1. OBSAH

1. Obsah 1
2. Identifikačné údaje mosta 4
3. základné údaje o moste (podľa STN 73 6200:1975) 5
4. Úvod 6
4.1 Súčasný stav 8
4.2 Ostatné dotknuté objekty 9
4.3 Použité normy a predpisy 9
4.4 Technické podmienky 11
4.5 Použité programy 11
5. Použité materiály 11
5.1 Betón – vopred predpätý nosník – nový betón 11
5.2 Betón – spriahajúca doska – nový betón 11
5.3 Betón – podpery – pôvodný betón 12
5.4 Betonárska výstuž 12
5.5 Predpínacia výstuž 12
5.6 Konštrukčná oceľ 12
6. Statická schéma 13
6.1 Statická schéma mosta 13
7. Model nosnej konštrukcie 13
7.1 Prierezové charakteristiky 15
7.1.1 Nosná konštrukcia mosta SO 201-00 15
7.1.2 Spodná stavba mosta SO 201-00 15
7.2 Časová analýza 18
8. Výpočet zaťaženia 18
8.1 Stále zaťaženia 18
8.1.1 Vlastná tiaž 18
8.1.2 Ostatné stále zaťaženie - zvršok 18
8.1.2.1 Mokrý betón (C35/45) 18
8.1.2.2 Mostné betónové zvodidlá H3 19
8.1.2.3 Vozovka 19
8.1.2.4 Zábradlie na moste 19
8.1.2.5 Proti dotyková ochrana 19
8.1.2.6 Odvodnenie mosta 19
8.1.2.7 Inžinierske siete na moste 19
8.2 Zaťaženie cestnou dopravou 20

8.2.1 Zaťažovací model LM1 20
8.2.2 Zaťažovací model LM2 21
8.2.3 Zaťažovací model LM3 21
8.2.4 Zaťažovací model LM4 22
8.2.5 Brzdné a rozjazdové sily 22
8.2.6 Zaťaženie od odstredivej sily a iných priečnych zaťažení 23
8.2.7 Zaťažovacie skupiny od cestnej dopravy 23
8.2.8 Únavový zaťažovací model 23
8.2.8.1 Zaťažovací model – Výhradná zaťažiteľnosť 24
8.2.9 Mimoriadne návrhové situácie 24
8.3 Zaťaženie od teploty 24
8.3.1 Zložka rovnomernej teploty 25
8.3.2 Zložka lineárne sa meniaceho teplotného spádu okolo osi z-z 25
8.4 Zaťaženie od vetra 26
9. Návrhové kritéria 26
9.1 Medzné stavy používateľnosti (MSP) 26
9.1.1 Medzné stavy používateľnosti – kontrola napätí 26
9.1.2 Medzné stavy používateľnosti – kontrola trhlín v betóne 26
9.2 Medzné stavy únosnosti (MSÚ) 26
10. Kombinácie zaťažení 27
10.1 Kombinačné pravidlá 27
10.1.1 STN EN 1990 27
10.1.2 STN EN 1998-2 27
10.1.3 Hodnoty súčiniteľov ψ 27
10.2 Kombinácie zaťažení pre MSP 28
10.3 Mimoriadne návrhové situácie 29
10.4 Kombinácie zaťažení pre MSU 29
10.5 Kombinácie 30
11. Účinky jednotlivých zaťažení 31
11.1 Etapa – štádium koniec životnosti 32
12. Medzné stavy používateľnosti 36
12.1 Kontrola napätí v predpínacej výstuži nosnej konštrukcie 36
12.1.1 Stredná hodnota napätia v predpínacích jednotkách 36
12.2 Kontrola tlakových napätí v betóne 37
12.2.1 Kontrola tlakových napätí v betóne – nosník 37
12.2.2 Kontrola tlakových napätí v betóne – spriahajúca doska 38
13. Medzné stavy únosnosti 38

13.1 Štádium výstavby 39
13.2 Koniec životnosti 39
13.2.1 Ohybový moment 39
13.2.2 Posúvajúca sila 40
13.2.3 Krútenie 40
13.2.4 Krútenie a posúvajúca sila 40
14. Stanovenie zaťažiteľnosti 41
14.1 Normálna zaťažiteľnosť 41
14.1.1 Výhradná zaťažiteľnosť 41
14.1.2 Výnimočná zaťažiteľnosť 42
14.2 Posúdenie na únavu 43
14.2.1 Medzipodperový prierez 43
15. Posúdenie spodnej stavby 44
15.1 Model spodnej stavby 44
15.2 Statická schéma 44
15.3 Diagnostika spodnej stavby 45
15.4 Posúdenie spodnej stavby 46
15.4.1 Rez: A-A 46
15.4.2 Rez: B-B 47
15.4.3 Rez: C-C 48
15.4.4 Rez: D-D 49
16. Posúdenie zakladania mosta 50
17. Posúdenie odvodňujúceho žľabu 51
18. Stanovenie posunov mostných ložísk 55
19. Stanovenie posunov mostných záverov 56
20. Nadvýšenie nosníkov 57
21. Posúdenie odvodnenia mosta 58
22. Posúdenie stĺpov verejného osvetlenia 58
23. Prehľad zaťažiteľnosti 59
24. Záver 59

2. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE MOSTA

Stavba

Objekt číslo:	201-00
Názov mosta	Most č. 5850 na ceste II/547 Hlinkova ulica
Katastrálne územie	Brody
Okres	Košice
Budúci správca	Mesto Košice
Druh stavby	Rekonštrukcia / výmena nosnej konštrukcie

Projektant

TUNROAD Engineering, s.r.o.
Somolického 1/B
811 06 Bratislava – Palisády
IČO: 46014454
DIČ: 2023192391
Tel. +421 2 5930 8261
Fax. +421 2 5930 8260

Body kríženia s:

miestna komunikácia (ulica Dopravná)
otvorený odpadný kanál
železničná trať Kysak – Košice (číslo trate 180)
miestna komunikácia (ulica Pri Hati)

Miestna komunikácia (ulica Dopravná)

Staničenie na ceste II/547:	km 0,824 800
Staničenie na prekážke:	-
Uhol kríženia:	~ 94,000^g
Voľná výška pod mostom:	4,8 + 0,15m

Otvorený odpadný kanál

Staničenie na ceste II/547:	km 0,844 800

Železničná trať Kysak – Košice (číslo trate 180)

Koľaj 1

Staničenie na ceste II/547:	km 0,905 740
Staničenie na prekážke:	žkm 100,981 80
Uhol kríženia:	~ 98,000^g
Voľná výška pod mostom:	6,2 + 0,03m

Železničná trať Kysak – Košice (číslo trate 180)

Koľaj 2

Staničenie na ceste II/547:	km 0,901 500
Staničenie na prekážke:	žkm 100,981 80
Uhol kríženia:	~ 98,000^g
Voľná výška pod mostom:	6,2 + 0,05m

ŽSR - Vlečka

Vlečka

Staničenie na ceste II/547: km 0,896 610
Staničenie na prekážke: vkm 0,503 00
Uhol kríženia: ~ 98,000^g
Voľná výška pod mostom: 6,2 + 0,84m

Miestna komunikácia (ulica Pri hati)

Staničenie na ceste II/547: km 0,938 800
Staničenie na prekážke: -
Uhol kríženia: ~ 100,000^g
Voľná výška pod mostom: 4,8 + 0,15m

3. ZÁKLADNÉ ÚDAJE O MOSTE (PODĽA STN 73 6200:1975)

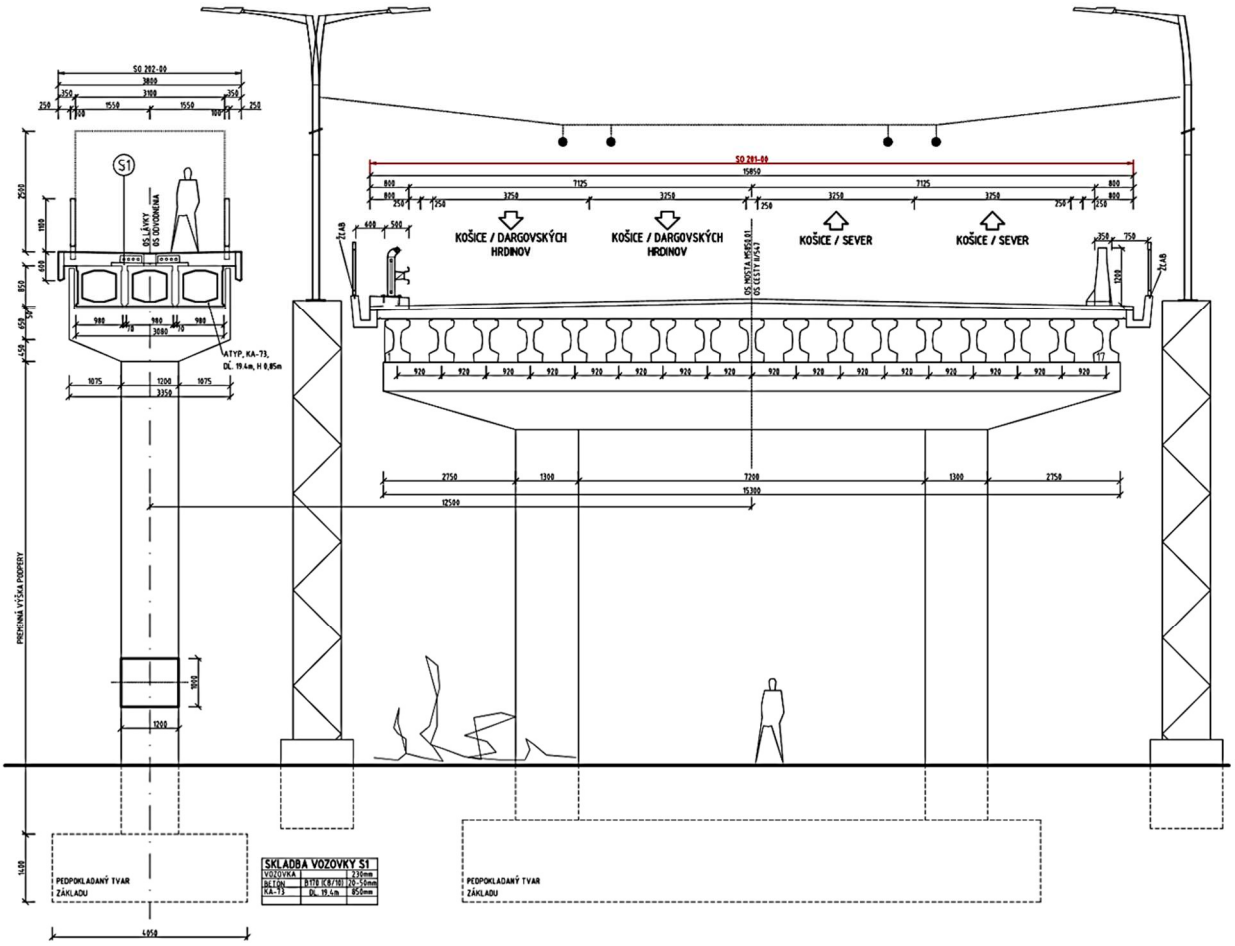
Charakteristika mosta (II. Triedenie mostov):		
	a)	na pozemnej komunikácii
	b)	-
	c)	most ponad železničnú trať a cestné komunikácie
	d)	most s ôsmimi otvormi
	e)	trvalý
	f)	výškovo v oblúku, smerovo v priamej a prechodnici
	g)	s normovou zaťažiteľnosťou
	h)	masívny
	i)	plnostenný
	j)	trámový
	k)	otvorene usporiadaný
	l)	s obmedzenou voľnou výškou (trakcia trolejbusu 5,36m)

Dĺžka premostenia (čl. 60):	153,810 m
Dĺžka nosnej konštrukcie:	155,200 m
Dĺžka mosta (čl. 65):	162,210 m
Šikmosť mosta (čl. 65):	-
Šírka vozovky medzi obrubníkmi (čl. 69):	14,250 m
Šírka chodníka služobného:	-
Šírka chodníka verejného:	-
Šírka mosta medzi zábradliami (čl. 71):	14,250 m
Výška mosta (čl. 74):	~ 10,65 m
Stavebná výška (čl. 75):	1,425 m
Plocha mosta (dĺžka premostenia x šírka mosta):	153,810 x 15,850 = 2437,89 m^2
Zaťaženie mosta:	podľa STN EN 1990, STN EN 1991 (kategorizačné zatriedenie - cesty II. triedy)
Zaťaženie mosta dopravou:	ZM1, ZM2, ZM3, ZM4

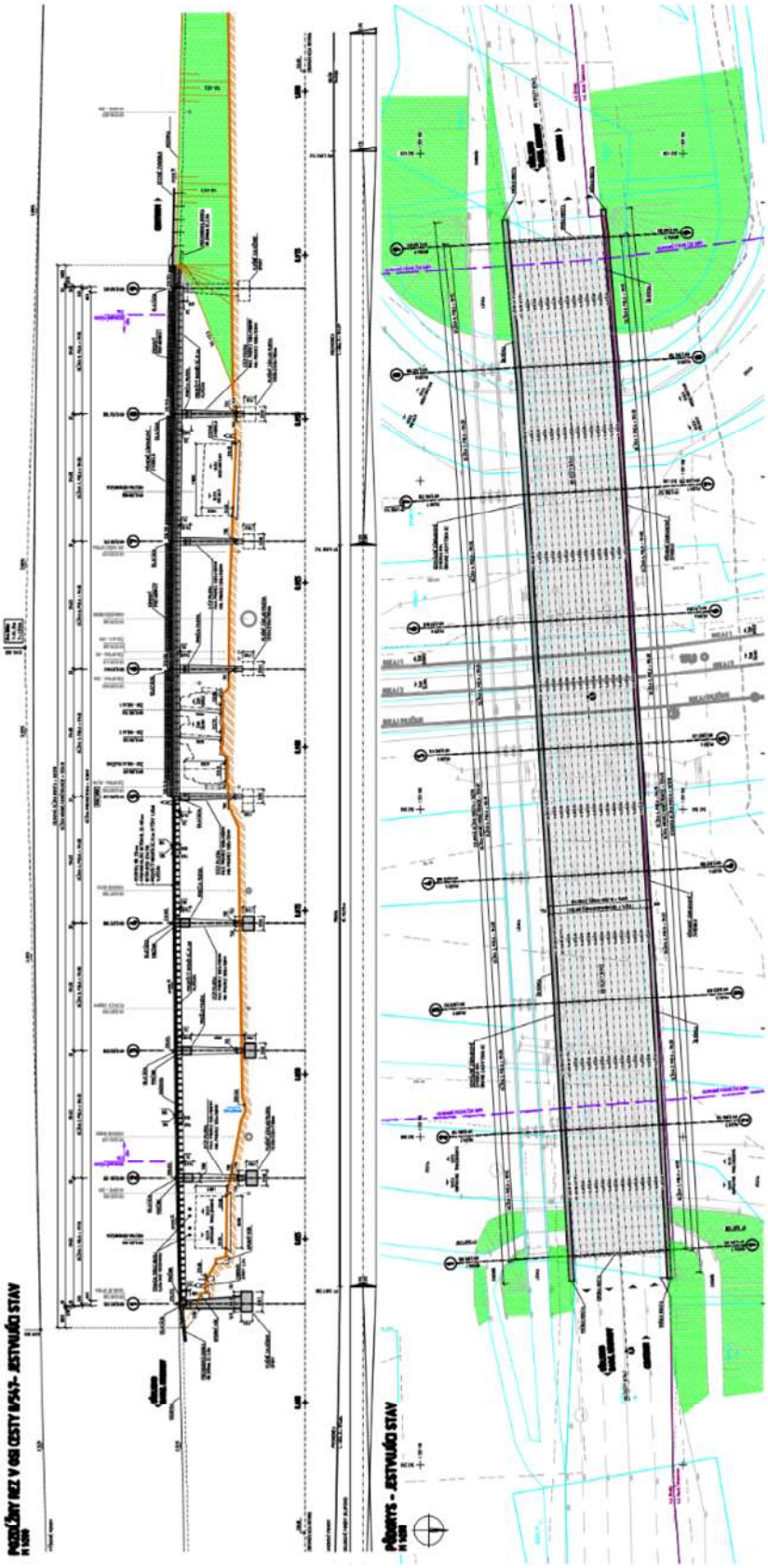
4. ÚVOD

Mostný objekt M5850.01 zabezpečuje premostenie cesty II/547 ponad miestnu komunikáciu (ulica Dopravná), otvorený odpadný kanál, železničnú trať 180 Kysak – Košice a miestnu komunikáciu (ulica Pri hati). V mieste mosta je trasa cesty II/547 vedená smerovo v priamej a v posledných dvoch poliach v prechodnici. Výškovo je vedená vo výškovom oblúku R =4000m.

Komunikácia vedená na moste je štvorpruhová obojsmerná cesta s voľnou šírkou 14,25m. Priečny sklon na moste je strechovitý 2,5%. Na časti mosta dochádza ku klopeniu vozovky.



Obr. 1 Priečny rez – novo navrhovaný stav



Obr. 2 Pozdĺžny rez / pohľad a pôdorys

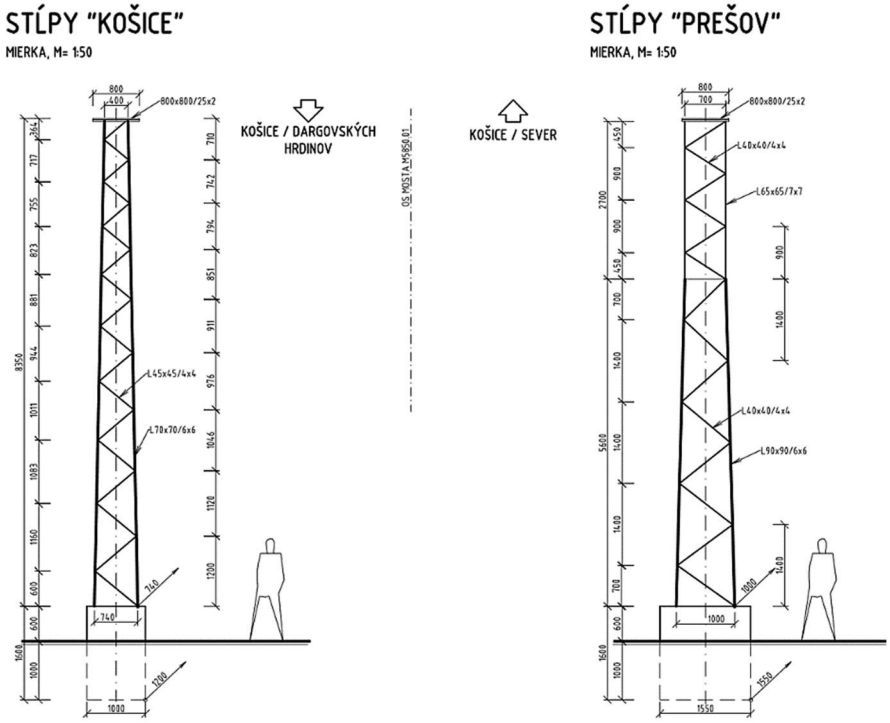
4.1 Súčasný stav

Obr. 3 Súčasný stav mosta pred rekonštrukciou

4.2 Ostatné dotknuté objekty

Súčasťou rekonštrukcie mosta SO 201-00 sú aj podpery verejného osvetlenia. Podpery sú tvorené priestorovou, oceľovou priehradovou konštrukciou. Podpery sa nachádzajú na vonkajších stranách mosta SO 201-00 a okrem zaťaženia stĺpom osvetlenia prenášajú aj zaťaženie trolejovým vedením.

Technickým stavom ako aj rozmerovo sú dané objekty nevyhovujúce a budú počas rekonštrukcie mosta odstránené!



4.3 Použité normy a predpisy

Konštrukcia sa navrhla na zaťažovacie modely LM1a LM2 pre cestné mosty. Výpočet sa vypracoval v súlade s normami:

STN 73 1001	Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb	1.4.2010
STN 73 1002	Pilotové základy	26.10.1987
STN 73 1002/Z1		1.7.2003
STN 73 0037	Zemný tlak na stavebné konštrukcie	16.11.1990
STN 73 3050	Zemné práce. Všeobecné ustanovenia	11.8.1986
STN 73 3050/a		1.5.1991
STN 73 3050/Z2		1.12.1999
STN 73 6200	Mostné názvoslovie	15.1.1975
STN 73 6200/a		1.5.1977
STN 73 6200/b		1.4.1983
STN 73 6201	Projektovanie mostných objektov	1.9.1999
STN 73 6201/O1		1.11.1999
STN 73 6201/Z1		1.10.2001
STN 73 6209	Zaťažovacie skúšky mostov	12.4.1979
STN 73 6209/a		1.6.1990
STN EN 206-1	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda	1.4.2002
STN EN 206-1/A1		1.12.2004
STN EN 206-1/A2		1.10.2005
STN EN 206-1/NA		1.6.2009
STN EN 206-1/NA/O1		1.10.2011

STN EN 1990	Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií	1.8.2009
STN EN 1990/A1		1.9.2006
STN EN 1990/A1/AC2		1.11.2010
STN EN 1990/A1/NA		1.2.2007
STN EN 1990/A1/O1		1.3.2011
STN EN 1990/A1/NA1		1.8.2009
STN EN 1991-1-1	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov	1.5.2007
STN EN 1991-1-1/AC		1.6.2009
STN EN 1991-1-1/NA		1.12.2004
STN EN 1991-1-1/NA/1		1.4.2010
STN EN 1991-1-4	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom	1.4.2007
STN EN 1991-1-4/A1		1.7.2010
STN EN 1991-1-4/AC		1.1.2010
STN EN 1991-1-4/AC2		1.5.2010
STN EN 1991-1-4/NA		1.7.2008
STN EN 1991-1-4/NA/1		1.4.2010
STN EN 1991-1-5	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-5: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia účinkami teploty	1.3.2008
STN EN 1991-1-5/AC		1.6.2009
STN EN 1991-1-5/NA		1.10.2008
STN EN 1991-1-6	Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-6: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia počas výstavby	1.3.2008
STN EN 1991-1-6/AC		1.12.2008
STN EN 1991-1-6/NA		1.10.2008
STN EN 1991-1-6/NA/1		1.4.2010
STN EN 1991-1-7	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-7: Všeobecné zaťaženia. Mimoriadne zaťaženia	1.10.2008
STN EN 1991-1-7/AC		1.5.2010
STN EN 1991-1-7/NA		1.10.2008
STN EN 1991-1-7/O1		1.10.2010
STN EN 1991-2	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou	1.5.2006
STN EN 1991-2/AC		1.5.2010
STN EN 1991-2/NA		1.12.2007
STN EN 1991-2/NA/O1		1.3.2011
STN EN 1992-1-1	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy	1.7.2006
STN EN 1992-1-1/AC		1.6.2008
STN EN 1992-1-1/AC2		1.2.2011
STN EN 1992-1-1/NA		1.4.2007
STN EN 1992-2	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 2: Betónové mosty. Navrhovanie a konštruovanie	1.5.2007
STN EN 1992-2/AC		1.12.2008
STN EN 1992-2/NA		1.7.2008
STN EN 1997-1	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá	1.10.2005
STN EN 1997-1/AC		1.9.2009
STN EN 1997-1/NA		1.4.2010
STN EN 1997-2	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia	1.6.2008
STN EN 1997-2/AC		1.12.2010
STN EN 1997-2/NA		1.4.2010
STN EN 1536	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Vŕtané pilóty	1.4.2011
STN EN 14199	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Mikropilóty	1.9.2005
STN EN 14490	Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác. Klincovanie zemín	1.12.2010
STN EN 1998-1	Eurokód 8. Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre budovy	1.12.2005
STN EN 1998-1/AC		1.11.2009
STN EN 1998-1/NA		1.4.2009
STN EN 1998-1/NA/1		1.4.2010
STN EN 1998-1/O1		1.8.2006
STN EN 1998-1/NA/2		1.3.2012
STN EN 1998-1/NA/3		1.10.2012
STN EN 1998-2	Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 2: Mosty	1.5.2008
STN EN 1998-2/A1		1.8.2009
STN EN 1998-2/AC		1.5.2010
STN EN 1998-2/NA		1.4.2009
STN EN 1998-2/A2		1.6.2012

4.4 Technické podmienky

- Vzorové listy stavieb pozemných komunikácií, VL 4 – Mosty
- Ostatné súvisiace STN EN a Technicko-kvalitatívne podmienky.

