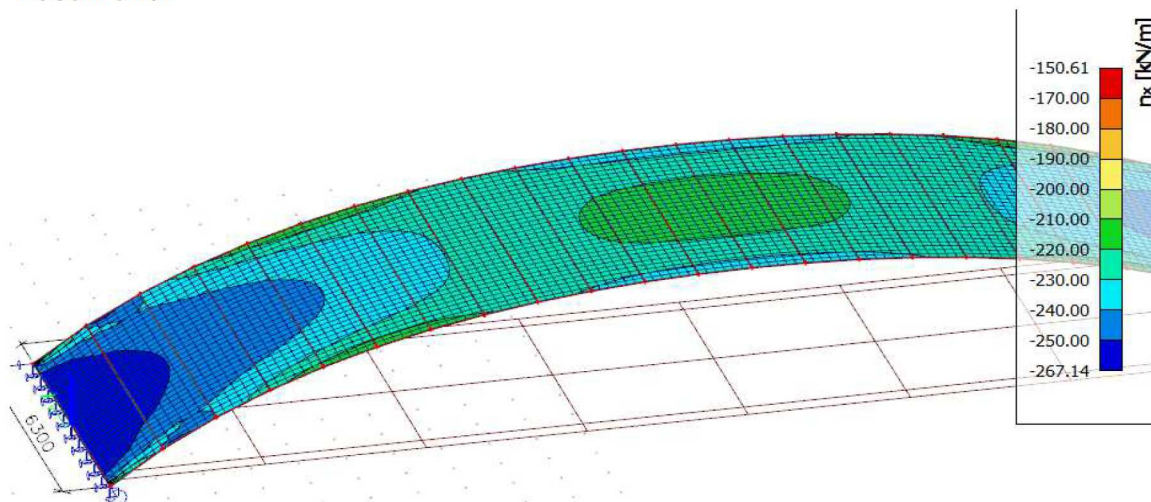
1/2 rozpětí:	$m_{xD-,vyjk,1/2}=$	0,57 kNm/m
1/4 rozpětí:	$m_{xD-,vyjk,1/4}=$	0,77 kNm/m
vetknutí na začátku:	$m_{xD-,vyjk,v}=$	-1,30 kNm/m

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

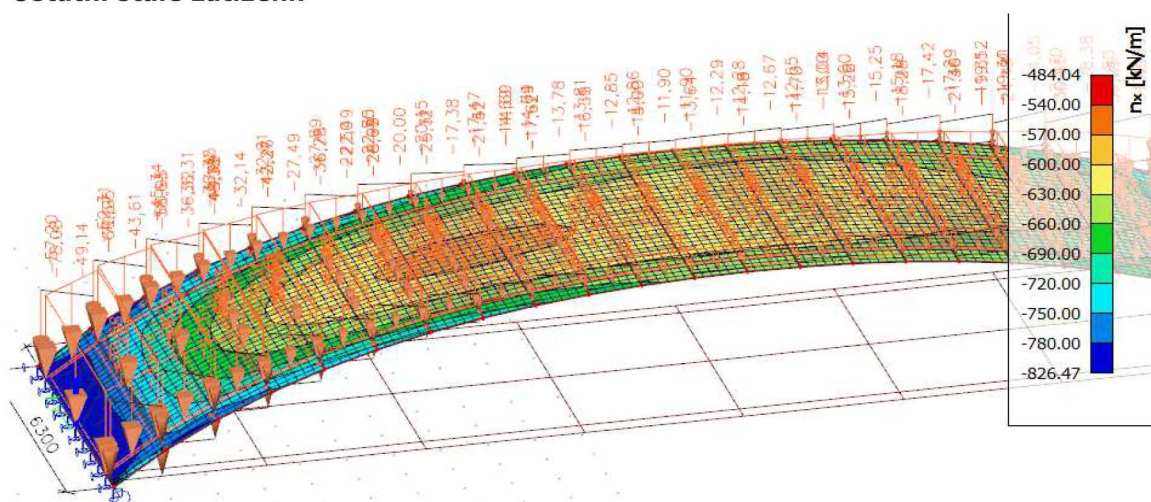
2.6.2. Normálové síly v desce

Vlastní tíha:



1/2 rozpětí:	$n_{x,g0k,1/2} =$	-230,0 kN/m
1/4 rozpětí:	$n_{x,g0k,1/4} =$	-226,0 kN/m
vetknutí na začátku:	$n_{x,g0k,v} =$	-240,0 kN/m

Ostatní stálé zatížení:

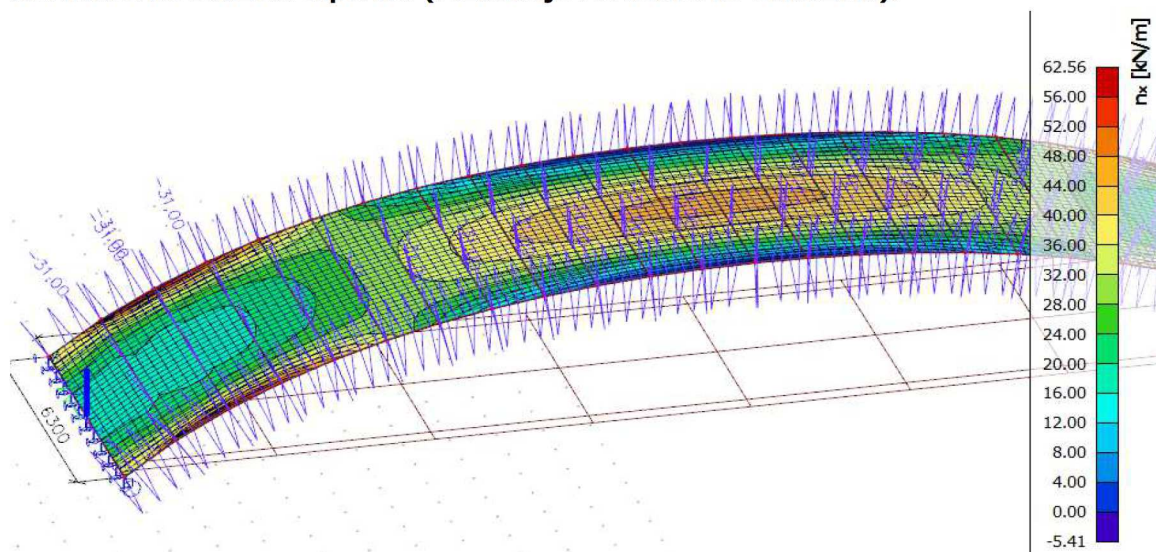


1/2 rozpětí:	$n_{x,g1k,1/2} =$	-630,0 kN/m
1/4 rozpětí:	$n_{x,g1k,1/4} =$	-660,0 kN/m
vetknutí na začátku:	$n_{x,g1k,v} =$	-810,0 kN/m

