

Statický výpočet

Posúdenie napätosti mostných objektov

ev.č. D4 – 053 a 053.1 križovatka Stupava

Vplyv nerovnomerného sadania krajných opôr

Vypracovali: prof. Ing. Jaroslav Halvoník, PhD.

doc. Ing. Viktor Borzovič, PhD.

doc. Ing. Ľuboš Hruštinec, PhD.

Objednávateľ: Národná diaľničná spoločnosť, a.s.

Dúbravská cesta 14

841 04 Bratislava

V Bratislave, október 2016.

Podpisový list:

Tento posudok vypracovali:

Prof. Ing. Jaroslav Halvoník, PhD.

autorizovaný stavebný inžinier

Statika stavieb

autorizačné osvedčenie vydané SKSI, pod. č.3917 ,

Doc. Ing. Viktor Borzovič, PhD.

autorizovaný stavebný inžinier

Statika stavieb

autorizačné osvedčenie vydané SKSI, pod. č.4887

Doc. Ing. Ľuboš Hruštinec, PhD.

autorizovaný stavebný inžinier

Statika stavieb

autorizačné osvedčenie vydané SKSI, pod. č. 4380

V Bratislave, 28. október 2016.

Obsah

Podpisový list:	2
1 ÚVOD.....	5
2 POPIS KONŠTRUKCIE MOSTA	6
2.1 Nosná konštrukcia.....	6
2.2 Spodná stavba	6
2.3 Mostné vybavenie	7
2.4 Obhliadka mosta	8
3 ZAŤAŽENIE MOSTA.....	9
3.1 Vlastná tiaž mosta.....	9
3.2 Zvršok	9
3.3 Zaťaženie od dopravy a dynamické účinky.....	9
3.3.1 Zoskupenie I	10
3.3.2 Zoskupenie II	10
3.3.3 Štvornápravové vozidlo	11
3.3.4 Dynamické účinky	11
3.3.5 Zaťaženie služobného chodníka.....	11
3.4 Zaťaženie teplotným spádom	11
3.5 Nerovnomerné sadanie podpier	11
3.6 Kombinácie zaťažení.....	15
3.6.1 Hlavné zaťaženie	15
3.6.2 Celkové zaťaženie	15
4 PREDPÄTIE	17
5 STATICKÁ ANALÝZA	17
5.1 Vnútorne sily – mostný obj. 211-01	18
5.2 Vnútorne sily – mostný obj. 211-02	28
6 KONTROLA NAPÄTÍ.....	38
6.1 Normálové napätia – mostný obj. 211-01	39
6.2 Normálové napätia – most SO 211-02	45
7 REAKCIE NA SPODNÚ STAVBU	51
8 GEOTECHNICKÉ POSÚDENIE SADANIA OPÔR	52

8.1	Definovanie okrajových podmienok geotechnických výpočtov	52
8.2	Výsledky a zhodnotenie geotechnických výpočtov	58
8.3	Geotechnické odporúčania	71
9	ZÁVER	72
	LITERATÚRA	73
	PRÍLOHY	74

P1 – Výpočet redukovaných hodnôt sadania

P2 – Výpočtový model nosnej konštrukcie

P3 – Geotechnické údaje o záujmovom území vyplývajúce z archívnej dokumentácie

P4 – Fotografická príloha z obhliadky mosta

celkovo 106 strán

1 ÚVOD

Na základe objednávky č. 4500096656 zo dňa 26.8.2016, vystavenej Národnou diaľničnou spoločnosťou, a.s. so sídlom Dúbravská cesta 14, Bratislava, bol vypracovaný statický výpočet mostov ev.č. D4-053 (obj. 211-01) a D4 – 053.1 (obj. 211-02) križovatka Stupava. so zohľadnením geodeticky zameraných sadaní spodnej stavby vyššie uvedených mostov. Nakoľko sadanie opôr vykazuje významne väčšie hodnoty ako sadanie pilierov je súčasťou statického výpočtu návrh opatrení, ktoré je potrebné vykonať pre zamedzenie ďalšieho sadania opôr mosta.

Ako podklady pre vypracovanie statického výpočtu bola poskytnutá:

- Dokumentácia skutočného vyhotovenia stavby – stavebná časť z júna 2011
- Statický výpočet SO 211-01 z januára 2008
- Statický výpočet SO 211-02 z januára 2008
- Geodetické zameranie skutočného vyhotovenia stavby SO 211-01 z 23.6.2011
- Geodetické zameranie skutočného vyhotovenia stavby SO 211-02 z 23.6.2011
- Kópia stavebného denníka SO211-01
- Kópia stavebného denníka SO211-02
- Mostný objekt ev. č. D4 - 053 a D4 - 053.1 križovatka Stupava: GEODETICKÁ DOKUMENTÁCIA Predmet merania: Geodetické meranie výškových vzťažných bodov a pozorovaných bodov podpier a opôr - spodná stavba 8.etapa, september 2016
- Prehliadka mostného objektu vykonaná dňa 29.9.2016.

Mostný objekt bol projektovaný v roku 2008 a je navrhnutý v zmysle pôvodných národných noriem STN 731251/69, STN 736206/71 a STN 736203/86 a príslušných zmien. Preto aj statický výpočet a posúdenie napätosti konštrukcie bolo vykonané v zmysle týchto noriem. Statický výpočet takto neobsahuje prepočet zaťažiteľnosti v zmysle usmernenia USM 1/2012 Zaťažiteľnosť mostov.

2.1 Nosná konštrukcia

The drawing shows two bridge sections. The left section, labeled 'D4-053.1 (obj. 211-02)', has a total length of 11000 and a main span of 9350. It features a central pier with a width of 1350 and side spans of 1650 and 450. The right section, labeled 'D4-053 (obj. 211-01)', has a total length of 13750 and a main span of 12100. It features a central pier with a width of 1350 and side spans of 1650 and 450. Both sections have a 2.50% slope. The drawing also includes labels for 'OS ODVODNENIA' and 'OS NIVELEY' and a scale of 1:200.

Obr. 2.1 Tvar priečného rezu nosnej konštrukcie

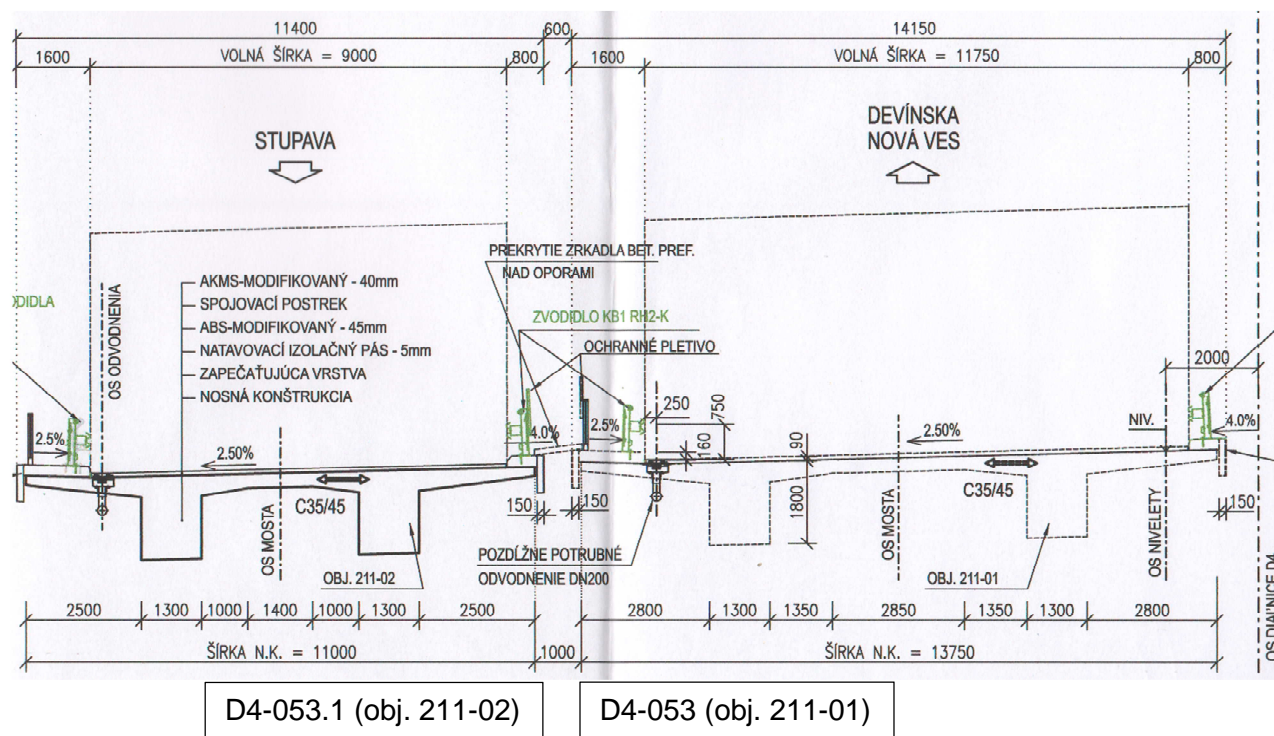
2.2 Spodná stavba

Medziľahlé podpery tvoria základové doskyn s rozmerom 4,0x23,5 m, výšky 1,50 m založené na pilótach priemeru 900 mm, dĺžky 13,0 m. Základová doska z betónu C25/30 je spoločná pre oba mostné objekty. Drieky podpíer sú tvorené dvojicami kruhových stĺpov s priemerom 1,30 m z betónu C30/37 a výstuže 10505(R).

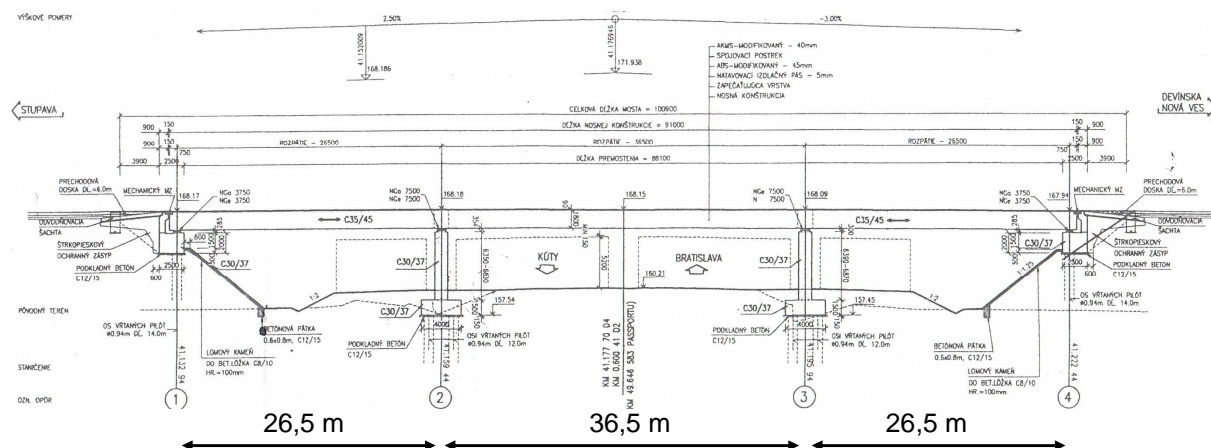
Uloženie nosnej konštrukcie na spodnú stavbu je prostredníctvom hrncových ložísk.

2.3 Mostné vybavenie

Mostný zvršok je realizovaný s celoplošnou pásovou izoláciou, konštrukciou asfaltovej vozovky hr. 90 mm, priečnym sklonom 2,5 %. Voľná šírka mosta, šírka vozovky je 11,75 m (obj. 211-01), resp. 9,00 m (obj. 211-02). Monolitické rímsoy sú šírky 1,60 a 0,80 m. Prekrytie zrkadla medzi mostnými objektami je pomocou ocelevej mrežoviny. Na moste ako bezpečnostné zariadenia sú oceľové zvodilá a oceľové zábradlie (obr. 2.2).



Obr. 2.2 Priečný rez mosta



Obr. 2.3 Pozdĺžny rez mosta

2.4 Obhliadka mosta

Prehliadka mostného objektu bola vykonaná dňa 29.9.2016. Bola zameraná na vizuálnu kontrolu stavu mostných objektov bez obmedzenia dopravy z prístupných miest ako sú revízne chodníky na moste, násypové teleso a pod. Počas obhliadky neboli pozorované žiadne poruchy nosných konštrukcií ani výrazné deformácie na násypových kuželloch pri krajných oporách. Vybrané detaily z obhliadky sú vo fotografickej prílohe P4.



Obr. 2.4 Pohľad na most z násypového kužela zo severnej strany.

Spevnenie svahu pod mostom je zhotovené z kamenného obkladu vsadeného betónového lôžka. Na tomto spevnení svahového kužela boli pozorované trhliny. Nejedná sa však o nosný prvok mostného objektu. Ich vznik môže byť spôsobený viacerými faktormi ako aj stále prebiehajúcim sadaním násypu.



Obr. 2.5 Spevnenie svahového kužela pod mostom

3 ZAŤAŽENIE MOSTA

3.1 Vlastná tiaž mosta

Zaťaženie od vlastnej tiaže mosta bolo vypočítané s objemovou tiažou vystuženého betónu 26 kN/m³.

Tab. 3.1 Zaťaženie od vlastnej tiaže

Mostný objekt	Číslo rezu	Označenie rezu	A_c	g_{0k}
			[m ²]	[kN/m]
SO 211-01	1	Pole	8,367	217,6
	2	Vnútorý priečnik	16,49	428,7
	3	Krajný priečnik	24,75	643,5
SO 211-02	1	Pole	7,475	194,4
	2	Vnútorý priečnik	12,43	323,1
	3	Krajný priečnik	19,80	514,8

3.2 Zvršok

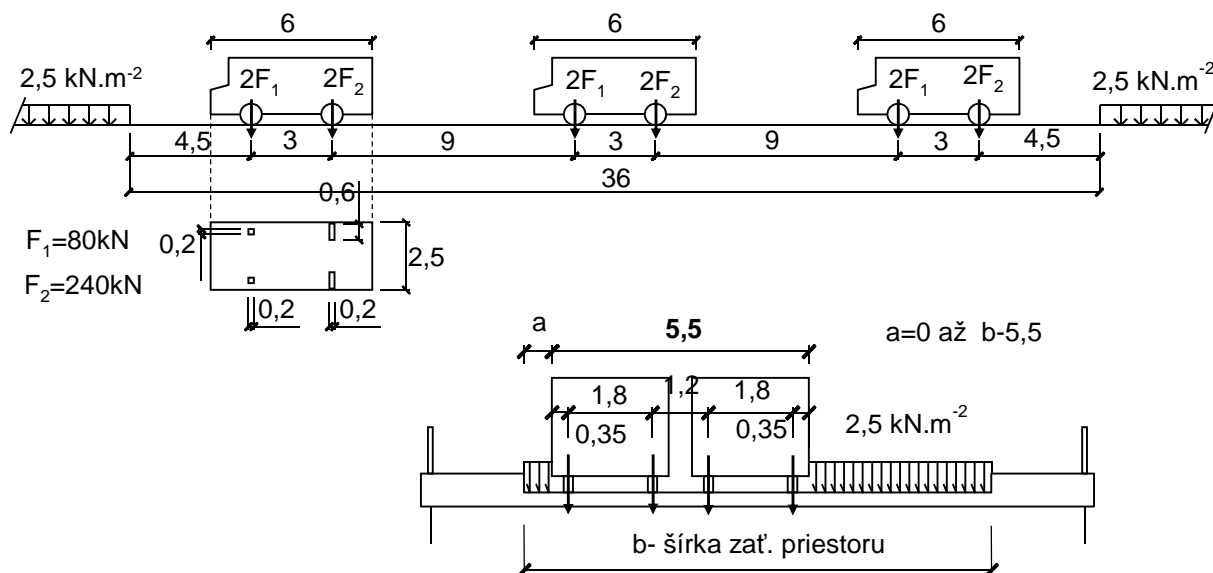
- Vozovka SO 201-01 (90 mm) $22 \times 0,09 \times 11,75 = 23,3$ kN/m
- Vozovka 201-02 (90 mm) $22 \times 0,09 \times 9 = 6,06$ kN/m
- Rímsa a chodník pravá (0,29 m²) $25 \times 0,29 = 7,25$ kN/m
- Rímsa a chodník ľavá (0,490 m²) $25 \times 0,490 = 12,25$ kN/m
- 2x Zvodidlo a zabradlie $2 \times 0,6 + 0,5 = 1,7$ kN/m
- Zvršok celkom SO 201-01 44,5 kN/m
- Zvršok celkom SO 201-02 39,0 kN/m

3.3 Zaťaženie od dopravy a dynamické účinky

Zaťaženie od dopravy predstavuje zoskupenie I (kap. 3.3.1), zoskupenie II (kap. 3.3.2), štvornápravové vozidlo (kap. 3.3.3). Pre dynamické účinky pozri kap. 3.3.4. Podľa statického výpočtu, na moste nebola uvažovaná zvláštna súprava, ktorú predstavuje jeden podvalník s hmotnosťou 196 t a dva ťahače každý s hmotnosťou 48 t.

3.3.1 Zoskupenie I

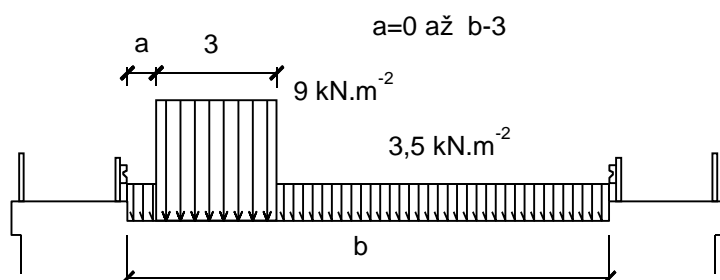
Predstavuje 6 vozidiel, každé s tiažou 320 kN, ktoré sa pohybujú na ploche 36x5,5 m. Na ostatnej ploche vozovky mosta pôsobí rovnomerné plošné zaťaženie s intenzitou 2,5 kN/m². Schéma zaťaženia je na obr. 3.1.



Obr. 3.1 Zaťažovacie schéma – zoskupenie I

3.3.2 Zoskupenie II

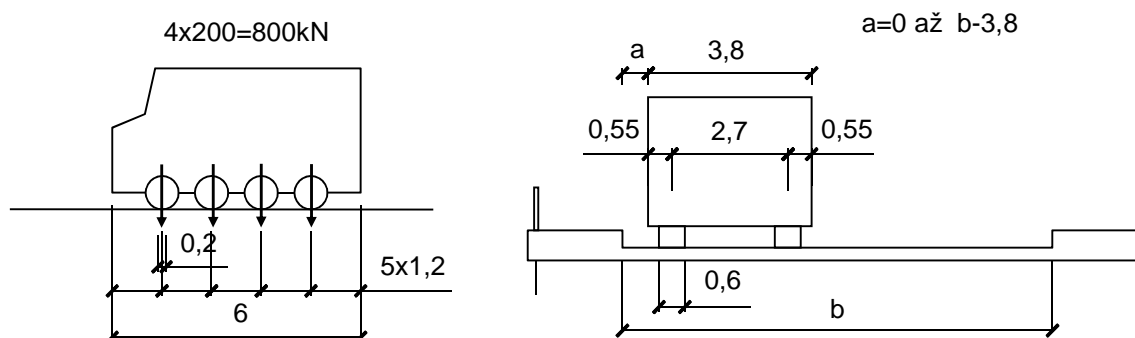
Predstavuje rovnomerné plošné zaťaženie s intenzitou 9 kN/m² v jazdnom pruhu šírky 3 m a na ostatnej ploche vozovky mosta pôsobí rovnomerné plošné zaťaženie s intenzitou 3,5 kN/m². Schéma zaťaženia je na obr. 3.2.



Obr.2.2 Zaťažovacie schéma – zoskupenie II

3.3.3 Štvornápravové vozidlo

Tiaž vozidla je 800 kN, rozdelená na 4 nápravy každá s tiažou 200 kN. Na moste sa pohybuje ako jediné vozidlo. Usporiadanie zaťaženia je na obr. 3.3.



Obr. 3.3 Zaťažovacie schéma – štvornápravové vozidlo

3.3.4 Dynamické účinky

zaťaženia sa zohľadnia pre zaťaženia podľa kap.2.3.1, kap.2.3.2 a kap.2.3.3 dynamickým súčiniteľom δ_r podľa čl.75 STN 736203/86,

$$\delta_r = \frac{1}{0,95 - (1,4 \cdot L_d)^{-0,6}} = \frac{1}{0,95 - (1,4 \cdot 29,83)^{-0,6}} = 1,19 \quad (3.1)$$

kde L_d je náhradná dĺžka, v našom prípade priemer rozpätí polí 29,83 m.

3.3.5 Zaťaženie služobného chodníka

Na služobnom chodníku bolo uvažované zaťaženie s intenzitou 3 kN/m².

3.4 Zaťaženie teplotným spádom

Bol uvažovaný lineárny teplotný spád $\pm 10^\circ\text{C}$ a súčiniteľ teplotnej rozťažnosti betónu 0,000012 K⁻¹.

3.5 Nerovnomerné sadanie podpier

Nerovnomerné sadanie podpier bolo zadefinované na základe geodetických meraní, ktoré sú spracované v dokumente „Mostný objekt ev. č. D4 - 053 a D4 - 053.1 križovatka Stupava: GEODETICKÁ DOKUMENTÁCIA Predmet merania: Geodetické meranie výškových vzťahných bodov a pozorovaných bodov podpier a opôr - spodná stavba 8.etapa“ zo septembra 2016.

Správa poskytuje merania sadaní od 13.7.2010 do 3.9.2016. Celkom sa jedná o 22 meraní, ktoré boli vykonané do 2.7.2011 v 14 etapách a po 2.7.2011 v ďalších 8 etapách. Hodnoty

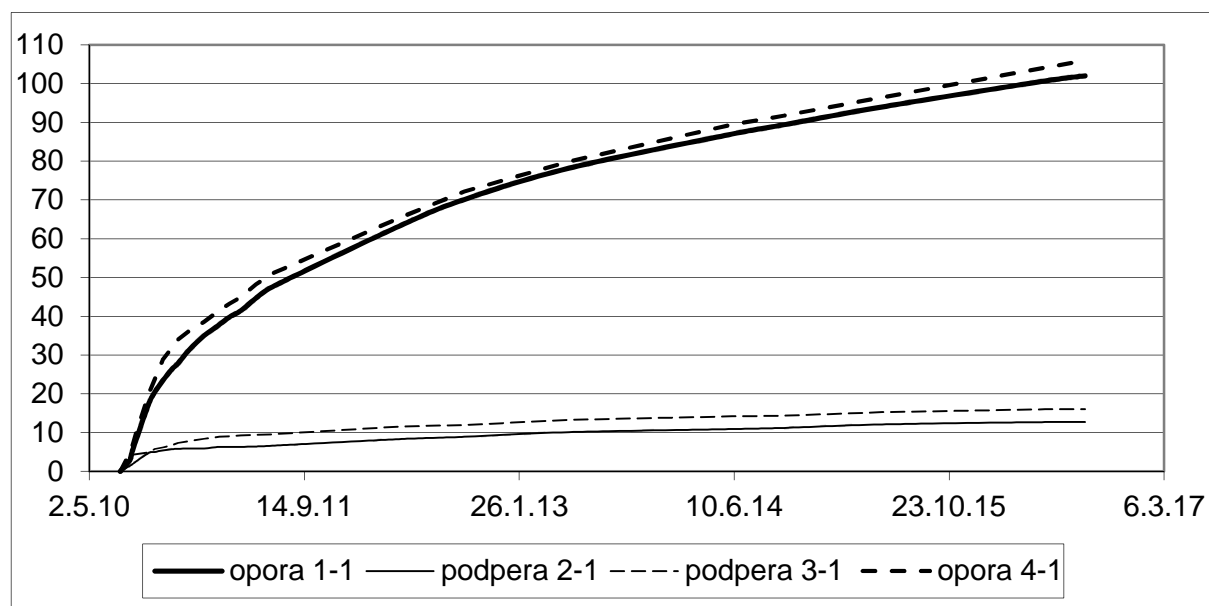
sadaní sú uvedené v tab. 3.2 a tab. 3.3. V grafickej podobe je sadanie podpier vynesené na obr. 3.4 a obr. 3.5.

Tab. 3.2 Namerané sadanie podpier mosta SO 211-01 v [mm]

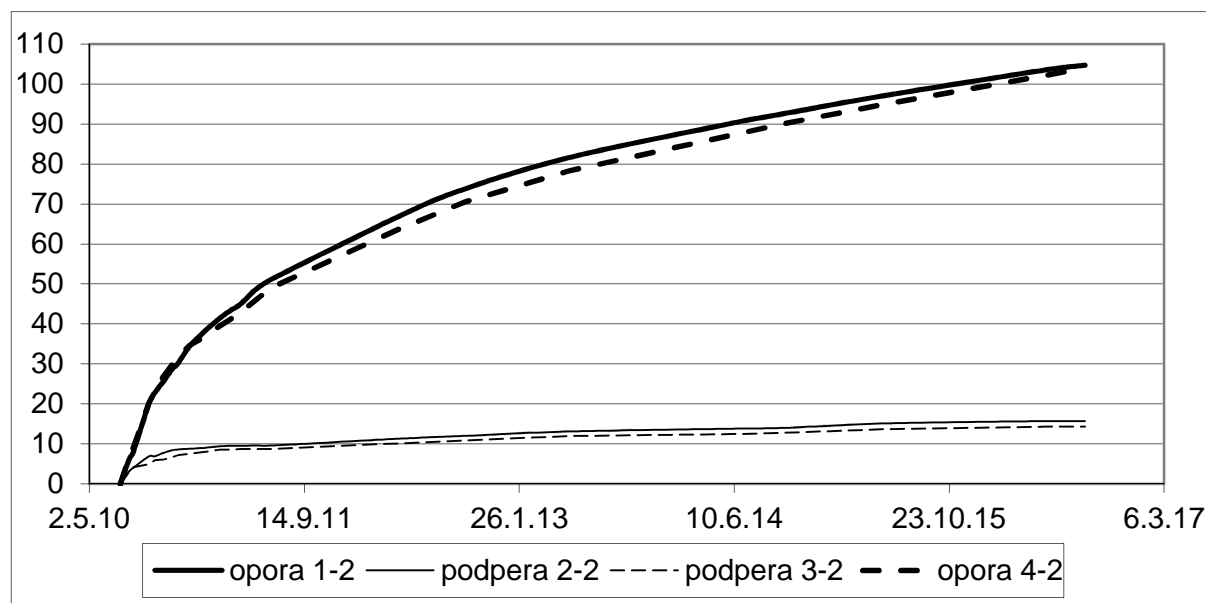
Dátum	Bod 1-1		Bod 2-1		Bod 3-1		Bod 4-1	
13.7.10		0,0		0,0		0		0
4.8.10		2,8		1,4		3,2		4,7
12.8.10		5,9		2,0		4,3		7,6
18.9.10		17,6		4,8		5		20,4
1.10.10		20,4		5,0		5,8		23,8
20.10.10		23,4		5,4		6,2		28,9
10.11.10		26,3		5,7		6,8		32
24.11.10		27,8		5,8		7,4		34
21.12.10		31,4		5,9		7,9		36,4
24.1.11		35,0		5,9		8,4		38,6
28.2.11		37,8		6,3		8,9		41,5
24.3.11		39,8		6,3		9,1		43,3
19.4.11		41,4		6,3		9,3		45
24.5.11		44,6		6,4		9,4		48,3
2.7.11		47,6	0,0	6,6	0,0	9,6	0,0	51,1
21.4.12	15,6	63,2	1,7	8,3	2,0	11,6	14,3	65,4
20.9.12	22,5	70,1	2,3	8,9	2,4	12,0	21,1	72,2
22.5.13	30,6	78,2	3,5	10,1	3,7	13,3	28,9	80,0
5.6.14	39,4	87,0	4,3	10,9	4,6	14,2	38,4	89,5
4.10.14	41,8	89,4	4,6	11,2	4,8	14,4	40,7	91,8
20.5.15	46,4	94,0	5,5	12,1	5,7	15,3	45,4	96,5
2.6.16	53,1	100,7	6,1	12,7	6,4	16,0	53,1	104,2
3.9.16	54,4	102,0	6,1	12,7	6,4	16,0	54,9	106,0

Tab. 3.3 Namerané sadanie podpier mosta SO 211-02 v [mm]

Dátum	Bod 1-2		Bod 2-2		Bod 3-2		Bod 4-2	
13.7.10		0,0		0,0		0		0
4.8.10		6,5		3,3		3,3		7,3
12.8.10		7,9		4,0		4,2		9,1
18.9.10		20,2		6,9		5		20,4
1.10.10		22,8		6,9		5,9		22,9
20.10.10		25,4		7,7		6,1		26,7
10.11.10		28,6		8,4		6,7		29,9
24.11.10		30,1		8,6		7,2		31,9
21.12.10		34,4		8,8		7,6		34,7
24.1.11		38,0		9,0		8		36,8
28.2.11		41,3		9,4		8,6		39,4
24.3.11		43,2		9,5		8,6		41,1
19.4.11		45,0		9,5		8,7		43
24.5.11		48,6		9,6		8,7		46,1
2.7.11		51,3	0,0	9,6	0,0	8,8	0,0	49,3
21.4.12	15,6	66,9	1,7	11,3	1,4	10,2	14,5	63,8
20.9.12	22,4	73,7	2,4	12,0	2,1	10,9	21,2	70,5
22.5.13	30,3	81,6	3,5	13,1	3,2	12,0	29,0	78,3
5.6.14	38,9	90,2	4,2	13,8	3,7	12,5	38,0	87,3
4.10.14	41,3	92,6	4,4	14,0	4,0	12,8	40,8	90,1
20.5.15	45,7	97,0	5,5	15,1	4,9	13,7	45,6	94,9
2.6.16	52,2	103,5	6,1	15,7	5,5	14,3	52,9	102,2
3.9.16	53,4	104,7	6,1	15,7	5,5	14,3	54,7	104,0



Obr. 3.4 Vývoj sadania v [mm] podpier SO 211-01



Obr. 3.5 Vývoj sadania v [mm] podpier SO 211-02

Pre kompenzáciu nadmerného sadania opôr mosta sa dňa 15.11.2010 uskutočnilo nadvihnutie mostnej konštrukcie v mieste opôr a vloženie oceľových podložiek celkovej hrúbky 45 mm.

Nakoľko sadanie podpier aj nadvihnutie mosta v mieste opôr predstavuje dlhodobé nepriame zaťaženie, vďaka dotvarovaniu betónu dochádza k relaxácii síl a napätí, ktoré vznikajú od tohto zaťaženia. Tento efekt dotvarovania bol zohľadnený redukciou jednotlivých sadaní podpier a nadvihnutia konštrukcie. Takto zavedené sadania boli potom aplikované na konštrukciách, pri ktorej bola použitá lineárne pružnostná analýza bez zmeny modulu pružnosti. Pri analýze bol použitý modul pružnosti $E_{cm} = 34000 \text{ MPa}$.

Výpočet redukcie sadania bol urobený tak, že pre každú etapu merania bol vyhodnotený prírastok sadania $\Delta\delta_i$. Pre časový začiatok prírastku sadania t_i bol vypočítaný súčiniteľ dotvarovania $\varphi(t, t_{0,i})$ s nástupom zaťaženia $t_{0,i} = t_i$. Rovnako bol vypočítaný súčiniteľ dotvarovania $\varphi(t, t_{0,i+1})$ pre časový koniec prírastku sadania t_{i+1} . Súčiniteľ dotvarovania $\varphi_{m,i}$ použitý na redukcii $\Delta\delta$ potom predstavoval priemer súčiniteľov dotvarovania na začiatku a na konci uvažovanej etapy merania. Redukovaná hodnota zmeny sadnutia bola stanovená podľa vzorca (2.2). Čas t bol uvažovaný dátumom posledného merania sadania. Časy boli stanovené vzhľadom na dátum betonáže konštrukcie $t = 0$, zodpovedá dátumu betonáže. Výpočet súčiniteľa dotvarovania bol urobený podľa modelu v STN EN1992-1-1.

$$\Delta\delta_{redj} = \frac{\Delta\delta_i}{1 + 0,5 \cdot \varphi_{m,j}} \quad (3.2)$$

Výpočet redukovaných hodnôt sadania je urobený v tabuľkovej forme, pozri príloha P1. Rovnaký postup bol použitý aj pri deformácií, o ktorú bola konštrukcia v mieste opôr nadvihnutá. Vypočítane redukované sadanie je zhrnuté v tab. 3.4.

Tab. 3.4 Uvažované poklesy podpier a aplikované nerovnomerné sadanie ako zaťaženie

Most	Bod	pokles		nadvihnutie		výsledné sadnutie
		nameraný	redukovaný	nameraný	redukovaný	
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
SO 211-01	1-1	102,3	75,4	-45	-35,8	39,6
	2-1	12,7	9,0	0	0	9,0
	3-1	16	11,2	0	0	11,2
	4-1	106	77,8	-45	-35,8	42,0
SO 211-02	1-1	104,7	76,3	-45	-35,1	41,2
	2-1	15,7	10,8	0	0	10,8
	3-1	14,3	9,9	0	0	9,9
	4-1	104	76,0	-45	-35,1	40,9

3.6 Kombinácie zaťažení

Vzhľadom na skutočnosť, že jedinou zmenu zaťaženia v porovnaní s návrhom mosta predstavuje nerovnomerný pokles podpier, ktoré predstavuje nepriame zaťaženie, konštrukcia bola posúdená z hľadiska dovolených namáhání na úrovni prevádzkových zaťažení. Uvedená zmena zaťaženia nemá zásadný vplyv na bezpečnosť konštrukcie a to ako z hľadiska ohybového tak šmykové namáhania, preto nebolo potrebné overovať stupeň bezpečnosti.

3.6.1 Hlavné zaťaženie

$$E_{hl} = G_{0k} + G_{1k} + G_{set} + P_m + (\delta_r \cdot Q_{320kN} + \delta_r \cdot Q_{2,5kN/m^2} + Q_{chod}) \cdot 0,9$$

$$E_{hl} = G_{0k} + G_{1k} + G_{set} + P_m + (\delta_r \cdot Q_{9kN/m^2} + \delta_r \cdot Q_{3,5kN/m^2} + Q_{chod}) \cdot 0,9$$

$$E_{hl} = G_{0k} + G_{1k} + G_{set} + P_m + (\delta_r \cdot Q_{800kN} + Q_{chod}) \cdot 0,9$$

$$E_{hl} = G_{0k} + G_{1k} + G_{set} + P_m + \delta_r \cdot Q_{320kN} + \delta_r \cdot Q_{2,5kN/m^2}$$

$$E_{hl} = G_{0k} + G_{1k} + G_{set} + P_m + \delta_r \cdot Q_{9kN/m^2} + \delta_r \cdot Q_{3,5kN/m^2}$$

$$E_{hl} = G_{0k} + G_{1k} + G_{set} + P_m + \delta_r \cdot Q_{800kN}$$

3.6.2 Celkové zaťaženie

$$E_{cel} = G_{0k} + G_{1k} + G_{set} + P_m + \delta_r \cdot Q_{320kN} + \delta_r \cdot Q_{2,5kN/m^2} + 0,7 \cdot T_k$$

$$E_{hl} = G_{0k} + G_{1k} + G_{set} + P_m + \delta_r \cdot Q_{9kN/m^2} + \delta_r \cdot Q_{3,5kN/m^2} + 0,7 \cdot T_k$$

$$E_{hl} = G_{0k} + G_{1k} + G_{set} + P_m + \delta_r \cdot Q_{800kN} + 0,7 \cdot T_k$$

$$E_{\text{cel}} = G_{0k} + G_{1k} + G_{\text{set}} + P_m + \delta_r \cdot Q_{320kN} + \delta_r \cdot Q_{2,5kN/m^2} + 0,7 \cdot T_k$$

$$E_{\text{hl}} = G_{0k} + G_{1k} + G_{\text{set}} + P_m + \delta_r \cdot Q_{9kN/m^2} + \delta_r \cdot Q_{3,5kN/m^2} + 0,7 \cdot T_k$$

$$E_{\text{hl}} = G_{0k} + G_{1k} + G_{\text{set}} + P_m + \delta_r \cdot Q_{800kN} + 0,7 \cdot T_k$$

Kde: G_{0k} sú účinky zaťaženia od vlastnej tiaže konštrukcie

G_{1k} - účinky zaťaženia od zvršku

G_{set} - účinky zaťaženia od nerovnomerného sadania podpier

P_m - účinky od predpätia

Q_{320kN} – účinky od 6 vozidiel s tiažou 320 kN

$Q_{2,5kN/m^2}$ - účinky od rovnomerného plošného zaťaženia 2,5 kN/m²

Q_{9kN/m^2} - účinky od rovnomerného plošného zaťaženia 9 kN/m²

$Q_{3,5kN/m^2}$ - účinky od rovnomerného plošného zaťaženia 3,5 kN/m²

Q_{chod} - účinky od zaťaženia služobného chodníka

T_k - účinky od teplotného spádu $\pm 10^\circ \text{ K}$

δ_r - dynamický súčiniteľ

4 PREDPÄTIE

Predpätie mostov tvoria 12 lanové káble zo stabilizovaných lán $\phi_{Ls} 15,7$ mm/1860 MPa. Prierezová plocha lana je $1,5 \text{ cm}^2$ a charakteristická pevnosť lana $f_{pk} = 1860$ MPa. Káble boli napínané na napätie 1440 MPa. Všetky káble sú predpínané obojstranne.

Na výpočet strát predpätia boli použité vzťahy podľa STN EN 1992-1-1 a STN EN1992-2. Súčiniteľ trenia v káblovom kanáliku bol uvažovaný $\mu = 0,2$ a neprojekto-vaná uhlová výchylka $0,01$ rad/m. Vlhkosť prostredia 65 %. Trieda relaxácie 1.