4.5 Použité programy

Na vypracovanie statického výpočtu a grafickej časti sa použili nasledujúce programy:

- Midas Civil
- FIN EC 2018
- AutoCAD Civil 2013 a staršie verzie programu AutoCAD
- balík programov Microsoft Office

V statickom výpočte sú pre svoju obsiahlosť uvedené iba základné vstupy výsledky z výpočtových programov. Všetky podklady, podrobné vstupy a výsledky sú archivované u spracovateľa projektovej dokumentácie.

5. POUŽITÉ MATERIÁLY

5.1 Betón – vopred predpätý nosník – nový betón

Nosná konštrukcia, betón C45/55		
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	f_{ck} [MPa]	45,0
Charakteristická kocková pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck,\ cube}$ [MPa]	55,0
Stredná hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku	f_{cm} [MPa]	53,0
Stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu	f_{ctm} [MPa]	3,8
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 5 %-ný fraktil	$f_{ctk,\ 0,05}$ [MPa]	2,7
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 95 %-ný fraktil	$f_{ctk,\ 0,95}$ [MPa]	4,9
Sečnicový modul pružnosti betónu	E_{cm} [GPa]	36,0

Hodnota návrhovej pevnosti betónu C45/45 v tlaku:
$f_{cd} = \alpha_{cc}.f_{ck}/\gamma_{cc}$ = 0,85.35/1,5 = 25,5 MPa.

5.2 Betón – spriahajúca doska – nový betón

Nosná konštrukcia, betón C35/45		
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	f_{ck} [MPa]	35,0
Charakteristická kocková pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck,\ cube}$ [MPa]	45,0
Stredná hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku	f_{cm} [MPa]	43,0
Stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu	f_{ctm} [MPa]	3,2
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 5 %-ný fraktil	$f_{ctk,\ 0,05}$ [MPa]	2,2
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 95 %-ný fraktil	$f_{ctk,\ 0,95}$ [MPa]	4,2
Sečnicový modul pružnosti betónu	E_{cm} [GPa]	34,0

Hodnota návrhovej pevnosti betónu C35/45 v tlaku:
$f_{cd} = \alpha_{cc}.f_{ck}/\gamma_{cc}$ = 0,85.35/1,5 = 19,83 MPa.

5.3 Betón – podpery – pôvodný betón

Podpery, betón C30/37		
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	f_{ck} [MPa]	30,0
Charakteristická kocková pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck,\ cube}$ [MPa]	37,0
Stredná hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku	f_{cm} [MPa]	37,0
Stredná hodnota pevnosti betónu v centrickom ťahu	f_{ctm} [MPa]	2,9
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 5 %-ný fraktil	$f_{ctk,\ 0,05}$ [MPa]	2,0
Charakteristická pevnosť betónu v centrickom ťahu, 95 %-ný fraktil	$f_{ctk,\ 0,95}$ [MPa]	3,8
Sečnicový modul pružnosti betónu	E_{cm} [GPa]	33,0

Hodnota návrhovej pevnosti betónu C30/37 v tlaku:
$f_{cd} = \alpha_{cc}.f_{ck}/\gamma_{cc}$ = 0,85.30/1,5 = 17,0 MPa.

5.4 Betonárska výstuž

Betonárska výstuž B500B		
Charakteristická pevnosť betonárskej výstuže v ťahu	f_{tk} [MPa]	550
Charakteristická medza klzu betonárskej výstuže	f_{yk} [MPa]	500
Návrhová medza klzu betonárskej výstuže	f_{yd} [MPa]	434
Modul pružnosti betonárskej výstuže	E_s [GPa]	200

Návrhová medza klzu betonárskej výstuže B500B:
$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$=500/1,15=434 MPa.

Betonárska výstuž 10 400		
Charakteristická pevnosť betonárskej výstuže v ťahu	f_{tk} [MPa]	550
Charakteristická medza klzu betonárskej výstuže	f_{yk} [MPa]	400
Návrhová medza klzu betonárskej výstuže	f_{yd} [MPa]	348
Modul pružnosti betonárskej výstuže	E_s [GPa]	200

Návrhová medza klzu betonárskej výstuže B500B:
$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$=400/1,15=348 MPa.

5.5 Predpínacia výstuž

Vopred predpínané káble, monostrand Ø Ls 15,7/1860		
Charakteristická pevnosť predpínacej ocele v ťahu	f_{pk} [MPa]	1860
Charakteristická dohodnutá medza 0,1 % predpínacej ocele	$f_{p0,1k}$ [MPa]	1640
Návrhová hodnota napätia v predpínacej oceli	f_{pd} [MPa]	1420
Nominálny priemer	Ø [mm]	15,7
Nominálny prierez	A_p [mm^2]	150
Nominálna hmotnosť	m [kg/m]	1,18
Modul pružnosti predpínacej ocele	E_p [GPa]	195

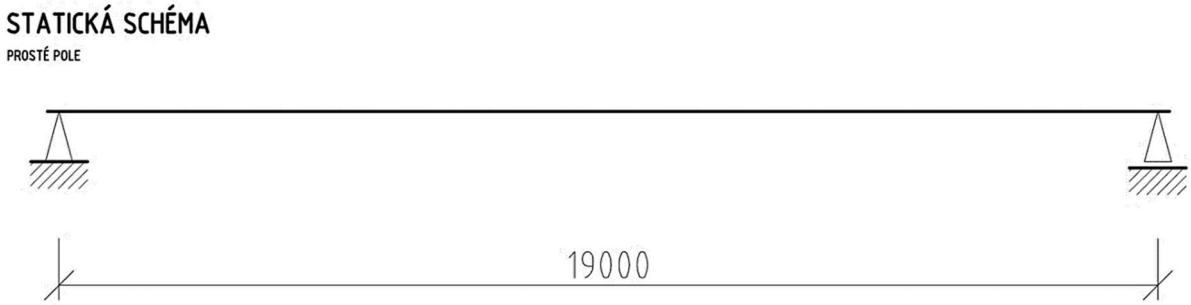
5.6 Konštrukčná oceľ

Konštrukčná oceľ, S235		
Nominálna hodnota medze klzu (t ≤40 mm)	f_y [MPa]	235
Nominálna hodnota pevnosti v ťahu (t ≤40 mm)	f_u [MPa]	360
Modul pružnosti	E [GPa]	210
Poissonov pomer v pružnom stave	ν[MPa]	0,3
Modul pružnosti v šmyku	G [GPa]	80,77
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti	γ_{M0}	1,00

6. STATICKÁ SCHÉMA

6.1 Statická schéma mosta

Statická schéma mosta je tvorená ôsmimi prostými poľami rovnakej dĺžky 19m.

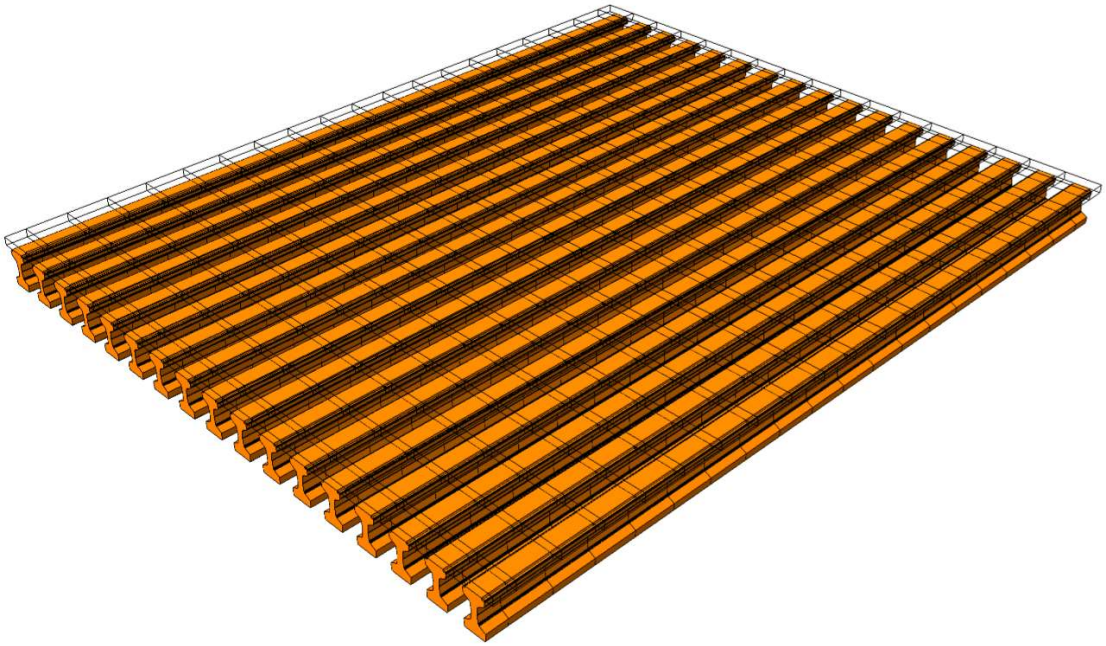


Obr. 4 Statická schéma jedného poľa

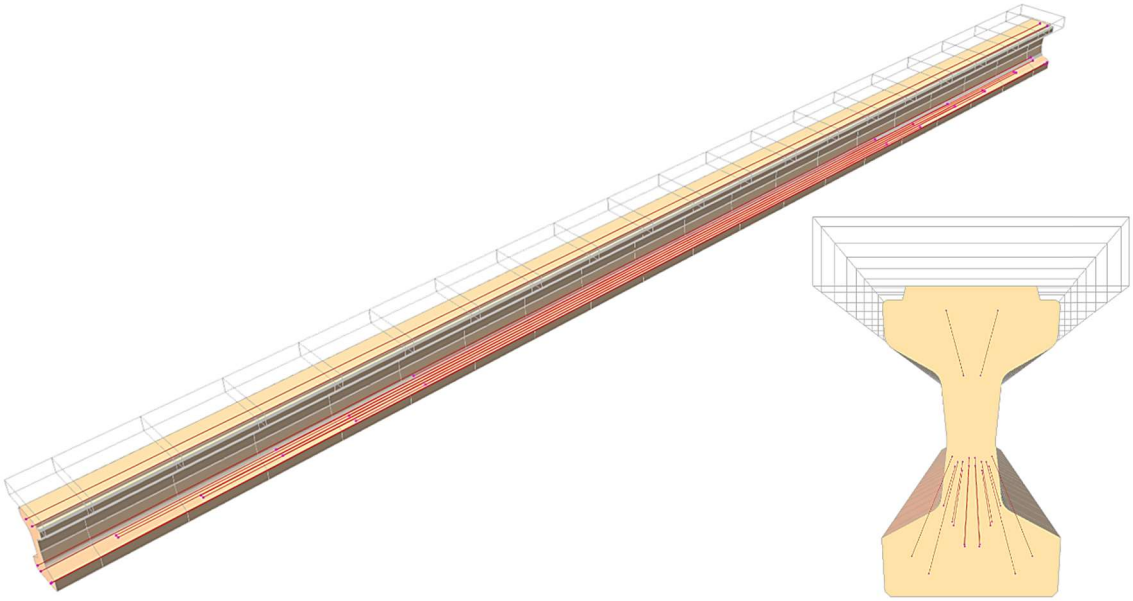
Obr. 5 Statická schéma celého mosta SO 201-00

7. MODEL NOSNEJ KONŠTRUKCIE

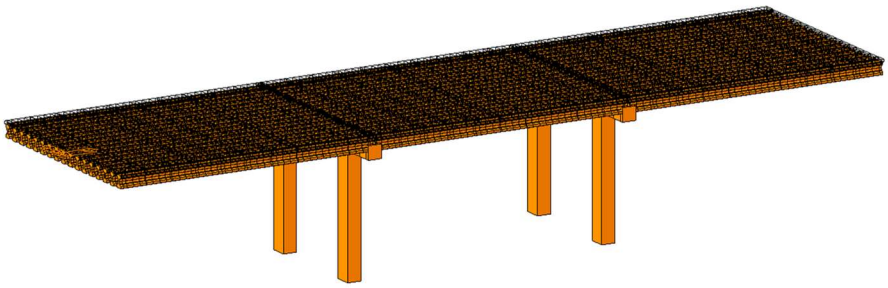
Model nosnej konštrukcie bol vytvorený v programe Midas Civil.



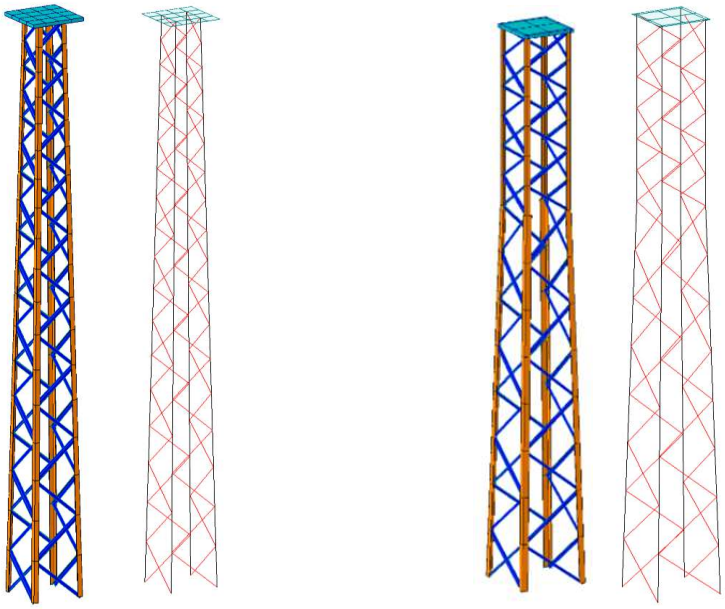
Obr. 6 Model jedného prostého poľa SO 201-00



Obr. 7 Uvažované vedenie lán vo vopred predpätých nosníkoch



Obr. 8 Model SO 201-00 pre stanovenie účinkov na spodnú stavbu mosta

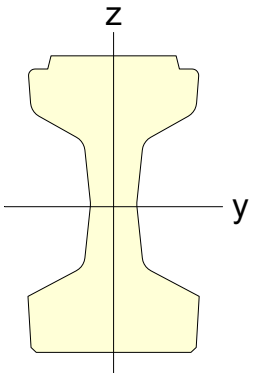
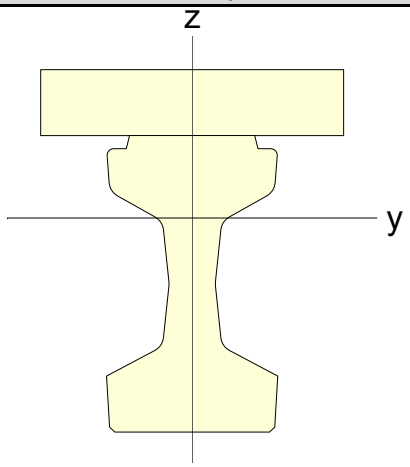


Obr. 9 Model oceľových stožiarov pod osvetlením

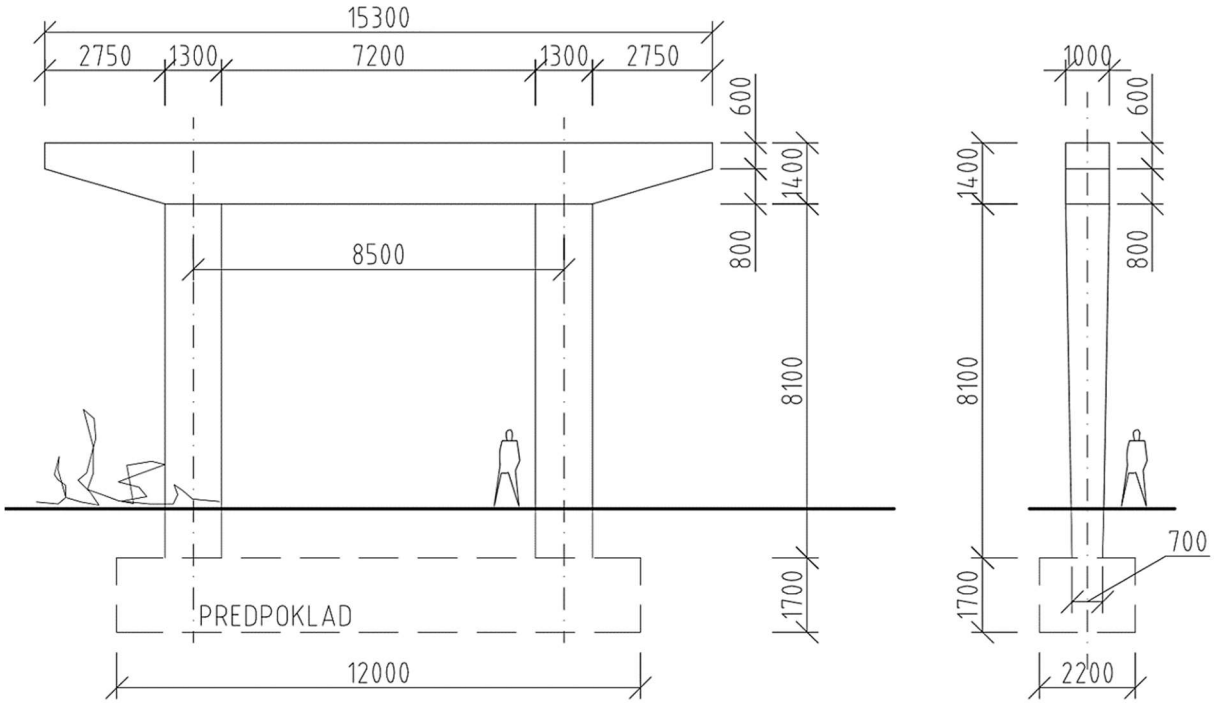
7.1 Prierezové charakteristiky

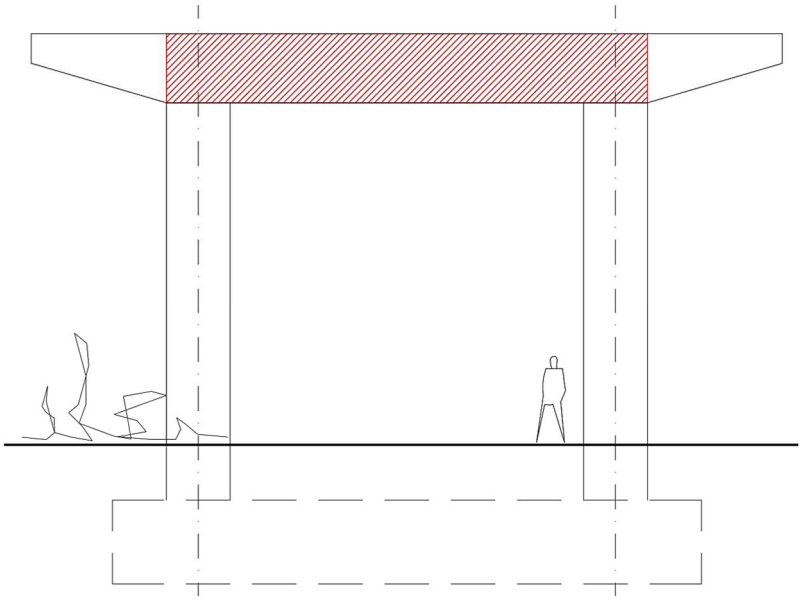
7.1.1 Nosná konštrukcia mosta SO 201-00

Tabuľka 1 Prierezové charakteristiky SO 201-00

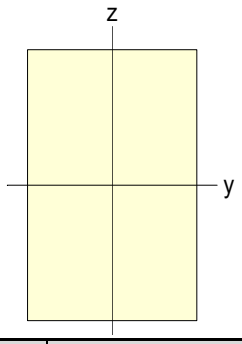
Before Composite					After Composite				
									
A(m²)	Asy(m²)	Asz(m²)	z(+)(m)	z(-)(m)	A(m²)	Asy(m²)	Asz(m²)	z(+)(m)	z(-)(m)
0.291	0.324	0.290	0.458	0.442	0.464	0.320	0.288	0.250	0.650
Ixx(m⁴)	Iyy(m⁴)	Izz(m⁴)	y(+)(m)	y(-)(m)	Ixx(m⁴)	Iyy(m⁴)	Izz(m⁴)	y(+)(m)	y(-)(m)
0.005	0.027	0.004	0.260	0.260	0.006	0.061	0.017	0.260	0.260
-	-	-	-	-	Es/Ec	Gs/Gc	Ds/Dc	Ps	Pc
-	-	-	-	-	1.065	1.065	1.000	0.200	0.200

7.1.2 Spodná stavba mosta SO 201-00

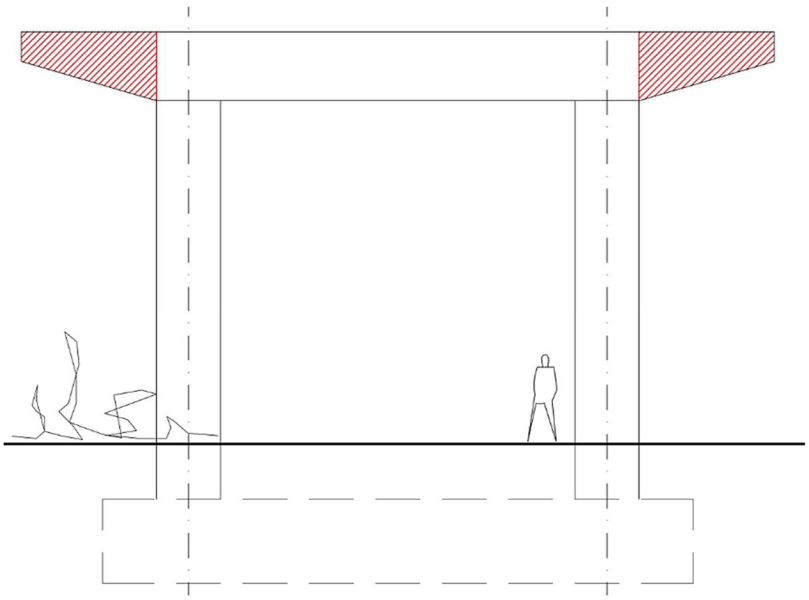




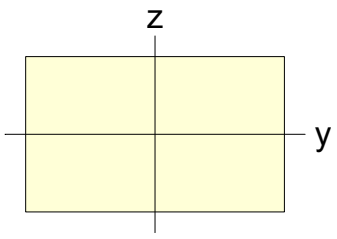
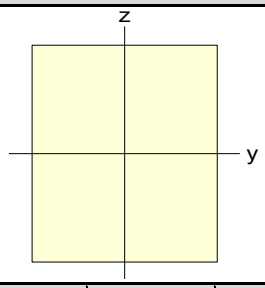
Tabuľka 2 1,4x1,0

