D
202-00
ZVÄZOK 5

ISPO spol. s r. o.
Inžinierske stavby
Slovenská 86, 080 01 Prešov
tel.: 051/74 636 95, 74 636 99

OBJEDNÁVATEĽ: **SSC - Investičná výstavba a správa ciest, M.Rázusa 104/A , 010 01 Žilina**		
OKRES: PARTIZÁNSKE	KRAJ: TRENČIANSKY	
KAT.ÚZEMIE: VEĽKÉ UHERCE		DÁTUM: 05/2019
STAVBA: **Projektová dokumentácia modernizácií vybraných úsekov ciest I. triedy 1. etapa - I/64 Partizánske - Oslany, PD**		STUPEŇ: DSP,DRS
		Č.ZÁKAZKY: 2913
		MIERKA:
OBJEKT: **202-00 Rekonštrukcia mosta ev. č. 046**		Č. PRÍLOHY: 12 / Č. SÚPRAVY:
PRÍLOHA : **STATICKÝ VÝPOČET**		

OBSAH :

1 Úvod 2
1.1 Popis mosta 2
1.1.1 Návrh opatrení pre zvýšenie únosnosti NK 2
1.2 Použité normy, predpisy, podklady a literatúra 2
1.3 Použité programy 2
1.4 Výpočtové postupy 3
2 Geometria mosta 4
3 Použité materiály 5
3.1 Druhy materiálov 5
3.1.1 Charakteristiky pevnostných tried materiálov 5
4 Stanovenie zaťaženia 6
4.1 Stále zaťaženia „G“ 6
4.1.1 Vlastná tiaž 6
4.1.2 Mostný zvršok 6
4.1.3 Zaťaženie predpätím „P“ 6
4.2 Premenné zaťaženia „Q“ 7
4.2.1 Zaťaženie vetrom 7
4.2.2 Zaťaženie účinkami teploty 7
4.2.3 Zaťaženie cestnou dopravou 7
4.3 Zaťažovací model pre brehové podpery a priľahlé krídla mosta 9
4.3.1 Zvislé zaťaženia 9
4.3.2 Vodorovné sily 10
5 Výpočtový model mosta 11
5.1 Zostavenie výpočtového modelu mosta 11
5.1.1 Použité prierezy 11
5.1.2 Kombinácie zaťažovacích stavov 12
6 Návrh a overenie nosnej konštrukcie 13
6.1 Vnútorné sily na NK 13
6.2 Prefabrikované predpäté nosníky KA-67 15
6.2.1 Posúdenie MSÚ 15
6.2.2 Posúdenie MSP 17
6.3 Návrh spriahajúcich tŕňov 19
6.3.1 Šmyková únosnosť na styku medzi betónmi rôzneho veku 19
6.3.2 Únosnosť kotevného tŕňa 19
6.4 Spriahajúca doska 19
6.4.1 Vnútorné sily 19
6.4.2 Posúdenie MSÚ 21
6.1 Zhrnutie návrhu 22
7 Stanovenie zaťažiteľnosti po rekonštrukcii 23
7.1 Zaťaženie 23
7.1.1 Stále zaťaženia „G“ 23
7.1.2 Premenné zaťaženia „Q“ 23
7.2 Vnútorné sily 25
7.3 Posúdenie zaťažiteľnosti 26
7.3.1 Ohybová odolnosť 26
7.3.2 Šmyková odolnosť 27
7.4 Stanovená zaťažiteľnosť 27
8 Záver statického výpočtu 28

1 Úvod

Tento statický výpočet je zameraný na zosilnenie jestvujúceho stavu nosnej konštrukcie.

1.1 Popis mosta

Mostný objekt ev. č. 064-046 bol postavený v roku 1975 a premosťuje potok Drahožica pred odbočením na obec Pažiť od mesta Partizánske. Most je šikmý, jednopoľový o rozpätí 8,2m.

Nosnú konštrukciu tvorí 12ks predpätých prefabrikovaných nosníkov KA-67, dĺžky 9,0m s rozmermi 450/980mm. Nosná konštrukcia je uložená na lepenkových pásoch.

Opory sú masívne a železobetónové.

Zo statického hľadiska pôsobí nosná konštrukcia ako žalúziová doska.

1.1.1 Návrh opatrení pre zvýšenie únosnosti NK

Pre zvýšenie únosnosti nosnej konštrukcii sa navrhuje dobetónovanie spriahajúcej dosky o minimálnej hrúbke 150mm.

Do nosníkov v najnižšom mieste pri opore sa odporúča vyvŕtať odvodňovacie diery Ø40mm z dôvodu presakovania vody cez izoláciu mostovky, ktorá sa dostala do komory nosníka. Odvodňovací otvor sa zabezpečí sieťkou proti vniknutiu vtákov. Všetky nosníky sa očistia a vyspravia.

Skontrolujú sa kotvy predpínacích káblov, zhodnotí sa ich stav a pristúpi sa k potrebným opatreniam.

1.2 Použité normy, predpisy, podklady a literatúra

Statický výpočet je spracovaný v súlade s príslušnými ustanoveniami nasledujúcich noriem (s príslušnými národnými prílohami) a predpisov.

Technické normy a predpisy :

STN EN 1990 ..... Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991-1-1 ..... Zať. konštrukcií; Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia - Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1991-1-4 ..... Zať. konštrukcií; Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia - Zaťaženia vetrom
STN EN 1991-1-5 ..... Zať. konštrukcií; Časť 1-5: Všeobecné zaťaženia - Zaťaženia účinkami teploty
STN EN 1991-2 ..... Zať. konštrukcií; Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou
STN EN 1992-1-1 ..... Navrhovanie betónových konštrukcií; Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1992-2 ..... Navrhovanie betónových konštrukcií; Časť 2: Betónové mosty, navrhovanie a konštruovanie
STN EN 1997-1 ..... Navrhovanie geotechnických konštrukcií; Časť 1: Všeobecné pravidlá

Podklady :

- Geodetické zameranie mostného objektu (ISPO s.r.o.; 2019), fotodokumentácia 2019
- Mostný list 064-046 (M2690.01)
- Protokol z bežnej prehliadky mosta M2690
- Typový podklad „Konstrukce dálničních mostu z prefabrikátu KA-67 délky 9-12-15-18m“

1.3 Použité programy

Na vypracovanie statického výpočtu a posúdenia jednotlivých konštrukčných prvkov boli použité nasledujúce programy :

- Strap, Excel

1.4 Výpočtové postupy

Medzný stav únosnosti sa overuje z hľadiska straty statickej rovnováhy „EQU, súbor A“, vnútornej poruchy alebo nadmernej deformácie „STR/GEO, súbor B“ s kombinačným pravidlom 6.10 a únavovej poruchy konštrukcie „FAT“. Medzný stav použiteľnosti sa overuje z hľadiska dovolených napätí, pretvorení a deformácií pomocou 4-roch základných tvarov kombinácií (charakteristická, kvázi-stála, častá, menej-častá).

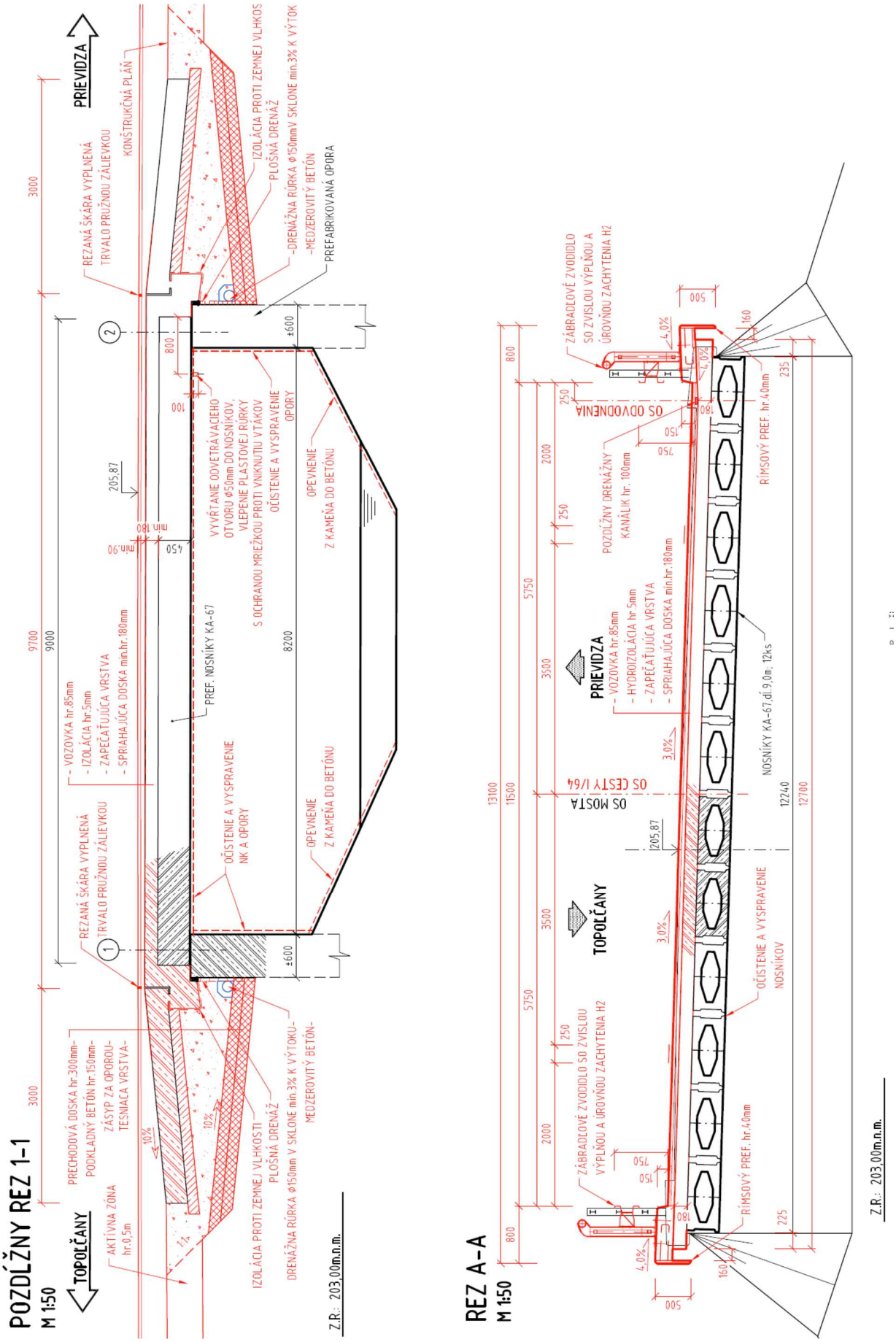
Pri posúdení geotechnických konštrukcií sa použije návrhový postup 2, s tvarom kombinácie A1“+“M1“+“R2 a pre posudzovanie celkovej stability a numerické metódy, návrhový postup 3 s tvarom kombinácie A1 alebo A2“+“M2“+“R3.

Výpočet vnútorných síl od jednotlivých zaťažení a ich následných kombinácií pre MSÚ a MSP je spracovaný použitým výpočtovým programom, ktorý je uvedený v kap.1.3, v zmysle technických noriem a predpisov uvedených v kap.1.2.

Posúdenia konštrukčných prvkov mostného objektu sú vyhotovené v použitom výpočtovom programe a v exceli (v ktorom sú vytvorené zautomatizované jednotlivé posúdenia).

Na zadaný výpočtový model sú aplikované jednotlivé uvažované zaťaženia, ktoré sú uvedené v kap.4.

2 Geometria mosta



3 Použité materiály

3.1 Druhy materiálov

Jednotlivé prvky mostného objektu budú vyhotovené z týchto materiálov a ich príslušných tried :

- **Betón**
  - Prefabrikát KA-67 ..... B-500 (C35/45)
- **Oceľ**
  - Betonárska výstuž (jestvujúca)..... 10 400 B
  - Predpínacia výstuž (jestvujúca)..... drôt Ø Pz 4,5mm/1650MPa
  - Betonárska výstuž (nová)..... B 500B

3.1.1 Charakteristiky pevnostných tried materiálov

Betón: B-500 (C35/45)		
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	f_{ck} (MPa)	35
Charakteristická kocková pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	$f_{ck,cube}$ (MPa)	45
Stredná hodnota tlakovej pevnosti betónu	f_{cm} (MPa)	43
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
Koeficient dĺžkovej teplotnej rozťažnosti	α_T (1/°C)	$1,0.10^{-5}$

Betonárska výstuž: 10 400 B		
Charakteristická medza klzu	f_{yk} (MPa)	400
Sečnicový modul pružnosti betónu	E_s (GPa)	210

Betonárska výstuž: B 500B		
Charakteristická medza klzu	f_{yk} (MPa)	500
Sečnicový modul pružnosti betónu	E_s (GPa)	200

Predpínacia výstuž: Hladký nepopúšťaný drôt ØPz 4,5mm-1650MPa		
Priemer drôtu	$Ø_p$ (mm)	4,5
Prierezová plocha drôtu	$A_{p,1}$ (mm^2)	15,90
Charakteristická pevnosť drôtu	f_{pk} (MPa)	1650
Dohodnutá medza klzu pri 0,1% trvalej deformácie	$f_{p0.1,k}$ (MPa)	1350
Návrhová hodnota pevnosti výstuže	$f_{pd} = f_{p0.1,k} / \gamma_S$ (MPa)	1174
Modul pružnosti predpínacej výstuže	E_p (GPa)	190
Maximálne napätie pri predpínaní	$\sigma_{p,max} = \min \{0,8.f_{pk} ; 0,9.f_{p0.1,k}\}$	1215
Maximálne napätie po vnesení predpätia	$\sigma_{pm0} = \min \{0,75.f_{pk} ; 0,85.f_{p0.1,k}\}$	1150
Horná hodnota predpínacieho napätia	$\sigma_{pk,sup} = r_{sup} . \sigma_{pm0} = 1,05. \sigma_{pm0}$	
Dolná hodnota predpínacieho napätia	$\sigma_{pk,inf} = r_{inf} . \sigma_{pm}(t) = 0,95. \sigma_{pm}(t)$	
Poklz v kotve	Δ_s (mm)	4
Súčiniteľ trenia v zakrivenej časti kábla	μ (---)	0,17
Neprojektované uhlové premiestenie vnútor. predpínacej výstuže	k (1/m)	0,005
Strata z relaxácie po 1000 hodinách	štandardne 2,5%	
Priemer káblového kanálika	$Ø_{duct}$ (mm)	32

4 Stanovenie zaťaženia

Hodnoty všetkých zaťažení sú uvedené v ich charakteristických hodnotách.

