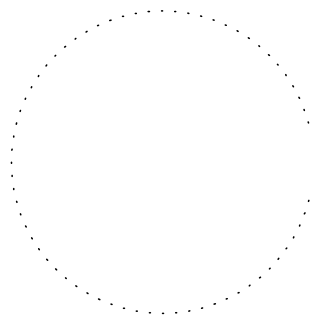



211-00



Chy

D

VYPRACOVAL: Ing. ĽUBOMÍR CHROMÝ Chy	HL. INŽ. PROJEKTU: Ing. MICHAL MATUŠKA mat	ZHOTOVITEL:  Somolického 1/B, 811 06 Bratislava I. Telefón: +421 2 5930 8261 Fax: +421 2 5930 8260 E-mail: info@amberg.sk
ZOD. PROJEKTANT: Ing. ĽUBOMÍR CHROMÝ Chy	TECH. KONTROLA: Ing. KONŠTANTÍN KUNDRÁT, CSC. ky	
OBJEDNÁVATEĽ: Trenčiansky samosprávny kraj, K dolnej stanici 7282/20A, 911 01 Trenčín		
KRAJ: Trenčiansky samosprávny kraj	OKRES: POVAŽSKÁ BYSTRICA	
STAVBA: PROJEKT REKONŠTRUKCIA CESTY Č. II/517 POVAŽSKÁ BYSTRICA (MOST ORLOVÉ) - DOMANIŽA		ČÍSLO ZÁKAZKY: AP-2016/180/01
		STUPEŇ: DSP (DRS)
		DÁTUM: 11/2016
ČASŤ STAVBY: REKONŠTRUKCIA MOSTA EV. Č. 517-011		FORMÁT: -
		MIERKA: -
PRÍLOHA: STATICKÝ VÝPOČET		ČÍSLO PRÍLOHY: 13 SÚPRAVA:

STATICKÝ VÝPOČET

SO 211-00

Obsah

1. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE MOSTA.....	3
2. ZÁKLADNÉ ÚDAJE O MOSTE (PODĽA STN 73 6200:1975).....	3
1.1 Prehľad použitej literatúry.....	5
3. Výsledky geologických prieskumov	5
3.1 Charakteristika územia záujmovej oblasti Považská Bystrica (mesto)	5
3.2 Paleogén.....	5
4. Technické riešenie	6
4.1 Súčasný stav.....	6
4.2 Navrhovaný stav	6
4.2.1 Nosná konštrukcia.....	6
4.2.2 Spodná stavba	7
4.3 Schéma - pôdorys	7
4.4 Schéma - priečny rez	8
5. VÝPOČET A POSÚDENIE NOSNEJ KONŠTRUKCIE MOSTA	8
5.1 Zaťaženie.....	8
5.1.1 Zaťaženie stále dlhodobé (vlastná hmotnosť).....	8
5.1.2 Zaťaženie stále dlhodobé (tiaž vozovkových vrstiev)	8
5.1.3 Zaťaženie stále dlhodobé (tiaž rímsov).....	9
5.1.4 Zaťaženie stále dlhodobé (tiaž zábradlia)	9
5.2 Premenné zaťaženie	9
5.2.1 Zaťaženie mosta dopravou.....	9
5.2.1.1 Zaťaženie mosta dopravou	9
5.2.1.2 Zaťaženie mosta dopravou	11
5.2.1.3 Zaťažovací model 3 (ZM3=LM3) – zvláštne vozidlá (neuvažuje sa)	11
5.2.1.4 Brzdové a rozjzdové sily	11
5.2.1.5 Odstredivé sily (neuvažuje)	12
5.2.1.6 Seizmické zaťaženie	12
5.2.1.7 Zaťaženie účinkami teploty – podľa STN EN 1991-1-5.....	12
5.2.1.7.1 Izotermy minimálnej teploty vzduchu T _{min}	12
5.2.1.7.2 Izotermy maximálnej teploty vzduchu T _{max}	13
5.2.1.7.3 Závislosť medzi teplotou vzduchu T _{min} /T _{max} a zmenou teploty mosta Te,min/Te,max.....	13
5.2.1.7.4 Rovnomerná zmena teploty mosta	14
5.2.1.7.5 Teplotný spád (postup 1).....	14
5.3 Kombinačné súčinitele a súčinitele zaťaženia	14
6. Návrhové kritéria.....	14
6.1 Medzné stavy používateľnosti (MSP)	14
6.1.1 Medzné stavy používateľnosti – kontrola napätí.....	14

6.2	Medzné stavy únosnosti (MSÚ).....	15
7.	Kombinácie zaťažení	15
7.1	Kombinácie zaťažení pre MSP.....	15
7.2	Kombinácie zaťažení pre MSÚ.....	16
8.	Medzné stavy používateľnosti.....	17
8.1	Kontrola napätí v betóne a betonárskej výstuži	17
8.1.1	V pozdĺžnom smere mosta m_{xx}	18
8.1.2	V priečnom smere mosta m_{yy}	19
8.2	Priehyb.....	20
9.	Medzné stavy únosnosti.....	20
9.1	Posúdenie na účinky ohybových momentov.....	20
9.1.1	V pozdĺžnom smere mosta m_{xx}	20
9.1.2	V priečnom smere mosta m_{yy}	22
9.2	Posúdenie na účinky posúvajúcich síl	23
9.3	Vystuženie nosnej konštrukcie	24
9.3.1	Overenie stupňa vystuženia	24
9.3.2	Spôsob kladenia výstuže v nosnej konštrukcii	24
10.	Stanovenie zaťažiteľnosti.....	26

1. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE MOSTA

Stavba

Objekt číslo: 211-00
Názov mosta: Rekonštrukcia mosta ev.č. 517-011
Katastrálne územie: Domaniža
Okres: Považská Bystrica
Budúci správca mosta: Správa ciest TSK
Druh stavby: rekonštrukcia

Projektant

Názov a adresa: AMBERG ENGINEERING Slovakia, s.r.o.
Somolického 1/B
811 06 Bratislava – Palisády
IČO: 35860073
IČ DPH: SK 20 20 289953
Tel. +421 2 5930 8261
Fax. +421 2 5930 8260

Hlavný inžinier projektu: Ing. Michal Matuška
Hlavný koordinátor: Ing. Martin Bakoš, PhD.
Manažér projektu: Ing. Ivan Brigant

Projektant časti

Názov a adresa: AMBERG ENGINEERING Slovakia, s.r.o.
Somolického 1/B
811 06 Bratislava – Palisády

Zodpovedný projektant: Ing. Ľubomír Chromý
Bod kríženia s: potok Domanižanka
Staničenie na ceste: 13,676 590

Staničenie
na premostovanej prekážke
potok Domanižanka: -

2. Uhol kríženia: ~ 50,000°

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

Charakteristika mosta (II. Triedenie mostov):

- a) na pozemnej komunikácii
- b) -
- c) most nad vodným tokom
- d) most s jedným otvorom
- e) jednopodlažný
- f) s hornou mostovkou
- g) nepohyblivý
- h) trvalý
- i) šikmý (pravá šikmosť)
- j) s normovou zaťažiteľnosťou
- k) masívny
- l) plnostenný
- m) doskový
- n) otvorene usporiadaný
- o) s neobmedzenou voľnou výškou

Dĺžka premostenia (čl. 60): 10,014 m

Dĺžka nosnej konštrukcie: 12,570 m

Dĺžka mosta (čl. 65): 12,570 m

Šikmosť mosta (čl. 65): 50,000^g, pravá

Šírka vozovky medzi obrubníkmi
(čl. 69): 8,275 m, 7,909 m

Šírka chodníka služobného: -

Šírka chodníka verejného: 1,00m (na vtoku); 1,00m (na výtoky)

Výška mosta (čl. 74): 1,740 m

Stavebná výška (čl. 75): 0,520 m

Plocha mosta

(dĺžka premostenia x šírka
medzi zábradliami:

$$10,014 \times 10,694 = 107,09 \text{ m}^2$$

Zaťaženie mosta

(uviesť použité normy): podľa STN EN 1990, STN EN 1991 (kategorizačné zatriedenie - cesty I., II. a III. triedy)

Zaťaženie mosta dopravou

(uviesť použité zaťaž. modely): zaťažovacie modely ZM1, ZM2

1.1 PREHĽAD POUŽITEJ LITERATÚRY

STN 73 3050	Zemné práce, všeobecné ustanovenia
STN 72 1006	Kontrola zhutnenia zemín a sypanín
STN 73 6201	Projektovanie mostných objektov. SUTN Bratislava 1999
STN EN 1990	Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991-1-1	Zaťaženie konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia – Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1991-2	Zaťaženie konštrukcií. Časť 2: Zaťaženie mostov dopravou
STN 73 1215	Betónové konštrukcie, Klasifikácia agresívnych prostredí. SUTN Bratislava 1993 (v znení ČSN 73 1215, ÚNM Praha 1984)
STN EN 1992-1-1	Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby
STN EN 1992-2	Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 2: Betónové mosty
STN EN 1997-1	Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 206-1	Betón – Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti výroba a zhoda. SUTN Bratislava 2002
STN 73 0037	Zemný tlak na stavebné konštrukcie, SUTN Bratislava (v znení ČSN 73 0037, ÚNM Praha 1990)
STN 73 1001	Základová pôda pod plošnými základmi. SUTN Bratislava 1993 (v znení ČSN 73 1001, ÚNM Praha 1987)
STN 73 3040:	Geotextílie a geotextíliam podobné výrobky na stavebné účely.
ČVUT	Základné ustanovenia a technické požiadavky Oceľové konštrukcie 30, Oceľové mosty

3. Výsledky geologických prieskumov

Geologický prieskum sa vypracoval pre potreby získania prehľadu o geologickej stavbe záujmového územia cesty II/517 na úseku Považská Bystrica (od mostu Orlové) po koniec obce Domaniža. Charakter stavby a návrh prípadných sanačných opatrení umožnili vykonanie prieskumu na základe archívnych prieskumných diel.