Most přes železniční trať v Najdku

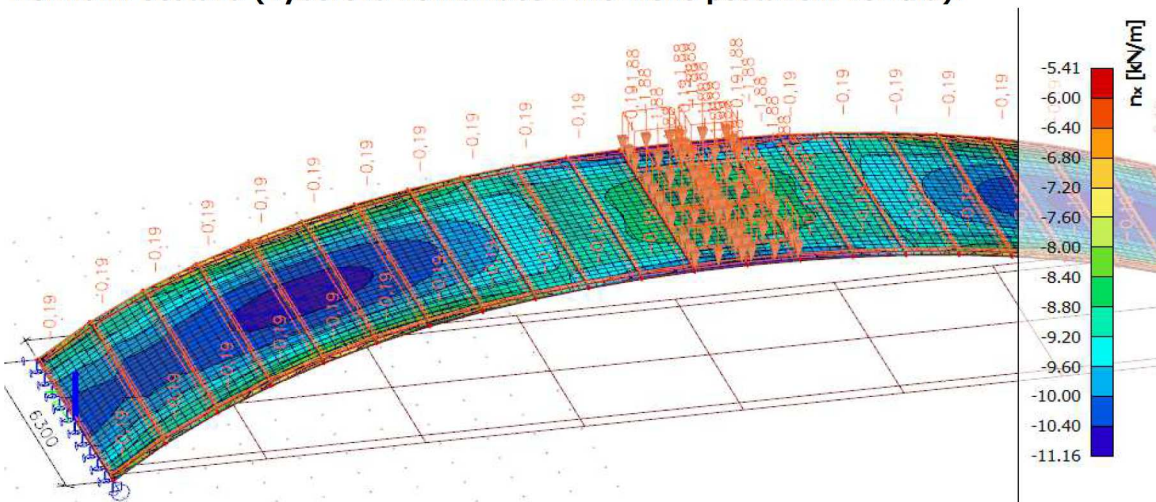
Statický výpočet zatížitelnosti

Rovnoměrné zatížení teplotou (rozhoduje rovnoměrné ochlazení):



1/2 rozpětí:	$n_{x,TRk,1/2} =$	15,00 kN/m
1/4 rozpětí:	$n_{x,TRk,1/4} =$	26,00 kN/m
vetknutí na začátku:	$n_{x,TRk,v} =$	39,00 kN/m

Normální sestava (výběrová kombinace z možného postavení vozidla):

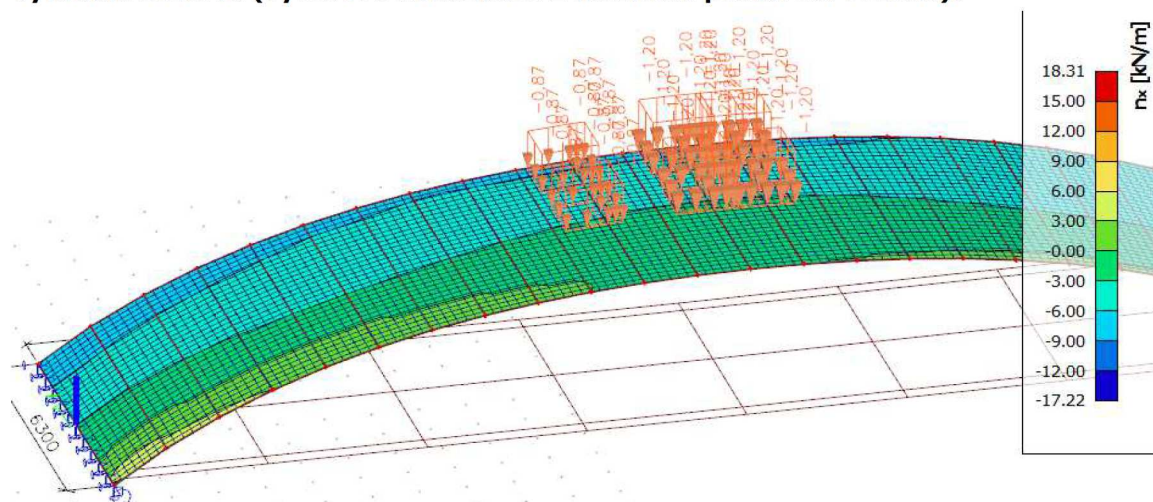


1/2 rozpětí:	$n_{x,nk,1/2} =$	-5,20 kN/m
1/4 rozpětí:	$n_{x,nk,1/4} =$	-5,40 kN/m
vetknutí na začátku:	$n_{x,nk,v} =$	-6,00 kN/m

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

Výhradní sestava (výběrová kombinace z možného postavení vozidla):

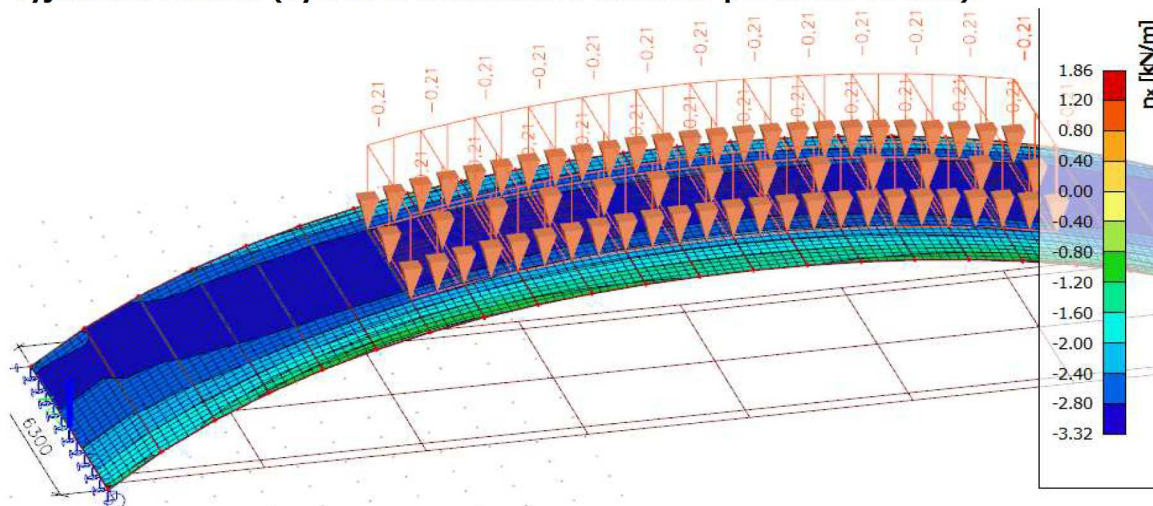


1/2 rozpětí: $n_{x,vyhk,1/2} = -4,8 \text{ kN/m}$

1/4 rozpětí: $n_{x,vyhk,1/4} = -5,5 \text{ kN/m}$

vetknutí na začátku: $n_{x,vyhk,v} = 2,00 \text{ kN/m}$

Výjimečná sestava (výběrová kombinace z možného postavení vozidla):