4.1 Stále zaťaženia „G“

4.1.1 Vlastná tiaž

Vlastná tiaž všetkých prvkov je pre:

- Betónové časti ..... 25,0 kN/m^3
- Spriahajúca doska hr.200mm..... 5,0 kN/m^2

4.1.2 Mostný zvršok

- Asfaltová vozovka, hr. 90mm
  - Horná hranica „sup“..... 3,02 kN/m^2
  - Spodná hranica „inf“ ..... 1,73 kN/m^2
- Rímsa
  - Rímsa ..... 6,25 kN/m^2
  - Zvodidlo ..... 1,0 kN/m‘

4.1.3 Zaťaženie predpätím „P“

Zaťaženie je namodelované priamo vo výpočtovom programe, ktorý zohľadňuje jednotlivé straty predpätia pre dané časové úseky.

Základné údaje:

PARAMETERS
Design Code = EuroCode, conc. fc = 35., reinf. fy = 500., shear reinf. fy = 500.
Reinf. modulus E = 210000., conc. modulus E = 34000., cables modulus E = 190000.
Humidity = 75.%, cement type = normal, temperature = 15.
Calculation methods: Ultimate moment = include decompression strain,
Shear = inclined struts method, Deflections = use effective I at each point.

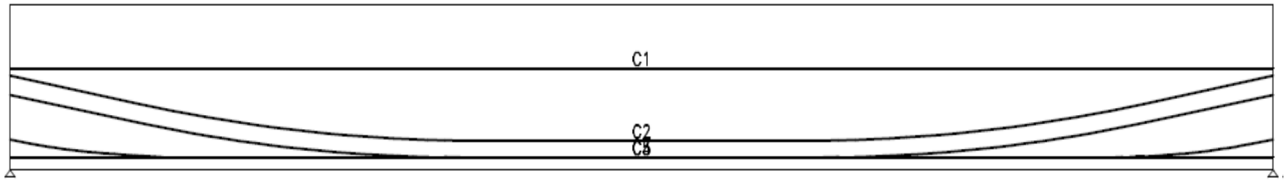
CABLE NO. = 1
No. of strands = 16, Strand type : cP 4,5, % of jacking = 100., Total force of all strands= 343.44[kN]
Cable is bonded
JACKING SEQUENCE :
Stage 1: Predpinanie
Strands 1-16 jacked from left side to 100.%, Total force of jacked strands =343.44[kN]

CABLE NO. = 2
No. of strands = 24, Strand type : cP 4,5, % of jacking = 100., Total force of all strands= 515.16[kN]
Cable is bonded
JACKING SEQUENCE :
Stage 1: Predpinanie
Strands 1-24 jacked from left side to 100.%, Total force of jacked strands =515.16[kN]

CABLE NO. = 3
No. of strands = 24, Strand type : cP 4,5, % of jacking = 100., Total force of all strands= 515.16[kN]
Cable is bonded
JACKING SEQUENCE :
Stage 1: Predpinanie
Strands 1-24 jacked from left side to 100.%, Total force of jacked strands =515.16[kN]

CABLE NO. = 4
No. of strands = 24, Strand type : cP 4,5, % of jacking = 100., Total force of all strands= 515.16[kN]
Cable is bonded
JACKING SEQUENCE :
Stage 1: Predpinanie
Strands 1-24 jacked from left side to 100.%, Total force of jacked strands =515.16[kN]

CABLE NO. = 5
No. of strands = 48, Strand type : cP 4,5, % of jacking = 100., Total force of all strands= 1030.3[kN]
Cable is bonded
JACKING SEQUENCE :
Stage 1: Predpinanie
Strands 1-48 jacked from left side to 100.%, Total force of jacked strands =1030.3[kN]



Obr. Vedenie káblov v nosníku

4.2 Premenné zaťaženia „Q“

4.2.1 Zaťaženie vetrom

Zaťaženie vetrom je stanovené prostredníctvom normy STN EN 1991-1-4 pre požadované smery účinkov.

Dĺžka mosta :	$L =$ 9.00 m	*Hustota vzduchu :*	$\rho =$ 1.25 kg/m³
Šírka mosta :	$b =$ 12.50 m	*Zákl. rýchlosť vetra bez dopravy :*	$v_{b,0} =$ 26 m/s
Referenčná výška :	$z_e =$ 0.71 m	*Zákl. rýchlosť vetra s dopravou :*	$v^*_{b,0} =$ 23 m/s
Kategória terénu :	$k_t =$ II	*Špičkový tlak vetra :*	$q_p(z_e) =$ 0.5095 kPa

4.2.1.1 Zaťaženie vetrom v smere X (kolmo na os mosta)

→ bez dopravy		*→ s dopravou*	
$F_{w,x} = 1/2.\rho.v_b^2.C.A_{ref,x} =$	***7.7 kN***	$F_{w,x} = 1/2.\rho.v^*_b{}^2.C^*.A_{ref,x,dp} =$	***16.2 kN***
$q_{w,x} = F_{w,x}/L =$	*0.86 kN/m*	$q_{w,x} = F_{w,x}/L =$	*1.80 kN/m*

4.2.2 Zaťaženie účinkami teploty

Zaťaženie teplotou je stanovené prostredníctvom normy STN EN 1991-1-5 pre požadované zložky.

4.2.2.1 Rovnomerná zložka teploty mosta

Teplota vzduchu sa získala z mapy s izotermami, ktorá sa nachádza v norme STN EN 1991-1-5/NA.

- Min. teplota vzduchu v tieni : $T_{min} = -30°C$
- Max. teplota vzduchu v tieni : $T_{max} = 40°C$
- Začiatočná teplota mosta : $T_0 = 10°C$
- Typ nosnej konštrukcie mosta : Typ 3

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty mosta pri skracovaní :
..... $\Delta T_{N,con} = -32°C$
Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty mosta pri predlžovaní :
..... $\Delta T_{N,exp} = 32°C$

4.2.2.2 Zložka teplotného spádu

Uvažuje sa so zvislou lineárnou zložkou (postup 1). Pri výpočte teplotného spádu sa zohľadňuje hrúbka povrchovej úpravy.

- Horný povrch teplejší ako spodný povrch : $\Delta T_{M,heat} = 7,6°C$
- Spodný povrch teplejší ako horný povrch : $\Delta T_{M,cool} = -5,0°C$

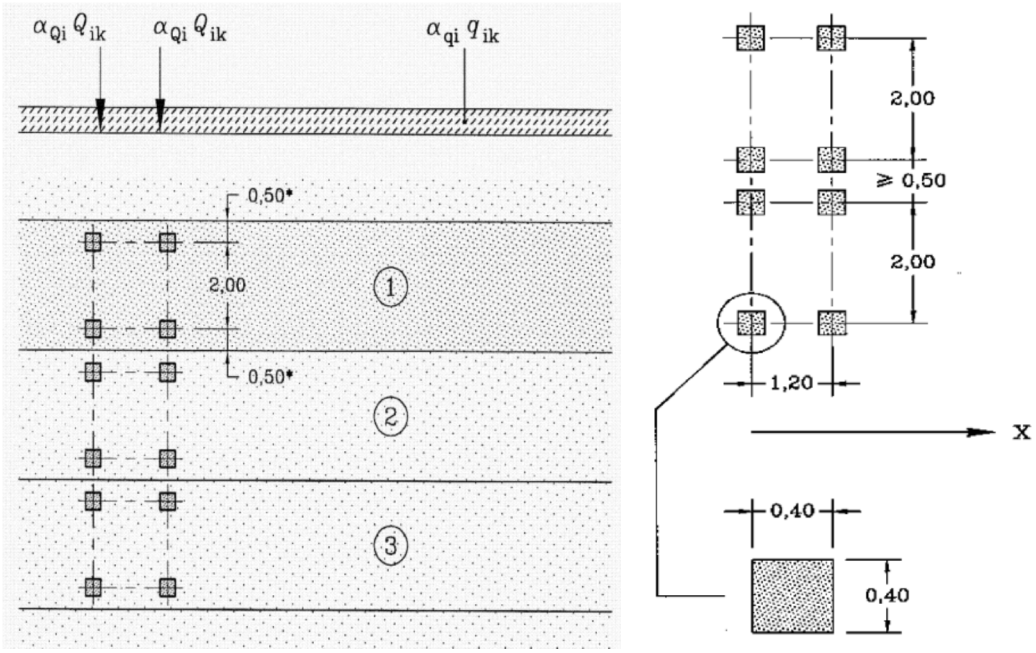
4.2.3 Zaťaženie cestnou dopravou

Zaťaženie cestnou dopravou je stanovené prostredníctvom normy STN EN 1991-2

4.2.3.1 Zaťažovací model 1 „LM1“

Tento zaťažovací model vyjadruje väčšinu účinkov prevádzky nákladných vozidiel a automobilov. Zaťažovací model sa skladá z dvoch čiastkových systémov:

- Sústredné zaťaženie od dvojnápravového vozidla TS (tandemový systém) "$\alpha_Q Q_k$"
- Rovnomerné spojité zaťaženie UDL " $\alpha_q q_k$"



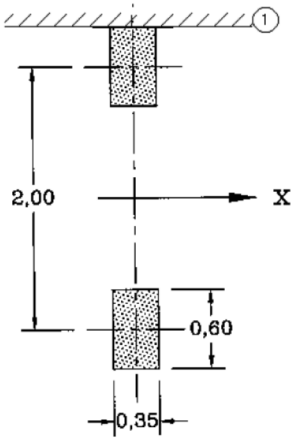
Obr. 1 Aplikácia zaťažovacieho modelu 1

Pruh č. 1 ..... Q_{1k} = 300kN; q_{1k} = 9,0kN/m²; α_{Q1} = 0,9; α_{q1} = 0,9
Pruh č. 2 ..... Q_{2k} = 200kN; q_{2k} = 2,5kN/m²; α_{Q2} = 0,9; α_{q2} = 1,0
Pruh č. 3 ..... Q_{3k} = 100kN; q_{3k} = 2,5kN/m²; α_{Q3} = 0,9; α_{q3} = 1,0
Zvyšná plocha ..... q_{rk} = 2,5kN/m²; α_{qr} = 1,0

4.2.3.2 Zaťažovací model 2 „LM2“

Je to jednonápravové vozidlo pôsobiace cez stanovenú kontaktnú plochu pneumatiky a vozovky, zahrňujúce dynamické účinky bežnej dopravnej prevádzky na krátke konštrukčné prvky.

Národná príloha upravuje kontaktnú plochu na rozmery 0,40x0,40m.



Obr. 2 Aplikácia zaťažovacieho modelu 2

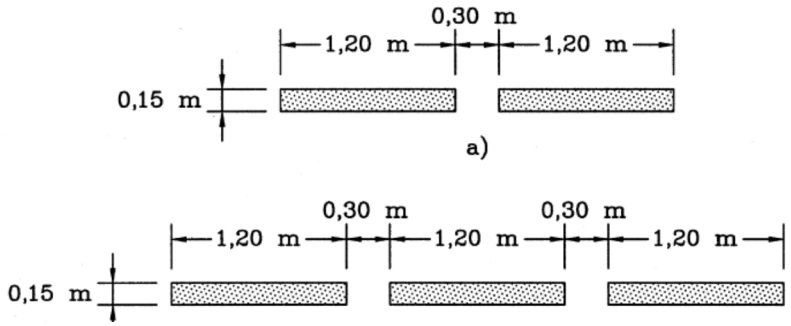
Tiaž nápravy ..... Q_{ak} = 400kN; β_Q = 1,0

4.2.3.3 Zaťažovací model 3 „LM3“

Je to súbor zoskupení nápravových zaťažení reprezentujúcich zvláštne vozidlá (napr. vozidlá pre priemyselnú dopravu), ktoré sa môžu pohybovať na povolených trasách cestných komunikácií vyhradených pre ťažký náklad. Model je určený pre celkové ako aj lokálne overenie konštrukcie.