Geologický prieskum formou archívnych prieskumných inžinierskogeologických diel je vypracovaný v zmysle platného zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov. Nakoľko sa nevykonávali prieskumné práce v hĺbke väčšej ako 10 m, v zmysle § 12 odsek 2 nebolo potrebné spracovanie Projektu geologických úloh.

3.1 Charakteristika územia záujmovej oblasti Považská Bystrica (mesto)

Predmetné územie sa z geomorfologického hľadiska nachádza vo Fatransko-tatranskej oblasti, v regióne Strážovských vrchov. Klima je tu mierne chladná, s priemernými teplotami v januári - 4 až - 6° C, v júli 16 až 17° C a s priemernými ročnými zrážkami 800 - 900 mm. Z inžinierskogeologického hľadiska sa predmetné územie nachádza v regióne neogénnych tektonických vkleslín, v oblasti vnútrohorských kotlín. Na geologickej stavbe územia podieľajú horniny centálnokarpatského paleogénu, ktoré sú prekryté svahovými deluviálnymi sedimentami.

3.2 Paleogén

Paleogén v predmetnom území je reprezentovaný flyšovým vývojom pieskovcov a ílovcov (str. eocén), kde ílovce mierne prevládajú, ílovce sú vo vrstvách jeden až niekoľko metrov mocných, žltej, zelenošedej, hnedošedej i šedej farby. Pieskovce vystupujú v laviciach do 20 cm, sú hrubozrnné až drobové (1).

Jedná sa o ílovce zvetralé, poloskalného charakteru. Sú sivohnedej, sivomodrej i svetlohndeje farby, rozpukané, ktoré v zmysle STN 73 1001 zatriedime do triedy R5. Vo vrtoch v lokalite sú na hornej hrane až rozvetralé, kedy nadobúdajú charakter ílu so strednou plasticitou pevného, so zachovalou pôvodnou vrstevnatosťou a s obsahom úlomkov pôvodnej nerozvetralej horniny. Uvedenú polohu mocnosti 1,70 m zatriedime v zmysle vyššie citovanej normy do triedy F6. Horná hrana paleogénnych vrstiev sa nachádza v hĺbkach od 1,0 do 2,20 m.

4. Technické riešenie

4.1 Súčasný stav

Mostný objekt 211-00 (ev. č. 517-011) je jednoložová konštrukcia s teoretickým rozpätím 8,000 m, tvorená ŽB doskou výšky 600 mm. Železobetónová doska je uložená na masívnych betónových oporách. Šírka mosta je priemerná 10,656 – 10,302 m. Mostné pole pôsobí ako prostá doska. Odvodňovací systém izolácie je zanesený a pravdepodobne nefunkčný. Na moste sa nachádzajú chodníkové rímsoy so zábradlím, bez zvodidla. Povrch betónu ríms je značne degradovaný vrátane nosnej konštrukcie mosta. Opory majú porušený povrch. Toto poškodenie má hlavne estetický charakter, ale v prípade dlhodobého neriešenia môže poškodenie ovplyvniť aj statickú funkciu opôr. Vzhľadom na degradovaný betón nosnej konštrukcie mosta s výrazným obnažením výstuže je potrebná výmena nosnej konštrukcie. Vzhľadom na polohu mosta v okolitej zástavbe v spojení regulácie potoka Domanížanka most nemá krídla, krídla mosta sú tvorené regulovanými opornými stenami potoka na ktorých sú umiestnené oplotenia objektov okolitých budov.

4.2 Navrhovaný stav

Úprava mostného objektu 211-00 (ev. č. 517-011) je podmienená degradáciou mostnej konštrukcie, hlavne prvkov priamo vystavených poveternostným vplyvom a agresívnym účinkom chemického posypu v zimnom období a nadrozmernou dopravou. Podrobnejšie sú jednotlivé časti opísané v nasledujúcich bodoch.

4.2.1 Nosná konštrukcia

Spodný povrch a bočné strany krajných nosníkov vykazujú vo veľkej miere plošné oblasti s obnaženou výstužou vrátane nefunkčného odvodnenia a vzhľadom k tomuto faktoru je projektovaná komplexná výmena nosnej konštrukcie. Novonavrhovaný statický systém nosnej konštrukcie je navrhnutý integrovaný most. Navrhnutá nosná konštrukcia umožňuje plynulý prechod vozovky z príľahlého zemného telesa na mostnú konštrukciu bez použitia mechanických mostných záverov ktoré sú obvykle náchylné k poruchám, predovšetkým zatekaniu vody do spodnej opory. Časť opôr sa vybúra a dobetónovaním opôr s nosnou konštrukciou vytvoríme zo statického hľadiska rám. Novonavrhovaná konštrukcia je tvorená železobetónom triedy C30/37 pričom vodorovná časť nosnej konštrukcie je min 400 mm.

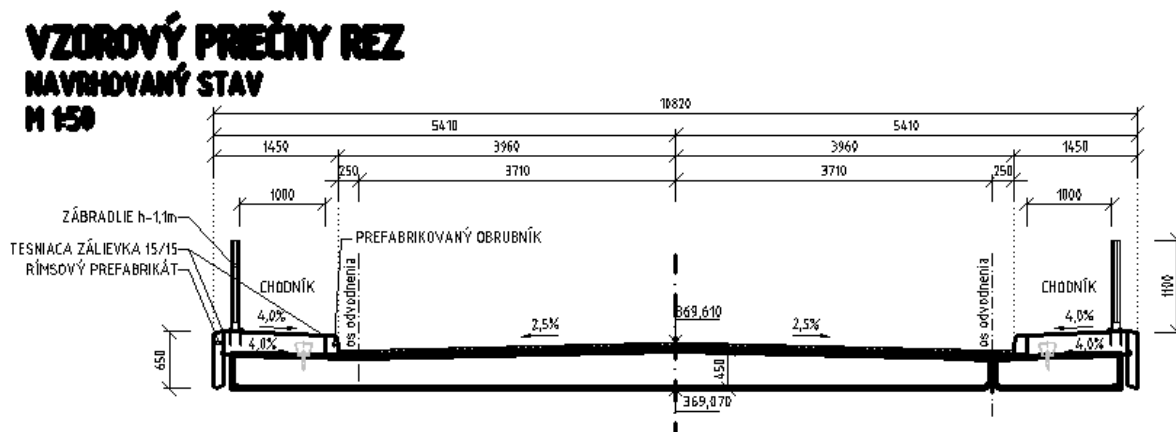
Použitý materiál: betón - C 30/37 XC4, XD1, XF2(SK) – Cl0,4 – Dmax22 – S3
betónárska výstuž - B 500 B.

Horný povrch sa vyspáduje v priečnom smere 2,5% k osiam odvodnenia a 4% protispádom pod rímsami. V pozdĺžnom smere sklon horného povrchu dosky kopíruje niveletu mosta.

Úprava spodnej stavby sa týka odbúraním časti drieru ktoré sa nahradia novými časťami opôr ktoré budú spojené s nosnou konštrukciou. Nakotvenie výstuže do pôvodnej spodnej stavby bude realizované chemickými kotvami s výstužou Ø16mm s hĺbkou kotvenia 250 mm.

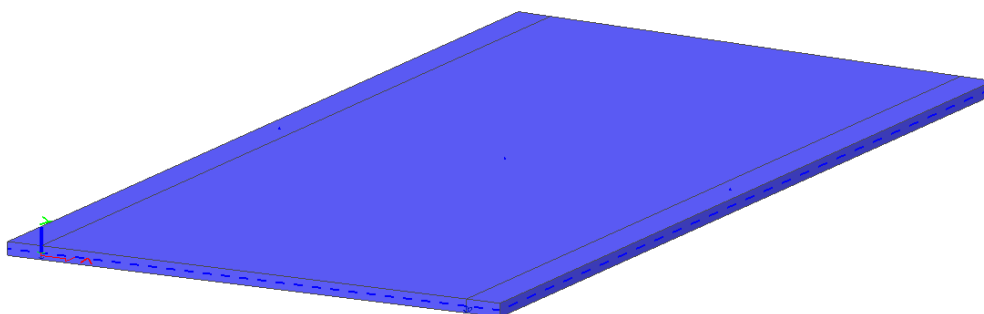
Všetky časti spodnej stavby v trvalom styku so zeminou, sa ochránia izoláciou (náterom za studena) proti zemnej vlhkosti (1x penetračný a 2x asfaltový náter). Na všetkých viditeľných ostrých hranách na konštrukcii spodnej stavby sa skosia hrany (vložením trojuholníkovej latky do debnenia).

4.4 Schéma - priečný rez



5. VÝPOČET A POSÚDENIE NOSNEJ KONŠTRUKCIE MOSTA

Výpočtový model konštrukcie mosta bol spracovaný v programe SCIA ESA 8.1 ako rovinno-doskový model navrhnutý v rovine všeobecnej.



obr. model mosta

Doska nosnej konštrukcie je navrhnutá priemernej hrúbky 460 mm pričom uloženie NK je v SV uvažované líniovým podoprením.

5.1 Zaťaženie

Zaťaženie mosta stálym zaťažením bolo zohľadnené podľa STN EN 1991-2

- vlastná tiaž
- tiaž konštrukčných vrstiev vozovky
- vlastná tiaž vybavenia mosta (zábradlie a pod.)

5.1.1 Zaťaženie stále dlhodobé (vlastná hmostnosť)

Stále zaťaženie konštrukcie je automaticky generované programom s prihliadnutím na parciálny súčiniteľ zaťaženia $\gamma_m = 1,50$.

5.1.2 Zaťaženie stále dlhodobé (tiaž vozovkových vrstiev)

Je definované stálym zaťažením hodnotou 2,67 kN/m² prenášobené parciálnym súčiniteľom zaťaženia $\gamma_m = 1,35$.

5.1.3 Zaťaženie stále dlhodobé (tiaž rímasy)

Tiaž rímasy je definované ako plošné všeobecné zaťaženie hodnotou 11,808 kN/m v šírke 1,23 m s pripočítaním hodnoty zaťaženia 5 kN/m² od zaťaženia chodcov.