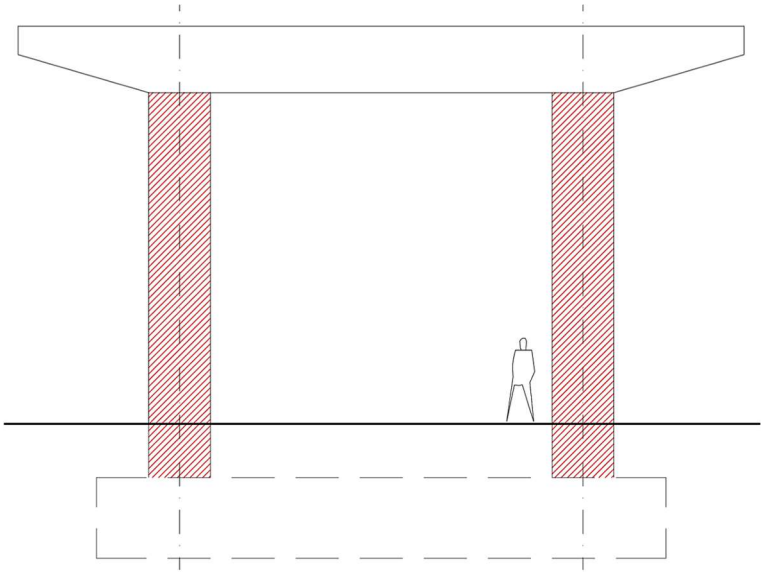


A(m^2)	Asy(m^2)	Asz(m^2)	z(+)(m)	z(-)(m)
1.400	1.167	1.167	0.700	0.700
Ixx(m^4)	Iyy(m^4)	Izz(m^4)	y(+)(m)	y(-)(m)
0.261	0.229	0.117	0.500	0.500

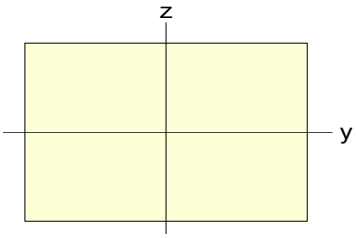
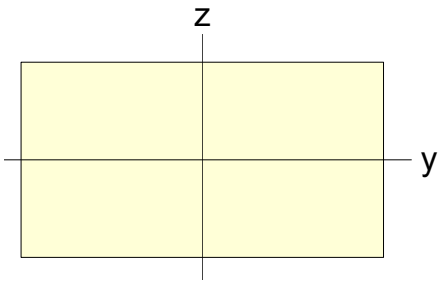


Tabuľka 3 0,6 to 1,4 x 1,0

I-End					J-End				
									
A(m²)	Asy(m²)	Asz(m²)	z(+)(m)	z(-)(m)	A(m²)	Asy(m²)	Asz(m²)	z(+)(m)	z(-)(m)
0.600	0.500	0.500	0.300	0.300	1.400	1.167	1.167	0.700	0.700
Ixx(m⁴)	Iyy(m⁴)	Izz(m⁴)	y(+)(m)	y(-)(m)	Ixx(m⁴)	Iyy(m⁴)	Izz(m⁴)	y(+)(m)	y(-)(m)
0.045	0.018	0.050	0.500	0.500	0.261	0.229	0.117	0.500	0.500



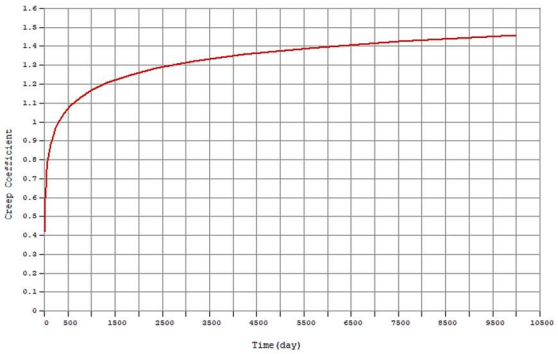
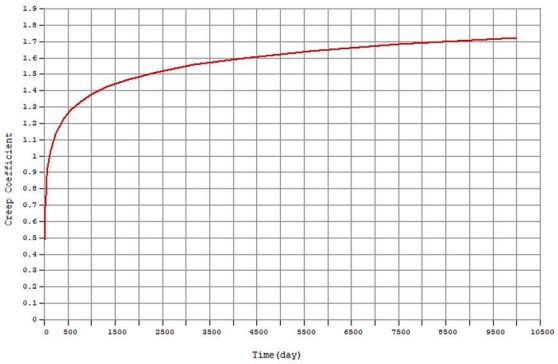
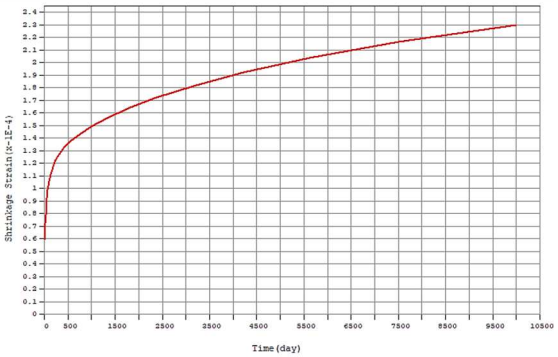
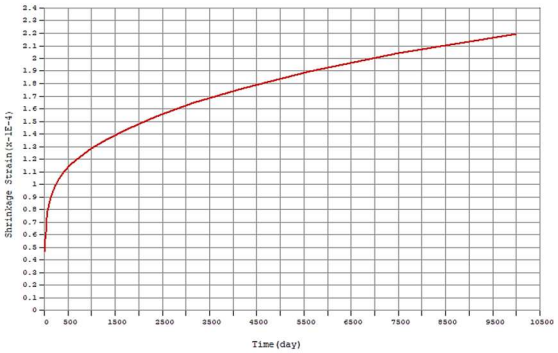
Tabuľka 4 Pilier 0,7to1,0x1,0

I-End					J-End				
									
A(m²)	Asy(m²)	Asz(m²)	z(+)(m)	z(-)(m)	A(m²)	Asy(m²)	Asz(m²)	z(+)(m)	z(-)(m)
1.300	1.083	1.083	0.500	0.500	0.910	0.758	0.758	0.350	0.350
Ixx(m⁴)	Iyy(m⁴)	Izz(m⁴)	y(+)(m)	y(-)(m)	Ixx(m⁴)	Iyy(m⁴)	Izz(m⁴)	y(+)(m)	y(-)(m)
0.229	0.108	0.183	0.650	0.650	0.099	0.037	0.128	0.650	0.650

7.2 Časová analýza

Účinky dotvarovania a zmrašťovania betónu sa modelovali priamo v programe Midas Civil.

- Vek zaťaženia betónu sa uvažovalo 21 dní.
- Ošetrovanie betónu sa uvažovalo 7 dní.

C45/45	C35/45
 Obr. 10 Priebeh dotvarovania	 Obr. 11 Priebeh dotvarovania
 Obr. 12 Priebeh zmrašťovania	 Obr. 13 Priebeh zmrašťovania

8. VÝPOČET ZAŤAŽENIA

8.1 Stále zaťaženia

8.1.1 Vlastná tiaž

Účinky vlastnej tiaže sa automaticky generovali softvérom Midas Civil na základe zadanej geometrie prierezov a zadanej objemovej tiaže použitého betónu C45/55 a C35/45.

$\gamma_{CON} = 25{,}0kN.m^{-3}$

8.1.2 Ostatné stále zaťaženie - zvršok

Ostatné stále zaťaženie z celej šírky sa uvažovalo po dĺžke mostnej konštrukcie

8.1.2.1 Mokrý betón (C35/45)

$g_{11m} = \gamma_{wet,con}.h_{wet,cnom} = 26{,}0kN.m^{-3}.0{,}20m = 5{,}20kNm^{-2}$

$g_{11m} = g_{11,inf} = g_{11,sup}$

8.1.2.2 Mostné betónové zvodidlá H3

$g_{12m} = \gamma_{rím} . A_{rim,nom} = 25{,}0kN.m^{-3}.0{,}51m^2 = 12{,}75kN.m^{-1}$

$g_{12m} = g_{12,inf} = g_{12,sup}$

8.1.2.3 Vozovka

$h_{voz} = 0{,}090m$

$\gamma_{voz} = 25{,}0kN.m^{-3}$

$g_{13m} = \gamma_{voz}.h_{voz} = 25{,}0kN.m^{-3}.0{,}09m = 2{,}25kN.m^{-2}$

$g_{13,inf} = 0{,}8 . \gamma_{voz}.h_{voz}.b_{voz} = 0{,}8.25{,}0kN.m^{-3}.0{,}09m = 1{,}8kN.m^{-2}$

$g_{13,sup} = 1{,}4 . \gamma_{voz}.h_{voz}.b_{voz} = 1{,}4.25{,}0kN.m^{-3}.0{,}09m = 3{,}15kN.m^{-2}$

8.1.2.4 Zábradlie na moste

$g_{zvod,nom} = 0{,}35kN.m^{-1}$

$g_{14m} = \sum g_{zvod,nom} = 0{,}35kN.m^{-1} + 0{,}35kN.m^{-1}$

$g_{14m} = g_{14,inf} = g_{14,sup}$

8.1.2.5 Proti dotyková ochrana

Umiestnená na dĺžke 10m v poli.

$g_{IS,nom} = 0{,}35kN.m^{-1}$

$g_{15m} = 0{,}35kN.m^{-1}$

$g_{15m} = g_{15,inf} = g_{15,sup}$

8.1.2.6 Odvodnenie mosta

$g_{IS,nom} = 0{,}78kN.m^{-1}$

$g_{16m} = 0{,}78kN.m^{-1}$

$g_{16m} = g_{16,inf} = g_{16,sup}$

8.1.2.7 Inžinierske siete na moste

$g_{IS,nom} = 0{,}5kN.m^{-1}$

$g_{17m} = 0{,}50kN.m^{-1}$

$g_{17m} = g_{17,inf} = g_{17,sup}$

Tiaž ostatného stáleho zaťaženia a zvršku celkom:

$g_{1m} = g_{11} + g_{12m} + g_{13m} + g_{14} + g_{15m} + g_{16m} + g_{17m}$

$$g_{1,inf} = g_{11,inf} + g_{12,inf} + g_{13,inf} + g_{14,inf} + g_{15,inf} + g_{16,inf} + g_{17,inf}$$

$$g_{1,sup} = g_{11,sup} + g_{12,sup} + g_{13,sup} + g_{14,sup} + g_{15,sup} + g_{16,sup} + g_{17,sup}$$

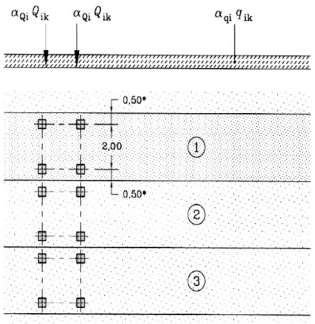
8.2 Zaťaženie cestnou dopravou

Zaťaženie mosta cestnou dopravou sa zohľadnilo podľa STN EN 1991-2 Eurokód 1, Zaťaženia konštrukcií, Časť 2 Zaťaženie mostov dopravou. Zo zaťažení sa analyzoval vplyv zaťažovacích modelov LM1, LM2, LM3 a LM4 reprezentujúci dav ľudí na moste.

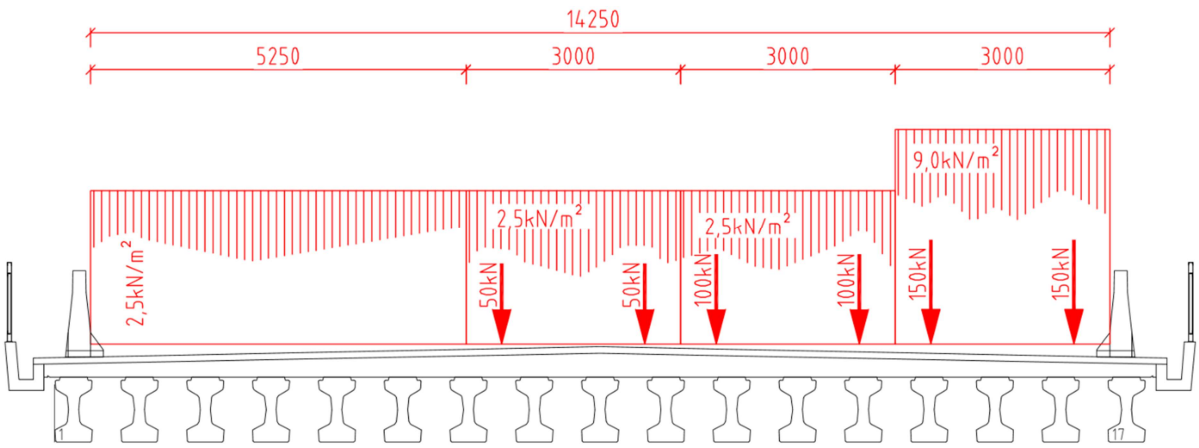
8.2.1 Zaťažovací model LM1

Zaťažovací model LM1 tvoria 2 čiastkové systémy:

- sústredené zaťaženie od dvojnápravového vozidla, tandemový systém (TS) s tiažou každej nápravy $\alpha_{Qi}.Q_{ik}$, kde α_{Qi} je kategorizačný súčiniteľ zaťaženia
- rovnomerné spojité zaťaženie (RSZ) s intenzitou tiaže $\alpha_{qi}.q_{ik}$ ($\alpha_{qr}.q_{rk}$) na jednotku plochy, kde kde α_{qi} (α_{qr}) je kategorizačný súčiniteľ zaťaženia.



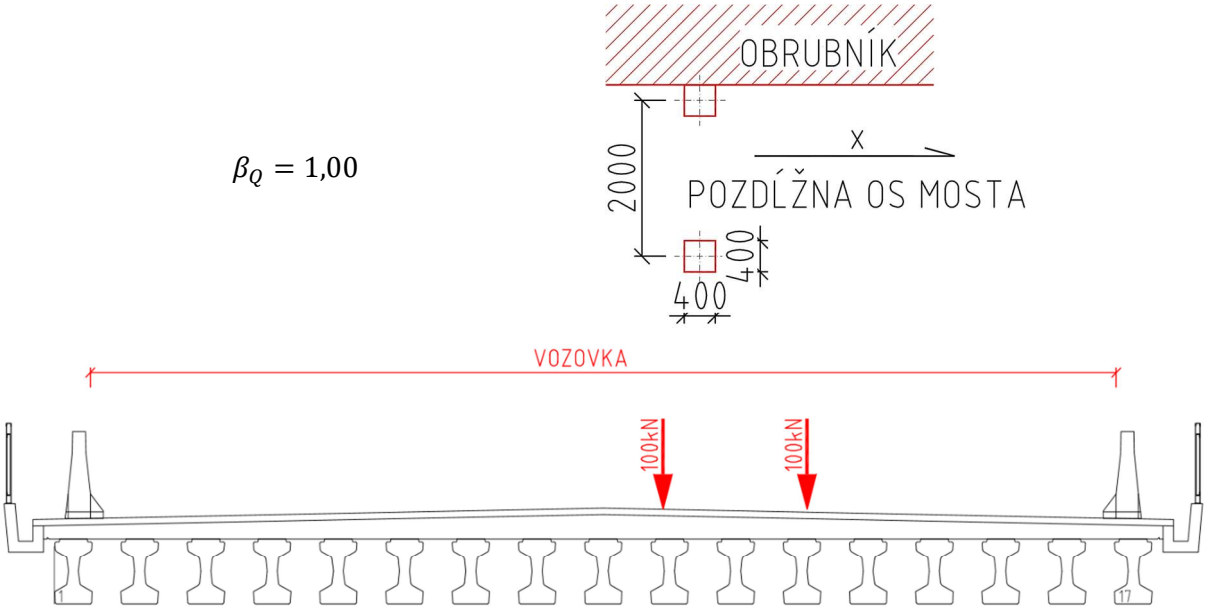
Poloha a šírka pruhu	Dvojnáprava (TS)			Rovnomerné zaťaženie (RSZ)		
	α_{Qi} [-]	Q_{ik} [kN]	$\alpha_{Qi}.Q_{ik}$ [kN]	α_{qi} (α_{qr}) [-]	q_{ik} (q_{rk}) [kNm^{-2}]	$\alpha_{qi}.q_{ik}$ ($\alpha_{qr}.q_{rk}$) [kNm^{-2}]
Pruh č. 1, w1=3,0 m	1,0	300,0	300,0	1,0	9,0	9,0
Pruh č. 2, w2=3,0 m	1,0	200,0	200,0	1,0	2,5	2,5
Pruh č. 3, w3=0,0 m	1,0	100,0	100,0	1,0	2,5	2,5
Zvyšná zať. plocha, w=5,25 m	-	-	-	1,0	2,5	2,5



8.2.2 Zaťažovací model LM2

Model zložený z jednonápravového zaťaženia s tiažou rovnou 400kN vrátane dynamických prírastkov. Zaťaženie sa používa v ľubovoľnej polohe na vozovke.

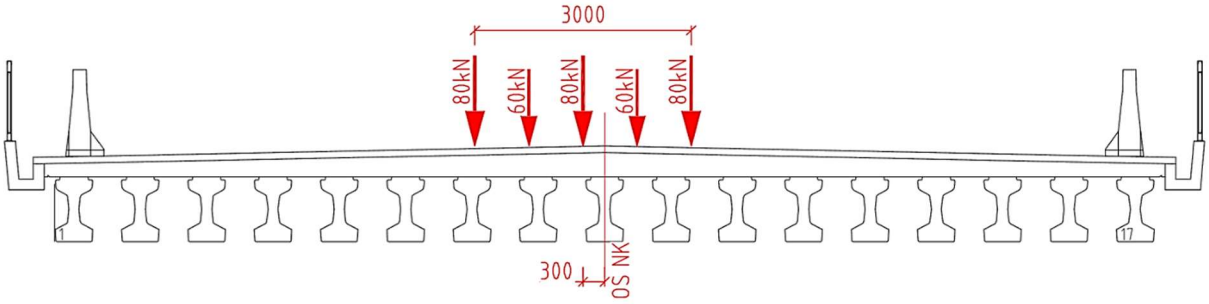
$$\beta_Q = 1{,}00$$

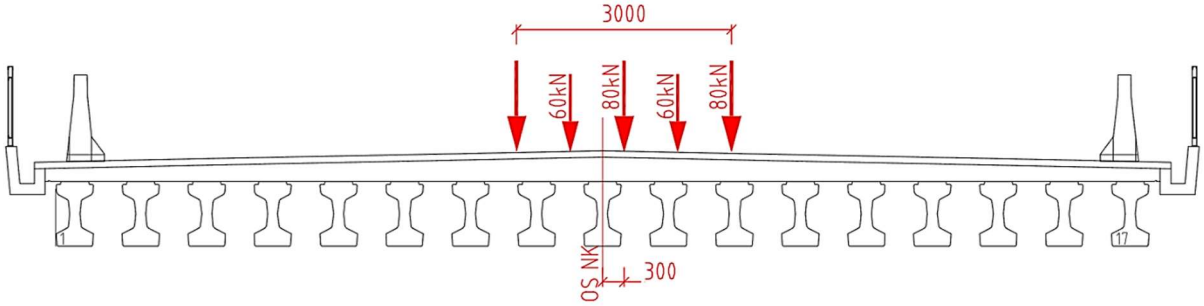


8.2.3 Zaťažovací model LM3

Špeciálne vozidlo 3000/240 sa na moste umiestňuje do dvoch susedných zaťažovacích pruhov a považuje sa za jediné vozidlo na moste. Tieto zaťažovacie pruhy sa majú na vozovke uvažovať v najpriaznivejšej polohe s prípustnou kolmou odchýlkou od vytýčenej polohy (os nosnej konštrukcie) ±0,30m.

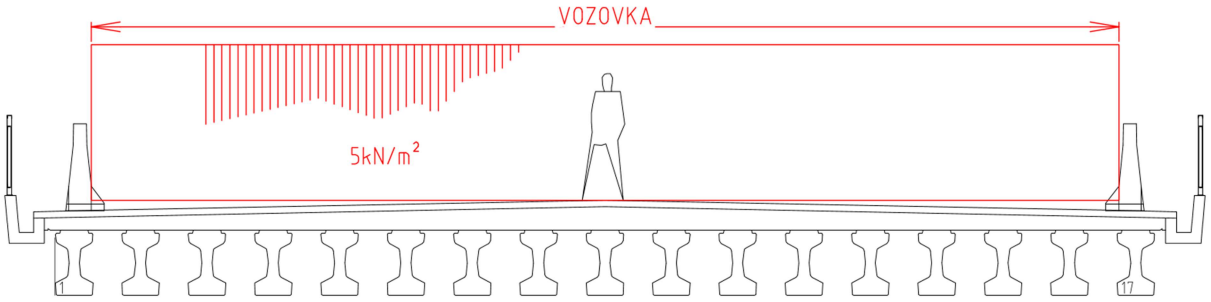
Špeciálne vozidlo 3000/240 sa pohybuje po moste pomalou rýchlosťou do 5km/h, pričom musí byť po celej dĺžke mosta vylúčená ostatná doprava.





8.2.4 Zaťažovací model LM4

V zaťažovacom modeli LM4 je vyjadrené rovnomerným spojitým zaťažením rovným 5kN/m^2. Zaťaženie zahrňuje dynamické prírastky.



8.2.5 Brzdné a rozjazdové sily

Rozjazdové sily majú rovnakú veľkosť ako brzdné sily, sú opačne orientované. Pôsobia na úrovni vozovky. Dĺžka nosnej konštrukcie jedného poľa mosta je 19,4 m. Brzdné a rozjazdové sily sú vypočítané zo zaťažovacieho modelu LM1:

Rozmery mosta						
L=	19,4	m	dĺžka nosnej konštrukcie			
b=	14,25	m	šírka vozovky			
r=	0	m	polomer zakrivenia osi vozovky			
kategória cesty	Cesty I., II. a III. Triedy					
α_{Q1}	α_{Q2}		α_{Q3}	α_{q1}	α_{q1} i>2	
1	1		1	1	1	
Q_{1k}=	300	kN		q_{1k}=	9	kN/m^2
Q_{2k}=	200	kN		q_{2k}=	2,5	kN/m^2
Q_{3k}=	100	kN		q_{3k}=	2,5	kN/m^2
				q_{wk}=	2,5	kN/m^2
n	3		počet jazdných pruhov			
w	5,25	m	zvyšná plocha			

Brzdné a rozjazdové sily			
w=	3	m	šírka pruhu
Qk=	412,4	kN	
Qik=	412,4	kN	brzdná sila

8.2.6 Zaťaženie od odstredivej sily a iných priečnych zaťažení

Most sa nachádza smerovo v oblúku polomeru R= 0,0m.