Národná príloha špecifikuje pre tento zaťažovací model špeciálne vozidlo 3000/240, umiestnené do dvoch susedných zaťažovacích pruhov a považuje sa za jediné vozidlo na moste. Tieto zaťažovacie pruhy sa uvažujú na vozovke v najpriaznivejšej polohe s prípustnou kolmou odchýlkou od vytýčenej polohy ±0,3m.

Vozidlo sa pohybuje pomalou rýchlosťou do 5km/h, pričom musí byť po celej dĺžke mosta vylúčená ostatná doprava. Dynamické účinky špeciálneho vozidla sa nezohľadňujú.



Obr. 3 Usporiadanie náprav a stanovenie kolesovej kontaktnej plochy vozidla 3000/240

Vozidlo má 12 náprav po 240kN + 1 náprava po 120kN. Rozostavenie náprav je 1x120kN + 12x240kN so vzdialenosťou náprav e=1,50m.

4.2.3.4 Zaťažovací model 4 „LM4“

Zaťaženie vyvolané pohybom davu ľudí. Model je určený len na všeobecné overenie konštrukcie.

Zaťažovací model je vyjadrený rovnomerným spojitým zaťažením zahrňujúcim dynamické prírastky rovným 5,0kN/m².

4.2.3.5 Brzdné a rozjazdové sily

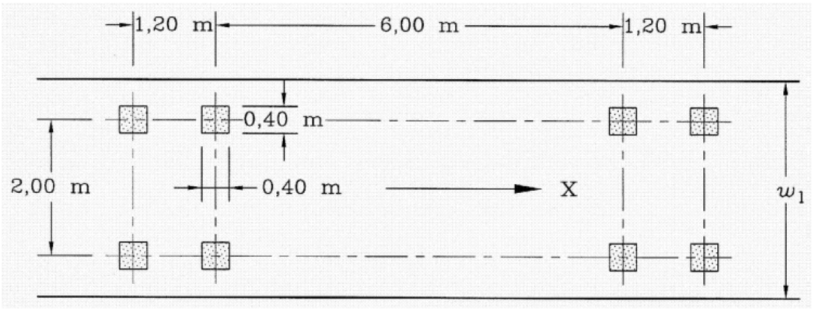
Brzdná sila musí byť uvažovaná ako sila pôsobiaca na povrchu vozovky v pozdĺžnom smere.

$$180\alpha_{Q1} \leq Q_{lk} = 0{,}6\alpha_{Q1}(2Q_{1k}) + 0{,}10\alpha_{q1}q_{1k}w_l L \leq 900kN$$

Charakt. hodnota sily :..... Q_{lk} = 346kN

4.2.3.6 Únavový zaťažovací model 3 „FLM3“

Dopravná premávka na mostoch vyvoláva napäťové spektrá v prvkoch konštrukcie, čo následne vyvoláva únavové javy. Na ich overenie sa použije zaťažovací model FLM3.



Obr. 4 Únavový zaťažovací model 3

Tiaž nápravy..... 120kN

4.3 Zaťažovací model pre brehové podpery a priľahlé krídla mosta

4.3.1 Zvislé zaťaženia

Vozovka umiestnená za brehovými podperami, krídlami a ďalšími časťami mosta, ktoré sú v kontakte so základovou pôdou, musí byť zaťažená adekvátnymi zaťažovacími modelmi.

Použije sa zaťažovací model 1 (LM1), ale pre zjednodušenie zaťaženia od dvojnápravového vozidla bude nahradený ekvivalentným spojitým zaťažením „q_{eq}“, pôsobiacim na ploche obdĺžnika závisiacej od roznosu zaťažení v zásype alebo zemine.

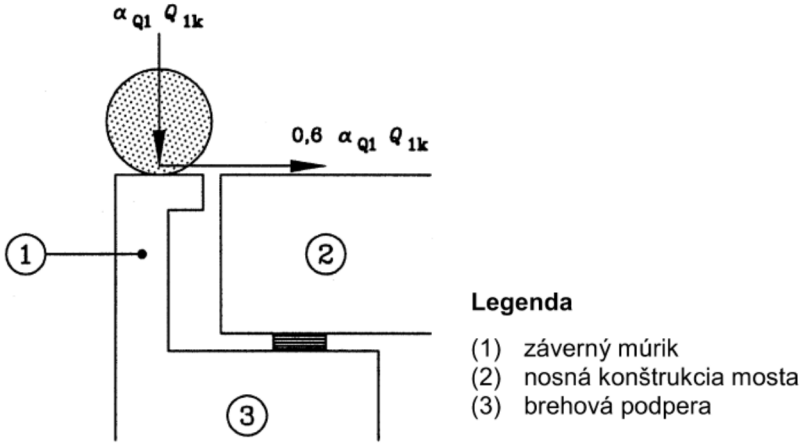
Predpokladá sa zásyp primerane konsolidovaný a preto sa uvažuje roznos zaťaženia pod uhlom 30° od zvislého smeru. Pri takejto hodnote uhla obdĺžniková plocha, na ktorej sa uvažuje pôsobenie zaťaženia „q_{eq}“ má 3,0m šírku a 2,20m dĺžku.

Neuvažujú sa iné reprezentatívne hodnoty zaťažovacích modelov, len ich charakteristické hodnoty.

4.3.2 Vodorovné sily

Neuvažuje sa pôsobenie vodorovnej sily na úrovni obrusnej vrstvy vozovky nad zásypom.

Pri návrhu záverných múrikov sa uvažuje s brzdnou silou v pozdĺžnom smere s charakteristickou hodnotou $0{,}6\alpha_{Q1}Q_{1k}$, pôsobiacu súčasne s nápravovým zaťažením $\alpha_{Q1}Q_{1k}$ zaťažovacieho modelu 1 a zemným tlakom od zásypu. Neuvažuje sa súčasné pôsobenie zaťažení na zásyp.



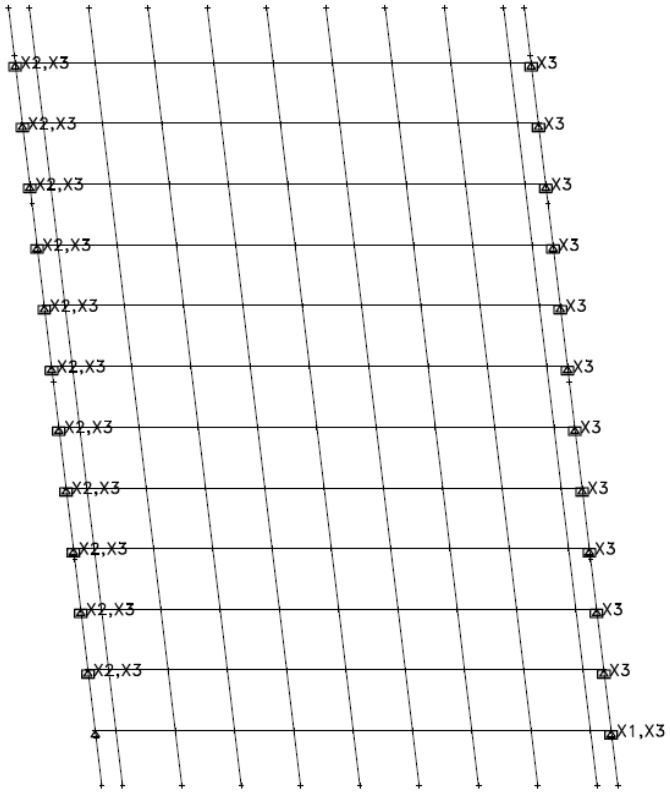
Obr. 5 Pôsobenie síl na záverný múrik

5 Výpočtový model mosta

5.1 Zostavenie výpočtového modelu mosta

Výpočtový model sa zostavil v programe STRAP a pozostáva z prútových prvkov. Všetky prvky sú určené svojimi geometrickými hodnotami a charakteristickými vlastnosťami.

Nosná konštrukcia sa skladá z nosníkov, ktoré tvoria prúty prierezu tvaru KA-67. Pôsobenie spriahajúcej dosky je modelované ako stužujúce priečniky aby sa zabezpečila priestorová tuhosť a roznos.



Obr. Prútová schéma s podperami

5.1.1 Použité prierezy

SECTION PROPERTY TABLE (units - mm.)				
PROPERTY NO. 1 - KA-67+SPD				
A=0.4814E+06	I2=0.1971E+11	I3=0.4278E+11	J=0.4190E+11	SF2=0.500
Material = 1 - C35/45		Perimeter=3448.7		SF3=0.500
h2=1025.00	h3=650.000	e2=512.500	e3=363.337	
PROPERTY NO. 2 - Spriahajúca doska				
A=0.2000E+06	I2=0.6667E+09	I3=0.1667E+11	J=0.2331E+10	SF2=0.850
Material = 2 - C30/37		Perimeter=2400.0		SF3=0.850
h2=1000.00	h3=200.000	e2=500.000	e3=100.000	
	x3 200 x2 (local axis) 1000			
PROPERTY NO. 3 - Priečnik				
A=0.2275E+06	I2=0.8010E+10	I3=0.2322E+10	J=0.6160E+10	SF2=0.850
Material = 2 - C30/37		Perimeter=2000.0		SF3=0.850
h2=350.000	h3=650.000	e2=175.000	e3=325.000	
	x3 650 x2 (local axis) 350			

5.1.2 Kombinácie zaťažovacích stavov

LOAD CASES LIST		
no.	*no. in results*	*name*
1	1	Vlastná tiaž
2	2	Mostný zvršok
3	3	LM1/UDL
4	4	LM1/TS
5	5	LM1/TS #2
~	~	~
28	28	LM1/TS #25
29	29	LM2
30	30	LM2 #2
~	~	~
56	56	LM2 #28
57	57	LM3
58	58	LM4
59	59	FLM3
60	60	FLM3-stred
61	61	%PTEN% Prestress load at stage no. 1
62	62	%PTEN% Prestress load at time = 7.
63	63	%PTEN% Prestress load at time = 30.
66	66	%PTEN% Prestress load at time = 365.
68	68	%PTEN% Prestress load at time = 3650.
69	69	%PTEN% Prestress load at time = 30000.

GROUP DEFINITION	
Group	
LM1/TS	4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9/ 10/ 11/ 12/ 13/ 14/ 15/ 16/ 17/ 18/ 19/ 20/ 21/ 22/ 23/ 24/ 25/ 26/ 27/ 28/
LM2	29/ 30/ 31/ 32/ 33/ 34/ 35/ 36/ 37/ 38/ 39/ 40/ 41/ 42/ 43/ 44/ 45/ 46/ 47/ 48/ 49/ 50/ 51/ 52/ 53/ 54/ 55/ 56/
LM3	57+
FLM3	59/ 60

COMBINATIONS DEFINITION					
Comb.					
1	***MSU-Stale*** 1 * 1.35	+ 2 * 1.35			
2	***MSU-LM1*** 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.35		+LM1/TS* 1.35
3	***MSU-LM2*** 1 * 1.35		+ 2 * 1.35		+LM2* 1.35
4	***MSU-LM3*** 1 * 1.35		+ 2 * 1.35		+LM3* 1.35
5	***MSU-LM4*** 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+58 * 1.35		
6	***MSU-Unava*** 1 * 1.35	+ 2 * 1.35		+FLM3* 1.35	
7	***MSP-Vl.tiaz*** 1 * 1.00				
8	***MSP-Stale*** 1 * 1.00	+ 2 * 1.00			
9	***MSP-LM1*** 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00		+LM1/TS* 1.00
10	***MSP-LM2*** 1 * 1.00		+ 2 * 1.00		+LM2* 1.00
11	***MSP-LM3*** 1 * 1.00		+ 2 * 1.00		+LM3* 1.00
12	***MSP-LM4*** 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00		

6 Návrh a overenie nosnej konštrukcie

V danej kapitole sa navrhne opatrenie na zvýšenie únosnosti prefabrikovaných nosníkov. Návrh je zameraný na ohybovú odolnosť a overenie šmykovej odolnosti.

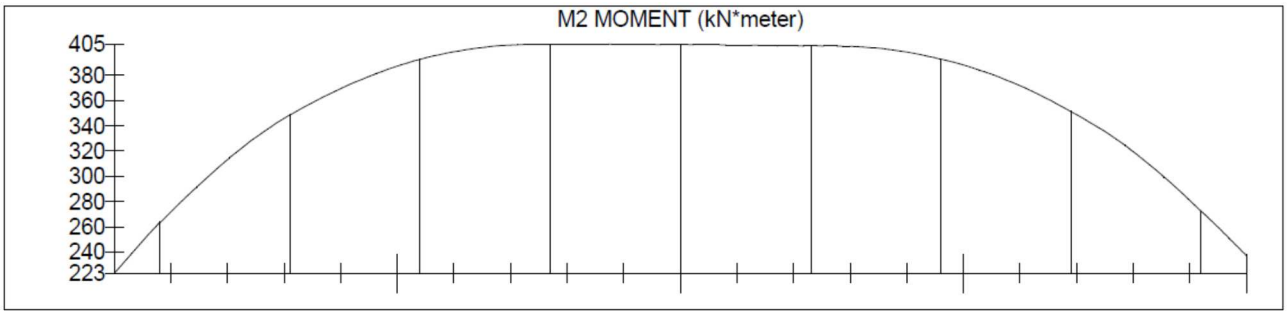
Nosníková konštrukcia sa opatrí spriahajúcou doskou o min. hr.150mm. Táto spriahajúca doska zvýši ohybovú odolnosť.