5.1.4 Zaťaženie stále dlhodobé (tiaž zábradlia)

Tiaž zábradlia je definované hodnotou zaťaženia 1,2 kN/m prenasobené parciálnym súčiniteľom zaťaženia 1,35.

5.2 Premenné zaťaženie

5.2.1 Zaťaženie mosta dopravou

Zaťaženie mosta dopravou (premenným zaťažením) bolo zohľadnené podľa STN EN 1991-2 kapitola 4.

- Zaťaženie mosta dopravou
- Zaťaženie účinkami teploty (podľa STN EN 1991-1-5)

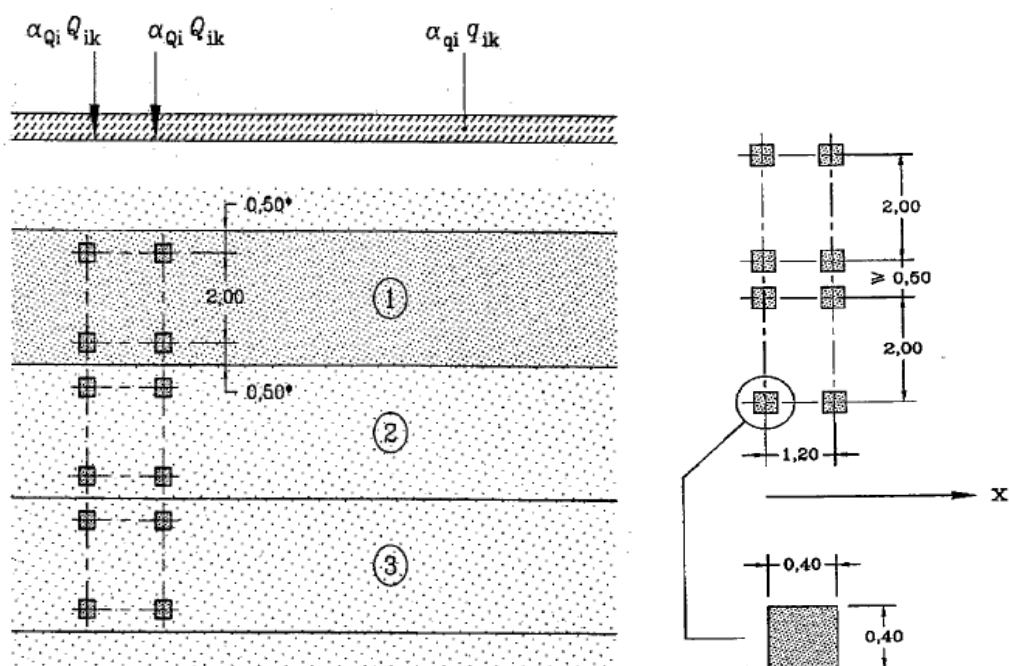
5.2.1.1 Zaťaženie mosta dopravou

Zaťažovací model 1 (ZM1=LM1) - (STN EN 1991-2, čl. 4.3.2)

Sústredené a rovnomerné zaťaženia zahrnujúce účinky dopravy osobnými a nákladnými vozidlami; model sa používa pre celkové i lokálne overenia.

Poloha	Tandemový systém Dvojnápravové vozidlo	RSZ systém
	Nápravové zaťaženie Q_{ik} (kN)	q_{ik} (alebo q_{lk}) (kN/m ²)
Zaťažovací pruh 1	300	9
Zaťažovací pruh 2	200	2,5
Zaťažovací pruh 3	100	2,5
Iné zaťažovacie pruhy	0	2,5
Zvyšná plocha zaťažovacieho priestoru (q_{rk})	0	2,5

- (1) pruh číslo 1: $Q_{1k} = 300$ kN; $q_{1k} = 9$ kN/m²
 (2) pruh číslo 2: $Q_{2k} = 200$ kN; $q_{2k} = 2,5$ kN/m²
 (3) pruh číslo 3: $Q_{3k} = 100$ kN; $q_{3k} = 2,5$ kN/m²
 *Pre $w_l = 3,00$ m



Na overenie lokálnych účinkov sa uvažuje dvojnápravové vozidlo v najnepriaznivejšej polohe.

Kategória cesty	α_{Q1}	α_{Q2}	α_{Q3}	α_{q1}	$\alpha_{qi} \ i \geq 2$	α_{qr}
Diaľnice a rýchlostné cesty	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00
Cesty I., II. a III. triedy	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00
Miestne obslužné a účelové komunikácie	0,90	0,60	0,60	0,60	1,00	1,00

Obrázok 1 Hodnoty kategorizačných súčiniteľov STN EN 1991-2/NA

Nápravová sila $\alpha_Q \cdot Q_k$, rovnomerné plošné zaťaženie $\alpha_q \cdot q_k$		
poloha	tandemový systém (TS), dvojnápravové vozidlo	UDL systém
	nápravové zaťaženie $\alpha_Q \cdot Q_k$	$\alpha_q \cdot q_k$
zaťažovací pruh 1	270 kN	8,1 kN/m ²
zaťažovací pruh 2	180 kN	2,5 kN/m ²
Zaťažovací pruh 3	90 kN	2,5 kN/m ²
ostatná plocha zaťažovacieho priestoru	0 kN	2,5 kN/m ²

Nápravová sila $\alpha_Q \cdot Q_k$, rovnomerné plošné zaťaženie $\alpha_q \cdot q_k$.

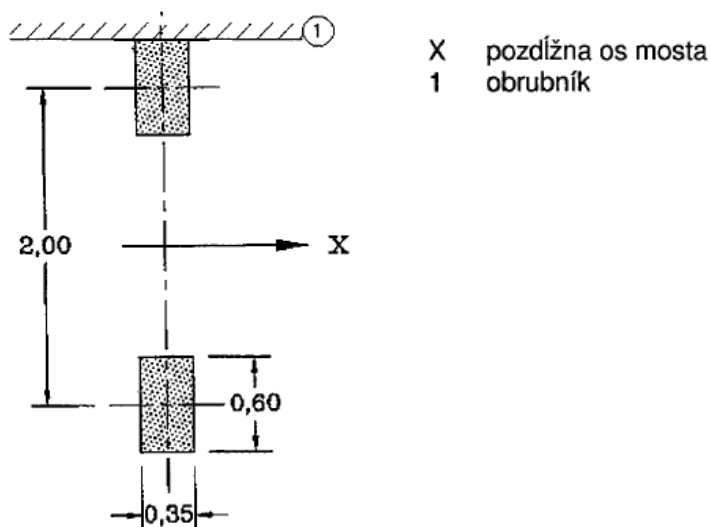
Zaťažovací pruh 3 nebol uvažovaný z dôvodu priestorových možností.

5.2.1.2 Zaťaženie mosta dopravou

Zaťažovací model 2 (ZM2=LM2) - (STN EN 1991-2, čl. 4.3.3)

Tento model zložený z jednonápravového zaťaženia $\beta_Q \cdot Q_{ak}$ s tiažou Q_{ak} rovnou 400 kN vrátane dynamických prírastkov, sa používa v ľubovoľnej polohe na vozovke. $\beta_Q = 1,00$.

Rozmery kontaktnej zaťažovacej plochy kolesovej sily zaťažovacieho modelu LM2 sa uvažujú hodnotami **0,4 m x 0,4 m** podľa obr. 4.2b v STN EN 1991-2.



obr. zaťažovací model 2 (LM2 - ZM2)

5.2.1.3 Zaťažovací model 3 (ZM3=LM3) – zvláštne vozidlá (neuvažuje sa)

Súbor sústav nápravových síl predstavujúcich zvláštne vozidlá, ktoré môžu jazdiť na trasách kde je povolené výnimočné zaťaženie; model je určený pre celkové i lokálne overenia.

– **špeciálne vozidlo – 3000/240** (pre mosty na osobitne určených trasách).

Ak nie je stanovené inak, použije sa špeciálne vozidlo 3000/240 podľa tab. A2 v STN EN 1991-2, príloha A s nasledovnými odporúčaniami, ktorými sa upravuje článok A.3 v STN EN 1991-2, príloha A.

Vozidlo sa pohybuje v osi mosta (prípustná kolmá odchýlka od vytýčenej polohy je $\pm 0,3$ m) rýchlosťou do 5 km/hod, pričom musí byť po celej dĺžke mosta vylúčená ostatná doprava.

5.2.1.4 Brzdne a rozjazdové sily

– brzdna sila Q_{1K} pôsobí na povrchu vozovky v pozdĺžnom smere. Excentricita bola zanedbaná a sila uvažovaná ako:

$$Q_{l,k} = 0,6\alpha_{Q1}(2Q_{1K}) + 0,1\alpha_{q1}Q_{1K}w_1L$$

L – dĺžka nosnej konštrukcie alebo uvažovanej časti

$$Q_{l,k} = 0,6 \cdot 0,9 \cdot (2 \cdot 300) + 0,1 \cdot 0,9 \cdot 9,0 \cdot 3,0 \cdot L = 19,44 \text{ kN}$$

podmienkou je že $Q_{1K} \leq 900 \text{ kN}$

$$q_{l,k} = Q_{l,k} / (w \cdot L) = 1,58 \text{ kN/m}_2$$

Rozjazdové sily majú tú istú veľkosť len opačného smeru ako brzdna sila.

Odporúča sa túto silu uvažovať ako silu pôsobiacu pozdĺž osi príslušného pruhu. Avšak, ak účinky excentricky pôsobiacich síl nie sú závažné, silu možno uvažovať ako rovnomerne spojitú pôsobiacu pozdĺž osi vozovky, na príslušnej dĺžke pôsobiaceho zaťaženia.

5.2.1.5 Odstredivé sily (neuvažuje)

Odstredivé sily Q_{tk} sú definované ako priečne pôsobiace sily na povrchu vozovky v smere kolmom k osi vozovky.

