

TASUM

Technical Assessment
of Structures and Maintenance

TASUM – Ing. PETER SLAŠŤAN, Štrková 10, SK-010 09 Žilina



Diagnostika mostného objektu ponad rieku Trnávka za Bernolákovou bránou v Trnave

máj 2011

Obsah

Literatúra	1
1. Úvod	3
2. Popis objektov	3
3. Súčasný stav objektov	5
4. Diagnostika materiálov konštrukčných prvkov.....	6
4.1 Betón nosnej konštrukcie.....	6
4.1.1 Pevnosť betónu v tlaku	6
4.1.2 Karbonatácia betónu	7
4.1.3 Obsah chloridov v betóne	7
4.2 Výstuž konštrukcie	7
5. Prepočet zaťažiteľnosti mostného objektu.....	9
5.1 Výpočet zaťaženia.....	9
5.2 Výpočet vnútorných síl.....	9
5.3 Výpočet momentov únosnosti mostovky.....	11
5.4 Zaťaženie pohyblivé.....	11
5.4.1 Zaťažiteľnosť normálna.....	11
5.4.1.1 Posúdenie prierezu na dovolené namáhania.....	13
5.4.2 Zaťažiteľnosť výhradná.....	15
5.4.3 Zaťažiteľnosť výnimočná.....	16
5.5 Posúdenie na šmyk.....	17
5.6 Rekapitulácia výsledkov.....	18
6. Zhrnutie výsledkov, závery a návrhy pre ďalší postup prác.....	19
6.1 Predpokladané náklady na opravu Mostného objektu 1	
7. Príloková časť	
A – Obrázková príloha	
B – Výkresová príloha	
C – Protokoly vykonaných skúšok betónu	

1. ÚVOD

Na základe cenovej ponuky zo dňa 17.04.2011 a ZoD č. 03/2011 zo dňa 12.05.2011 firma Ing. Peter Slašťan TASUM vykonala diagnostiku mostných objektov ponad rieku Trnávku za Bernolákovou bránou na Radlinského ul. v meste Trnava.

Cestný most na Radlinského ul. v intraviláne mesta Trnava premostňuje rieku Trnávka. Rok postavenia mostného objektu správcovi nie je známy z poskytnutých podkladov pre výkon diagnostiky sa odhaduje na 40-té roky minulého storočia. Na strane po vode je hneď v tesnej blízkosti druhý mostný objekt, ktorý v súčasnosti slúži pre peších užívateľov pôvodne slúžiaca ako objekt pre dopravné využitie. Jej súčasný stav a typ konštrukcie je možné pre rok postavenia odhadovať na 20-té roky. Počas prevádzky mostných objektov sa postup-ne začali prejavovať poruchy z funkčnosti a životnosti niektorých konštrukčných prvkov a taktiež poruchy, ktoré boli spôsobené minimálnou resp. žiadnou údržbou.

Na mostných objektoch boli pod vedením spracovateľa posudku vykonané diagnostické prehliadky v dňoch 16.05 a 19.05.2011. Počasie počas prehliadky bolo slnečné s teplotou 24 resp. 26 °C.

2. POPIS MOSTNÝCH OBJEKTOV

2.1 Mostný objekt 1

Mostný objekt je riešený ako trojpoľová konštrukcia z dosko-trámovej železobetónovej konštrukcie. Po statickej stránke je konštrukcia navrhnutá systémom konzolového vyloženia hlavného stredného pola cez obidve vnútorné podpery. Premostenie je kolmé, uhol kríženia je 90°. Objekt je smerovo umiestnený v priamej, niveleta mostu je v spáde od Bernolákovej brány na križovatku s ul. Hospodárskou.

Nosná dosko-trámová konštrukcia je navrhnutá zo 7-mich železobetónových trámov konštrukčnej výšky $h_t=950$ mm a šírky $b_t=350$ mm, osová vzdialenosť trámov je 1 200 mm. Hrúbka dosky trámovej konštrukcie je $h_d=190$ mm. Mostovka je stužená sústavou priečnikov v počte 3 vnútorné medzipodporové a 2 podporové na stredných podperách a 2 koncové na previslých koncoch. Stupujúce priečniky sú navrhnuté konštrukčnej výšky $h_p=650$ mm a šírky $b_p=250$ mm. Podporové priečniky na medzipodporách sú rovnakej výšky ako nosné pozdĺžne trámy ich šírka je $b_p=400$ mm. Svetlosť hlavného pola je 10 000 mm, konzolových vyložení 2 437 mm. Rozpätie hlavného pola je 10 525 mm, vyloženia sú 2x2 887 mm. Celková dĺžka nosnej konštrukcie je 16 300 mm. Uloženie na podpory je kĺbové, okrem podpory vnútornej na strane ku Bernolákovej bráne, ktoré je pevné a tak zachytáva všetky vodorovné sily. Vnútorné podpory sú nerovnakých rozmerov, kĺbová podpora je štíhlejšia šírky 250 mm zo železobetónu, druhá je masívnejšia šírky 800 mm z dôvodu vykrytia zachytenia vodorovných

účinkov. Založenie spodnej stavby je na pásach šírky 1 600 mm a 1 800 mm. Hĺbka založenia je 1 300 mm. Spodná stavba je po celej dĺžke opevnená reguláciou vodného toku v kombinácii nízkych železobetónových múrikov a obkladu z kameňa. Základné rozmery konštrukcií sú zrejmé s výkresových príloh. Celková dĺžka mostu je 16 300 mm.