1/2 rozpětí: $n_{x,vyjk,1/2} = -1,4 \text{ kN/m}$

1/4 rozpětí: $n_{x,vyjk,1/4} = -2,0 \text{ kN/m}$

vetknutí na začátku: $n_{x,vyjk,v} = -2,10 \text{ kN/m}$

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

3. ÚNOSNOSTI PRVKŮ NOSNÉ KONSTRUKCE

3.1. Deska nosné konstrukce

3.1.1. Únosnost desky uprostřed rozpětí v ohybu

Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu bude určen odborným statickým zhodnocením ve smyslu ČSN 73 6222. V rámci mostní prohlídky mostu byla zjištěna lehká koroze hlavní nosné výztuže.

redukce plochy výztuže vlivem koroze: 10 %

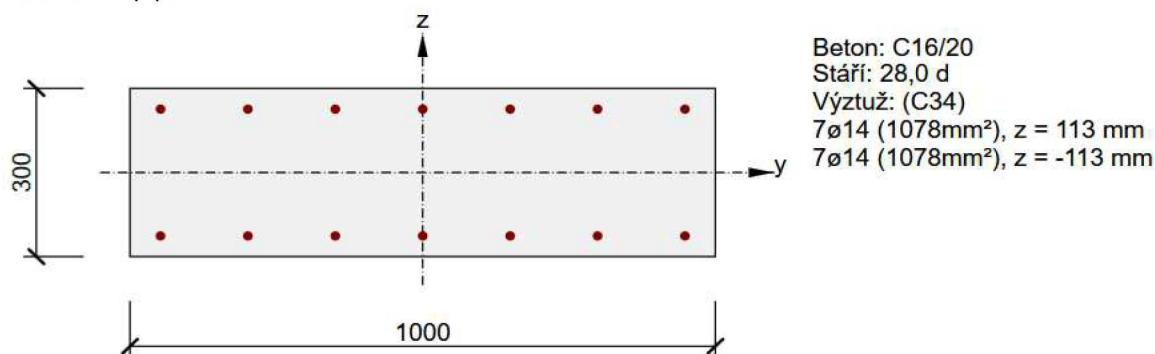
Výztuž v průřezu:

průměr výztuže neredukovaná: 14 mm
plocha jednoho prutu neredukovaná: 153,9 mm²

plocha jednoho prutu redukovaná: 138,5 mm²
průměr výztuže redukovaná: 13,3 mm

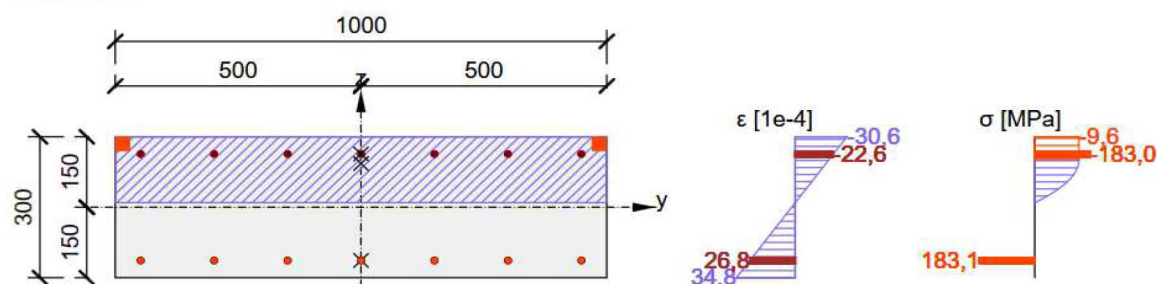
Vyztužení průřezu je převzato z archivní dokumentace.

Posuzovaný průřez:



Výpočet pro MSÚ:

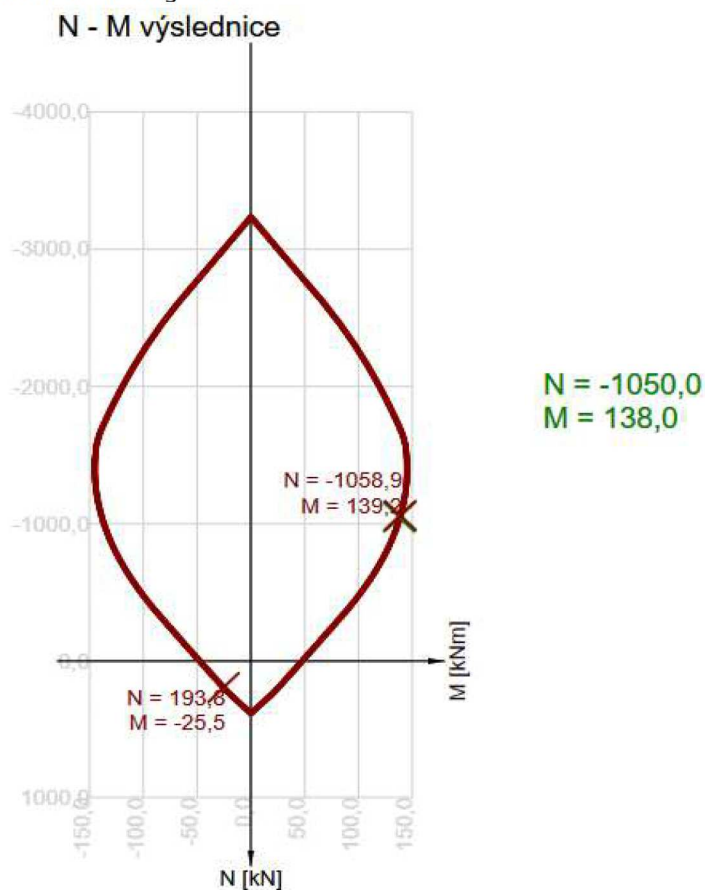
Odezva průřezu při zatížení kombinací normálové síly a ohybovým momentem na mezi únosnosti:



Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

Interakční diagram:

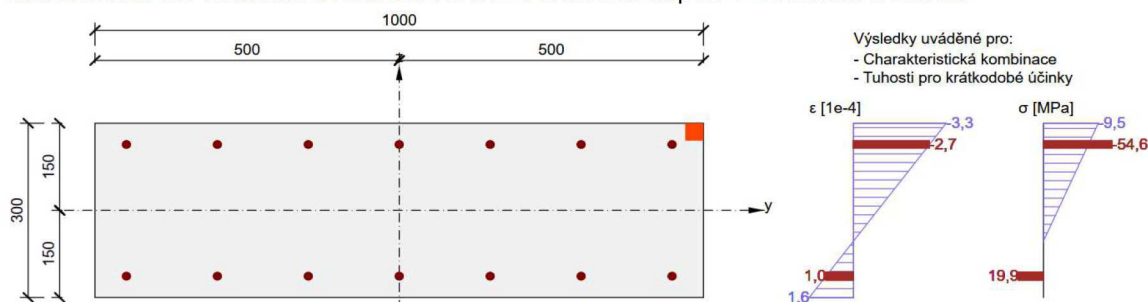


Celkový moment únosnosti průřezu v MSÚ pro odpovídající normálovou sílu $N_{Rd} = -1050 \text{ kN}$ je:

$$M_{Rd} = 138,8 \text{ kNm}$$

Výpočet pro MSP - omezení napětí:

Odezva průřezu při zatížení kombinací normálové síly a ohybovým momentem v charakteristické kombinaci zatížení na mezi omezení napětí v tlačeném betonu:



Celkový moment únosnosti průřezu v MSP - charakteristická kombinace pro odpovídající normálovou sílu $N_{Rd} = -1050 \text{ kN}$ je:

$$M_{Rd} = 88,0 \text{ kNm}$$

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

3.1.2. Únosnost desky v 1/4 rozpětí v ohybu

Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu bude určen odborným statickým zhodnocením ve smyslu ČSN 73 6222. V rámci mostní prohlídky mostu byla zjištěna lehká koroze hlavní nosné výztuže.

redukce plochy výztuže vlivem koroze: 10 %

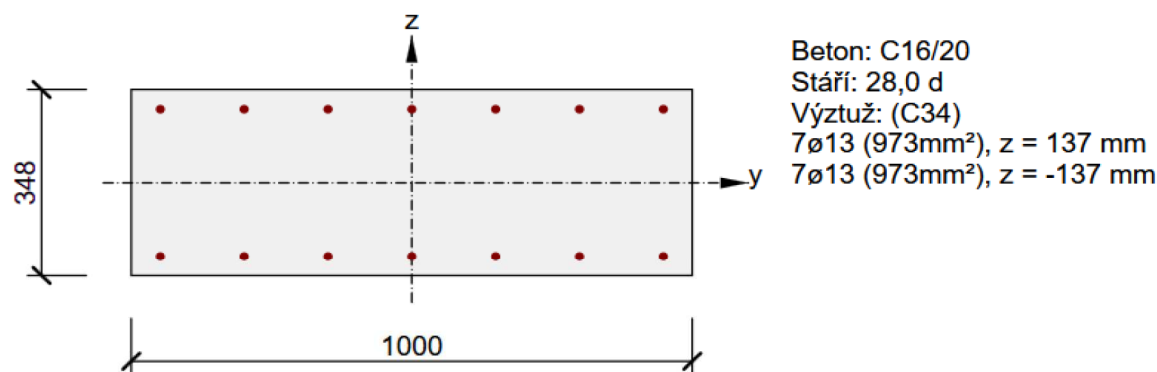
Výztuž v průřezu:

průměr výztuže neredukovaná: 14 mm
plocha jednoho prutu neredukovaná: 153,9 mm²

plocha jednoho prutu redukována: 138,5 mm²
průměr výztuže redukována: 13,3 mm

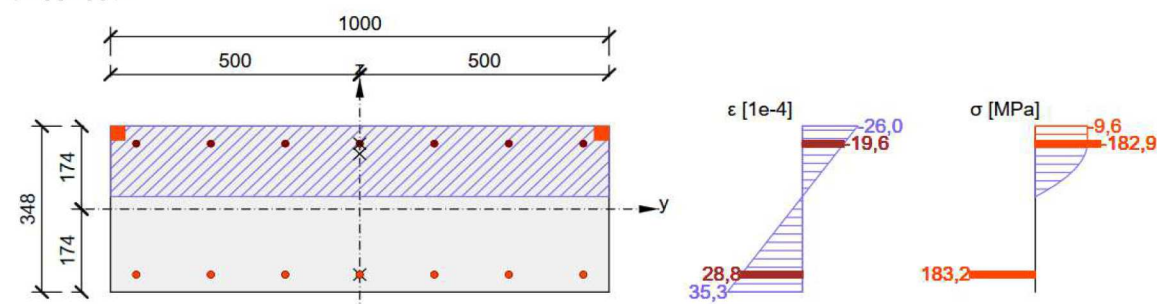
Vyztužení průřezu je převzato z archivní dokumentace.

Posuzovaný průřez:



Výpočet pro MSÚ:

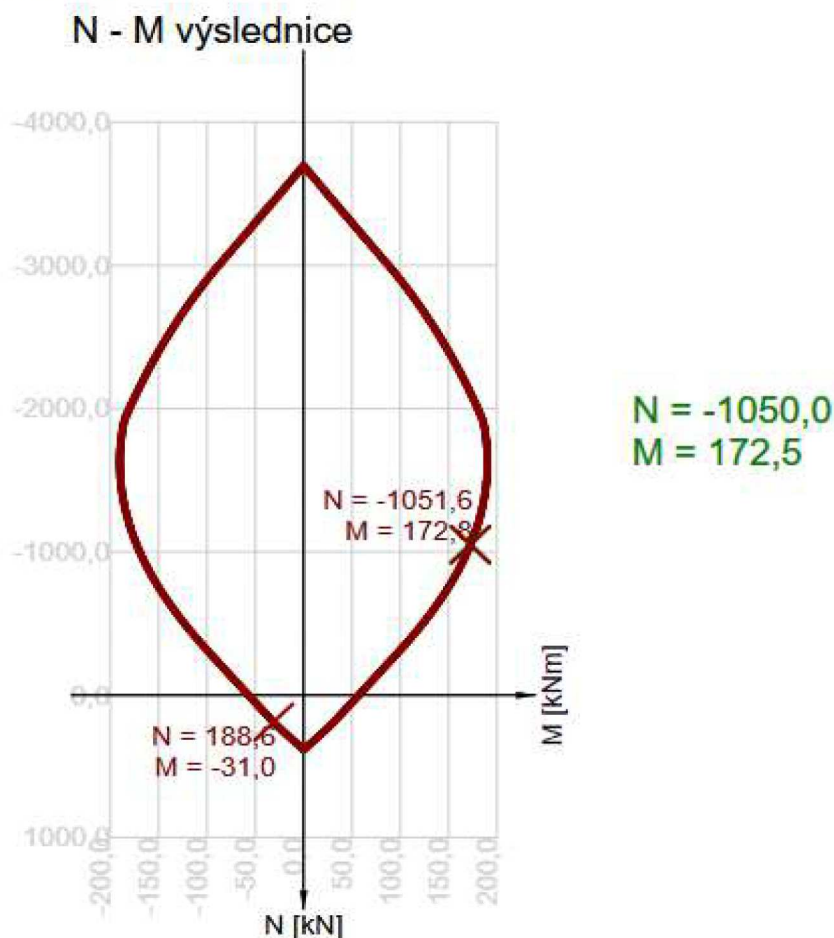
Odezva průřezu při zatížení kombinací normálové síly a ohybovým momentem na mezi únosnosti:



Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

Interakční diagram:

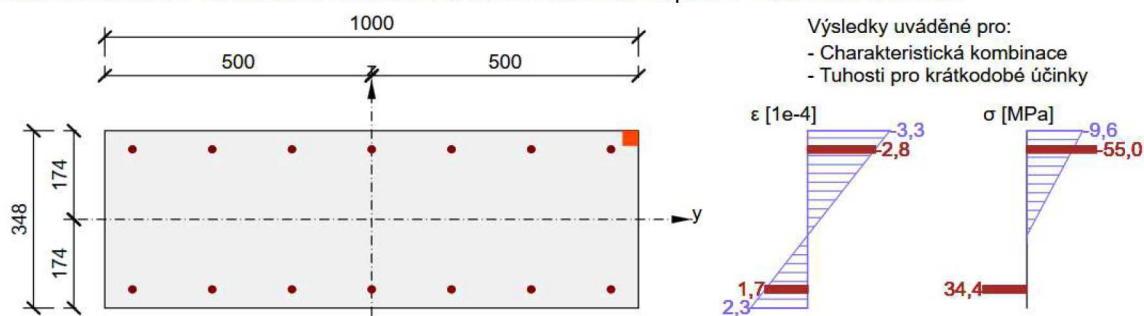


Celkový moment únosnosti průřezu v MSÚ pro odpovídající normálovou sílu $N_{Rd} = -1050 \text{ kN}$ je:

$$M_{Rd} = 172,5 \text{ kNm}$$

Výpočet pro MSP - omezení napětí:

Odezva průřezu při zatížení kombinací normálové síly a ohybovým momentem v charakteristické kombinaci zatížení na mezi omezení napětí v tlačeném betonu:



Celkový moment únosnosti průřezu v MSP - charakteristická kombinace pro odpovídající normálovou sílu $N_{Rd} = -1000 \text{ kN}$ je:

$$M_{Rd} = 116,0 \text{ kNm}$$

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

3.1.3. Únosnost desky ve vetknutí v ohybu

Vliv stavu mostu na zatížitelnost mostu bude určen odborným statickým zhodnocením ve smyslu ČSN 73 6222. V rámci mostní prohlídky mostu byla zjištěna lehká koroze hlavní nosné výztuže.

redukce plochy výztuže vlivem koroze: 10 %

Výztuž v průřezu:

průměr výztuže neredukovaná: 14 mm

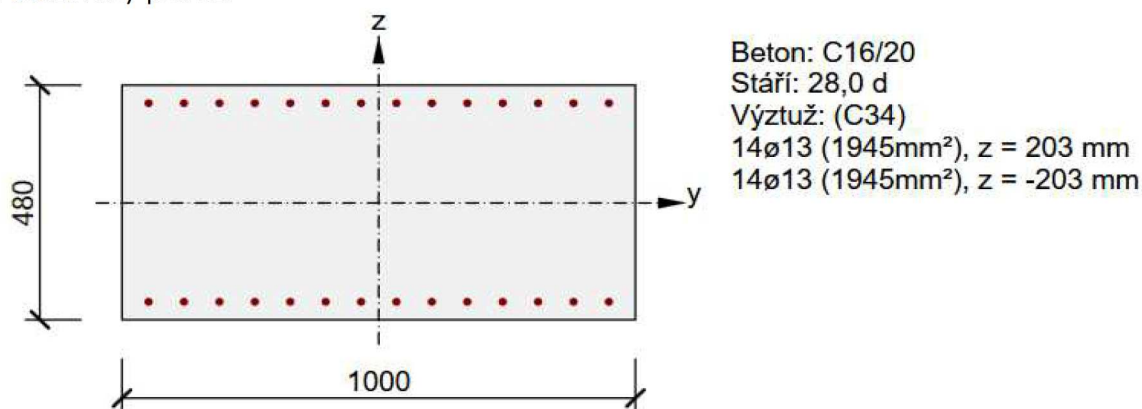
plocha jednoho prutu neredukovaná: 153,9 mm²

plocha jednoho prutu redukována: 138,5 mm²

průměr výztuže redukována: 13,3 mm

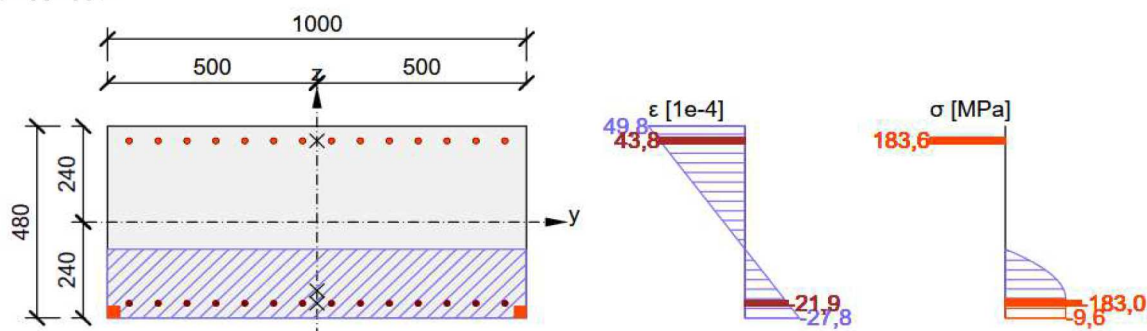
Vyztužení průřezu je převzato z archivní dokumentace.