Odstredivé sily		
Σα.2.Q=	1080	kN
Qtk=	0,00	kN

8.2.7 Zaťažovacie skupiny od cestnej dopravy

Tab. 1 4.4a - Zaťažovacie skupiny od cestnej dopravy

		Vozovka						Chodníky pre chodcov a cyklistov
Typ zaťaženia		Zvislé sily				Vodorovné sily		Výlučne zvislé zaťaženie
Číslo článku		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.2.1-(1)
Zaťažovací systém		LM1 TS+RSZ	LM2 Jednonápravové vozidlá	LM3 Zvláštne vozidlá	LM4 Zaťaženie davom ľudí	Brzdné a rozjazdové sily [a]	Odstredivé sily [a]	Rovnomerné spojité zaťaženie
Zaťažovacie skupiny	sk1a	Charakter. hodnoty						Kombinačná hodnota [b]
	sk1b		Charakter. hodnoty					
	sk2	Časté hodnoty				Charakter. hodnoty	Charakter. hodnoty	
	sk3[d]							Charakter. Hodnoty [c]
	sk4				Charakter. hodnoty			
	sk5	Pozri prílohu A		Charakter. hodnoty				
		Dominantná zložka zaťažení (označená ako zložka súvisiaca so skupinou)						

(a) Môžu byť definované v národnej prílohe (pre uvedené prípady)

(b) Môžu byť definované v národnej prílohe. Odporúčaná hodnota je 3kN/m^2

(c) Pozri 5.3.2.1-(2) Iba jeden zaťažený chodník sa má uvažovať len v prípade, že to vyvolá nepriaznivejší účinok, ako keď sú zaťažené oba chodníky

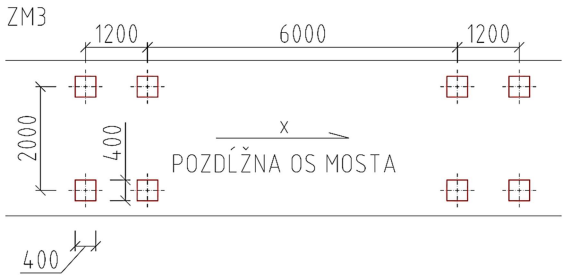
(d) Táto skupina sa neuvažuje, ak sa uvažuje skupina sk.4

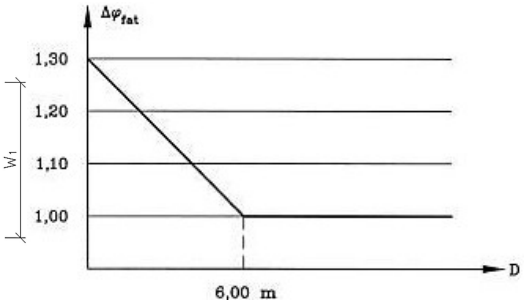
8.2.8 Únavový zaťažovací model

STN EN 1991-2, čl. 4.6.4

Zaťaženie na nápravu: 120kN

Kontaktná plocha: 0,4m x 0,4m = 0,15m^2



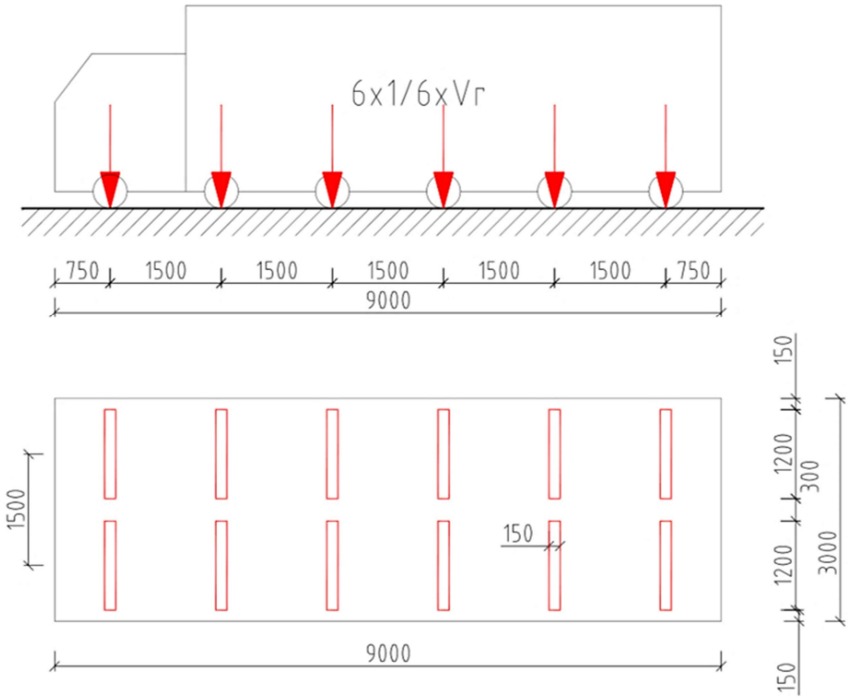


8.2.8.1 Zaťažovací model – Výhradná zaťažiteľnosť

Model vozidla pre výhradnú zaťažiteľnosť zodpovedá triede zvláštnych vozidiel 900/150 podľa STN EN 1991-2, čl. A.2(1). Výhradné zaťaženie sa kombinuje s ostatnými dopravnými zaťaženiami podľa tabuľky.

$$\varphi = 1{,}4 - \frac{L}{500};\ \varphi > 1{,}0$$

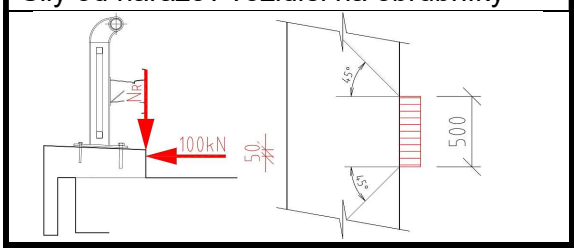
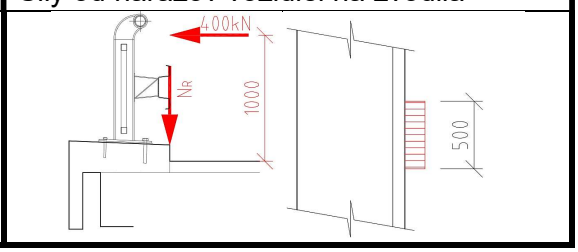
$$\varphi = 1{,}360$$



8.2.9 Mimoriadne návrhové situácie

Zvislá sila: $0{,}75.\alpha_{Q1}.Q_{Q1}$= 202,5kN

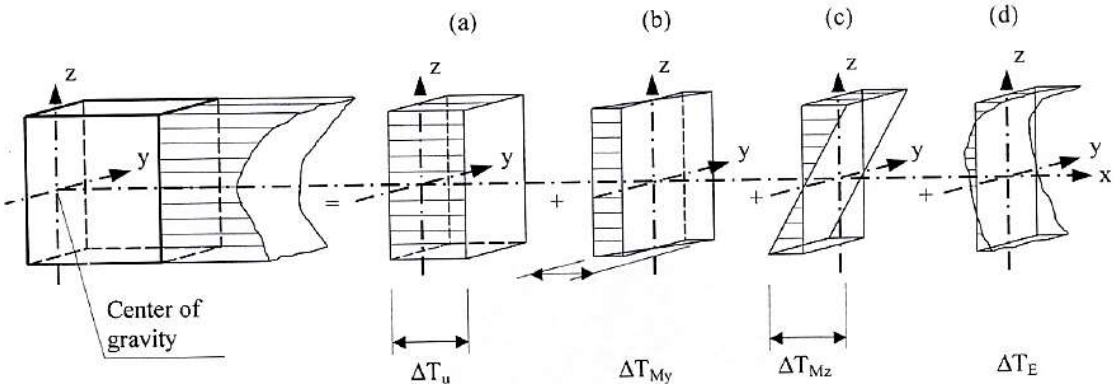
Sily od nárazov vozidiel na obrubníky			Sily od nárazov vozidiel na zvodilá		
Vodorovná sila	(kN)	100	Vodorovná sila	(kN)	400
Zvislá sila	(kN)	202,5	Zvislá sila	(kN)	202,5

Sily od nárazov vozidiel na obrubníky	Sily od nárazov vozidiel na zvodilá
	

8.3 Zaťaženie od teploty

Rozdelenie teploty v samostatnom konštrukčnom prvku možno rozčleniť do štyroch nasledujúcich hlavných základných zložiek (STN EN 1991-1-5, kapitola 4 (3)).

- a) Zložka rovnomernej teploty
- b) Zložka lineárne sa meniaceho teplotného spádu okolo osi z-z
- c) Zložka lineárne sa meniaceho teplotného spádu okolo osi y-y.
- d) Nelineárna zložka teplotného spádu.



8.3.1 Zložka rovnomernej teploty

Typ konštrukcie: 3 Betónová nosná konštrukcia-betónový nosník

$T_0 = +10{,}0°C$

$T_{max} = +39{,}0°C$ $T_{min} = -28{,}0°C$

$T_{e,max} = +41{,}0°C$ $T_{e,min} = -20{,}0°C$

$\Delta T_{N,exp} = +31{,}0°C$ $\Delta T_{N,con} = -30°C$

8.3.2 Zložka lineárne sa meniaceho teplotného spádu okolo osi z-z

Pre kombináciu rovnomernej a lineárnej zložky teploty platí:

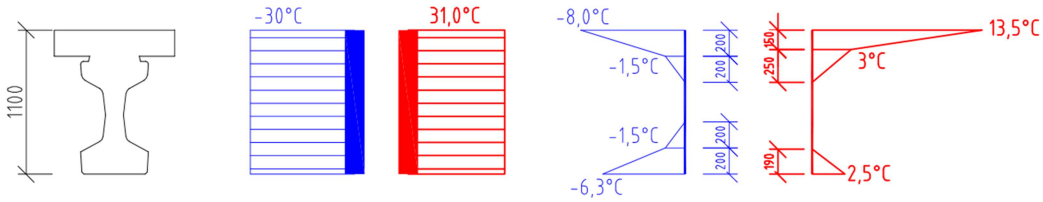
- Oteplenie: $(\Delta T_{M,heat} + 0{,}35.\Delta T_{N,exp}; 0{,}75.\Delta T_{M,heat} + \Delta T_{N,exp})$
- Oteplenie: $(\Delta T_{M,cool} + 0{,}35.\Delta T_{N,con}; 0{,}75.\Delta T_{M,cool} + \Delta T_{N,con})$

Pôsobenie vplyvu teploty sa uvažovalo podľa STN EN 1991-1-5 Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií, Časť 1-5: Všeobecné zaťaženia, Zaťaženia účinkami teploty.

$h = 1{,}10m$

Vo výpočte sa zohľadnili nasledujúce vplyvy: Typ konštrukcie 3.

– nerovnomerné oteplenie, teplotný spád (teplejší horný povrch): $\Delta T_{M,heat}$
– nerovnomerné ochladenie, teplotný spád (teplejší spodný povrch): $\Delta T_{M,cool}$



TYP 3.			LOŽISKÁ/MZ
Tmin.: -28°C	Te.min=-28°C+8°C=-20°C	ΔTn,con=T0-Te,min=10-(-20)=30°C	ΔTn,con=T0-Te,min=10-(-30)=40°C
Tmax.:+39°C	Te,max.= 39°C+2°C=41°C	ΔTn,exp= Te,max-T0=41-10=31°C	ΔTn,exp= Te,max-T0=51-10=41°C

8.4 Zaťaženie od vetra

základná rýchlosť vetra	24m/s			
výška z	10	m		
b	15,3	m		
d tot	2	m	výška NK 1,1 m	
b/d tot	7,650		13,9091	
Priečny tlak vetra na nosnú konštrukciu			X	označenie smerov stotožnené s STN EN 1991-1-4
b) s parapetmi alebo s protihlukovými bariérami na oddelenie doj				
cfx	**1,000**			
priečny tlak vetra	1/2*ρ*vb^2*ce(z)*cfx			
qw ,x	**0,85**	**kPa**		
Zvislí tlak vetra na nosnú konštrukciu			Z	
d tot	- STN EN uvažuje iba výšku nosnej konštrukcie bez dopravy a mostného vybavenia	!		
θ	7°			
cfz	**0,869**			
zvislý tlak vetra	1/2*ρ*vb^2*ce(z)*cfz			
qw ,z	**0,74**	**kPa**		
e	3,825	m		
Pozdĺžny tlak vetra na nosnú konštrukciu			Y	
plnostenný most	NA 2.53, STN EN 1991-1-4			
pozdĺžny tlak vetra				
qw ,y	**0,21**	**kPa**		

9. NÁVRHOVÉ KRITÉRIA

9.1 Medzné stavy používateľnosti (MSP)

9.1.1 Medzné stavy používateľnosti – kontrola napätí

Podľa STN EN 1992-2, čl. 7.2 pri charakteristickej kombinácii zaťažení:

– nesmú tlakové napätia v betóne prekročiť hodnotu $k_1 \cdot f_{ck}(t)$, pričom $k_1 = 0,6$

Ťahové napätia v priereze spĺňajú podmienku STN EN 1992-1-1, čl. 7.1 (neprekročia hodnotu $f_{ct,eff}$ alebo f_{ctm}).

9.1.2 Medzné stavy používateľnosti – kontrola trhlín v betóne

Pre častú kombináciu zaťažení nesmie nastať dekompresia – vyčerpanie tlakovej rezervy. Pre prvky predpäté súdržnou predpínacou výstužou to znamená, že okraj tejto výstuže musí ležať aspoň 100 mm vo vnútri tlačeného prierezu (STN EN 1992-2, čl. 7.3).

9.2 Medzné stavy únosnosti (MSÚ)

Pri trvalých a dočasných návrhových situáciách nesmie nastať ohrozenie bezpečnosti osôb alebo ohrozenie bezpečnosti konštrukcie prekročením únosnosti najviac namáhaných prierezov konštrukcie.

10. KOMBINÁCIE ZAŤAŽENÍ

Kombinácie zaťažení boli uvažované podľa STN EN 1990

10.1 Kombinačné pravidlá

10.1.1 STN EN 1990

(2) Zaťažovací model 2, (alebo pridružená skupina zaťažení gr 1b) a sústredené zaťaženie Q_{fwk} na chodníkoch sa nemusia kombinovať s akýmkoľvek iným premenným nedopravným zaťažením.

(3) Zaťaženia snehom a vetrom sa nemusia kombinovať s:

- brzdnými a rozjazdovými silami, odstredivými silami alebo s pridruženou zaťažovacou skupinou gr 2,
- zaťažením chodníkov a cyklistických trás alebo s pridruženou zaťažovacou skupinou gr 3,
- zaťažením davom ľudí (LM4) alebo pridruženou zaťažovacou skupinou gr 4.

(4) Zaťaženia snehom sa nemusí kombinovať so zaťažovacím modelom 1 a 2 alebo pridruženou zaťažovacou skupinou gr1a a gr1b, ak to nie je stanovené inak pre určité zemepisné oblasti.

NA.2.6 A2.2.2(6)

Na mostoch pozemných komunikácií zaťaženie vetrom spolu so zaťažením účinkami teploty sa nepovažujú za súčasne pôsobiace zaťaženia.

10.1.2 STN EN 1998-2

STN EN 1998-2, čl. 2.2.2

Ak návrhové seizmické zaťaženie má malú pravdepodobnosť prekročenia počas návrhovej životnosti mosta, seizmické zaťaženie možno uvažovať ako mimoriadne zaťaženie podľa EN 1990:2002, 1.5.3.5 a 4.1.1(2). V takom prípade sa požiadavky (3) a (4) môžu zmierniť.

NA.2.6 2.2.2(5)

Pre mosty sa seizmické zaťaženie nerieši ako mimoriadne zaťaženie. Zmiernenie požiadaviek 2.2.2(3) a 2.2.2(4) sa neuvádzajú.

STN EN 1998-2, čl. 5.5

(2)P Účinky seizmického zaťaženia sa nemusia kombinovať s účinkami zaťaženia v dôsledku vnútených deformácií (od zmeny teploty, zmrašťovania, sadania podpier, zvyškové posuny podložia v dôsledku seizmických zlomov)

(4)P Zaťaženie vetrom a zaťaženie snehom sa zanedbajú v návrhovej hodnote E_d účinkov zaťažení v seizmickej návrhovej situácií (vzťah (5.4)).

10.1.3 Hodnoty súčiniteľov ψ

Tab. 2 Odporúčané hodnoty súčiniteľov ψ pre mosty pozemných komunikácií (Tab. A2.1, STN EN 1990/A1)

Zaťaženie	Označenie		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zaťaženie dopravou	gr 1a [1)]	TS	0,75	0,75	0
		UDL	0,4	0,4	0
		Zaťaženie chodcami [2)]	0,4	0,4	0
	gr 1b (jednonápravové vozidlo)		0	0,75	0
	gr 2 (vodorovné sily)		0	0	0
	gr 3 (zaťaženie chodcami)		0	0,4	0
	gr 4 (LM4 – zaťaženie davom ľudí)		0	0,75	0
	gr 5 (LM3 – zvláštne vozidlá)		0	0	0
Zaťaženie vetrom	Fwk Trvalé návrhové situácie Fwk Počas výstavby		0,6 0,8	0,2 -	0 0
	Fw^*		1,0	-	-
Zaťaženie účinkami teploty	T_k		0,6[3)]	0,6	0,5
Zaťaženie snehom	$Q_{Sn,k}$ (počas výstavby)		0,8	-	-
Zaťaženie počas výstavby			1,0	-	1,0

1. Odporúčané hodnoty súčiniteľov ψ_0, ψ_1, ψ_2 pre gr 1a a gr 1b sú uvedené pre cesty s dopravou zodpovedajúcou kategorizačným súčiniteľom α_{Qi}, α_{qi}, α_{qr} a β_Q rovným 1. Ich hodnoty týkajúce sa UDL zodpovedajú bežným dopravným scenárom, v ktorých môže nastať zriedkavá kumulácia nákladných vozidiel. Pre iné triedy ciest alebo inú predpokladanú prevádzku súvisiacu s výberom zodpovedajúcich súčiniteľov α. sa smú uvažovať iné hodnoty. Napríklad hodnota súčiniteľa ψ_2 iná ako nulová môže byť uvažovaná pre UDL zaťažovacieho modelu LM1 pri mostoch so spojitou ťažkou dopravou. Pozri aj EN 1998.
2. Kombinačná hodnota zaťaženia lávok pre chodcov alebo cyklistických trás uvedená v tabuľke 4.4a EN 1991-2 je „redukovaná" hodnota. Súčinitele ψ_0 a ψ_1 sa použijú s touto hodnotou.
3. Odporúčaná hodnota súčiniteľa kombinácie zaťaženia ψ_0 pre zaťaženie účinkami teploty sa smie vo väčšine prípadov redukovať na nulovú hodnotu pre medzné stavy únosnosti EQU, STR a GEO. Pozri aj návrhové eurokódy.

10.2 Kombinácie zaťažení pre MSP

Pre medzné stavy používateľnosti (MSP) sa uvažovali nasledujúce kombinácie zaťažení:
- charakteristická kombinácia
- častá kombinácia
- kvazistála kombinácia.

Tab. 3 Návrhové hodnoty zaťažení na použitie v kombináciách zaťažení (Tab. A2.6, STN EN 1990/A1)

Kombinácia	Stále zaťaženie G_d		Predpätie	Premenné zaťaženia Q_d	
	Nepriaznivé	Priaznivé		Hlavné	Ostatné
Charakteristická	$G_{kj,\,sup}$	$G_{kj,\,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$
Častá	$G_{kj,\,sup}$	$G_{kj,\,inf}$	P	$\psi_{1,1}\,Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$
Kvázi - stála	$G_{kj,\,sup}$	$G_{kj,\,inf}$	P	$\psi_{2,1}\,Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$

Charakteristická kombinácia zaťažení:

$$\sum_j G_{k,j,\sup} + \sum_j G_{k,j,\inf} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i\geq 2} \psi_{0,i} . Q_{k,i}$$

Častá kombinácia zaťažení:

$$\sum_j G_{k,j,\sup} + \sum_j G_{k,j,\inf} + P_k + \psi_{1,1} . Q_{k,1} + \sum_{i\geq 2} \psi_{2,i} . Q_{k,i}$$

Kvazistála kombinácia zaťažení:

$$\sum_j G_{k,j,\sup} + \sum_j G_{k,j,\inf} + P_k + \psi_{2,1} . Q_{k,1} + \sum_{i\geq 2} \psi_{2,i} . Q_{k,i}$$

Menej častá (zriedkavá) kombinácia zaťažení:

$$\sum_j G_{k,j,\sup} + \sum_j G_{k,j,\inf} + P_k + \psi_{1,\inf q} . Q_{k,1} + \sum_{i\geq 1} \psi_{1,i} . Q_{k,i}$$

Na výpočet v medznom stave používateľnosti (a únavy) sa musia používať povolené maximá možných zmien v predpätí (STN EN 1992-1-1, čl. 5.10.9). Charakteristické hodnoty predpínacej sily sa určujú ako:

- horná charakteristická hodnota $P_{k,sup} = r_{sup} . P_{m,t}(x)$
- spodná charakteristická hodnota $P_{k,inf} = r_{inf} . P_{m,t}(x)$.

Pre dodatočne predpätú výstuž r_{sup} = 1,10 a r_{inf} = 0,90.

Pre vopred predpätú výstuž r_{sup} = 1,05 a r_{inf} = 0,95.

10.3 Mimoriadne návrhové situácie

Tab. 4 Návrhové hodnoty zaťažení pri mimoriadnych a seizmických kombináciách zaťažení (Tab. A2.5, STN EN 1990/A1)

Návrhová situácia	Stále zaťaženie		Predpätie	Mimoriadne / Seizmické zaťaženie	Sprievodné premenné zaťaženie**	
	Nepriaznivé	Priaznivé			Podstatné	Ostatné
Mimoriadna*	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	A_d	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ alebo $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Seizmická***	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$A_{Ed}=\gamma_I A_{Ek}$		$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

* V prípade mimoriadnych návrhových situácií sa smie podstatné premenné zaťaženie uvažovať jeho častou, alebo ako v seizmických kombináciách jeho kvázi – stálou hodnotou.

** Premenné zaťaženia sú tie, ktoré sú uvedené v tab. A2.1 až A2.3

*** NA alebo individuálny projekt smú špecifikovať príslušné seizmické návrhové situácie.

10.4 Kombinácie zaťažení pre MSU

Pre medzné stavy únosnosti (MSU) sa uvažovali nasledujúce kombinácie zaťažení:

Tab. 5 návrhové hodnoty zaťažení (STR/GEO) (Sk.B) (Tab. A2.4, STN EN 1990/A1)

Trvalé a dočasné návrhové situácie	Stále zaťaženie		Predpätie	Hlavné premenné zaťaženie	Sprievodné zaťaženie	
	Nepriaznivé	Priaznvé			Podstatné (ak existuje)	Ostatné
(6.10)	$\gamma_{GJ,sup}G_{kj,sup}$	$\gamma_{GJ,inf}G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i}$
$\gamma_{G,\ sup}$	1,35					
$\gamma_{G,\ inf}$	1,00					
γ_Q	1,35	Nepriaznivé zaťaženie cestnou dopravou (0, ak je priaznivé)				
γ_Q	1,50	Ostatné zaťaženie dopravou a ďalšie premenné zaťaženia				
$\gamma_{G,\ set}$	1,20	Nerovnomerné sadanie – lineárny pružnostný výpočet				
γ_P	1,00					

(6.10)

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

(6.10a)

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

(6.10b)

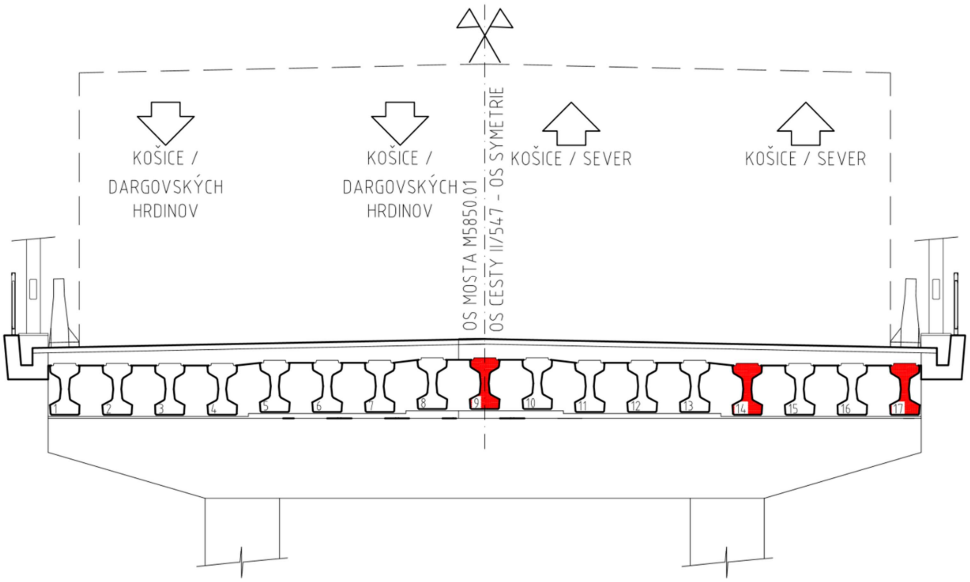
$$\sum_{j\geq 1}\xi_j\gamma_{G,j}.G_{k,j}"+"\gamma_P.P"+"\gamma_{Q,1}.Q_{k,1}"+"\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}.Q_{k,i}$$

