

MOST EV.Č. 50177-001

DIAGNOSTICKÉ ZISŤOVANIE ZÁKLADNÝCH PARAMETROV MOSTA A STATICKÝ PREPOČET ZAŤAŽITEĽNOSTI

SPRIEVODNÁ SPRÁVA MO - D

Číslo projektu: 309/100
Odberateľ: Košický samosprávny kraj
Dátum publikovania: september 2015
Generálny riaditeľ: Ing. Ľubomír Palčák
Zodpovedný riešiteľ: Ing. Lukáš Rolko

Tento projekt je spolufinancovaný v rámci Regionálneho operačného programu z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.
„Investícia do vašej budúcnosti“

OBSAH

1	Úvod	2
1.1	Použité podklady	2
2	Stručný popis mostnej konštrukcie.....	3
3	Diagnostika mostnej konštrukcie.....	6
3.1	Obhliadka mosta v teréne	6
3.2	Nedeštruktívne skúšanie betónu – Schmidtov tvrdomer	7
3.3	Nedeštruktívne zisťovanie polohy a parametrov betonárskej výstuže	10
4	STATICÝ PREPOČET ZAŤEŽITELNOSTI	11
4.1	Úvod statického prepočtu	11
4.1.1	Výpočtový model	11
4.1.2	Zaťaženie.....	12
4.1.3	Vypočítané vnútorné sily	15
4.1.4	Posúdenie – výpočet zaťažiteľnosti.....	18
5	Vyhodnotenie a návrh opatrení.....	19
5.1	Návrh opatrení	19
5.2	Určenie predpokladanej ceny prestavby.....	20
6	Záver.....	20

1 ÚVOD

Cieľom úlohy bolo vypracovanie diagnostického posudku a statického prepočtu zaťažiteľnosti mostného objektu 50177-001. Výsledkom sú hodnoty zaťažiteľnosti mosta, zhodnotenie jeho stavebno-technického stavu a stručný návrh sanácie, resp. Rekonštrukcie jednotlivých častí mosta.

Prvá fáza diagnostického zisťovania pozostávala z nedeštruktívneho určovania kvality a triedy betónu jednotlivých konštrukčných prvkov mostnej konštrukcie. Na vybraných bodoch mosta boli realizované tvrdomerne skúšky SCHMIDTOVÝM tvrdomerom. Skúšobné body boli vybrané podľa prístupnosti ku konštrukcii tak, aby reprezentovali jednotlivé konštrukčné prvky mosta. Meranie bolo štatisticky vyhodnotené a pre jednotlivé konštrukčné časti hornej a spodnej stavby mosta boli zosumarizované výsledky. Ďalšia časť diagnostiky mostného objektu sa zaoberala orientačným stanovením rozmiestnenia betonárskej výstuže, zistením priemeru a hodnoty krytia. Určovaní týchto parametrov bolo uskutočnené PROFOMETROM 5 od výrobcu PROCEQ na miestach dostupných vzhľadom na terén a klimatické podmienky. Výsledky získané zo záznamov profometra boli vyhodnotené formou náčrtov, resp. schém orientačného rozmiestnenia výstuže.

Všetky hore uvedené merania a skúšky boli realizované v dňoch 8. – 10. 7. 2015 za ustáleného počasia pri teplotách od 28°C do 32°C s miernymi zrážkami a miernym vetrom.

Prístrojové vybavenie bolo kalibrované, zapožičané z akreditovaného skúšobného laboratória.

V druhej fáze prác bol vytvorený výpočtový model konštrukcie mosta na ktorom boli simulované účinky zaťaženia. Následne boli vyhodnotené vnútorné sily a podľa možnosti posúdené jednotlivé prierezy. Výsledkom výpočtu sú hodnoty zaťažiteľnosti mostného objektu.

1.1 Použité podklady

- Osobná obhliadka miesta
- Mostný zošit
- Preverenie rozmerov mosta premeraním jednotlivých prvkov
- PPSJ/09/01/28 Nedeštruktivní zkoušení betonu a betonových konstrukcí metodou Schmidtova tvrdoměru, model N, INSET s.r.o., Praha, 04/2000

Súvisiace a citované normy

STN 73 6200	Mostné názvoslovie
STN 73 6201	Projektovanie mostných objektov
STN EN 1990	Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991-1-1	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1991-2	Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 2: Zaťaženie mostov dopravou
STN EN 1993-1-1	Eurokód 3. Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidla a pravidla pre budovy.
STN EN 1993-2	Eurokód 3. Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 2: Oceľové mosty.
STN 73 6203	Zaťaženie mostov dopravou
STN 73 2011	Nedeštruktívne skúšanie betónových konštrukcií
STN 73 1370	Nedeštruktívne skúšanie betónu. Spoločné ustanovenia
STN EN 206-1	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda, 2002 vrátane A1 z roku 2004, A2 z roku 2005, NA z roku 2009, NA/O1 z roku 2011

Súvisiace a citované technické predpisy

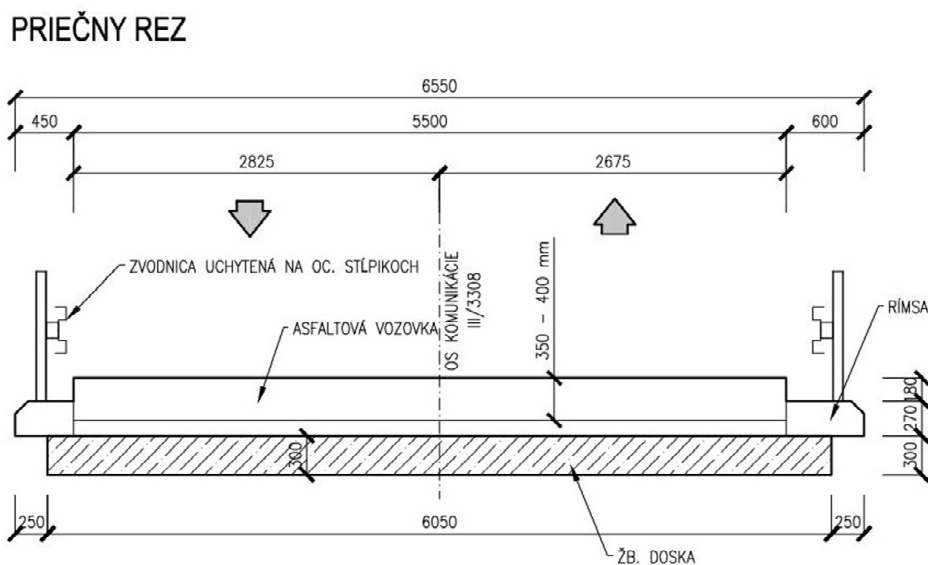
- TP 07/2012 – Zadávanie a výkon diagnostiky mostov, MDVRR SR: 2012
- TP 08/2012 - Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Mosty, MDVRR SR: 2012
- TP 09/2012 – Katalóg porúch mostných objektov na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I., II. a III. Triedy, DVRR SR: 2012
- TP SSC 03/2003 – Hodnotenia statických dôsledkov porúch mostov z prefabrikovaných nosníkov Vloššák
- USM 1/2012 – Zaťažiteľnosť mostov, MDVRR SR: 2012
- Údržba a rekonštrukcia mostov, V. Tomica, A. Sokolík, Š. Zemko