Posuzovaný průřez:



Výpočet pro MSÚ:

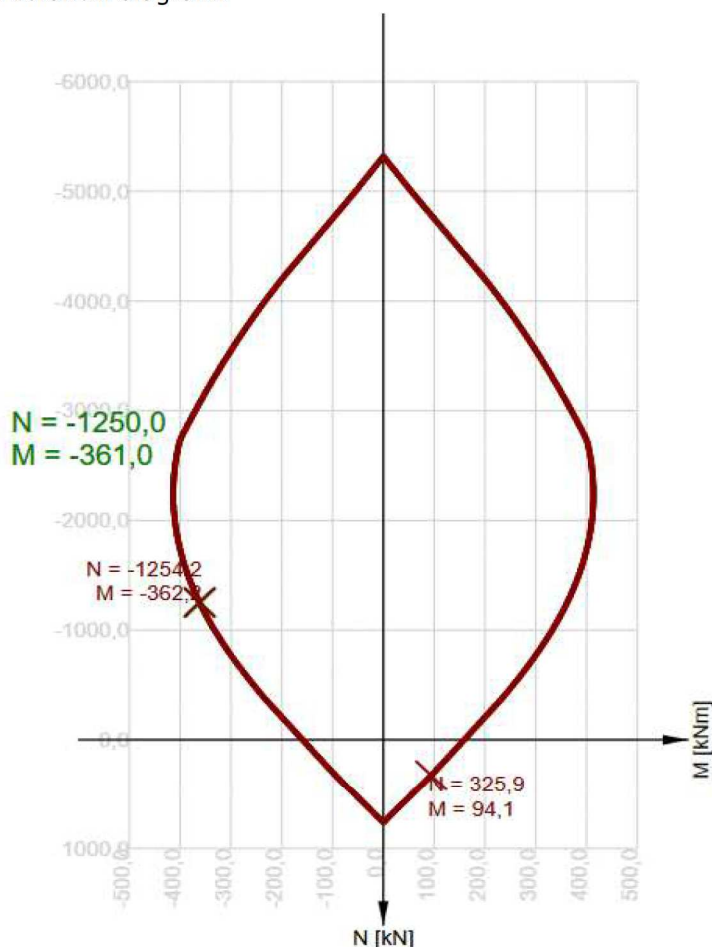
Odezva průřezu při zatížení kombinací normálové síly a ohybovým momentem na mezi únosnosti:



Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

Interakční diagram:

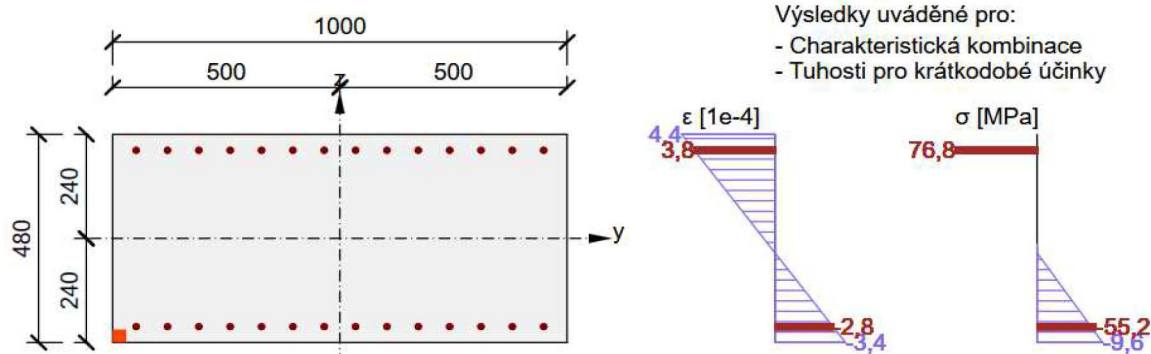


Celkový moment únosnosti průřezu v MSÚ pro odpovídající normálovou sílu $N_{Rd} = -1250 \text{ kN}$ je:

$$M_{Rd} = -361,0 \text{ kNm}$$

Výpočet pro MSP - omezení napětí:

Odezva průřezu při zatížení kombinací normálové síly a ohybovým momentem v charakteristické kombinaci zatížení na mezi omezení napětí v betonu:



Celkový moment únosnosti průřezu v MSP - charakteristická kombinace pro odpovídající normálovou sílu $N_{Rd} = -950 \text{ kN}$ je:

$$M_{Rd} = -222,0 \text{ kNm}$$

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

4. STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI

4.1. Kombinace pro mezní stav únosnosti

Pro mezní stav únosnosti platí rozhodující z těchto dvou výrazů:

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

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

Stálá zatížení působí příznivě na únosnost průřezů, protože způsobují převážně tlakovou normálovou sílu, proto jsou v souladu s ČSN EN 1990 výrazy následující:

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

$$\Sigma \gamma_{G,inf} G_k + \gamma_P P + \gamma_Q Q_{k,1} + \Sigma \gamma_Q \Psi_0 Q_k \quad 6.10b \quad \text{rozhoduje vždy!}$$

Součinitele pro STR/GEO

Soubor (B)

$\gamma_{G,sup}$	1,35
$\gamma_{G,inf}$	1
ξ	0,85
$\gamma_{Q,D}$	1,35 zatížení dopravou
$\gamma_{Q,T}$	1,5 zatížení teplotou
γ_P	1
$\Psi_{0,D}$	0,75 dopravní zatížení
$\Psi_{0,T}$	0,6 zatížení teplotou

4.2. Kombinace pro mezní stavy použitelnosti

Pro mezní stav použitelnosti platí tento výraz:

$$\Sigma G_k + P + Q_{k,1} + \Sigma \Psi_0 Q_k \quad 6.14a$$

4.3. Deska uprostřed rozpětí

4.3.1. Zatížitelnost v MSÚ - interakce ohybu a normálové síly:

Pro normální a výhradní zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku: $M_{Rd} = 138 \text{ kNm}$

Odpovídající normálová síla: $N_{Rd} = -1050 \text{ kN}$

Pro výjimečnou zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku: $M_{Rd} = 145 \text{ kNm}$

Odpovídající normálová síla: $N_{Rd} = -1450 \text{ kN}$

	Ohybový moment:	Normálová síla:
stálá zatížení	5,10 kNm	-860,00 kN
rovnoměrné ochlazení	25,33 kNm	15,00 kN
jednotkové normální	3,62 kNm	-5,20 kN
jednotkové výhradní	2,12 kNm	-4,80 kN
jednotkové výjimečné	0,57 kNm	-1,40 kN

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

Návrhové a kombinační hodnoty teplotních zatížení

	M_T [kNm]	$\gamma_{Q,T}$	$\psi_{0,T}$	M_d [kNm]
zatížení teplotou:	25,33	1,50	0,60	22,797

Zbytkový ohybový moment pro normální a výhradní zatížitelnost:

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$M_{zbyt,k}$ [kNm]
6.10b	1,00	1,35	1,00	81,56
				$M_{zbyt,k} = \mathbf{81,56}$ kNm

Zbytkový ohybový moment pro výjimečnou zatížitelnost:

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$M_{zbyt,k}$ [kNm]
6.10b	1,00	1,35	1,00	86,74
				$M_{zbyt,k} = \mathbf{86,74}$ kNm

	δ	zatížitelnost	Odpovídající N_{Ed} :
normální zatížitelnost:	1,20	18,8 t	-1004,66 kN
výhradní zatížitelnost:	1,25	30,8 t	-1095,79 kN
výjimečná zatížitelnost:	1,05	144,9 t	-1435,12 kN

4.3.2. Zatížitelnost v MSP - omezení napětí v tlačeném betonu:

Pro normální a výhradní zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku:	$M_{Rd} =$	88 kNm
Odpovídající normálová síla:	$N_{Rd} =$	-1000 kN

Pro výjimečnou zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku:	$M_{Rd} =$	88 kNm
Odpovídající normálová síla:	$N_{Rd} =$	-1000 kN

	Ohybový moment:	Normálová síla:
stálá zatížení	5,10 kNm	-860,00 kN
rovnoměrné ochlazení	25,33 kNm	15,00 kN
jednotkové normální	3,62 kNm	-5,20 kN
jednotkové výhradní	2,12 kNm	-4,80 kN
jednotkové výjimečné	0,57 kNm	-1,40 kN

Zbytkový ohybový moment pro normální a výhradní zatížitelnost:

	$\psi_{0,T}$		$M_{zbyt,k}$
6.14a	0,60		$M_{zbyt,k} = \mathbf{67,70}$ kNm

Zbytkový ohybový moment pro výjimečnou zatížitelnost:

	$\psi_{0,T}$		$M_{zbyt,k}$
6.14a	0,60		$M_{zbyt,k} = \mathbf{67,70}$ kNm

	δ	zatížitelnost	Odpovídající N_{Ed} :
normální zatížitelnost:	1,20	15,6 t	-948,2515 kN
výhradní zatížitelnost:	1,25	25,5 t	-1004,288 kN
výjimečná zatížitelnost:	1,05	113,1 t	-1017,286 kN

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

4.4. Deska v 1/4 rozpětí

4.4.1. Zatížitelnost v MSÚ - ohybová únosnost:

Pro normální a výhradní zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku: $M_{Rd} = 172 \text{ kNm}$

Odpovídající normálová síla: $N_{Rd} = -1050 \text{ kN}$

Pro výjimečnou zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku: $M_{Rd} = 182 \text{ kNm}$

Odpovídající normálová síla: $N_{Rd} = -1250 \text{ kN}$

	Ohybový moment:	Normálová síla:
stálá zatížení	33,50 kNm	-886,00 kN
rovnoměrné ochlazení	12,00 kNm	26,00 kN
jednotkové normální	3,96 kNm	-5,40 kN
jednotkové výhradní	2,30 kNm	-5,50 kN
jednotkové výjimečné	0,77 kNm	-2,00 kN

Návrhové a kombinační hodnoty teplotních zatížení

	$M_T \text{ [kNm]}$	$\gamma_{Q,T}$	$\psi_{0,T}$	$M_d \text{ [kNm]}$
zatížení teplotou:	12,00	1,50	0,60	10,8

Zbytkový ohybový moment pro normální a výhradní zatížitelnost:

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$M_{zbyt,k} \text{ [kNm]}$
6.10b	1,00	1,35	1,00	94,59
				$M_{zbyt,k} = 94,59 \text{ kNm}$

Zbytkový ohybový moment pro výjimečnou zatížitelnost:

	ξ	$\gamma_{Q,D}$	$\psi_{0,D}$	$M_{zbyt,k} \text{ [kNm]}$
6.10b	1,00	1,35	1,00	102,00
				$M_{zbyt,k} = 102,00 \text{ kNm}$

	δ	zatížitelnost	Odpovídající N_{Ed} :
normální zatížitelnost:	1,20	19,9 t	-1036,736 kN
výhradní zatížitelnost:	1,25	32,9 t	-1167,97 kN
výjimečná zatížitelnost:	1,05	126,2 t	-1220,26 kN

4.4.2. Zatížitelnost v MSP - omezení napětí v tlačeném betonu:

Pro normální a výhradní zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku: $M_{Rd} = 116 \text{ kNm}$

Odpovídající normálová síla: $N_{Rd} = -1000 \text{ kN}$

Pro výjimečnou zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku: $M_{Rd} = 118 \text{ kNm}$

Odpovídající normálová síla: $N_{Rd} = -1100 \text{ kN}$

	Ohybový moment:	Normálová síla:
stálá zatížení	33,50 kNm	-886,00 kN
teploty (součet)	12,00 kNm	26,00 kN
jednotkové normální	3,96 kNm	-5,40 kN
jednotkové výhradní	2,30 kNm	-5,50 kN
jednotkové výjimečné	0,77 kNm	-2,00 kN

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

Zbytkový ohybový moment pro normální a výhradní zatížitelnost:

$$\begin{array}{rcll} & \psi_{0,T} & & \\ 6.14a & 0,60 & M_{zbyt,k} = & \mathbf{75,30 \text{ kNm}} \end{array}$$

Zbytkový ohybový moment pro výjimečnou zatížitelnost:

$$\begin{array}{rcll} & \psi_{0,T} & & \\ 6.14a & 0,60 & M_{zbyt,k} = & \mathbf{77,30 \text{ kNm}} \end{array}$$

	δ	zatížitelnost	Odpovídající N_{Ed} :
normální zatížitelnost:	1,20	15,8 t	-973,0818 kN
výhradní zatížitelnost:	1,25	26,2 t	-1050,465 kN
výjimečná zatížitelnost:	1,05	95,6 t	-1071,179 kN

4.5. Deska ve vetknutí

4.5.1. Zatížitelnost v MSÚ - ohybová únosnost:

Pro normální a výjimečnou zatížitelnost:

$$\begin{array}{rcl} \text{Návrhová únosnost prvku:} & M_{Rd} = & -361 \text{ kNm} \\ \text{Odpovídající normálová síla:} & N_{Rd} = & -1250 \text{ kN} \end{array}$$

Pro výhradní zatížitelnost:

$$\begin{array}{rcl} \text{Návrhová únosnost prvku:} & M_{Rd} = & -311 \text{ kNm} \\ \text{Odpovídající normálová síla:} & N_{Rd} = & -850 \text{ kN} \end{array}$$