10.5 Kombinácie

```
LIST OF LOAD COMBINATIONS
==========================================================================================
NUM  NAME          ACTIVE              TYPE
                LOADCASE(FACTOR) +             LOADCASE(FACTOR) +             LOADCASE(FACTOR)
==========================================================================================
1    Temp          Inactive            Envelope
                -T_Spad( 1.000) +              -T_Rov( 1.000) +              +T_Rov( 1.000)
 +              +T_Spad( 1.000)
------------------------------------------------------------------------------------------
2    msu01         Strength/Stress     Add
            Self_weight( 1.350) +              Zvršok( 1.350) +     Tendon Secondary( 1.000)
 +      Creep Secondary( 1.350) +  Shrinkage Secondary( 1.200) +                Temp( 0.900)
 +            LM1_NoPsi( 1.350)
------------------------------------------------------------------------------------------
3    msu02         Strength/Stress     Add
            Self_weight( 1.350) +              Zvršok( 1.350) +     Tendon Secondary( 1.000)
 +      Creep Secondary( 1.350) +  Shrinkage Secondary( 1.200) +                Temp( 0.900)
 +                  LM3( 1.350)
------------------------------------------------------------------------------------------
4    msu03         Strength/Stress     Add
            Self_weight( 1.350) +              Zvršok( 1.350) +     Tendon Secondary( 1.000)
 +      Creep Secondary( 1.350) +  Shrinkage Secondary( 1.200) +                Temp( 0.900)
 +                  LM4( 1.350)
------------------------------------------------------------------------------------------
5    msu04         Strength/Stress     Add
            Self_weight( 1.350) +              Zvršok( 1.350) +     Tendon Secondary( 1.000)
 +      Creep Secondary( 1.350) +  Shrinkage Secondary( 1.200) +                Temp( 1.500)
 +             LM1_Psi( 1.350)
------------------------------------------------------------------------------------------
6    cha01         Serviceability      Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 0.950)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.600)
 +            LM1_NoPsi( 1.000) +       Tendon Primary( 0.950)
------------------------------------------------------------------------------------------
7    cha02         Serviceability      Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 1.050)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.600)
 +            LM1_NoPsi( 1.000) +       Tendon Primary( 1.050)
------------------------------------------------------------------------------------------
```

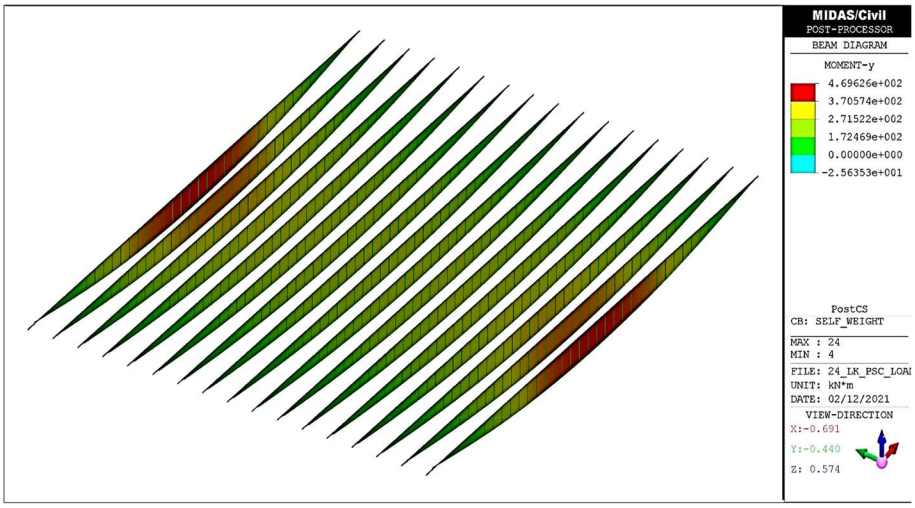
```
-----------------------------------------------------------------------------------------------
8    cha03         Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 0.950)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.600)
 +                  LM3( 1.000) +       Tendon Primary( 0.950)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
9    cha04         Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 1.050)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.600)
 +                  LM3( 1.000) +       Tendon Primary( 1.050)
-----------------------------------------------------------------------------------------------

10   cha05         Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 0.950)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.600)
 +                  LM4( 1.000) +       Tendon Primary( 0.950)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
11   cha06         Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 1.050)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.600)
 +                  LM4( 1.000) +       Tendon Primary( 1.050)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
12   cha07         Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 0.950)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 1.000)
 +              LM1_Psi( 1.000) +       Tendon Primary( 0.950)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
13   cha08         Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 1.050)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 1.000)
 +              LM1_Psi( 1.000) +       Tendon Primary( 1.050)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
14   frek01        Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 0.950)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.500)
 +              LM1_Psi( 1.000) +       Tendon Primary( 0.950)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
15   frek02        Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 1.050)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.500)
 +              LM1_Psi( 1.000) +       Tendon Primary( 1.050)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
16   k-p01         Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 0.950)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.500)
 +       Tendon Primary( 0.950)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
17   k-p02         Serviceability     Add
            Self_weight( 1.000) +              Zvršok( 1.000) +     Tendon Secondary( 1.050)
 +      Creep Secondary( 1.000) +  Shrinkage Secondary( 1.000) +                Temp( 0.500)
 +       Tendon Primary( 1.050)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
```

11. ÚČINKY JEDNOTLIVÝCH ZAŤAŽENÍ

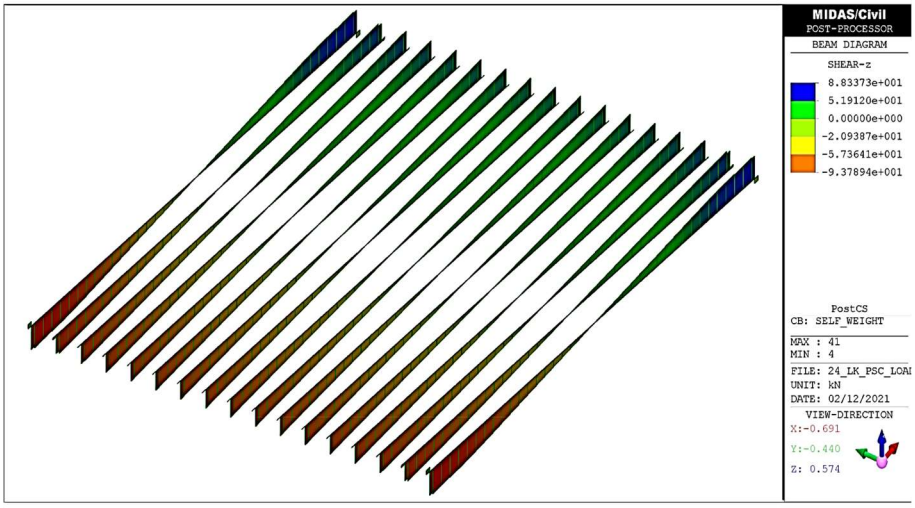


Obr. 14 Sledované nosníky v priečnom smere č. 9, 14, 17

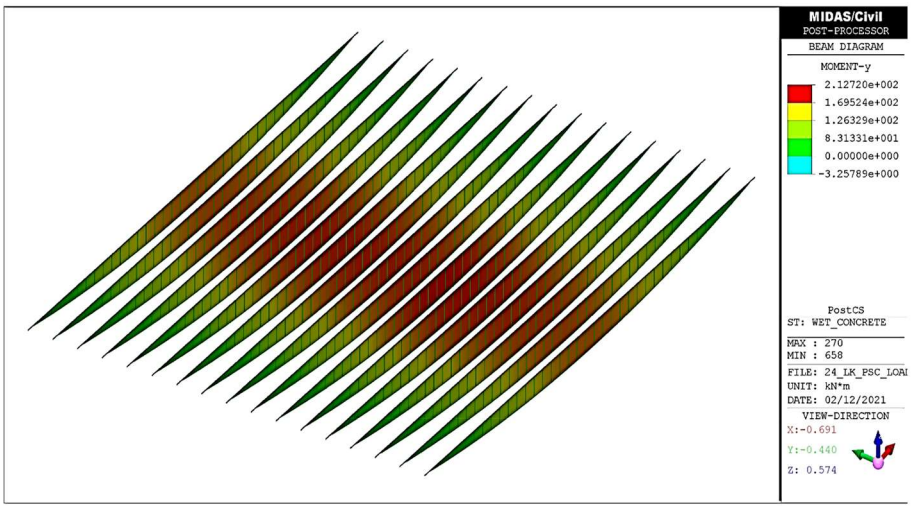
11.1 Etapa – štádium koniec životnosti



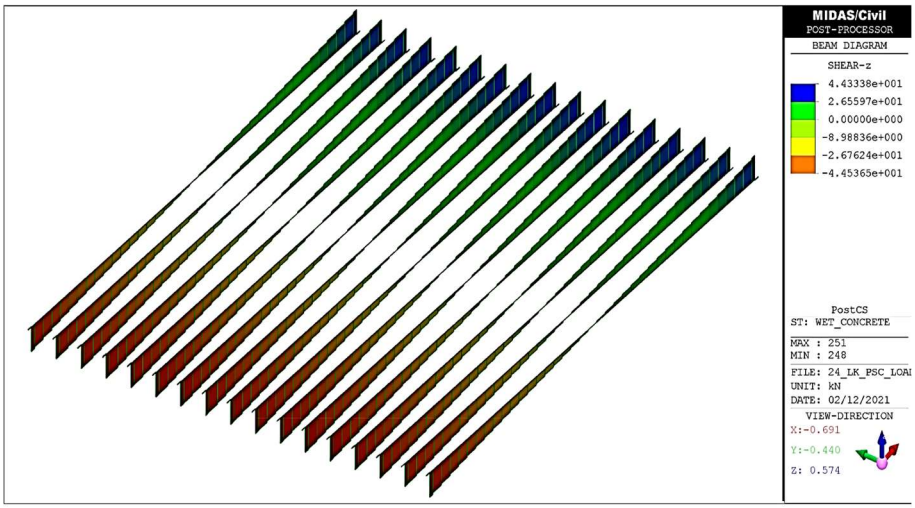
Obr. 15 Priebeh ohybových momentov od vlastnej tiaže (kNm)



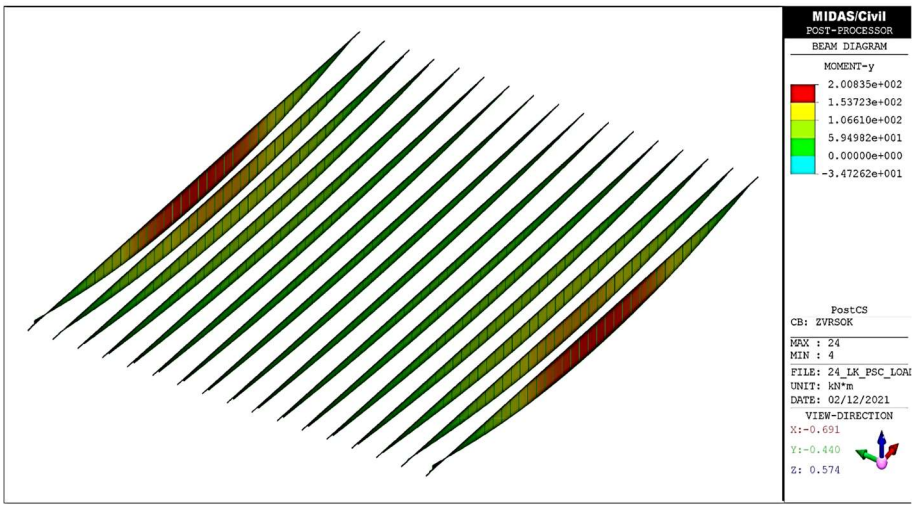
Obr. 16 Priebeh posúvajúcich síl od vlastnej tiaže (kN)



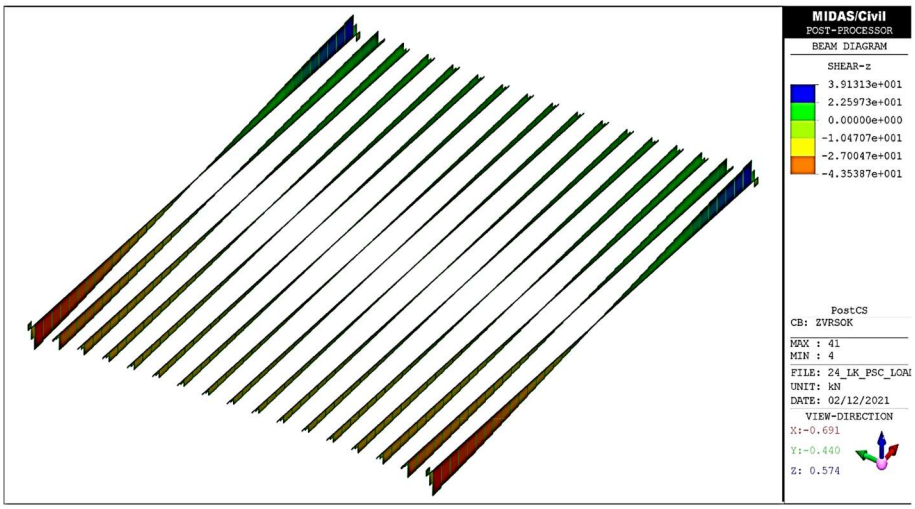
Obr. 17 Priebeh ohybových momentov od tiaže mokrého betónu (kNm)



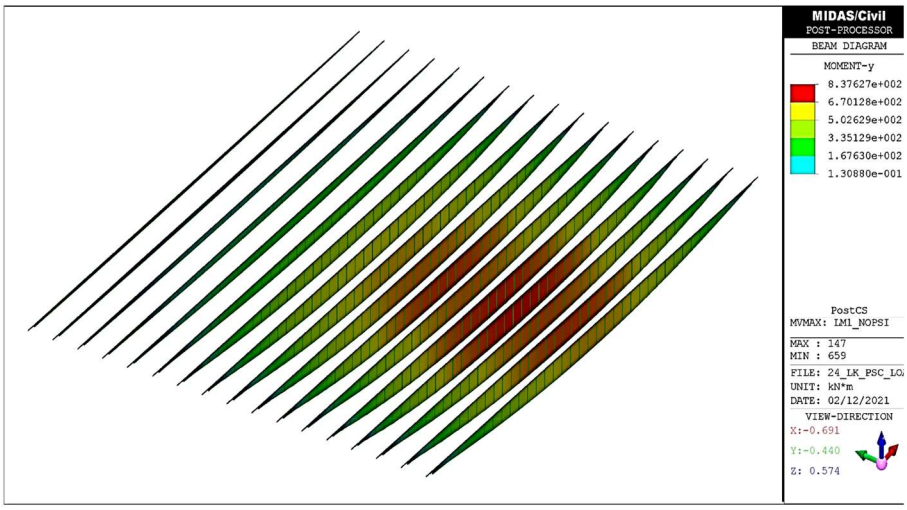
Obr. 18 Priebeh posúvajúcich síl od tiaže mokrého betónu (kN)



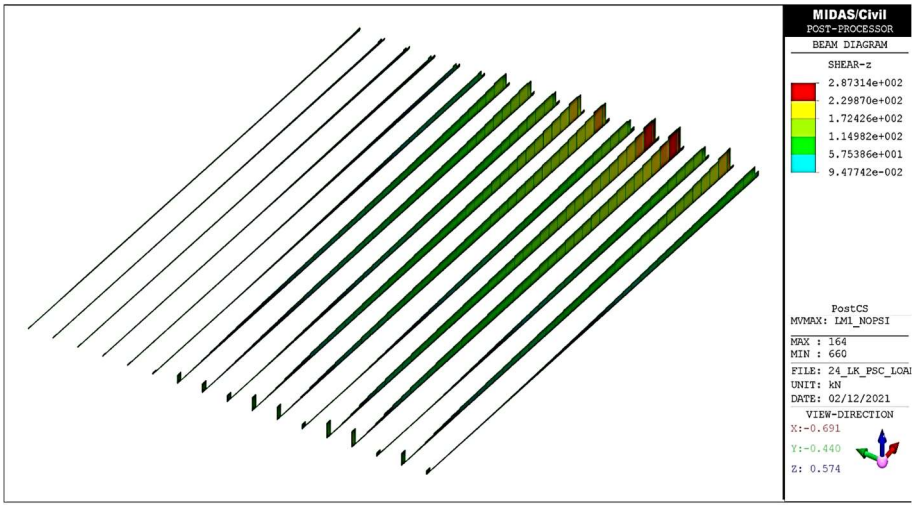
Obr. 19 Priebeh ohybových momentov od tiaže zvršku (kNm)



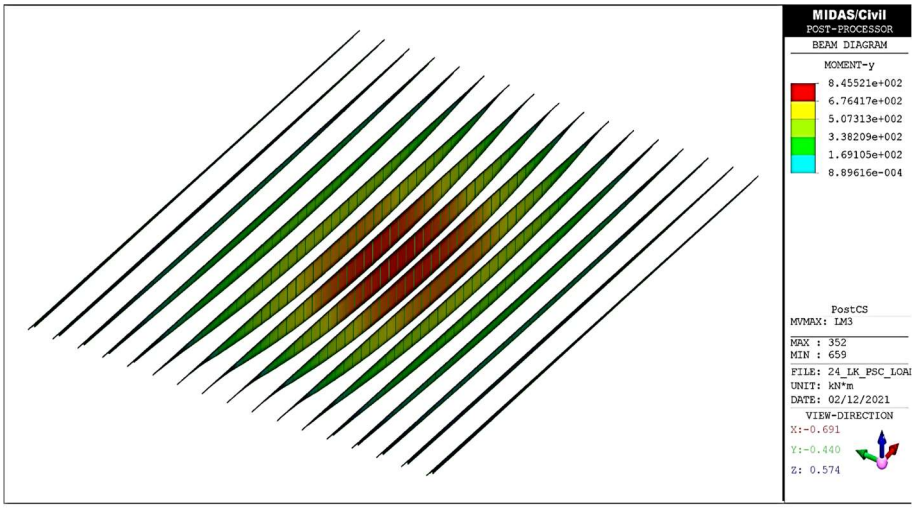
Obr. 20 Priebeh posúvajúcich síl od tiaže zvršku (kN)



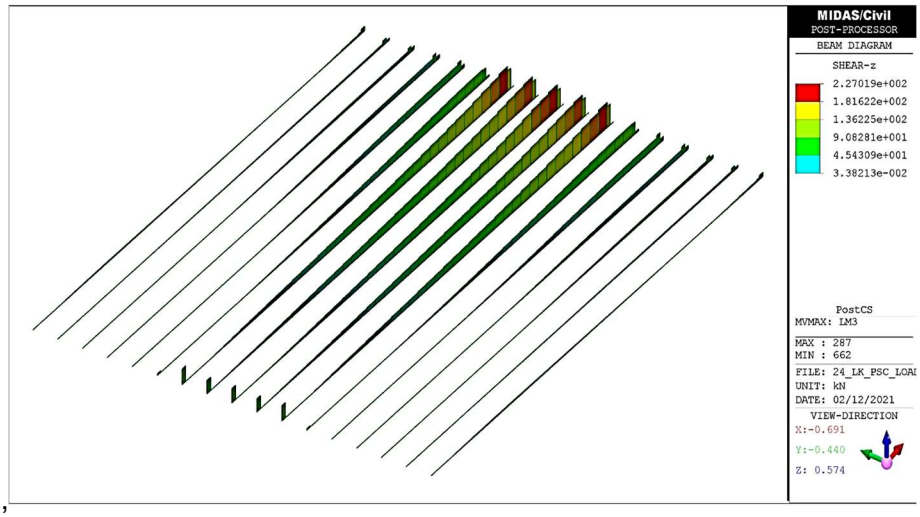
Obr. 21 Obálka ohybových momentov od LM1 NoPsi (kNm)



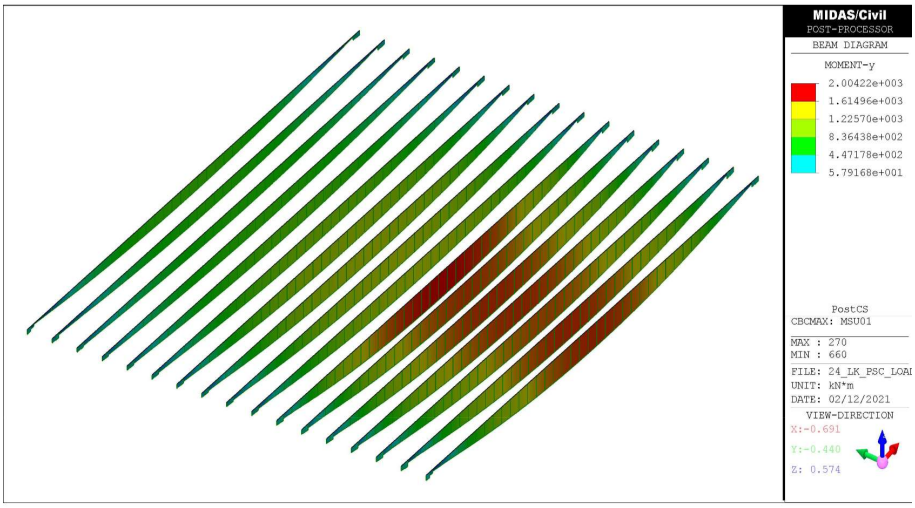
Obr. 22 Obálka posúvajúcich síl od LM1 NoPsi (kN)



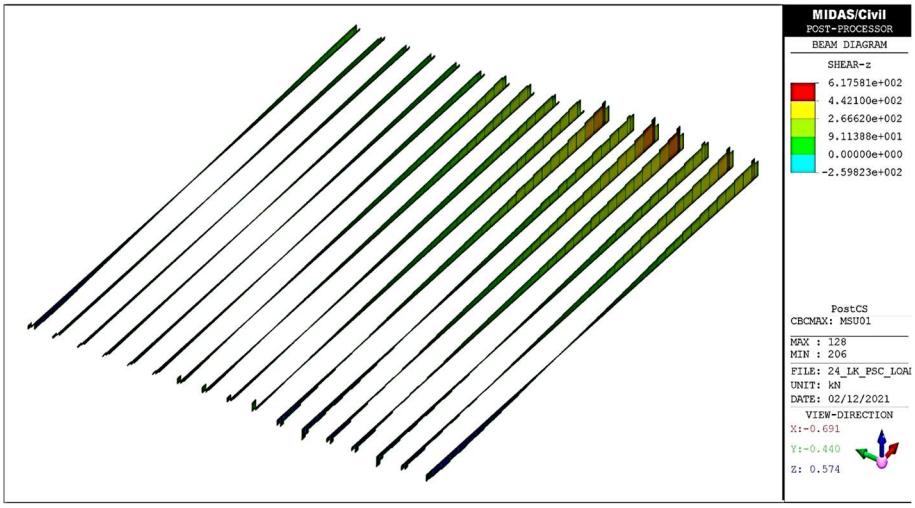
Obr. 23 Obálka ohybových momentov od LM3 (kNm)



Obr. 24 Obálka posúvajúcich síl od LM3 (kN)



Obr. 25 Obálka ohybových momentov od kombinácie zaťažení msu 1 (kNm)



Obr. 26 Obálka posúvajúcich síl od kombinácie zaťažení ms 1 (kN)

Charakteristické účinky zaťaženia		MEd			VEd		
		No. 9	No. 14	No. 17	No. 9	No. 14	No. 17
		(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)
Stále zaťaženie	Vlastná tiaž	321,00	351,20	441,50	69,80	72,50	93,80
	Zvršok	612,00	682,00	863,00	12,50	18,00	43,50
	Pohyblivý zložka stál. zaťa.	53,20	49,20	38,40	11,10	10,50	8,50
	Dotvarovanie/ Zmrašťovanie	-95,00	84,00	40,00	27,10	244,70	224,20
	Štádium výstavby-mokrý betón	206,40	204,30	191,60	43,20	42,90	43,00
	Sekundrárne účinky predpätia	28,3	28,3	28,3	163,1	96,3	79
Charakteristické účinky zaťaženia		MEd			VEd		
		/max./	/max./	/max./	/max./	/max./	/max./
		(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)
Premenné zaťaženie	LM1 No Psi	710,80	837,60	714,10	169,70	287,30	138,10
	LM1 Psi	460,70	555,30	459,80	109,70	198,70	88,90
	LM2 No Psi	261,20	329,20	305,00	64,40	184,80	56,70
	LM3	845,50	314,10	132,30	244,50	75,00	38,10
	LM4	196,90	182,30	142,10	41,20	38,90	31,50
	Vyhradna_zatazitelnost(max)	416,30	457,20	545,40	120,70	165,60	123,70
	LM_fat_3 - únavový model	184,60	217,40	242,30	58,30	101,20	61,00
	Oteplenie	85,00	46,00	28,50	3,00	24,00	55,00
	Ochladenie	82,00	45,00	19,00	3,00	23,20	53,50
Mimoriadne situácie							
	Náraz na obrubník	12,00	74,40	343,30	2,00	19,00	86,40
	Náraz do zvodidiel	11,2	74,5	338,5	1,9	19	84,2

12. MEDZNÉ STAVY POUŽÍVATEĽNOSTI

12.1 Kontrola napätí v predpínacej výstuži nosnej konštrukcie

Vopred predpínané: laná Ø Ls 15,7/1860		
Charakteristická pevnosť predpínacej ocele v ťahu	f_{pk} [MPa]	1860
Charakteristická dohodnutá medza 0,1 % predpínacej ocele	$f_{p0,1k}$ [MPa]	1640
Návrhová hodnota napätia v predpínacej oceli	f_{pd} [MPa]	1420

12.1.1 Stredná hodnota napätia v predpínacích jednotkách

Podľa STN EN 1992-2, čl. 7.2 pri charakteristickej kombinácii zaťažení stredná hodnota napätia v predpínacích jednotkách nemá prekročiť hodnotu $k_5 \cdot f_{pk}$, pričom $k_5 = 0,75$.

$$P_m = k_5 . f_{pk}$$
$$P_m = 0,75.1860MPa$$
$$P_m = 1395,0MPa$$

Kontrola napätí v predpínacej výstuži pri predpínaní, po vnesení predpätia a overenie strednej hodnoty napätia v predpínacích jednotkách sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách.