2 STRUČNÝ POPIS MOSTNEJ KONŠTRUKCIE

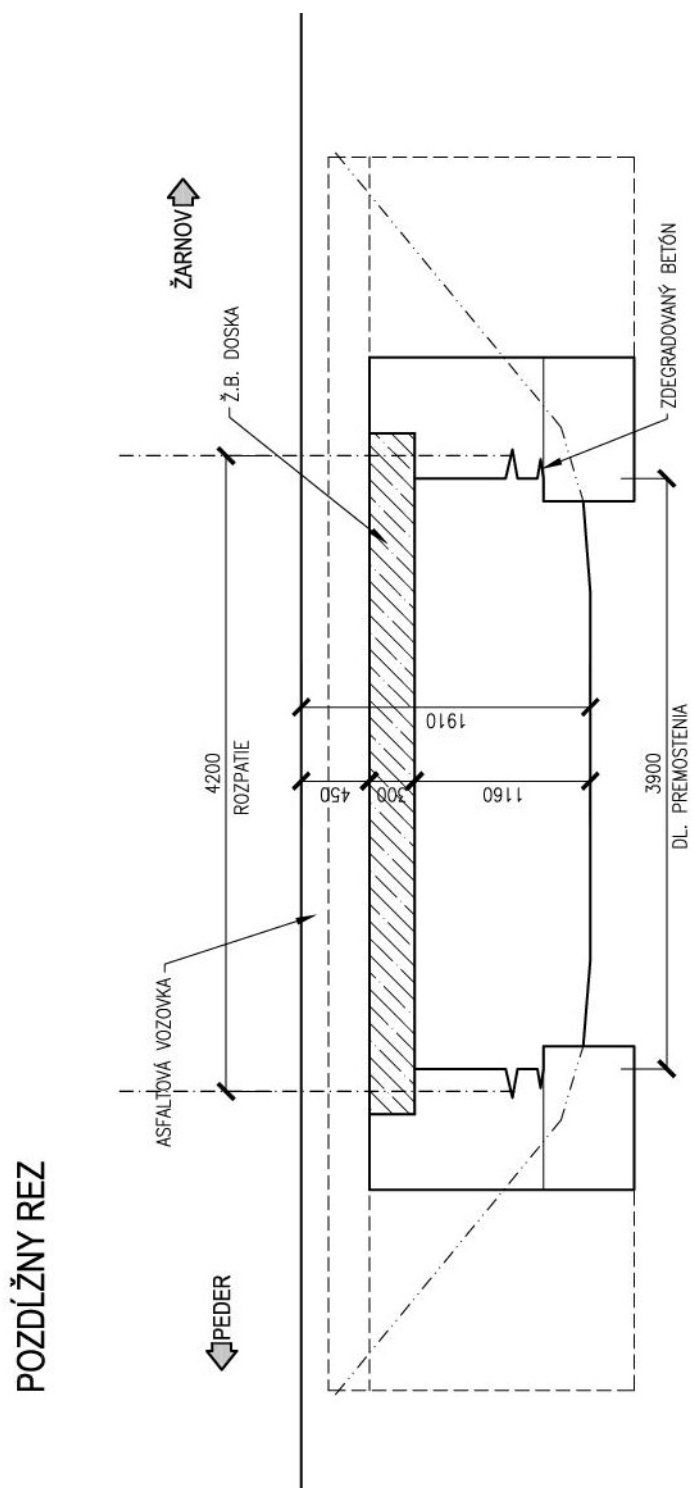
Jedná sa o most s evidenčným číslom **50177-001** medzi obcami Peder a Žarnov. Most sa nachádza na ceste č. III/3308 (staré č. III/50177) a premostňuje komunikáciu ponad občasný vodný tok. Most sa nachádza v KM 3,761, bol postavený v roku 1934 (vek mosta je 81 rokov). Dĺžka premostenia je 3,90 m. V súčasnosti má mostný objekt STS stav V – zlý. Zaťažiteľnosť mosta je uvádzaná nasledovne: $Z_{nm} = 18,0$ t, $Z_{vh} = 37,0$ t, $Z_{vn} = 24,0$ t.

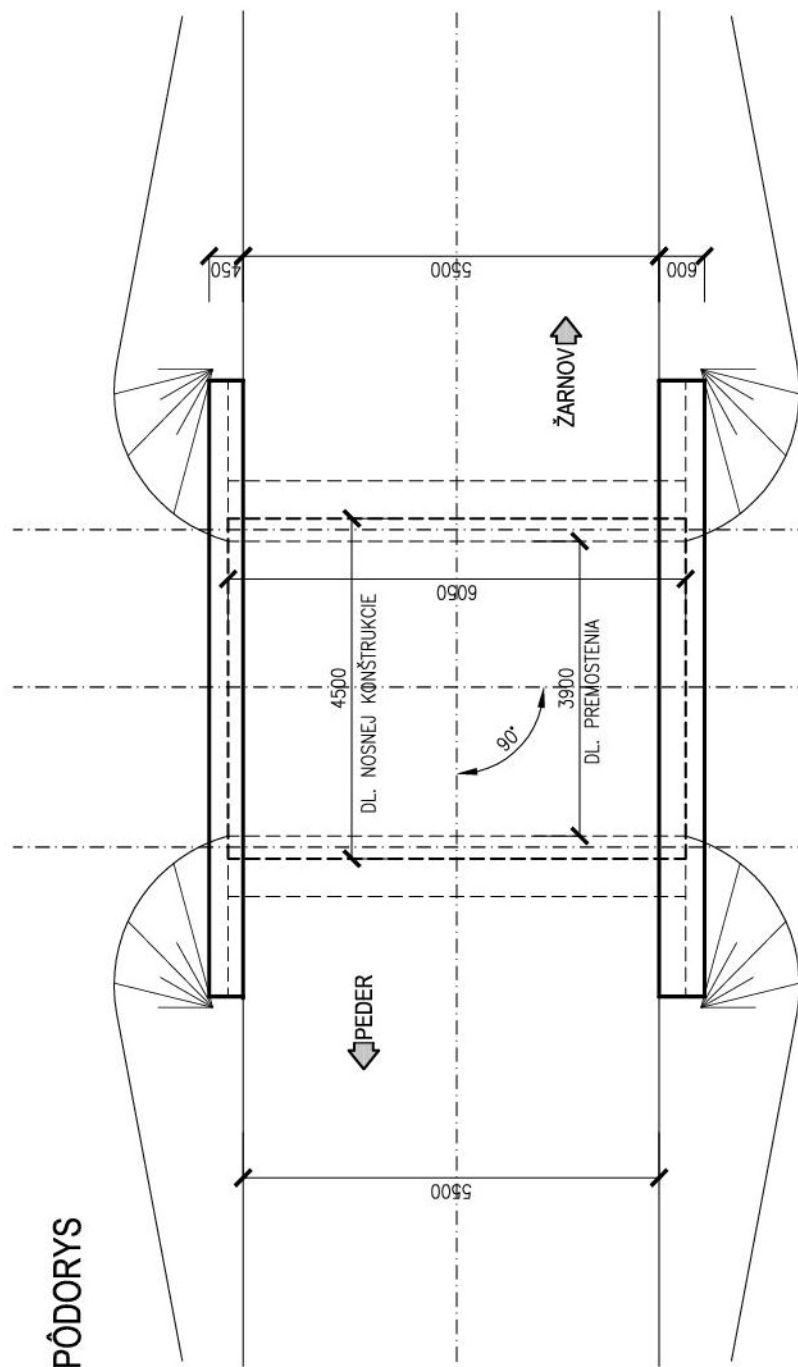
Jedná sa o jednopoložnú monolitickú železobetónovú dosku. Opory aj krídla sú betónové. Založenie mosta je pravdepodobne plošné.

Na moste sa nachádza asfaltová vozovka šírky 5,5 m. Rímky sú železobetónové monolitické. Šírka ríms je 600 mm, rímky sú čiastočne preasfaltované. Do ríms sú zabetónované ocelové I profily, na ktorých je osadená zvodnica NH4. Most nemá mostné závery ani ložiská – nosníky sú uložené na lepenke.



Priečny rez





Pôdorys

3 DIAGNOSTIKA MOSTNEJ KONŠTRUKCIE

Diagnostický prieskum bol vykonaný pracovníkmi spoločnosti DAQE Slovakia s.r.o. dňa 10.7. 2015. V čase prieskumu bolo jasno, teplota 28° C. Vzhľadom k faktu, že nebola k dispozícii projektová dokumentácia mostného objektu všetky rozmery uvádzané v diagnostike sú určené na základe ručných meraní. Spôsob založenia mosta, hrúbka opôr a krídiel nebola zisťovaná. Diagnostický prieskum (ako aj statický výpočet) sa zamerali najmä na nosnú konštrukciu mosta.