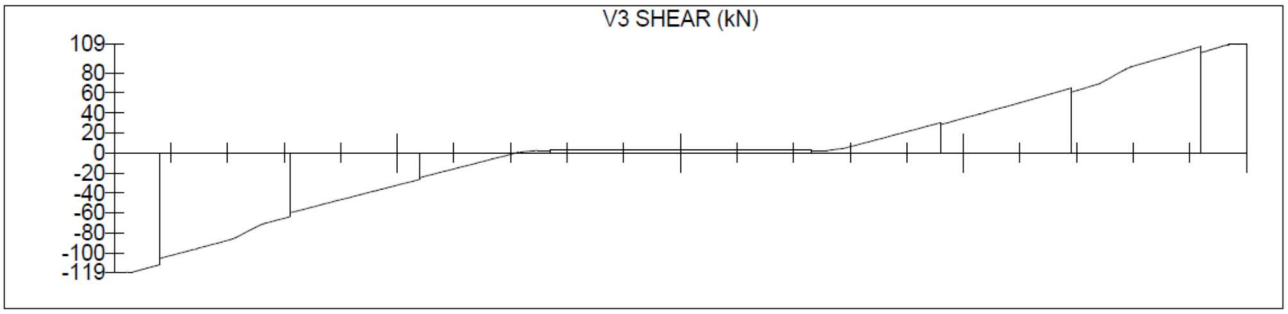
Navrhnú sa spriahajúce tŕne s vystužením spriahajúcej dosky.

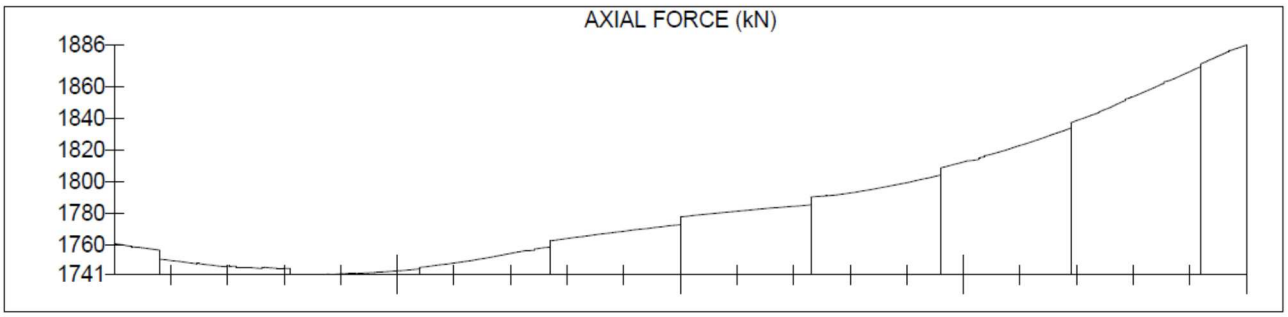
6.1 Vnútorné sily na NK

Vyobrazené sú obalové krivky na najviac namáhanom nosníku od patričných kombinácií.

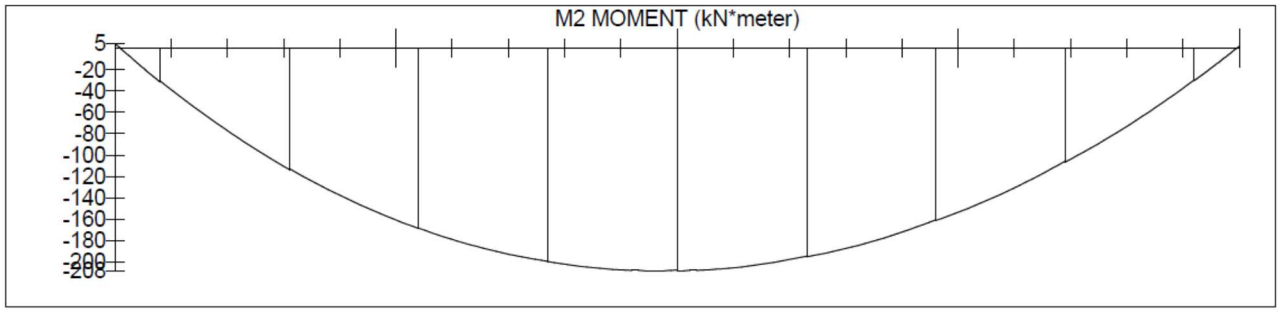
ZS-Predpätie v 100rokoch

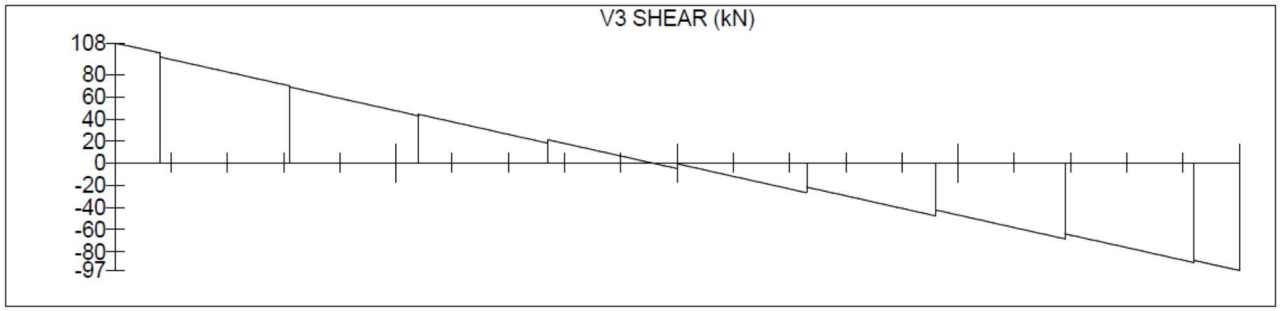




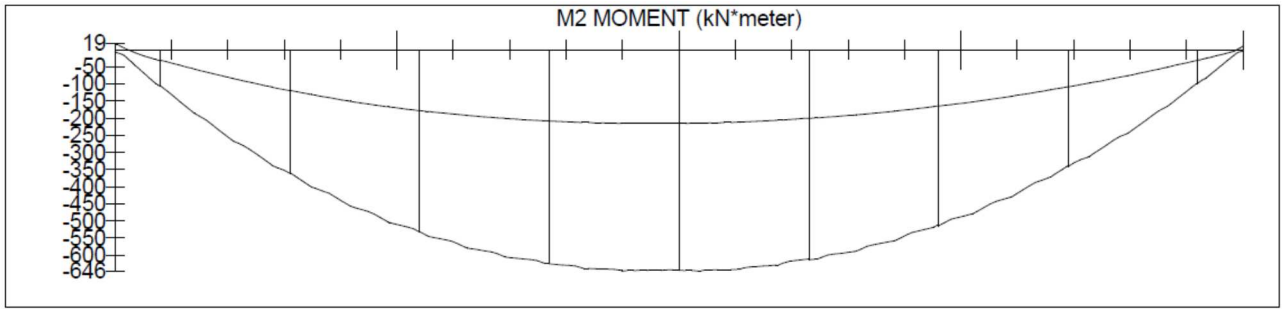


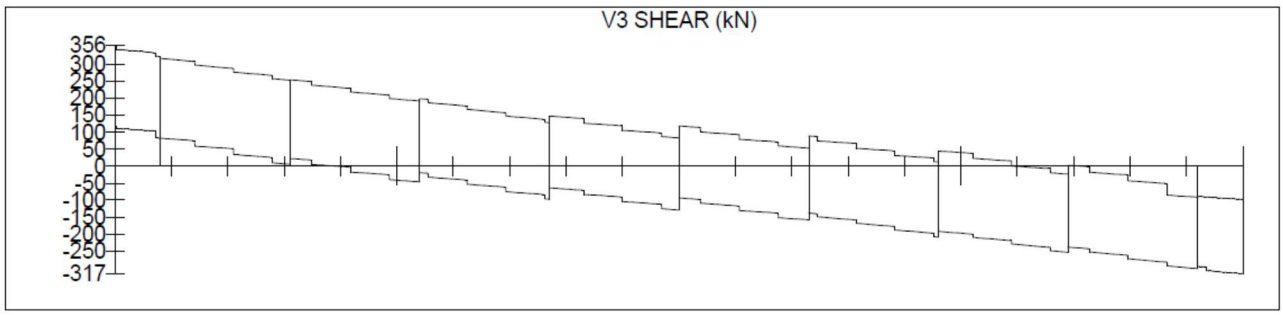
MSÚ-Stále zaťaženia



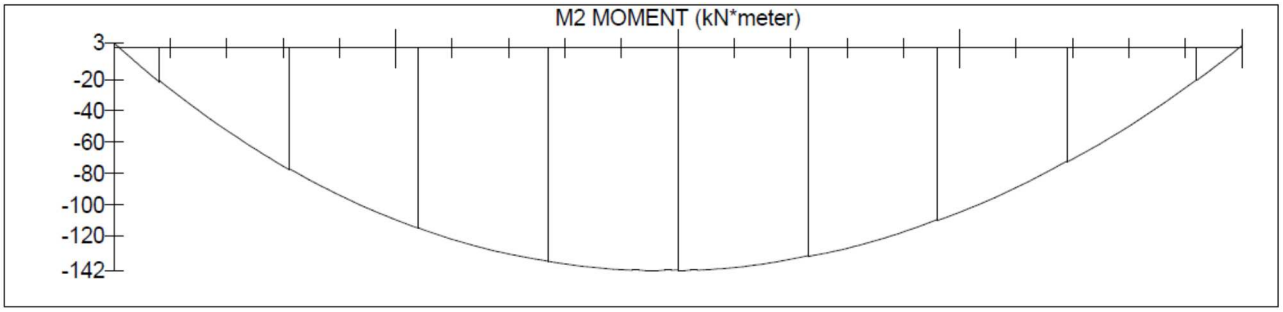


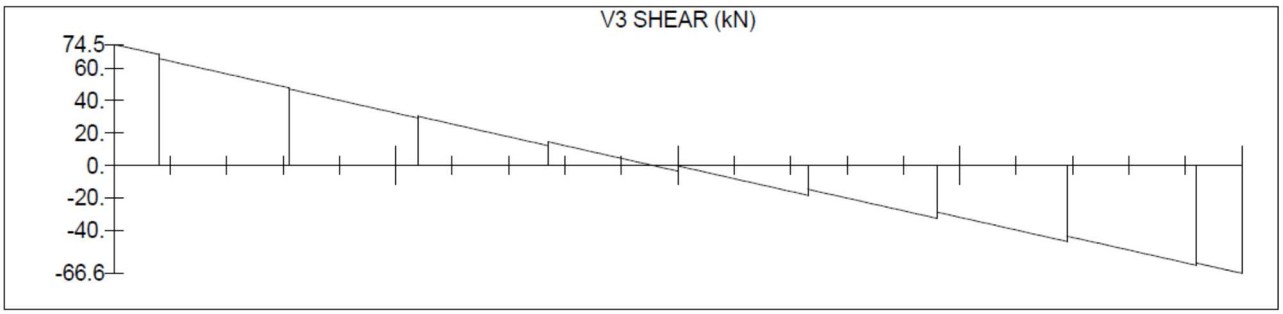
MSÚ-Celková kombinácia (s LM1, LM2, LM3, LM4)