Vozovka na moste je v usporiadaní: voľná šírka medzi zvýšenými obrubami odrazných pruhov je 7 800 mm. Obojstranne sú navrhnuté odrazné pruhy šírky 550 mm na strane proti vode. Šírka odrazného pruhu na strane napojením na chodníkovú časť (objekt 2) je 350 mm. Voľná šírka medzi zábradlím a odrazným pruhom je 7 800 mm. Celková šírka mostu je 8 425 mm. Na mostnom objekte je toho času zriadené jednostranne kovové trojmadlové zábradlie z valcovaných kovových profilov T a rovnoramenných L profilov. Stĺpiky sú výšky 1 040 mm profil T, madlá z profilov 40/40 mm v osových vzdialenostiach 345 mm. Výška zábradlia je 1040 mm (pozri výkres č.4)

2.2 Mostný objekt 2

Mostný objekt je riešený ako jednoložová dosko-trámovej železobetónová konštrukcia. Po statickej stránke je konštrukcia navrhnutá ako nosník obojstranne votknutý. Premostenie je kolmé, uhol križenia je 90°. Objekt je smerovo umiestnený v priamej, niveleta mostu je v spáde od Bernolákovkej brány na križovatku s ul. Hospodárskou.

Nosná dosko-trámová konštrukcia je navrhnutá z 2-och hlavných, krajných železobetónových trávov premenlivej konštrukčnej výšky od $h_t=1\,400$ mm v uložení po $h_t=450$ mm vo vrchole. Šírka hlavných trávov je $b_t=400$ mm. Zmena výšky je premenlivá v tvare paraboly. Osová vzdialenosť hlavných trávov je 4 100 mm, svetlosť je 3 800 mm. Hrúbka dosky trámovej konštrukcie je $h_d=200$ mm. Mostovka je stužená sústavou priečnikov v strednom poli sú 4 ks. Stužujúce priečniky sú navrhnuté konštrukčnej výšky $h_p=400$ mm a šírky $b_p=200$ mm. Svetlosť mostného pola je 10 000 mm. Rozpätie hlavného pola je 10 000 mm. Celková dĺžka nosnej konštrukcie je cca 11 000 mm. Založenie spodnej stavby je pravdepodobne plošné na pásach. Spodná stavba je po celej dĺžke opevnená reguláciou vodného toku v kombinácii nízkych betónových múrikov a obkladu z kameňa. Základné rozmery konštrukcií sú zrejmé s výkresových príloh. Celková dĺžka mostu je 11 200 mm.

Plocha na moste je v usporiadaní: voľná šírka medzi zvýšenými obrubami odrazných pruhov je 3 960 mm. Obojstranne sú navrhnuté odrazné pruhy šírky 370 mm na strane proti vode na strane po vode je šírka 350 mm. Voľná šírka medzi zábradlím a odrazným pruhom je 4 200 mm. Celková šírka mostu je 4 400 mm. Na mostnom objekte je jednostranne navrhnuté kovové trojmadlové zábradlie z valcovaných kovových profilov T a rovnoramenných L profilov. Stĺpiky sú výšky 1 000 mm profil T, madlá z profilov 40/40 mm v osových vzdialenostiach 345 mm. Výška zábradlia je 1 000 mm.

3. SÚČASNÝ STAV MOSTNÝCH OBJEKTŮ

Pre posúdenie súčasného stavebného stavu mostného objektu bola vykonaná diagnostická prehliadka, ktorou boli zistené nasledovné poruchy jednotlivých častí objektu:

3.1 Mostný objekt 1

Nosná konštrukcia - hlavné krajné trámy sú na spodných plochách a na zvislých stenách cez nefunkčnú hydroizoláciu a cez rímky zatečené (pozri prílohu obr. 4) a grafickú prílohu 6. Táto porucha je už dlhodobo pôsobiaca nakoľko degradácia betónu dosahuje úroveň za hlavnú výstuž a hlavná výstuž je napadnutá koróziou (pozri prílohu obr. 5).. U vnútorných tráv sa táto porucha objavuje miestne, zatekanie je spôsobené nefunkčnou izoláciou zatekanie je z priesakov cez dosku mostovky. Na stykoch dosky s priečnikmi sú výkveti na zvislých stenách priečnikov. Doska mostovky je zatečená takmer celoplošne, dlhodobé pôsobenie spôsobilo korózne splodiny s povrchovými napätiami a tým odokrytiu krycej vrstvy a tak koróziu hlavnej výstuže. Pokračujúcou koróziou dochádza k následnému odlupovaniu výstuže. Úbytok výstuže je u hlavnej výstuže tráv takmer 1,5 mm a dosky 0,8 mm. Dlhodobé pôsobenie zatekania je zrejmé aj z už narastených kvapľov v dĺžke cca 30 mm (pozri prílohu obr.6). Poruchy statického charakteru sa na mostnom objekte nediagnostikovali.

Spodná stavba – spodná stavba je pomerne v dobrom stave, stopy po zatekaní sú minimálne. V časti previslých krajných polí bolo zisťovanie súčasného stavu neprístupnosťou priestoru obmedzené len na prípadné pozorovanie okolia. Týmto sa diagnostikovala porucha vytlačenia betónového bloku na strane proti vode, ku Bernolákovej bráne sadnutím násypu pod vozovkou alebo príčinou vykonávanými prácami na položení plynového potrubia na úložné pchy (pozri obr. 1,3 a 7).