3.1 Obhliadka mosta v teréne

Obhliadkou mosta boli zistené nasledovné skutočnosti:

Spodná stavba:

Stav betónov spodnej stavba zodpovedá ich veku. Betóny sú zdegradované a zvetralé. Obidve opory majú obnažené základy a v strede obidvoch opôr sa nachádza zvislá prasklina na celú výšku. Prasklina na opore 1 ma šírku až 25 mm, prasklina na opore 2 cca 7 mm. Jedná sa o závažné statické poruchy. Betóny základov sú silno povrchovo zvetralé, pričom v pracovnej škáre medzi drikom a základom sa nachádza pozdĺžna kaverna hĺbky až do 250 mm. Na oporách boli viditeľné zrejme známky zatekania.

Nosná konštrukcia:

Bočné plochy dosky pod rímsami sú zvetralé, ale bez zjavných statických prasklín a porúch. Rovnako betóny na spodnej ploche sú zvetrané, krycia vrstva betónu je v mieste výstuží opadaná. Výstuž je silne skorodovaná. Úbytok výstuže sa dá odhadnúť až na 40% prierezovej plochy. Nosná konštrukcia zo spodnej strany zateká.

Mostný zvršok:

Rímsy boli pravdepodobne v minulosti rekonštruované. Lokálne dochádza k ich rozpadu, priečne sú silno popraskané a betón je poprelamovaný. Na moste sa nachádza nadmerná hrúbka vozovkových vrstiev (350 - 400 mm).

Záchytné a bezpečnostné zariadenia:

Na moste je prichytená zvodnica NH4, z hľadiska funkčnosti ZBZ absolútne nespĺňa platné predpisy.

Okolie mosta:

Okolie mosta je neupravené, zarastené náletovou vegetáciou. Pod mostom sa nachádzajú naplaveniny. Koryto potoka bolo v čase prehliadky vysušené.

3.2 Nedeštruktívne skúšanie betónu – Schmidtov tvrdomer

Metodika merania

Nedeštruktívna metóda pomocou Schmidtovho tvrdomeru bola použitá pre stanovenie pevnosti betónu v tlaku. Postup skúšok a ich vyhodnotenie bolo uskutočnené v súlade s STN 73 1373 – „Tvrdomerné metódy skúšania betónu“ STN EN 12504-2 „Skúšanie betónu v konštrukciách. Časť 2: Nedeštruktívne skúšanie. Stanovenie tvrdosti odrazovým tvrdomerom“. Tvrdomerná skúška je skúšanie betónu meraním veľkosti predpísaného počtu zámerne vyvolaných miestnych porúch a reakcií od vyvolaného úderu a vyhodnotenie údajov. Kocková pevnosť betónu sa zistí z veľkosti odrazu úderného barana. Odraz (odskok) je meraná dĺžka vratnej dráhy úderného zariadenia prístroja (barana), ktorá je závislá na pružnej reakcii betónu. Z tejto skúšky sa dá odvodiť nielen pevnosť betónu v tlaku, ale aj ďalší významný parameter, a to rovnorodosť betónu v jednotlivých analyzovaných konštrukciách. Nevýhodou tejto metódy je odchýlka od reálnej pevnosti pri meraní. Schmidtov tvrdomer určí len nezaručenú pevnosť. Výhodou je, že pri skúšaní sa prvok vôbec neporuší, alebo sa poruší tak málo, že tým nie je ovplyvnená funkcia skúšaného telesa.

Sledované veličiny a rozmiestnenie meracích miest

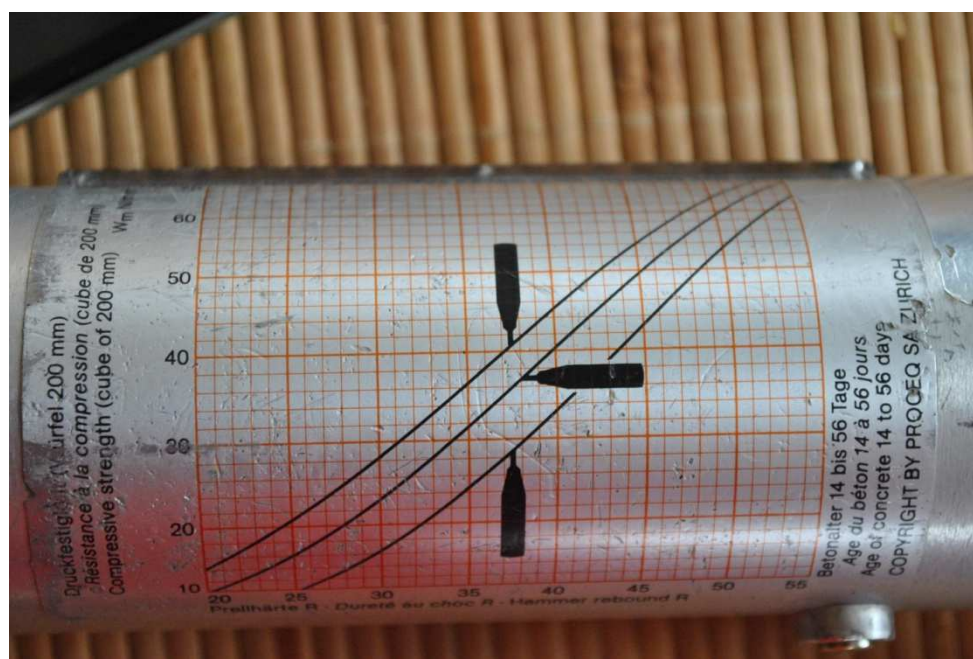
Pevnosti betónu v tlaku a rovnorodosť boli zisťované pomocou Schmidtovho tvrdomeru značky PROCEQ (typ N-34) na vopred vytipovaných miestach na nosnej konštrukcii. Skúšobné miesta o veľkosti cca 10 x 10 cm boli vybrúsené brusným kameňom do hĺbky 1-5 mm tak, aby bola zaistená rovnosť povrchu a aby skúška prebiehala na celistvej štruktúre betónu. Následne bola na vybrúsenom mieste uskutočnená skúška karbonizácie betónu roztokom fenolftaleínu. Skúšanie prebiehalo v súlade s platnými normami, na suchom a neskarbonizovanom povrchu betónu. Ravník tvrdomeru bol prikladaný kolmo k skúšanému povrchu, v mieste cementového tmelu. Smer skúšania (zvisle, vodorovne) bol pri skúšaní zaznamenávaný. Jednotlivé miesta úderu boli vzdialené od kraja skúšobného telesa aj od seba navzájom minimálne 30 mm. Náraz bol vyvolávaný plynulým pohybom, na stupnici sa odčítala hodnota odskoku. Na každom skúšobnom mieste sa urobilo 6 meraní, z ktorých min. 5 musí byť platných, t.j. nesmú sa líšiť od ich aritmetického priemeru o viac ako $\pm 20\%$. Na základe obecného kalibračného vzťahu podľa príslušného typu tvrdomera a jeho polohy pri meraní sa z hodnoty odrazu určí pevnosť betónu R_{be} . Ide o kockovú pevnosť betónu a to nezaručenú.

Prehľad nameraných veličín

Na každom skúšobnom mieste bolo realizovaných 6 meraní, z ktorých bolo vždy najmenej 5 platných, ako požaduje norma. Vyhodnotenie výsledkov meraní Schmidtovým tvrdomerom typu N je uvedené v tab. nižšie, pričom hodnoty odrazov a pevností sú už spriemerované z daných platných meraní.