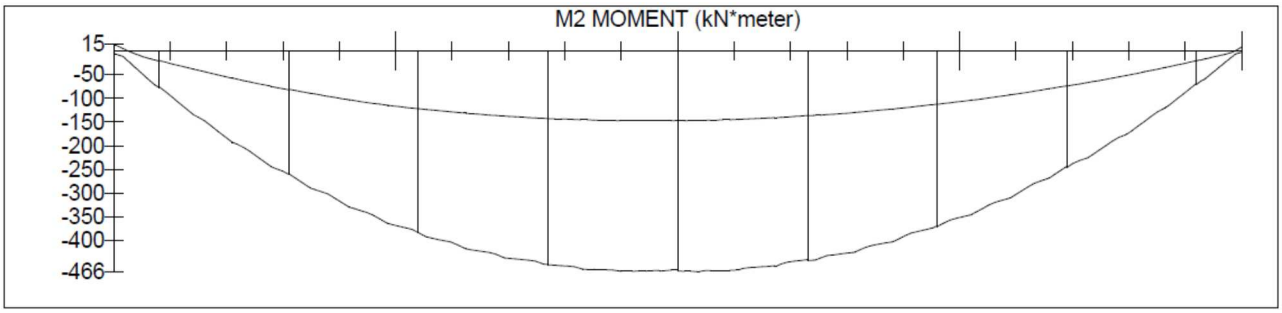


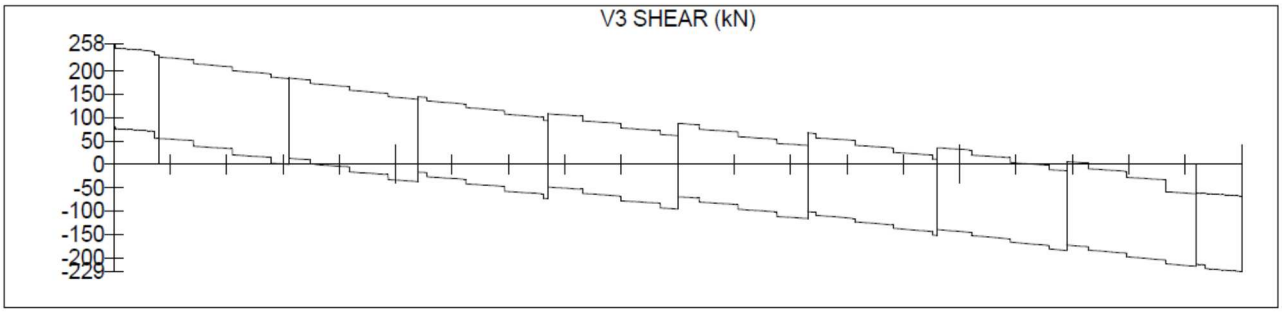
MSP-Stále zaťaženia



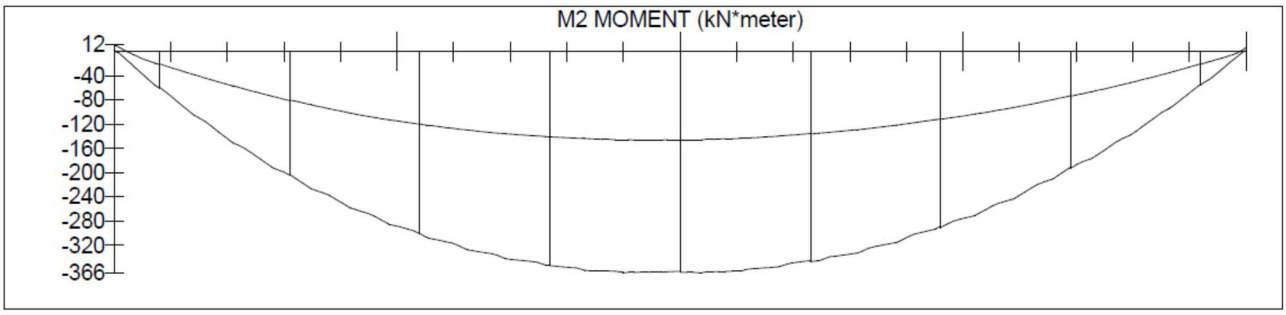


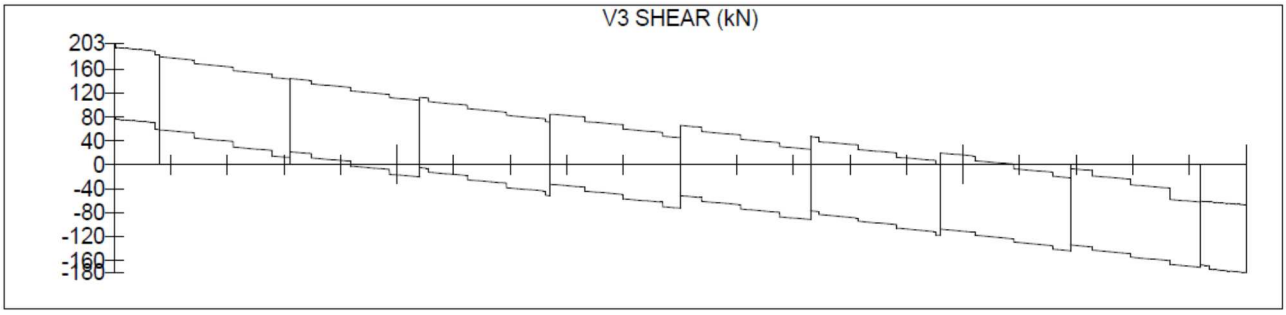
MSP-Charakteristická kombinácia





MSP-Častá kombinácia





6.2 Prefabrikované predpäté nosníky KA-67

Predpäté nosníky sa zosilnia vybudovaním spriahajúcej dosky min. hrúbky 150mm. Nosník je z betónu B-500 (C35/45), vystužený predpínacou výstužou ØPz 4,5mm/1650MPa (hladký nepopúšťaný drôt) a betonárskou výstužou 10 400 B.

6.2.1 Posúdenie MSÚ

6.2.1.1 Únavová odolnosť

6.2.1.1.1 Overenie poškodenia ocele s ekvivalentným rozkmitom napätí

Moment od únavového zaťaženia FLM3 :	M_{FLM3} =	98 kNm
Súčiniteľ zohľadňujúci miesto posúdenia :	η =	1.40
Vzdialenosť uvaž. prierezu od dilatač. spoja :	D =	4.5 m

Napätie od únavového modelu :	$\Delta\sigma_{s,FML3}$ =	104.5 MPa	$\gamma_{F,fat}*\Delta\sigma_{s,equ} / \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{S,fat} \leq 1.0$
Rozkmit napätia od únavového modelu :	$\Delta\sigma_{s,Ec}$ =	146.3 MPa	0.96 < 1.0
Ekvivalentný rozkmit napätia :	$\Delta\sigma_{s,equ}$ =	154.8 MPa	K poškodeniu ocele nedochádza
Únavová odolnosť ocele :	$\Delta\sigma_{Rsk}$ =	185.0 MPa	

6.2.1.1.2 Overenie únavovej odolnosti betónu v tlaku

- Únava sa dovoľuje uvážiť ak je splnená nasledujúca podmienka :

Max. napätie od častej kombinácie :	$\sigma_{c,max}$ =	14.9 MPa	$\sigma_{c,max}/f_{cd,fat} \leq 0,5 + 0,45\sigma_{c,min}/f_{cd,fat} \leq 0,9$
Min. napätie v mieste ako maximálny :	$\sigma_{c,min}$ =	5.7 MPa	
Napätie od stáleho zaťaženia :	$\sigma_{c,perm}$ =	5.7 MPa	0.69 > 0.62 < 0.90
Max. napätie od stáleho a únavového zať. :	$\sigma_{c,max,fat}$ =	9.7 MPa	Únavová odolnosť betónu sa nezohľadňuje
Min. napätie od stáleho a únavového zať. :	$\sigma_{c,min,fat}$ =	5.7 MPa	
Únavová pevnosť betónu v tlaku:	$f_{cd,fat}$ =	21.8 MPa	

6.2.1.2 Ohybová odolnosť

Údaje výstuže v 1.rade : d_{p1} = 0.550 m n_{K1} = 8 ks n_{L1} = 12 ks

Údaje výstuže v 2.rade : d_{p2} = 0.485 m n_{K2} = 2 ks n_{L2} = 12 ks

Výška prierezu :	h =	600 mm
Šírka prierezu :	b_{eff} =	1000 mm
Návrhový ohybový moment :	M_{Ed} =	650 kNm

Sila vo výstuži :	$N_{pd} = f_{pd}*A_{p1} * \Sigma[n_{K,i}*n_{L,i}]$ =	2240 kN
Plocha tlačenej oblasti :	$A_B = N_{pd} / [\eta*f_{cd}]$ =	1.130E-01 m²
Ťažisko tlačenej oblasti :	t_B =	0.056 m

Moment ohybovej odolnosti : $M_{Rd} = f_{pd}*A_{p1} * \Sigma[d_{p,i}*n_{K,i}*n_{L,i}] - A_B*\eta*f_{cd}*t_B$ = 1076 kNm

Posúdenie ohybovej odolnosti : $M_{Ed} / M_{Rd} \leq 1$

0.60 < 1.0 Spĺňa

6.2.1.3 Šmyková odolnosť

Šmyková sila :	V_{Ed} =	310 kNm	Šírka steny :	b_w =	100 mm
Profil strmeňa :	$Ø_{sw}$ =	10 mm	Plocha strmeňa :	A_{sw} =	4.71E+02 mm²
Počet vetiev strmeňa :	n_{ss} =	6 ks	Pozdĺžna vzdial. strmeňa :	s =	200 mm
Sklon tlakovej diagonály :	θ =	45° 0.785 rad	Rameno vnútorných síl :	z =	488 mm

6.2.1.3.1 Návrhová šmyková odolnosť z hľadiska porušenia tlakovej diagonály

$\sigma_{cwd} / \alpha_{cw}*\nu*f_{cd} \leq 1,0$ 0.62 < 1.0

$\sigma_{cwd} = V_{Ed}/(z*b_w) * [\cot(\theta)+\tan(\theta)]$ = 6.36 MPa Vyhovuje

6.2.1.3.2 Návrhová šmyková odolnosť z hľadiska porušenia šmykovej výstuže

$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,max})$ $V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1$

$V_{Rd,s} = (A_{sw}/s)*z*f_{ywd}*\cot\theta$ = 399.8 kN 0.78 < 1.0

$V_{Rd,max} = \alpha_{cw}*b_w*z*\nu_1*f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)$ = 499.2 kN Vyhovuje

6.2.1.3.3 Posúdenie stupňa vystuženia

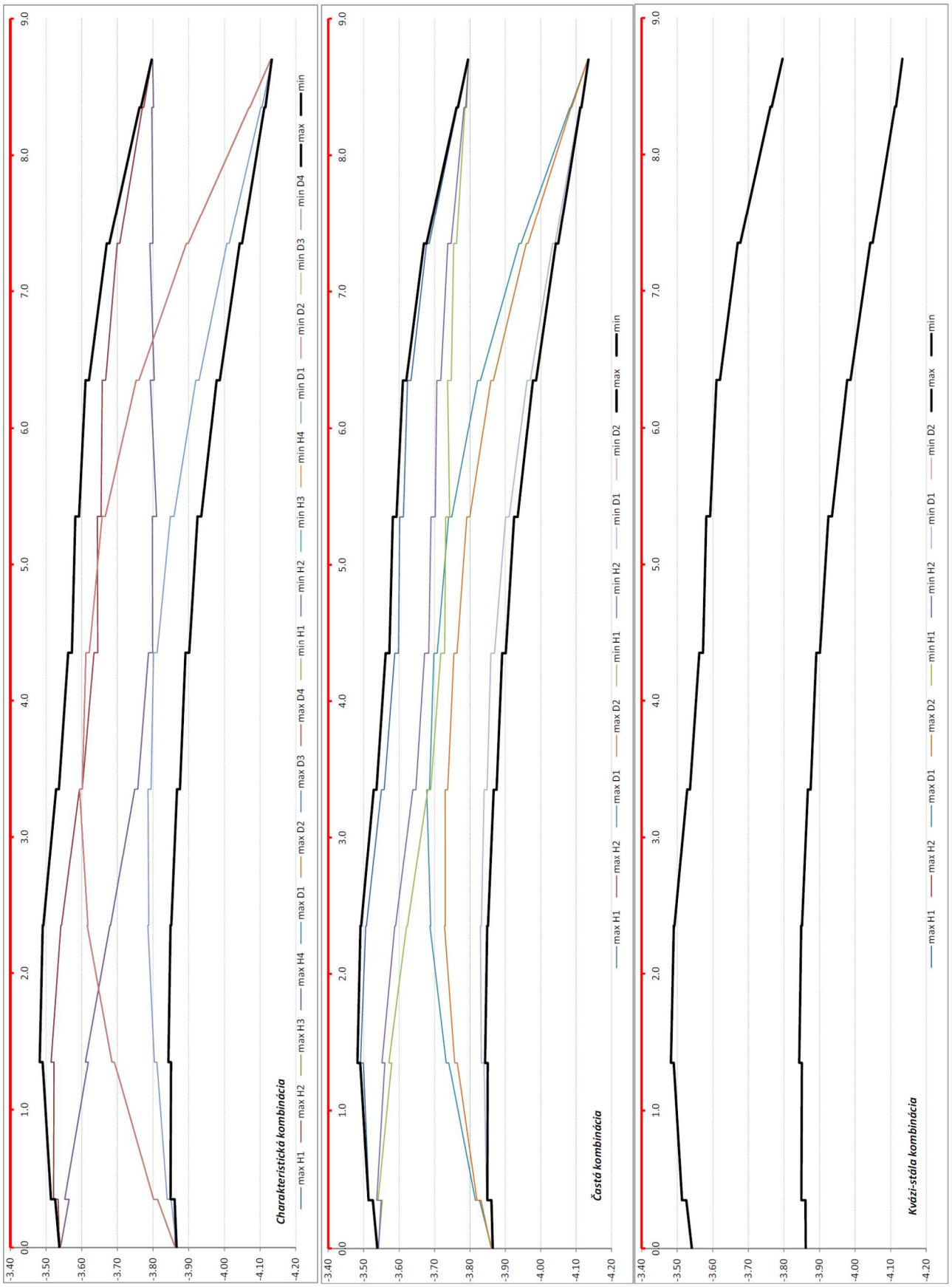
$\rho_w = A_{sw}/[s*b_w*\sin(\alpha)] =$ 1.18E-02 **$\rho_{w,min} / \rho_w \leq 1$**