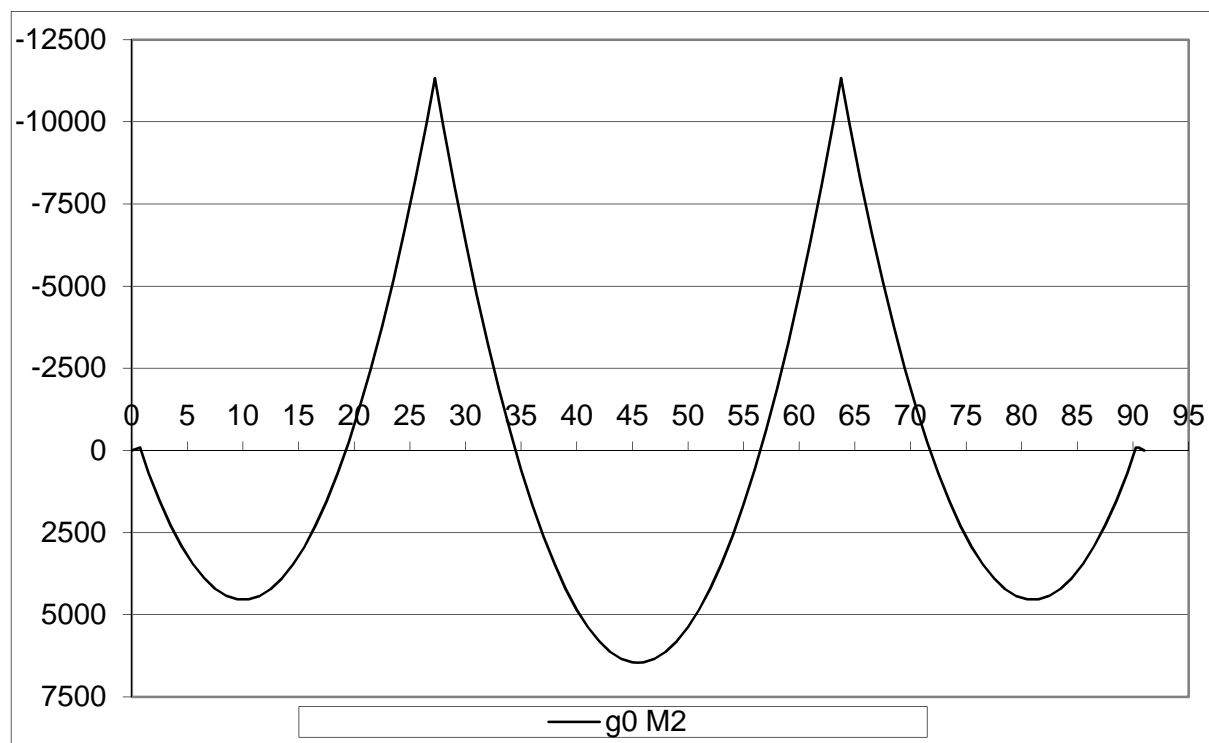
V moste SO 211-01 je navrhnutých v každom rebre 10 káblov a v moste SO 211-02 je navrhnutých 9 káblov do jedného rebra.

5 STATICKÁ ANALÝZA

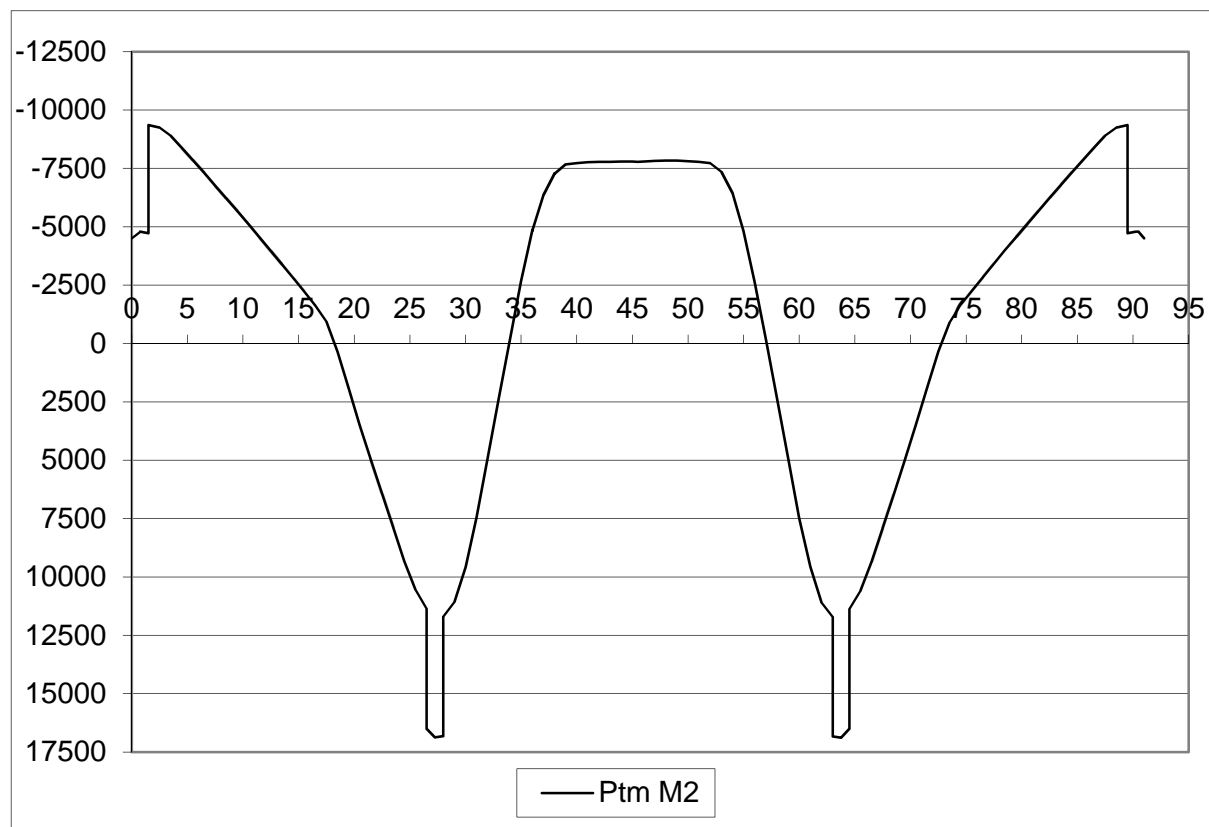
Vnútorne sily a napätia od účinkov zaťaženia boli počítané pomocou MKP, programom STRAP verzia 2013 a časovo závislá analýza bola vykonaná programom POSTEN. Roštový model bol urobený pre globálnu analýzu nosnej konštrukcie. Tento model berie do úvahy priečne rozdelenie zaťaženia.

Konštrukcia počas výstavby nemenila statickú schému a preto bola analyzovaná ako trojpólový spojitý nosník pre všetky zaťaženia.

5.1 Vnútorne sily – mostný obj. 211-01



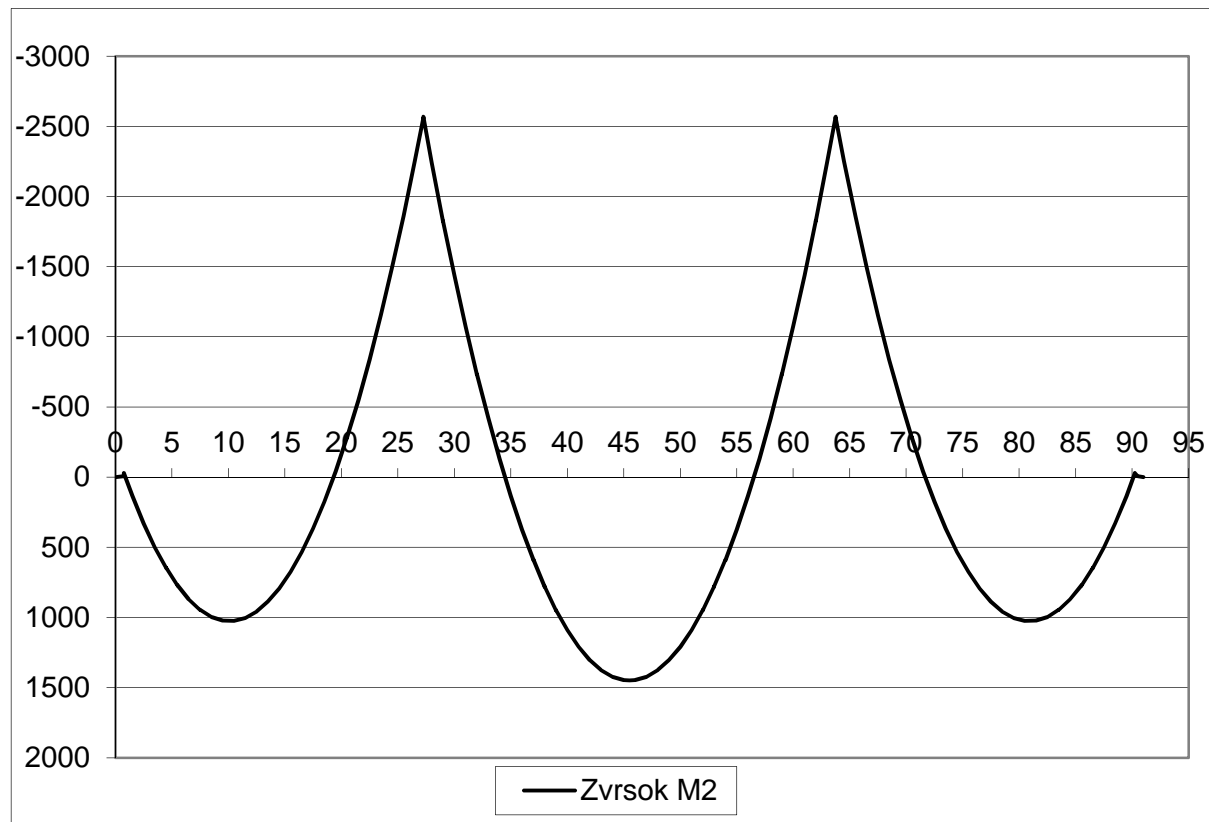
Vlastná tiaž – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



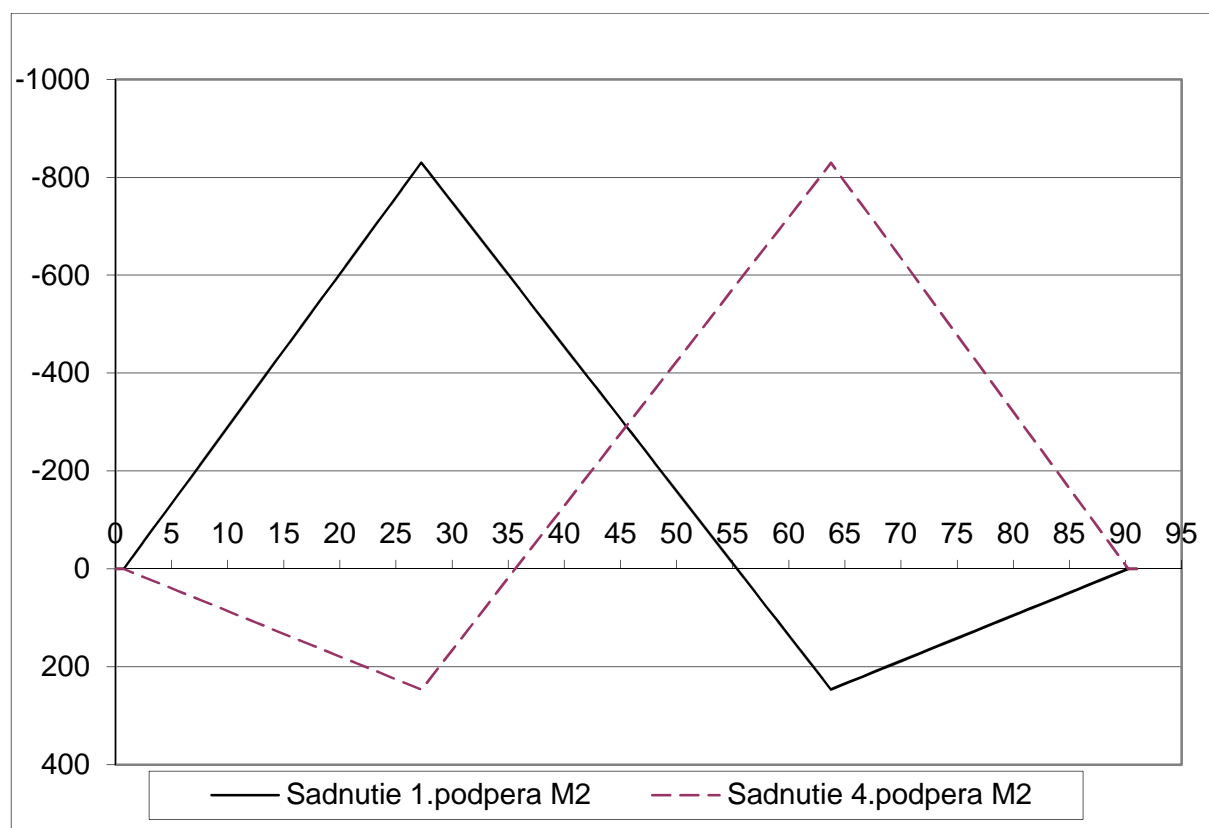
Predpätie v čase Tnek – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



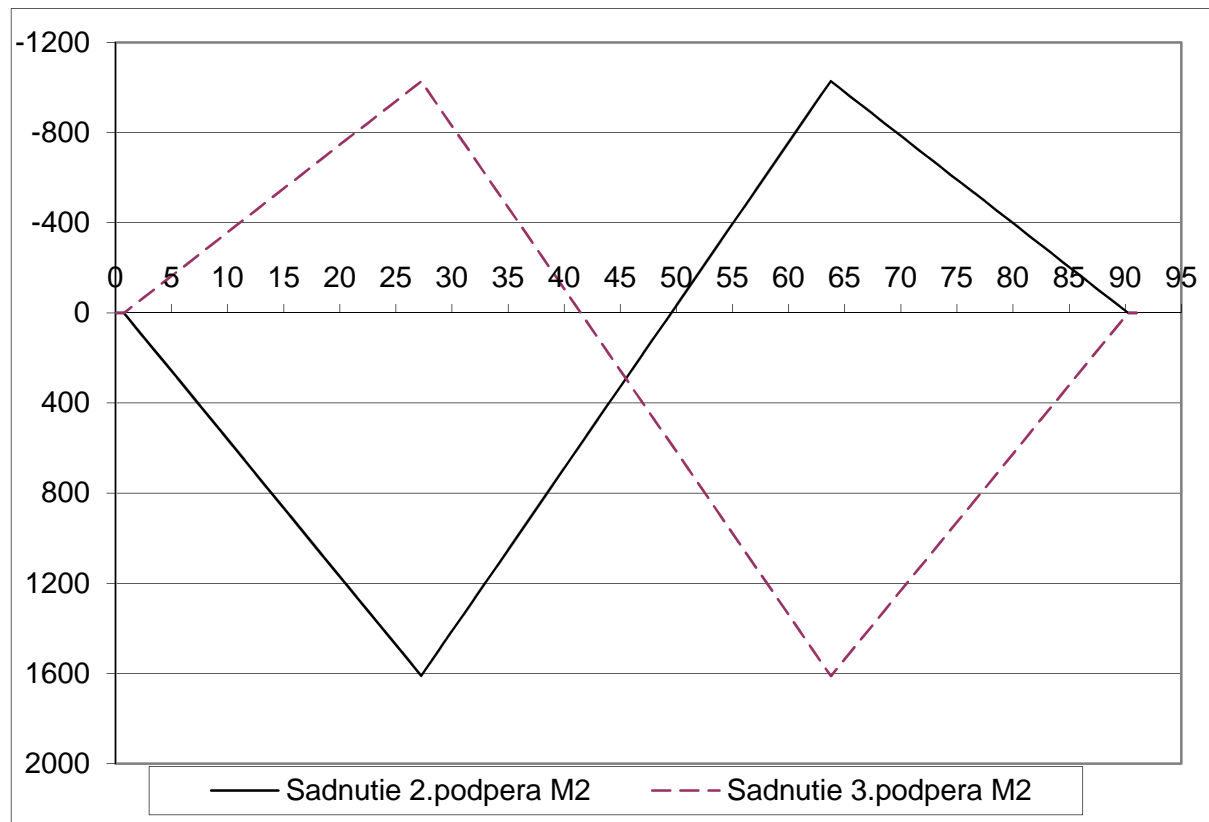
Predpätie v čase Tnek – pravý trám, normálové sily [kN]



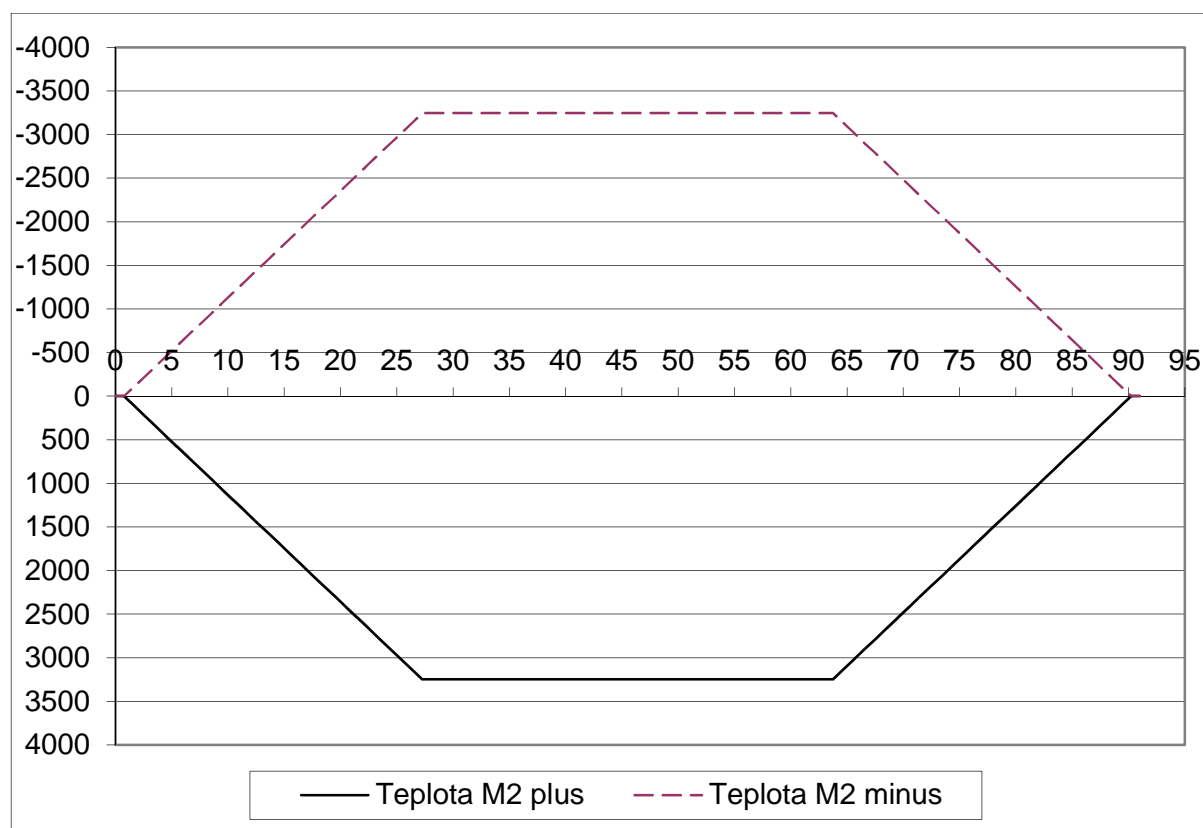
Mostný zvršok – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



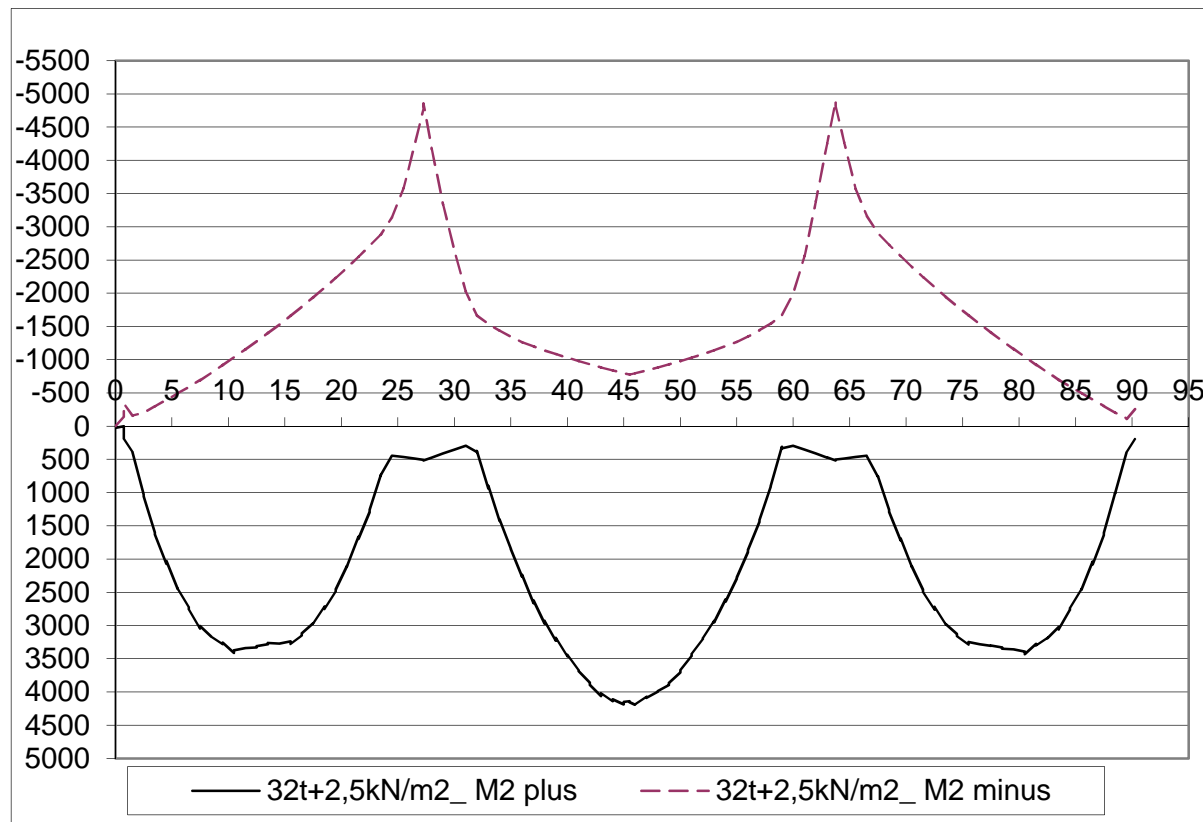
Sadnutie krajných podpier o 10 mm – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



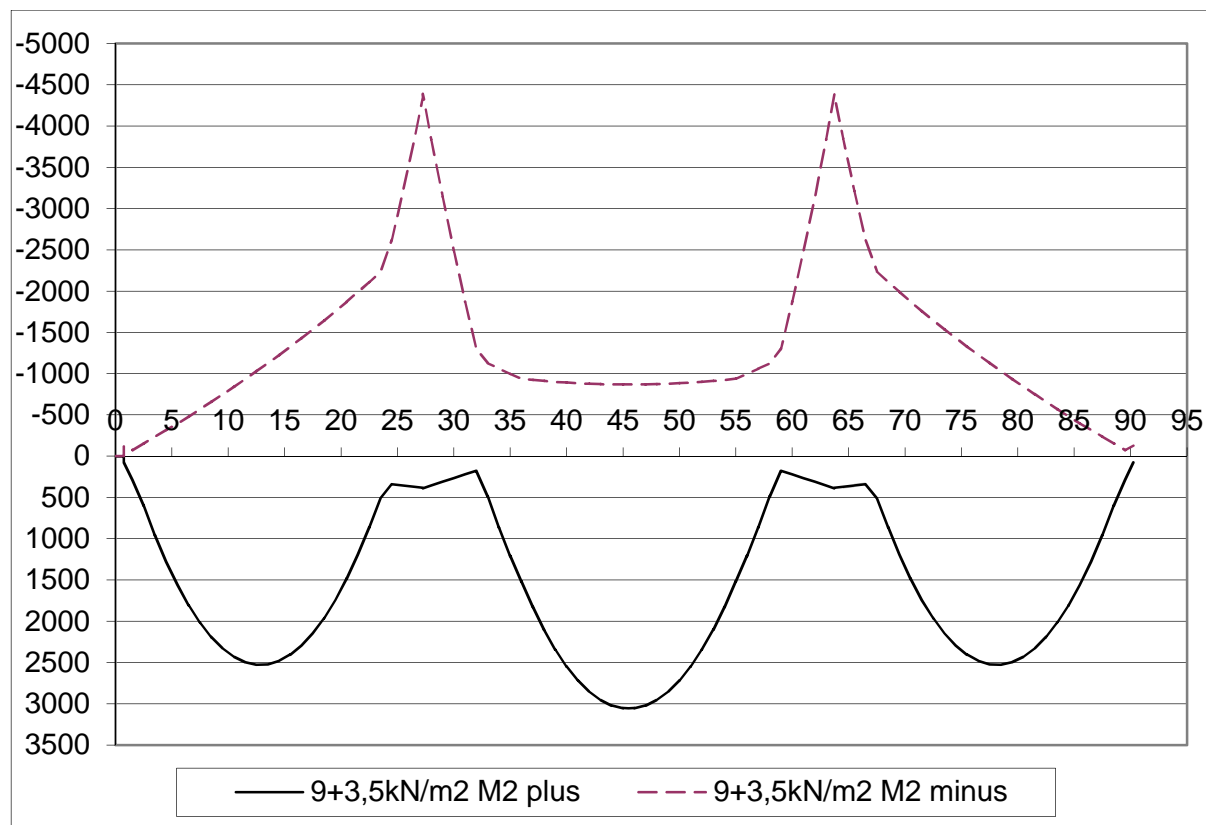
Sadnutie vnútorných podpier o 10 mm – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



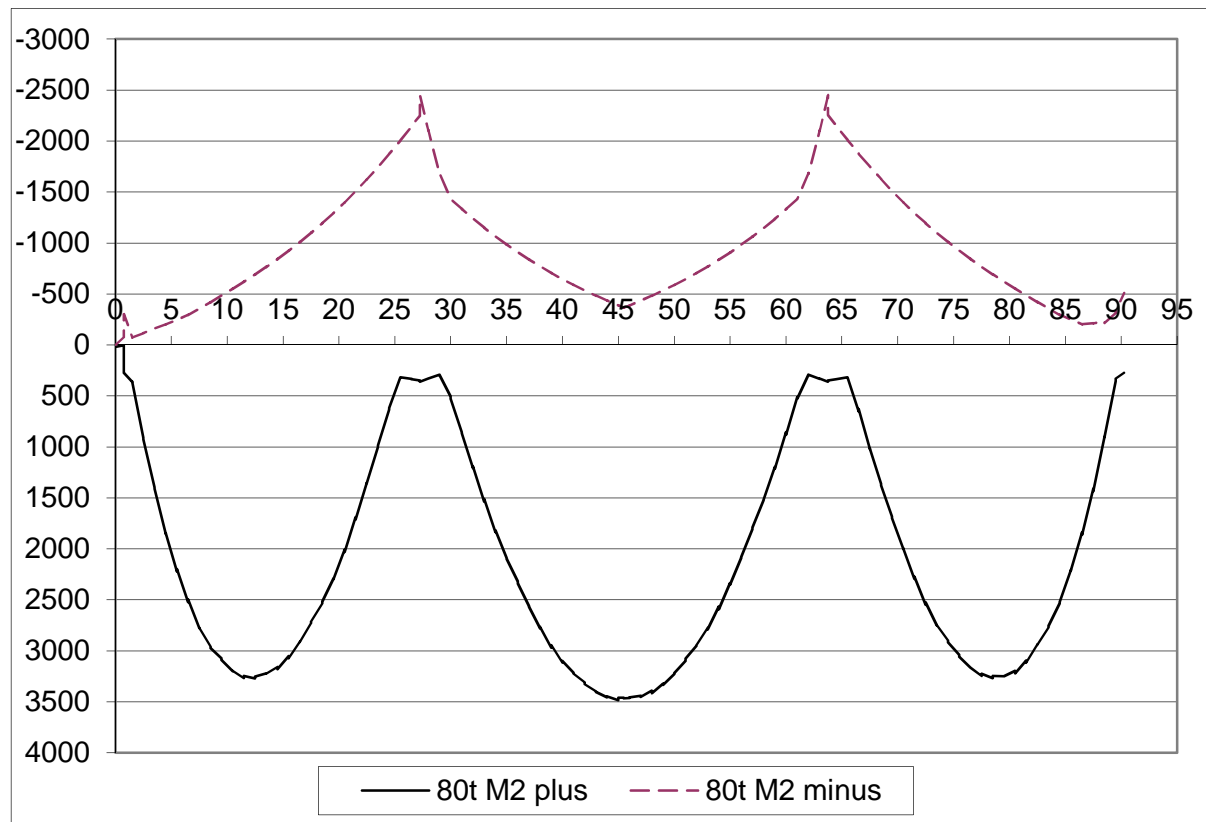
Lineárny teplotný spád 10 K – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



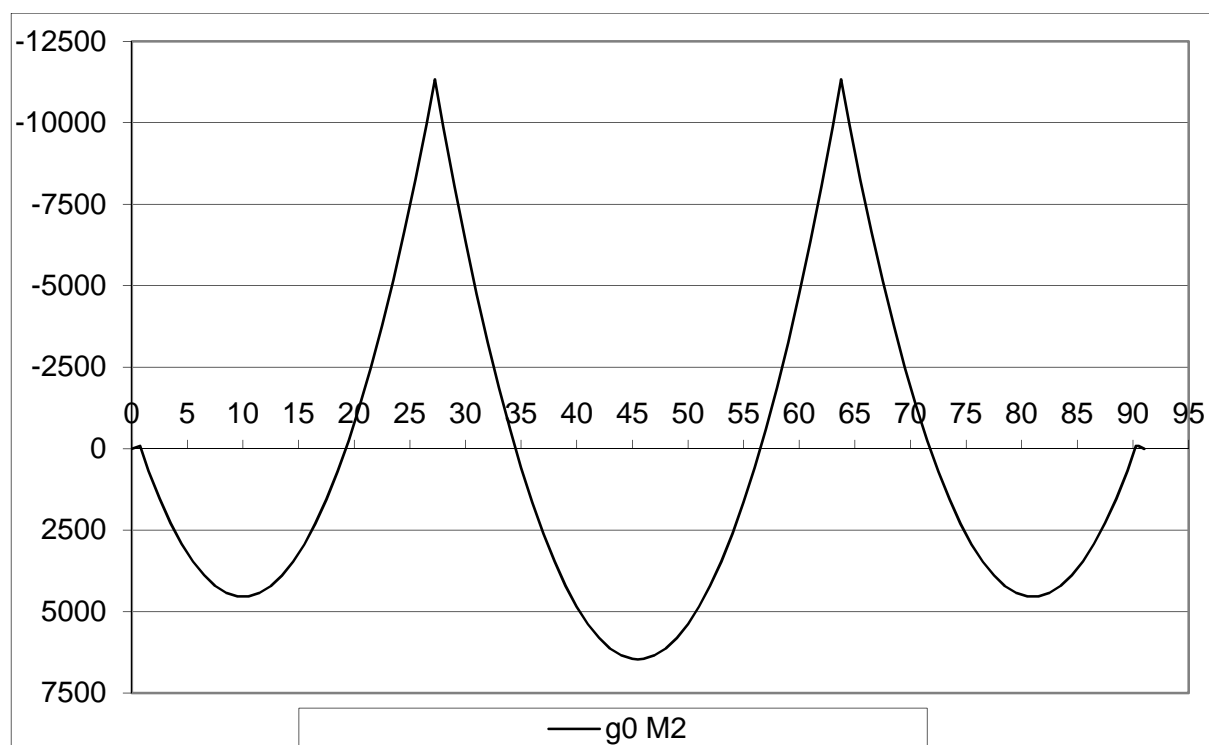
Doprava, zoskupenie zaťaženia I. – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



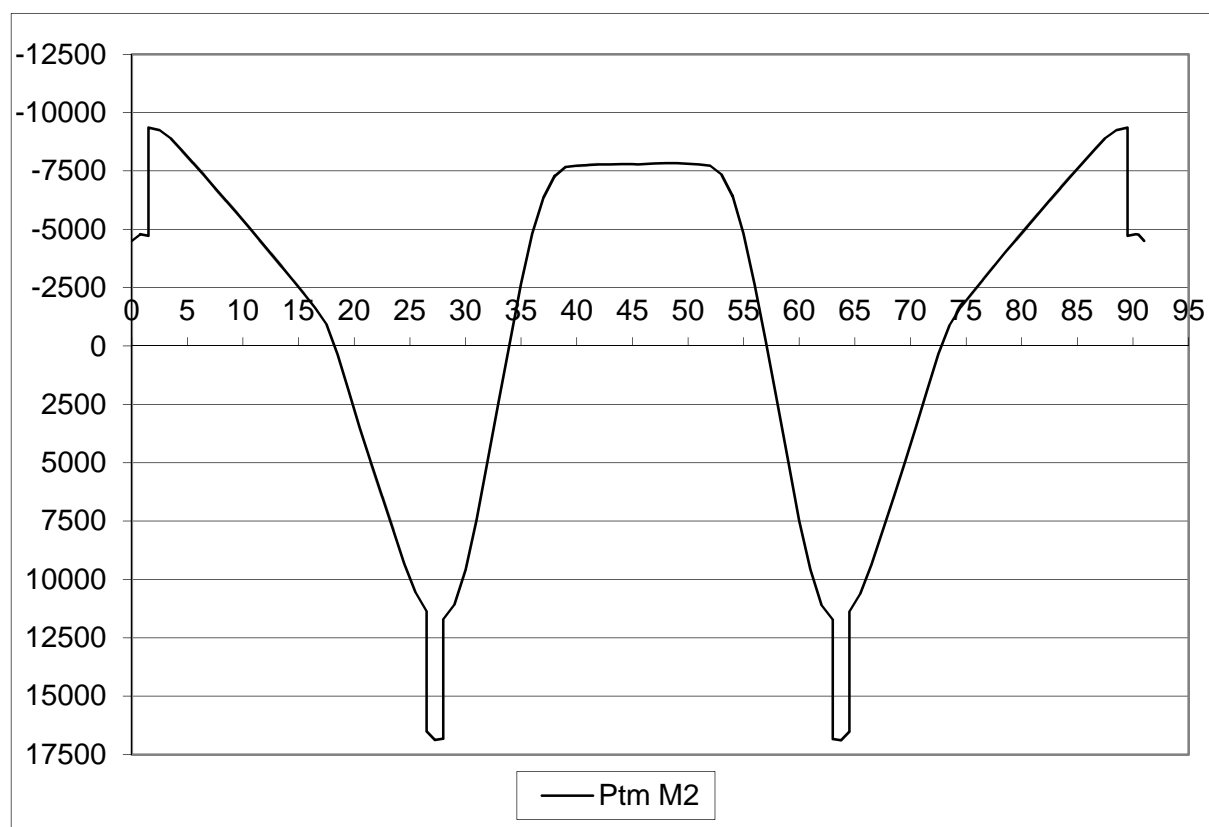
Doprava, zoskupenie zaťaženia II. – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



Doprava, štvornápravové vozidlo 80t – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



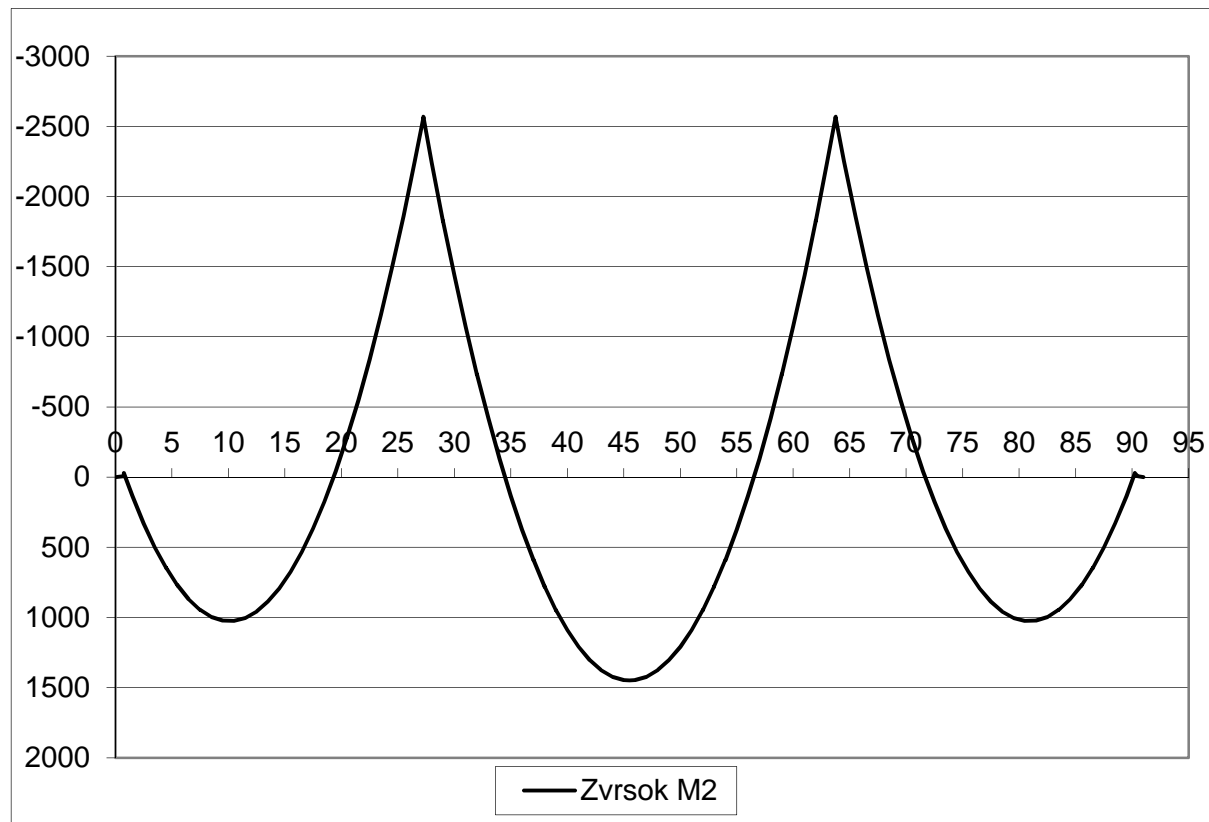
Vlastná tiaž – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