Tabuľka 4.3 - Charakteristické hodnoty odstredivých síl

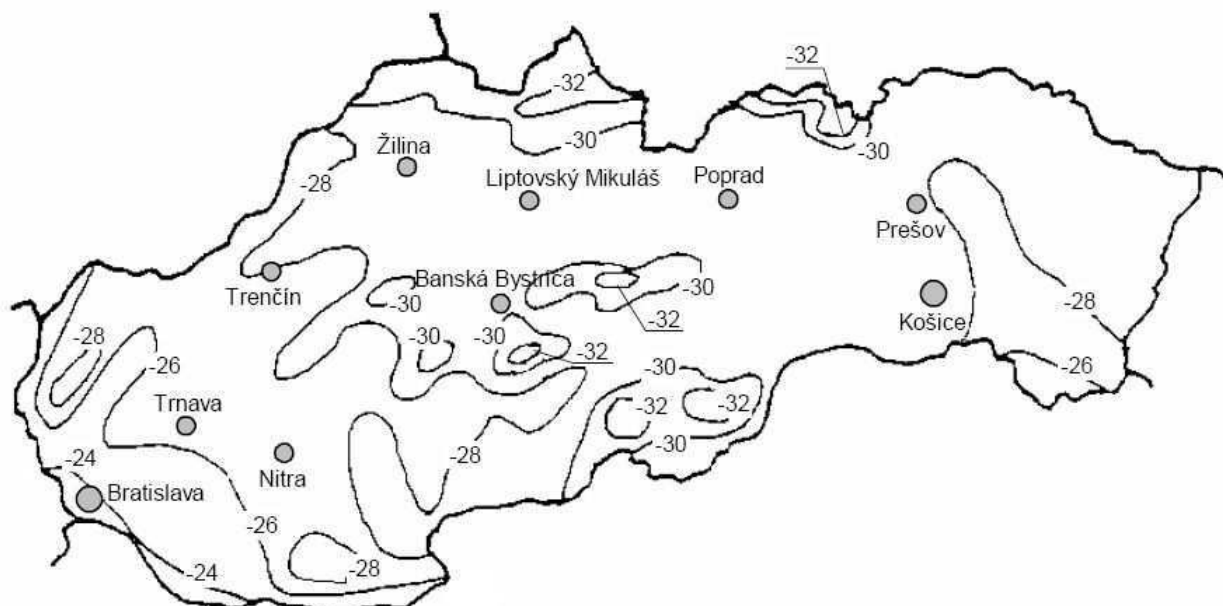
$Q_{tk} = 0,2Q_v$ (kN)	ak $r < 200$ m
$Q_{tk} = 40Q_v / r$ (kN)	ak $200 \leq r \leq 1500$ m
$Q_{tk} = 0$	ak $r > 1500$ m

5.2.1.6 Seizmické zaťaženie

Na moste sa neuvažuje.

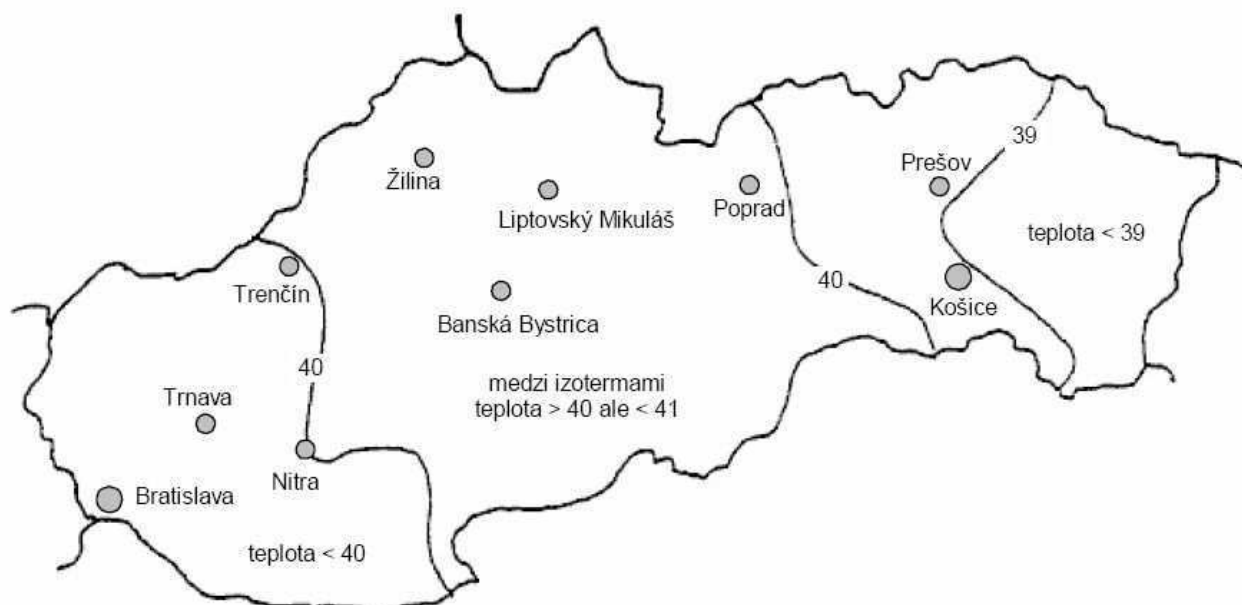
5.2.1.7 Zaťaženie účinkami teploty – podľa STN EN 1991-1-5

5.2.1.7.1 Izotermy minimálnej teploty vzduchu T_{min}



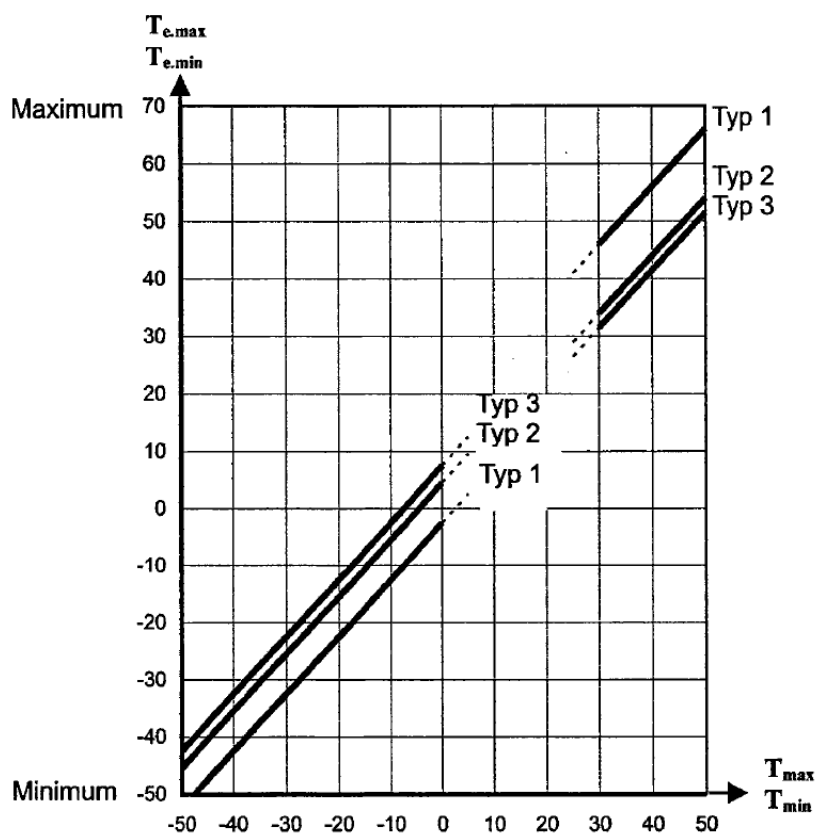
Obrázok 3 Minimálna teplota vzduchu v tieni pre oblasť PB je $T_{min} = -28^\circ\text{C}$

5.2.1.7.2 Izotermy maximálnej teploty vzduchu T_{max}



Obrázok 4 Maximálna teplota vzduchu v tieni pre oblasť PB je $T_{max} = 40^{\circ}\text{C}$

5.2.1.7.3 Závislosť medzi teplotou vzduchu T_{min}/T_{max} a zmenou teploty mosta $T_{e,min}/T_{e,max}$



Pozn.: Betónová nosná konštrukcia mosta sa radí ku konštrukčnému typu 3.

5.2.1.7.4 Rovnomerná zmena teploty mosta

Zložka rovnomernej teploty závisí od minimálnej a maximálnej teploty, ktoré most dosiahne. Výsledkom je rozsah zmien rovnomernej teploty, ktoré by v konštrukciách neobmedzených väzbami vyústili do zmeny dĺžky prvku.

- ochladenie (skracovanie) $\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = 10^\circ\text{C} - 21^\circ\text{C} = -31^\circ\text{C}$
- oteplenie (predlžovanie) $\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 42^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 32^\circ\text{C}$

5.2.1.7.5 Teplotný spád (postup 1)

Ohrievanie a ochladzovanie vrchného povrchu nosnej konštrukcie mosta počas predpísanej doby spôsobí maximálne zmeny teploty pri ohrievaní (horný povrch je teplejší) a pri ochladzovaní (spodný povrch je teplejší).

- vrchný povrch teplejší ako spodný $\Delta T_{M,heat} = k_{sur} \cdot \Delta T_{e,heat} = 0,7 \cdot 15^\circ\text{C} = 10,5^\circ\text{C}$
- spodný povrch teplejší ako vrchný $\Delta T_{M,cool} = k_{sur} \cdot \Delta T_{e,cool} = 1,0 \cdot (-8^\circ\text{C}) = -8^\circ\text{C}$

k_{sur} – súčiniteľ vplyvu hrúbky povrchovej úpravy (vozovka hr. 90 mm)

5.3 Kombinačné súčinitele a súčinitele zaťaženia

Pre program Scia Engineer je potrebné vytvoriť kombinácie samostatne s uvažovaním príslušných súčiniteľov zaťaženia a kombinačných faktorov.