Svahy opevnenia koncových podopretí sú eróznym pôsobením rôzne poškodené, usadnuté. Odvodnenie rubu stredových opôr je nefunkčné, stekajúca voda sa hromadí vo voľnom priestore a agresívne pôsobí na svahy. Opevnenie regulácie toku sú uvoľnené, škárová malta je zvetralá v úrovni hladiny je rozpad muriva (pozri prílohu obr. 1 a 15).

Odrasné pruhy a rímky – rímky sú v celom rozsahu zatečené. Odrasné pruhy majú celoplošnú degradáciu povrchu, mechanické poškodenia, priečne trhliny (pozri prílohu obr. 1,8,9,10 a 11). Bezpečnostné zariadenie je poškodené od niekoľko násobného mechanického nárazu dopravy. Jeho však najväčším nedostatkom je konštrukcia, neodpovedá STN pre typ v intraviláne, je nebezpečné (pozri prílohu obr. 2,10 a 11)

Vozovka – vozovka má vyjazdené koľaje, priečne a pozdĺžne nerovnosti, trhliny asfaltové zálievky sú už rozpadnuté. Priečna nerovnosť je v oblasti prechodu na objekt od Bernolákvej brány čo odpovedá sadnutiu násypu, nefunkčnosti zriadeného odvodnenia rubu opory, vyplavovanie zeminy bokom, vytlačanie konštrukcie. Zriadenie prechodových dosiek v dobe prípravy a výstavby nepredpokladá. Odvodňovače sú úplne prekryté asfaltom, dodatočne urobené sú nefunkčné.

3.2 Mostný objekt 2

Nosná konštrukcia - hlavné krajné trámy sú na spodných plochách, zvislých stenách zatečené (pozri prílohu obr. 14,15 a 16) a grafickú prílohu 6. Vzhľadom na vek postavenia mostného objektu sa dá predpokladať, že izolácia nebola zriadená a konštrukčné úpravy počas prevádzky nie sú správcovi objektu známe. Pokiaľ hydroizolácia bola dodatočne

zriadená tak v súčasnosti si neplní svoju úlohu. Táto porucha je už dlhodobo pôsobiacou nakoľko degradácia betónu je rozsiahla, dosahuje úroveň za hlavnú výstuž a hlavná výstuž je napadnutá hĺbkovou koróziou (pozri prílohu obr.17). Na hlavných trámoch sa táto porucha objavuje celoplošne. Veľmi závažnou poruchou pre stabilitu objektu sú styky nosných prvkov trám, priečnik a doska (pozri prílohu obr.19) Doska mostovky je zatečená celoplošne, dlhodobé pôsobenie spôsobilo korózne splodiny s povrchovými napätiami a tým odokrytiu krycej vrstvy a tak koróziu hlavnej výstuže (pozri prílohu obr. 20 a 21). Pokračujúcou koróziou dochádza k následnému odlupovaniu výstuže. Úbytok výstuže je u hlavnej výstuže trámov takmer 2 mm a dosky 1,2 mm. Dlhodobé pôsobenie zatekania sú zrejmé aj z uchytenia vegetácie na spodných plochách dosky (pozri prílohu obr. 20).

Spodná stavba – celoplošné zatečenie z dosky spôsobilo povrchovú degradáciu betónu spodnej stavby (pozri prílohu obr. 14 a 16).

Odrasné pruhy a rímasy – rímasy sú v celom rozsahu zatečené, degradácia je pokročilá.

Vozovka – živý povrch mosta má minimálne poruchy (nerovnosti povrchu), vrstvy sú viackrát položené.

Na strane po vode sú v tesnej blízkosti uložené na samostatnej spodnej stavby z časti monolitické a z časti prefabrikované konštrukcie pre uloženie inžinierskych sietí. Upozorňujeme na súčasný stav prvkov i keď nie sú súčasťou mostných objektov (pozri prílohu obr. 15). Taktiež v priestore medzi rímou a týmito žb. konštrukciami sú v oceľových chráničkách uložené ďalšie vedenia.

4. DIAGNOSTIKA MATERIÁLOV KONŠTRUKČNÝCH PRVKOV

Diagnostika mostného objektu vychádzala za špecifikácie objednaných skúšok a prác. Na tomto základe bol vypracovaný program skúšania, ktorý vychádzal zo získaných informácií a dostupných údajov o mostnej konštrukcii. Ďalej zahrňoval účel skúšania, použité skúšobné metódy, druh skúšok, počet, rozmiestnenie a prípravu skúšobných miest, použité prístroje a spôsob vyhodnotenia.

4.1 Betón nosnej konštrukcie

4.1.1 Pevnosť betónu v tlaku

Pevnosť betónu v tlaku nosných konštrukcií mostoviek a spodných stavieb sa zisťovala Schmidovým tvrdomerom N, výrobné číslo N – 17 – 43762 a L , výrobné číslo L – 17 – 1738 podľa [3]. Skúšané miesta sa rozdelili na oblasti a to na oblasť nosnej konštrukcie – trámov, priečnikov, dosiek a spodnej stavby. Na každom konštrukčnom prvku sa vykonali po 3 skúšané miesta na stenách.

Z vypočítaných hodnôt pevnosti betónu v tlaku R_{bei} s nezaručenou presnosťou v MPa sa stanovila podľa [3] zaručená pevnosť betónu v tlaku R_{bg} .

Prehľad nameraných hodnôt pevností betónu na vybraných miestach nosných konštrukcií a spodných stavieb objektov sú uvedené v skúšobných protokoloch prílohovej časti správy. Výsledky sú použité pri výpočtoch zaťažiteľnosti.