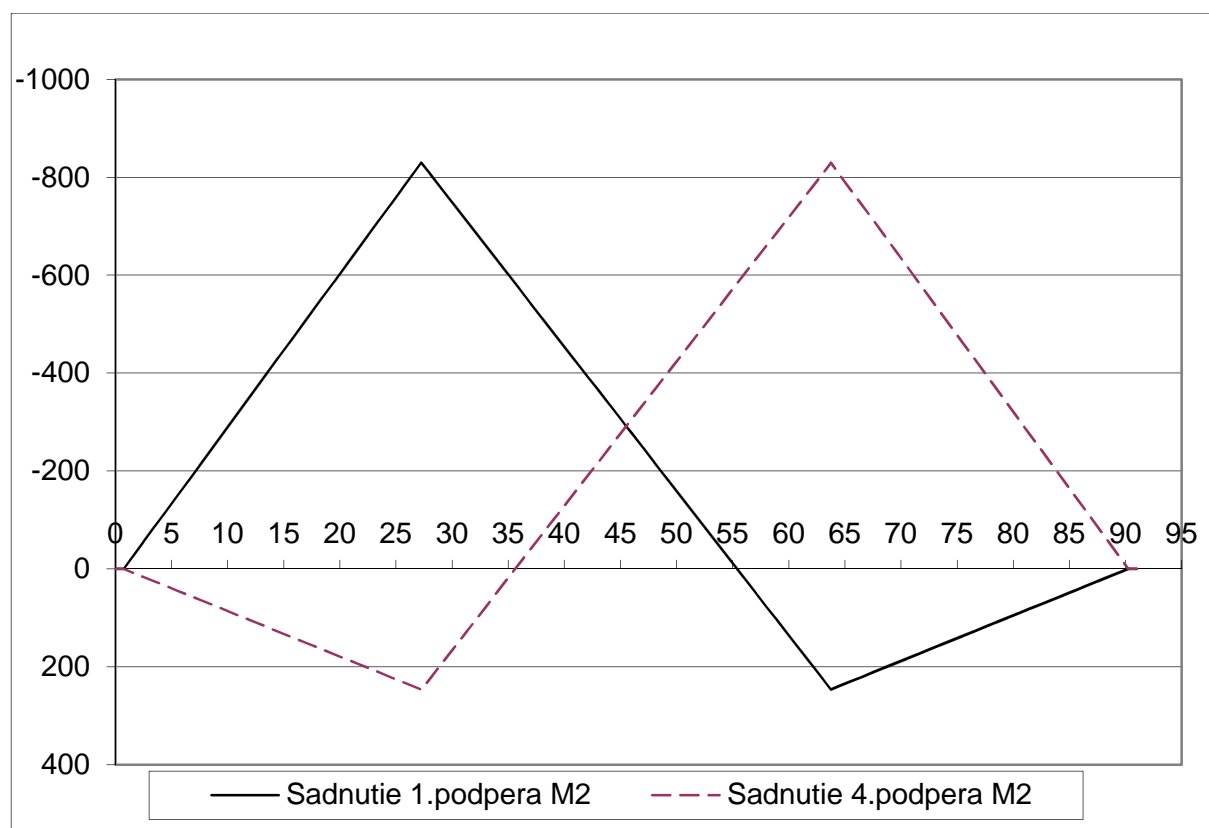
Predpätie v čase Tnek – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



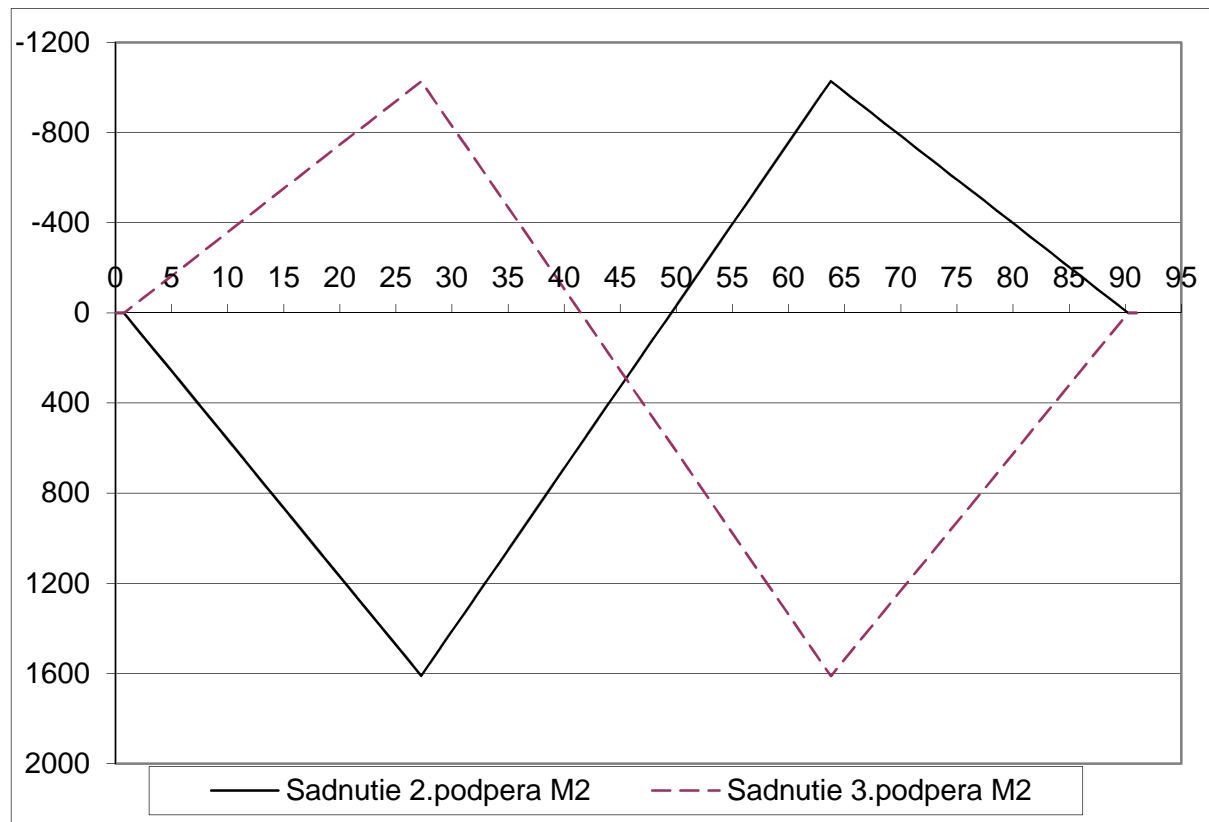
Predpätie v čase Tnek – ľavý trám, normálové sily [kN]



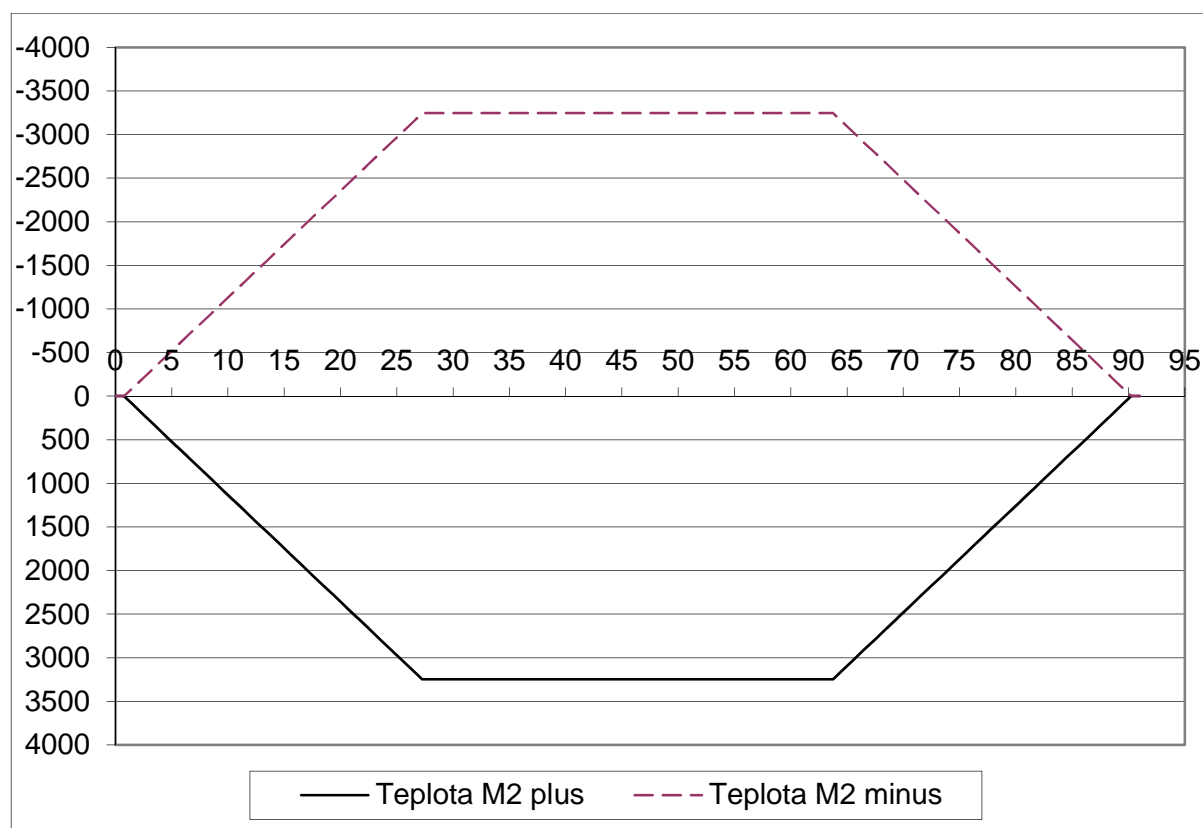
Mostný zvršok – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



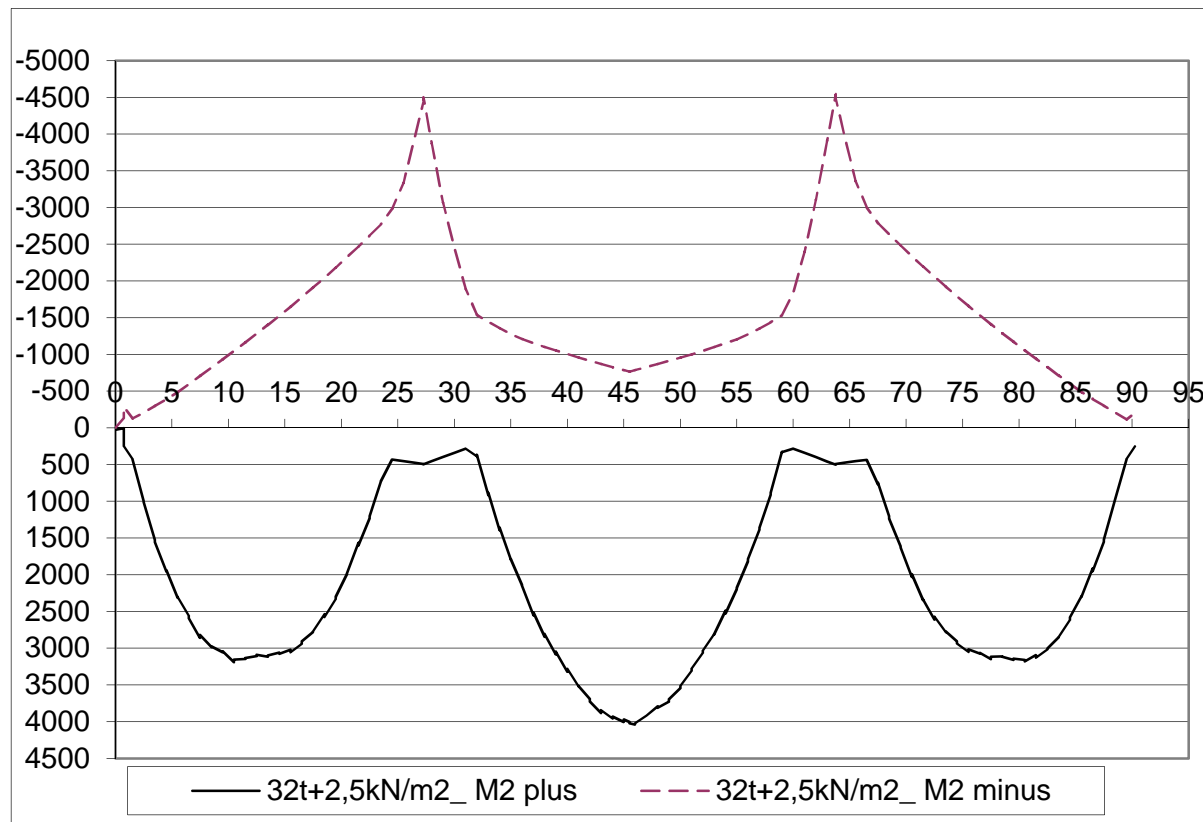
Sadnutie krajných podpier o 10 mm – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



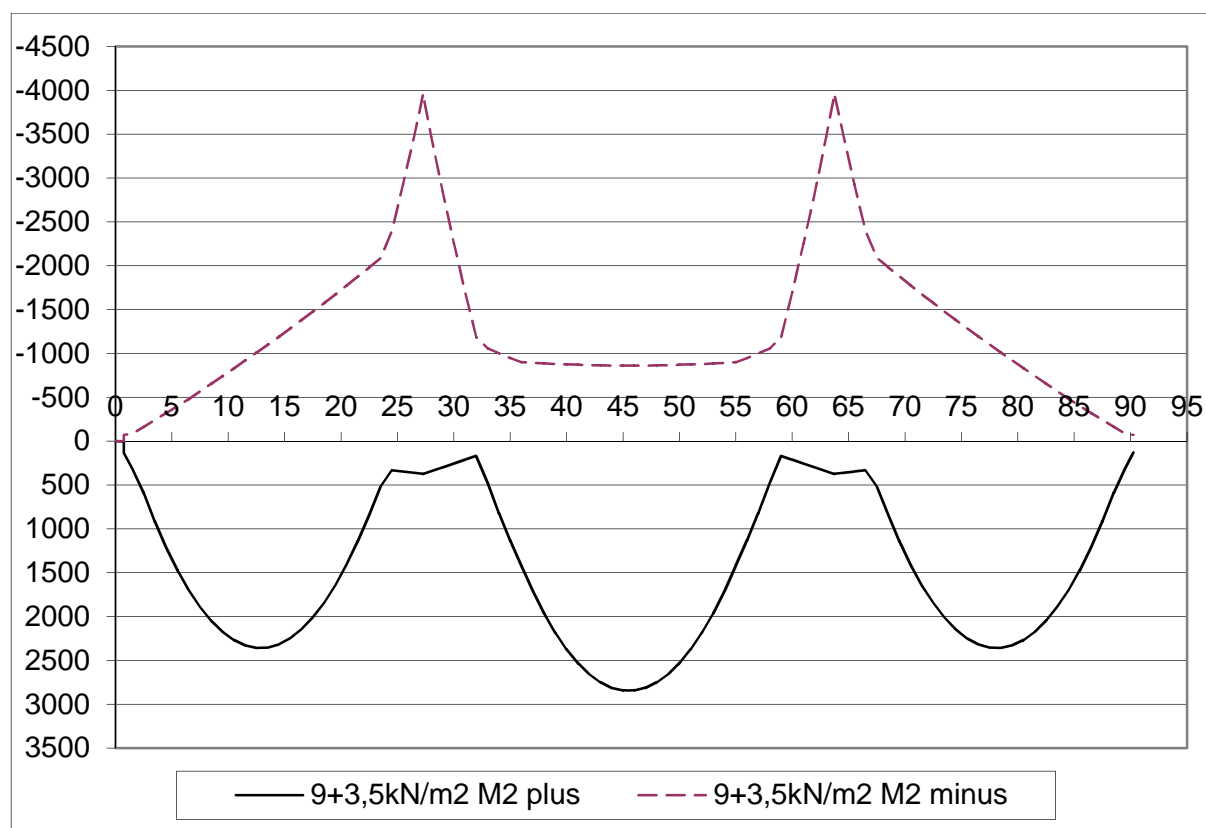
Sadnutie vnútorných podpier o 10 mm – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



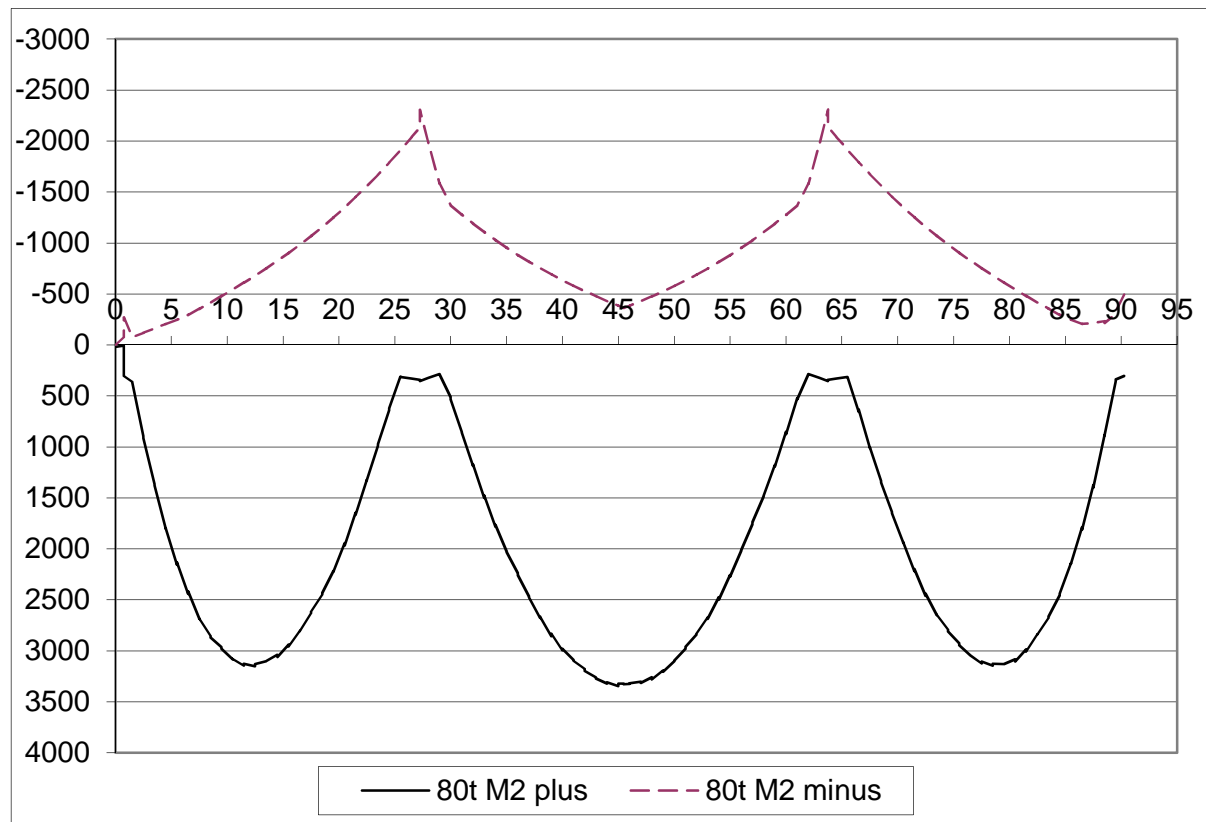
Lineárny teplotný spád 10 K – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



Doprava, zoskupenie zaťaženia I. – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]

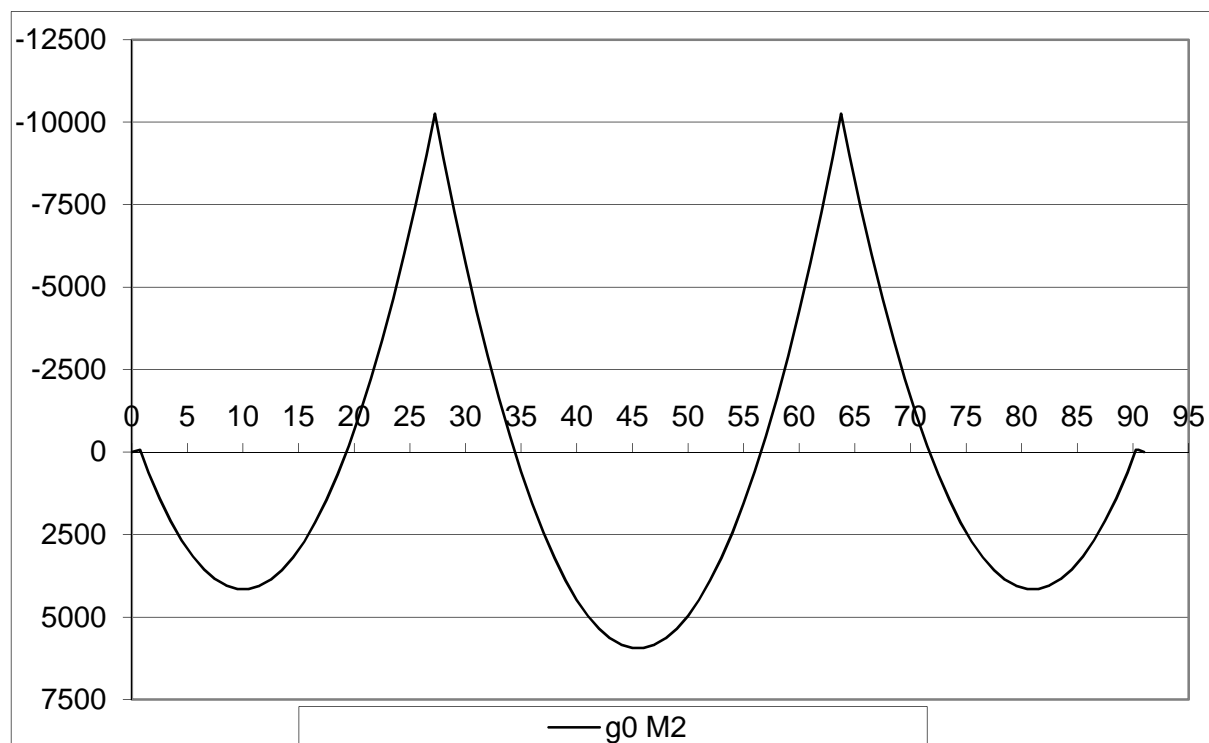


Doprava, zoskupenie zaťaženia II. – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]

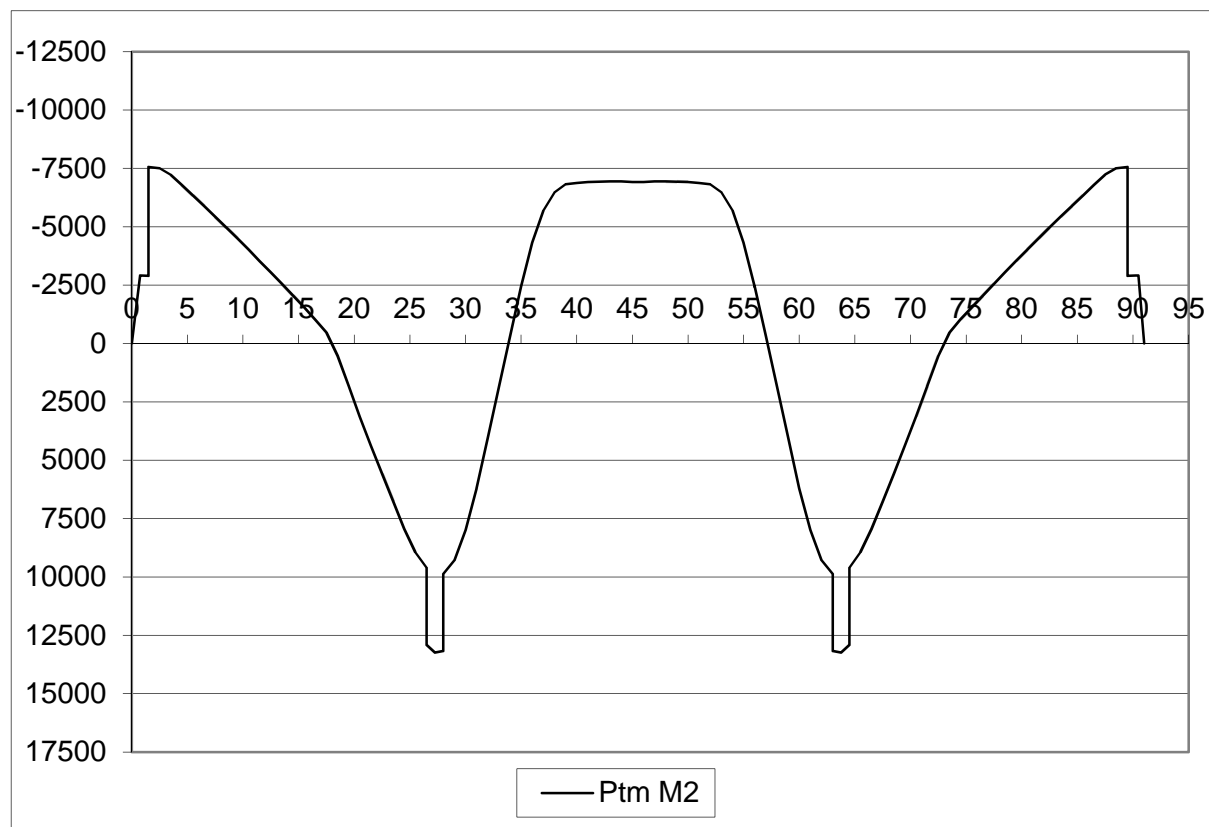


Doprava, štvornápravové vozidlo 80t – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]

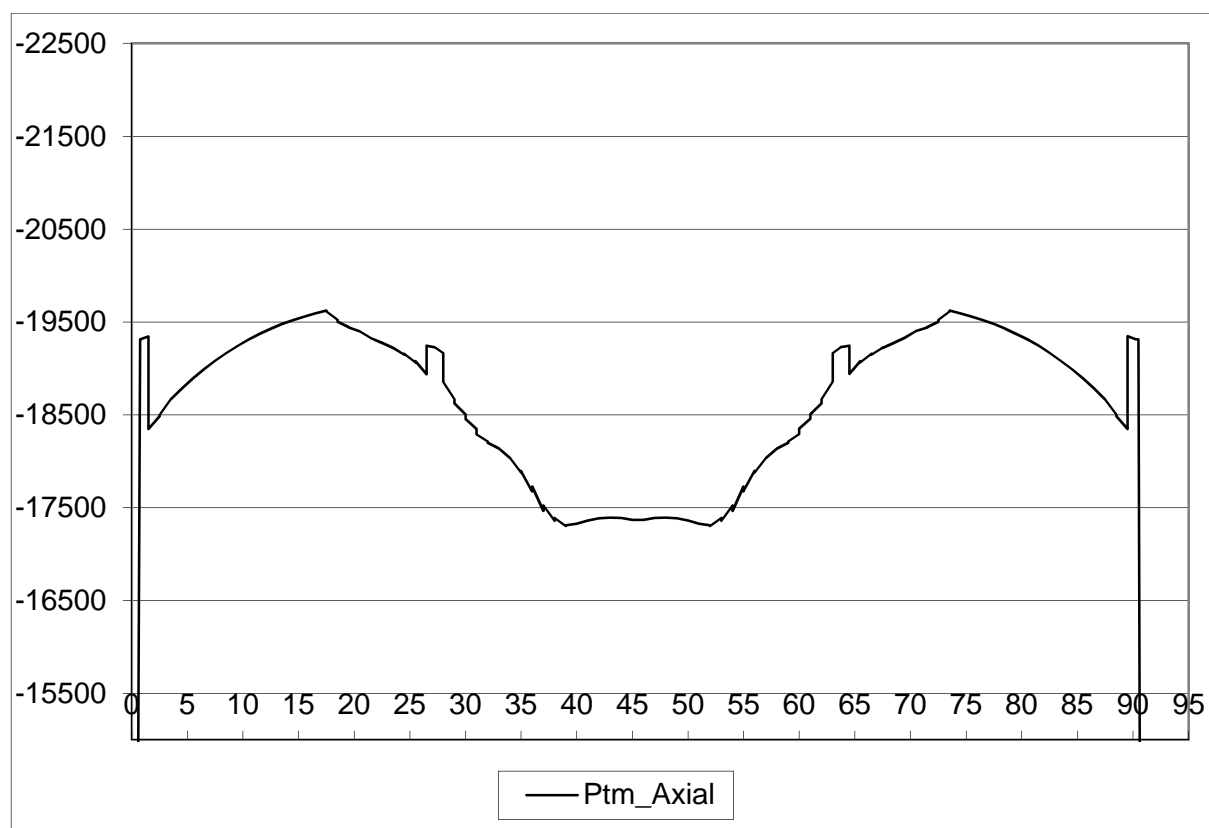
5.2 Vnútorné sily – mostný obj. 211-02



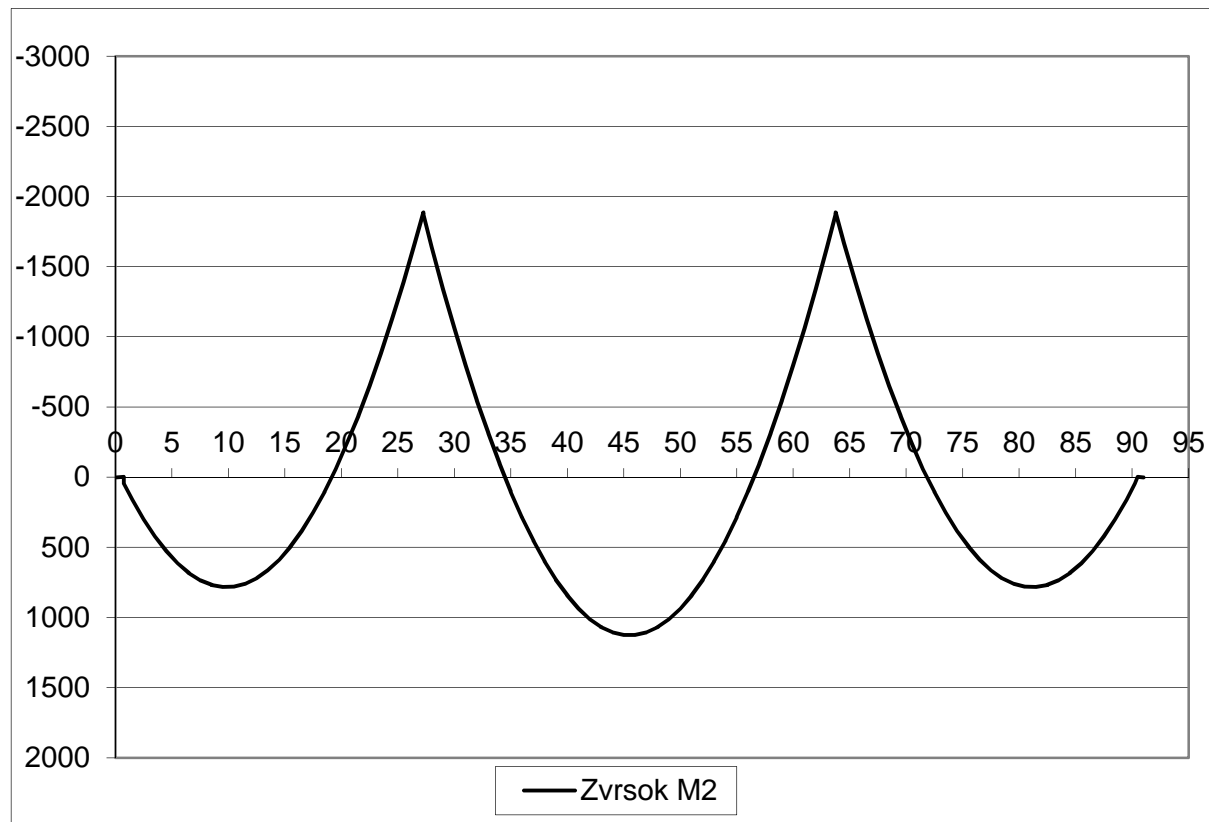
Vlastná tiaž – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



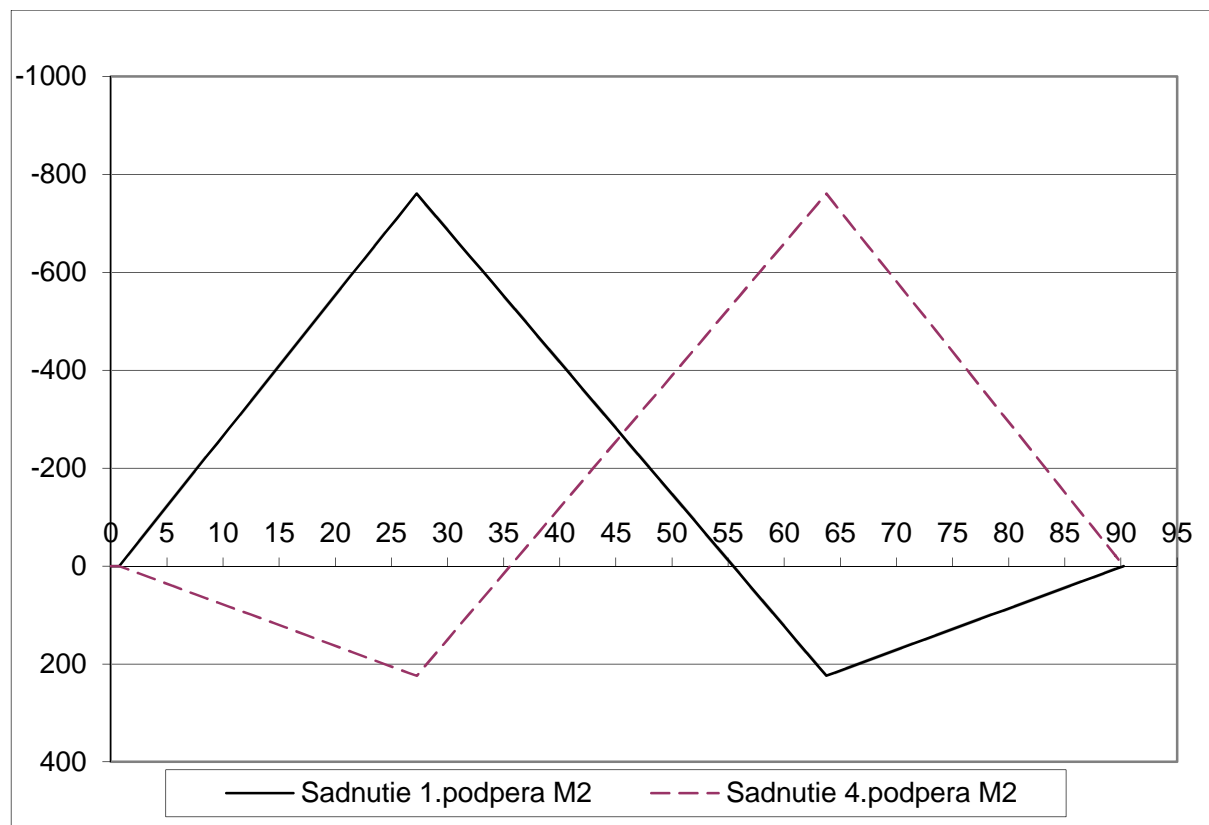
Predpätie v čase Tnek – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



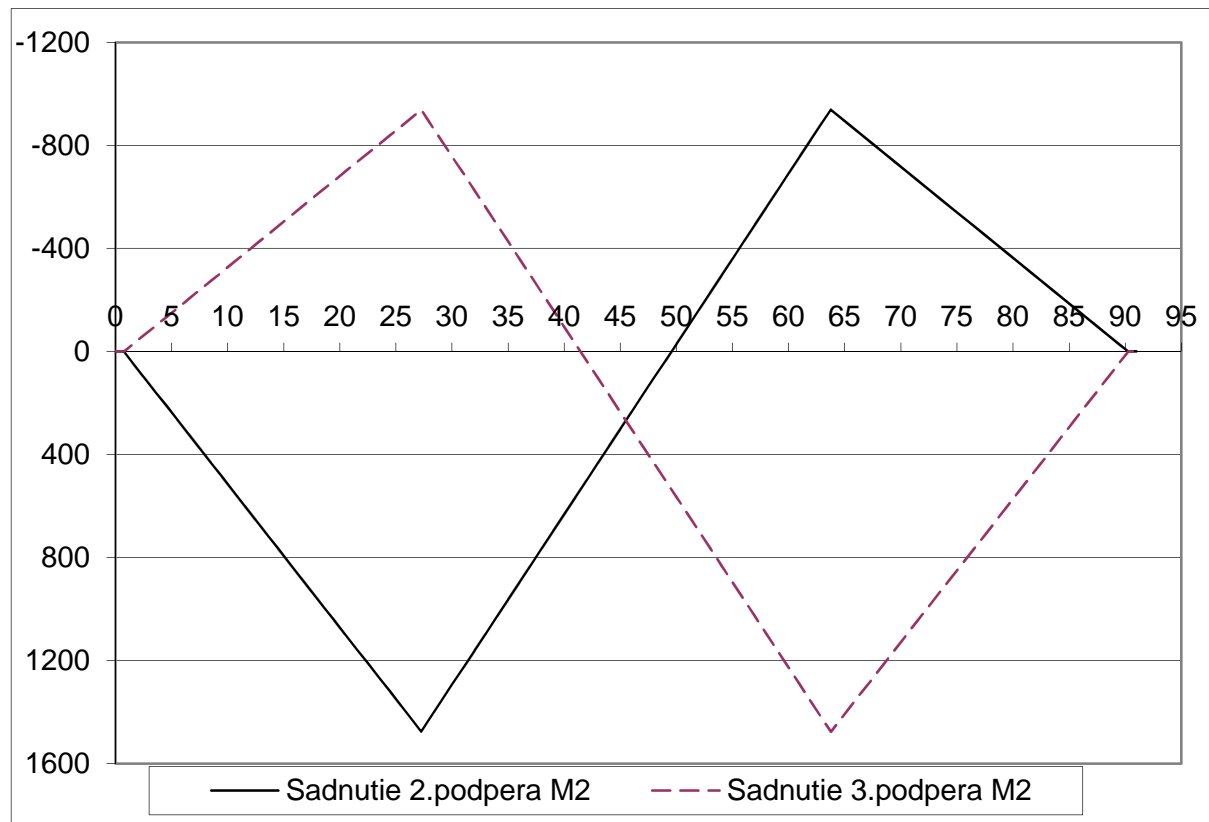
Predpätie v čase Tnek – pravý trám, normálové sily [kN]