Názov zaťaženia	Zaťaženie	$\gamma_{F,sup}$	$\gamma_{F,inf}$	Skupina	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Scia skupina
P0	Vlastná tiaž generovaná program.	1.35	1.00	PERM	1.00	1.00	1.00	-
P1	Vozovka	1.35	1.00	PERM	1.00	1.00	1.00	-
P2	Rímsa	1.35	1.00	PERM	1.00	1.00	1.00	-
P3	Zábradlie, zvodidlá, PHS	1.35	1.00	PERM	1.00	1.00	1.00	-
Qi	UDL - LM 1	1.35	0	UDL	0.40	0.40	0	F
Qi	TS1 - LM 1 (zaťažovací pruh č.1)	1.35	0	TS	0.75	0.75	0	G
Qi	Brzdná sila - LM1	1.35	0	BRZDA	0	0	0	C

6. Návrhové kritéria

6.1 Medzné stavy použiteľnosti (MSP)

6.1.1 Medzné stavy použiteľnosti – 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 $k_1 = 0,6$
- napätie v predpínacích jednotkách nemá prekročiť hodnotu $k_5 \cdot f_{pk}$, pričom $k_5 = 0,75$
- ťahové napätia v betonárskej výstuži neprekročia $k_3 \cdot f_{yk}$, pričom $k_3 = 0,8$.

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

6.2 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.

7. Kombinácie zaťažení

7.1 Kombinácie zaťažení pre MSP

Pre medzné stavy použiteľnosti (MSP) sa uvažovali nasledujúce kombinácie zaťažení:

- charakteristická kombinácia
- častá kombinácia
- kvazistála kombinácia.

Charakteristická kombinácia zaťažení:

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

Častá kombinácia zaťažení:

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

Kvazistála kombinácia zaťažení:

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

Menej častá (zriedkavá) kombinácia zaťažení:

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

Charakteristická kombinácia - hlavné zaťaženie: - dopravou LM1

Súč.	VI. tiaž g_0	Stále – zvršok g_1	LM1	Chodci q_{fk}	Vietor W	Teplota T
ψ_0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6

```

15 cha01 Strength/Stress Add
    self_weight( 1.000) + zvrso( 1.000) + LM1_Psi( 1.000)
+
    temp( 0.600)
    
```

```

16 cha02 Strength/Stress Add
    self_weight( 1.000) + zvrso( 1.000) + LM2( 1.000)
+
    temp( 0.600)
    
```

```

17 cha03 Strength/Stress Add
    self_weight( 1.000) + zvrso( 1.000) + dav_ludi( 1.000)
+
    temp( 0.600)
    
```


Častá kombinácia - hlavné zaťaženie: - dopravou LM1

Súčinitele	Vl. tiaž g ₀	Stále – zvršok g ₁	LM1		Chodci q _{fk}	Vietor W	Teplota T
			TS	UDL			
ψ ₁₍₂₎	1,0	1,0	0,75	0,4	0,4	0	0,5

19 FR Strength/Stress Add
 self_weight(1.000) + zvršok(1.000) + LM1_Psi(1.000)

Kvazistála kombinácia

Súčinitele	Vl. tiaž g ₀	Stále – zvršok g ₁	LM1		Chodci q _{fk}	Vietor W	Teplota T
			TS	UDL			
ψ ₁₍₂₎	1,0	1,0	0	0	0	0	0,5

20 Q-P Strength/Stress Add
 self_weight(1.000) + zvršok(1.000) + temp(0.500)

7.2 Kombinácie zaťažení pre MSÚ

Kombinácie zaťažení pre medzné stavy únosnosti – Rovnica 6.10 (MSÚ):

$$\sum_j \gamma_{G,j,\text{sup}} \cdot G_{k,j,\text{sup}} + \sum_j \gamma_{G,j,\text{inf}} \cdot G_{k,j,\text{inf}} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombinácie zaťažení pre medzné stavy únosnosti a medzné stavy použiteľnosti sú uvažované v zmysle STN EN 1990 A2.2. Pre tvorbu kombinácií zaťažení je hlavné premenné zaťaženie v tabuľkách zvýraznené.

Pre predpätie boli vybraté dva súčinitele sup. a inf, ktorými sa majú zohľadniť prípadne zmeny vo vedení kábla voči prípadnej zmene tvaru nosnej konštrukcie vo výškovom vedení.

Hlavné zaťaženie: - dopravou LM1

Súčinitele	Vl. tiaž g ₀	Stále – zvršok g ₁	LM1	Chodci q _{fk}	Vietor W	Teplota T
γ _{G(Q)}	1,35	1,35 (1,0)	1,35	1,35	1,5	1,5
ψ ₀	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
súčín	1,35	1,35	1,35	1,35	0,9	0,90

1	temp	Strength/Stress	Envelope	
		+T_Rov(1.000) +	-T_Rov(1.000) +	+T_NeRov(1.000)
		-T_NeRov(1.000)		
2	msu01	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.000) +	zvrso(1.000)	
3	msu02	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.350) +	zvrso(1.350)	
4	msu03	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.000) +	zvrso(1.000) +	LM1_NoPsi(1.350)
5	msu04	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.350) +	zvrso(1.350) +	LM1_NoPsi(1.350)
6	msu05	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.000) +	zvrso(1.000) +	LM1_NoPsi(1.350)
		+ temp(0.900)		
7	msu06	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.350) +	zvrso(1.350) +	LM1_NoPsi(1.350)
		+ temp(0.900)		
8	msu07	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.000) +	zvrso(1.000) +	LM2(1.350)
		+ temp(0.900)		
9	msu08	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.350) +	zvrso(1.350) +	LM2(1.350)
		+ temp(0.900)		
10	msu09	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.000) +	zvrso(1.000) +	dav_ludi(1.350)
		+ temp(0.900)		
11	msu10	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.350) +	zvrso(1.350) +	dav_ludi(1.350)
		+ temp(0.900)		
12	msu11	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.000) +	zvrso(1.000) +	LM1_Psi(1.500)
		+ temp(1.500)		
13	msu12	Strength/Stress	Add	
		self_weight(1.350) +	zvrso(1.350) +	LM1_Psi(1.500)
		+ temp(1.500)		
14	MSU	Strength/Stress	Envelope	
		msu01(1.000) +	msu02(1.000) +	msu03(1.000)
		msu04(1.000) +	msu05(1.000) +	msu06(1.000)
		msu07(1.000) +	msu08(1.000) +	msu09(1.000)
		msu10(1.000) +	msu11(1.000) +	msu12(1.000)

8. Medzné stavy používateľnosti

8.1 Kontrola napätí v betóne a betonárskej výstuži

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

C30/37

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

$$|min. \sigma_{h,d}| < 0,630 MPa$$

$$|min. \sigma_{h,d}| < 18,0 MPa$$

Podľa STN EN 1992-2, čl. 7.2 pri charakteristickej kombinácii zaťaženi sa dovoľuje predpokladať, že nevzniknú neprijateľné trhliny a pretvorenia, ak napätia v betonárskej výstuži neprekročia hodnotu $k_3 \cdot f_{yk}$, pričom $k_3=0,8$