4.1.2 Karbonatácia betónu

Stupeň karbonatácie betónu sa určovala z dôvodu ohrozenia výstuže koróziou kyslým prostredím. Karbonatácia betónu sa určovala na stanovených miestach nosnej konštrukcie na odobratých vzorkách súpravou German Instruments – Rainbow Indikátor. Na zisťovaných miestach konštrukčných prvkov bol zistený stupeň karbonatácie kyslosti od pH 5 do pH 7. Na spodnej stavbe bol zistený stupeň karbonatácie kyslosti pH 9 (pozri prílohu obr. č. 23 a 24).

Hĺbka skarbonátovanej vrstvy betónu mostovky je rozdielna na doskách, priečnikoch a trámoch. Na zatečených plochách dosky a priečnikoch s výkvetmi bola zistená hĺbka do 25 mm, t.j. nedosahuje úroveň hlavnej výstuže, výstuž konštrukčná je v skarbonátovanej vrstve betónu. Krajné hlavné trámy majú skarbonátovanú vrstvu za úroveň hlavnej výstuže a dosahujú hĺbku takmer 55 mm. Na prvkoch spodnej stavby je hĺbka skarbonátovanej vrstvy betónu len povrchová.

4.1.3 Obsah chloridov v betóne

Na odobratých vzorkách betónu bolo skúškami zistené napadnutie betónu difundovanými chloridmi len v okolí zatečených plôch, degradovaných a odpadnutých krycích vrstiev krajných trámov. Viazanosť na cementový tmel bolo zistené v hodnote 2,5-násobného prekročenia povolenej maximálnej prípustnej hranice pre železobetón, t.j. 0,06%. Na ostatných plochách zatečených prvkov bolo napadnutie difundovanými chloridmi v prípustnej tolerancii

4.2 Výstuž nosnej konštrukcie

Prítomnosť výstuže v betóne sa zisťovala jednak z dôvodu určenia skúšobných miest Schmidovým tvrdomerom N, overenia hrúbky krycej vrstvy, osovej vzdialenosti a priemeru hlavnej a konštrukčnej výstuže. Na skúšku sa použila pachometrická metóda – prístrojom PROFOMETER 4 s využitím bodovej a hĺbkovej sondy.

Diagnostickým meraním boli zistené nasledovné polohy, profily a počty betonárskej a konštrukčnej výstuže v jednotlivých konštrukčných prvkoch. V tabuľke sú uvedené hodnoty zistených profilov hlavnej a konštrukčnej výstuže.

Konštrukčný prvok	Výstuž hlavná Ø	Výstuž konštrukčná Ø	Krytie [mm]
Hl. trámy – objekt 1	8 Ø C 25	Štvorstr. Ø 8 á 300,150	27 – 30
Priečniky – objekt 1	4 Ø C 18	Dvojstr. Ø 8 á 200	8 – 25
Doska – objekt 1	7 Ø C12	5 Ø C10 á 225	7 – 20
Hl. trámy – objekt 2	5 Ø 24	Dvojstr. Ø12 á 200	0
Priečniky – objekt 2	5 Ø 16	Dvojstr. Ø12 á 150	0 – 25
Doska – objekt 2	6 Ø 14	Ø10 á 150	0 - 15

5. PREPOČET ZAŤAŽITEĽNOSTI MOSTNÉHO OBJEKTU

Prepočet zaťažiteľnosti je počítaný metódou porovnania momentov od náhodilého zaťaženia v dobe návrhu mostného objektu (príloha 7.) a normového zaťaženia (príloha 8., 9., 10. a 11.) v zmysle STN 73 62 03 zaťaženie mostov a využitia zistených parametrov betónu a výstuže (množstvo, typ a rozmiestnenie).

5.1 VÝPOČET ZAŤAŽENIA

A. Vlastná tiaž

Vlastná tiaž je vygenerovaná výpočtovým programom SCIA ESA PT. $\gamma_f = 1,1$

B. Dlhodobé zaťaženie

- rímsa..... $Ax25/\bar{s}=0,025.25/0,25 = 2,50 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1,2$
- vozovka..... $Ax22/\bar{s}=(0,12.8).22/8 = 2,65 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1,5$
- čadičové kocky..... $Ax30/\bar{s}=(0,04.8).30/8 = 1,2 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1,2$

Dynamický súčiniteľ pre zoskupenie zaťaženia I, II, a 4 – nápravové vozidlo je :

$$\delta = \frac{1}{0,95 - (1,4 \cdot L_D)^{-0,6}} = \frac{1}{0,95 - (1,4 \cdot 10,53)^{-0,6}} = 1,33 \lesseqgtr 1,5$$

$\geq 1,1$

Dynamický súčiniteľ pre konzolu $\delta = 1,4$

Dynamický súčiniteľ pre výnimočné zaťaženie je: $\delta = 1,05$

5.2 VÝPOČET VNÚTORNÝCH SÍL

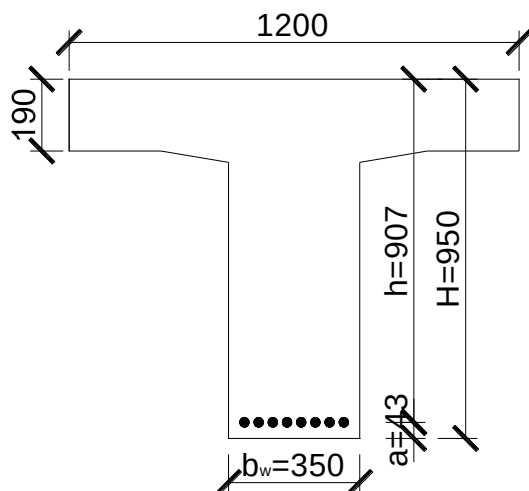
Výpočet vnútorných síl od stáleho zaťaženia a od pohyblivého zaťaženia v dobe návrhu mostného objektu je robený pomocou programu SCIA ESA PT (príloha 12., 13. a 14.).