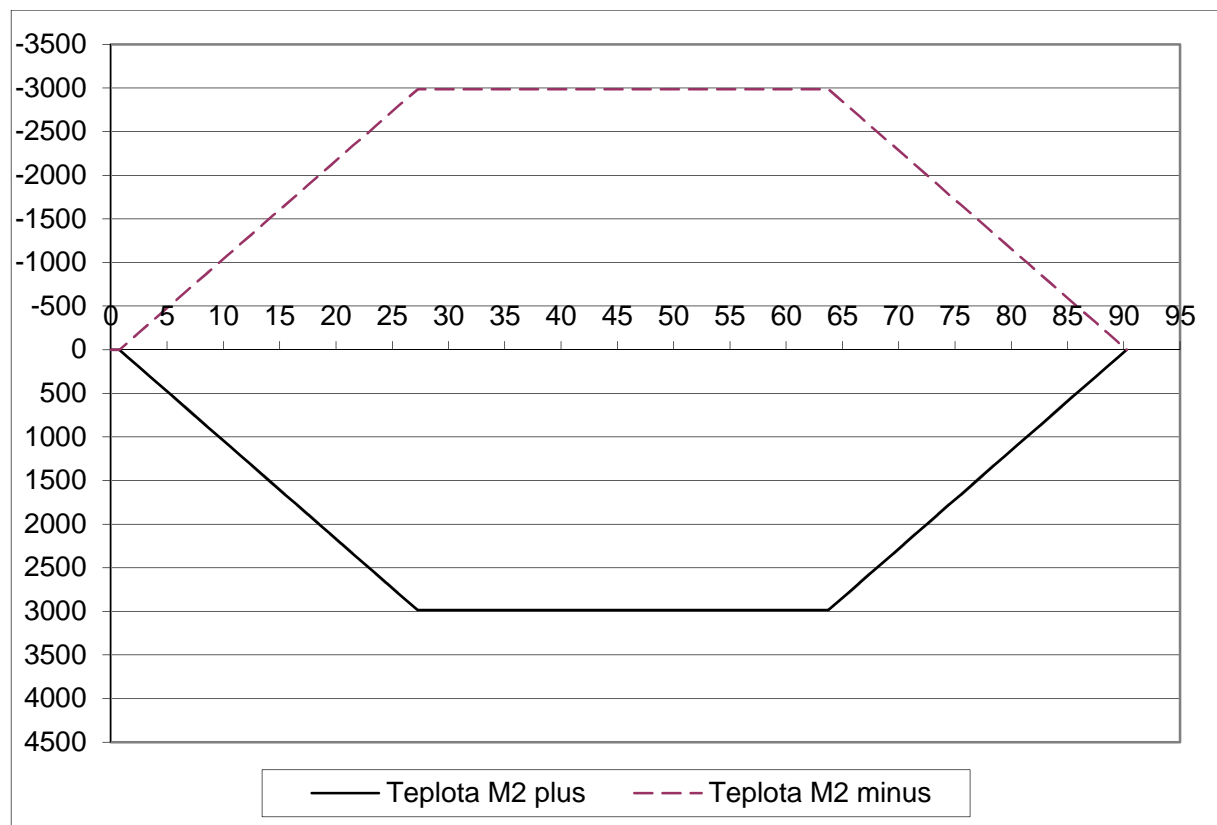
Mostný zvršok – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



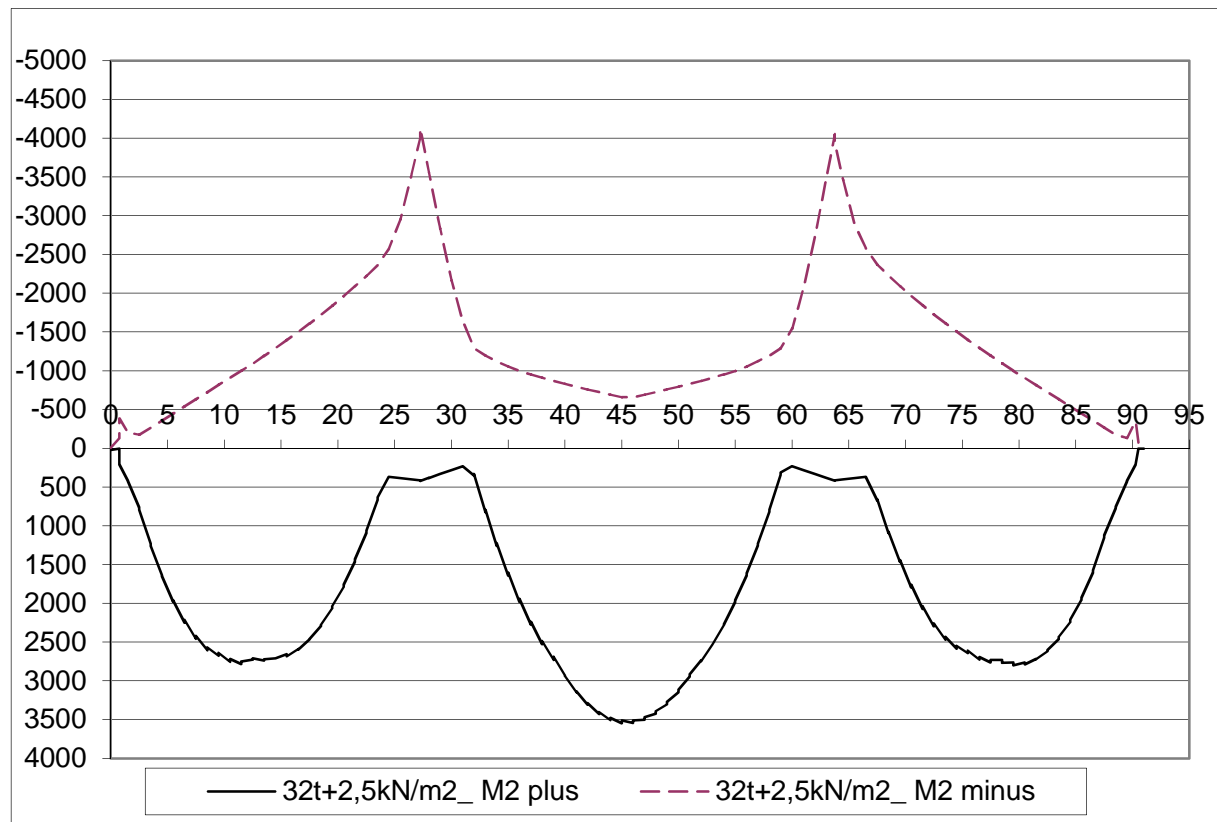
Sadnutie krajných podpier o 10 mm – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



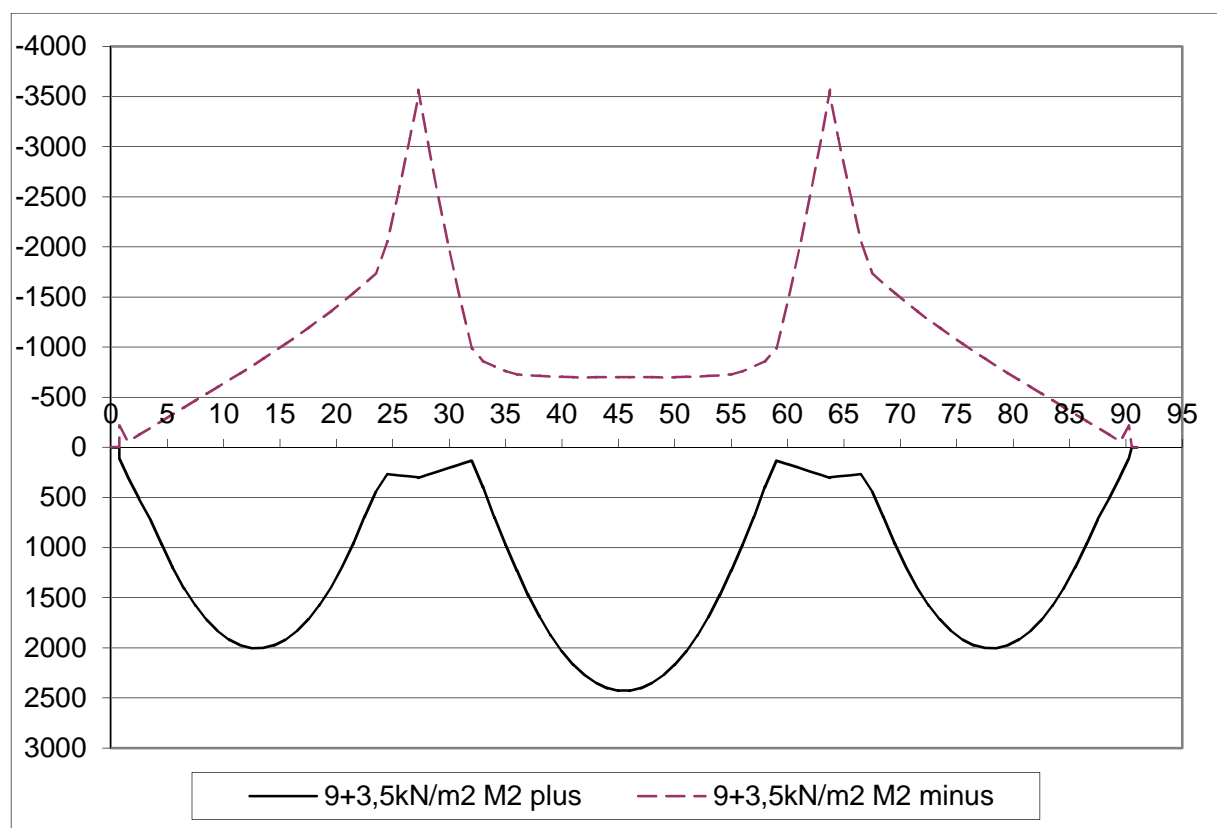
Sadnutie vnútorných podpier o 10 mm – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



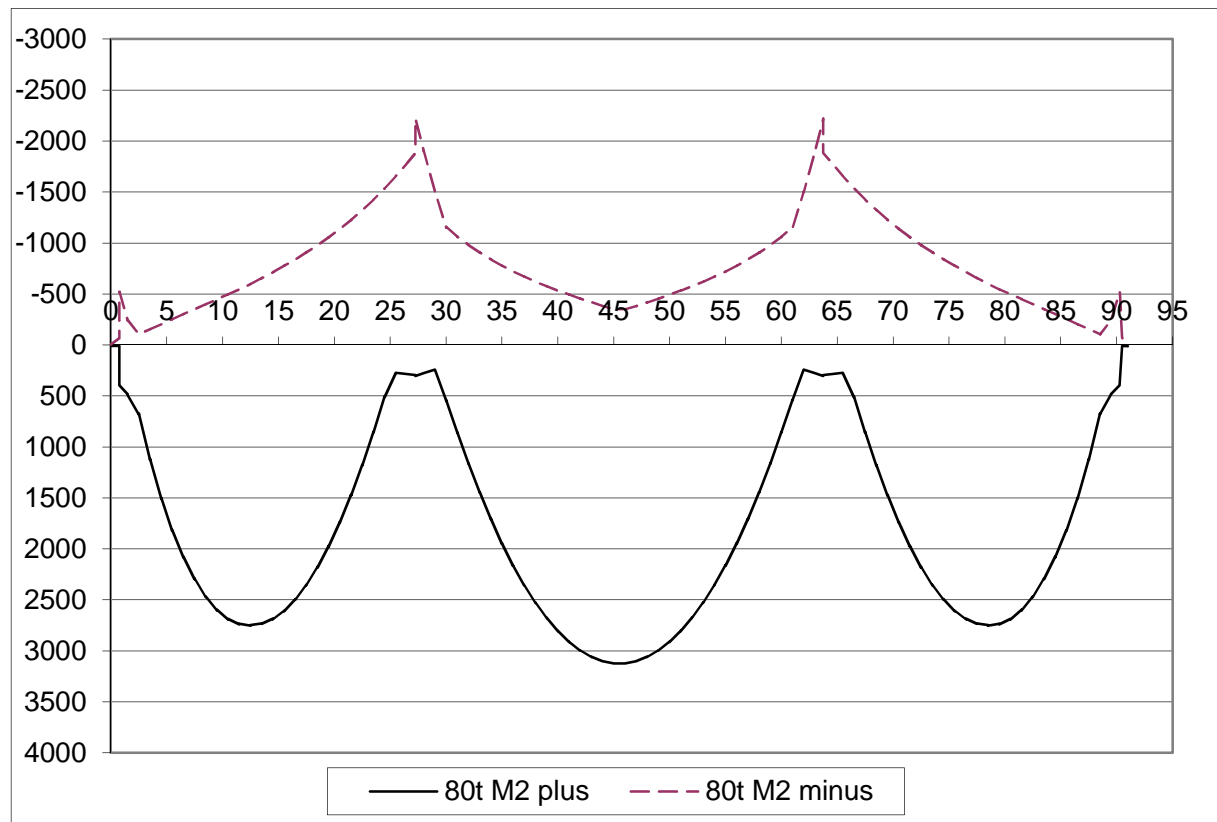
Lineárny teplotný spád 10 K – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



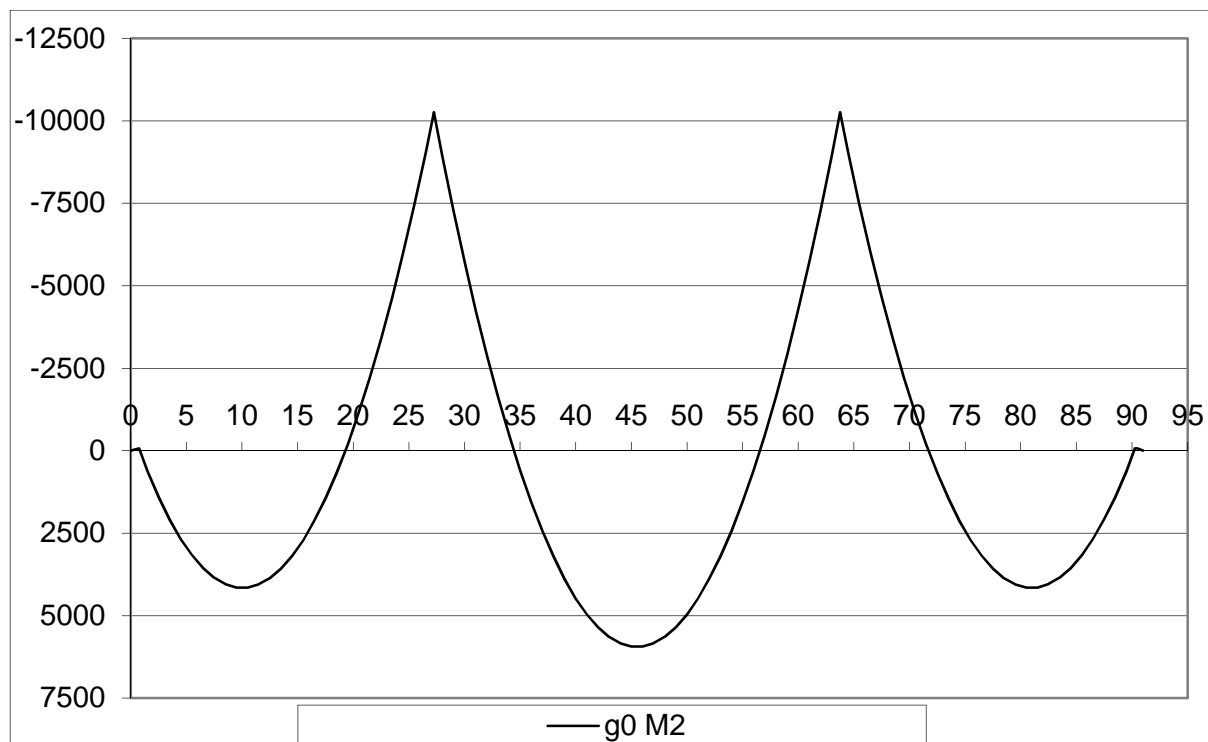
Doprava, zoskupenie zaťaženia I. – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



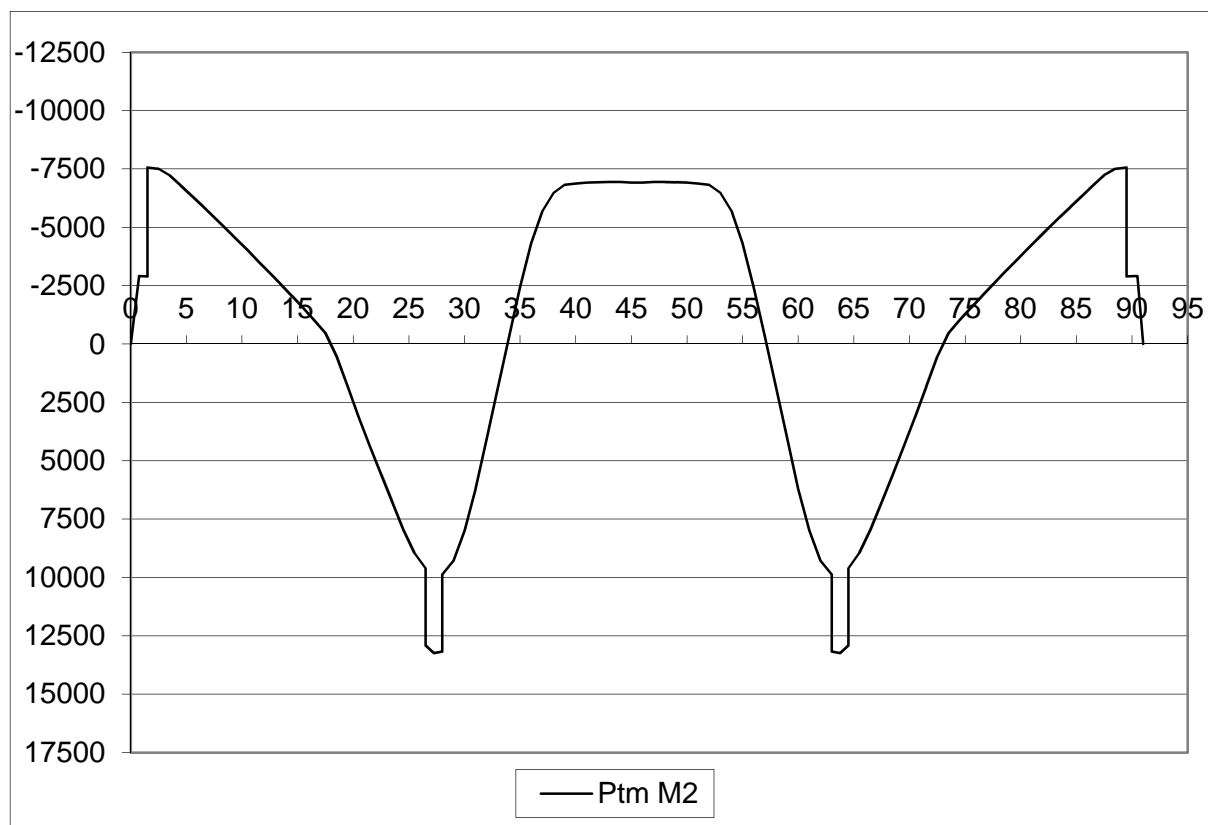
Doprava, zoskupenie zaťaženia II. – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



Doprava, štvornápravové vozidlo 80t – pravý trám, ohybové momenty [kNm]



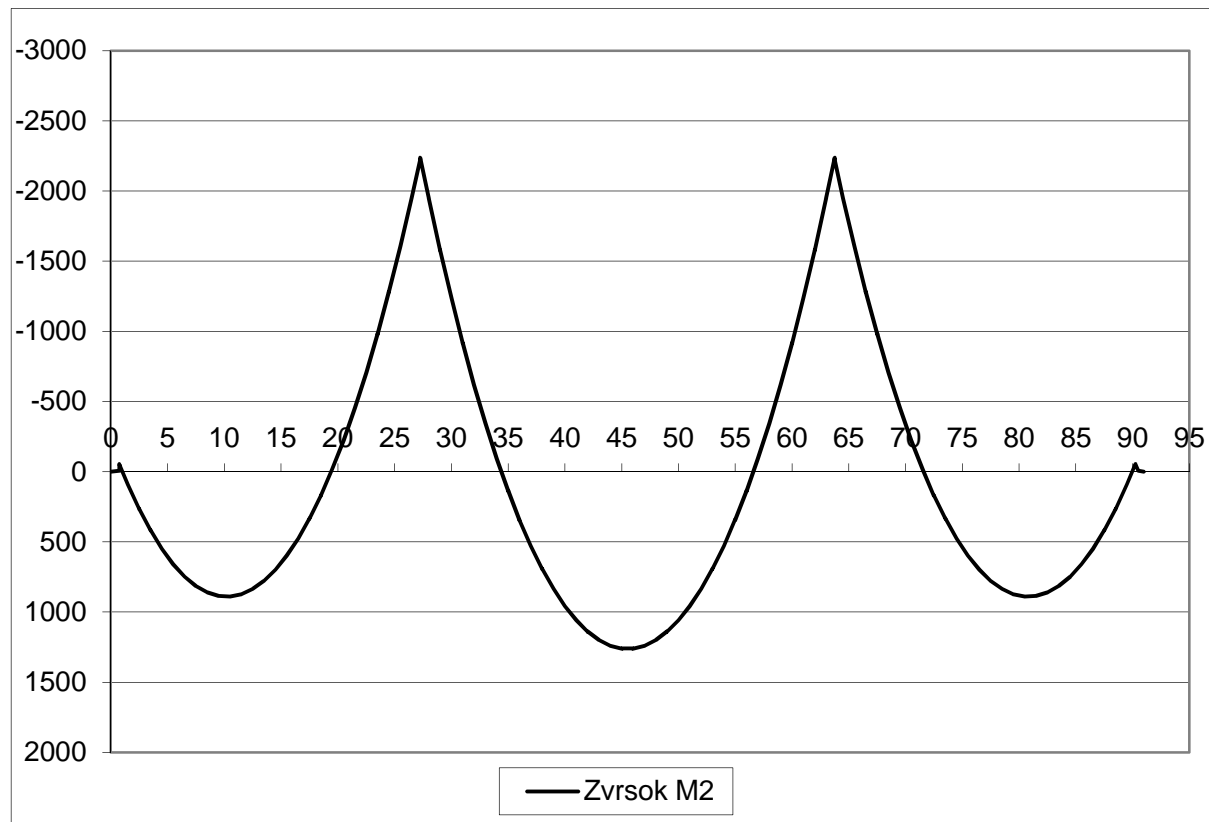
Vlastná tiaž – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



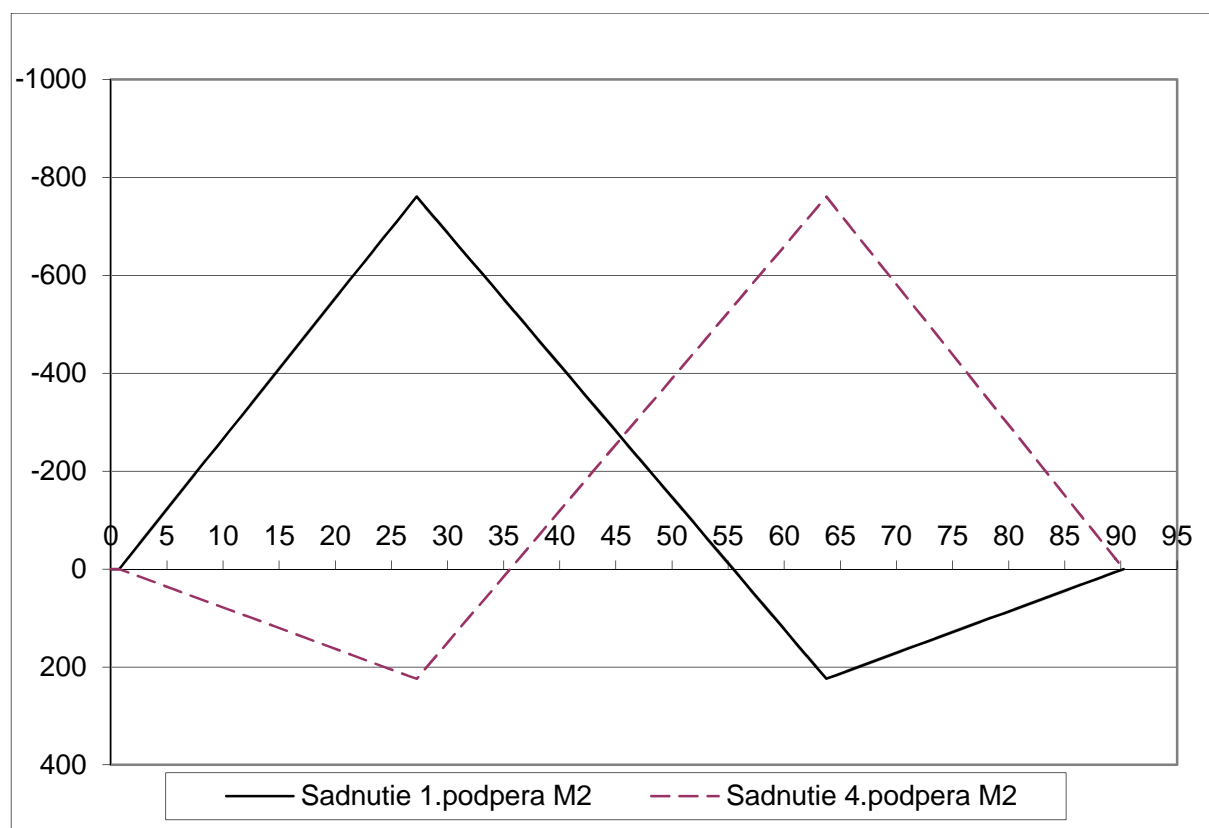
Predpätie v čase Tnek – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



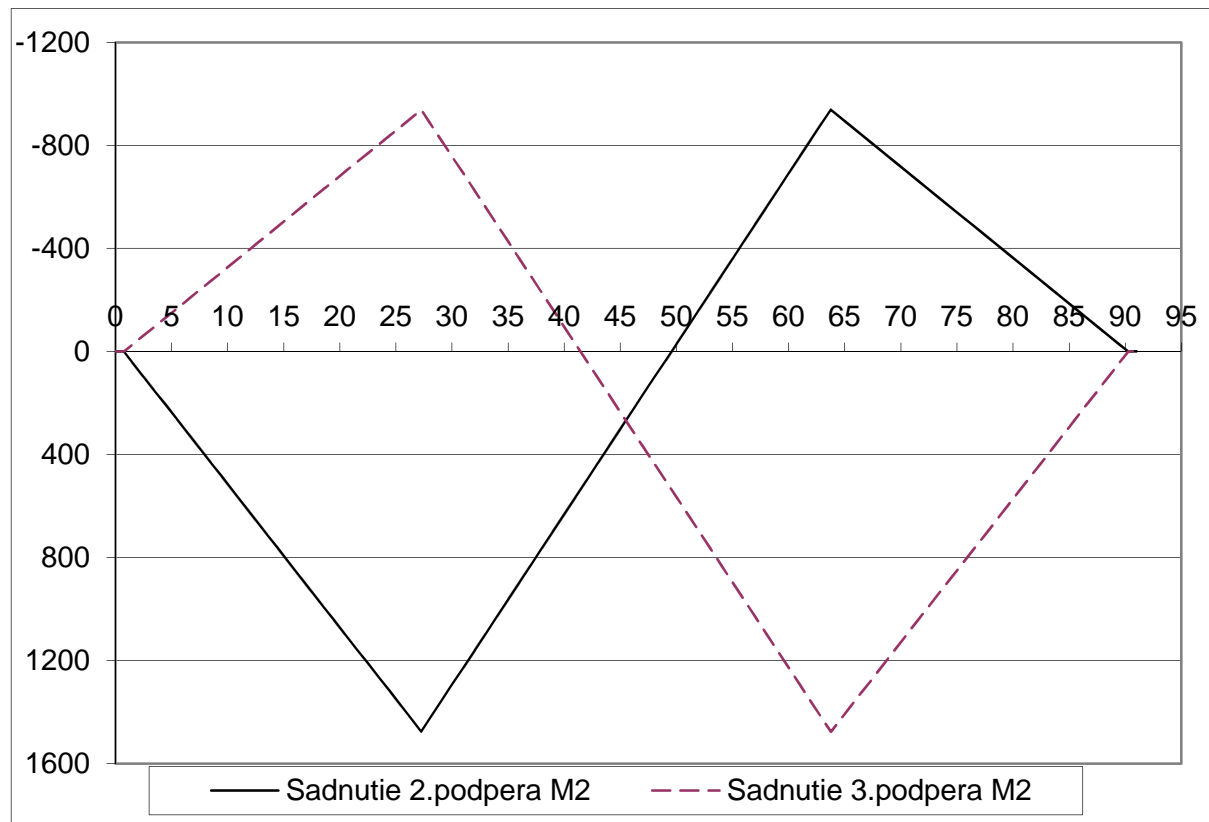
Predpätie v čase Tnek – ľavý trám, normálové sily [kN]



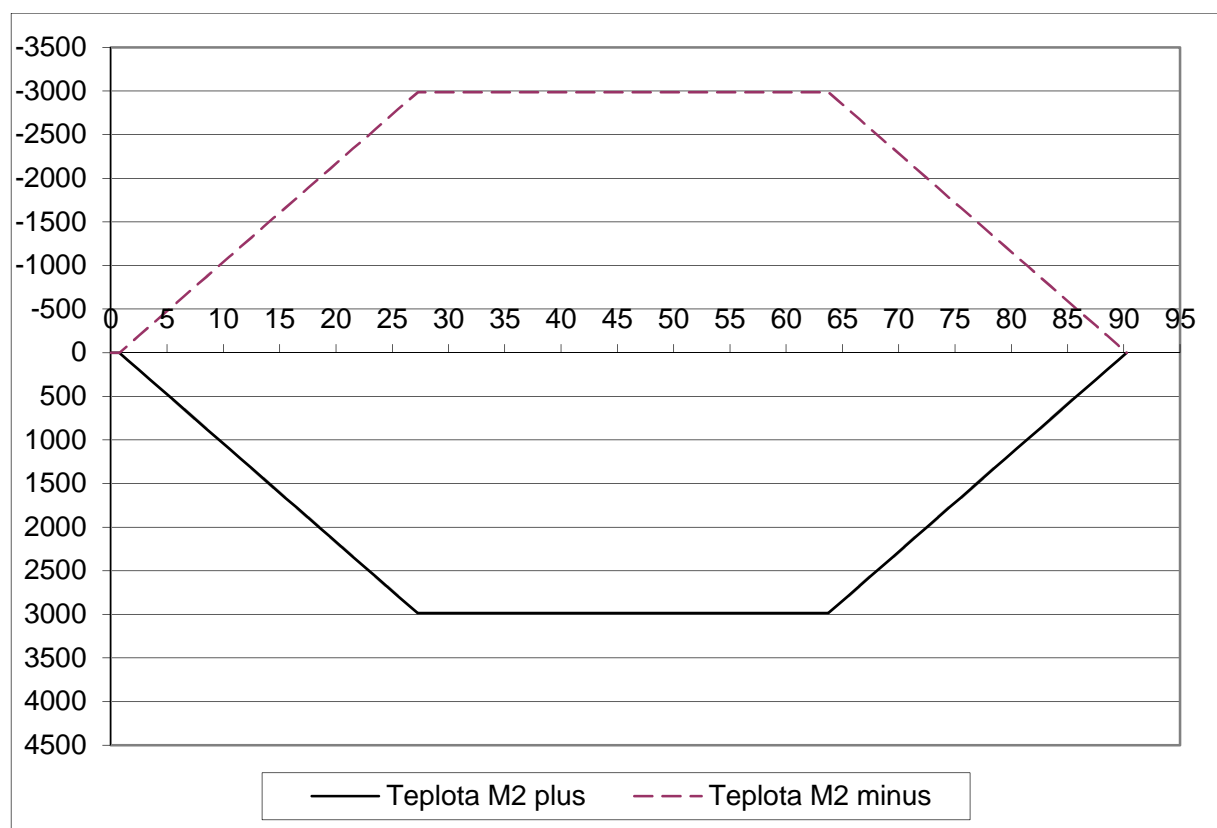
Mostný zvršok – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



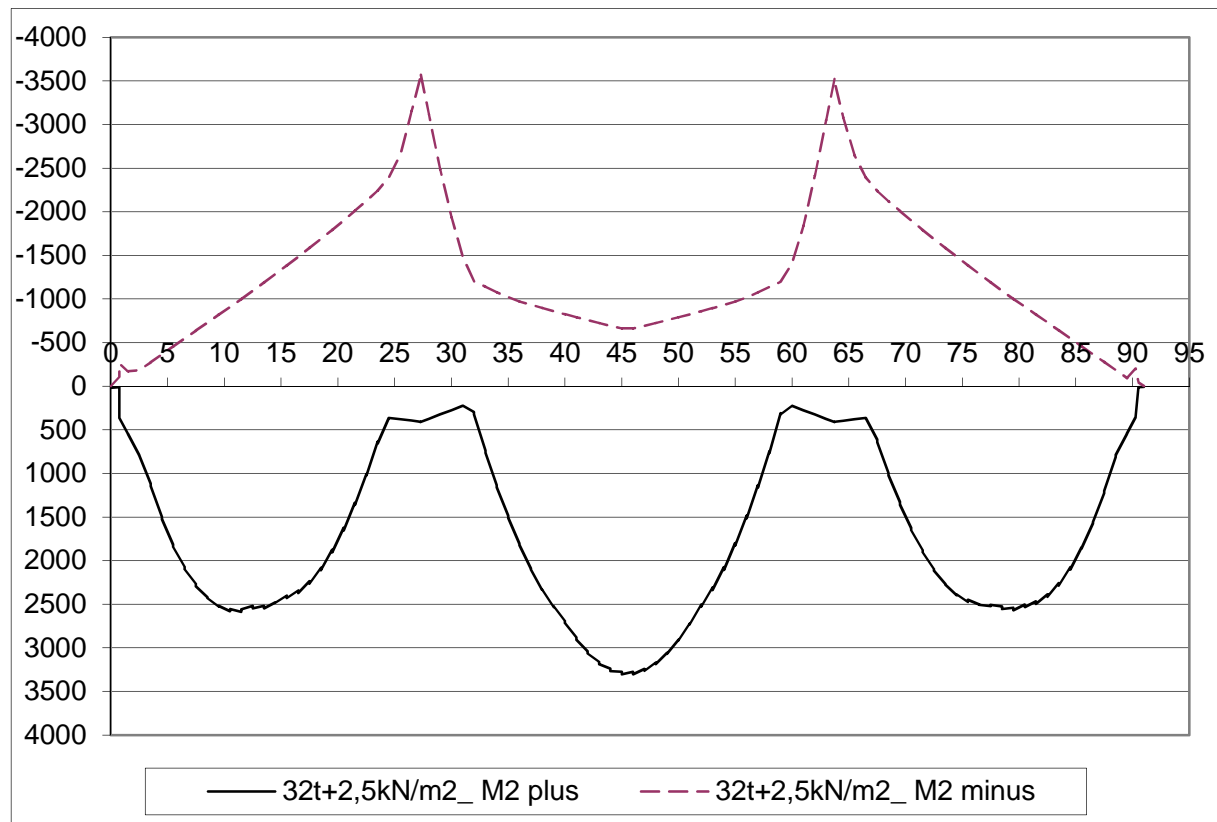
Sadnutie krajných podpier o 10 mm – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



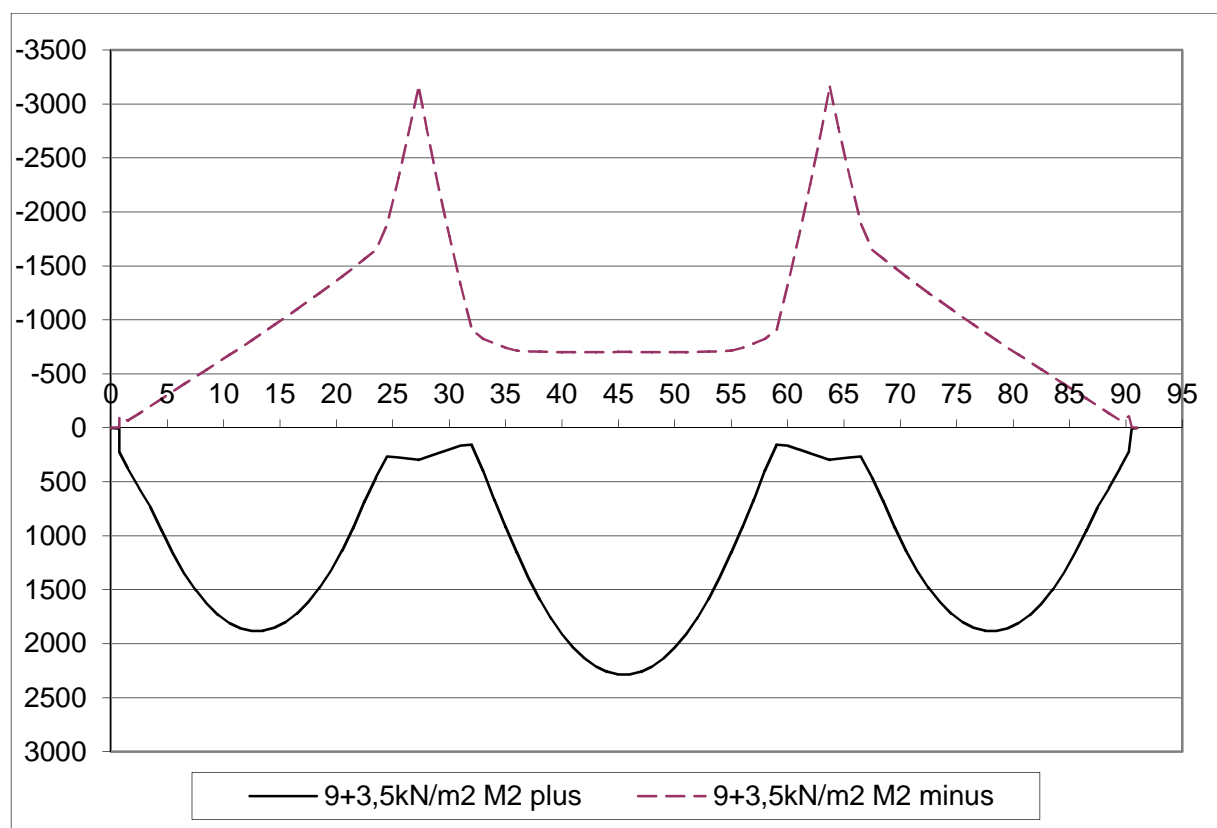
Sadnutie vnútorných podpier o 10 mm – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