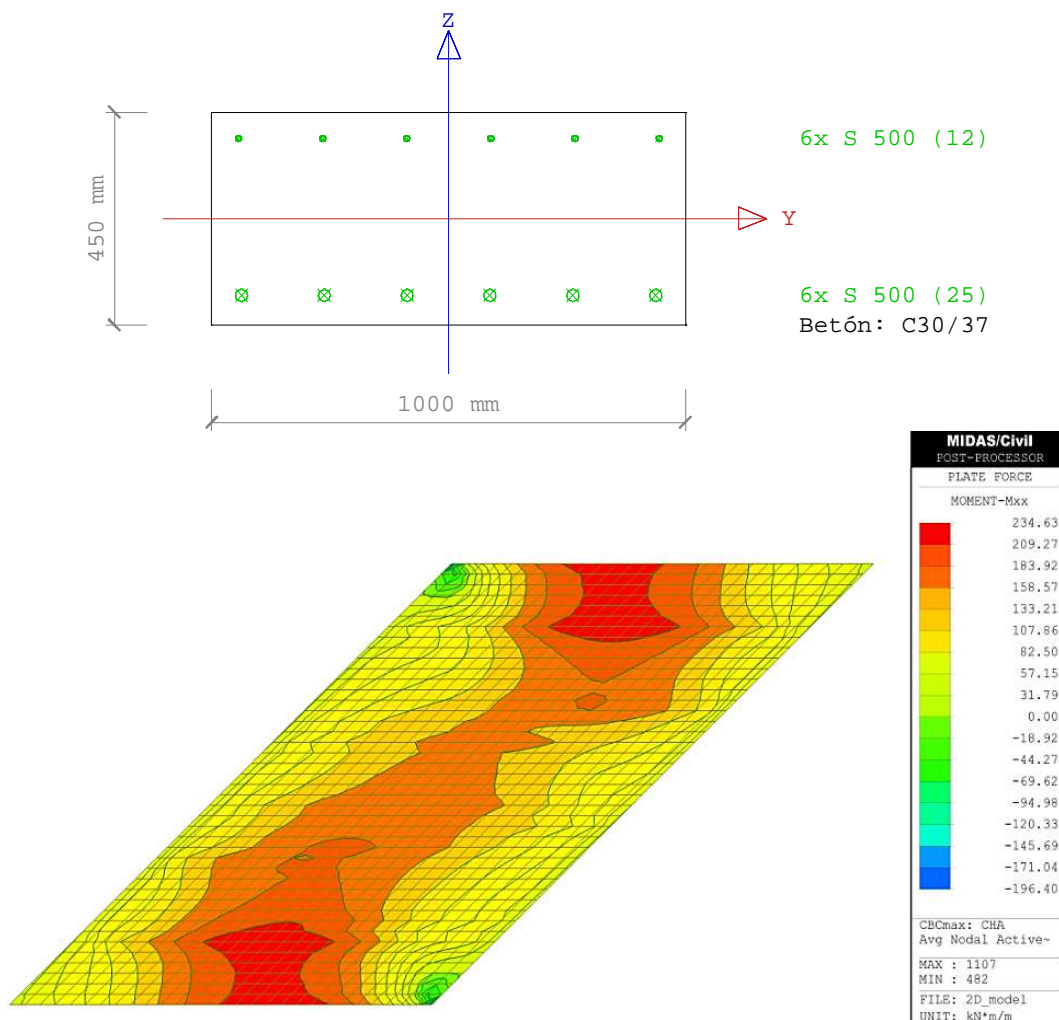
B 500B

$$|min. \sigma_s| < k_3 \cdot f_{yk}$$

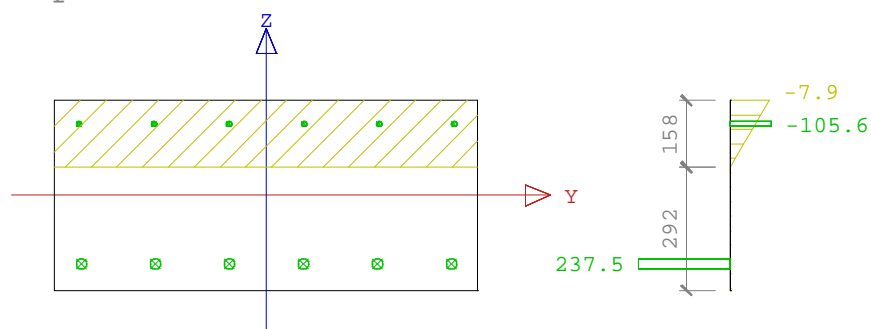
$$|min. \sigma_s| < 0,8500 MPa$$

$$|min. \sigma_s| < 400,0 MPa$$

8.1.1 V pozdĺžnom smere mosta m_{xx}



Obr. 1 Obálka ohybových momentov od charakteristických kombinácií zaťažení
 Napätia [MPa]



Kótovanie je vynesené v smere spádovej
 priamky roviny pretvorenia [mm]

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

$$|min. \sigma_{h,d}| < 0,630 MPa$$

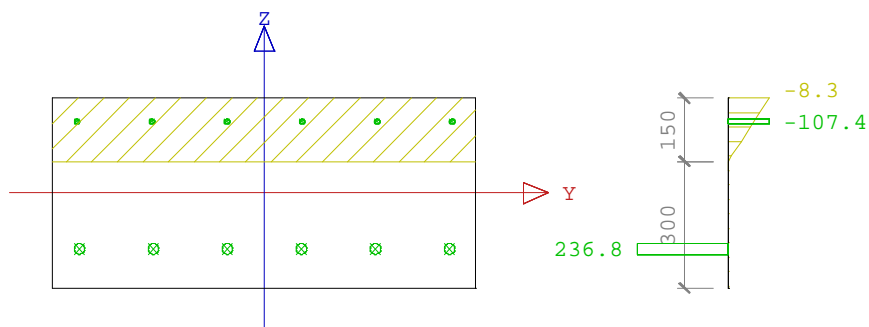
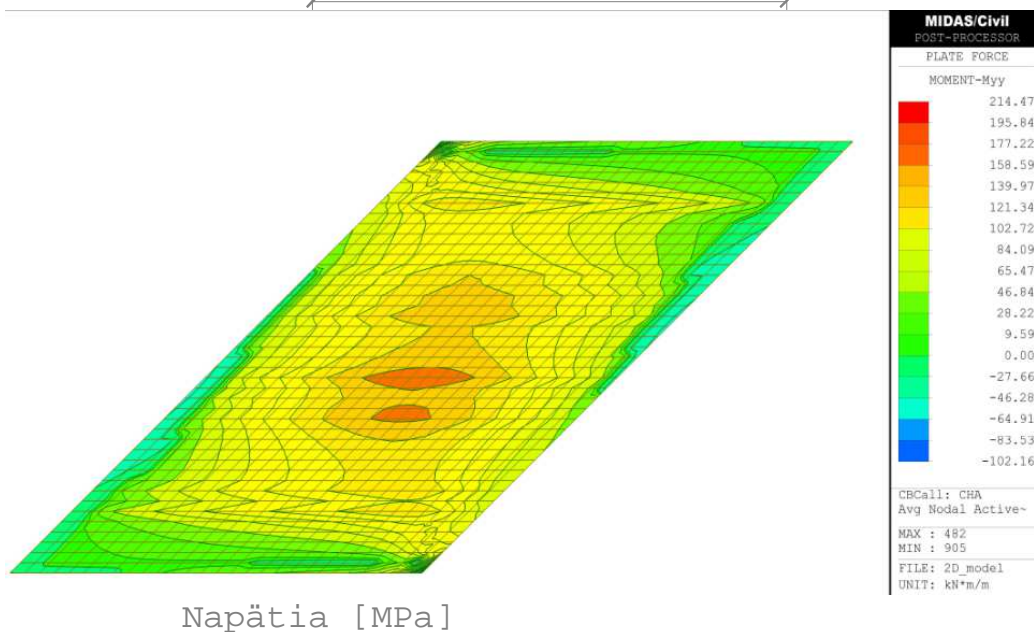
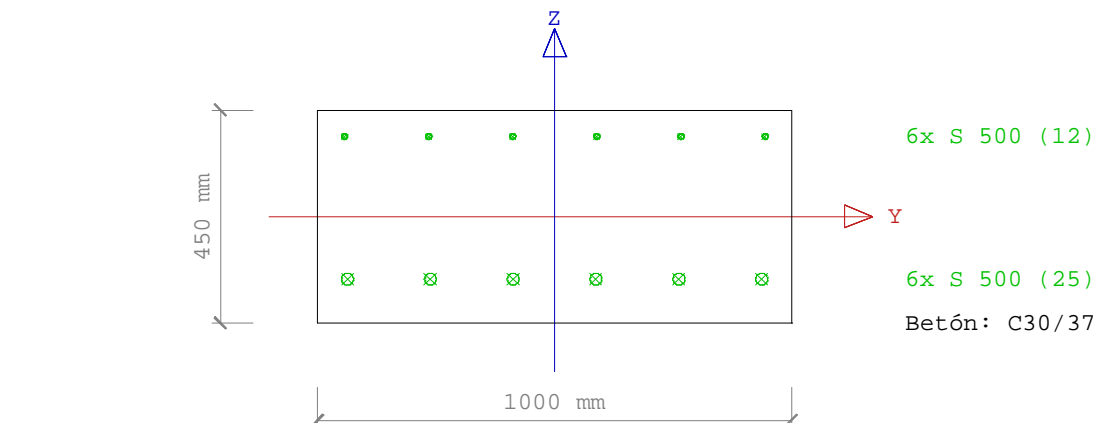
$$|min. \sigma_s| < k_3 \cdot f_{yk}$$

$$|min. \sigma_s| < 0,8500 MPa$$

$|-7,9\text{MPa}| < 18,0\text{MPa}$
VYHOVUJE!

$|237,5\text{MPa}| < 400,0\text{MPa}$
VYHOVUJE!

8.1.2 V priečnom smere mosta m_{yy}



Kótovanie je vynesené v smere spádovej
 priamky roviny pretvorenia [mm]

$|\min. \sigma_{h,d}| < k_1 \cdot f_{ctk}(t)$
 $|\min. \sigma_{h,d}| < 0,630\text{MPa}$
 $|-8,3\text{MPa}| < 18,0\text{MPa}$

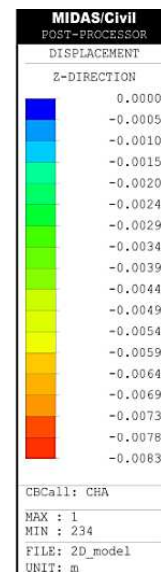
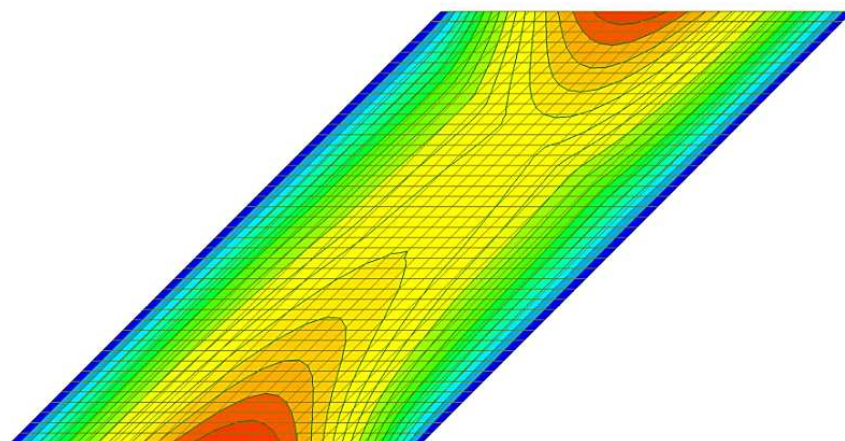
VYHOVUJE!

$|\min. \sigma_x| < k_3 \cdot f_{yk}$
 $|\min. \sigma_x| < 0,8500\text{MPa}$
 $|236,8\text{MPa}| < 400,0\text{MPa}$

VYHOVUJE!

8.2 Priehyb

Priehyb od charakteristickej kombinácie zaťažení.



$$\frac{1}{500} \cdot 1 \leq \delta$$

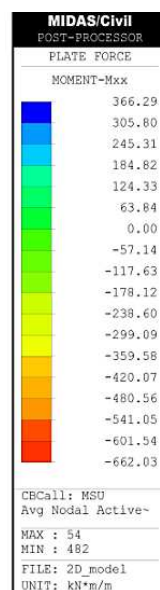
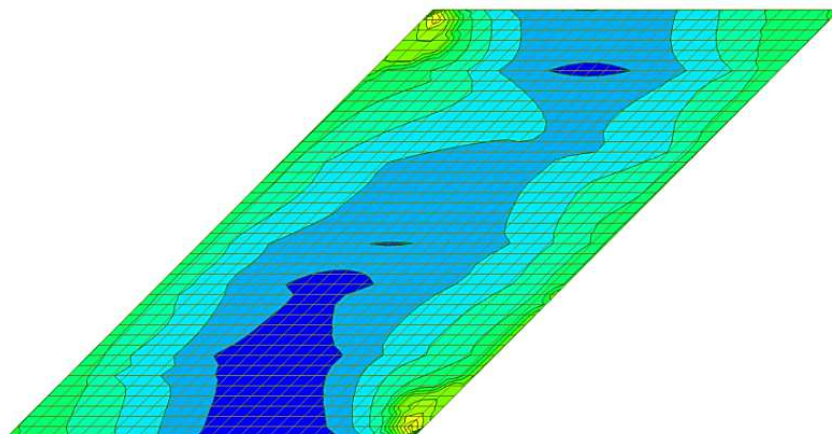
$$\frac{1}{500} \cdot 9\text{m} \leq 0,0083\text{m}$$

0,018m ≤ 0,008m
VYHOVUJE!