5.3 VÝPOČET MOMENTU ÚNOSTNOSTI MOSTOVKY

Diagnostickým meraním boli zistené nasledovné polohy ,profily a počty betonárskej výstuže

Konštr. prvok	Výstuž hlavná $\varnothing$	strmienky $\varnothing$	Krytie (mm)
trám	8 $\varnothing$ 25	štvorstrižné $\varnothing$ 8	30

Moment únosnosti stred - prierez „5“



$$F = 8.4,91.10^{-4} = 39,27.10^{-4} m^4$$

$$C = 1,65 - \text{prevodný súčiniteľ ocele}$$

$$a = 0,043 m$$

$$h = 950 - 43 = 907 mm$$

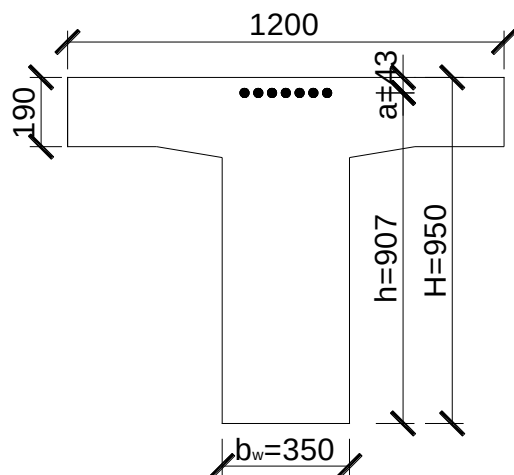
$$\mu = F.C.n.100/b_w.h = 39,27.10^{-4} \cdot 1,65.15.100/0,35.0,907 = 30,62 \rightarrow \delta = 0,84$$

$$z_b = \delta.h = 0,84.907 = 761 mm$$

Moment únosnosti

$$M_{\dot{u}} = F.C.z_b.\sigma_a = 39,27.10^{-4} \cdot 1,65.0,761.120.10^3 = \mathbf{591,72 kN.m}$$

Moment únosnosti podpera - prierez „10“



$$F = 7.4,91.10^{-4} = 34,36.10^{-4} m^4$$

$$C = 1,65 - \text{prevodný súčiniteľ ocele}$$

$$a = 0,043 m$$

$$h = 950 - 43 = 907 mm$$

$$\mu = F.C.n.100/b_w.h = 34,36.10^{-4} \cdot 1,65.15.100/0,35.0,907 = 26,73 \rightarrow \delta = 0,864$$

$$z_b = \delta.h = 0,864.907 = 784 mm$$

Moment únosnosti

$$M_{\text{ú}} = F \cdot C \cdot z_b \cdot \sigma_a = 34,36 \cdot 10^{-4} \cdot 1,65 \cdot 0,784 \cdot 120 \cdot 10^3 = 533,38 \text{ kN.m}$$