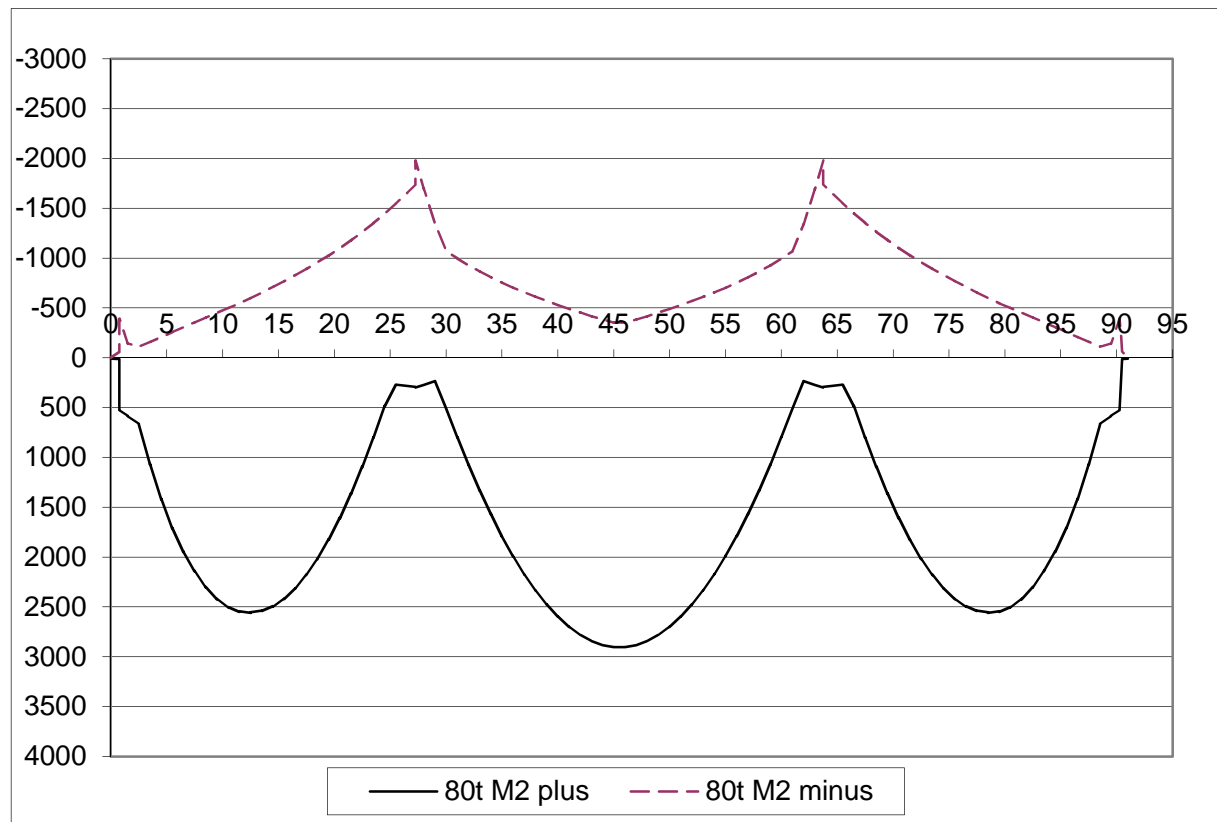
Lineárny teplotný spád 10 K – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



Doprava, zoskupenie zaťaženia I. – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



Doprava, zoskupenie zaťaženia II. – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]



Doprava, štvornápravové vozidlo 80t – ľavý trám, ohybové momenty [kNm]

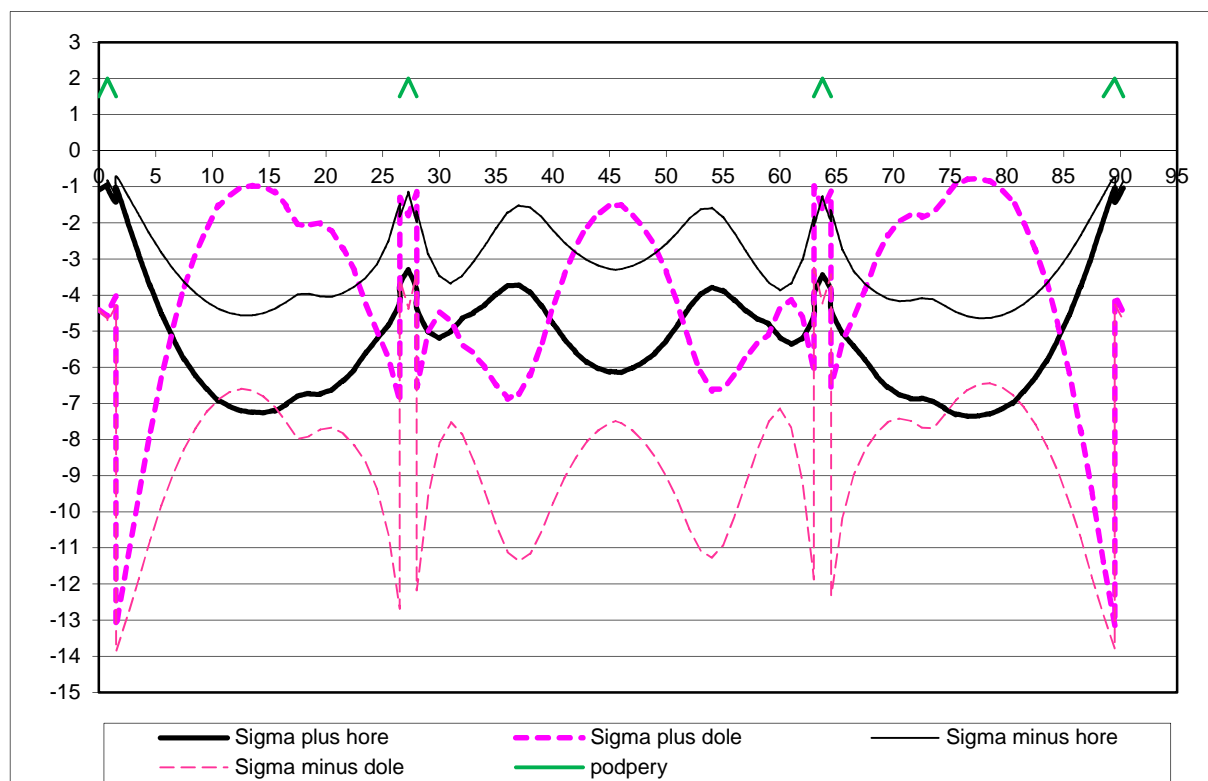
6 KONTROLA NAPÄTÍ

Normálové napätia v betónovom priereze boli vypočítané s použitím prierezových charakteristík podľa tab.1.1. Dovoľené namáhania pre betón C35/45 (B500) sú uvedené v tab. 5.1.

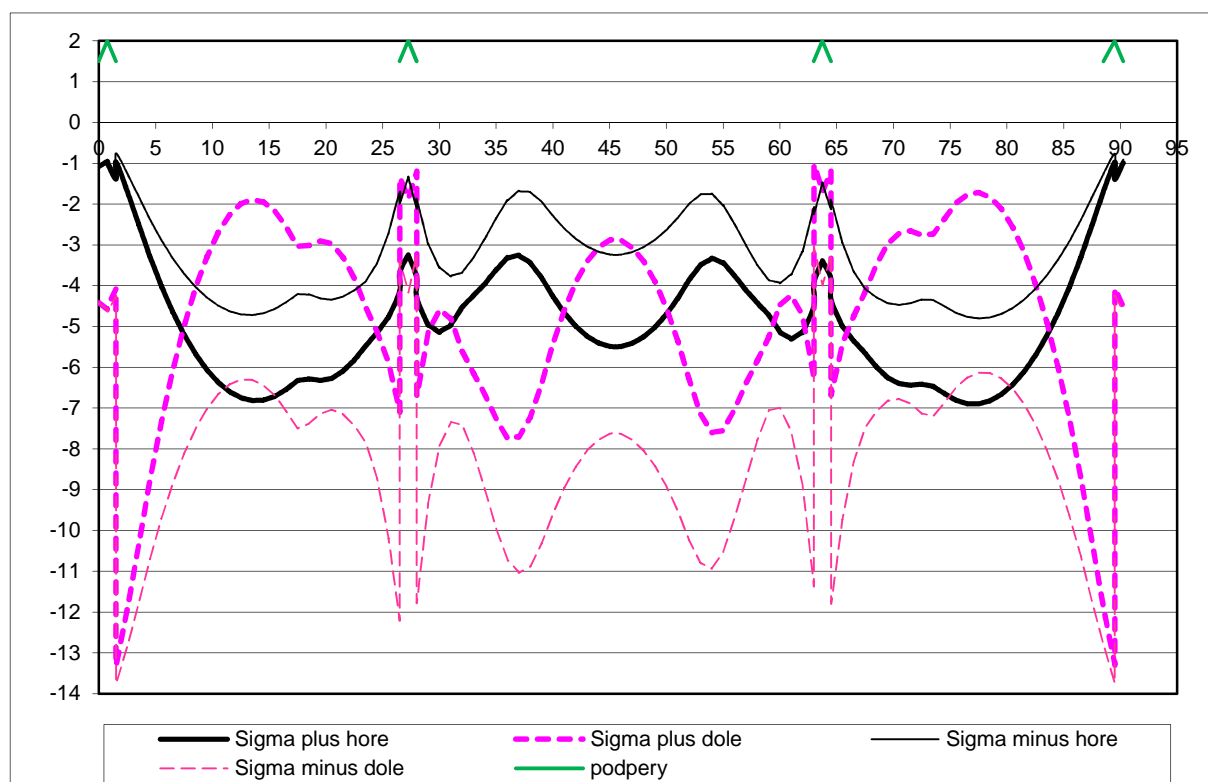
Tab. 6.1 Dovoľené namáhania betónu

Oblasť	TLAK		ŤAH	
	Hlavné	Celkové	Hlavné	Celkové
Tlačená	-16,0	-18,4	0	1,05
Ťahaná	-18,0	-20,7	0	2,1

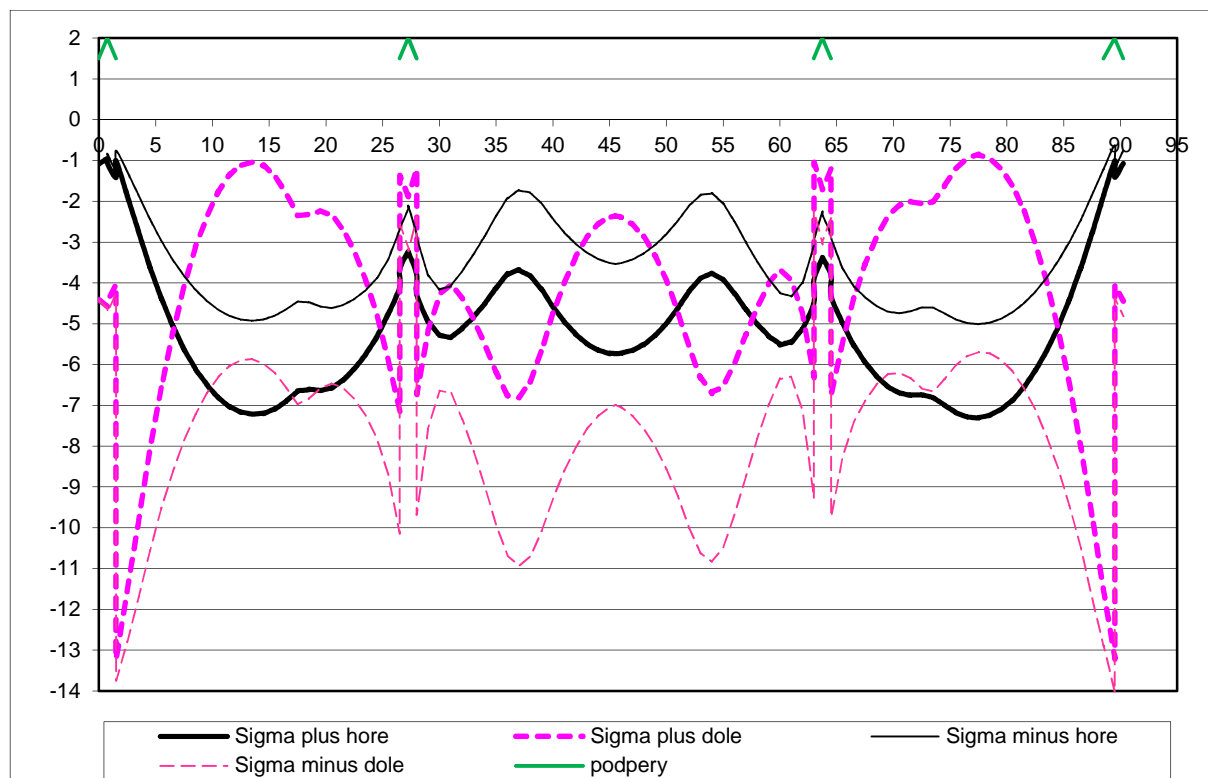
6.1 Normálové napätia – mostný obj. 211-01



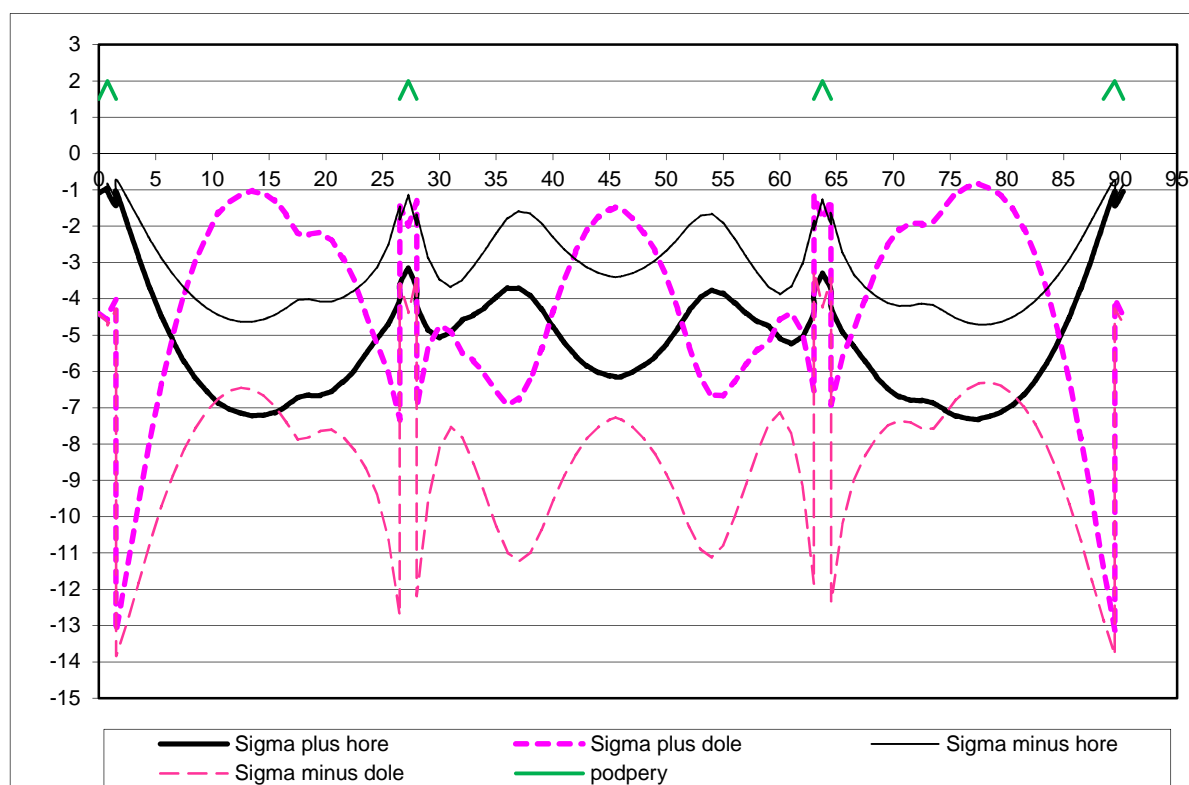
Hlavné zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia I. – pravý trám, normálové napätia [MPa]



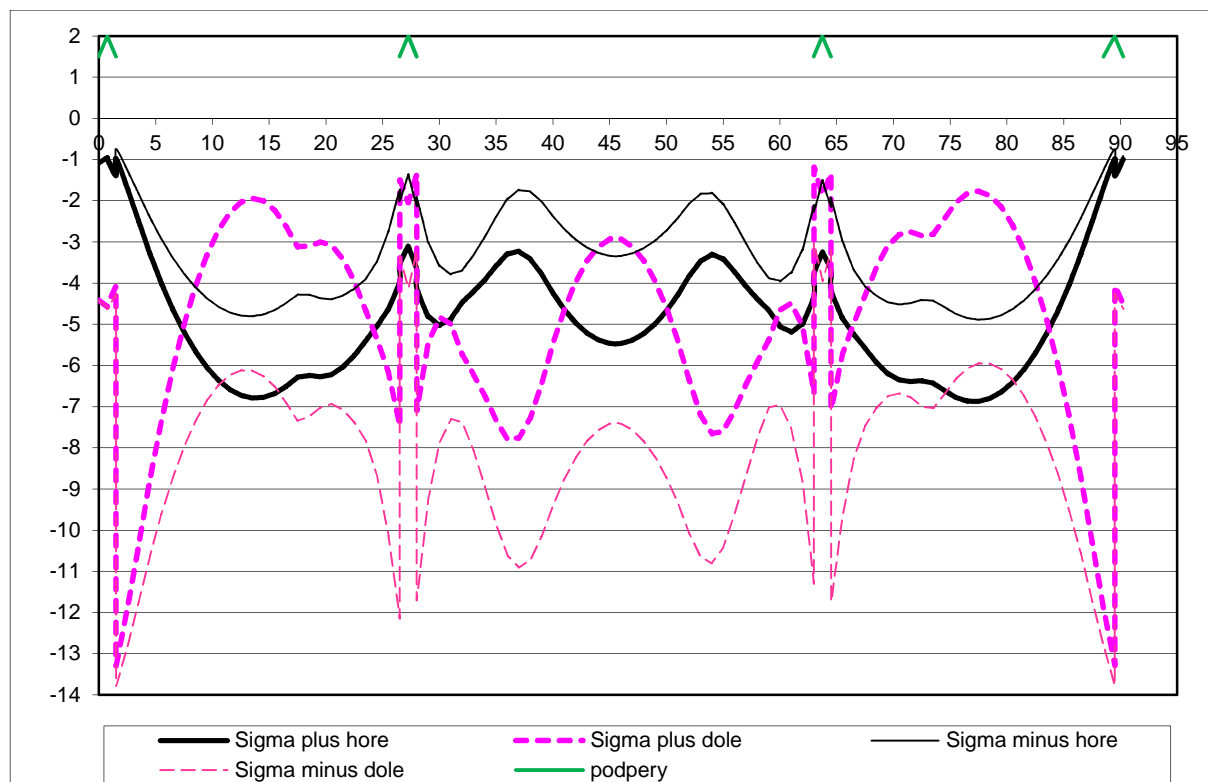
Hlavné zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia II. – pravý trám, normálové napätia [MPa]



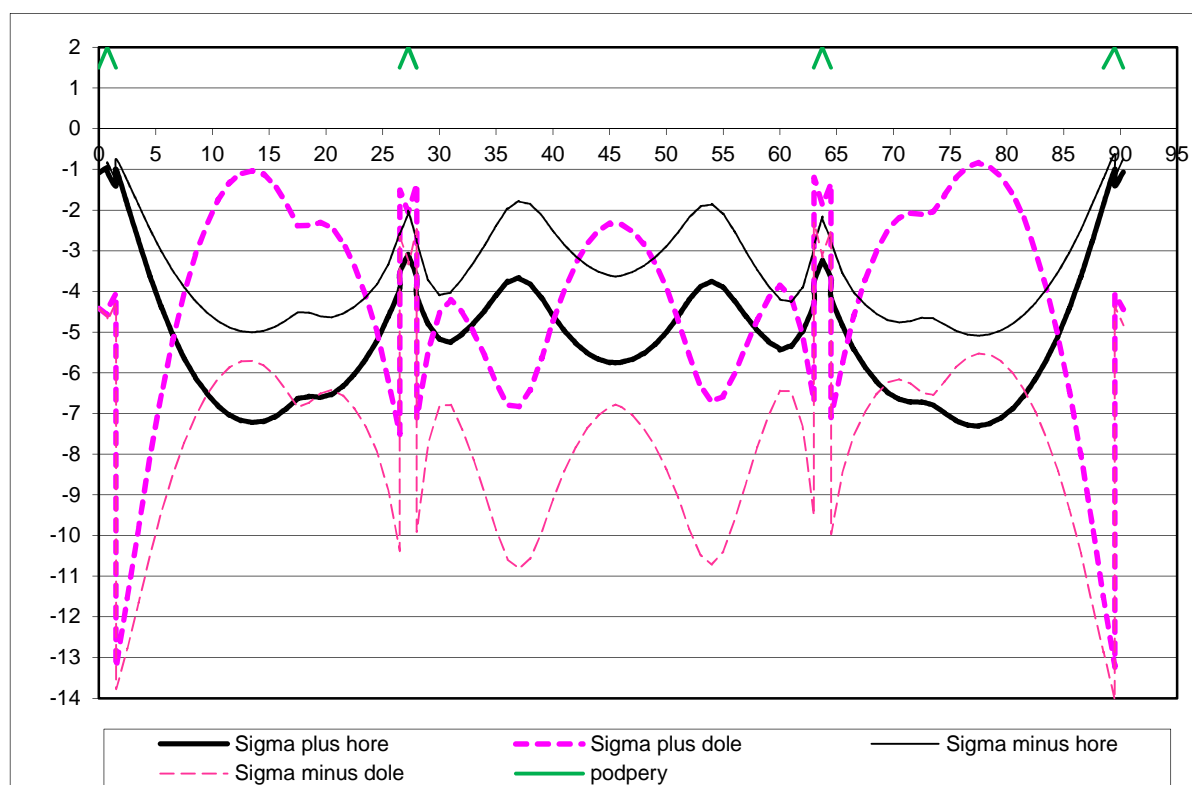
Hlavné zaťaženie, doprava: štvornápravové vozidlo 80t – pravý trám, normálové napätia [MPa]



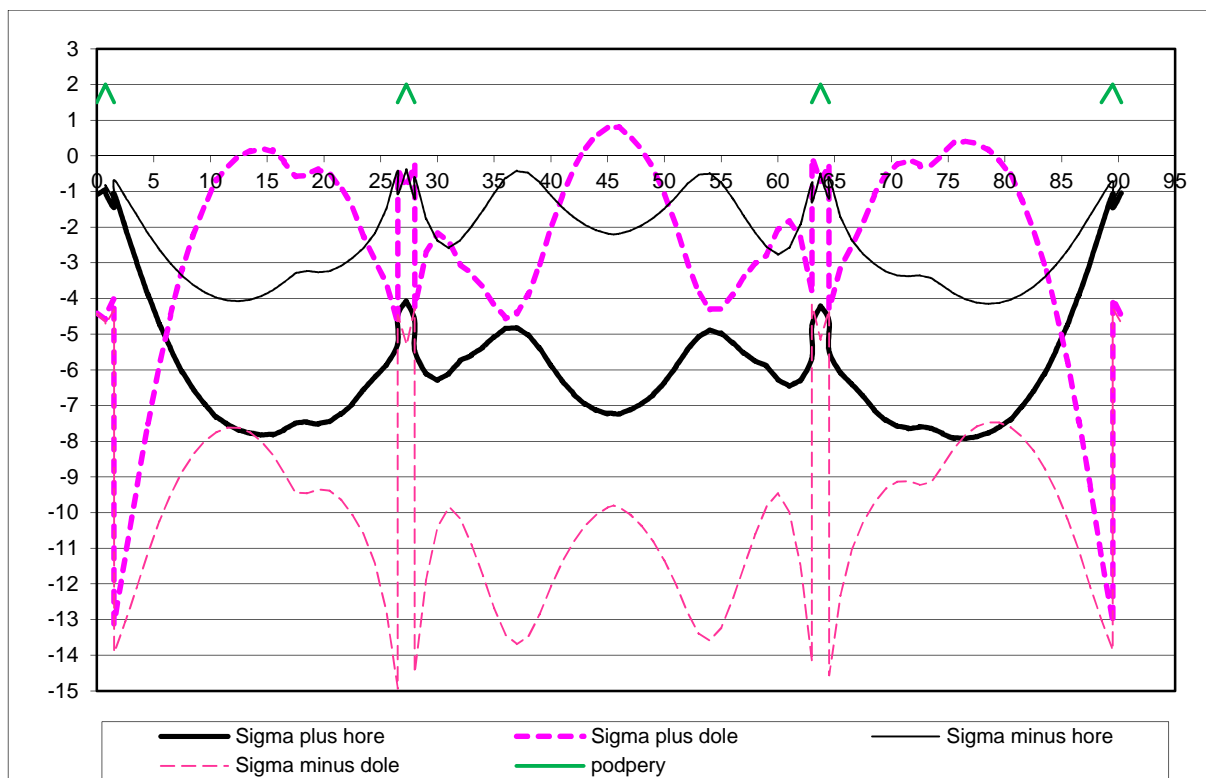
Hlavné zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia I. – ľavý trám, normálové napätia [MPa]



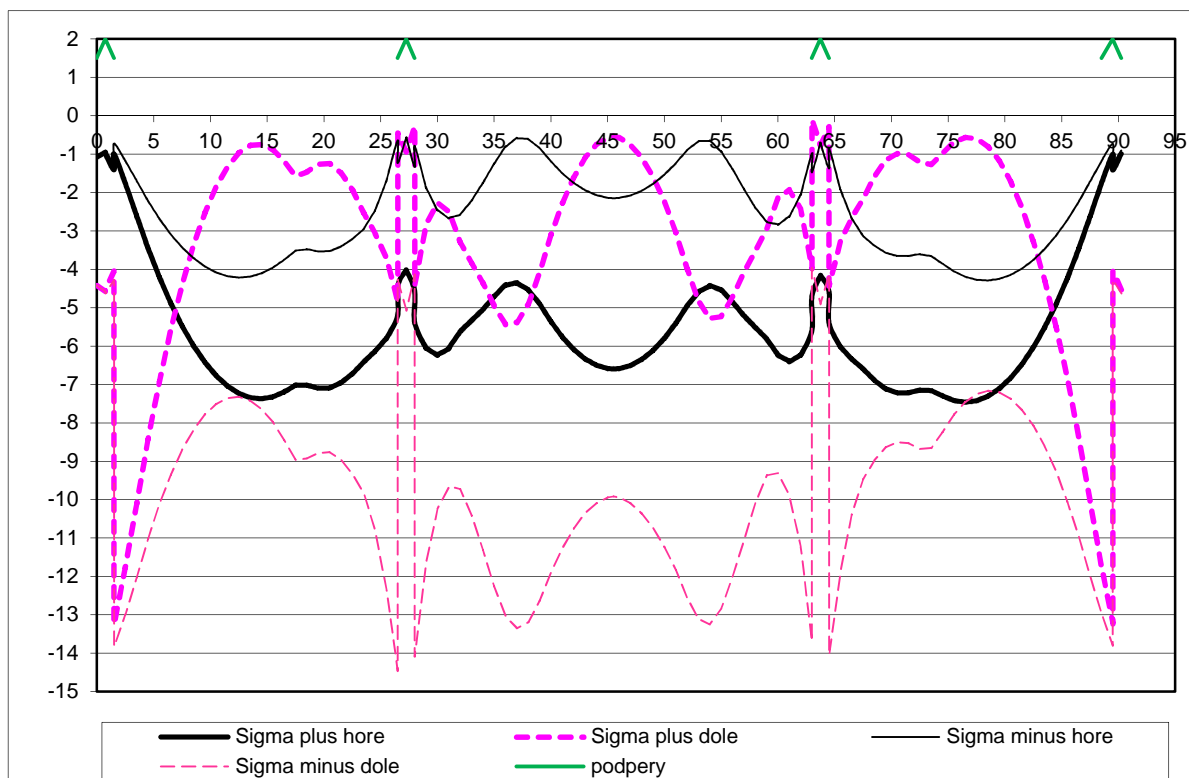
Hlavné zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia II. – ľavý trám, normálové napätia [MPa]



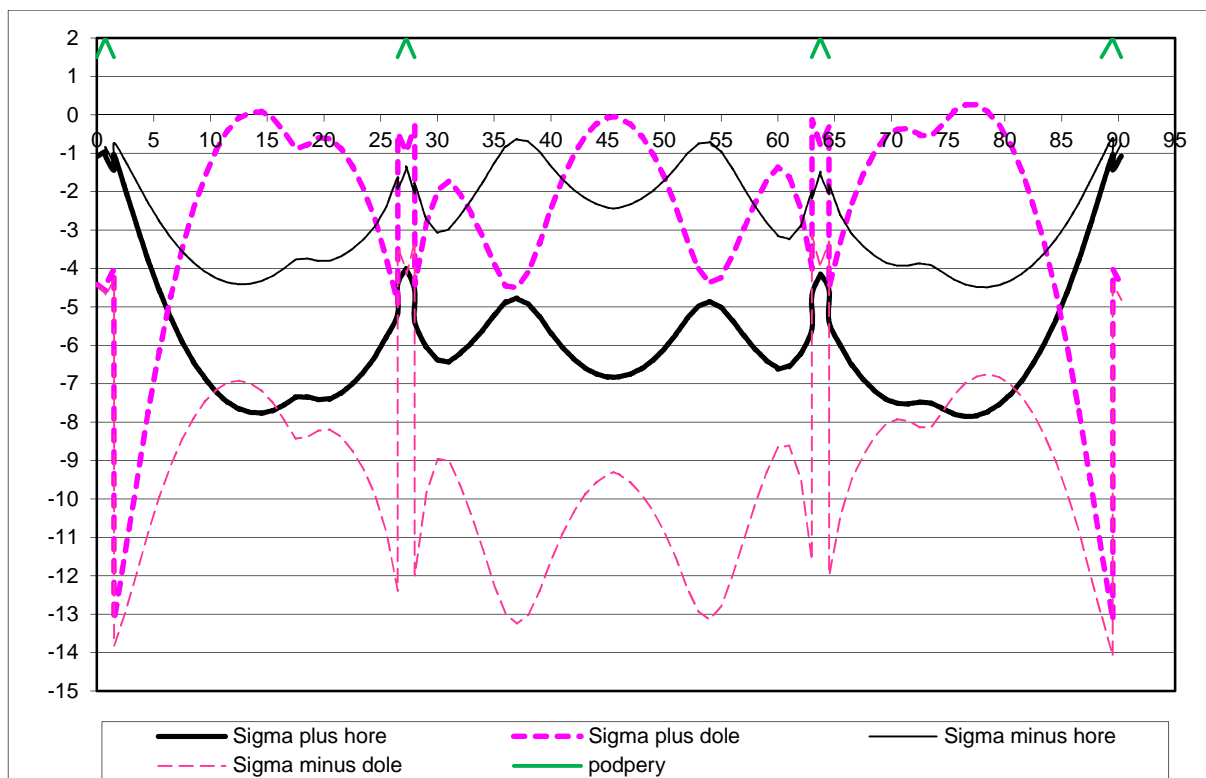
Hlavné zaťaženie, doprava: štvornápravové vozidlo 80t – ľavý trám, normálové napätia [MPa]



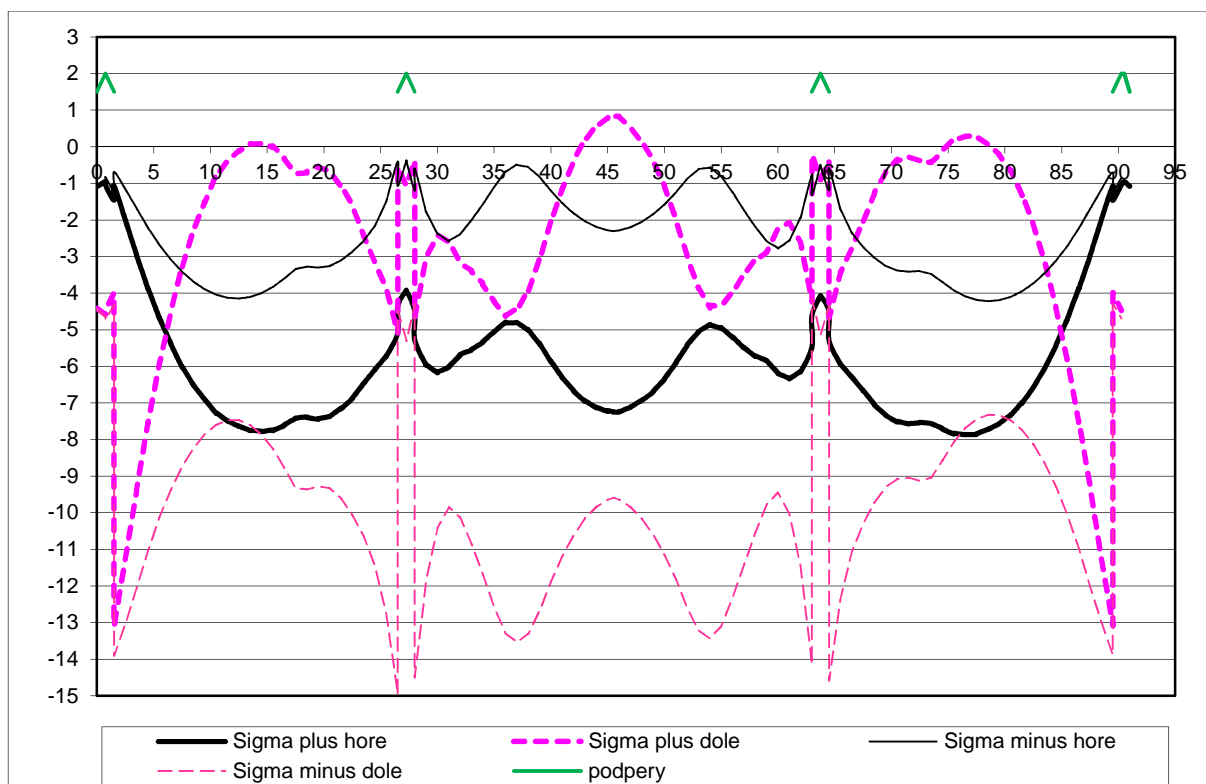
Celkové zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia I. – pravý trám, normálové napätia [MPa]



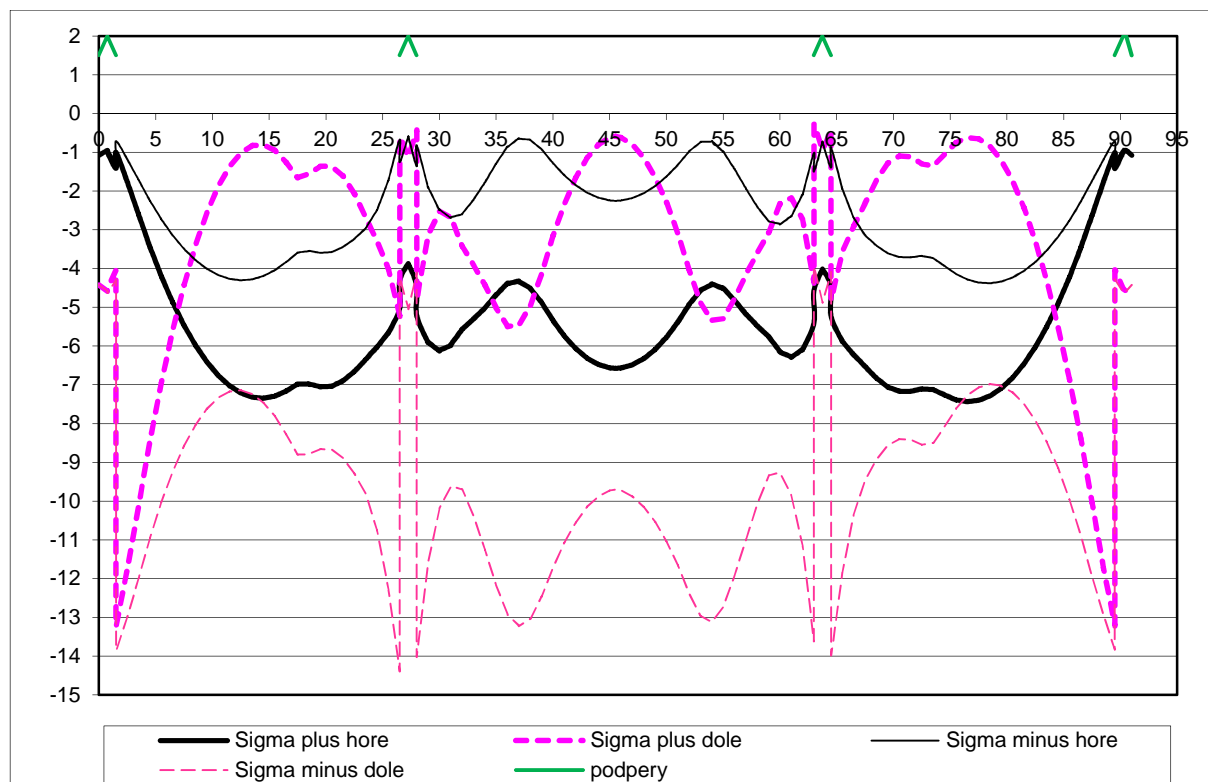
Celkové zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia II. – pravý trám, normálové napätia [MPa]