$\rho_{wmin} = 0.08*\sqrt{(f_{ck})}/f_{yk} =$ 1.18E-03 ***0.10 < 1.0*** ***Vyhovuje***

6.2.2 Posúdenie MSP

6.2.2.1 Kontrola napätí v priereze

STRAP				častá kombinácia				kvázi-stála kombinácia				charakteristická kombinácia			
				max		min		max		min		max		min	
Opora	Beam	Node	Poloha [m]	σ_H [MPa]	σ_D [MPa]	σ_H [MPa]	σ_D [MPa]	σ_H [MPa]	σ_D [MPa]	σ_H [MPa]	σ_D [MPa]	σ_H [MPa]	σ_D [MPa]	σ_H [MPa]	σ_D [MPa]
1	1	12	0.00	-3.54	-3.86	-3.54	-3.86	-3.54	-3.86	-3.54	-3.86	-3.54	-3.86	-3.54	-3.87
		13	0.35	-3.53	-3.83	-3.55	-3.86	-3.53	-3.86	-3.53	-3.86	-3.53	-3.81	-3.56	-3.86
	2	13	0.35	-3.51	-3.82	-3.54	-3.85	-3.51	-3.85	-3.51	-3.85	-3.51	-3.80	-3.55	-3.85
		14	1.35	-3.49	-3.74	-3.58	-3.85	-3.49	-3.85	-3.49	-3.85	-3.49	-3.69	-3.62	-3.85
	3	14	1.35	-3.48	-3.73	-3.57	-3.84	-3.48	-3.84	-3.48	-3.84	-3.48	-3.68	-3.61	-3.84
		15	2.35	-3.49	-3.69	-3.62	-3.85	-3.49	-3.85	-3.49	-3.85	-3.49	-3.62	-3.68	-3.85
	4	15	2.35	-3.49	-3.69	-3.62	-3.85	-3.49	-3.85	-3.49	-3.85	-3.49	-3.62	-3.68	-3.85
		16	3.35	-3.53	-3.68	-3.68	-3.87	-3.53	-3.87	-3.53	-3.87	-3.53	-3.59	-3.75	-3.87
	5	16	3.35	-3.54	-3.69	-3.69	-3.88	-3.54	-3.88	-3.54	-3.88	-3.54	-3.60	-3.76	-3.88
		17	4.35	-3.56	-3.70	-3.72	-3.89	-3.56	-3.89	-3.56	-3.89	-3.56	-3.61	-3.79	-3.89
	6	17	4.35	-3.57	-3.71	-3.73	-3.90	-3.57	-3.90	-3.57	-3.90	-3.57	-3.62	-3.80	-3.90
		18	5.35	-3.58	-3.74	-3.73	-3.92	-3.58	-3.92	-3.58	-3.92	-3.58	-3.66	-3.80	-3.92
	7	18	5.35	-3.59	-3.75	-3.74	-3.93	-3.59	-3.93	-3.59	-3.93	-3.59	-3.67	-3.81	-3.93
		19	6.35	-3.61	-3.82	-3.74	-3.98	-3.61	-3.98	-3.61	-3.98	-3.61	-3.75	-3.79	-3.98
	8	19	6.35	-3.62	-3.83	-3.75	-3.99	-3.62	-3.99	-3.62	-3.99	-3.62	-3.76	-3.80	-3.99
		20	7.35	-3.67	-3.94	-3.75	-4.04	-3.67	-4.04	-3.67	-4.04	-3.67	-3.89	-3.79	-4.04
	9	20	7.35	-3.68	-3.94	-3.76	-4.05	-3.68	-4.05	-3.68	-4.05	-3.68	-3.90	-3.80	-4.05
		21	8.35	-3.76	-4.08	-3.79	-4.11	-3.76	-4.11	-3.76	-4.11	-3.76	-4.07	-3.80	-4.11
	10	21	8.35	-3.77	-4.08	-3.79	-4.12	-3.77	-4.12	-3.77	-4.12	-3.77	-4.07	-3.80	-4.12
2		22	8.70	-3.79	-4.13	-3.80	-4.13	-3.80	-4.13	-3.80	-4.13	-3.80	-4.13	-3.80	-4.13



Napätia vyhoveli posúdeniu

6.3 Návrh spriahajúcich tŕňov

6.3.1 Šmyková únosnosť na styku medzi betónmi rôzneho veku

Povrch : Hladký $c = 0$ Sklon šmyk. výstuže : $\alpha = 90°$

Rozpätie : $L = 9.0$ m $\mu = 0.6$ Šírka stykovej plochy : $b_i = 1000$ mm

		Úsek 0-0,25L	Úsek 0,25-0,5L
Priečna smyková sila :	$V_{Ed} =$	290 kN	180 kN
Rameno vnútorných síl :	$z =$	525 mm	525 mm
Pomer pozdĺžnych síl v priereze :	$\beta =$	1.00	1.00
Priemer tŕňov :	$Ø_{sf} =$	16 mm	16 mm
Počet tŕňov na šírke b_i :	$n_{sf} =$	2 ks	2 ks
Osová vzdialenosť v pozdĺžnom smere :	$s_{sf} =$	180 mm	290 mm
Plocha tŕňov v priečnom smere :	$A_{sf} =$	4.02E+02 mm²	4.02E+02 mm²
Normálové napätie na jednotku plochy :	$\sigma_n =$	0.00 MPa	0.00 MPa
Stupeň vystuženia $\rho = A_s/A_i$:	$\rho =$	2.234E-03	1.387E-03

Návrhová šmyková odolnosť na stykovej ploche : $v_{Rdi} = c*f_{ctd} + \mu*\sigma_n + \rho*f_{yd}[\mu*\sin(\alpha)+\cos(\alpha)] \leq 0{,}5v*f_{cd}$

Pre úsek 0-0,25L : $v_{Rdi,1} = 0.571$ MPa $v_{Edi,1} = \beta*V_{Ed,1}/(z*b_i) = 0.552$ MPa

Pre úsek 0,25-0,5L : $v_{Rdi,2} = 0.354$ MPa $v_{Edi,2} = \beta*V_{Ed,2}/(z*b_i) = 0.343$ MPa

Posúdenie spriahnutia : $v_{Ed,i} / v_{Rdi} \leq 1.0$

Pre úsek 0-0,25L : $0.97 < 1.0$ **Navrhnuté tŕne vyhovujú**

Pre úsek 0,25-0,5L : $0.97 < 1.0$ **Navrhnuté tŕne vyhovujú**

6.3.2 Únosnosť kotevného tŕňa

Únosnosť tŕňa slučky : $P_{Rd,1} = 60.6$ kN

Únosnosť slučky - porušenie betónu pôvodnej konštr.: $P_{Rd,2} = 93.9$ kN

Únosnosť slučky - porušenie betónu spriahajúcej dosky : $P_{Rd,3} = 159.6$ kN

Rozhodujúca únosnosť tŕňa : $P_{Rd} = 60.6$ kN

Návrhová pozdĺžna sila pripadajúca na tŕne : $F_{Ed} = 2489$ kN **$F_{Edi} / P_{Rd} \leq 1.0$**

Počet tŕňov v pozdĺžnom smere na L/2 : $n_{st} = 42$ ks **$0.98 < 1.0$**

Návrhová odolnosť všetkých tŕňov na L/2 : $P_{Rd} = 2544$ kN **Spriahajúce prvky vyhovujú**

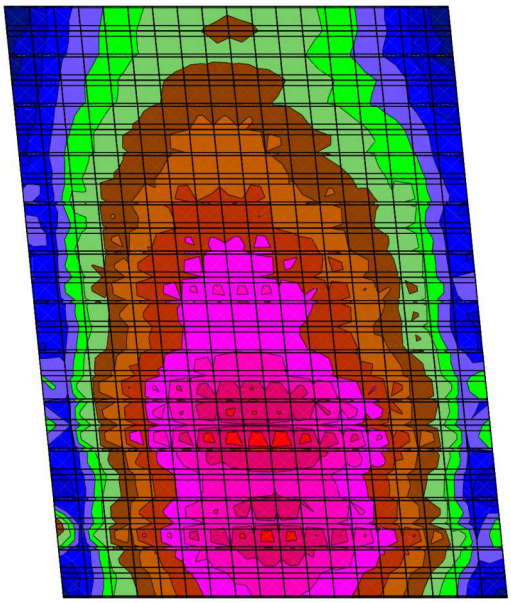
6.4 Spriahajúca doska

Pre návrh vystuženia spriahajúcej dosky sa vytvoril priestorový model pozostávajúci z 3D objemových prvkov a plošných prvkov. Zaťaženie je rovnaké ako pri modeli posúdenia prefabrikovaných nosníkov KA-67 s tým rozdielom že zaťaženie pôsobí ako plošné.

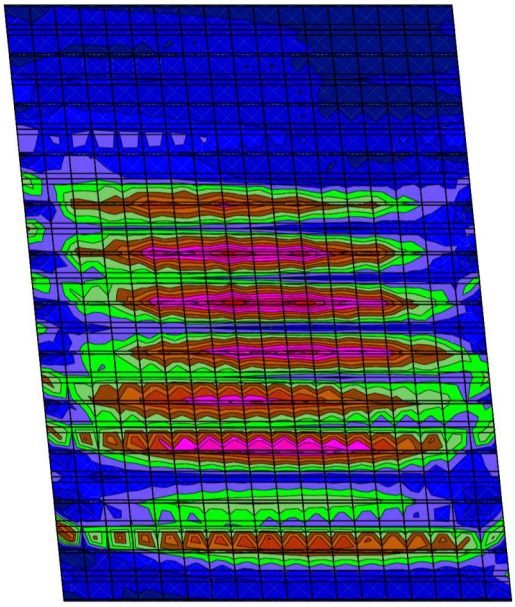
6.4.1 Vnútorné sily

Vyobrazené sú obalové krivky.

MSÚ - Ohybový moment Mx+; My+

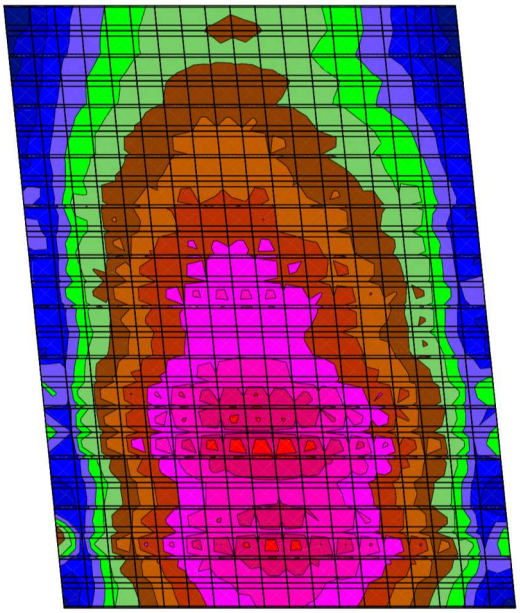


LINE	VALUE
	1.4
	2.8
	4.1
	5.5
	6.9
	8.3
	9.6
	11.0
	12.4
	13.8
	15.2
	16.5
	17.9

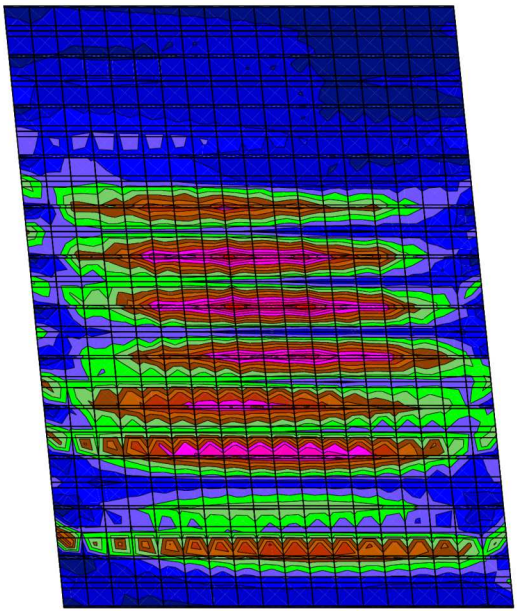


LINE	VALUE
	0.9
	1.8
	2.8
	3.7
	4.6
	5.5
	6.4
	7.4
	8.3
	9.2
	10.1
	11.1
	12.0

MSP - Ohybový moment Mx+; My+



LINE	VALUE
	1.0
	2.0
	3.1
	4.1
	5.1
	6.1
	7.1
	8.2
	9.2
	10.2
	11.2
	12.3
	13.3



LINE	VALUE
	0.68
	1.36
	2.05
	2.73
	3.41
	4.09
	4.78
	5.46
	6.14
	6.82
	7.51
	8.19
	8.87

6.4.2 Posúdenie MSÚ

6.4.2.1 Ohybová odolnosť

6.4.2.1.1 Spodný povrch - v smere väčšieho ohybového momentu

Hrúbka dosky : h = 150 mm *Priemer výstuže :* $\Phi_{sl,x,d}$ = 10 mm *Stupeň vystuženia :*
Šírka dosky : b = 1000 mm *Osová vzdialenosť :* $s_{sl,x,d}$ = 150 mm μ = *0.46%*