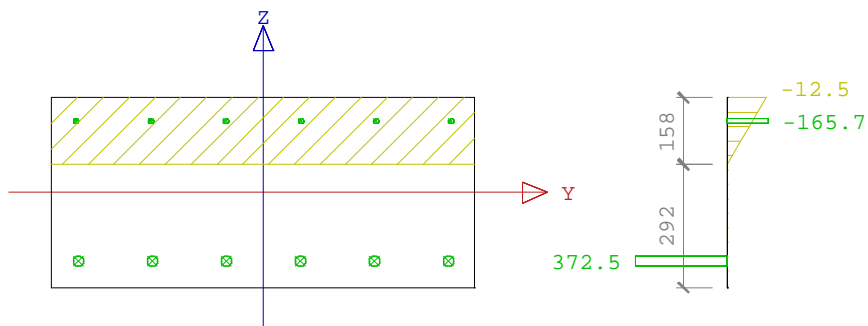
9. Medzné stavy únosnosti

9.1 Posúdenie na účinky ohybových momentov

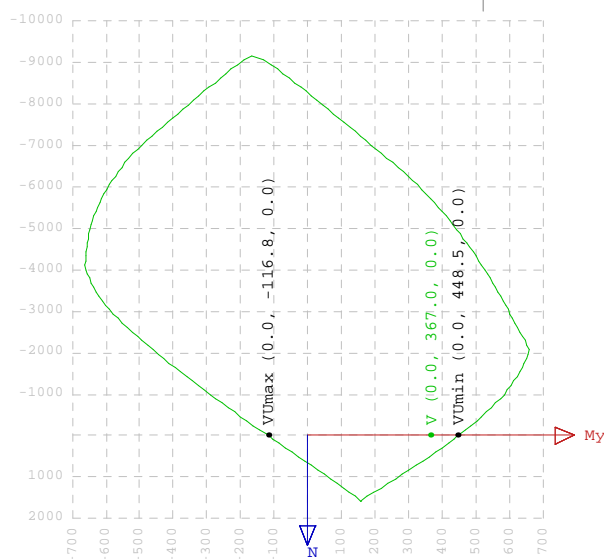
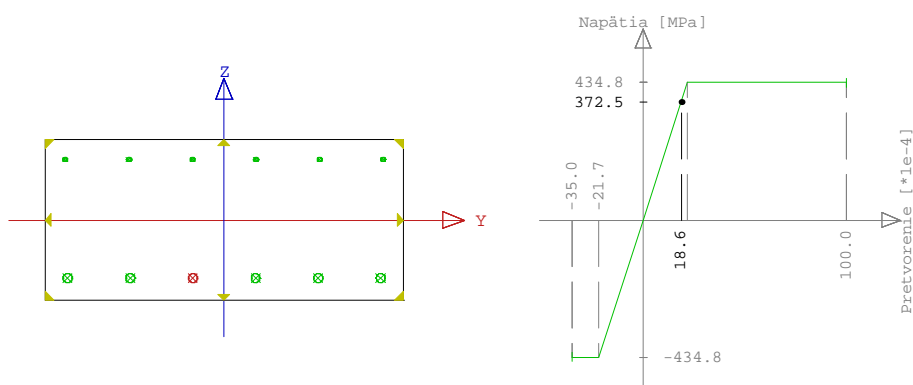
9.1.1 V pozdĺžnom smere mosta m_{xx}



Napätia [MPa]



Kótovanie je vynesené v smere spádovej
 priamky roviny pretvorenia [mm]
 S 500 (25) - vložka č. 4
 (S,0 = 200000 MPa)

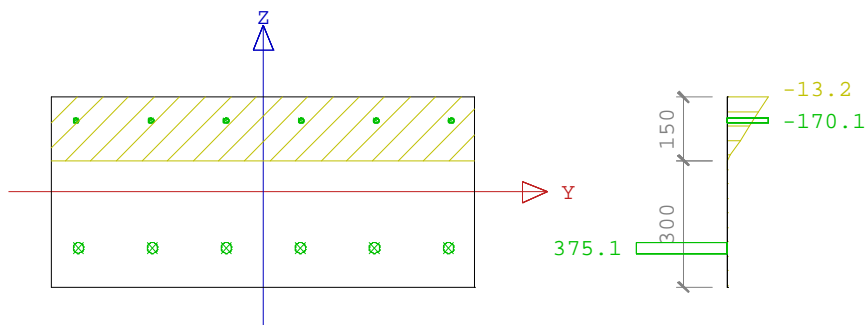


$M_{y,min}=448.4719 \text{ kNm}$ $> M_{y,d}=367.0000 \text{ kNm}$ $> M_{y,max}=-116.8012 \text{ kNm}$

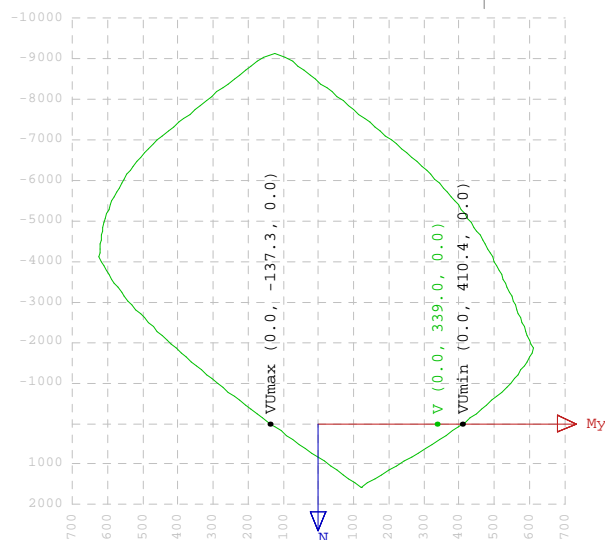
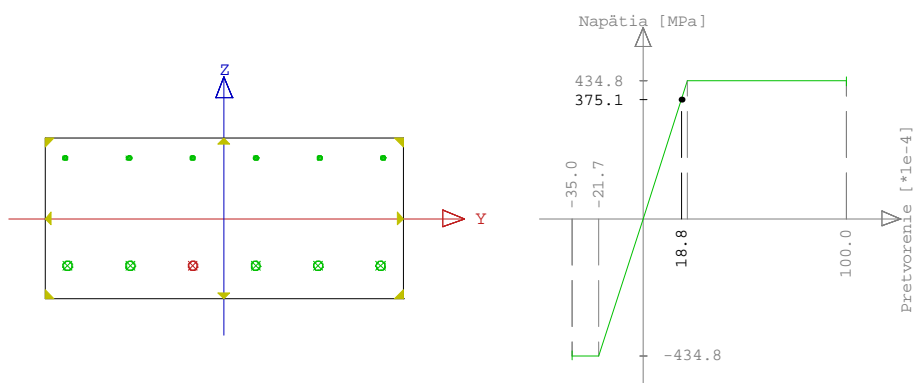
VYHOVUJE!

9.1.2 V priečnom smere mosta m_{yy}

Napätia [MPa]



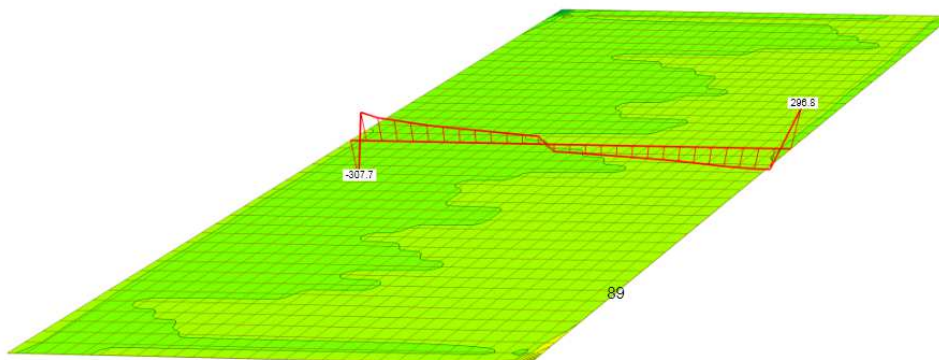
Kótovanie je vynesené v smere spádovej
 priamky roviny pretvorenia [mm]
 S 500 (25) - vložka č. 10
 ($E_s = 200000$ MPa)



$$M_{y,\min} = 410.4099 \text{ kNm} > M_d = 339.0000 \text{ kNm} > M_{y,\max} = -137.2922 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE!