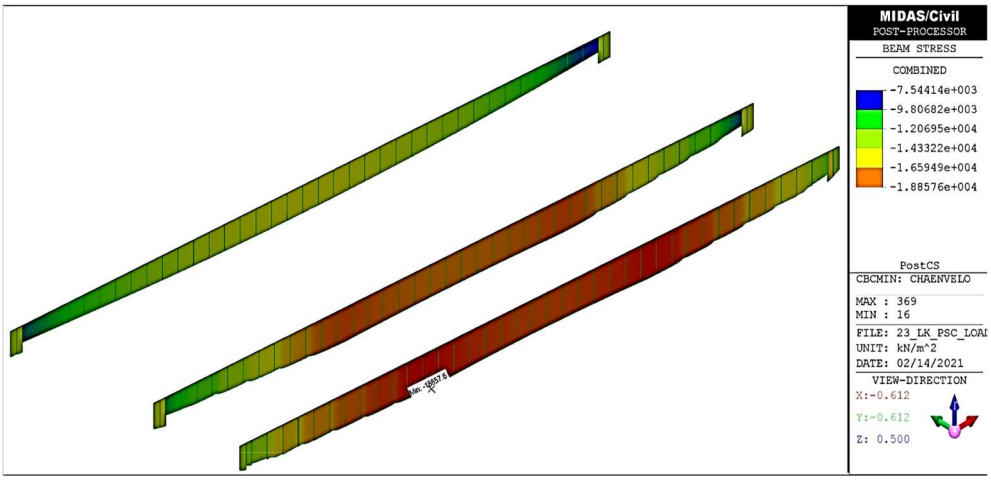
Nosník č.	Tendon	Tendon Stress			Tendon Stress Limit			$f_{p1}<P_{m0}$ (N/mm^2)	$f_{p2}<P_{m0}$ (N/mm^2)	$f_{pe}<P_m$ (N/mm^2)
		f_{p1} (N/m^2)	f_{p2} (N/mm^2)	f_{pe} (N/mm^2)	$P_{0,max}$ (N/mm^2)	P_{m0} (N/mm^2)	P_m (N/mm^2)			
		Po vnesení napätia-kotva	Po vnesení napätia-kábel	Stredná hodnota napätia	min(0,8.f_{pk} ; 0,9.$f_{p0,1}$)	min(0,75.f_{pk} ; 0,85.$f_{p0,1}$)	0,75.f_{pk}			
17	01A1	-	-	1185,2767	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01A2	-	-	1118,3488	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01A3	-	-	1140,5183	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01A4	-	-	1140,6282	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01A5	-	-	1118,55	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01A6	-	-	1187,3436	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01B1	-	-	1189,3446	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01B2	-	-	1108,805	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01B3	-	-	1108,6385	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01B4	-	-	1169,6756	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01B5	-	-	1169,8657	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01B6	-	-	1108,632	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01B7	-	-	1108,7938	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01B8	-	-	1192,1051	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01C1	-	-	1258,2666	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01C2	-	-	1258,4267	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01D1	-	-	1194,0956	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	01D2	-	-	1195,3357	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
14	04A1	-	-	1186,0206	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04A2	-	-	1106,7454	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04A3	-	-	1131,8123	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04A4	-	-	1131,898	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04A5	-	-	1107,0012	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04A6	-	-	1186,0774	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04B1	-	-	1190,1169	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04B2	-	-	1094,349	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04B3	-	-	1093,094	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04B4	-	-	1164,9336	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04B5	-	-	1165,001	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04B6	-	-	1093,2663	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04B7	-	-	1094,7531	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04B8	-	-	1190,2576	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04C1	-	-	1258,0803	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04C2	-	-	1258,3488	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04D1	-	-	1193,9235	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE
	04D2	-	-	1193,9562	-	-	1334,6577	-	-	VYHOVUJE

12.2 Kontrola tlakových napätí v betóne

Podľa STN EN 1992-2, čl. 7.2 pri charakteristickej kombinácii zaťažení nesmú tlakové napätia v betóne prekročiť hodnotu $k_1 \cdot f_{ck}(t)$, pričom k_1=0,6.

$$|min.\ \sigma_{h,d}| < k_1 . f_{ck}(t)$$

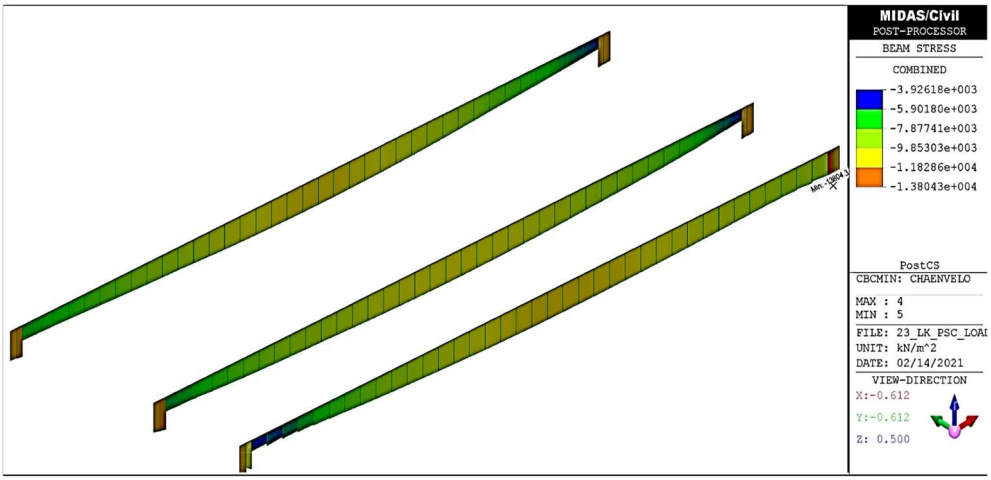
12.2.1 Kontrola tlakových napätí v betóne – nosník



Obr. 27 Obálka minimálnych tlakových napätí v nosníku od charakteristických kombinácií zaťažení

$|min.\ \sigma_{h,d}| < k_1.f_{ck}(t)$
$|min.\ \sigma_{h,d}| < 0{,}6.50MPa$
$|-18{,}857| < 30{,}0MPa$
VYHOVUJE

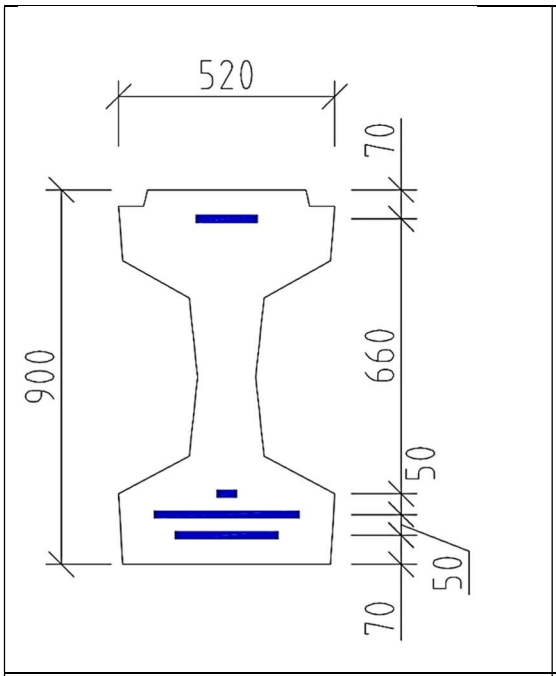
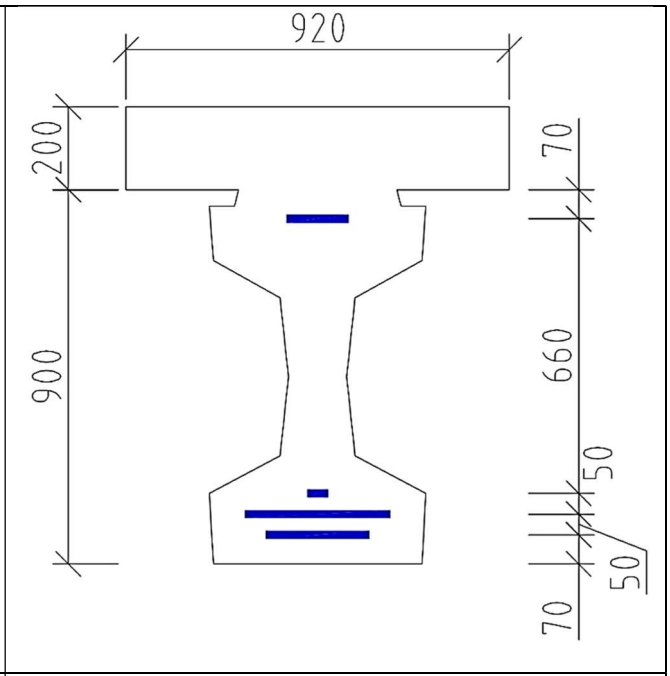
12.2.2 Kontrola tlakových napätí v betóne – spriahajúca doska



Obr. 28 Obálka minimálnych tlakových napätí v doske od charakteristických kombinácií zaťažení

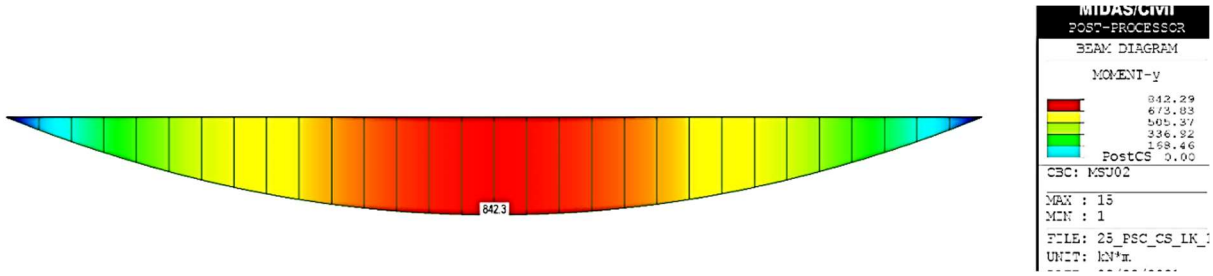
$|min.\ \sigma_{h,d}| < k_1.f_{ck}(t)$
$|min.\ \sigma_{h,d}| < 0{,}6.35MPa$
$|-13{,}804| < 21{,}0MPa$
VYHOVUJE

13. MEDZNÉ STAVY ÚNOSNOSTI

	
$M_{Rd} = 1942{,}21\ kNm$	$M_{Rd} = 3497{,}00kNm$
$V_{Rd} = 521{,}33\ kN$	$V_{Rd} = 637{,}18\ kN$

13.1 Štádium výstavby

Uvažované štádium zohľadňuje zaťaženie pri výstavbe (vlastná tiaž, mokrý betón a podobne)

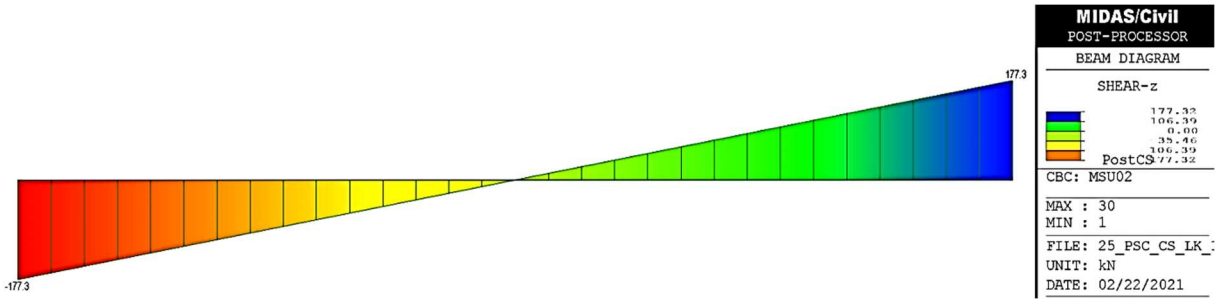


Obr. 29 Obálka ohybových momentov pri výstavbe (kNm)

$M_{Ed} \leq M_{Rd}$

$842{,}3\ kNm\ \leq 1942{,}21\ kNm$

VYHOVUJE



Obr. 30 Obálka posúvajúcich síl pri výstavbe (kN)

$V_{Ed} \leq V_{Rd}$

$177{,}3\ kNm\ \leq 521{,}33\ kNm$

VYHOVUJE

13.2 Koniec životnosti

13.2.1 Ohybový moment

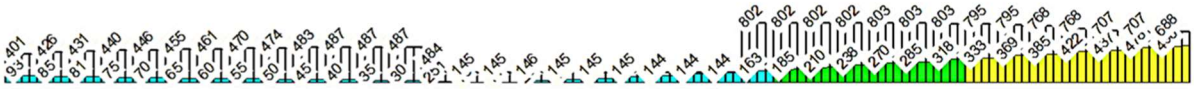
Obr. 31 Obálka ohybových momentov od msu kombinácie zaťažení a obálka únosnosti

$M_{Ed} \leq M_{Rd}$

$2256\ kNm\ \leq 3497\ kNm$

VYHOVUJE

13.2.2 Posúvajúca sila



$V_{Ed} \leq V_{Rd}$

$498\ kNm\ \leq 637\ kNm$

VYHOVUJE

13.2.3 Krútenie

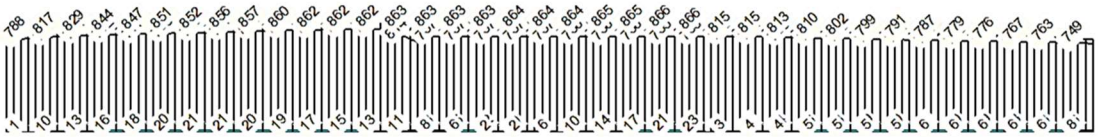
Obr. 32 Obálka torzných momentov a obálka torznej únosnosti

$T_{Ed} \leq T_{Rd}$

$77\ kNm\ \leq 701\ kNm$

VYHOVUJE

13.2.4 Krútenie a posúvajúca sila



Obr. 33 Obálka kombinácie torzných momentov a posúvajúcich síl a obálka torznej únosnosti

$T_{Ed} \leq T_{Rd}$

$86\ kNm\ \leq 749\ kNm$

VYHOVUJE

14. STANOVENIE ZAŤAŽITEĽNOSTI

		MEd			VEd		
		/max./	/max./	/max./	/max./	/max./	/max./
		(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)
MSU	MSU 6.10b/01	2271,11	2541,82	2608,32	452,47	532,89	440,11
	MSU 6.10a/01	2267,50	2775,10	2884,90	557,57	678,02	539,85
	MSU 6.10a/02	1660,54	2088,76	2332,62	415,42	539,64	429,96
	MSU 6.10a/03	2449,35	2068,24	2099,47	658,55	391,41	404,85
	MSU 6.10a/04	1573,74	1890,45	2112,70	384,10	342,68	395,94
	MSU |max.|	**2449,35**	**2775,10**	**2884,90**	**658,55**	**678,02**	**539,85**
	MGd	**1256,67**	**1603,62**	**1884,87**	**164,57**	**187,38**	**259,56**

MSP	Charakteristická 01	1678,50	2045,40	2122,65	292,90	436,50	354,20
	Charakteristická 02	1228,90	1537,00	1713,55	187,60	334,00	272,80
	Charakteristická 03	1813,20	1277,90	1540,85	367,70	224,20	254,20
	Charakteristická 04	1164,60	1390,10	1550,65	164,40	188,10	247,60
	Charakteristická |max.|	**1813,20**	**2045,40**	**2122,65**	**367,70**	**436,50**	**354,20**

MSP	Častá 01	1380,20	1750,00	1871,00	393,30	422,60	334,50
	Častá |max.|	**1380,2**	**1750**	**1871**	**393,3**	**422,6**	**334,5**
	Kvázi - stála 01	919,50	1194,70	1411,20	283,6	223,9	245,6
	Kvázi - stála |max.|	**919,50**	**1194,70**	**1411,20**	**283,6**	**223,9**	**245,6**

Mimoriadna návrhová		MEd			VEd		
		No. 9	**No. 14**	**No. 17**	**No. 9**	**No. 14**	**No. 17**
		(kNm)	**(kNm)**	**(kNm)**	**(kN)**	**(kN)**	**(kN)**
	Mimoriadna 01	1598,60	2028,70	2405,90	438,50	484,50	463,90
	Mimoriadna 02	1597,80	2028,80	2401,10	438,40	484,50	461,70
	Mimoriadna |max.|	**1598,60**	**2028,80**	**2405,90**	**438,50**	**484,50**	**463,90**

14.1 Normálna zaťažiteľnosť

Zaťažiteľnosť stanovená z ohybovej odolnosti

$$W_{n,rep} = 320\ kN$$

$$F_z = \frac{(M_{Rd} - M_{Gd})}{M_{EdWn}} = 1{,}67$$

$$W_n = F_z . W_{n,rep} = 535{,}1kN$$ **v_n = 53 t**

Zaťažiteľnosť stanovená zo šmykovej odolnosti

$$W_{n,rep} = 320\ kN$$

$$F_z = \frac{(V_{Rd} - V_{Gd})}{V_{EdWn}} = 1{,}16$$

$$W_n = F_z . W_{n,rep} = 371{,}0kN$$ **v_n = 37 t**

14.1.1 Výhradná zaťažiteľnosť

Zaťažiteľnosť stanovená z ohybovej odolnosti

$$W_{r,rep} = 900\ kN$$

$$W_{r1} = \frac{W_{r,rep}}{\varphi} = 661{,}76kN$$

$$K_{z,r} = \frac{(M_{Rd} - M_{Gd})}{M_{EdWr}} = 2{,}19$$

$$W_r = K_{z,r}.W_{r1} = 1449{,}0kN$$ **v_n = 145 t**

Zaťažiteľnosť stanovená zo šmykovej odolnosti

$$W_{r,rep} = 900\ kN$$

$$W_{r1} = \frac{W_{r,rep}}{\varphi} = 661{,}76kN$$

$$K_{z,r} = \frac{(V_{Rd} - V_{Gd})}{V_{EdWr}} = 2{,}01$$

$$W_r = K_{z,r}.W_{r1} = 1330{,}9kN$$ **v_n = 133t**

14.1.2 Výnimočná zaťažiteľnosť

Zaťažiteľnosť stanovená z ohybovej odolnosti

$$W_{e,rep} = 3000\ kN$$

$$W_{e1} = W_{e,rep} = 3000kN$$

$$K_{z,e} = \frac{(M_{Rd} - M_{Gd})}{M_{EdWe}} = 1{,}96$$

$$W_r = K_{z,e}.W_{e1} = 5888{,}2kN$$ **v_n = 588 t**

Zaťažiteľnosť stanovená zo šmykovej odolnosti

$$W_{e,rep} = 3000\ kN$$

$$W_{e1} = W_{e,rep} = 3000kN$$

$$K_{z,e} = \frac{(V_{Rd} - V_{Gd})}{V_{EdWe}} = 1{,}43$$

$$W_r = K_{z,e}.W_{e1} = 4293{,}9kN$$ **v_n = 429 t**

Zaťažiteľnosť	MEd			VEd			|min.|
	No. 9	**No. 14**	**No. 17**	**No. 9**	**No. 14**	**No. 17**	
	(kNm)	**(kNm)**	**(kNm)**	**(kN)**	**(kN)**	**(kN)**	**(t)**
RRd Únosnosť prierezov	3497,00	3497,00	3497,00	637,00	637,00	637,00	
RGd	1256,67	1603,62	1884,87	164,57	187,38	259,56	
MEdWn	959,58	1130,76	964,04	229,10	387,86	186,44	
Fz	2,33	1,67	1,67	2,06	1,16	2,02	
Wn / Normálna zaťažiteľnosť	74,71	53,58	53,51	65,99	37,10	64,78	**37**

MEdWr	562,01	617,22	736,29	162,95	223,56	167,00	
Kz,r	3,99	3,07	2,19	2,90	2,01	2,26	
Wr,1	661,76	661,76	661,76	661,76	661,76	661,76	
φ	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	
Wr / Výhradná zaťažiteľnosť	263,80	203,00	144,90	191,87	133,09	149,57	**133**

Me,rep	1141,43	423,90	178,61	330,08	101,25	51,44	
Kz,e	1,96	4,47	9,03	1,43	4,44	7,34	
We / Výnimočná zaťažiteľnosť	588,82	1339,97	2707,87	429,39	1332,21	2201,46	**429**

14.2 Posúdenie na únavu

Posúdenie na únavu sa vyhotovilo na prierez po rekonštrukcii

14.2.1 Medzipodperový prierez

$k_1 = 0{,}85$

$\beta_{cc} = 1{,}272$

$$f_{cd,fat} = k_1 . \beta_{cc}(t_0) . f_{cd} . \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{ed}}{I_{ir}} . y$$

$$\sigma_{c,min} = \frac{M_{g,s}}{I_{ir}} . y$$

$$\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0{,}5 + 0{,}45 \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}}; \leq 0{,}9 \;\; pre\; f_{ck} \leq 50MPa$$