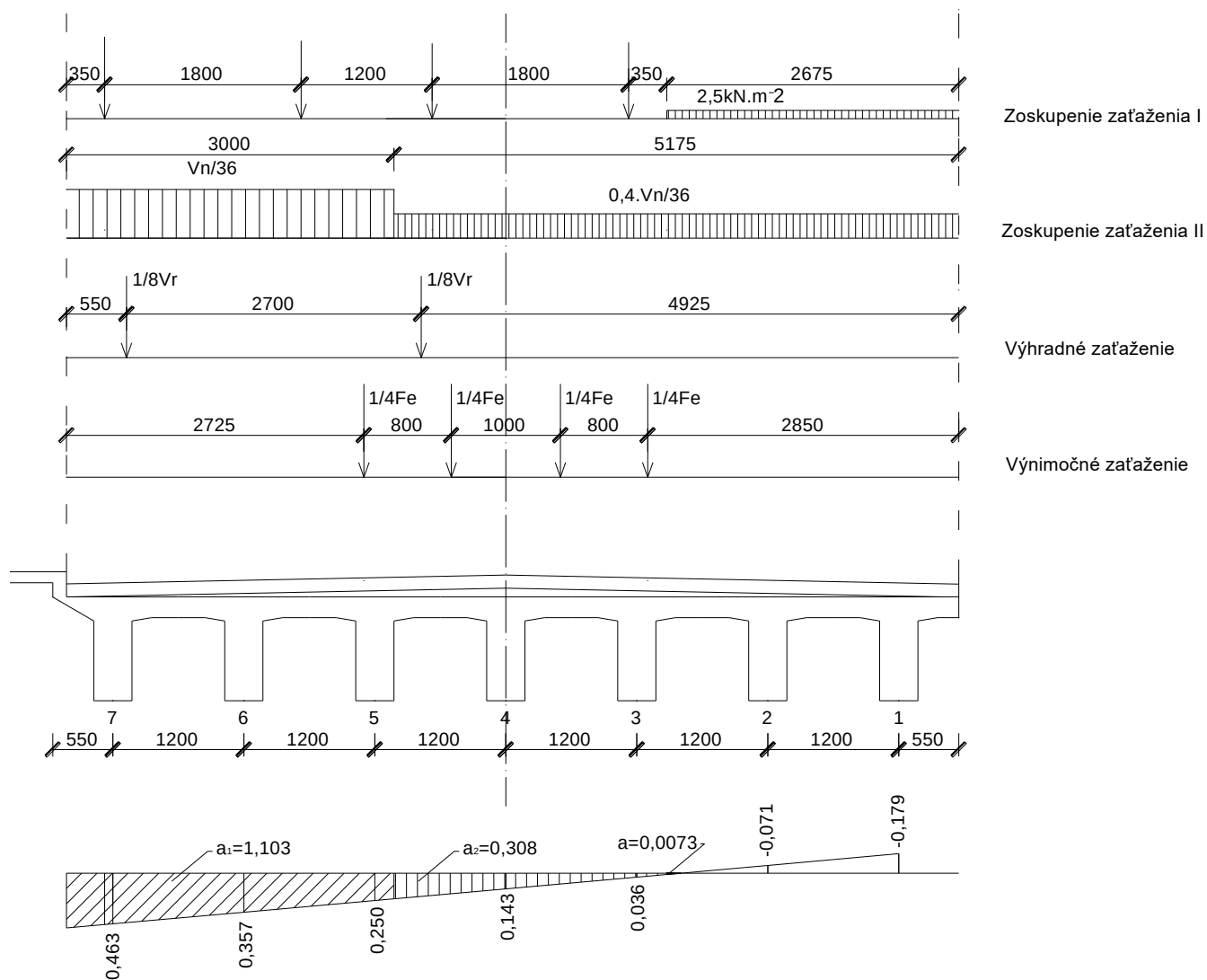
5.4 ZAŤAŽENIE POHYBLIVÉ

Pre výpočet priečného roznášania bola použitá metóda tuhého stĺžidla.

Jednotlivé zaťažovacie schémy sú umiestnené podľa STN 73 62 03 v najúčinnejších polohách vzhľadom na priečny a pozdĺžny smer.

5.4.1 ZAŤAŽITEĽNOSŤ NORMÁLNA

Zoskupenie zaťaženia I (príloha 8.)



- prierez „5“

- predná náprava

$$P_p = \frac{V_n}{8} \cdot (0,470 + 0,310 + 0,203 + 0,043) = 0,128 \cdot V_n$$

- zadná náprava

$$P_z = \frac{3V_n}{8} \cdot (0,470 + 0,310 + 0,203 + 0,043) = 0,385 \cdot V_n$$

- rovnomerné zaťaženie

$$p = 2,5 \cdot a = 2,5 \cdot 0,0073 = 0,0183 \text{ kN} \cdot \text{m}'$$

Výpočet momentu (príloha 15.)

$$\begin{aligned} M_{V_n}^5 &= P_z \Sigma \mu + P_p \Sigma \mu + v \cdot f = \\ &= 0,385 \cdot V_n \cdot 2,6315 + 0,128 \cdot V_n \cdot 1,1315 + 0,0183 \cdot 6,92 = 1,157 \cdot V_n + 0,13 \end{aligned}$$

Tiaž vozidla vypočítame z podmienky $M_{\dot{u}} > M_d$:

$$M_{\dot{u}} = 591,72 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

M_g - (príloha 12.)

$$M_d = M_g + \delta \cdot (1,157 \cdot V_n + 0,13) = 149,29 + 1,33 \cdot (1,157 \cdot V_n + 0,13) = 149,46 + 3,11 \cdot V_n$$

$$V_n = M_{\dot{u}} - M_d = 591,72 - 149,46 / 3,11 = 287 \text{ kN} < 320 \text{ kN}$$

$$28,7 \text{ t} < 32 \text{ t}$$

- prierez „10“

- zadná náprava

$$P_z = \frac{3V_n}{8} \cdot (0,470 + 0,310 + 0,203 + 0,043) = 0,385 \cdot V_n$$

Výpočet momentu (príloha 16.)

$$M_{V_n}^{10} = P_z \Sigma \mu = 0,385 \cdot V_n \cdot 2,6315 = 1,1076 \cdot V_n$$

Tiaž vozidla $M_{\dot{u}} > M_d$:

$$M_{\dot{u}} = 533,38 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

M_g - (príloha 12.)

$$M_d = M_g + \delta \cdot (1,1076 \cdot V_n) = 103,96 + 1,4 \cdot (1,1076 \cdot V_n) = 103,96 + 1,55 \cdot V_n$$

$$V_n = M_{\dot{u}} - M_d = 533,38 - 103,96 / 1,55 = 277 \text{ kN} < 320 \text{ kN}$$

$$27,7 \text{ t} < 32 \text{ t}$$

5.4.1.1 POSÚDENIE PRIEREZU NA DOVOLENÉ NAMÁHANIA

Prierez „5“ posúdime ešte za predpokladu že pôsobí $V_n=28 \text{ t}$ a betón je podľa diagnostických meraní 250 f (B20).