Obr. Použitie Schmidtovho tvrdomera na vybrúsenom mieste



Obr. Kalibračný graf na prevod odrazov na pevnosť betónu

Skúšané miesto			odrazy pri jednotlivých úderoch						odraz ∅	pevnosť pri jednotlivých úderoch Rbe [MPa]						nezaručená pevnosť
označenie	popis	smer	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6	∅ Rbe [MPa]
S1	NK	↑	40	42	39	38	39	38	39,33	34	37	32	30	32	30	32,50
S2	NK	↑	35	36	40	41	41	41	39,00	25	26	34	35	35	35	31,67
S3	NK	↑	40	42	41	39	39	38	39,83	34	37	35	32	32	30	33,33
S4	NK	↑	41	38	36	37	38	38	38,00	35	30	26	28	30	30	29,83
S5	NK	↑	35	34	37	38	37	39	36,67	25	23	28	30	28	32	27,67
S6	NK	↑	40	41	41	41	42	41	41,00	34	35	35	35	37	35	35,17
S7	opora	→	30	29	28	29	28	31	29,17	24	22	21	22	21	25	22,50
S8	opora	→	33	31	32	35	30	30	31,83	28	25	27	32	24	24	26,67
S9	opora	→	27	28	30	31	34	34	30,67	19	21	24	25	30	30	24,83

Tab. Vyhodnotenie výsledkov meraní Schmidtovým tvrdomerom

Skúšané miesto		odraz	nezaručená pevnosť	Ø pevnosť prvku	trieda betónu podľa STN EN 206-1
označenie	popis	Ø	Ø Rbe [MPa]		
S1	nosná konštrukcia	39,33	32,50	32,50	C25/30
S2		39,00	31,67		
S3		39,83	33,33		
S4	nosná konštrukcia	38,00	29,83	30,89	C25/30
S5		36,67	27,67		
S6		41,00	35,17		
S7	opora	29,17	22,50	24,67	C16/20
S8		31,83	26,67		
S9		30,67	24,83		

Tab. Zatriedenie betónov konštrukcií

3.3 Nedeštruktívne zisťovanie polohy a parametrov betonárskej výstuže

Pre stanovenie polohy výstuže, jej priemeru a hrúbky krycej betónovej vrstvy bol použitý prístroj PROFOMETER 5 (SN 5623-65) spoločnosti PROCEQ. PROFOMETER pracuje na princípe nedeštruktívne impulznej indukcie, čím je výrazne odolný voči vonkajším vplyvom. Z meraní je možné nedeštruktívne zistiť približnú polohu výstuže, jej priemer a hrúbku krycej betónovej vrstvy. Na obrázku je ukážka prístroja PROFOMETER 5 pripraveného na merania na konštrukcii.

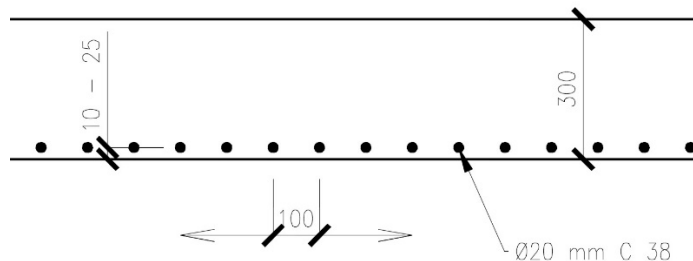
Princíp metódy merania spočíva v tom, že pohybom snímača prístroja po povrchu konštrukcie sa displeji prístroja sa zobrazuje hrúbka krytia výstuže. Vmieste najmenšieho krytia sa ozve zvukový signál následne sa vygeneruje odhadovaný profil výstuže.



Obr. PROFOMETER 5

Výstuž na konštrukciách bola zistená len v jednej vrstve, pretože u ďalších vrstiev dochádza k mnohým obmedzeniam a presnosť metódy klesá. V prípade potreby hlbšej analýzy konštrukcie by bolo

nutné použiť špeciálne geofyzikálne metódy (seizmika, ultrazvukové presvecovanie, tomografiu). U objektov, kde nie je známa žiadna projektová dokumentácia, slúži táto metóda k určeniu všetkých parametrov, tam kde je dokumentácia k dispozícii, slúži k overeniu projektovaného stavu. Z dlhodobých skúseností sú známe dobré výsledky, predovšetkým u výstuže v prvej vrstve.



Obr.: zistená výstuž nosnej konštrukcie mosta

Na základe zisťovania (tvaru, priemeru a veku výstuže) sa pravdepodobne jedná o výstuž typu C 38 s dovoleným namáhaním 120 MPa (medza klzu odvodená na 210 MPa). Krytie výstuže je 0-15 mm. Korózia výstuže až do 40% plochy. Uvedená výstuž Ø20 mm C 38 s mierou korózie 40% zodpovedá výstuži B500B (je uvažované v statickom výpočte).

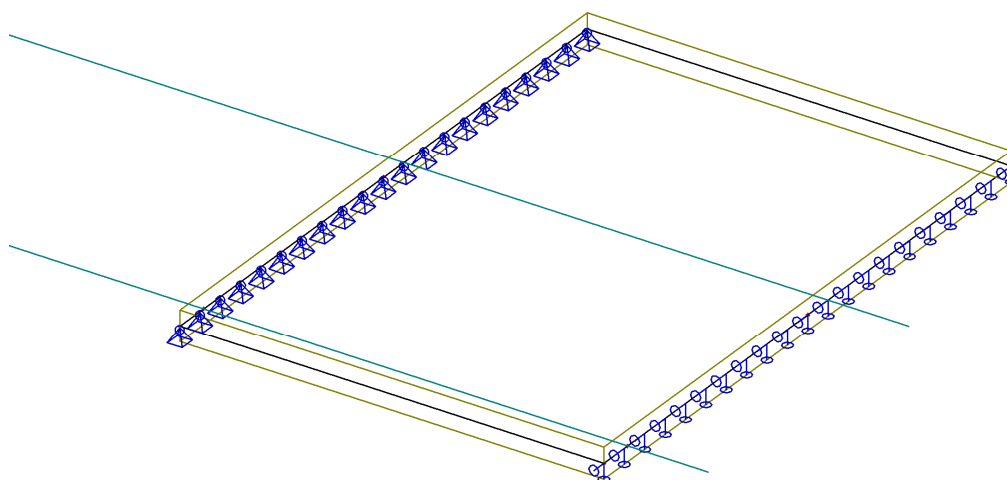
V spodnej stavbe nebola zistená žiadna výstuž.

4 STATICKÝ PREPOČET ZAŤEŽITEL'NOSTI

4.1 Úvod statického prepočtu

Statický prepočet mosta bol realizovaný v programovom prostredí SCIA ENGINEER 2010. Most bol modelovaný ako jednoduchá doska uložená na líniových kĺboch (opora 1 neposuvný, opora 2 pozdĺžne posuvný). Zaťaženia boli modelované ako voľné plošné. Posúdenie bolo realizované podľa STN EN 1992.

4.1.1 Výpočtový model



Výpočtový model mosta – priestorový pohľad

Prvok 2D

Názov	Materiál	Hr. [mm]	Typ hrúbky	Typ	Hladina
S1	C25/30	300	konštantná	doska (90)	Hladina1

Líniové podpery na okraji plochy

Názov	Plošné prvky	Okraj	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
		Poč.	Poz x ₁	Poz x ₂				
Sle1	S1	4	Tuhá	Tuhá	Tuhá	Voľná	Voľná	Voľná
		Od začiatku	0,000	1,000				
Sle2	S1	2	Voľná	Tuhá	Tuhá	Voľná	Voľná	Voľná
		Od začiatku	0,000	1,000				

Materiály

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m ³]	E modul [MPa]	Poisson - nu	G modul [MPa]	Tepel. rozťažnosť [m/mK]	Charakteristická valcová pevnosť v tlaku f _{ck} (28) [MPa]
C25/30	Betón	2500,00	3,1500e+04	0,2	1,3125e+04	0,00	25,00

4.1.2 Zaťaženie

Vlastná váha:

- bola generovaná programom automaticky.