	Ohybový moment:	Normálová síla:
stálá zatížení	-97,47 kNm	-1050,00 kN
rovnoměrné ochlazení	-86,70 kNm	39,00 kN
jednotkové normální	-5,01 kNm	-6,00 kN
jednotkové výhradní	-2,25 kNm	2,00 kN
jednotkové výjimečné	-1,30 kNm	-2,10 kN

Návrhové a kombinační hodnoty teplotních zatížení

	M_T [kNm]	$\gamma_{Q,T}$	$\psi_{0,T}$	M_d [kNm]
zatížení teplotou:	-86,70	1,50	0,60	-78,03

Zbytkový ohybový moment pro normální a výjimečnou zatížitelnost:

$$\begin{array}{rcll} & \xi & \gamma_{Q,D} & \psi_{0,D} & M_{zbyt,k} \text{ [kNm]} \\ 6.10b & 1,00 & 1,35 & 1,00 & -137,41 \\ & & & & M_{zbyt,k} = \mathbf{-137,41 \text{ kNm}} \end{array}$$

Zbytkový ohybový moment pro výhradní zatížitelnost:

$$\begin{array}{rcll} & \xi & \gamma_{Q,D} & \psi_{0,D} & M_{zbyt,k} \text{ [kNm]} \\ 6.10b & 1,00 & 1,35 & 1,00 & -100,37 \\ & & & & M_{zbyt,k} = \mathbf{-100,37 \text{ kNm}} \end{array}$$

	δ	zatížitelnost	Odpovídající N_{Ed} :
normální zatížitelnost:	1,20	22,9 t	-1237,056 kN
výhradní zatížitelnost:	1,25	35,7 t	-894,4556 kN
výjimečná zatížitelnost:	1,05	100,7 t	-1314,554 kN

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

4.4.2. Zatížitelnost v MSP - omezení napětí v tlačeném betonu:

Pro normální a výjimečnou zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku:	$M_{Rd} =$	-222 kNm
Odpovídající normálová síla:	$N_{Rd} =$	-950 kN

Pro výhradní zatížitelnost:

Návrhová únosnost prvku:	$M_{Rd} =$	-216 kNm
Odpovídající normálová síla:	$N_{Rd} =$	-800 kN

	Ohybový moment:	Normálová síla:
stálá zatížení	-97,47 kNm	-1050,00 kN
teploty (součet)	-86,70 kNm	39,00 kN
jednotkové normální	-5,01 kNm	-6,00 kN
jednotkové výhradní	-2,25 kNm	2,00 kN
jednotkové výjimečné	-1,30 kNm	-2,10 kN

Zbytkový ohybový moment pro normální a výjimečnou zatížitelnost:

	$\Psi_{0,T}$		
6.14a	0,60	$M_{zbyt,k} =$	-72,51 kNm

Zbytkový ohybový moment pro výhradní zatížitelnost:

	$\Psi_{0,T}$		
6.14a	0,60	$M_{zbyt,k} =$	-66,51 kNm

	δ	zatížitelnost	Odpovídající N_{Ed} :
normální zatížitelnost:	1,20	12,1 t	-957,2383 kN
výhradní zatížitelnost:	1,25	23,6 t	-811,28 kN
výjimečná zatížitelnost:	1,05	53,1 t	-987,5315 kN

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

5. ZATÍŽITELNOST MOSTU DLE ČSN 73 6222

5.1. Výpis zatížitelnosti jednotlivých prvků

5.1.1. Deska uprostřed rozpětí

normální zatížitelnost:	15,6 t
výhradní zatížitelnost:	25,5 t
výjimečná zatížitelnost:	113,1 t

5.1.2. Deska v 1/4 rozpětí

normální zatížitelnost:	15,8 t
výhradní zatížitelnost:	26,2 t
výjimečná zatížitelnost:	95,6 t

5.1.3. Deska ve vetknutí

normální zatížitelnost:	12,1 t
výhradní zatížitelnost:	23,6 t
výjimečná zatížitelnost:	53,1 t

5.2. Výsledná zatížitelnost mostu

normální zatížitelnost:	12 t
výhradní zatížitelnost:	24 t
výjimečná zatížitelnost:	53 t
na jednu jednoduchou nápravu o dvou kolech nerozhoduje	

o únosnosti rozhoduje:

Deska ve vetknutí
Deska ve vetknutí
Deska ve vetknutí

5.3. 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 betonářské výztuže nebylo zjištěno. Byla uvažována skutečná pevnost betonu nosné konstrukce na základě archivní dokumentace.

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.

6. 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	12
Výhradní zatížitelnost:	Vv	24
Výjimečná zatížitelnost:	Vv	53
Zatížitelnost na jednu jednoduchou nápravu o dvou kolech:		

nerozhoduje

Most přes železniční trať v Najdku

Statický výpočet zatížitelnosti

7. ZÁVĚR

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

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

V rámci mostní prohlídky nebyla zjištěna koroze betonářské výztuže.

Materiálové charakteristiky betonářské výztuže byly převzaty z ČSN ISO 13822 pro druh výztuže popsany v archivní dokumentaci. Pevnost betonu byla stanovena dle archivní dokumentace.

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.

Hodnoty zatížitelnosti jsou provedeny pro normální, výhradní a výjimečné zatížení dle schémat ČSN 73 6222. Tyto hodnoty jsou uvedeny v kapitole 5. Zatížitelnost na nápravu není třeba omezovat s ohledem na charakter mostovky.

V kapitole 6 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!

Z důvodu nedostatku informací o založení a spodní stavbě mostu byla zatížitelnost vypočtena pouze pro nosnou konstrukci mostu. Předpokládá se, že spodní stavba a založení mají vyšší zatížitelnost než nosná konstrukce. Předpokládá se, že most byl navržen tak, aby byl zejména zajištěn přenos velkých vodorovných účinků od klenuté nosné konstrukce.

Statickým výpočtem zatížitelnosti byly vypočteny nižší hodnoty zatížitelnosti než hodnoty udávané v ČSN 73 6222, proto je nutné osadit před a za mostem dopravní značky omezující hmotnost vozidel. Dopravní značky musí být B13 s nápisy: "12t". Dopravní značky mohou být doplněny dodatkovými tabulkami s nápisy: "Jediné vozidlo 24t". Dopravní značky se dle TP 65 umísťují 10 m před mostním objektem.

Ve Vysokém Mýtě, říjen 2023

Kontroloval:
Ing. Jan Bursa


MDS PROJEKT s.r.o.
Försterova č.p. 175
566 01 Vysoké Mýto
IČO: 254 918
DIČ: CZ0001938

Vypracoval:
Ing. František Černík