Dovolené namáhanie betónu v tlaku : $\sigma_{b,dov} = 11,5 \text{ MPa}$

Dovolené namáhanie výstuže v ťahu: $\sigma_{a,dov} = 120 \text{ MPa}$

Poloha neutrálnej osi prierezu „5“

$$z_b = h - 0,5 \cdot e$$

$$e = \frac{h - z_b}{0,5} = \frac{0,907 - 0,761}{0,5} = 0,292 \text{ m}$$

Moment zotrvačnosti prierezu „5“

$$J = \frac{1}{3} \cdot b \cdot e^3 + n \cdot F \cdot (h - e)^2 = \frac{1}{3} \cdot 0,35 \cdot 0,292^3 + 15,39,27 \cdot 10^{-4} \cdot (0,907 - 0,292)^2 = 0,0461 \text{ m}^4$$

Dimenzačný moment

$$M_d = M_g + \delta \cdot (1,157 \cdot V_n + 0,13) = 149,29 + 1,33 \cdot (333,3) = 592,60 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Napätie betónu v tlaku:

$$\sigma_b = \frac{M_d \cdot e}{J} = \frac{592,6 \cdot 0,292}{0,0461} = 3,75 \text{ MPa} < 11,5 \text{ MPa} \text{ vyhovuje}$$

Napätie výstuže v ťahu:

$$\sigma_a = n \cdot \frac{M_d \cdot e}{J} = 15 \cdot \frac{592,6 \cdot 0,292}{0,0461} = 118,58 \text{ MPa} < 120 \text{ MPa} \text{ vyhovuje}$$

Pri normálnej zaťažiteľnosti a pri uvažovaní súčasného stavu mostného objektu prierez „5“ vyhovuje podmienkam pre napätie betónu a výstuže.

Zoskupenie zaťaženia II (príloha 9.)

- prierez „5“
- prierez „10“

5.4.2 ZAŤAŽITEĽNOSŤ VÝHRADNÁ

Štvornápravové vozidlo (príloha 10.)

- prierez „5“
- prierez „10“

5.4.3 ZAŤAŽITEĽNOSŤ VÝNIMOČNÁ

Výnimočné zaťaženie (príloha 11.)

- prierez „5“
- prierez „10“

5.5 POSÚDENIE NA ŠMYK

Posúdenie urobíme v priereze „10“ pre vozidlá normálnej zaťažiteľnosti 32 t, vozidlo výhradnej zaťažiteľnosti 80 t .

5.6 REKAPITULÁCIA VÝSLEDKOV

Zaťažiteľnosť mostného objektu je:

Zaťažiteľnosť	Zaťaženie		Výpočtová	Výsledná
Normálna V _n	Zoskupenie zaťaženie I	"5" 28,7 t	27,7 t	25 t
		"10" 27,7 t		
Normálna V _n	Zoskupenie zaťaženie II	"5" 140 t	140 t	
		"10" 215,8 t		
Výhradná V _r	Štvornápravové vozidlo	"5" 49,59 t	49,59 t	45 t
		"10" 73,4 t		
Výnimočná V _e	Výnimočná súprava	"5" 411,6 t	411,6 t	105 t
		"10" 901,6 t		

Výsledné hodnoty zaťažiteľnosti sú pre súčasný stav mostného objektu, pre prípad jeho zaradenia správcom do projekčnej prípravy s následným vykonaním sanačných prác.

Ponechanie objektu v súčasnom stave bude nutné vykonávať pravidelné prehliadky a zaťažiteľnosť ponížiť na hodnoty:

$$V_n = 15 \text{ t}$$

$V_r = 30 \text{ t}$

$V_e = \text{neuvažovať}$

Pokiaľ bude odstránená ťažká čadičová vozovka zaťažiteľnosť bude vyššia výsledky upraví spracovateľ prepočtu.

6. ZHRNUTIE VÝSLEDKOV, ZÁVERY A NÁVRHY PRE ĎALŠÍ POSTUP PRÁČ

Z výsledkov vykonanej diagnostickej prehliadky mostných objektov na Radlinského ul. v meste Trnava možno urobiť nasledovné závery:

- Mostný objekt 1 je poznačený vekom svojej funkčnosti a čiastočne aj zanedbanou údržbou a nie najlepšie vyriešenými detailmi pri stavebných úpravách (odvodnenie, vešanie inžinierskych sietí). Stavebné práce rozsahu opráv sa mali na tomto mostnom objekte pripraviť a realizovať tak v rokoch 90 tých.
- Zabezpečenie ďalšej bezpečnej funkčnosti a životnosti mostného objektu si bude vyžadovať vypracovanie sanačného projektu konštrukčných prvkov a najmä kompletnú výmenu mostného zvršku. Po odokrytí dosky nosnej konštrukcie sa predpokladá jej sanácia. Zriadenie novej izolácie a asfaltových vrstiev vozovky. Taktiež odľahčenie mosta a tým zvýšenia zaťažiteľnosti sa počítajú odstránením čadičovej konštrukcie vozovky. Šírkové usporiadanie bude potrebné riešiť *v celkovom dopravnom systéme križovatky* nakoľko mostný objekt na vtokovej strane bude pre zaťaženie dopravou nevyhovujúci a ani jeho oprava pre využitie pešej komunikácie bude neekonomická.
- Nosná konštrukcia si bude vyžadovať vykonanie bežných sanačných opráv, po ktorých objekt môže slúžiť predpokladanému zaťaženiu podľa vykonaného prepočtu
- Spodná stavba – má bežné poruchy životnosti, po vykonaných sanačných prácach môže naďalej a spoľahlivo plniť svoju funkciu
- Pri sanačných prácach bude potrebné počítať s bežným pracovným postupom od prípravy podkladu, reprofiliáciu a doplnenie geometrie prvkov. Pri malom krytí bude potrebné počítať s doplnením krycej vrstvy betónu na 30 mm.
- *Príprava sanačného projektu a jeho realizácia musí byť čo v najkratšom čase nakoľko degradácia v tomto stupni už pokračuje a zhoršuje stavebný stav veľmi rýchlo*