9.2 Posúdenie na účinky posúvajúcich síl



Obr. 2 Obálka posúvajúcich síl

Prierez		poznámka		poznámka
$A_c =$	0,45 m ²		$A_{s1} =$	3,44E-03 m ²
$b =$	0,45 m		$k_s =$	7
$h =$	1 m			Ø 25
tr. Betónu				
$f_{ck} =$	30000 kPa			C 30/37
$f_{cd} =$	17000 kPa			acc = 0.85 MOSTY
$f_{ctd} =$	1 333 kPa			
Výstuž				
$f_{yd} =$	434 783 kPa			B 500 B
$V_{ed} =$	308 kN	Návrhová posúvajúca sila		
$b_w =$	1 m	Najmenšia šírka prierezu v ťahanej oblasti (6.2.2; STN EN 1992-1-1)		
$C_{ed,c} =$	trvalá situácia	Súčiniteľ závislí na návrhovej situácii		
$d =$	0,38 m	Účinná výška prierezu		
Θ	40°			**
$k =$	1,725	Súčiniteľ výšky prierezu d(mm)		
$\rho_1 =$	0,0090			
$N_{ed} =$	0 kN	Osová sila v priereze od predpätia ***		
$\sigma_{cp} =$	0,000 Mpa			
$V_{min} =$	0,435	Min. ekvivalentná šmyková pevnosť		
$V_{Rd,c} =$	236,42 kN	Návrhová hodnota šmykovej odolnosti		
$V_{Rd,c,min} =$	165,11 kN	Minimálna návrhová hodnota šmykovej odolnosti		
$V_{Rd,c} =$	236,42 kN	Ak nie je potrebné navrhovať šmykovú výstuž (riadok dole) tak táto hodnota je návrhová hodnota šmykovej odolnosti		
JE POTREBNÉ NAVRHOVAŤ ŠMYKOVÚ VÝSTUŽ				

Strmene		
n=	3	Počet strihov, strmeň
f _{ywd} =	434 782,6 kPa	
z=	0,342 m	Rameno vnútorných síl
Φ	Φ 16	Profil strmeňa
s=	0,3 m	Osová vzdialenosť strmenov
A _{sw} =	6,032E-04 m ²	Plocha šmykovej výstuže strmeňa
α=	90 °	Uhol medzi šmykovou výstužou a osou nosníka α ∈ <45;90>
b _w =	1 m	Minimálna šírka medzi ťahaným a tlačným pásom (6.2.3; STN)
α _{cw} =	1,00	Súčiniteľ zohľadňujúci napätostný stav v tlačnom páse
v=v ₁ =	0,528	Súčiniteľ redukcie pevnosti betónu s trhlinami v šmyku
Šmyková odolnosť		
V _{Rd,s} =	356,30 kN	Únosnosť strmienkov
V _{Rd,max} =	1 511,58 kN	Únosnosť tlakových diagonál
V _{Rd} =	356,30 kN	Šmyková odolnosť
V _{Rd}	≥	V _{Ed}
356,30	≥	308,00
VYHOVUJE		
Stupeň vystuženia		
ρ _{w,min} =	0,00088	Minimálny stupeň vystuženia
ρ _w =	0,00201	Stupeň vystuženia
Vyhovuje na minimálny stupeň vystuženia		
A _{sw,max} =	3,097E-03 m ²	Maximálna možná plocha výstuže, s ktorou možno uvažovať vo výpočte
Plocha šmykovej výstuže vo výpočte je postačujúca		
ρ _{w,min} =	0,00088	Hodnota min. stupňa vystuženia pre nosníky (9.5N)
Vyhovuje na minimálny stupeň vystuženia pre nosník		
	0,00	Overenie duktility
	0,01032	Overenie duktility
v=	0,528	Redukčný súčiniteľ pevnosti betónu s trhlinami (6.6N)
Vyhovuje na dostatočné pretvorenie-duktilitu		

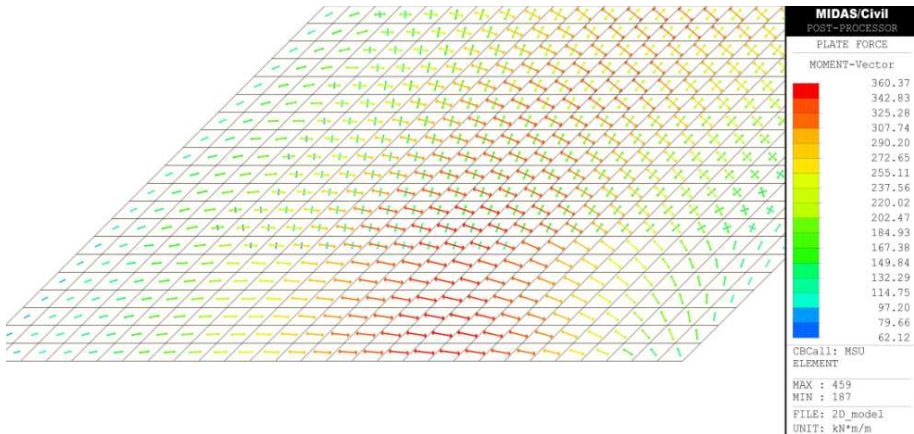
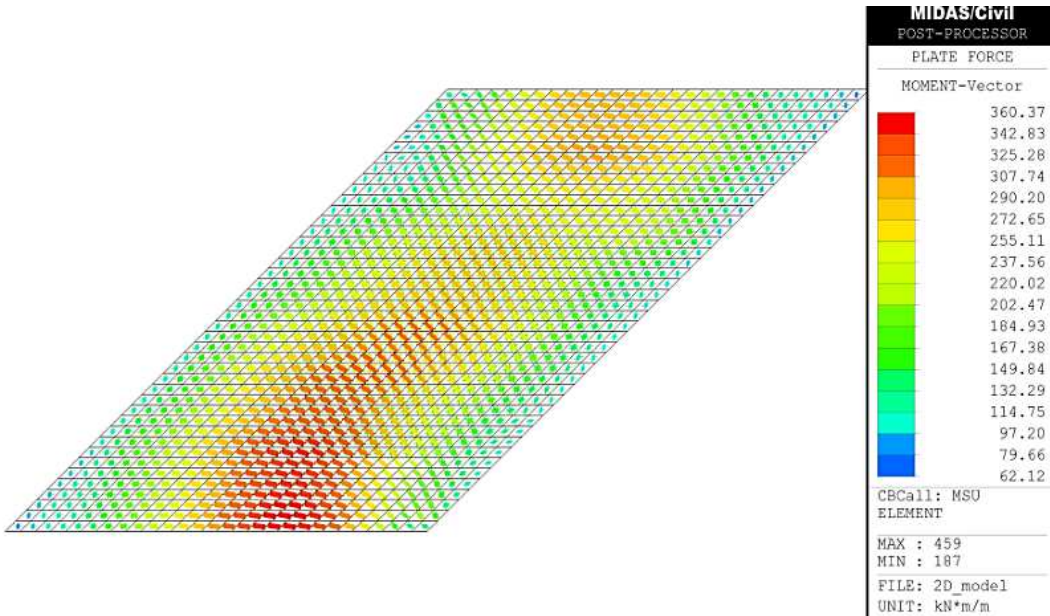
9.3 Vystuženie nosnej konštrukcie

9.3.1 Overenie stupňa vystuženia

STN EN 1992-1-1, čl.9.2.1.1

Geometria prierezu		
b _t =	1 m	
h=	0,45 m	C 30/37
d=	0,38 m	
Minimálna plocha výstuže		
A _{s,min} =	573,04 mm ²	
Ø 25	▼	k _s = 6
A _s =	2945,24 mm ²	
A _{s,max} =	18000 mm ²	
VYHOVUJE		

9.3.2 Spôsob kladenia výstuže v nosnej konštrukcii



10. Stanovenie zaťažiteľnosti

Zaťažiteľnosť mostov sa stanovuje ako najnižšia hodnota zaťažiteľnosti jednotlivých prvkov nosnej konštrukcie a spodnej stavby mosta.

Podľa druhu ideálneho pohyblivého zaťaženia sa pri mostoch na diaľniciach, rýchlostných cestách, cestách I., II. A III. Triedy a miestnych komunikáciách stanovuje:

- Faktor normálnej zaťažiteľnosti
- Zaťažiteľnosť na jednu nápravu
- Výhradná zaťažiteľnosť
- Výnimočná zaťažiteľnosť
-

Zaťažiteľnosť na jednu nápravu sa stanovuje iba v odôvodnených prípadoch (čl. 2.6, TP 02/2016). Táto zaťažiteľnosť nie je opodstatnená pre tento most.

REZ:		M _{rdy} (kNm)	V _{rdy} (kNm)	M _G (kNm)	V _G (kNm)	M _{edwn} (kNm)	V _{edwn} (kNm)	W _{n,rep} (kN)	F _{my,z}	F _{vz,z}	W _{n,max} (kN)	W _{n,Vz} (kN)	W _n (t)
450x1000		1	2	3	4	5	6	7	8=(1-3)/5	9=(2-4)/6	10=8.7	11=9.7	12=min(10; 11)
A	V _{xx}		356		72		70,0	320		4,06		1298	129,8
A	M _{xx}	448		214		196,5		320	1,19		381		38,1
Normálna zaťažiteľnosť												(t)	38

REZ:		M _{rdy} (kNm)	V _{rdy} (kNm)	M _G (kNm)	V _G (kNm)	M _{edwn} (kNm)	V _{edwn} (kNm)	W _{r,rep} (kN)	K _{max}	K _{vz,xx}	W _{r,max} (kN)	W _{r,Vz} (kN)	W _n (t)	
450x1000		1	2	3	4	5	6	7	8=(1-3)/5	9=(2-4)/6	10=8.7	11=9.7	12=min(10; 11)	
A	V _{xx}		356		72		48,0	651		5,92		3853	385,3	
A	M _{xx}	448		214		81,0		651	1,24		809		80,9	
Výhradná zaťažiteľnosť									W _r =	900	φ=	1,382	(t)	81

REZ:		M _{rdy} (kNm)	V _{rdy} (kNm)	M _G (kNm)	V _G (kNm)	M _{edwn} (kNm)	V _{edwn} (kNm)	W _{n,rep} (kN)	F _{my,z}	F _{vz,z}	W _{n,max} (kN)	W _{n,Vz} (kN)	W _n (t)
450x1000		1	2	3	4	5	6	7	8=(1-3)/5	9=(2-4)/6	10=8.7	11=9.7	12=min(10; 11)
A	V _{xx}		356		72		52,0	3000		5,46		16385	1638,5
A	M _{xx}	448		214		109,0		3000	2,15		6440		644,0
Výnimočná zaťažiteľnosť												(t)	644

V Košiciach 11/2016

Ing. Ľubomír Chromý