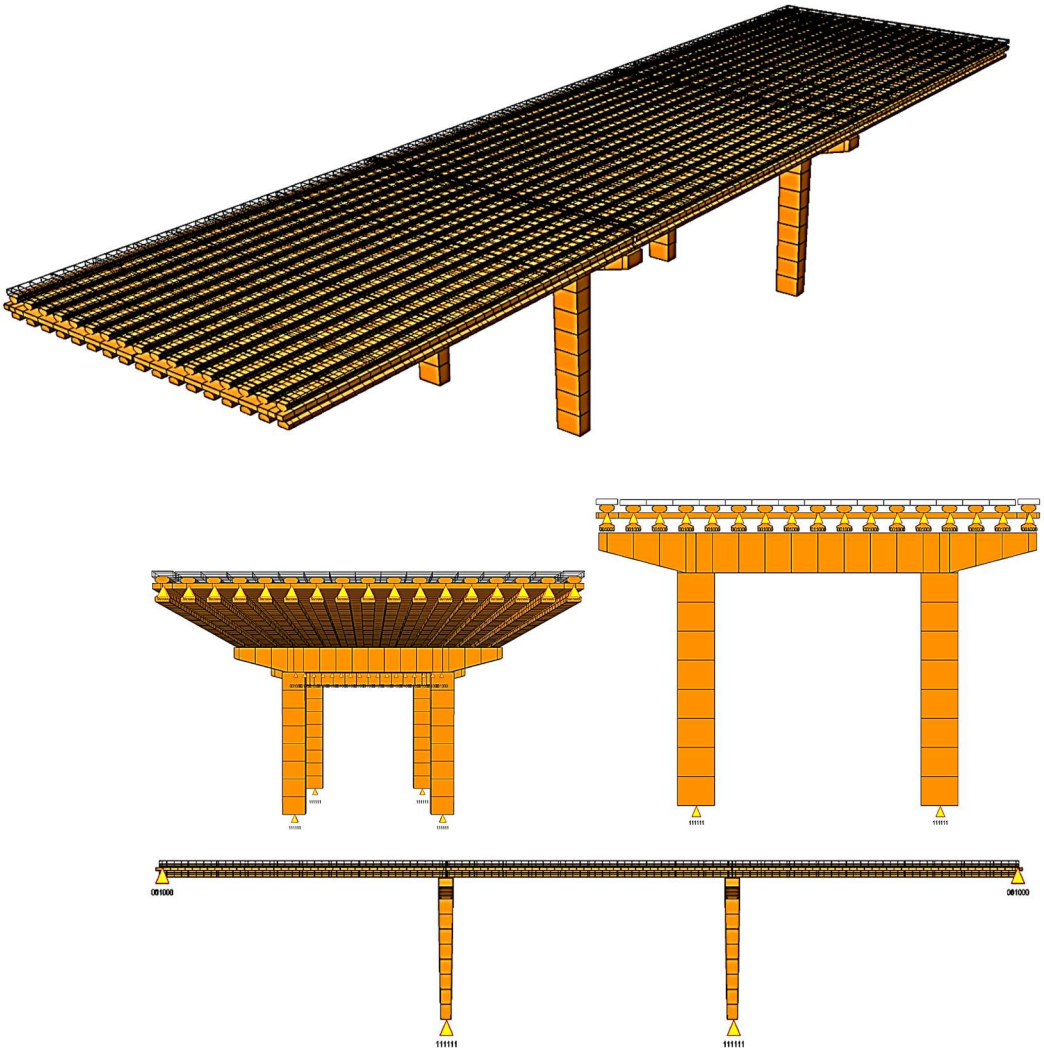
Nosník 17	k1	Bcc	fck (MPa)	fcd (MPa)	fcd,fat (MPa)	σc,max (MPa)	σc,min (MPa)	σc,max / fcd,fat	≤	0,5+0,45.(σc,min / fcd,fat)	≤	0,9	
Doska	0,85	1,275	35	19,83	18,482	7,036	5,538	0,3807	≤	0,6348	≤	0,9	**VYHOVUJE**
Nosník	0,85	1,214	50	28,33	23,387	4,253	3,378	0,1819	≤	0,5650	≤	0,9	**VYHOVUJE**

VYHOVUJE

15. POSÚDENIE SPODNEJ STAVBY

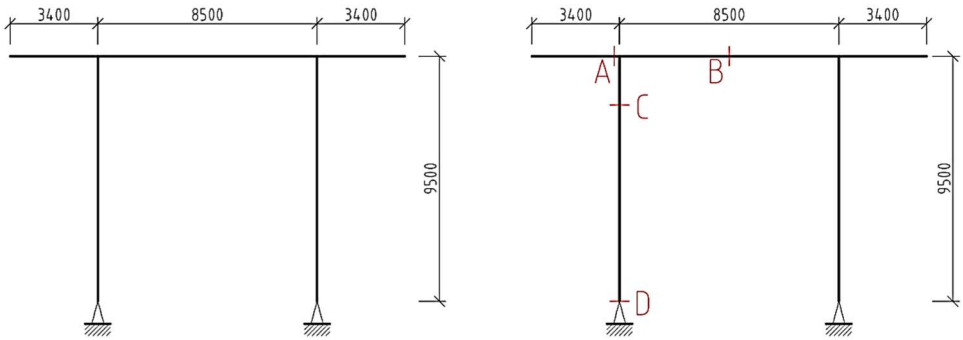
15.1 Model spodnej stavby

Model spodnej stavby mosta bol vyhotovený na základe diagnostiky mosta. Z dôvodu opakovateľnosti polí boli namodelované len tri polia so spodnou stavbou.



Obr. 34 Model spodnej stavby mosta

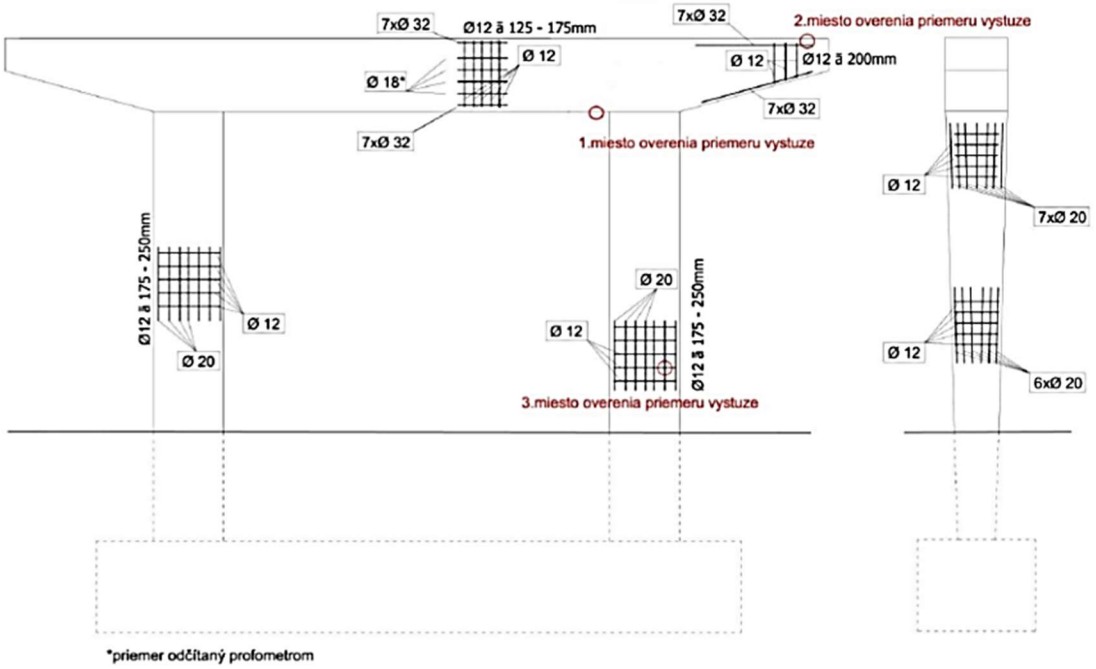
15.2 Statická schéma



Obr. 35 Statická schéma spodnej stavby a sledované rezy

15.3 Diagnostika spodnej stavby

Diagnostiku spodnej stavby mosta bola vyhotovená Centrom výskumu a inovácií v stavebníctve na Stavebnej fakulte Technickej univerzity v Košiciach.

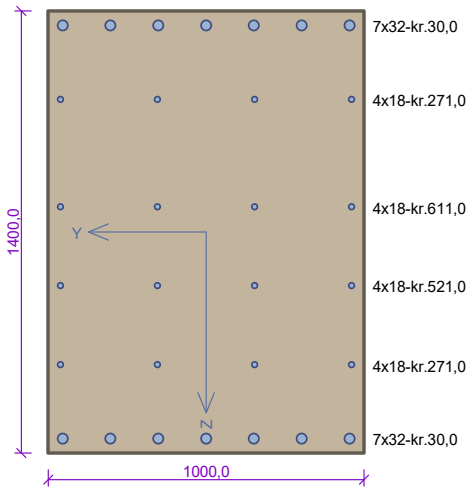


Obr. 36 Výstup z diagnostiky spodnej stavby mosta

15.4 Posúdenie spodnej stavby

15.4.1 Rez: A-A

A-A



Typ prvku: nosník
Prostředí: XC1, XD1, XF1

Beton: C 30/37
f_{ck} = 30,0 MPa; f_{ctm} = 2,9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa
Ocel podélná: B500B (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)
Ocel příčná: B500 (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačenou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
$\rho_{s,t}$ = 0,00615 ≥ $\rho_{s,min}$ = 0,00151 ⇒ **Vyhovuje**
ρ_s = 0,011 ≤ $\rho_{s,max}$ = 0,04 ⇒ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$\rho_{w,min}$ = 0,000876 ≤ ρ_w = 0,00302 ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max}$ = 400,0 mm ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max}$ = 600,0 mm

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	msu01	0,00	-3731,60	0,00	2552,00	0,00	83,4	Vyhovuje
		0,00	-4476,35	0,00	3789,39	0,00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 83,4 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	cha	0,00	-2764,00	0,00	14,02	328,78	70,91	82,2	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck}$ / $k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	kvazi-stala	0,00	-1398,60	0,00	586.10^{-6}	0,251	0,147	49,0	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

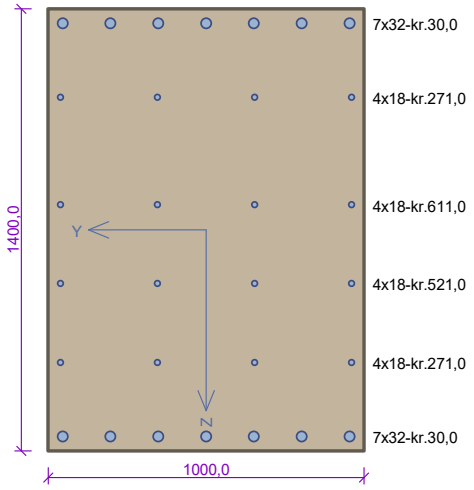
Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 82,2 %

Využití: 83,4 %

83,4 % VYHOVUJE

15.4.2 Rez: B-B

B-B



Typ prvku: nosník
Prostředí: XC1, XD1, XF1

Beton: C 30/37
f_{ck} = 30,0 MPa; f_{ctm} = 2,9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa
Ocel podélná: B500B (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)
Ocel příčná: B500 (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačenou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
$\rho_{s,t}$ = 0,00609 ≥ $\rho_{s,min}$ = 0,00151 ⇒ **Vyhovuje**
ρ_s = 0,011 ≤ $\rho_{s,max}$ = 0,04 ⇒ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$\rho_{w,min}$ = 0,000876 ≤ ρ_w = 0,00302 ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max}$ = 400,0 mm ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max}$ = 600,0 mm

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	msu02	0,00	4338,60	0,00	200,00	0,00	95,2	Vyhovuje
		0,00	4559,21	0,00	3827,16	0,00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 95,2 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	cha	0,00	3213,80	0,00	16,20	374,84	82,10	93,7	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck}$ / $k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	kvazi-stala	0,00	790,60	0,00	267.10^{-6}	0,329	0,088	29,3	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

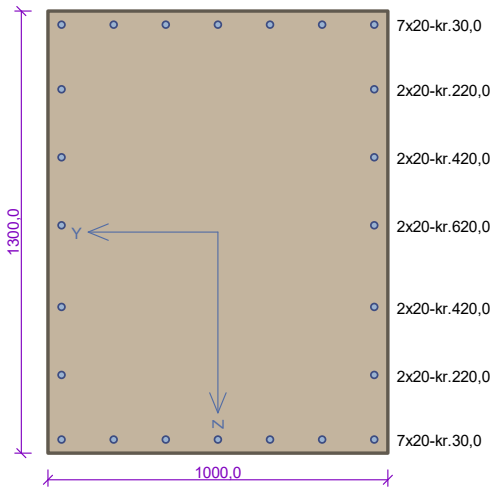
Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 93,7 %

Využití: 95,2 %

95,2 % VYHOVUJE

15.4.3 Rez: C-C

C-C



Typ prvku: sloup
Prostředí: XC1, XD1, XF1

Beton: C 30/37
f_{ck} = 30,0 MPa; f_{ctm} = 2,9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa
Ocel podélná: B500B (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)
Ocel příčná: B500 (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačenou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):
ρ_s = 0,0058 ≥ $\rho_{s,min}$ = 0,002 ⇒ **Vyhovuje**
ρ_s = 0,0058 ≤ $\rho_{s,max}$ = 0,04 ⇒ **Vyhovuje**

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků d = 6 mm ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max}$ = 300,0 mm ⇒ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	msu01	0,00	-1082,00	309,00	118,00	0,00	56,0	Vyhovuje
		0,00	-1931,32	551,55	3523,63	0,00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 56,0 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	cha	0,00	-801,40	229,40	11,50	249,21	58,98	63,9	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	kvazi-stala	0,00	158,90	20,40	122.10^{-6}	0,601	0,073	24,4	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

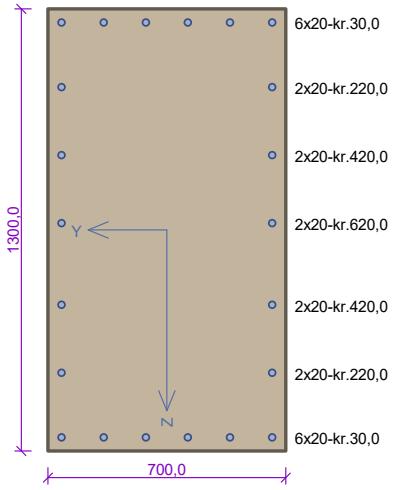
Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 63,9 %

Využití: 63,9 %

63,9 % VYHOVUJE

15.4.4 Rez: D-D

D-D



Typ prvku: sloup
Prostředí: XC1, XD1, XF1

Beton: C 30/37
f_{ck} = 30,0 MPa; f_{ctm} = 2,9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa
Ocel podélná: B500B (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)
Ocel příčná: B500 (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)

Vzpěr
Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{ef,y}$ = 8,00 × 0,50 = 4,00 m
Vzpěrná délka kolmo na osu Z: $l_{ef,z}$ = 8,00 × 0,50 = 4,00 m

S tlačenou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):
ρ_s = 0,0076 ≥ $\rho_{s,min}$ = 0,002 ⇒ **Vyhovuje**
ρ_s = 0,0076 ≤ $\rho_{s,max}$ = 0,04 ⇒ **Vyhovuje**

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků d = 6 mm ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max}$ = 300,0 mm ⇒ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} / T_{Rd} [kNm]	Využití [%]	Posouzení
1	msu01	-6893,00	408,30 → 530,54	211,90 → 130,12	183,00	37,00	17,00	37,8	Vyhovuje
		-18234,60	3021,79	743,21	2199,61	444,73	51,91		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 37,8 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	cha	-5106,00	302,00 → 374,21	158,00 → 230,21	9,13	-11,71	53,31	50,7	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck}$ / $k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00			

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	kvazi-stala	-3187,40	74,80 → 134,96	25,90 → 46,98	-	-	0,000	0,0	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 50,7 %

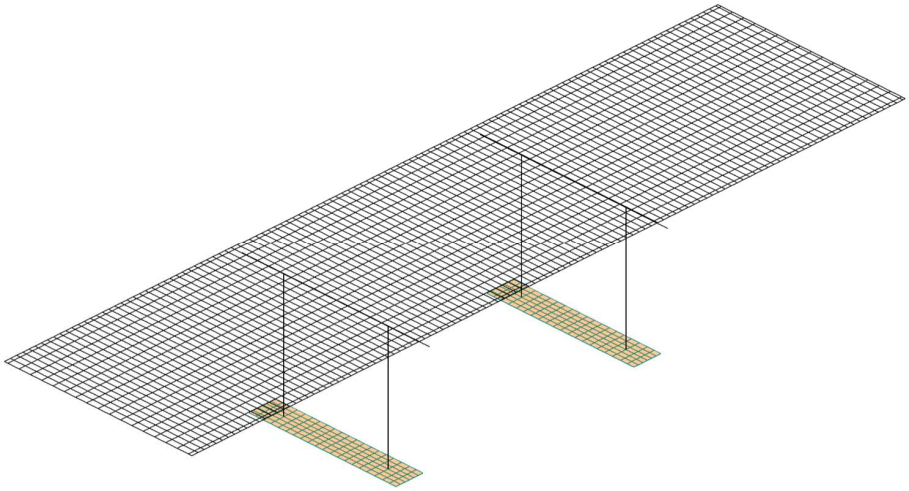
Využití: 50,7 %

50,7 % VYHOVUJE

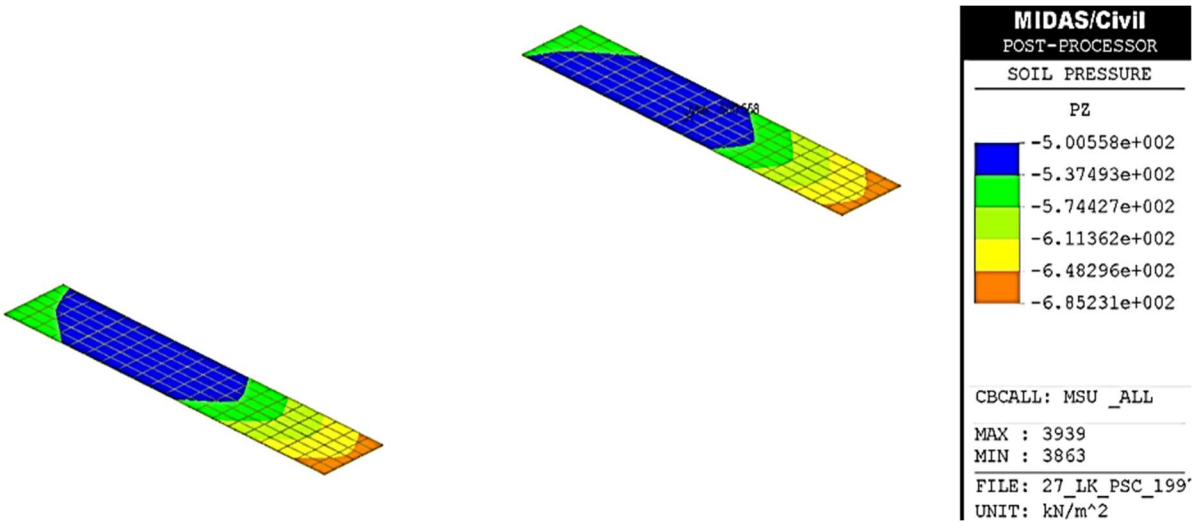
16. POSÚDENIE ZAKLADANIA MOSTA

V posúdení sa vychádzalo z predpokladu, že most je uložený plošne. Pre posúdenie zakladania mosta sa vyhotovil priestorový model v programe Midas civil spolu so spodnou stavbou uloženou na podloží. Posúdenie zakladania mosta sa posúdilo aj programe Geo 5. Z programu Geo 5 vyplynuli priaznivejšie účinky a preto je spomenutý vo výpočte iba nepriaznivejší stav z modelu v programe Midas civil.

Kombinácie zaťaženia boli vyhotovené v zmysle STN EN 1997.



Obr. 37 Model mosta spolu so zakladaním



Obr. 38 Obálka maximálnych kontaktných napätí v základovej škále od účinkov kombinácií vytvorených v zmysle STN EN 1997

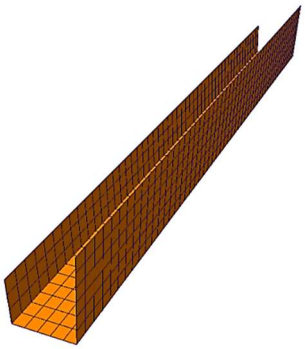
$\sigma_{Ed,soil} \leq \sigma_{Rd,soil}$

$685{,}2\ kPa\ \leq 700{,}0\ kPa$

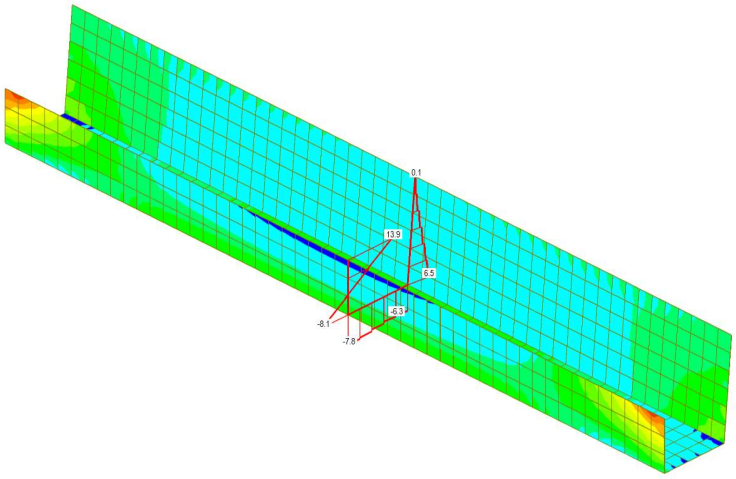
VYHOVUJE

17. POSÚDENIE ODVODŇUJÚCEHO ŽĽABU

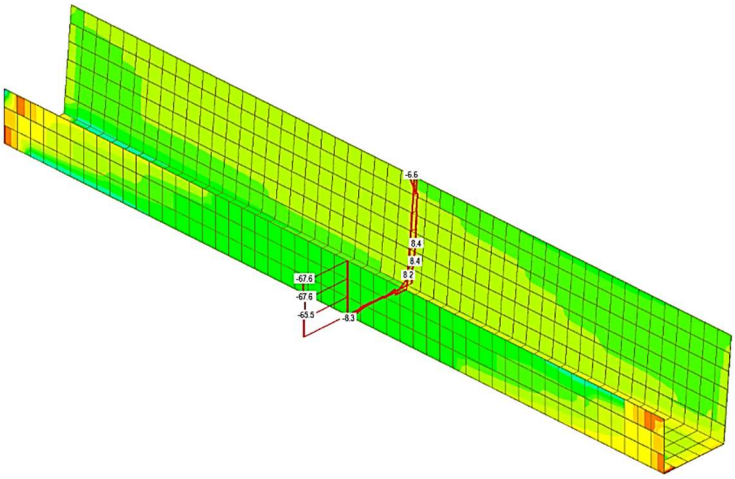
Pri návrhu žľabu bolo uvažovaný teplotný rozdiel medzi žľabom a spriahajúcou doskou 15°C.



Obr. 39 Doskový priestorový model žľabu

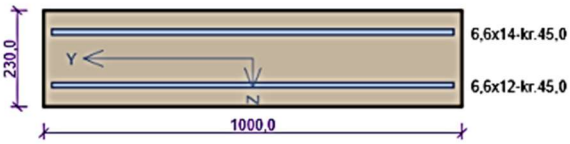


Obr. 40 Obálka ohybových momentov myy od kombinácie zaťažení msu (kNm)



Obr. 41 Obálka posúvajúcich síl Vyy od kombinácie zaťažení msu (kN/bm)

spoj-doska-žľab



Typ prvku: nosník
Prostředí: XC3, XD1, XF2

Beton: C 30/37
f_{ck} = 30,0 MPa; f_{ctm} = 2,9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa
Ocel podélná: B500B (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)
Ocel příčná: B500 (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačenou výztuží je počítáno.

Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 10 mm; Vzdálenost: 125,0 mm; Střihy: 3

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
$\rho_{s,t}$ = 0,00525 ≥ $\rho_{s,min}$ = 0,00151 ⇒ **Vyhovuje**
ρ_s = 0,00766 ≤ $\rho_{s,max}$ = 0,04 ⇒ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$\rho_{w,min}$ = 0,000876 ≤ ρ_w = 0,00188 ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max}$ = 134,2 mm ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max}$ = 134,2 mm

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	msu01	67,60	13,90	2,30	57,00	0,00	Vyhovuje
		821,17	56,39	9,03	334,28	0,00	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Zat. případ 2	74,50	17,20	2,90	6,71	191,26	-25,56	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck}$ / $k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

Mezní stav omezení šířky trhlin

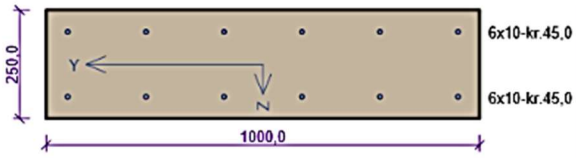
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
1	Zat. případ 3	74,50	17,30	2,90	569.10^{-6}	0,491	0,277	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

1

Dno žľabu



Typ prvku: nosník
Prostředí: XC3, XD1, XF2

Beton: C 30/37
f_{ck} = 30,0 MPa; f_{ctm} = 2,9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa
Ocel podélná: B500B (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)
Ocel příčná: B500 (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačenou výztuží je počítáno.