Účinná výška prierezu : $d_{x,d}$ = 115 mm *Poloha neutrálnej osi :* $x_{x,d}$ = 17 mm
Výška tlačenej oblasti : $x_{B,x,d}$ = 13 mm *Limitná výška N.O. :* $x_{lim,x}$ = 71 mm

Moment ohyb. odolnosti : $m_{Rd,x,d}$ = *25 kNm/m* $m_{Ed,x,d}/m_{Rd,x,d} \leq 1$
Návrhový ohyb. moment : $m_{Ed,x,d}$ = *17 kNm/m* **0.69 < 1.0 Spĺňa**

Posúdenie stupňa vystuženia :

$A_{s,min,x,d}$ = 1.73E+02 mm² $A_{s,min,x} \leq A_{sl,x,d} < A_{s,max,x}$
$A_{sl,x,d}$ = 5.24E+02 mm² **Vyhovuje**
$A_{s,max,x,d}$ = 6.00E+03 mm²

6.4.2.1.2 Spodný povrch - v smere menšieho ohybového momentu

Hrúbka dosky : h = 150 mm *Priemer výstuže :* $\Phi_{sl,y,d}$ = 10 mm *Stupeň vystuženia :*
Šírka dosky : b = 1000 mm *Osová vzdialenosť :* $s_{sl,y,d}$ = 150 mm μ = *0.50%*

Účinná výška prierezu : $d_{y,d}$ = 105 mm *Poloha neutrálnej osi :* $x_{y,d}$ = 17 mm
Výška tlačenej oblasti : $x_{B,y,d}$ = 13 mm *Limitná výška N.O. :* $x_{lim,y}$ = 65 mm

Moment ohyb. odolnosti : $m_{Rd,y,d}$ = *22 kNm/m* $m_{Ed,y,d}/m_{Rd,y,d} \leq 1$
Návrhový ohyb. moment : $m_{Ed,y,d}$ = *12 kNm/m* **0.54 < 1.0 Spĺňa**

Posúdenie stupňa vystuženia :

$A_{s,min,y,d}$ = 1.58E+02 mm² $A_{s,min,y} \leq A_{sl,y,d} < A_{s,max,y}$
$A_{sl,y,d}$ = 5.24E+02 mm² **Vyhovuje**
$A_{s,max,y,d}$ = 6.00E+03 mm²

6.4.2.1.3 Horný povrch - v smere väčšieho ohybového momentu

Hrúbka dosky : h = 150 mm *Priemer výstuže :* $\Phi_{sl,x,h}$ = 8 mm *Stupeň vystuženia :*
Šírka dosky : b = 1000 mm *Osová vzdialenosť :* $s_{sl,x,h}$ = 150 mm μ = *0.32%*

Posúdenie stupňa vystuženia :

$A_{s,min,x,h}$ = 1.58E+02 mm² $A_{s,min,x} \leq A_{sl,x,h} < A_{s,max,x}$
$A_{sl,x,h}$ = 5.24E+02 mm² **Vyhovuje**
$A_{s,max,x,h}$ = 6.00E+03 mm²

6.4.2.1.4 Horný povrch - v smere menšieho ohybového momentu

Hrúbka dosky : h = 150 mm *Priemer výstuže :* $\Phi_{sl,y,h}$ = 8 mm *Stupeň vystuženia :*
Šírka dosky : b = 1000 mm *Osová vzdialenosť :* $s_{sl,y,h}$ = 150 mm μ = *0.34%*

Posúdenie stupňa vystuženia :

$A_{s,min,y,h}$ = 1.48E+02 mm² $A_{s,min,y} \leq A_{sl,y,h} < A_{s,max,y}$

$A_{sl,y,h}$ = 3.35E+02 mm² ***Vyhovuje***

$A_{s,max,y,h}$ = 6.00E+03 mm²

6.4.2.2 Šmyková odolnosť

Prvky nevyžadujúce návrh šmykovej výstuže :

$V_{Rd} = max(V_{Rd,c}; V_{Rd,c,min})$

$V_{Rd,c}$ = 64 kN/m $V_{Ed} \leq V_{Rd} \leq V_{Rd,max}$

$V_{Rd,c,min}$ = 60 kN/m ***15 kN < 64 kN < 496 kN***

$V_{Rd,max}$ = 496 kN/m ***Šmyková výstuž nie je nutná***

6.1 Zhrnutie návrhu

Nosná konštrukcia na mostnom objekte s ev.č. 064-046 sa zosilňuje nasledovným popisom :

- Spriahajúca doska z betónu triedy C30/37 o min.hr.150mm
- Spriahajúce tŕne z ocele triedy B 500B Ø16mm o dĺžke 200mm
- Vystuženie spriahajúcej dosky z ocele triedy B 500B :
  - Spodný povrch Ø10/á150mm v oboch smeroch
  - Horný povrch Ø8/á150mm v oboch smeroch

7 Stanovenie zaťažiteľnosti po rekonštrukcii

Na stanovenie zaťažiteľnosti sa použili výpočtové modeli, ktoré sú uvedené v kap.5.1. Na tento výpočtový model sa aplikovali nasledovné zaťažovacie stavy. Zaťažovacie stavy od dopravy sa berú s parciálnymi súčiniteľmi $\alpha_{Q,i}$, $\alpha_{q,i}$ = 1,0.

7.1 Zaťaženie

7.1.1 Stále zaťaženia „G“

Stále zaťaženia sú prebraté z kap.4.1.

7.1.2 Premenné zaťaženia „Q“

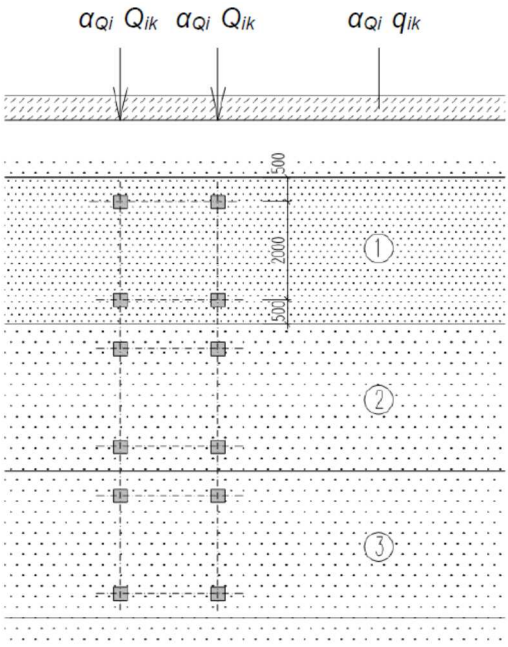
7.1.2.1 Normálne zaťaženie

Normálna zaťažiteľnosť sa stanoví ako najvyššia prístupná hmotnosť jedného vozidla pri normálnom zaťažení (bez obmedzenia počtu a polohy vozidiel).

Faktor normálnej zaťažiteľnosti „F_z“ vyjadruje schopnosť mostu prenášať základné premenné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou LM1 podľa STN EN 1991-2, ktoré sa používa pre celkové aj lokálne overenie konštrukcie.

Na základe hodnoty faktora normálnej zaťažiteľnosti sa stanovuje normálna zaťažiteľnosť.

Normálne zaťaženie sa kombinuje s ostatnými dopravnými zaťaženiami. Vodorovné sily sa uvažujú podľa STN EN 1991-2.



Obr. 6 Schéma zaťaženia LM1

Tiaž reprezentatívneho vozidla pre normálnu zaťažiteľnosť sa uvažuje $W_{n,rep}$ = 320kN

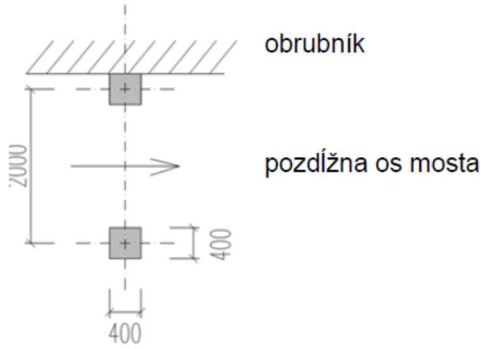
7.1.2.2 Zaťaženie na jednu nápravu

Zaťažiteľnosť na jednu nápravu sa stanovuje v odôvodnených prípadoch. Opodstatnenosť určuje zhotoviteľ projektovej dokumentácie alebo zhotoviteľ náhradnej dokumentácie, prípadne správca objektu.

Ako model jednonápravového zaťaženia sa použije schéma zaťaženia LM2 podľa čl. 4.3.3 STN EN 1991-2. Uvažuje sa kolesová plocha podľa čl. 2.15 STN EN 1991-2/NA.

V blízkosti dilatačného spoja sa odporúča uvažovať prídavný dynamický súčiniteľ podľa STN EN 1991-2 čl. 4.6.1 (6), podľa vzťahu :

$$\Delta\varphi_{fat} = 1{,}3\left(1 - \frac{D}{26}\right) > 1{,}0$$



Obr. 7 Schéma zaťaženia LM2

Tiaž reprezentatívnej nápravy sa uvažuje $W_{j,rep}$ = 400kN

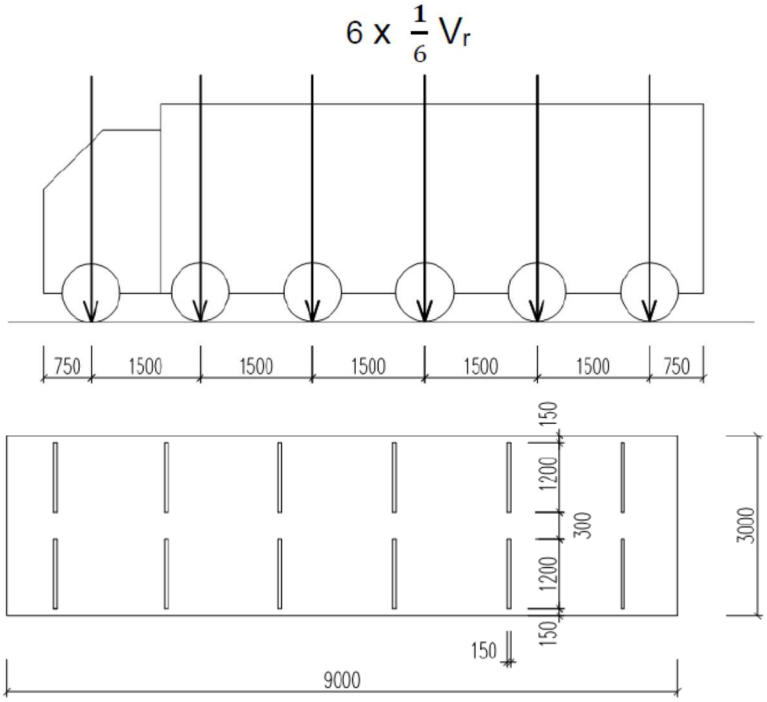
7.1.2.3 Výhradné zaťaženie

Výhradná zaťažiteľnosť sa stanoví ako najvyššia prípustná hmotnosť jediného vozidla na moste.

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.

Dynamický súčiniteľ sa uvažuje podľa STN EN 1991-2 čl. A.3 (5), podľa vzťahu :

$$\varphi = 1{,}4 - {}^{L}/_{500} = 1{,}382 > 1{,}0$$



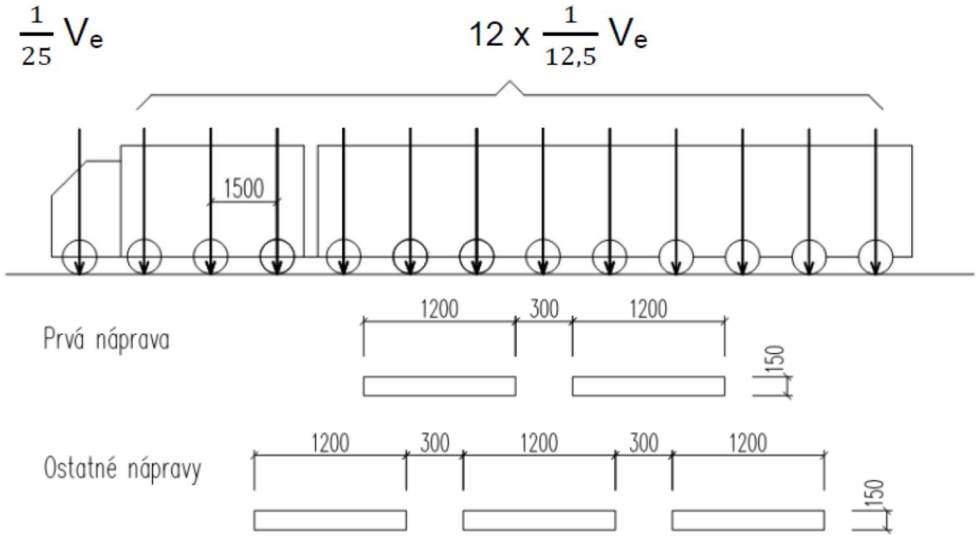
Obr. 8 Schéma vozidla pre stanovenie výhradnej zaťažiteľnosti

Tiaž reprezentatívneho vozidla pre výhradnú zaťažiteľnosť sa uvažuje $W_{r,rep}$ = 900kN

7.1.2.4 Výnimočné zaťaženie

Výnimočná zaťažiteľnosť sa stanoví ako najvyššia prípustná hmotnosť vozidla.