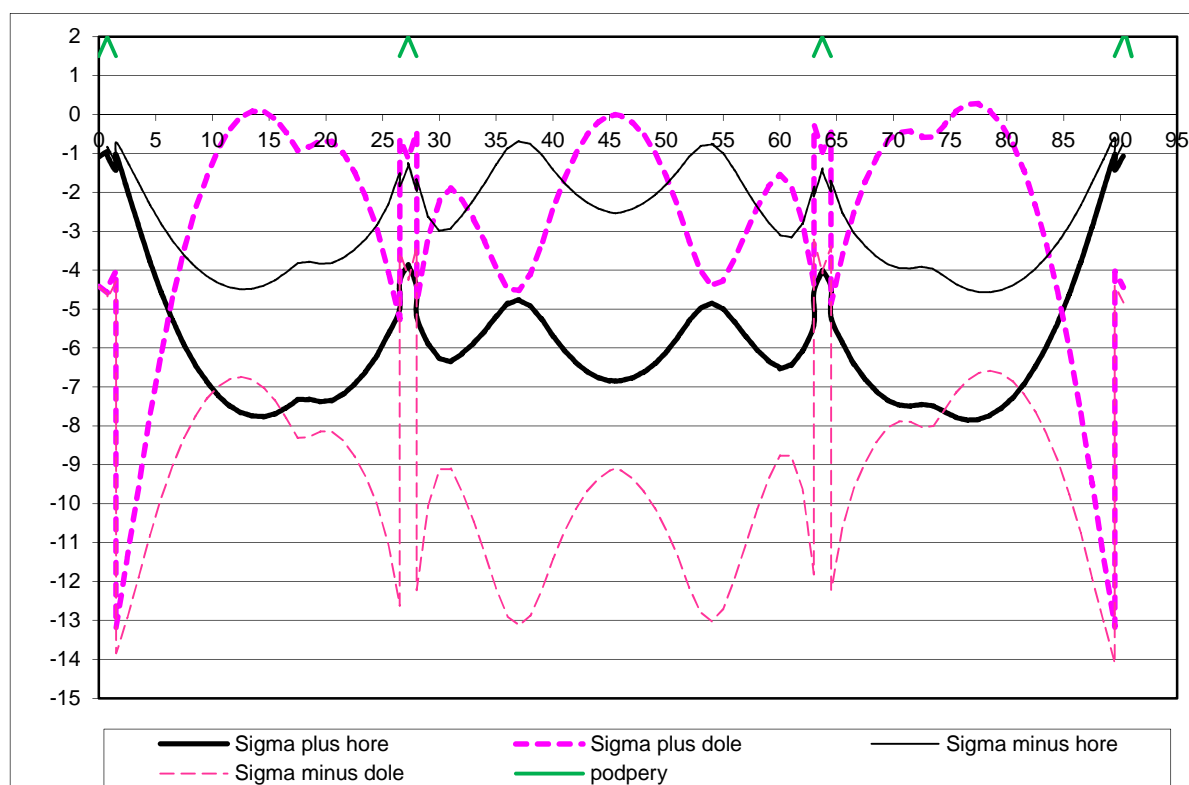
Celkové zaťaženie, doprava: štvornápravové vozidlo 80t – pravý trám, normálové napätia [MPa]



Celkové zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia I. – ľavý trám, normálové napätia [MPa]

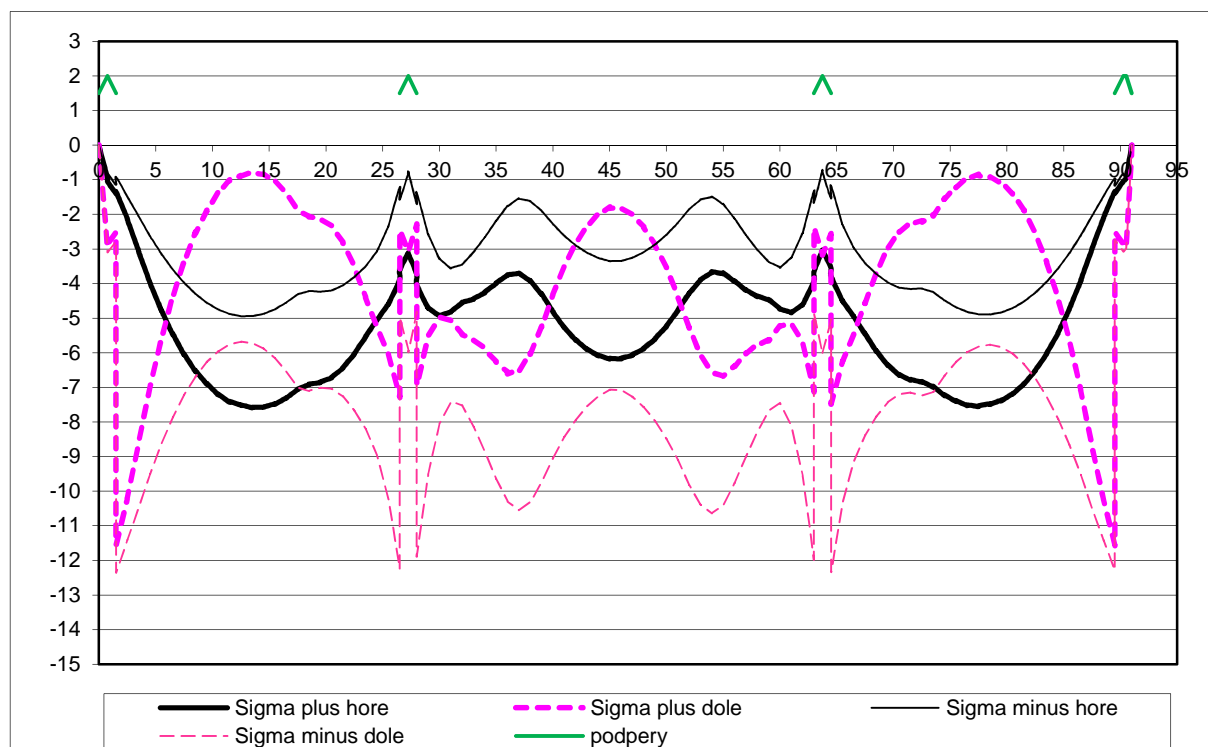


Celkové zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia II. – ľavý trám, normálové napätia [MPa]

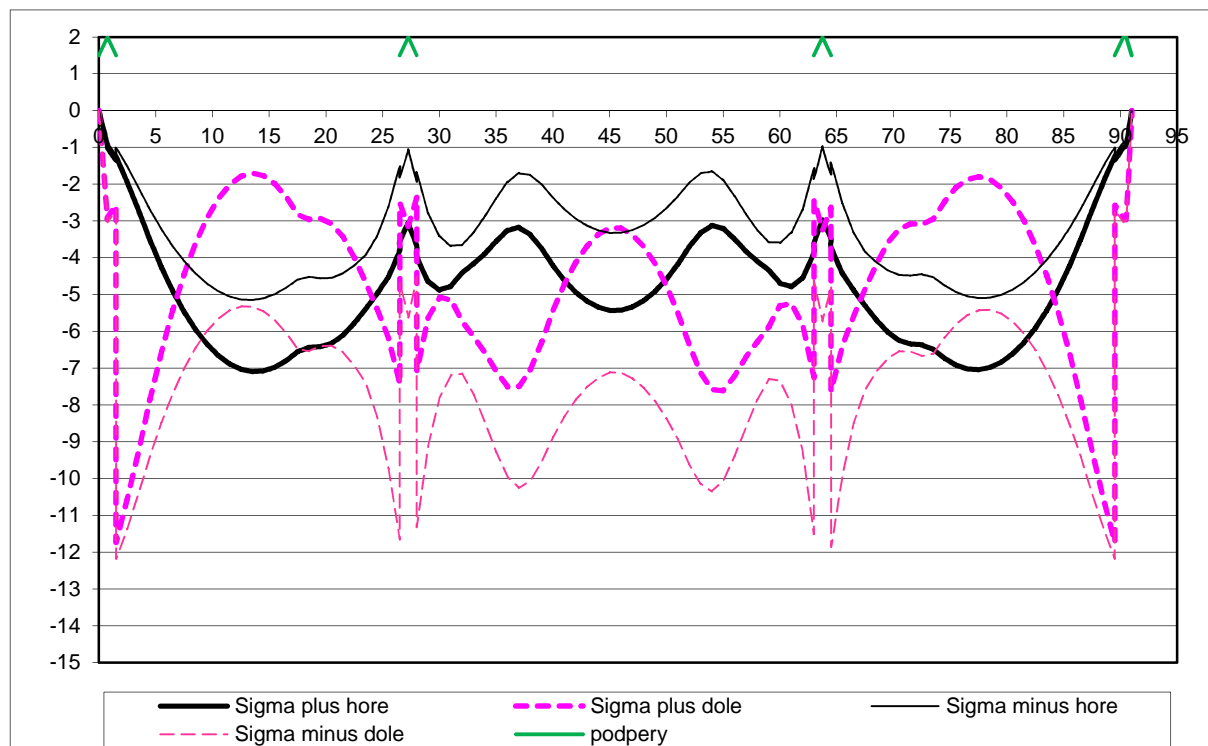


Celkové zaťaženie, doprava: štvornápravové vozidlo 80t – ľavý trám, normálové napätia [MPa]

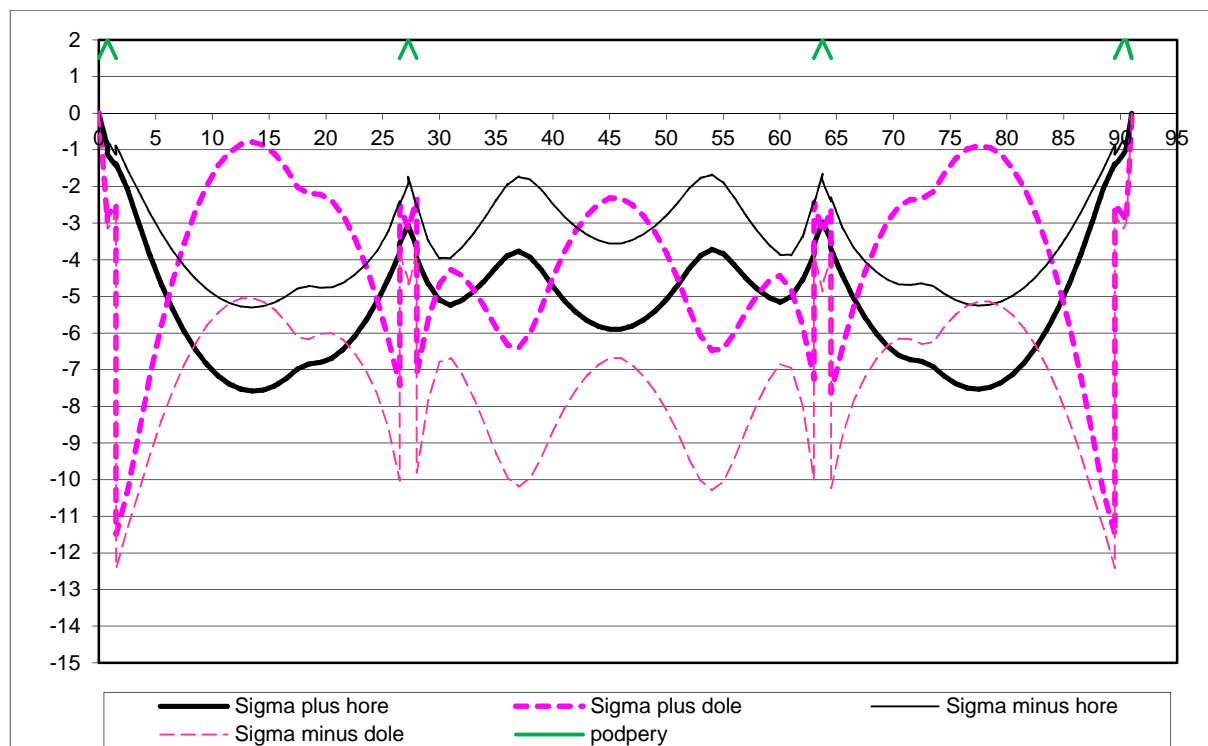
6.2 Normálové napätia – most SO 211-02



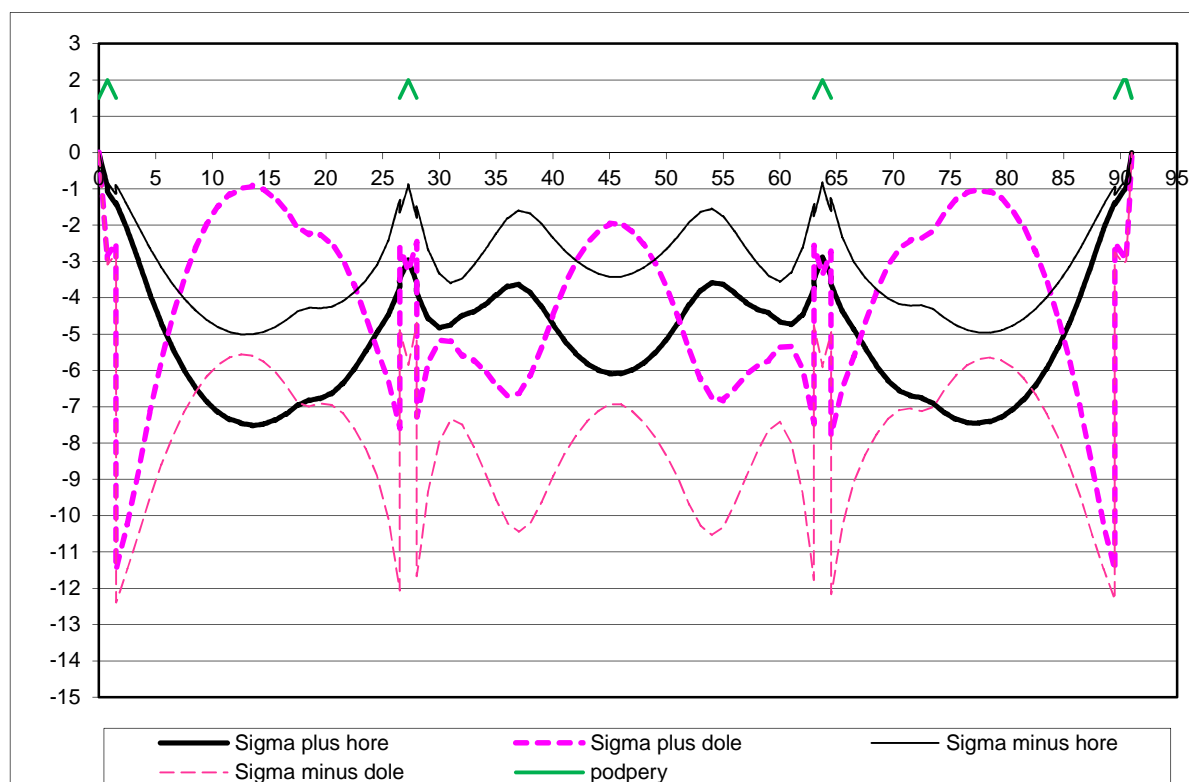
Hlavné zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia I. – pravý trám, normálové napätia [MPa]



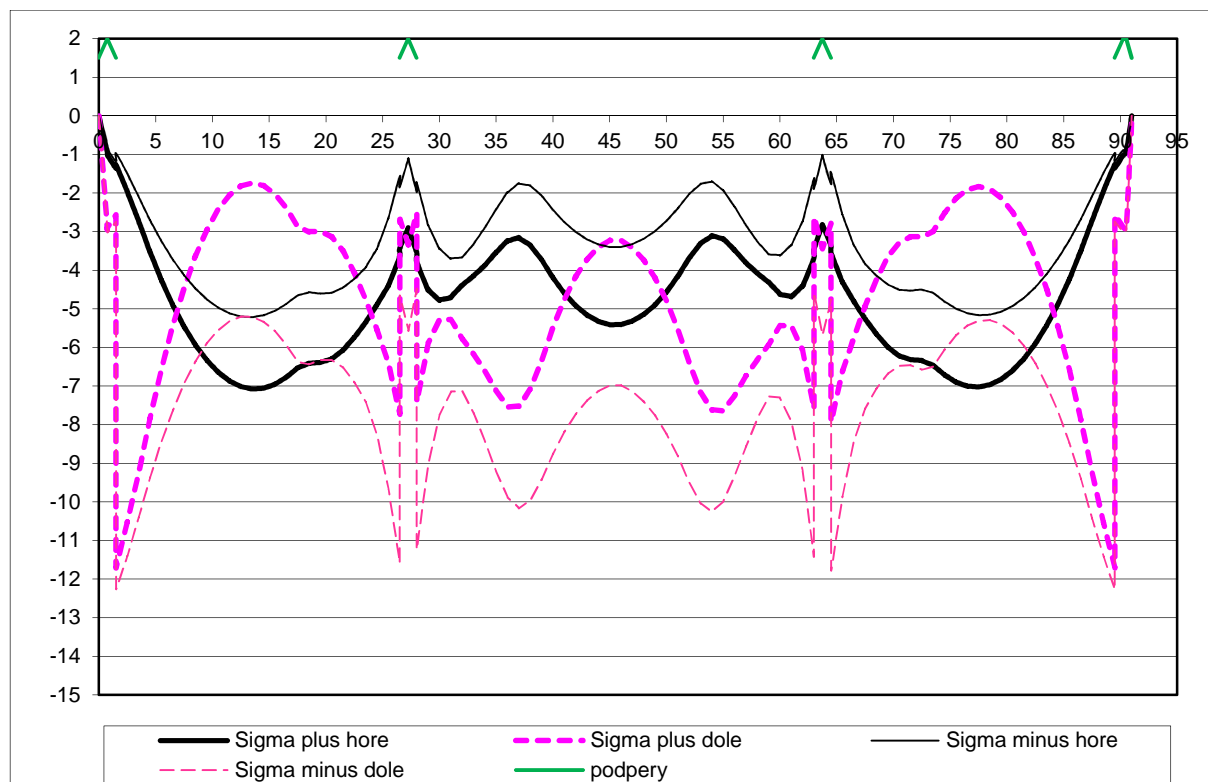
Hlavné zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia II. – pravý trám, normálové napätia [MPa]



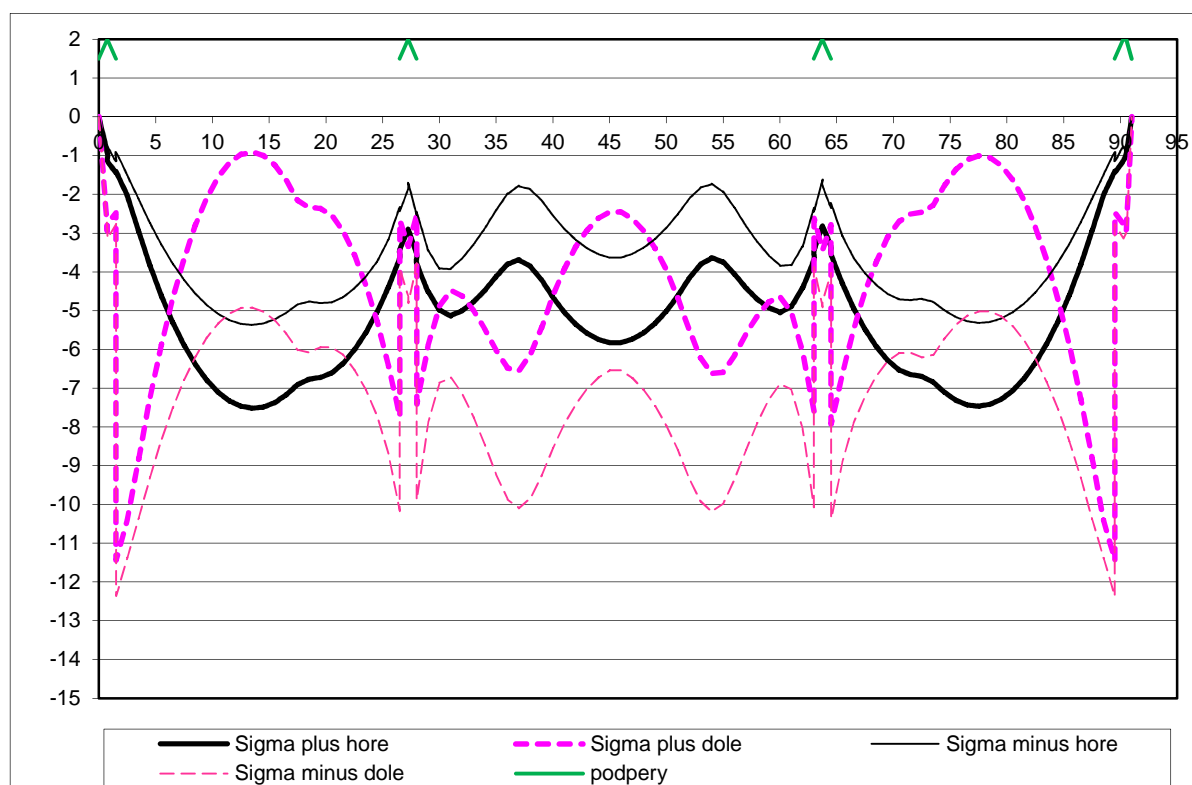
Hlavné zaťaženie, doprava: štvornápravové vozidlo 80t – pravý trám, normálové napätia [MPa]



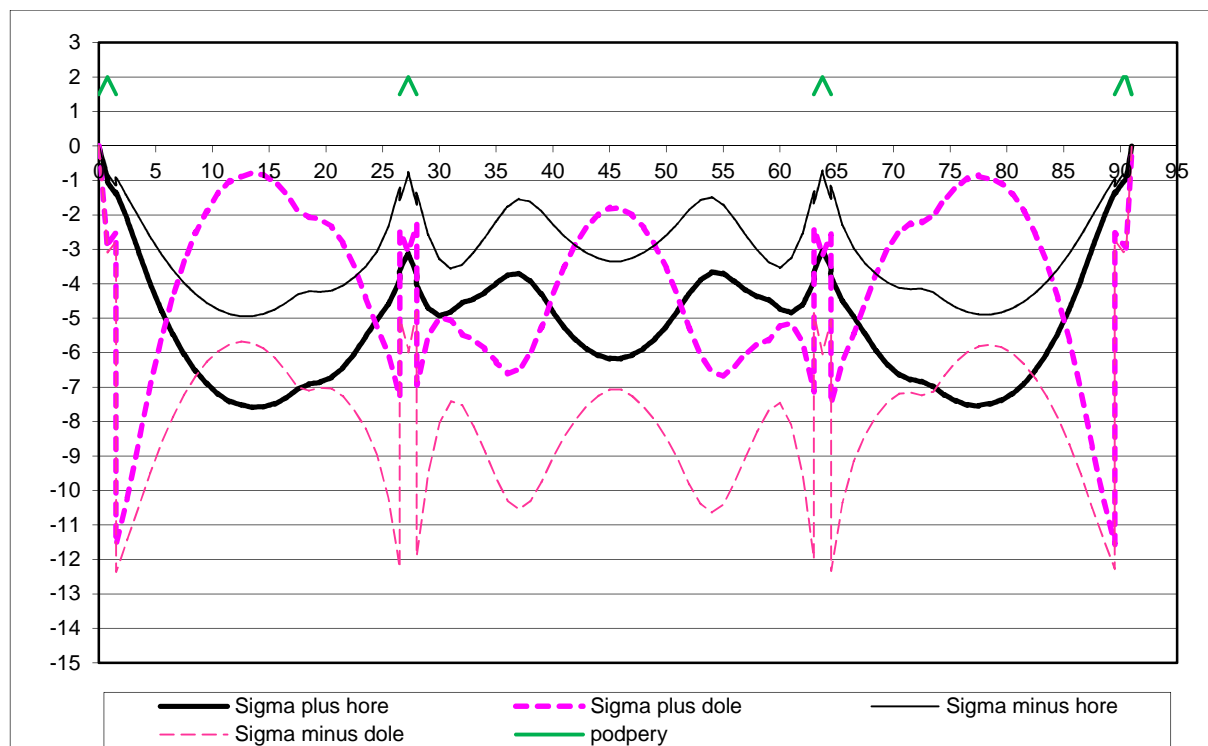
Hlavné zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia I. – ľavý trám, normálové napätia [MPa]



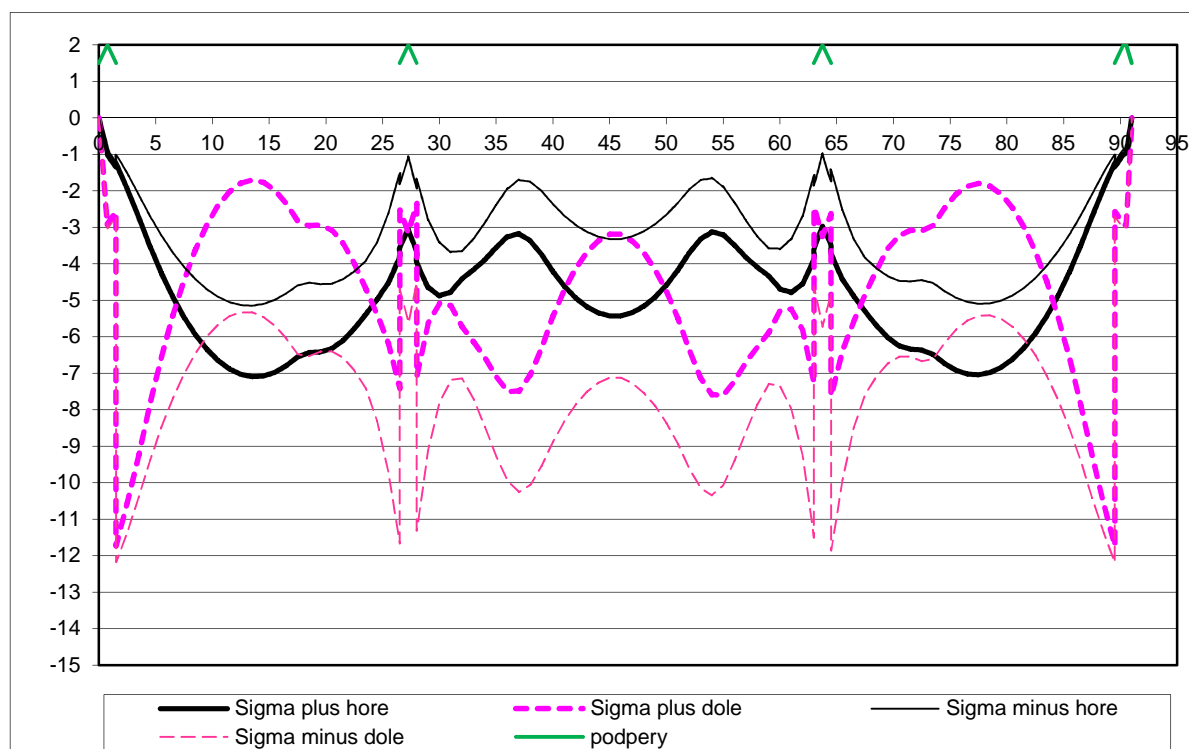
Hlavné zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia II. – ľavý trám, normálové napätia [MPa]



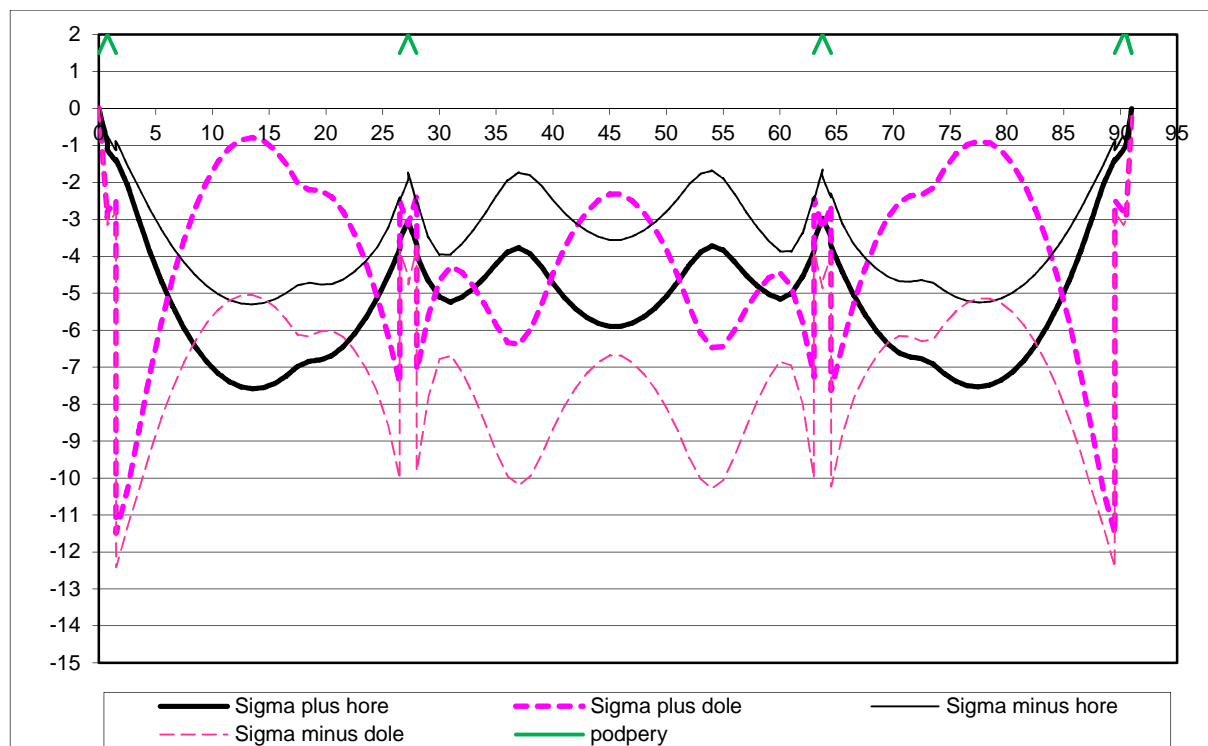
Hlavné zaťaženie, doprava: štvornápravové vozidlo 80t – ľavý trám, normálové napätia [MPa]



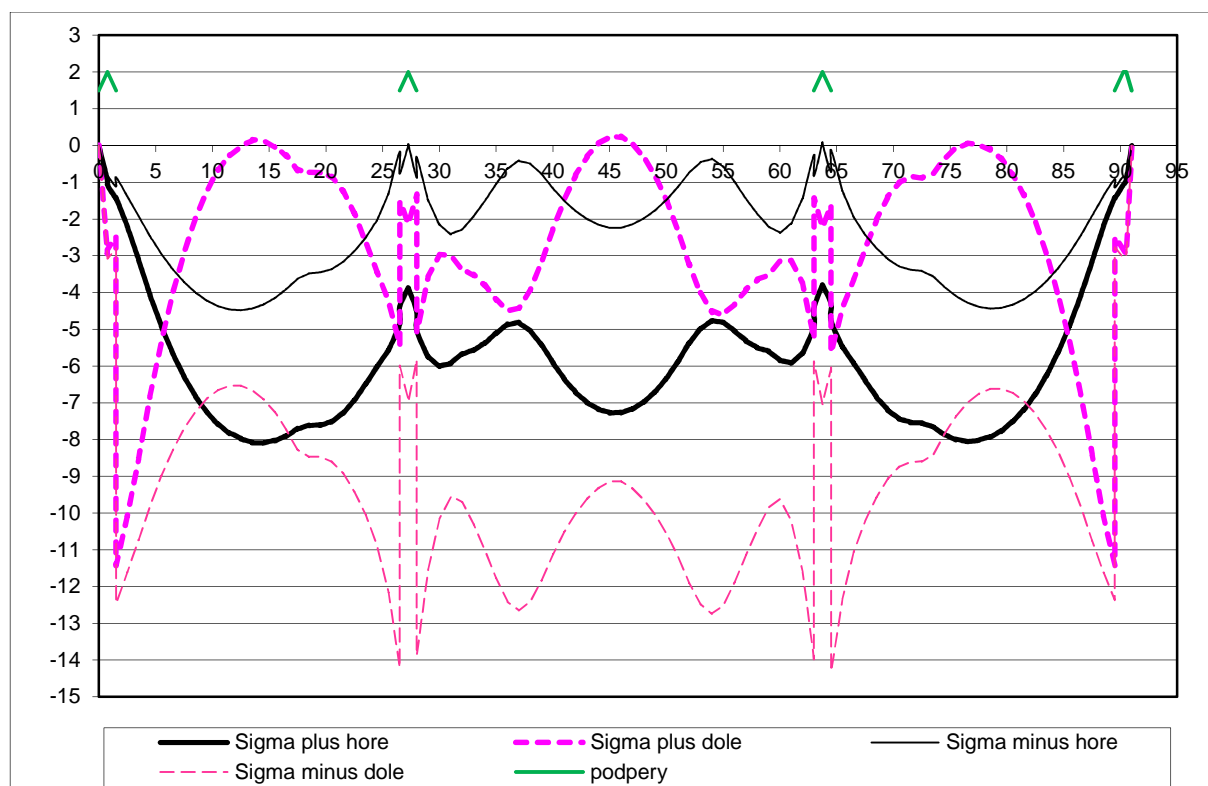
Celkové zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia I. – pravý trám, normálové napätia [MPa]



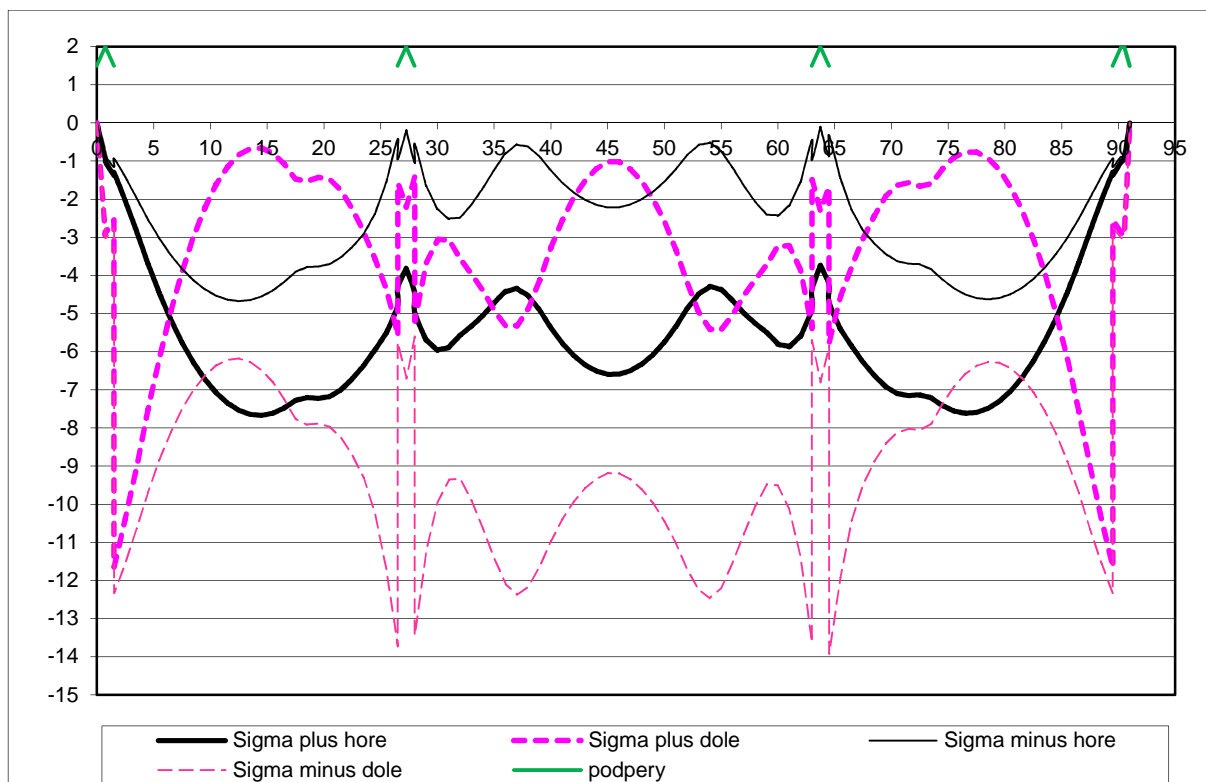
Celkové zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia II. – pravý trám, normálové napätia [MPa]



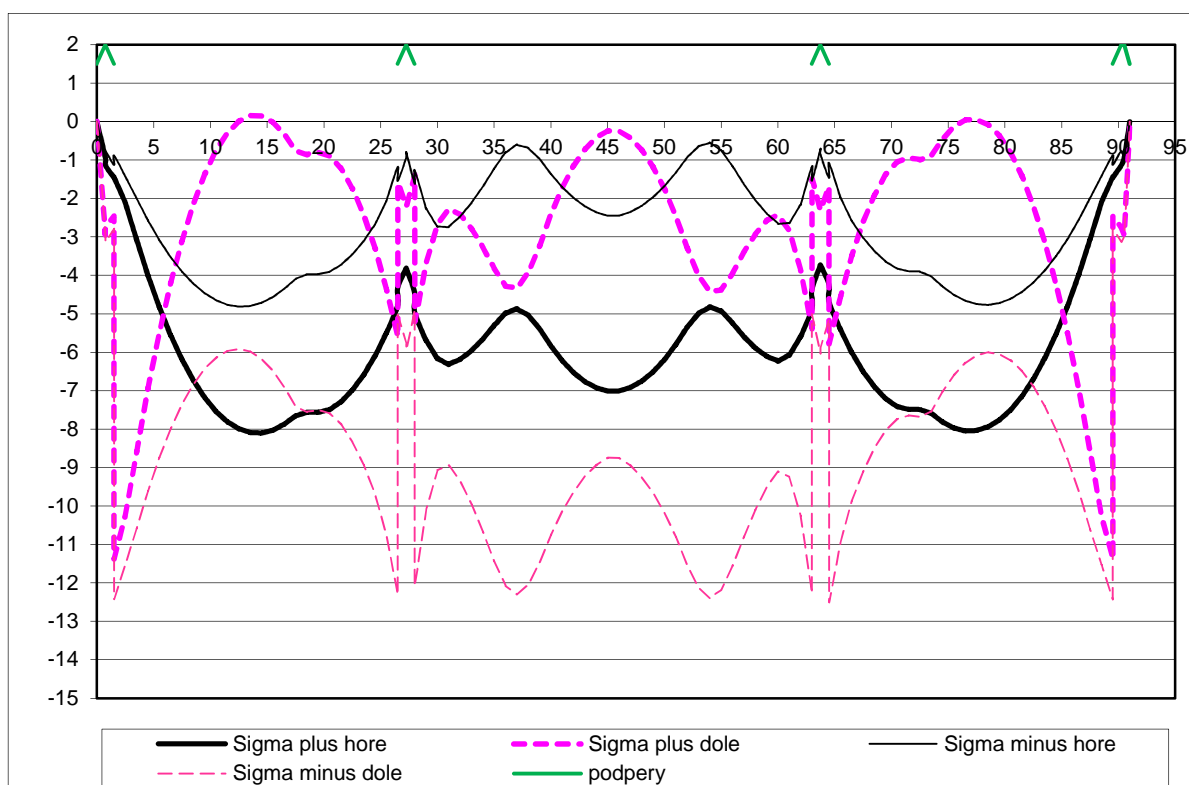
Celkové zaťaženie, doprava: štvornápravové vozidlo 80t – pravý trám, normálové napätia [MPa]