Stále zaťaženia:

- uvažované bolo zaťaženie od vozovky a betónových ríms

Zaťaženie dopravy:

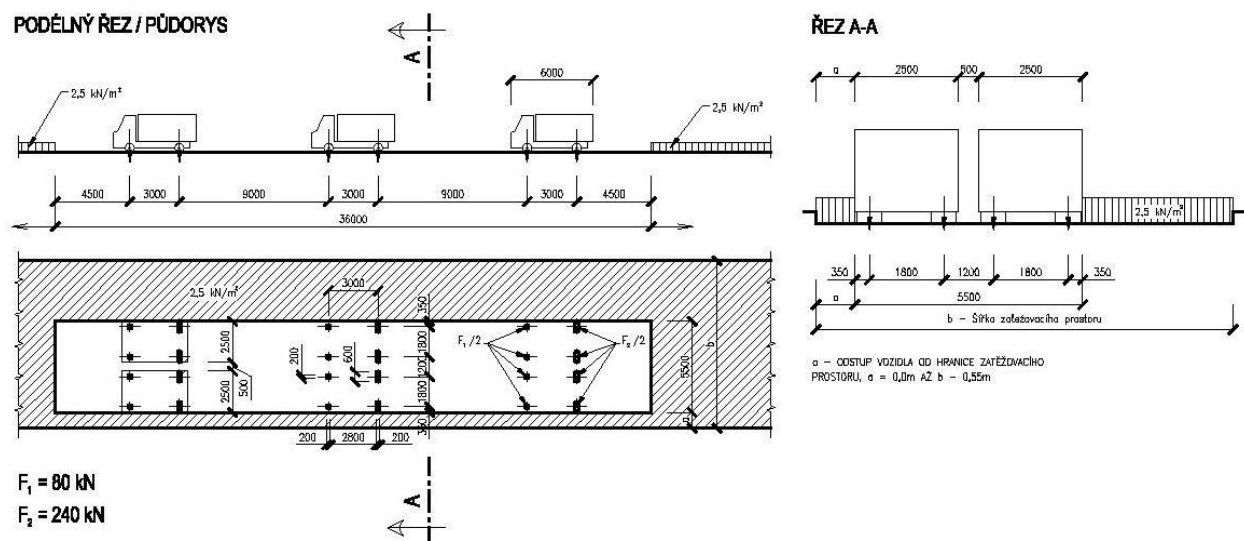


Schéma zaťaženie pre určenie normálnej zaťažiteľnosti Z_{nm}

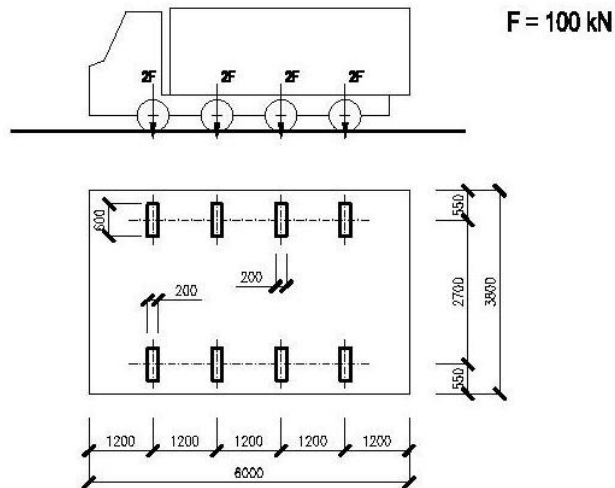
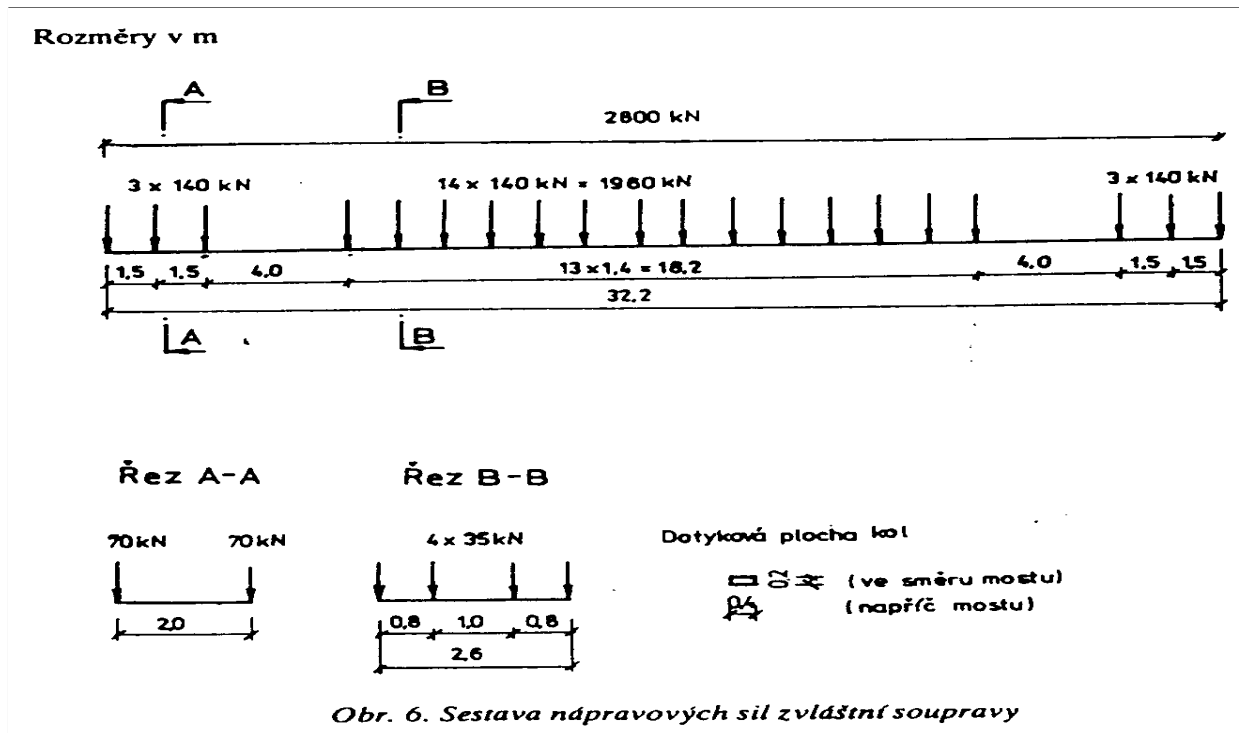


Schéma zaťaženia pre určenie výhradnej zaťažiteľnosti Zvh



Obr. 6. Sestava nápravových sil zvláštní soupravy

Schéma zaťaženia pre určenie výnimočnej zaťažiteľnosti Zvn

Zaťažovacie stavy

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Typ zaťaženia	Spec	Smer	Dĺžka trvania
LC1	Vlastna	Stále	LG1	Vlastná tiaž		-Z	
LC2	Rimsy	Stále	LG1	Štandard			
LC3	Vozovka	Stále	LG1	Štandard			
LC4	TR1/ZZ1-2rad/0.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC5	TR1/ZZ1-2rad/0.25	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC6	TR1/ZZ1-2rad/0.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC7	TR1/ZZ1-2rad/0.75	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé

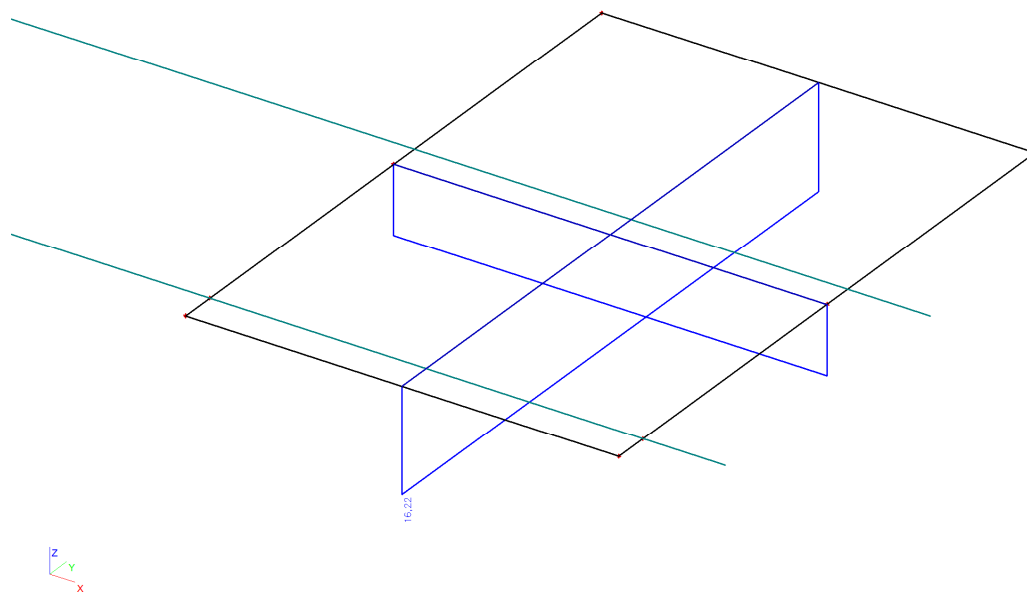
LC8	TR1/ZZ1-2rad/1.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC9	TR1/ZZ1-2rad/1.25	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC10	TR1/ZZ1-2rad/1.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC11	TR1/ZZ1-2rad/1.75	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC12	TR1/ZZ1-2rad/2.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC13	TR1/ZZ1-2rad/2.25	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC14	TR1/ZZ1-2rad/2.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC15	TR1/ZZ1-2rad/2.75	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC16	TR1/ZZ1-2rad/3.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC17	TR1/ZZ1-2rad/3.25	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC18	TR1/ZZ1-2rad/3.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC19	TR1/ZZ1-2rad/3.75	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC20	TR1/ZZ1-2rad/4.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC21	TR1/4NV-A/0.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC22	TR1/4NV-A/0.25	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC23	TR1/4NV-A/0.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC24	TR1/4NV-A/0.75	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC25	TR1/4NV-A/1.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC26	TR1/4NV-A/1.25	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC27	TR1/4NV-A/1.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC28	TR1/4NV-A/1.75	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC29	TR1/4NV-A/2.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC30	TR1/4NV-A/2.25	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC31	TR1/4NV-A/2.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC32	TR1/4NV-A/2.75	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC33	TR1/4NV-A/3.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC34	TR1/4NV-A/3.25	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC35	TR1/4NV-A/3.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC36	TR1/4NV-A/3.75	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC37	TR1/4NV-A/4.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC44	TR2/ZS STN/3.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC53	TR2/ZS STN/7.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC54	TR2/ZS STN/8.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC55	TR2/ZS STN/8.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC56	TR2/ZS STN/9.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC57	TR2/ZS STN/9.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC58	TR2/ZS STN/10.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC59	TR2/ZS STN/10.50	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC60	TR2/ZS STN/11.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC61	TR2/ZS STN/11.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC62	TR2/ZS STN/0.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC63	TR2/ZS STN/5.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC64	TR2/ZS STN/10.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé
LC65	TR2/ZS STN/15.00	Premenné	LG2	Statické	Štandard		Krátkodobé

Zaťažovacie skupiny

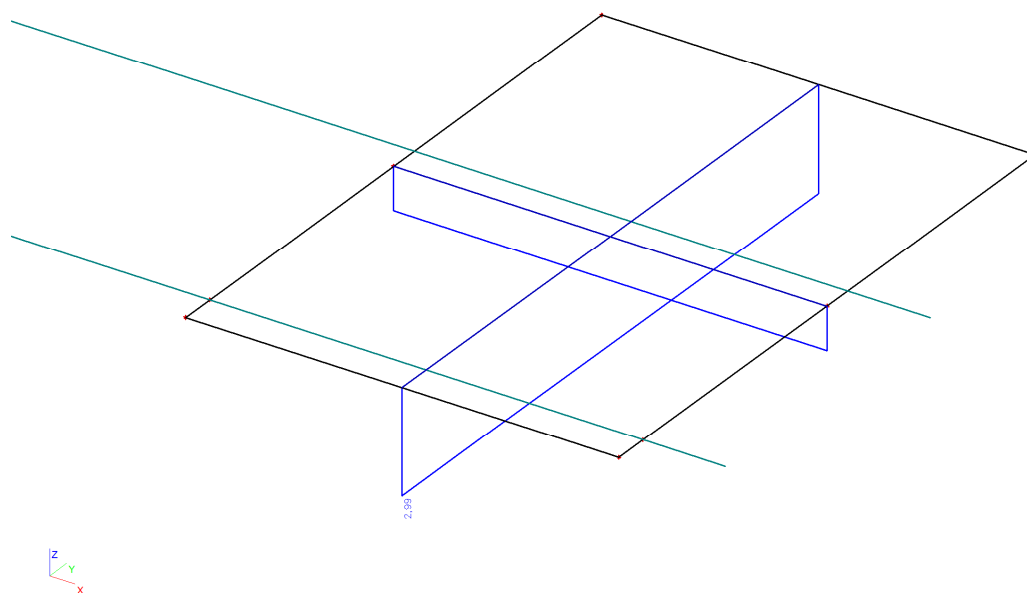
Názov	Zaťaženie	Špecifikácia	koef. 2
LG1	Stále		
LG2	Premenné	Výberová	Kat G : vozidlo >30kN

4.1.3 Vypočítané vnútorné sily

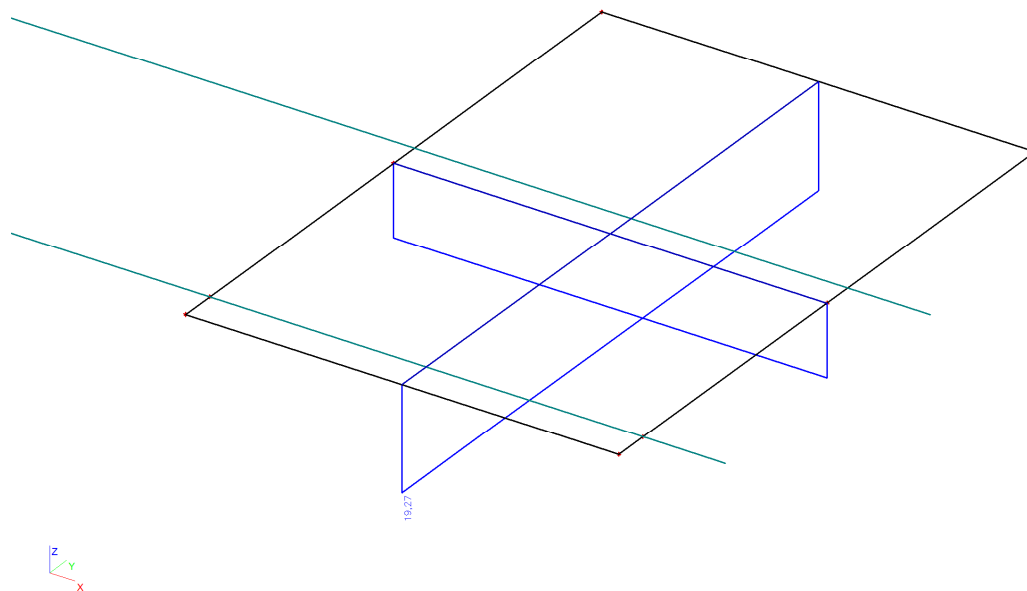
Vykreslené sú vnútorné sily (ohybový moment) v strede rozpätia (najnepriaznivejší prierez). Ohybový moment bol prepočítaný na rovnomernú hodnotu v celom pričnom reze mosta.