Model vozidla pre výnimočnú zaťažiteľnosť zodpovedá triede zvláštnych vozidiel 3000/240 podľa A.2(1) STN EN 1991-2. Pre umiestnenie vozidla na moste platí čl. 2.16 STN EN 1991-2/NA.

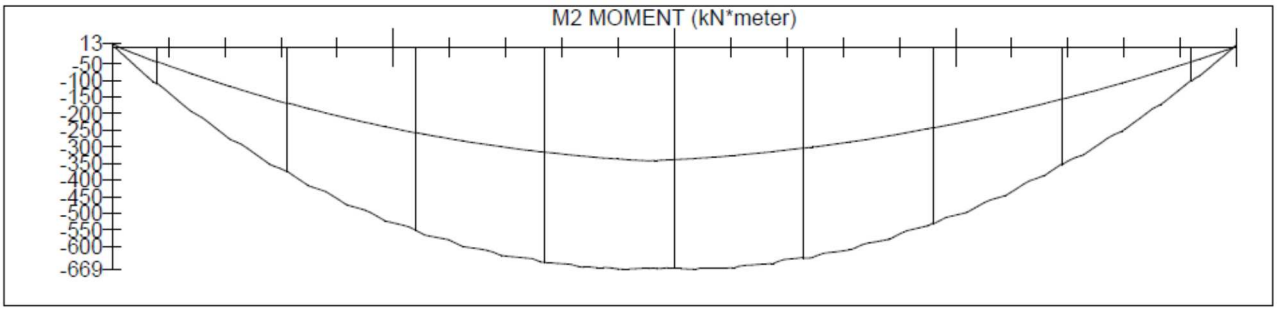


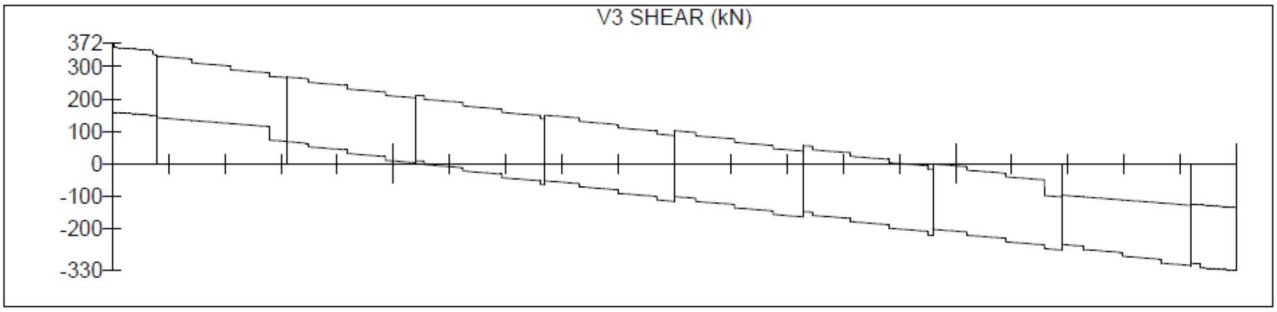
Obr. 9 Schéma vozidla pre stanovenie výnimočnej zaťažiteľnosti

Tiaž reprezentatívneho vozidla pre výnimočnú zaťažiteľnosť sa uvažuje We,rep = 3000kN

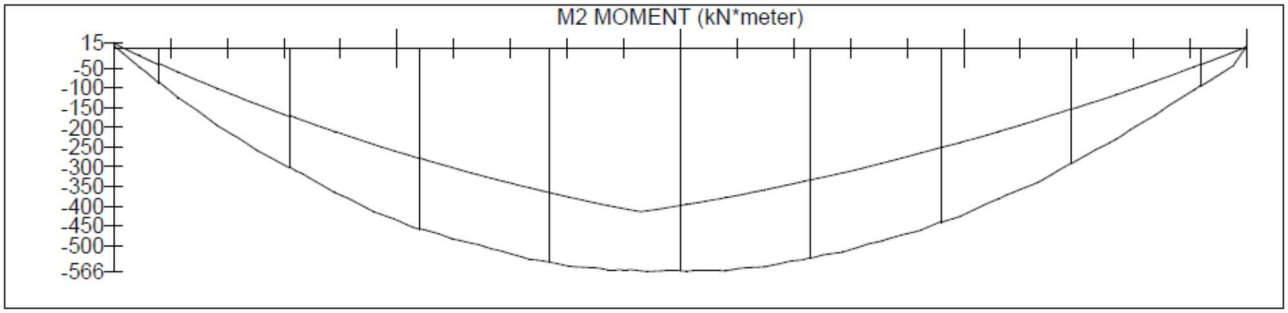
7.2 Vnútorné sily

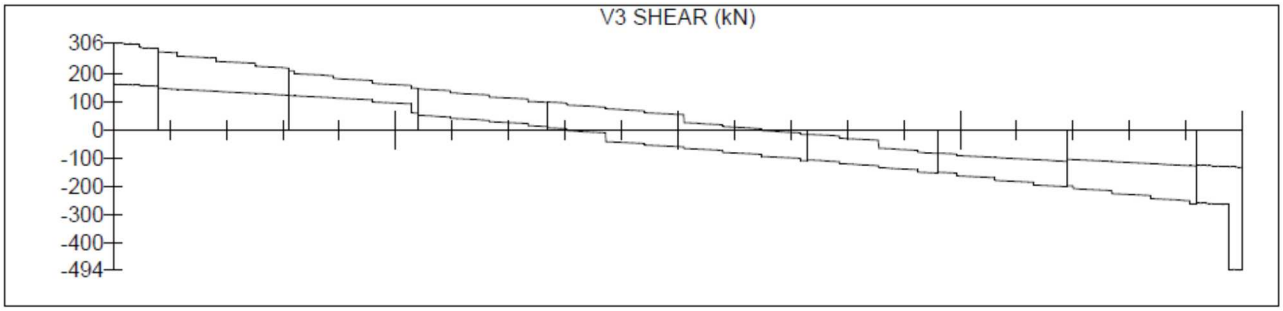
Kombinácia normálnej zaťažiteľnosti



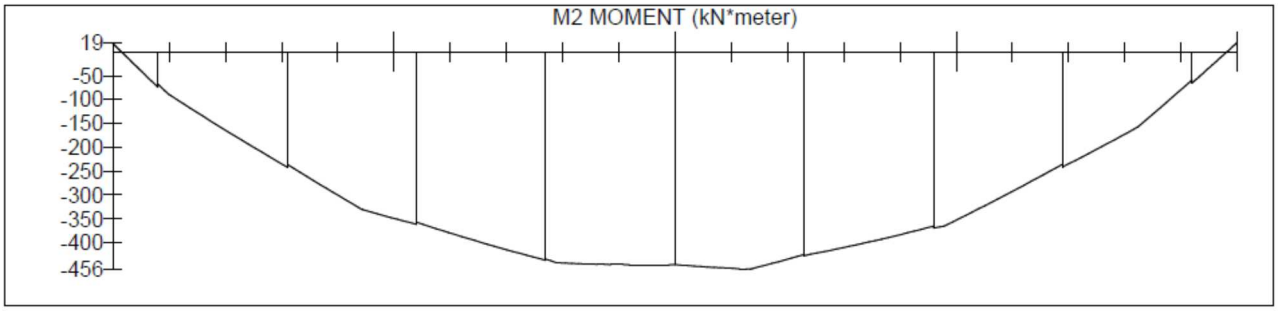


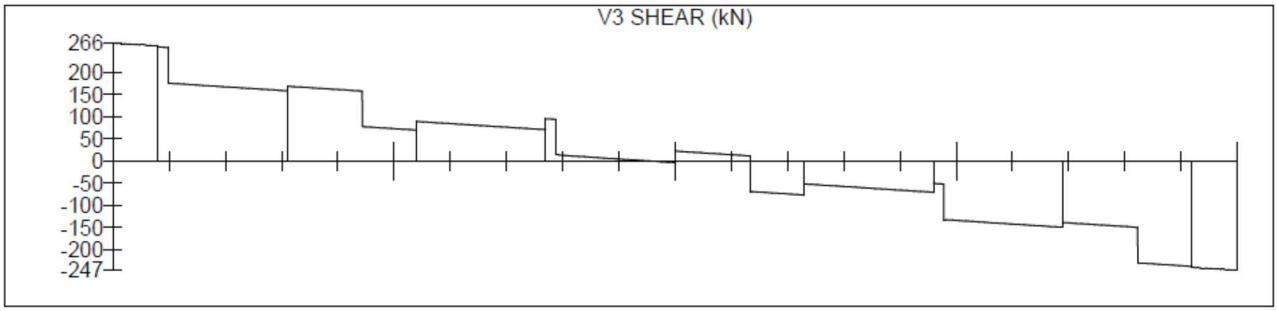
Kombinácia výhradnej zaťažiteľnosti





Kombinácia výnimočnej zaťažiteľnosti





7.3 Posúdenie zaťažiteľnosti

Posúdenie zaťažiteľnosti : $V_{j,i} = [(M_{Rd} - M_{Ed,G+Q,i} / M_{Ed,qD,i}) * \alpha] * V_{j,Norm}$

Stavebnotechnický stav (klas. stupeň) : I

Súčiniteľ stavebného stavu mosta : $\alpha =$ 1.0

Redukčný súčiniteľ normálnej zať. : $v =$ 1.00

7.3.1 Ohybová odolnosť

Návrhové ohybové momenty :

	$M_{Ed,i}$ [kNm]	$M_{Ed,G+Q,i}$ [kNm]	$M_{Ed,qD,i}$ [kNm]	$V_{j,Norm}$ [t]
Normálna zať.	669	192	477	32
Výhradná zať.	566	192	374	90
Výnimočná zať.	456	169	287	300

Faktor normálnej zaťažiteľnosti : $F_z =$ 1.56

Normálna zaťažiteľnosť : $V_n =$ 50.0 t **Nie je za potreby obmedzenie**

Výhradná zaťažiteľnosť : $V_r =$ 130.0 t **Nie je za potreby obmedzenie**

Výnimočná zaťažiteľnosť : $V_e =$ 420.0 t **Nie je za potreby obmedzenie**

7.3.2 Šmyková odolnosť

Návrhové šmykové sily :

	$V_{Ed,i}$ [kNm]	$V_{Ed,G+Q,i}$ [kNm]	$V_{Ed,qD,i}$ [kNm]	$V_{j,Norm}$ [t]
Normálna zať.	331	89	242	32
Výhradná zať.	327	89	238	90
Výnimočná zať.	257	76	181	300

Faktor normálnej zaťažiteľnosti : $F_z =$ *1.31*

Normálna zaťažiteľnosť : $V_n =$ *41.9 t* ***Nie je za potreby obmedzenie***

Výhradná zaťažiteľnosť : $V_r =$ *119.8 t* ***Nie je za potreby obmedzenie***

Výnimočná zaťažiteľnosť : $V_e =$ *420.0 t* ***Nie je za potreby obmedzenie***

7.4 Stanovená zaťažiteľnosť

Rozhodujúcim posúdením pre normálnu a výhradnú zaťažiteľnosť bola šmyková odolnosť nosnej konštrukcie. Výnimočná zaťažiteľnosť dosiahla maximálnu hodnotu vzhľadom na únosnosť vozovky na moste.

Zaťažiteľnosť na predmetnom mostnom objekte sa stanovuje nasledovne :

- *Faktor normálnej zaťažiteľnosti „F_z“ 1,31*
- *Normálna zaťažiteľnosť „V_n“ 41t*
- *Výhradná zaťažiteľnosť „V_r“ 119t*
- *Výnimočná zaťažiteľnosť „V_r“ 420t*

8 Záver statického výpočtu

Statickým výpočtom bola overená nosná konštrukcia predmetného mostného objektu.

Zaťažiteľnosť na predmetnom mostnom objekte sa stanovuje nasledovne :

- *Faktor normálnej zaťažiteľnosti „F_z“ 1,31*
- *Normálna zaťažiteľnosť „V_n“ 41t*
- *Výhradná zaťažiteľnosť „V_r“ 119t*
- *Výnimočná zaťažiteľnosť „V_r“ 420t*

Všetky prvky konštrukcie boli navrhnuté a posúdené podľa platných STN a STN EN. Navrhnutá konštrukcia je stabilná a vyhovuje pre najnepriaznivejšiu kombináciu vnútorných síl.

Statickým posudkom bolo preukázané splnenie základnej požiadavky na stavby – mechanickej odolnosti a stability stavby v zmysle § 43d ods. 1. písm. a) Zákona č.50/1976 Zb. v znení neskorších predpisov (Stavebný zákon) a sú splnené podmienky spoľahlivosti (t.j. bezpečnosti, používateľnosti a trvanlivosti) stavby.

V Prešove, marec 2019 Vypracoval: Ing. Radoslav Fotta