Na základe diagnostickej prehliadky zisteného súčasného stavu hodnotíme stavebný stav objektu na

V. s t a v z l ý

- Mostný objekt 2 je silne poznačený vekom svojej funkčnosti a čiastočne aj zanedbanou údržbou a nie najlepšie vyriešenými detailmi pri stavebných úpravách (odvodnenie, izolácia, preťaženie vrstvami asfaltového krytu). Mostný objekt je konštrukčne dobre riešený a v čase jeho prípravy [2] a výstavby pre pohyblivé zaťaženie bol plne funkčný. Pre súčasné potreby pohyblivého zaťaženia by už nevyhovoval ani pri dobrom stavebnom stave bez stavebných úprav napr. zosilnenia. Pre potreby využitia pešej komunikácie bolo zaťaženie rovnakej hodnoty ako dnes lenže poruchy sú tak rozsiahle, že ani rekonštrukčné práce bežných spôsobov (ako navrhované u objektu 1), by nezabezpečovali jeho dlhodobejšiu bezpečnú prevádzku a životnosť. Projekt statického zosilnenia a jeho realizácia by bola nákladná a neekonomická. Pre tieto skutočnosti doporučujeme mostný objekt asanovať a postaviť nový.
- Do rozhodnutia ďalšieho postupu upozorňujem na pravidelné vykonávania prehliadok so zameraním sa na popísané poruchy zatekania a styčným trám, priečnik a doska, aby nedošlo ku kolapsu s následným zrútením. Náhodný prechod automobilu aj jedným kolesom môže spôsobiť na konštrukcii haváriu. Pri tak širokom chodníku sa bežne užívatelia chránia nízkou fyzickou zábranou.

**Na základe diagnostickej prehliadky zisteného súčasného stavu
hodnotíme stavebný stav objektu na**

VI. stav veľmi zlý

V Žiline, 25.05.2011

Ing. Peter Slašťan
Ing. Peter Slašťan, ml.
Ing. Martina Kelemachová

PRÍLOHOVÁ ČASŤ VÝKRESOVÁ

1. Pôdorys
2. Pozdĺžny rez – Mostný objekt 1
3. Pozdĺžny rez – Mostný objekt 2
4. Priečny rez – Mostné objekty
5. Grafické znázornenie porúch nosnej konštrukcie pri pohľade zospodu MO 1
6. Grafické znázornenie porúch nosnej konštrukcie pri pohľade zospodu MO 2
7. Náhodilé zaťaženie v zmysle [1]
8. Náhodilé zaťaženie v zmysle [8]
9. Náhodilé zaťaženie v zmysle [8]
10. Náhodilé zaťaženie v zmysle [8]
11. Náhodilé zaťaženie v zmysle [8]
12. Moment od stáleho zaťaženia a vlastnej tiaže
13. Moment od náhodilého zaťaženia v zmysle [1]
14. Priečna sila od stáleho zaťaženia a vlastnej tiaže
15. Vplyvová čiara momentu pre prierez „5“
16. Vplyvová čiara momentu pre prierez „10“
17. Vplyvová čiara priečnej sily pre prierez „10“

PRÍLOHOVÁ ČASŤ OBRÁZKOVÁ

Obr. č.1 Celkový pohľad na mostné objekty

OBJEKT 1

Obr. č.2 Pohľad na súčasný stav vozovky

Obr. č.3 Priečne sadnutie vozovky smerom ku Bernolákovej bráne

Obr. č.4 Pohľad na súčasný stav NK mostovky

Obr. č.5 Detail obnaženej výstuže hlavného trámu, celoplošné zatečenie konzolovej časti dosky mostovky

Obr. č.6 Pohľad na kvapel z otvoru dosky mostovky

Obr. č.7 Celkový pohľad na rímsu

Obr. č.8 Detail trhliny rímsy

Obr. č.9 Detail stavu ukončenia rímsy pri prechod na Hospodársku ul.

Obr. č.10 Detail súčasného stav povrchu rímsy

Obr. č.11 Detail stavu rímsy a dosky mostovky v konzolovej časti

Obr. č.12 Detail vyustenia odvodňovača

Obr. č.13 Detailný pohľad na priečnik a dosku NK

OBJEKT 2

Obr. č.14 Pohľad na súčasný stav NK mostovky

Obr. č.15 Pohľad na nosný trám mostovky s napojením na kabelovod a ich stav

Obr. č.16 Pohľad na druhú stranu s napojením na objekt 1, súčasný stav NK

Obr. č.17 Pohľad na súčasný stav trámu mostovky s obnaženou výstužou

Obr. č.18 Pohľad na súčasný stav trámu a dosky NK v časti napojenia na oporu

Obr. č.19 Detail styku NK trám, priečnik, doska

Obr. č.20 Detail poruchy NK s trhlinou v doske a rozsiahlym zatečením NK

Obr. č.21 Detail súčasného stavu dosky mostovky

Obr. č.22 Detail ukončenia rímsy objektu 2 s napojením na krídlo objektu

Obr. č.23 Porovnanie sfarbenia stupňa karbonatácie betónu NK so skúšobným Indikátorom Germann Instruments, test na hlavnom tráme T1

Obr. č.24 Porovnanie sfarbenia stupňa karbonatácie betónu NK so skúšobným Indikátorom Germann Instruments, test na hlavnom tráme T7

Poznámka: Z textovej časti a prepočtu sú vybraté z kompletnej správy len časti, taktiež neuvádzame časti výkresových príloh.