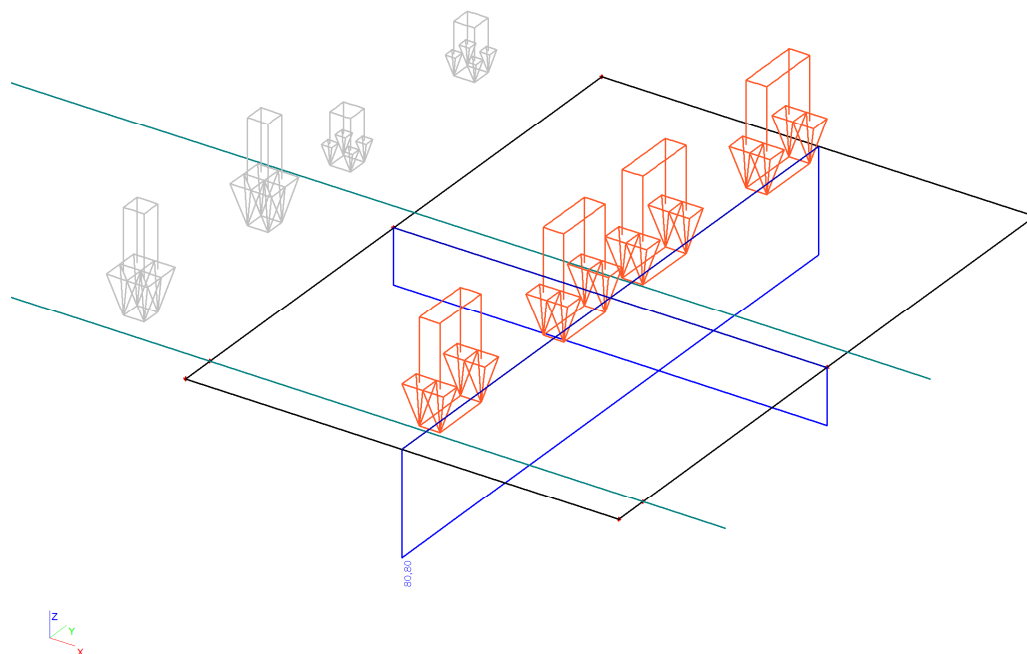
Ohybový moment M_y – vlastná váha



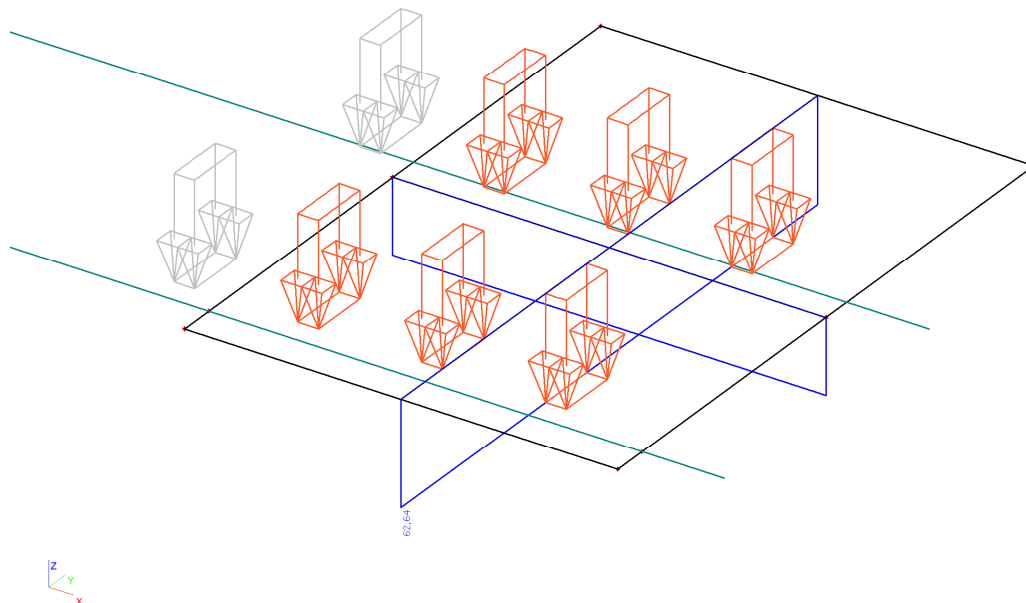
Ohybový moment M_y – rímsy



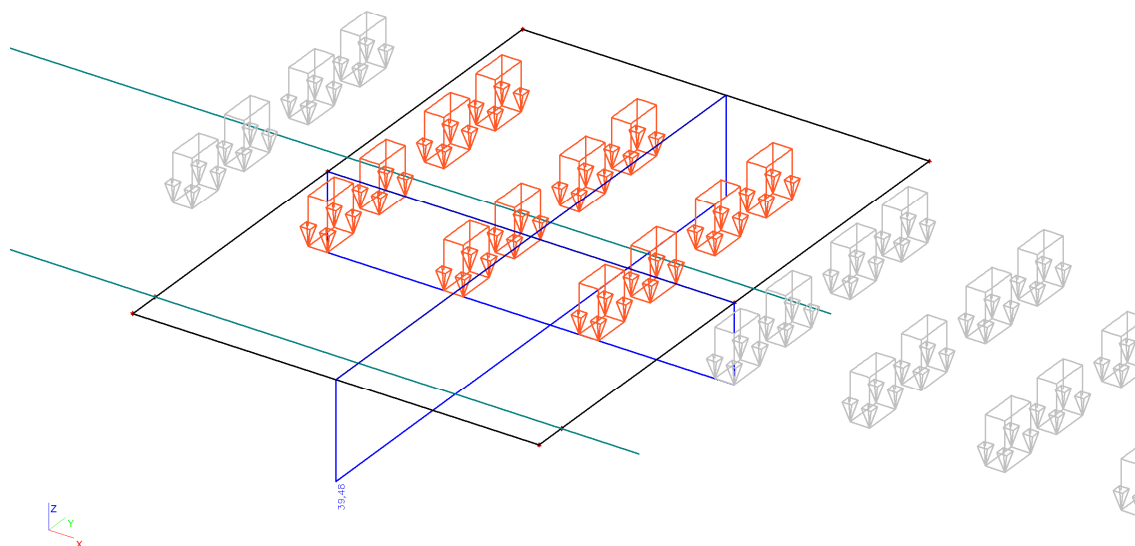
Ohybový moment M_y – vozovka



Postavenie zaťaženia a ohybový moment M_y – normálna zaťažiteľnosť



Postavenie zaťaženia a ohybový moment M_y – výnimočná zaťažiteľnosť



Postavenie zaťaženia a ohybový moment M_y – výhradná zaťažiteľnosť

4.1.4 Posúdenie – výpočet zaťažiteľnosti

Určenie momentu únosnosti dosky:

Zadané veličiny							
betón	C 20/25	$c_{min,b}$ (mm)	25	Δc_{dev} (mm)	10	n_1 (ks)	10,00
γ_c	1,50	$c_{min,dur}$ (mm)	20	\emptyset (mm)	10	n_2 (ks)	0,00
výstuž	B 500B	$\Delta c_{dur,\gamma}$ (mm)	0	\emptyset_{st} (mm)	8	n_3 (ks)	0,00
γ_s	1,15	$\Delta c_{dur,st}$ (mm)	0	b (m)	1,000	η	1,00
c (mm)	15	$\Delta c_{dur,add}$ (mm)	0	h (m)	0,300	M_{Ed} (kNm)	0,00
a (mm)	0						

Krytie výstuže a plocha hlavnej ťahovej výstuže

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$

$$c_{min} = 25 \text{ mm}$$



$$c_{st} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{st} = 35 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{st} + \emptyset_{st}$$

$$c_{nom} = 43 \text{ mm}$$

$$c \geq c_{nom}$$

$$c \geq 43 \text{ mm} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$d_1 = 0,020 \text{ m}$$

$$d = h - d_1$$

$$d = 0,280 \text{ m}$$

$$A_{s1} = (n_1 + n_2 + n_3) \cdot \pi \cdot \emptyset^2/4$$

$$A_{s1} = 7,85E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} = \max[(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d)/f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d]$$

$$A_{s,min} = 3,64E-04 \text{ m}^2$$



$$A_{s1} \geq A_{s,min}$$

$$A_{s1} \geq 3,64E-04 \text{ m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Stupeň vystuženia

$$\rho_1 = A_{s1}/(b \cdot d)$$

$$\rho_1 = 2,80E-03$$

$$\rho_{min} = 0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk}$$

$$\rho_{min} = 1,17E-03$$



$$\rho_1 \geq \rho_{min}$$

$$\rho_1 \geq 1,17E-03 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$$

$$f_{cd} = 13,333 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$$

$$f_{yd} = 426,087 \text{ MPa}$$

$$\text{predpoklad } f_{yd} = \sigma_{s1}$$

Výška tlačenej vrstvy betónu

$$x = (A_{s1} \cdot f_{yd})/(\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd})$$