Spony, vnitřní třminky svislé
Profil: 10 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 6

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
$\rho_{s,t}$ = 0,00343 ≥ $\rho_{s,min}$ = 0,00151 ⇒ **Vyhovuje**
ρ_s = 0,00377 ≤ $\rho_{s,max}$ = 0,04 ⇒ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$\rho_{w,min}$ = 0,000876 ≤ ρ_w = 0,00314 ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max}$ = 150,0 mm ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max}$ = 150,0 mm

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	msu01	61,00	7,80	4,50	8,20	0,00	Vyhovuje
		439,13	40,31	23,25	609,94	0,00	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Zat. případ 2	67,60	7,10	4,90	3,63	166,17	-22,12	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck}$ / $k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

Mezní stav omezení šířky trhlin

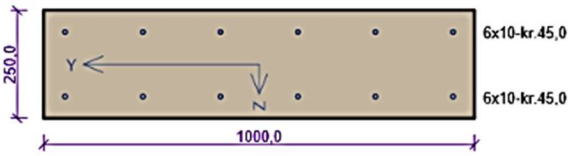
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
1	Zat. případ 3	67,60	7,00	4,90	474.10^{-6}	0,604	0,286	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

2

vonkajšia stena žľabu



Typ prvku: nosník
Prostředí: XC3, XD1, XF2

Beton: C 30/37
f_{ck} = 30,0 MPa; f_{ctm} = 2,9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa
Ocel podélná: B500B (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)
Ocel příčná: B500 (f_{yk} = 500,0 MPa; E_s = 200000 MPa)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačenou výztuží je počítáno.

Spony, vnitřní třminky svislé
Profil: 10 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 6

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
$\rho_{s,t}$ = 0,00291 ≥ $\rho_{s,min}$ = 0,00151 ⇒ **Vyhovuje**
ρ_s = 0,00377 ≤ $\rho_{s,max}$ = 0,04 ⇒ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$\rho_{w,min}$ = 0,000876 ≤ ρ_w = 0,00314 ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max}$ = 150,0 mm ⇒ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max}$ = 150,0 mm

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	msu01	5,00	6,50	1,10	8,40	0,00	Vyhovuje
		439,13	46,28	7,83	605,08	0,00	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Zat. případ 2	7,60	6,70	1,30	2,61	83,72	-8,58	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck}$ / $k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
1	Zat. případ 3	7,60	6,70	1,30	248.10^{-6}	0,604	0,150	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

3

18. STANOVENIE POSUNOV MOSTNÝCH LOŽÍSK

Betón			
tr.	C 45/55		
f_{ck}=	45	MPa	Char. valcová pevnosť bet. v tlaku
$f_{ck,cube}$=	55	MPa	Char. kocková pevnosť bet. v tlaku
f_{cm}=	53	MPa	Stredná hod. valcovej pev. bet. v tlaku
f_{cmo}=	10	MPa	Stredná hodnota pevnosti betónu
E_{cm}=	36	Gpa	Sečnicový modul pružnosti

Prierez			
A_c=	0,48	23,584	Plocha prierezu
u=	2,6	m	Obvod prvku v kontakte s atmosférou
RH0=	100	%	Relatívna vlhkosť 100%
RH=	80	%	80% mosty
t=	36500	dní	Vek bet. v uvažovanom čase
t_0=	7	dni	Vek bet. pri zaťažení
t_s=	7	dni	Vek.bet na začiatku zmrašťovania
σ_c=	7,2	MPa	konšt. tlakové napätie od veku t0

Výpočet pomerného pretvorenia od dotvarovania betónu			
h_0=	369,23		Náhradný rozmer prvku
k_h=	0,733		Koeficient náhradnej výšky
α_1=	0,748		Súč. Na uváženie vplyvu pevnosti betónu
α_2=	0,920		
α_3=	0,813		
φ_{RH}=	1,112		Vplyv relatívnej vlhkosti
$\beta(f_{cm})$=	2,308		Vplyv pevnosti betónu na dotvarovanie
$\beta(t_0)$=	0,635		Vplyv veku zaťaženia na dotvarovanie
φ_0=	1,629		Základný súčiniteľ dotvarovania
β_H=	1022,632		Vplyv nahradneho rozmeru a vlhkosti
$\beta_c(t-t_0)$=	0,992		Rozvoj dotvar. v čase od zaťaženia
$\varphi(t-t_0)$=	1,615		Súčiniteľ dotvarovania
E_c=	37800	MPa	Dotyčnicový modul pružnosti betónu
$\varepsilon_{cc}(t, t_0)$=	3,077E-04		Pretvorenie bet. od dotvar.v čase t=100 rokov

Výpočet pomerného pretvorenia zo zmrašťovania z vysychania			
$\beta_{ds(t,ts)}$=	0,992		
k_n=	0,733		
α_{ds1}=	6	cement tr. R	
α_{ds2}=	0,11		
β_{RH}=	0,756		
ε_{cd0}=	3,16E-04		Pomerné pretvorenie zo zmrašťovania
$\varepsilon_{cd(t)}$=	2,30E-04		Základné pomerné pretvorenie zo zmrašťovania
Výpočet pomerného pretovrenia z autogénneho zmrašťovania			
$\beta_{as(t)}$=	1		
ε_{can}=	8,75E-05		
$\varepsilon_{can(t)}$=	8,75E-05		Pomerné pretovrenie zo zmrašťovania
Celkové pomerné pretvorenie od zmrašťovania			
$\varepsilon_{cs(t)}$=	3,17E-04		

Vplyv rovnomernej teploty na pohyby nosnej konštrukcie			
T_{max}=	41	°C	Max. teplota vzduchu-mapa NB
T_{min}=	-28	°C	Min. teplota vzduchu-mapa NB
Typ 3			Typ nonsej konštrukcie
$T_{e,max}$=	43	°C	Max. hodnota rovnomernej zložky
$T_{e,min}$=	-20	°C	Min. hodnota rovnomernej zložky
T_0=	10	°C	Začiatočná teplota mosta
ΔT=	10°C	°C	Prírastok teploty podľa STN EN 1991-1-5
ΔT_{Nexp}=	43	°C	Maximálny rozsah
ΔT_{Ncon}=	40	°C	Minimálny rozsah
αT=	0,000010	1/K	

Posuny v ložiskách			
L_{dil}=	19	m	Dĺžka úseku NK pre ktorú sa počíta posun
ΔL_{TNexp}=	8,2	mm	Posun od rovnomernej zložky teploty
ΔL_{TNcon}=	-7,6	mm	Posun od rovnomernej zložky teploty
ΔL_{cc}=	-5,8	mm	Posun od vplyvu dotvarovania
ΔL_{cs}=	-6,0	mm	Posun od vplyvu zmrašťovania

Súhrn posunov v ložisku			
L_{dil}=		19,0	m
Teplota ΔL_{TNexp}=		8,2	mm
Teplota ΔL_{TNcon}=		-7,6	mm
Dotvarovanie ΔL_{cc}=		-5,8	mm
Zmrašťovanie ΔL_{cs}=		-6,0	mm
Posun spolu	(+η L)	8,2	mm
	(-η L)	-19,5	mm
Celkový posun		27,6	mm

***

19. STANOVENIE POSUNOV MOSTNÝCH ZÁVEROV

Betón			
tr.	C 45/55		
f_{ck}=	45	MPa	Char. valcová pevnosť bet. v tlaku
$f_{ck,cube}$=	55	MPa	Char. kocková pevnosť bet. v tlaku
f_{cm}=	53	MPa	Stredná hod. valcovej pev. bet. v tlaku
f_{cmo}=	10	MPa	Stredná hodnota pevnosti betónu
E_{cm}=	36	Gpa	Sečnicový modul pružnosti

Prierez			
A_c=	0,48	23,584	Plocha prierezu
u=	2,6	m	Obvod prvku v kontakte s atmosférou
RH0=	100	%	Relatívna vlhkosť 100%
RH=	80	%	80% mosty
t=	36500	dní	Vek bet. v uvažovanom čase
t_0=	7	dni	Vek bet. pri zaťažení
t_s=	7	dni	Vek.bet na začiatku zmrašťovania
σ_c=	7,2	MPa	konšt. tlakové napätie od veku t0

Výpočet pomerného pretvorenia od dotvarovania betónu			
h_0=	369,23		Náhradný rozmer prvku
k_h=	0,733		Koeficient náhradnej výšky
α_1=	0,748		Súč. Na uváženie vplyvu pevnosti betónu
α_2=	0,920		
α_3=	0,813		
φ_{RH}=	1,112		Vplyv relatívnej vlhkosti
$\beta(f_{cm})$=	2,308		Vplyv pevnosti betónu na dotvarovanie
$\beta(t_0)$=	0,635		Vplyv veku zaťaženia na dotvarovanie
φ_0=	1,629		Základný súčiniteľ dotvarovania
β_H=	1022,632		Vplyv nahradneho rozmeru a vlhkosti
$\beta_c(t-t_0)$=	0,992		Rozvoj dotvar. v čase od zaťaženia
$\varphi(t-t_0)$=	1,615		Súčiniteľ dotvarovania
E_c=	37800	MPa	Dotyčnicový modul pružnosti betónu
$\varepsilon_{cc}(t, t_0)$=	3,077E-04		Pretvorenie bet. od dotvar.v čase t=100 rokov
Výpočet pomerného pretovrenia zo zmrašťovania z vysychania			
$\beta_{ds}(t,t_s)$=	0,992		
k_n=	0,733		
α_{ds1}=	6		cement tr. R
α_{ds2}=	0,11		
β_{RH}=	0,756		
ε_{cd0}=	3,16E-04		Pomerné pretvorenie zo zmrašťovania
$\varepsilon_{cd}(t)$=	2,30E-04		Základné pomerné pretvorenie zo zmrašťovania
Výpočet pomerného pretovrenia z autogénneho zmrašťovania			
$\beta_{as}(t)$=	1		
ε_{can}=	8,75E-05		
$\varepsilon_{can}(t)$=	8,75E-05		Pomerné pretovrenie zo zmrašťovania
Celkové pomerné pretvorenie od zmrašťovania			
$\varepsilon_{cs}(t)$=	3,17E-04		

Mostný záver			
L_{dil}=	19	m	Dilatačný úsek k opore s MZ
L_1=	19	m	Rozpätie priľahlého poľa
H_{NK}=	1,1	m	Výška nosnej konštrukcie
h_v=	0,09	m	Hrúbka vozovky
l_k=	0,5	m	Dĺžka NK prečnievajúcej za krajné ložisko
w_1=	0,038	m	Max. priehyb (odhad)
tgξ=	0,008		Pootočenie ohybovej čiary
ΔL_{wv}=	-9,5	mm	Vodorovný posun čela od priehybu
ΔL_{wz}=	4	mm	Zvislý posun čela NK od priehybu

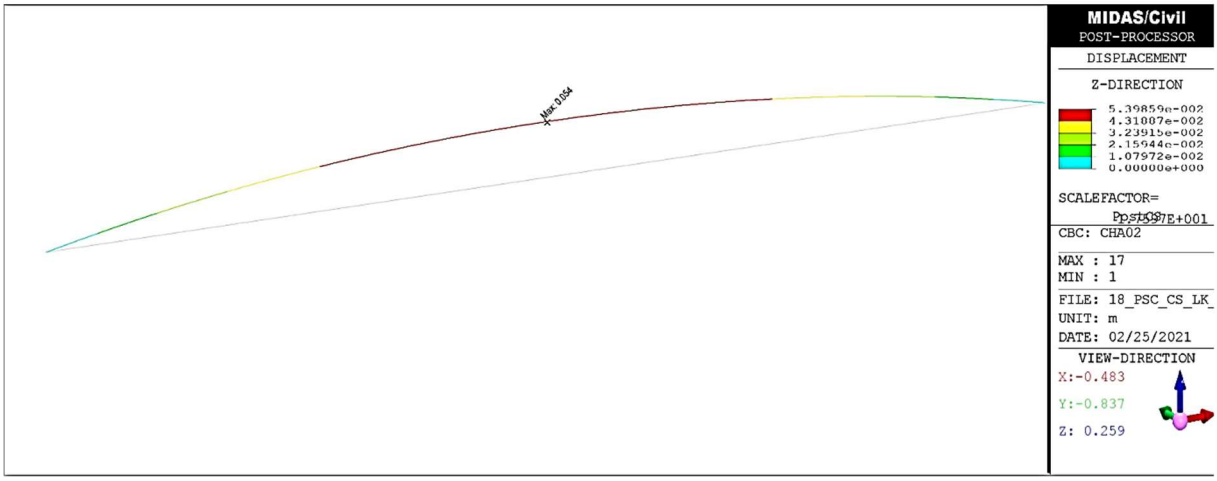
Súhrn posunov mostného záveru			
ΔL_p=	8,2	mm	Predĺženie nosnej konštrukcie spolu
ΔL_s=	-29,0	mm	Skrátenie nosnej konštrukcie
$\Delta L_{c,zakl}$=	37,2	mm	Charakteristický dilatačný pohyb
ΔL_c=	48	mm	Celkový dilatačný pohyb (zväčšený o 30%)
80			
f_{min}=	150	mm	Minimálna šírka škáry
f_{max}=	230	mm	Maximálna šírka škáry
f_c=	80	mm	VYHOVUJE
Posúdenie mostného záveru pri - základná teplota T_0=10°C			
f_{c10}=	174	mm	
$f_{c10,min}$=	166	mm	VYHOVUJE
$f_{c10,max}$=	203	mm	VYHOVUJE

Vplyv rovnomernej teploty na pohyby nosnej konštrukcie			
T_{max}=	41	°C	Max. teplota vzduchu-mapa NB
T_{min}=	-28	°C	Min. teplota vzduchu-mapa NB
Typ 3			Typ nonsej konštrukcie
$T_{e,max}$=	43	°C	Max. hodnota rovnomernej zložky
$T_{e,min}$=	-20	°C	Min. hodnota rovnomernej zložky
T_0=	10	°C	Začiatočná teplota mosta
ΔT=	10°C	°C	Prírastok teploty podľa STN EN 1991-1-5
ΔT_{Nexp}=	43	°C	Maximálny rozsah
ΔT_{Ncon}=	40	°C	Minimálny rozsah
αT=	0,000010	1/K	

Prednastavenie šírky dilatačnej škáry pri zmene teploty o 5°C

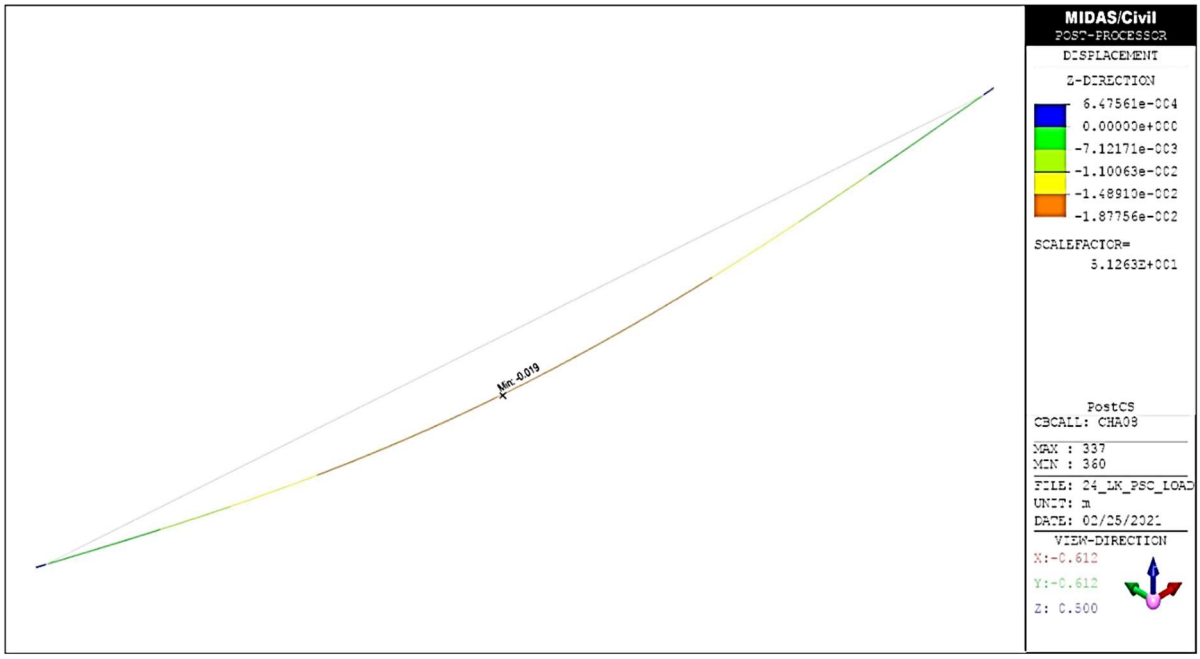
Teplota (°C)	Šírka škáry (mm)
5	175
10	174
15	173
20	172
25	171
30	170
35	169
40	168

20. NADVÝŠENIE NOSNÍKOV



Obr. 42 Nadvýšenie nosníkov v čase na skládke je max 54mm

Nadvýšenie nosníkov je nutné pocely čas na skládke monitorovať!



Obr. 43 Charakteristická deformácia pri 75% účinku dopravy LM1 je 19mm

Pre potrebu stanovenia nadvýšenia sa vychádzalo z charakteristickej kombinácie zaťažení spolu so 75% účinkami LM 1. Pri výstavbe je nutné zohľadniť aj dlhodobý priehyb 19 mm.

21. POSÚDENIE ODVODNENIA MOSTA

Návrh žľabu

s =	0,006	Pozdĺžny sklon	žľab	
n =	0,015	Súčiniteľ drsnosti		

Posúdenie podľa TP 11/2012, čl. 6.2.2

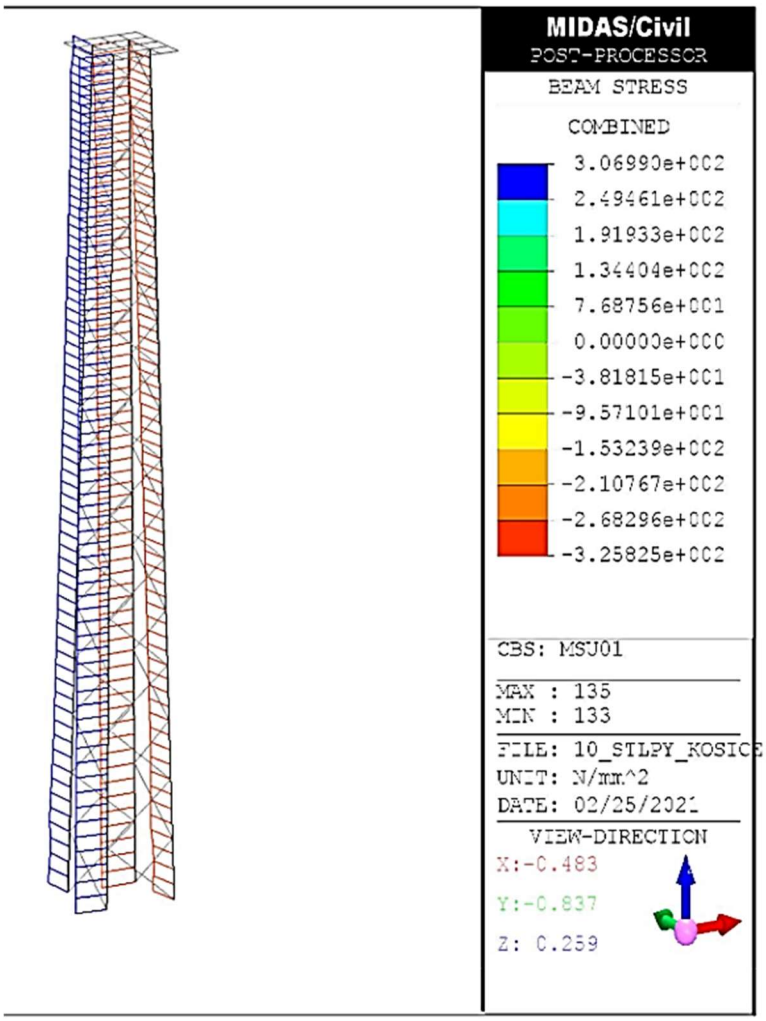
Predpokladá sa využitie 2/3 výšky vnútorného priemeru

$A_{w,max}$ =	0,04	m^2	Max. účinná plocha žľabu
$O_{w,max}$ =	0,60	m	Max. účinný omočený obvod
$R_{w,max}$ =	0,067	m	Max. hydraulický polomer žľabu
$C_{w,max}$ =	42,452		Max. rýchlostný súčiniteľ žľabu
$v_{w,max}$ =	0,849	m/s	Max. rýchlosť na vtoku žľabu
$Q_{w,max}$ =	33,96	l/s	Žľabom je možné prepraviť
$Q_{w,prior}$ =	0	l/s	Voda pritekajúca z predchádzajúcek plochy
l_{odv} =	20	m	Dĺžka odvodňovanej plochy
$š_{odv}$ =	8	m	Šírka odvodňovacej plochy
A_{odv} =	160	m^2	Odvodňovaná plocha napr. mosta
i_{max} =	0,02	l/(s.m^2)	Maximálna intenzita dažďa
ø =	0,9		Súčiniteľ odtoku
Q_{odv} =	2,88	l/s	Množstvo odvádzanej vody
S_{bez} =	11,79	≥ 2	Posúdenie žľabu

Navrhované potrubie vyhovuje

22. POSÚDENIE STĹPOV VEREJNÉHO OSVETLENIA

V modely boli zohľadnené aj korozívne úbytky na pôvodnej nosnej oceľovej konštrukcii.



$\sigma_{Ed,global} \leq \sigma_{Rd}$

$328\ MPa\ \geq 235\ MPa$

NEVYHOVUJE!

Nové zaťaženie stĺpov vereného osvetlenia vyvolá nadmerné zaťaženie pôvodnej nosnej konštrukcie, ktorú je potrebné rekonštruovať. Z tohto dôvodu sa celá pôvodná konštrukcia odstráni!

23. PREHĽAD ZAŤAŽITEĽNOSTI

Pre stanovenie zaťažiteľnosti posudzovaného mosta je rozhodujúca ohybová odolnosť prierezu. Zaťažiteľnosť celého mosta je vyhotovená v zmysle platných TP.

Zaťažiteľnosť mosta stanovuje najmenej vyhovujúci prvok.

Zaťažiteľnosť	Označenie	Hodnota
Faktor normálnej zaťažiteľnosti	Fz	1,16
Normálna zaťažiteľnosť (t)	Vn	**37**
Výhradná zaťažiteľnosť (t)	Vr	**133**
Výnimočná zaťažiteľnosť (t)	Ve	**429**

24. ZÁVER

Pre stanovenie zaťažiteľnosti posudzovaného mosta je rozhodujúca ohybová ako aj šmyková odolnosť prierezu. Zaťažiteľnosť celého mosta je vyhotovená v zmysle platných TP.

Statický výpočet svojím rozsahom a podrobnosťou zodpovedá danému stupňu projektovej dokumentácie – dokumentácia na stevebné povolenie (DSP) v podrobnosti dokumentácie na realizáciu stavby (DRS). Statický výpočet je vypracovaný v zmysle platných noriem a predpisov.

V Košiciach 11/2020 Ing. Ľubomír Kožlej