Celkové zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia I. – ľavý trám, normálové napätia [MPa]



Celkové zaťaženie, doprava: zoskupenie zaťaženia II. – ľavý trám, normálové napätia [MPa]



Celkové zaťaženie, doprava: štvornápravové vozidlo 80t – ľavý trám, normálové napätia [MPa]

7 REAKCIE NA SPODNÚ STAVBU

Tab. 7.1 Reakcie na ložiská SO 211-01

		P-1P	P-1L	P-2P	P-2L	P-3P	P-3L	P-4P	P-4L
vlastná tiaž NK	1	1381	1381	3941	3941	3941	3941	1381	1381
rimsy	1	48	160	216	526	216	526	48	160
vozovka	1	134	101	463	371	463	371	134	101
predpatie	1	488	488	-488	-488	-488	-488	488	488
pokles 10 mm P1	3,84	-31,4	-31,4	60,8	60,8	-38,8	-38,8	9,3	9,3
pokles 10 mm P2	0,89	9,3	9,3	-38,8	-38,8	60,8	60,8	-31,4	-31,4
pokles 10 mm P3	1,11	-31,4	-31,4	60,8	60,8	-38,8	-38,8	9,3	9,3
pokles 10 mm P4	4,08	9,3	9,3	-38,8	-38,8	60,8	60,8	-31,4	-31,4
T = 10K	0,7	122	122	122	122	122	122	122	122
zskupenie I	1	991	884	1712	1495	1712	1495	991	884
zskupenie I	1	-132	-126	-92	-85	-92	-85	-132	-126
zskupenie II	0	523	439	1555	1328	1555	1328	523	439
zskupenie II	0	-100	-94	-66	-62	-66	-62	-100	-94
vozidlo 80t	0	857	776	904	821	904	821	857	776
vozidlo 80t	0	-82	-107	-67	-104	-67	-104	-82	-107
Max		3018	2990	6038	6039	6040	6041	3017	2989
Min		1724	1809	4063	4288	4065	4290	1724	1809

Tab. 7.2 Reakcie na ložiská SO 211-02

		P-1P	P-1L	P-2P	P-2L	P-3P	P-3L	P-4P	P-4L
vlastná tiaž NK		1216	1216	3543	3543	3543	3543	1216	1216
rimsy	1	38	175	205	547	205	547	38	175
vozovka	1	109	70	365	267	365	267	109	70
predpatie	1	402	402	-402	-402	-402	-402	402	402
pokles 10 mm P1	4,12	-28,8	-28,8	55,6	55,6	-35,4	-35,4	8,4	8,4
pokles 10 mm P2	1,08	55,6	55,6	-121,8	-121,8	101,6	101,6	-35,4	-35,4
pokles 10 mm P3	0,99	-35,4	-35,4	101,6	101,6	-121,8	-121,8	55,6	55,6
pokles 10 mm P4	4,09	8,4	8,4	-35,4	-35,4	55,6	55,6	-28,8	-28,8
T = 10K	0,7	113	113	113	113	113	113	113	113
zskupenie I	1	933	696	1614	1291	1614	1291	933	696
zskupenie I	1	-109	-101	-72	-68	-72	-68	-109	-101
zskupenie II	0	480	374	1377	1110	1377	1110	480	374
zskupenie II	0	-80	-75	-52	-49	-52	-49	-80	-75
vozidlo 80t	0	869	729	911	766	911	766	869	729
vozidlo 80t	0	-69	-124	-56	-112	-56	-112	-69	-124
Max		2718	2579	5457	5378	5475	5396	2711	2572
Min		1518	1624	3613	3861	3631	3879	1511	1617

8 GEOTECHNICKÉ POSÚDENIE SADANIA OPÔR

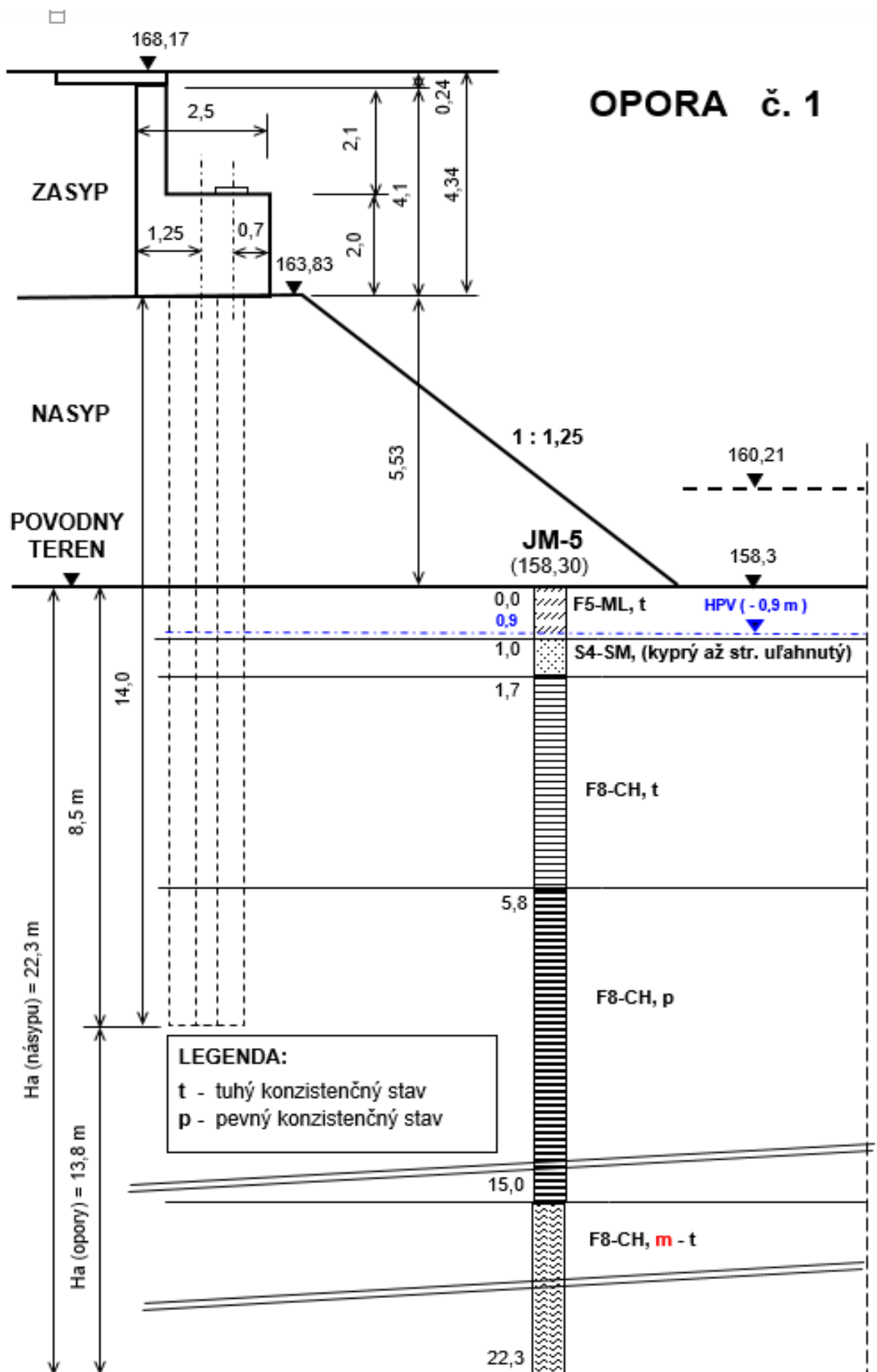
Geotechnické výpočty, posúdenia a analýzy boli uskutočnené na základe zhodnotenia dostupnej archívnej dokumentácie a výsledkov statickej analýzy konštrukcie hornej stavby (mostného objektu) uvedenej v 7. kap.

8.1 Definovanie okrajových podmienok geotechnických výpočtov

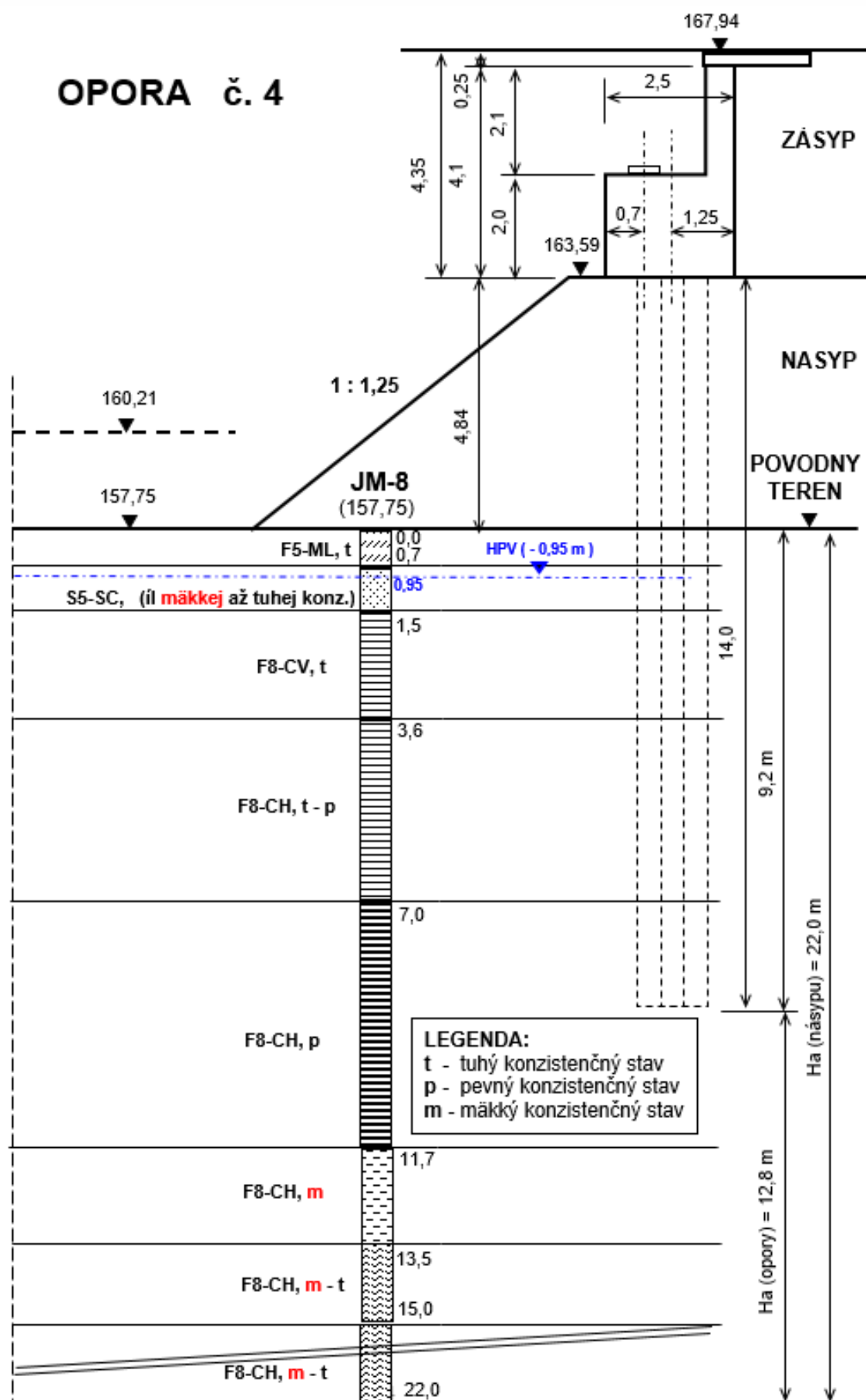
Informácie o inžiniersko-geologických pomeroch záujmového územia a vlastnostiach zemín v podloží boli prevzaté z lit. /5/ a /6/. Pri definovaní modelu podložia boli zohľadnené aj výsledky zaťažovacích skúšok uvedených v lit. /7/. Vybrané časti archívnej dokumentácie, ktoré boli použité pri definovaní modelu podložia, sú uvedené v Prílohe P3. Pre mostné opory č. 1 bol definovaný model podložia na základe zhodnotenia prieskumného vrtu JM-5 (Príloha P3/2-3a) a pre opory č. 4 na základe vrtu JM-8 (Príloha P3/2-3). Výpočtové modely podložia použité v geotechnických výpočtoch sú uvedené na obr. 8.1 (pre oporu č. 1) a obr. 8.2 (pre oporu č. 4). Hĺbka realizovaných prieskumných vrtov (JM-5 a JM-8) bola 15,0 m pod pôvodným terénom. Z geotechnických výpočtov vyplynulo, že deformačná zóna siaha až do hĺbky 22,3 m pod terénom. Na základe zhodnotenia výsledkov geodetických meraní sadnutia opôr a realizovaných geotechnických výpočtov bolo v modeli podložia uvažované, že od hĺbky 15,0 m do hĺbky deformačnej zóny sa vyskytujú v podloží zeminy triedy F8-CH, mäkkej až tuhej konzistencie. Vlastnosti zemín použité v geotechnických výpočtoch sú uvedené v tab. 8.1.

Geometrické okrajové podmienky konštrukcie mostných opôr č. 1 a 4 (násypu a zásypu za oporami) pre mostné objekty SO 211-01 a SO 211-02 boli prevzaté z projektovej dokumentácie uvedenej v lit. /8/. Mostné opory sú založené na násype hĺbkovo na skupine pilót priemeru 0,9 m, dĺžky 14,0m (SO 211-01 skupina 7 pilót, SO 211-02 skupina 6 pilót). Výpočtové modely (pričné rezy) mostných opôr č. 1 a č. 4 s geometrickými charakteristikami sú uvedené na obr. 8.1 (opora č. 1) a 8.2 (opora č.4).

Zaťaženia od mostného objektu (na ložiská mostných opôr) boli prevzaté zo statickej analýzy uvedenej v 7. kap. Celkové zaťaženia, ktoré pôsobia na a mostné opory a podložie, sú uvedené v tab. 8.2 a zaťaženia prepočítané na 1m dĺžky opory sú v tab. 8.3 (použité pri riešení rovinnej úlohy).



Obr. 8.1 Výpočtový model pre oporu č. 1 použitý v geotechnických výpočtoch



Obr. 8.2 Výpočtový model pre oporu č. 4 použitý v geotechnických výpočtoch

Tab. 8.1 Vlastnosti zemín použité v geotechnických výpočtoch

Por. č.	Geologické obdobie	Názov zeminy (STN 72 1001)	Trieda - Symbol (STN 72 1001)	Križovatka Stupava - Juh na diaľnici D2 fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín použité v geotechnických výpočtoch									
				Objemová tiaž v prírodzenom uložení	Poissonovo číslo	Konzistenčný stav	Ufahnutosť	Súčiniteľ	Oedometrický modul deformácie	Modul deformácie	Súčiniteľ konsolidácie	Šmyková pevnosť (efektívna)	
				γ	ν			β	E_{oed}	E_{def}	c_v	ϕ_{ef}	c_{ef}
				/ kN.m ⁻³ /	/ - /			/ - /	/ MPa /	/ MPa /	/ m ² .s ⁻¹ /	/ ° /	/ kPa/
1.	kvartér	Silt s nízkou plasticitou	F5 - ML	20,00	0,40	tuhý	-	0,47	8,51	4,00	5,02E-06	21,0	10,0
2.		Piesok siltovitý	S4 - SM	18,00	0,30	výplň tuhá	-	0,74	10,81	8,00	7,57E-05	28,0	2,0
3.		Piesok ílovitý	S5 - SC	18,50	0,35	výplň mäkká až tuhá	-	0,62	12,90	8,00	3,87E-06	27,0	8,0
4.	neogén	Íl so strednou plasticitou	F6 - CI	21,00	0,40	mäkký až tuhý	-	0,47	6,38	3,00	5,43E-07	18,0	10,0
5.		Íl s vysokou plasticitou	F8 - CH	20,50	0,42	mäkký až tuhý	-	0,37	5,41	2,00	2,25E-07	14,0	4,0
6.		Íl s vysokou až veľmi vysokou plasticitou	F8 - CH, CV	20,50	0,42	tuhý	-	0,37	8,11	3,00	2,25E-07	14,0	4,0
7.		Íl s vysokou plasticitou	F8 - CH	20,50	0,42	tuhý až pevný	-	0,37	10,81	4,00	2,25E-07	15,0	6,0
8.		Íl s vysokou plasticitou	F8 - CH	20,50	0,42	pevný	-	0,37	16,22	6,00	2,25E-07	15,0	10,0
9.	Antropogén	Štrk s prímесou jemnozrnej zeminy (nášypy a zásypy cestnej komunikácie)	G3 - GFY	20,00	0,25	-	stredne hutný	0,83	114,46	95,00	-	35,0	0,0

Tab. 8.2 Zaťaženia použité v geotechnických výpočtoch (celkové na mostné opory)

Mostný objekt číslo	Označenie mostnej podpery	Medzný stav	Typ zaťaženia	Zaťaženie mostného objektu				
				Vz	Hx	Hy	Mx	My
				kN	kN	kN	kN.m	kN.m
Celkové zaťaženie od mostovky na 2 ložiská (bez vlastnej tiaže mostnej opory a pilót)								
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	4 081,8	0,0	0,0	0,0	2 245,0
		1.MS	Extrémne zaťaženie	6 495,1	0,0	0,0	0,0	3 572,3
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	3 549,6	0,0	0,0	0,0	1 952,3
		1.MS	Extrémne zaťaženie	5 762,9	0,0	0,0	0,0	3 169,6
Zaťaženie od mostnej opory (vlastná tiaž mostnej opory)								
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	2 230,1	0,0	0,0	0,0	2 245,0
		1.MS	Extrémne zaťaženie	3 010,7	0,0	0,0	0,0	3 572,3
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	1 799,8	0,0	0,0	0,0	1 952,3
		1.MS	Extrémne zaťaženie	2 429,7	0,0	0,0	0,0	3 169,6
Celkové zaťaženie od hornej a spodnej stavby na základovú škáru mostnej opory								
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	6 311,9	0,0	0,0	0,0	2 245,0
		1.MS	Extrémne zaťaženie	9 505,8	0,0	0,0	0,0	3 572,3
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	5 349,4	0,0	0,0	0,0	1 952,3
		1.MS	Extrémne zaťaženie	8 192,6	0,0	0,0	0,0	3 169,6
Zaťaženie od skupiny pilót (d=0,9m, L=14m, objekt 211-01 = 7 pilót, 211-02 = 6 pilót)								
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	1 558,6	0,0	0,0	0,0	2 245,0
		1.MS	Extrémne zaťaženie	2 119,7	0,0	0,0	0,0	3 572,3
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	1 335,9	0,0	0,0	0,0	1 952,3
		1.MS	Extrémne zaťaženie	1 803,5	0,0	0,0	0,0	3 169,6
Celkové zaťaženie od hornej a spodnej stavby na základovú škáru päty pilót								
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	7 870,5	0,0	0,0	0,0	2 245,0
		1.MS	Extrémne zaťaženie	11 625,5	0,0	0,0	0,0	3 572,3
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	6 685,3	0,0	0,0	0,0	1 952,3
		1.MS	Extrémne zaťaženie	9 996,1	0,0	0,0	0,0	3 169,6
Celkové zaťaženie na 1 pilótu (objekt 211-01 = 7 pilót, objekt 211-02 = 6 pilót)								
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	1 124,4	0,0	0,0	0,0	320,7
		1.MS	Extrémne zaťaženie	1 660,8	0,0	0,0	0,0	510,3
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	1 114,2	0,0	0,0	0,0	325,4
		1.MS	Extrémne zaťaženie	1 666,0	0,0	0,0	0,0	528,3

Poznámka: Vz - zvislá sila, Hx, Hy - vodorovná sila; Mx, My - momentové zaťaženie

Tab. 8.3 Zaťaženia použité v geotechnických výpočtoch (na 1m dĺžky opory)

Mostný objekt číslo	Označenie mostnej podpery	Medzný stav	Typ zaťaženia	Zaťaženie mostného objektu na 1 meter dĺžky opory	
				Vz	My
				kN/m	kN.m/m
Celkové zaťaženie od mostovky na 2 ložiská (zaťaženie na 1 meter dĺžky opory)					
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	286,4	154,8
		1.MS	Extrémne zaťaženie	455,8	246,4
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	308,7	169,8
		1.MS	Extrémne zaťaženie	501,1	275,6
Zaťaženie od mostnej opory (zaťaženie na 1 meter dĺžky opory)					
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	156,5	0,0
		1.MS	Extrémne zaťaženie	211,3	0,0
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	156,5	0,0
		1.MS	Extrémne zaťaženie	211,3	0,0
Celkové zaťaženie od hornej a spodnej stavby bez pilót (zaťaženie na 1 meter dĺžky opory)					
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	442,9	154,8
		1.MS	Extrémne zaťaženie	667,1	246,4
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	465,2	169,8
		1.MS	Extrémne zaťaženie	712,4	275,6
Zaťaženie od skupiny pilót (zaťaženie na 1 meter dĺžky opory)					
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	109,4	0,0
		1.MS	Extrémne zaťaženie	148,7	0,0
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	116,2	0,0
		1.MS	Extrémne zaťaženie	156,8	0,0
Celkové zaťaženie od hornej a spodnej stavby s pilótami (zaťaženie na 1 meter dĺžky opory)					
211-01	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	552,3	154,8
		1.MS	Extrémne zaťaženie	815,8	246,4
211-02	1 a 4	2.MS	Stále zaťaženie	581,3	169,8
		1.MS	Extrémne zaťaženie	869,2	275,6

8.2 Výsledky a zhodnotenie geotechnických výpočtov

Realizované geotechnické výpočty boli zamerané na určenie veľkosti konečného sadnutia a časového vývoja sadania mostných opôr č. 1 a 4. Výpočty boli realizované v zmysle platných noriem (STN EN 1997-1, STN 73 1001). Výpočet konečného sadnutia bol realizovaný metódou konečných prvkov (rovinná úloha) a časový vývoj sadania v zmysle teoretických predpokladov jednodimenzionálnej konsolidácie (lit. /9/).

Pri definovaní zaťažovacích stavov boli v geotechnických výpočtoch zohľadnené najvýznamnejšie priťaženia podložia od jednotlivých konštrukcií (násypu, mostnej opory a zásypu za oporou) a technologický postup výstavby mostných objektov SO 211-01 a SO 211-02. Boli definované nasledujúce tri zaťažovacie stavy:

1. **Zaťažovací stav (1. ZS):** vybudovanie násypu pod oporami. Pod oporou č. 1 je výška násypu $h_{n1}=5,5\text{m}$, ktoré spôsobí priťaženie o veľkosti $q_{n1} = \gamma \cdot h_{n1} = 20 \cdot 5,5 = 110 \text{ kN.m}^{-2}$. Pod oporou č. 4 je výška násypu $h_{n4}=4,8\text{m}$, ktoré spôsobí priťaženie o veľkosti $q_{n4} = \gamma \cdot h_{n4} = 20 \cdot 4,8 = 96 \text{ kN.m}^{-2}$.
2. **Zaťažovací stav (2. ZS):** vybudovanie pilót, opory a mostovky mostného objektu. Zaťaženia od jednotlivých konštrukčných prvkov sú uvedené v tab. 8.2 (celkové hodnoty) a 8.3 (prepočítané na 1m dĺžky opory - rovinná úloha).
3. **Zaťažovací stav (3. ZS):** vybudovanie zásypu za mostnými oporami. Za oporami je výšky zásypu $h_z=4,3\text{m}$, ktoré spôsobí priťaženie o veľkosti $q_z = \gamma \cdot h_z = 20 \cdot 4,3 = 86 \text{ kN.m}^{-2}$.

Z definovaných zaťažovacích stavov vyplýva, že celkové priťaženie podložia v úrovni terénu od pôdorysne rozsiahlych konštrukcií násypov a zásypov vyvolá v základovej škáre násypu priťaženie až $q_1 = 196 \text{ kN.m}^{-2}$ (pre oporu č. 1) a $q_4 = 182 \text{ kN.m}^{-2}$. Celkové zvislé zaťaženie pôsobiace lokálne pod oporami (v úrovni základovej škáry) je o veľkosti $q_{211-01} = 220,9 \text{ kN.m}^{-2}$ (pre mostný objekt 211-01) a $q_{211-01} = 232,5 \text{ kN.m}^{-2}$ (pre mostný objekt 211-02). Z uvedených hodnôt intenzity zaťaženia je zrejmé, že pôdorysne rozsiahly násyp a zásyp bude mať významný vplyv na konečné sadnutie opôr a nie je možné ho vo výpočtoch zanedbať.

Z realizovaných geotechnických výpočtov vyplynulo množstvo kvantitatívnych a kvalitatívnych výsledkov. Podrobné výsledky výpočtov na nachádzajú v archíve spracovateľa geotechnických výpočtov. V predloženej správe sú uvedené reprezentatívne výsledky výpočtov a ich spracovanie v prehľadnej tabelárnej a grafickej forme.

Vypočítaný časový vývoj sadania (konsolidácie) mostných opôr č. 1 a 4 pre SO 211-01 od jednotlivých konštrukčných častí (násypu, opory, zásypu a spolu) je uvedený v tab. 8.4 a SO 211-02 v tab. 8.5. Grafické vyhodnotenie časového vývoja sadania mostných opôr č. 1 a 4 pre SO 211-01 a SO 211-02 je zobrazený na obr. 8.3 až 8.6. Prehľadné tabelárne porovnanie nameraných (k dátumu 3.9.2016) a vypočítaných hodnôt konečného sadnutia

mostných opôr s prognózou predpokladaného dosadnutia Δs je uvedené v tab. 8.6a) a ich vzájomné percentuálne porovnanie k vypočítanému konečnému sadnutiu v tab. 8.6b). Porovnanie časového vývoja (konsolidácie) nameraného a vypočítaného sadnutia opôr je uvedené v tab. 8.7. Grafické vyhodnotenie porovnania nameraných sadnutí a vypočítaných konečných sadnutí pre mostný objekt SO 211-01 a SO 211-02 je uvedené na obr. 8.7a, 8.8a (za obdobie 51 rokov, t.j. až do ukončenia konsolidácie) a 8.7b, 8.8b (za obdobie 0 až 10 rokov). Z vyhodnotenia a analýzy uvedených výsledkov geotechnických výpočtov a porovnaní vyplývajú nasledujúce skutočnosti:

- 1) Vypočítané veľkosti konečného sadnutia (priemerné hodnoty v strede opory) sa pohybujú v intervale od 154,1 mm (SO 211-01, opora č. 1) do 161,75 mm (SO 211-01, opora č. 4). Z celkovej hodnoty konečného sadnutia tvorí vplyv priťaženia násypom až do 59,7 % (od 54,5 do 59,7%), vplyv zasypu za oporou do 25,2 % (od 23 do 25,2%) a vplyv priťaženia podložia od opory do 21,3 % (od 17,3 do 21,3%). Z uvedeného vyplýva, že na konečnú hodnotu sadnutia má najvýznamnejší a rozhodujúci vplyv priťaženie podložia najmä násypom a tiež zasypom za oporou. Na veľkosť vypočítaných hodnôt sadnutia má tiež významný vplyv výskyt ílovitých zemín mäkkej konzistencie v podloží mostných opôr.
- 2) Z výpočtov časového vývoja sadania za predpokladaných okrajových podmienok vyplýva, že konsolidácia bude ukončená (stupeň konsolidácie $U=100\%$) po 51,16 rokoch, resp. 90%-ný stupeň konsolidácie bude dosiahnutý po 16,88 rokoch (tab. 8.4, 8.5, obr. 8.3 až 8.6).
- 3) Z porovnania nameraných sadnutí (k dátumu 3.9.2016) a vypočítaných konečných hodnôt sadnutí vyplýva, že namerané hodnoty dosahujú 65,2 až 66,5% konečného sadnutia, t.j. približne 2/3 hodnoty konečného sadnutia (tab. 8.6b). Prognózované dosadnutie Δs mostných opôr sa pohybuje v intervale od 52,1mm do 55,75 mm (tab. 8.6a).

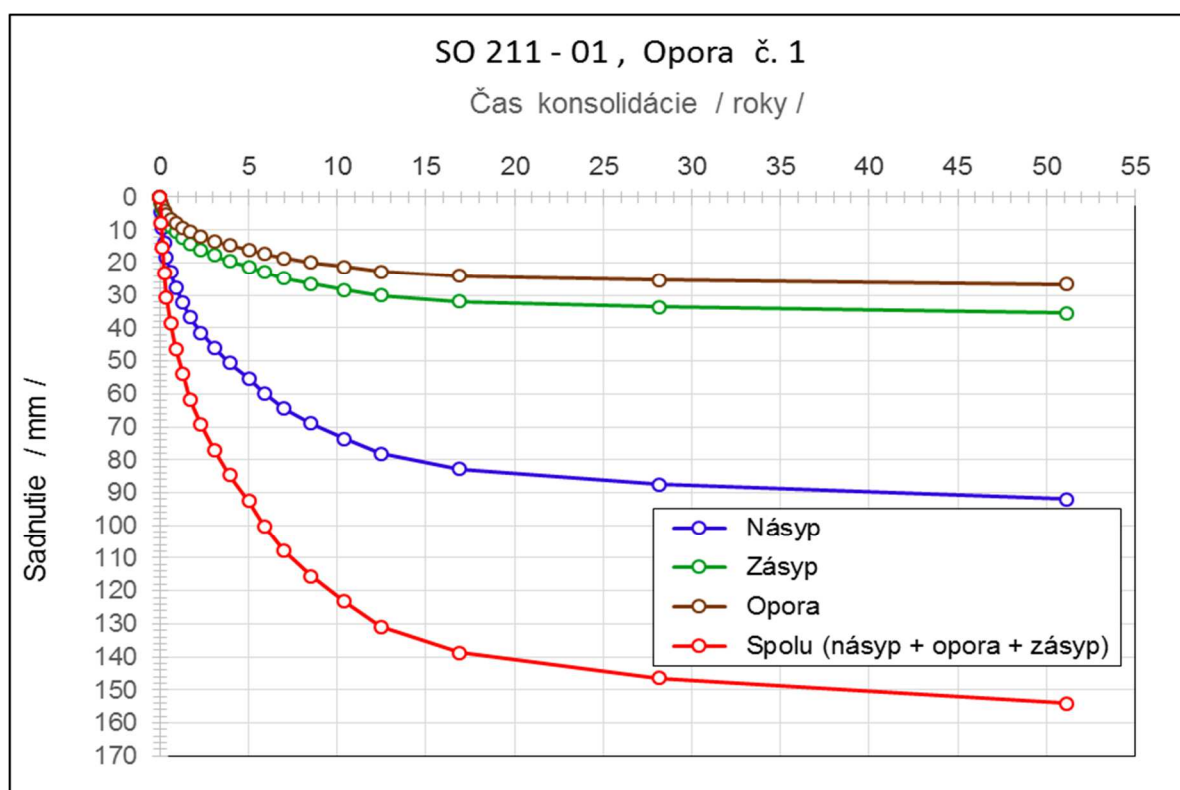
Vyššie uvedené poznatky je potrebné zohľadniť pri komplexnom posudzovaní spoľahlivosti mostných objektov SO 211-01 a SO 211-02.

Tab. 8.4 Vypočítaný časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mostný objekt 211-01 (opory č. 1 a 4) od jednotlivých konštrukcií (násypu, zásypu za oporou, opory a spolu)

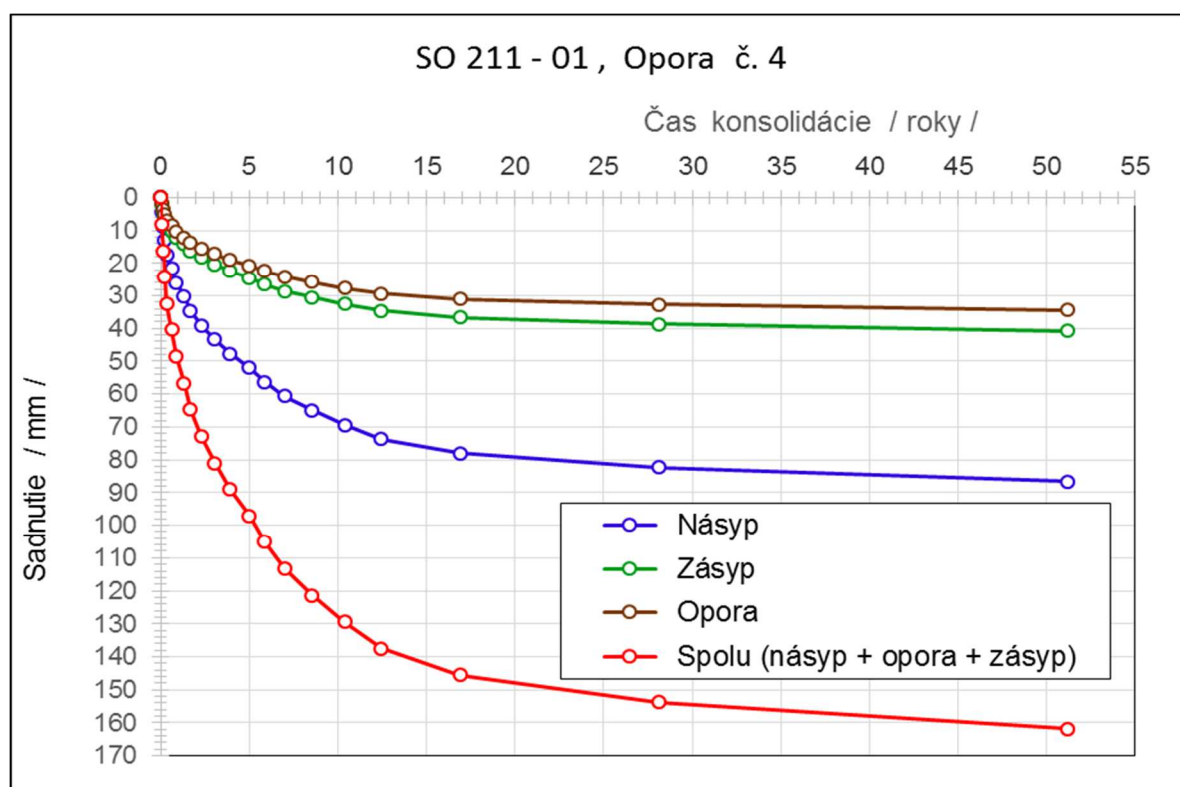
Stupeň konsolidácie	Mostný objekt 211 - 01										
	Opora č. 1						Opora č. 4				
	Čas		Vypočítaný časový vývoj sadania od konštrukcie				Vypočítaný časový vývoj sadania od konštrukcie				
			násypu	zásypu za oporou	opory	Spolu (násyp + zásyp + opora)	násypu	zásypu za oporou	opory	Spolu (násyp + zásyp + opora)	
U / % /	/mesiac/	/ rok /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /
0	0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,5	0,04	4,6	1,8	1,3	7,7	4,3	2,0	1,7	8,1	8,1
10	1,7	0,14	9,2	3,5	2,7	15,4	8,7	4,1	3,4	16,2	16,2
15	2,7	0,22	13,8	5,3	4,0	23,1	13,0	6,1	5,2	24,3	24,3
20	4,1	0,34	18,4	7,1	5,3	30,8	17,3	8,1	6,9	32,4	32,4
25	7,4	0,61	23,0	8,9	6,7	38,5	21,7	10,2	8,6	40,4	40,4
30	10,6	0,89	27,6	10,6	8,0	46,2	26,0	12,2	10,3	48,5	48,5
35	15,6	1,30	32,2	12,4	9,3	53,9	30,3	14,2	12,1	56,6	56,6
40	20,3	1,69	36,8	14,2	10,7	61,6	34,6	16,3	13,8	64,7	64,7
45	27,4	2,29	41,4	15,9	12,0	69,3	39,0	18,3	15,5	72,8	72,8
50	36,6	3,05	46,0	17,7	13,3	77,0	43,3	20,4	17,2	80,9	80,9
55	47,1	3,92	50,6	19,5	14,7	84,7	47,6	22,4	18,9	89,0	89,0
60	60,0	5,00	55,2	21,2	16,0	92,4	52,0	24,4	20,7	97,1	97,1
65	70,6	5,88	59,8	23,0	17,3	100,1	56,3	26,5	22,4	105,1	105,1
70	83,9	6,99	64,4	24,8	18,7	107,8	60,6	28,5	24,1	113,2	113,2
75	102,3	8,53	69,0	26,6	20,0	115,5	65,0	30,5	25,8	121,3	121,3
80	124,8	10,40	73,6	28,3	21,3	123,2	69,3	32,6	27,6	129,4	129,4
85	149,4	12,45	78,2	30,1	22,7	130,9	73,6	34,6	29,3	137,5	137,5
90	202,6	16,88	82,8	31,9	24,0	138,6	77,9	36,6	31,0	145,6	145,6
95	337,6	28,14	87,4	33,6	25,3	146,3	82,3	38,7	32,7	153,7	153,7
100	613,9	51,16	92,0	35,4	26,7	154,1	86,6	40,7	34,5	161,8	161,8

Tab. 8.5 Vypočítaný časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mostný objekt 211-02 (opory č. 1 a 4) od jednotlivých konštrukcií (násypu, zásypu za oporou, opory a spolu)