$$x = 0,031 \text{ m}$$

$$\xi_{lim} = 700/(700 + f_{yd})$$

$$\xi_{lim} = 0,6216$$

$$\xi_{lim} \geq \xi$$

$$\xi_{lim} \geq 0,1120 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\xi \leq \xi_{max}$$

$$\xi \leq 0,4500 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Moment únosnosti

$$M_{Rd} = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,4x)$$

$$M_{Rd} = 89,502 \text{ kNm}$$



$$M_{Rd} \geq$$

$$\geq$$

$$M_{Ed}$$

$$89,502$$

$$\geq$$

$$0,00$$

$$\text{kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Účinky zaťaženia	$M_{y,k}$ [kNm]	γF	$M_{y,d}$ [kNm]	δ	$\delta \times M_{y,d}$ [kNm]
Vlastná váha	16,21	1,35	21,88	1,00	21,88
Rímsy	2,99	1,35	4,04	1,00	4,04
Vozovka	19,27	1,35	26,01	1,00	26,01
ZZ1 (Z_{nm}) * δ	80,80	1,50	121,20	1,50	181,80
4NV (Z_{vh}) * δ	62,64	1,50	93,96	1,50	140,94
ZS (Z_{vn}) * δ	39,48	1,50	59,22	1,05	62,18

Postup výpočtu zaťažiteľnosti:

Normálna zaťaž.: $Z_{nm} = ((M_{Rd} - M_{g+q}) \times 320) / M_{p,ZZ1}$

Výhradná zaťaž.: $Z_{vh} = ((M_{Rd} - M_{g+q}) \times 800) / M_{p,4NV}$

Výnimočná zaťaž.: $Z_{vn} = ((M_{Rd} - M_{g+q}) \times 1960) / M_{p,ZS}$

Kde: M_p – účinky dopravy pre príslušnú zaťažiteľnosť v kNm

M_{Rd} – moment únosnosti nosníka v kNm

320, 800, 1960 – hodnota plnej zaťažiteľnosti v kN

M_{g+q} – účinky vl. váhy a stálych zaťažení

Zaťažiteľnosť	[kN]
Normálna Z_{nm}	66,13
Výhradná Z_{vh}	213,24
Výnimočná Z_{vn}	1 184,16

5 VYHODNOTENIE A NÁVRH OPATRENÍ

5.1 Návrh opatrení

Na predmetnom mostnom objekte navrhujeme vykonať nasledovné opatrenia údržby, prípadne stavebné opatrenia na zlepšenie existujúce stavebno-technického stavu:

Okamžité opatrenia:

- Nezanedbávať pravidelnú prevádzkovú a stavebnú údržbu na mostnom objekte
- Osadiť aktuálne dopravné značenie informujúce o zaťažiteľnosti

Dlhodobé opatrenia:

S ohľadom na stav mostného objektu projektant odporúča začať s prípravou prestavby mostného objektu. Nakoľko sa jedná o most na konci životnosti (most starý 81 rokov), finančné prostriedky vynaložené na jeho prípadnú rekonštrukciu by boli minuté pravdepodobne neefektívne. Odporúčame preto demoláciu a výstavbu nového mostného objektu t.z. postupne začať s plánovacím, projekčným a finančným

zabezpečením stavby. Vzhľadom k potrebám mosta v danom bode odporúčame napríklad zvážiť úplné zrušenie mosta a jeho nahradenie napr. ranovým priepustom.

Na základe zistených porúch odporúčame upraviť stavebno-technický stav zo stupňa V. Zlý na stav VI. – Veľmi zlý.

5.2 Určenie predpokladanej ceny prestavby

Predbežný odhad nákladov na prestavbu mostného objektu:

Plocha NK mosta:	25 m ²
Jednotková cena pri podobnom rozsahu stavby:	2500 €/m ²
Celková cena na rekonštrukciu:	62 500 €

6 ZÁVER

Vyhodnotenie z hľadiska bezpečnosti cestnej premávky:

Mostný objekt nespĺňa podmienky súčasne platných predpisov ohľadom bezpečnosti. Na moste nie sú osadené schválené ani vyhovujúce ZBZ.

Vyhodnotenie z hľadiska zaťažiteľnosti:

Zaťažiteľnosť mostného objektu je nasledovná:

Normálna zať.:	Z_{nm} = 6,0 t	(znížená hodnota)
Výhradná zať.:	Z_{vh} = 21 t	(znížená hodnota)
Výnimočná zať.:	Z_{vn} = 118 t	

Zaťažiteľnosť bola určovaná na nosnej konštrukcii mosta. Spodná stavba nebola pre nedostatok údajov posudzovaná.

Vyhodnotenie z hľadiska stavebo-technického stavu:

V súčasnosti je most zatriedený do stupňa V. (zlý). Projektant navrhuje daný stupeň upraviť na VI. – Veľmi zlý. Dôvodom je nízka únosnosť nosnej konštrukcie a statické poruchy spodnej stavby mosta.

V Žiline, september 2015

Ing. Lukáš Rolko

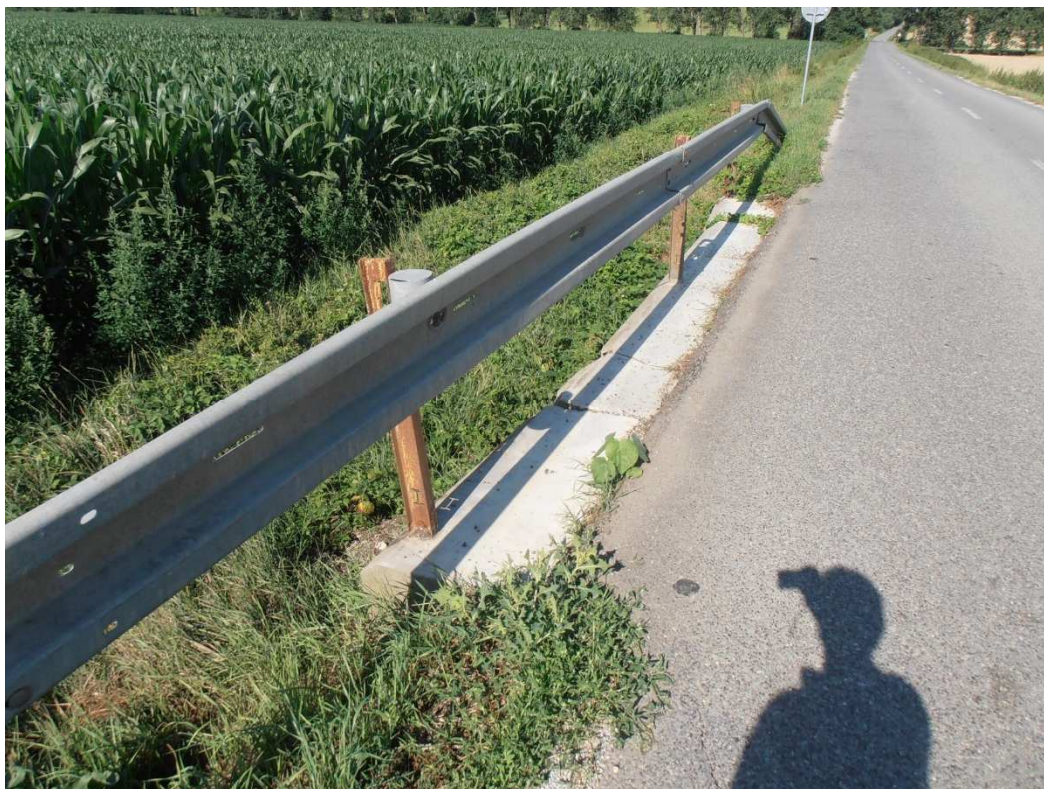
FOTODOKUMENTÁCIA



Vozovka na moste



Pohľad na poškodenú rímsu



Pohľad na rímsu a ZBZ z vozovky



Rozpad betónov opory 1



Rozpad betónov opory 2



Trhlina v opora č. 1



Pohľad na priestor pod mostom



Odokrytá nosná výstuž



Odokrytá nosná výstuž - zatekanie



Odokrytá nosná výstuž - zatekanie