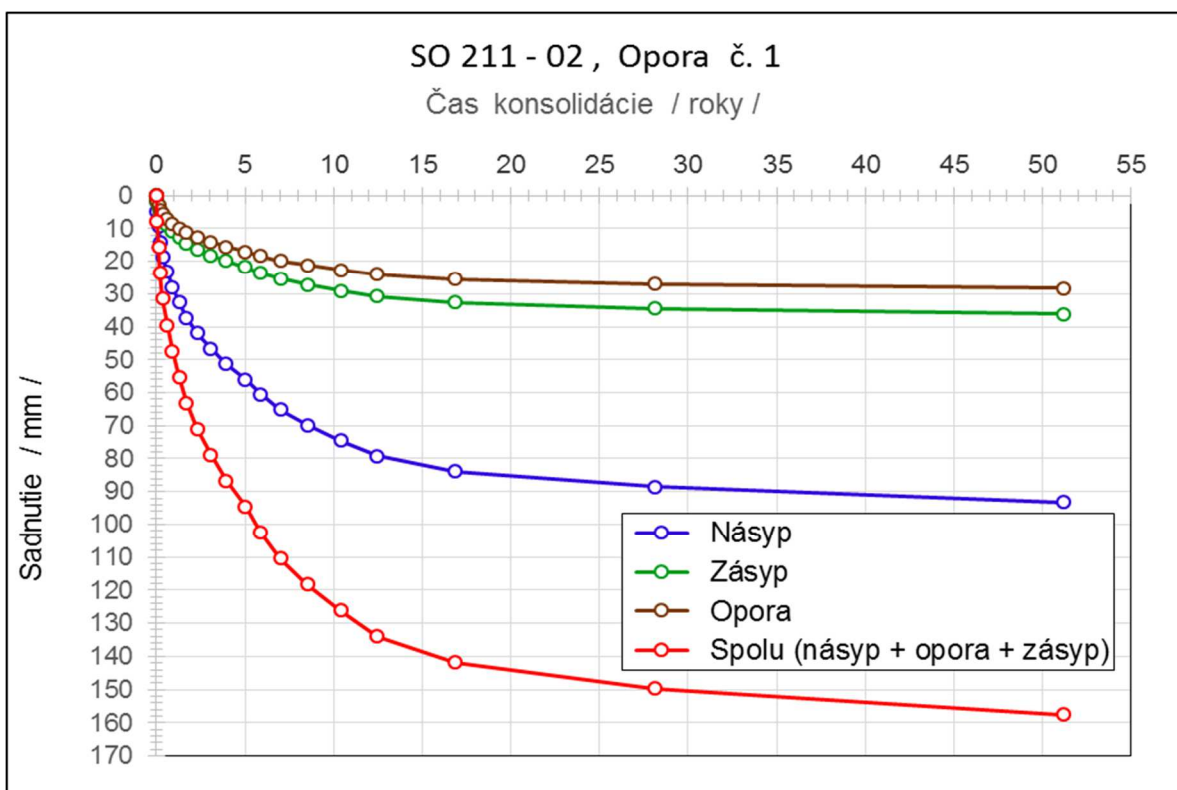
Stupeň konsolidácie		Mostný objekt 211 - 02									
		Opora č. 1					Opora č. 4				
		Vypočítaný časový vývoj sadania od konštrukcie					Vypočítaný časový vývoj sadania od konštrukcie				
Čas		násypu	zásypu za oporou	opory	Spolu (násyp + zásyp + opora)	/ rok /	násypu	zásypu za oporou	opory	Spolu (násyp + zásyp + opora)	/ rok /
U / %	/mesiac/	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /		s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	
0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,5	4,7	1,8	1,4	7,9	0,04	4,3	1,9	1,6	7,8	0,04
10	1,7	9,3	3,6	2,8	15,8	0,14	8,5	3,8	3,3	15,6	0,14
15	2,7	14,0	5,4	4,2	23,6	0,22	12,8	5,7	4,9	23,5	0,22
20	4,1	18,6	7,2	5,7	31,5	0,34	17,1	7,7	6,6	31,3	0,34
25	7,4	23,3	9,1	7,1	39,4	0,61	21,3	9,6	8,2	39,1	0,61
30	10,6	27,9	10,9	8,5	47,3	0,89	25,6	11,5	9,9	46,9	0,89
35	15,6	32,6	12,7	9,9	55,2	1,30	29,9	13,4	11,5	54,8	1,30
40	20,3	37,3	14,5	11,3	63,1	1,69	34,1	15,3	13,2	62,6	1,69
45	27,4	41,9	16,3	12,7	70,9	2,29	38,4	17,2	14,8	70,4	2,29
50	36,6	46,6	18,1	14,2	78,8	3,05	42,7	19,1	16,5	78,2	3,05
55	47,1	51,2	19,9	15,6	86,7	3,92	46,9	21,0	18,1	86,0	3,92
60	60,0	55,9	21,7	17,0	94,6	5,00	51,2	23,0	19,7	93,9	5,00
65	70,6	60,5	23,5	18,4	102,5	5,88	55,4	24,9	21,4	101,7	5,88
70	83,9	65,2	25,3	19,8	110,4	6,99	59,7	26,8	23,0	109,5	6,99
75	102,3	69,9	27,2	21,2	118,2	8,53	64,0	28,7	24,7	117,3	8,53
80	124,8	74,5	29,0	22,6	126,1	10,40	68,2	30,6	26,3	125,2	10,40
85	149,4	79,2	30,8	24,1	134,0	12,45	72,5	32,5	28,0	133,0	12,45
90	202,6	83,8	32,6	25,5	141,9	16,88	76,8	34,4	29,6	140,8	16,88
95	337,6	88,5	34,4	26,9	149,8	28,14	81,0	36,3	31,3	148,6	28,14
100	613,9	93,2	36,2	28,3	157,7	51,16	85,3	38,3	32,9	156,5	51,16



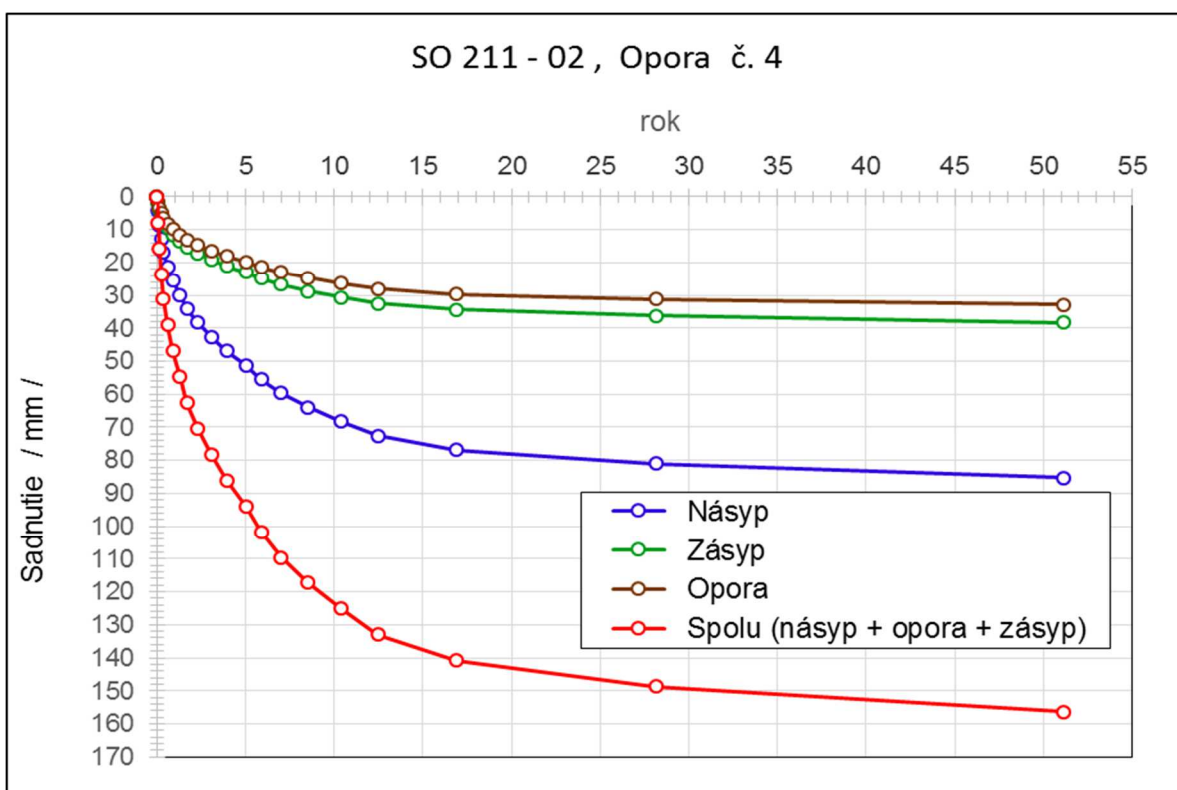
Obr. 8.3 Vypočítaný časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mosný objekt SO 211-01, oporu č. 1 od jednotlivých zaťažení (násypom, oporou a zásypom za oporou) a celkového zaťaženia podložia



Obr. 8.4 Vypočítaný časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mosný objekt SO 211-01, oporu č. 4 od jednotlivých zaťažení (násypom, oporou a zásypom za oporou) a celkového zaťaženia podložia



Obr. 8.5 Vypočítaný časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mosný objekt SO 211-02, oporu č. 1 od jednotlivých zaťažení (násypom, oporou a zásypom za oporou) a celkového zaťaženia podložia



Obr. 8.6 Vypočítaný časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mosný objekt SO 211-02, oporu č. 4 od jednotlivých zaťažení (násypom, oporou a zásypom za oporou) a celkového zaťaženia podložia

Tab. 8.6a Porovnanie vypočítaných a nameraných sadnutí s prognózou predpokladaného dosadnutia Δs

Mostný objekt číslo	Označenie mostnej podpory	Medzný stav	Hodnota sadnutia	Vypočítané konečné sadnutie s / mm /						Namerané sadnutie (k dátumu 3.9.2016)	Rozdiel sadnutí vypočítaných a nameraných (predpokladané dosadnutie)
				MKP (rovinná úloha)							
				opora	zásyp	násyp	násyp + opora	násyp + opora + zásyp			
				s /mm/	s /mm/	s /mm/	s /mm/	s /mm/	s /mm/		
211-01	1	2.MS	min.	27,70	30,40	85,30	113,00	143,40	102,00	41,40	
			max.	25,60	40,50	98,70	124,30	164,80		62,80	
			priemer	26,65	35,45	92,00	118,65	154,10		52,10	
	4	2.MS	min.	33,40	35,10	81,60	115,00	150,10	106,00	44,10	
			max.	35,50	46,30	91,60	127,10	173,40		67,40	
			priemer	34,45	40,70	86,60	121,05	161,75		55,75	
211-02	1	2.MS	min.	29,40	31,10	86,40	115,80	146,90	104,70	42,20	
			max.	27,20	41,30	99,90	127,10	168,40		63,70	
			priemer	28,30	36,20	93,15	121,45	157,65		52,95	
	4	2.MS	min.	34,10	32,80	78,40	112,50	145,30	104,00	41,30	
			max.	31,70	43,70	92,20	123,90	167,60		63,60	
			priemer	32,90	38,25	85,30	118,20	156,45		52,45	

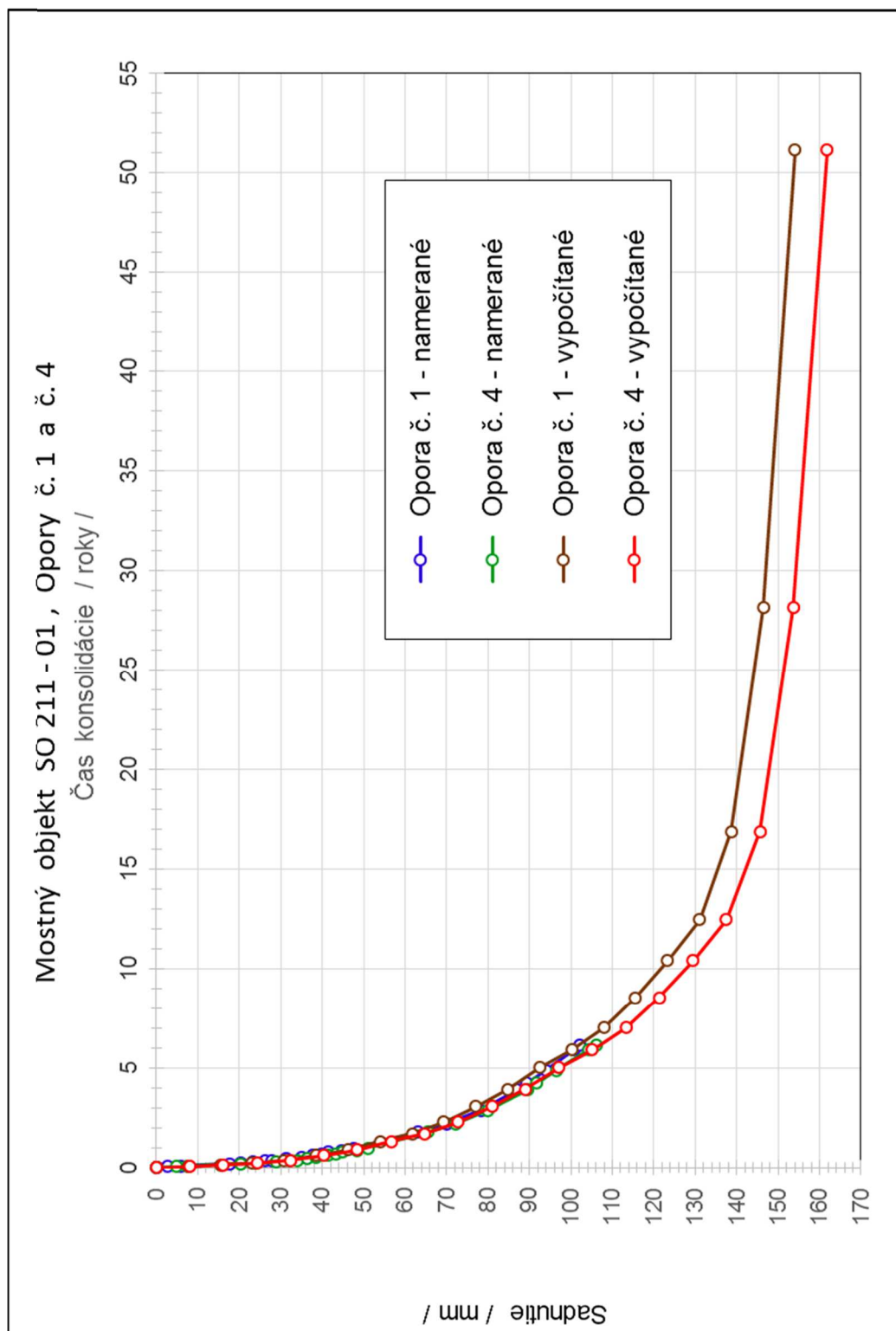
Tab. 8.6b Percentuálne porovnanie vypočítaných a nameraných sadnutí s prognózou predpokladaného dosadnutia Δs

Mostný objekt číslo	Označenie mostnej podpory	Medzný stav	Hodnota sadnutia	Percentuálne vyjadrenie vypočítanej a nameranej hodnoty sadnutia s / % /					Namerané sadnutie (k dátumu 3.9.2016)	Rozdiel sadnutí vypočítaných a nameraných (predpokladané dosadnutie)
				MKP (rovinná úloha)						
				opora	zásyp	násyp	násyp + opora	násyp + zásyp		
				s %/	s %/	s %/	s %/	s %/		
211-01	1	2.MS	priemer	17,3	23,0	59,7	77,0	100,0	66,2	33,8
	4	2.MS	priemer	21,3	25,2	53,5	74,8	100,0	65,5	34,5
211-02	1	2.MS	priemer	18,0	23,0	59,1	77,0	100,0	66,4	33,6
	4	2.MS	priemer	21,0	24,4	54,5	75,6	100,0	66,5	33,5

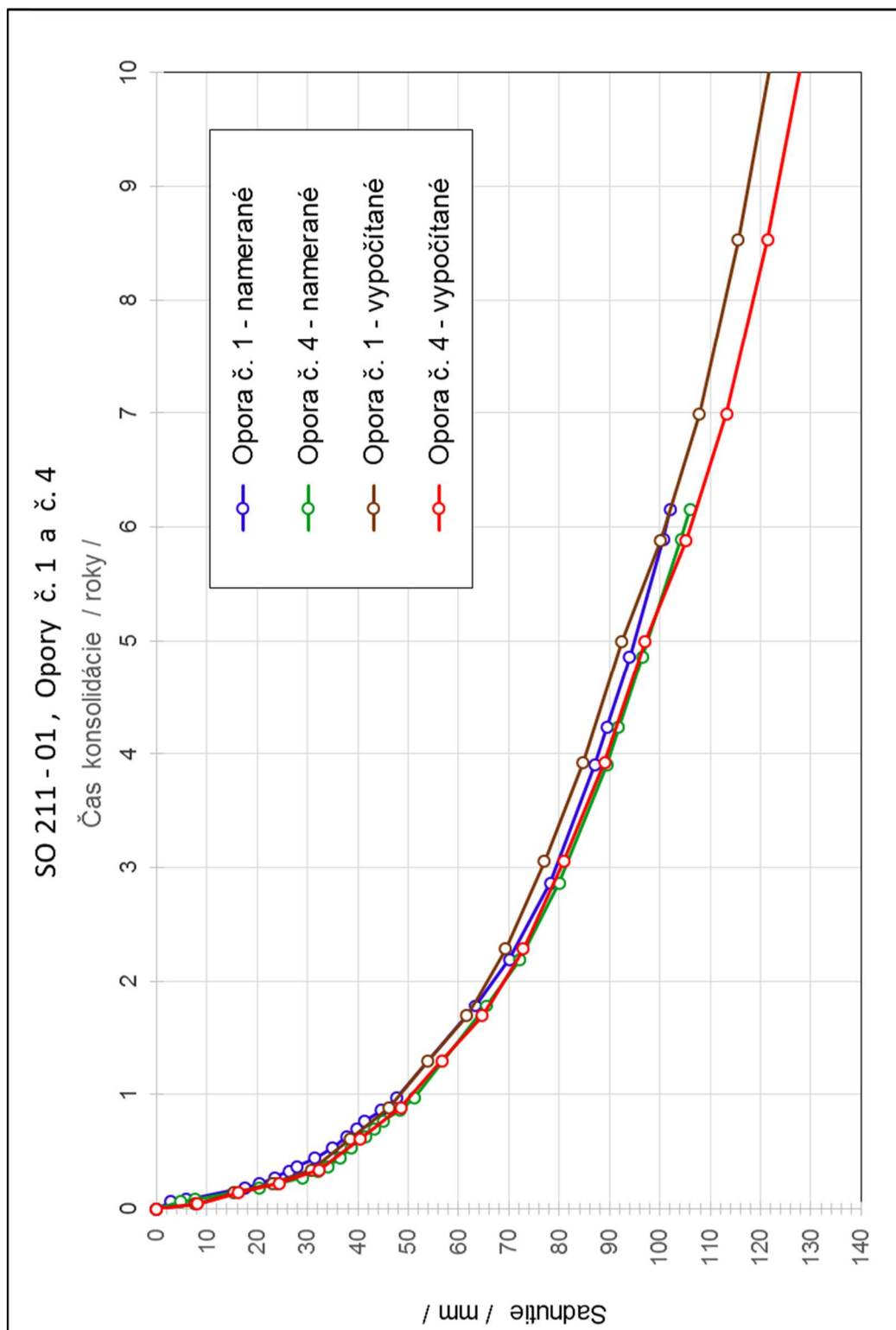
Tab. 8.7 Porovnanie časového vývoja (konsolidácie) nameraného a vypočítaného sadnutia

Stupeň konsolidácie	Čas	Mostný objekt 211 - 01				Mostný objekt 211 - 02			
		Opora č. 1		Opora č. 4		Opora č. 1		Opora č. 4	
		namerané sadnutie	vypočítané sadnutie	namerané sadnutie	vypočítané sadnutie	namerané sadnutie	vypočítané sadnutie	namerané sadnutie	vypočítané sadnutie
U / % /	/ rok /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /	s / mm /
	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	0,06	2,80		4,70		6,50		7,30	
	0,08	5,90		7,60		7,90		9,10	
	0,18	17,60		20,40		20,20		20,40	
	0,22	20,40		23,80		22,80		22,90	
	0,27	23,40		28,90		25,40		26,70	
	0,33	26,30		32,00		28,60		29,90	
	0,37	27,80		34,00		30,10		31,90	
	0,44	31,40		36,40		34,40		34,70	
	0,53	35,00		38,60		38,00		36,80	
	0,63	37,80		41,50		41,30		39,40	
	0,70	39,80		43,30		43,20		41,10	
	0,77	41,40		45,00		45,00		43,00	
	0,86	44,60		48,30		48,60		46,10	
	0,97	47,60		51,10		51,30		49,30	
	1,78	63,20		65,40		66,90		63,80	
	2,19	70,10		72,20		73,70		70,50	
	2,86	78,20		80,00		81,60		78,30	
	3,90	87,00		89,50		90,20		87,30	
	4,23	89,40		91,80		92,60		90,10	
	4,85	94,00		96,50		97,00		94,90	
	5,89	100,70		104,20		103,50		102,20	
	6,15	102,03		106,00		104,70		104,00	
0	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
5	0,04		7,71		8,09		7,88		7,82
10	0,14		15,41		16,18		15,77		15,65
15	0,22		23,12		24,26		23,65		23,47
20	0,34		30,82		32,35		31,53		31,29
25	0,61		38,53		40,44		39,41		39,11
30	0,89		46,23		48,53		47,30		46,94
35	1,30		53,94		56,61		55,18		54,76
40	1,69		61,64		64,70		63,06		62,58
45	2,29		69,35		72,79		70,94		70,40
50	3,05		77,05		80,88		78,83		78,23
55	3,92		84,76		88,96		86,71		86,05
60	5,00		92,46		97,05		94,59		93,87
65	5,88		100,17		105,14		102,47		101,69
70	6,99		107,87		113,23		110,36		109,52
75	8,53		115,58		121,31		118,24		117,34
80	10,40		123,28		129,40		126,12		125,16
85	12,45		130,99		137,49		134,00		132,98
90	16,88		138,69		145,58		141,89		140,81
95	28,14		146,40		153,66		149,77		148,63
100	51,16		154,10		161,75		157,65		156,45

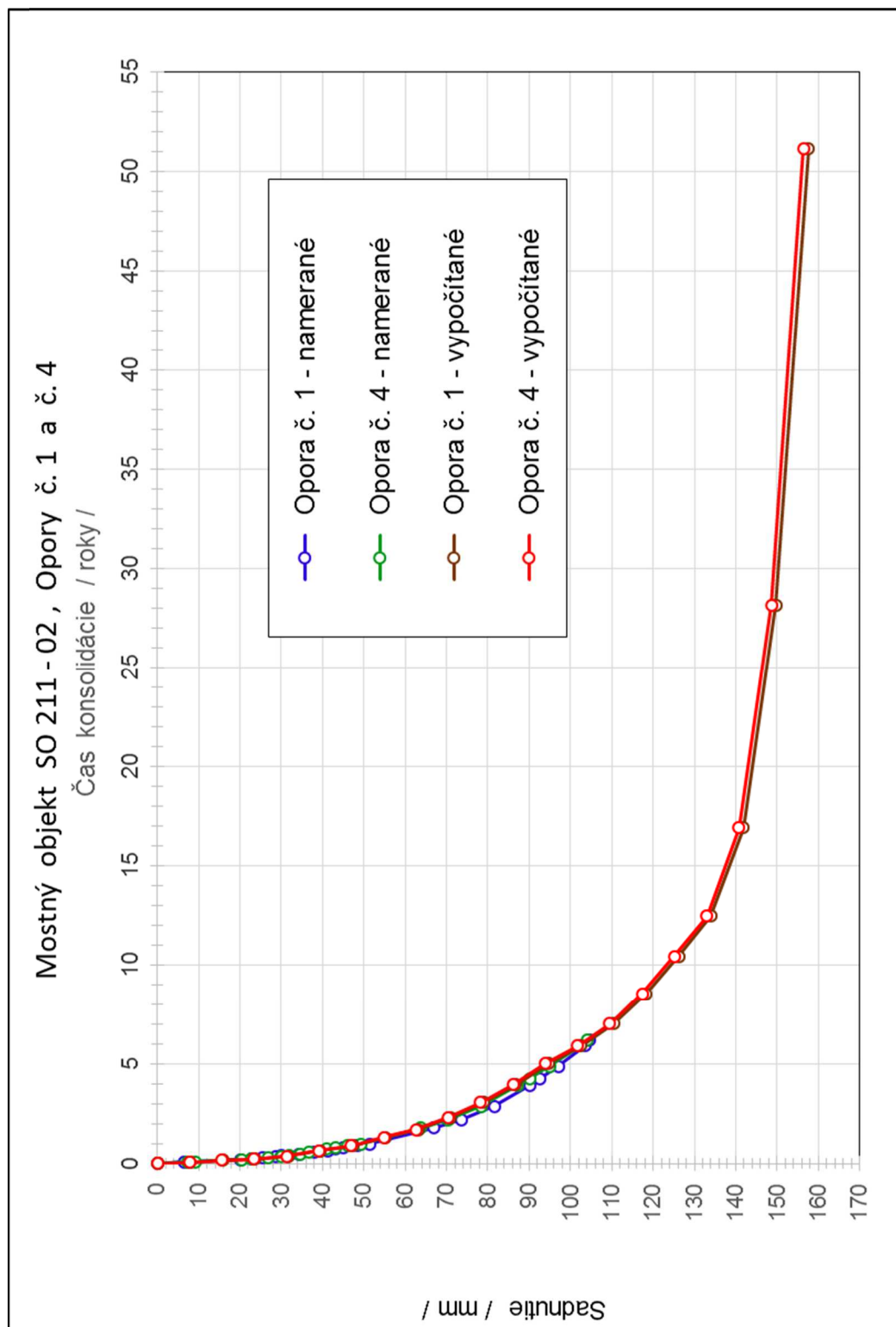
Obr. 8.7a Časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mostný objekt SO 211-01, opory č. 1 a 4 - porovnanie nameraných a vypočítaných hodnôt (za obdobie od začiatku až do ukončenia konsolidácie, t.j 51 rokov)



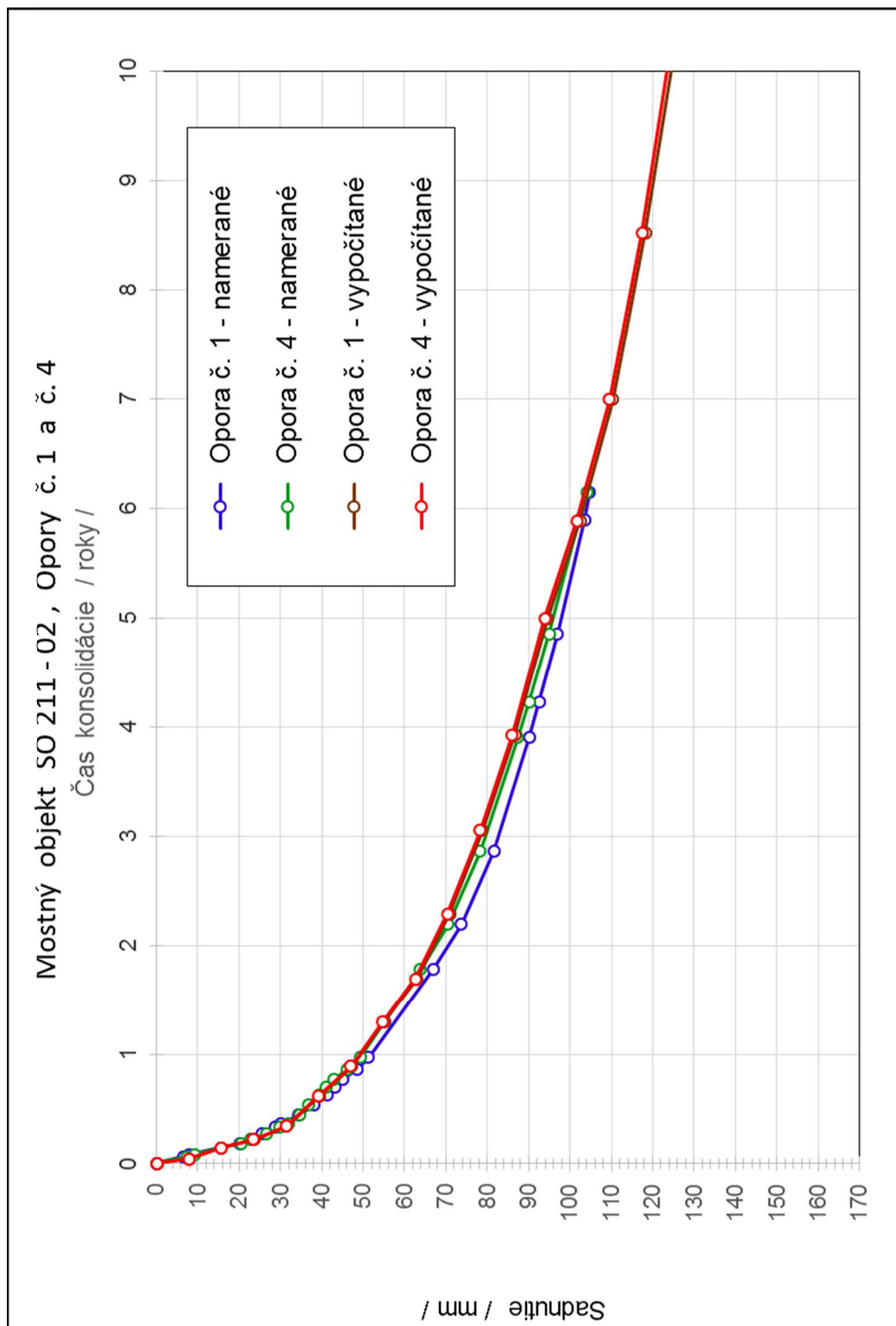
Obr. 8.7b Časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mosný objekt SO 211-01, opory č. 1 a 4 - porovnanie nameraných a vypočítaných hodnôt (za obdobie 0 až 10 rokov)



Obr. 8.8a Časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mostný objekt SO 211-02, opory č. 1 a 4 - porovnanie nameraných a vypočítaných hodnôt (za obdobie od začiatku až do ukončenia konsolidácie, t.j 51 rokov)



Obr. 8.8b Časový vývoj sadania (konsolidácie) pre mosný objekt SO 211-02, opory č. 1 a 4 - porovnanie nameraných a vypočítaných hodnôt (za obdobie 0 až 10 rokov)



8.3 Geotechnické odporúčania

Na základe analýzy a zhodnotenia realizovaných geotechnických výpočtov (kap. 8.2) za predpokladaných okrajových podmienok (kap. 8.1) odporúčame prijať nasledovné opatrenia:

- Počas pravidelných prehliadok vizuálne kontrolovať mostný objekt a jeho nosné konštrukcie. Pri kontrole je potrebné sa zamerať hlavne na deformácie konštrukcií (vrátane násypu a okolitého terénu), vznik trhlín a anomálne prejavy (poklesy terénu, neúmerné pretvorenia a náklony, výron vody z telesa násypu a podložia a pod.).
- Kontinuálne pokračovať v realizovaní geodetických meraní zvislých posunov mostných opôr č. 1 a ž (vrátane stredných podpier č. 2 a 3). Počas prvého roku s periodicitou 2 x ročne. Na základe vyhodnotenia realizovaných meraní v prvom roku bude možné prijať odporúčania pre periodicitu meraní v ďalšom období.
- Po každom periodickom meraní je potrebné namerané hodnoty graficky vyhodnotiť a porovnať s vypočítanými (prognózovanými) hodnotami sadnutia. Ak namerané hodnoty budú v súlade s prognózovanými hodnotami, je potrebné urobiť opatrenia na elimináciu nerovnomerného sadnutia a jeho vplyvu na spoľahlivosť mostnej konštrukcie (podľa odporúčaní vyplývajúcich zo statickej analýzy mostnej konštrukcie).
- V prípade, že namerané hodnoty sadnutia budú väčšie ako prognózované, alebo progresívne sa budú zväčšovať, je potrebné bezodkladne uskutočniť doplnkový (kontrolný) geotechnický prieskum, ktorého cieľom bude zistiť geotechnické údaje o podloží mostných opôr až do hĺbky aktívnej (deformačnej) zóny. Požiadavky na ciele, obsah a rozsah doplnkového prieskumu musí zadefinovať statik - geotechnik.
- V prípade ďalšieho neúmerného progresívneho zvyšovania sa hodnôt sadnutia je potrebné prijať komplexnejšie sanačné opatrenia, ako napr. preinjektovať podložie technológiou tryskovej injektáže. Konkrétne riešenie musí navrhnúť odborne spôsobilá osoba.

V prípade výskytu akýchkoľvek anomálnych javov na mostnom objekte a v jeho okolí (neprimerané deformácie, pretvorenia, trhliny, výrony vody a pod.) je potrebné informovať spracovateľov posudku, alebo inú odborne spôsobilú osobu (autorizovaného stavebného inžiniera).

9 ZÁVER

- Na základe prevedenej analýzy možno konštatovať, že nadmerné sadanie opôr významne zväčšilo zaťaženie od nerovnomerného poklesu podpier, nakoľko v statickom výpočte bol nerovnomerný pokles uvažovaný 4 mm pre opory a 8 mm pre vnútorné podpery. V súčasnosti dosiahnutý pokles po redukcii, ktorá zohľadňuje relaxáciu a nadvihnutie mosta o 45 mm v mieste opôr predstavuje u opory 4-1 hodnotu 40,8 mm a u podpery 3-1 hodnotu 11,1 mm, z čoho vyplýva nerovnomerný pokles 29,7 mm. Táto hodnota predstavuje 7,4 násobok v porovnaní s hodnotou uvažovanou v statickom výpočte.
- Aj napriek významnému prekročeniu zaťaženia od nerovnomerného poklesu podpier obidva mostné objekty naďalej spĺňajú návrhové kritéria pre plne predpäté mosty. Sadanie opôr dokonca zlepšuje napätosť v niektorých častiach konštrukcie. Jedná sa o dolný okraj prierezov vo všetkých poliach mosta.
- Vizualna prehliadka mostnej konštrukcie neodhalila žiadne viditeľné poruchy v nosnej konštrukcii. Nakoľko nerovnomerné sadanie zväčšuje momenty nad vnútornými podperami, prípadne poruchy by sa mohli prejaviť, napr. trhlinami vo vozovke v oblastiach nad vnútornými podperami. Tie však neboli pozorované.
- Na základe priebehu sadaní, ktoré boli vynesené v čase, pozri obr. 3.4 a obr. 3.5, možno konštatovať, že sadanie opôr sa **neskončilo** a bude sa ďalej vyvíjať. Naopak sadanie vnútorných podpier sa ukončilo. Geotechnická predikcia konsolidácie podložia naznačuje pokračovanie sadania opôr mosta, pozri obr.8.8a a obr.8.8b. V najnepriaznivejšom prípade sa dá očakávať prírastok sadania až 50 mm.
- Z hľadiska napätosti nosnej konštrukcie mosta ďalšie zväčšenie sadania opôr do hodnoty 20 mm nepredstavuje také prídavné namáhanie, ktoré by ohrozilo životnosť konštrukcie a posunulo jej napätosť do normovo neprijateľných hodnôt. Preto ako základné opatrenie navrhujeme pokračovať v monitorovaní sadania spodnej stavby mosta, ktoré bude spojené s prehliadkou nosnej konštrukcie mosta.
- Podľa odporúčaní geotechnika sa má meranie sadania vykonať 2 krát počas prvého roka. Pričom periodicita ďalších geodetických meraní sa stanoví na základe vyhodnotenia nových meraní a porovnania s prognózovanými hodnotami sadania.
- Prehliadky nosnej konštrukcie mosta odporúčame naviazať na vyhodnotenie geodetických meraní, minimálne 1 krát do roka.
- V prípade, že ďalšie merania potvrdia predikciu konsolidácie podložia bude potrebné po dosiahnutí zväčšenia sadania opôr od súčasného stavu o viac ako 20 mm vykonať sanačné opatrenia. Ako riešenie navrhujeme spustenie mosta nad vnútornými podperami o 30 mm, ktoré sa môže vykonať v rámci zníženia výšky betónových náliatkov, na ktorých sú umiestnené ložiska. Alternatívne riešenie je dvihnutie ložísk na oporách s následnou úpravou dilatačných zariadení a prechodovej oblasti.

LITERATÚRA

- [1] STN 736203/86 Zaťaženie mostov
- [2] STN 731251/69 Navrhovanie konštrukcií z predpätého betónu
- [3] STN EN 1992-1-1 Navrhovanie betónových konštrukcií, časť 1-1: Všeobecné pravidla a pravidla pre budovy
- [4] STN EN 1992-2 Navrhovanie betónových konštrukcií, časť 2: Betónové mosty
- [5] Mašlár, E. a kol.: Diaľnica D2 križovatka Stupava – Juh. Orientačný inžinierskogeologický prieskum – Záverečná správa. URANPRES, Spišská Nová Ves, 6/2003.
- [6] Modlidba, I. a kol.: Križovatka Stupava – Juh na diaľnici D2. Podrobný inžiniersko-geologický prieskum – Záverečná správa. TERRATEST, Bratislava, 8/2006.
- [7] Mišove, P. - Velič, P.: Križovatka Stupava – Juh na diaľnici D2 SO 211-01, SO 211-02. Správa zo zaťažovacích skúšok pilót. VUIS – ZAKLADANIE STAVIEB, Bratislava, 10/2009.
- [8] Sloboda, M. a kol.: Križovatka Stupava – Juh na diaľnici D2. Dokumentácia skutočného vyhotovenia stavby – stavebná časť. STRABAG – DOPRASTAV, 6/2011.
- [9] Jesenák, J.: Mechanika zemín, STU Stavebná fakulta, Bratislava 1994.
- [10] STN EN 1997-1, Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá. 2005.
- [11] STN 73 1001 Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb. 2010.

PRÍLOHY

P1 – Výpočet redukovaných hodnôt sadania

P2 – Výpočtový model nosnej konštrukcie

P3 – Geotechnické údaje o záujmovom území vyplývajúce z archívnej dokumentácie

P4 – Fotografická príloha z obhliadky mosta