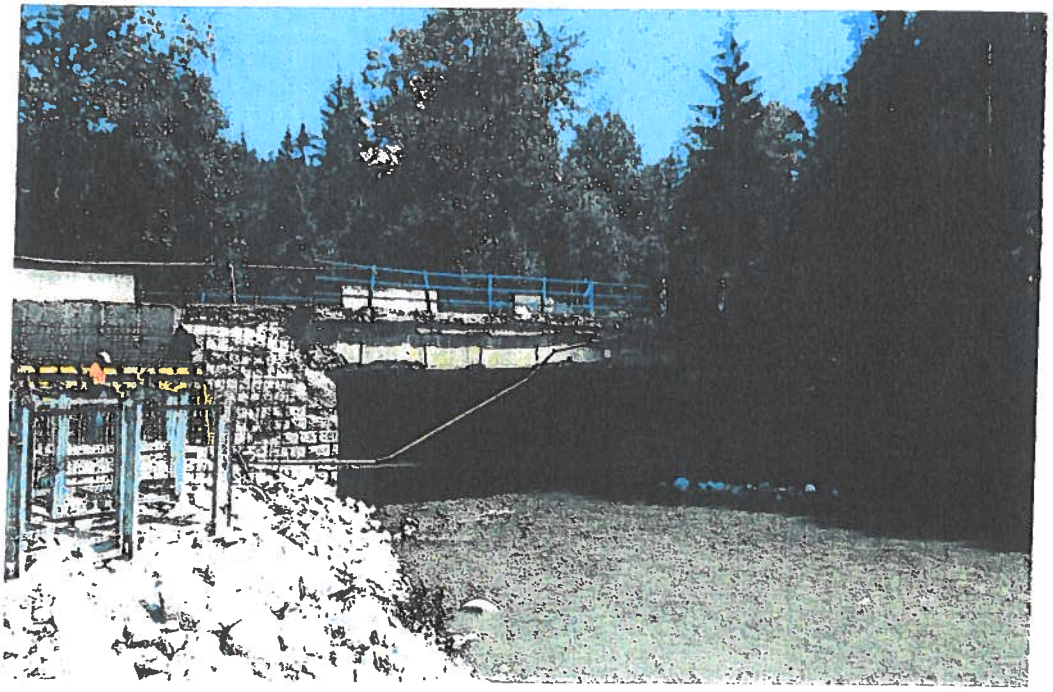
TASUM

Technical Assessment
of Structures and Maintenance

TASUM, s.r.o., Štrková 10, SK-010 09 Žilina



Diagnostika mostného objektu na I / 66 Podspády, most č.66 – 083, po havárii spôsobenej potoka Javorina

august 2018

Ing. Peter SLAŠŤAN
autorizovaný stavebný inžinier
1572 * A * 3-1
Statika stavieb

6

Obsah

Literatúra 1
1. Úvod 3
2. Popis objektu 3
3. Súčasný stav objektu 4
4. Diagnostika materiálov konštrukčných prvkov 4
4.1 Betón nosnej konštrukcie 5
4.1.1 Pevnosť betónu v tlaku 5
4.1.2 Karbonatácia betónu 5
4.1.3 Obsah chloridov v betóne 5
4.2 Výstuž nosnej konštrukcie 6
5. Prepočet zaťažiteľnosti mostného objektu 7
5.1 Normálna zaťažiteľnosť v času návrhu M.O. 7
5.2. Normálna zaťažiteľnosť 12
5.3 Výhradná zaťažiteľnosť 16
5.4 Výnimočná zaťažiteľnosť 16
5.5 Rekapitulácia výsledkov 18
6. Hydrotechnický výpočet 19
6.1 Identifikačné údaje 19
6.2 Základné technické parametre 19
6.3 Podklady pre výpočet 19
6.4 Postup výpočtu 21
6.5 Hydrotechnický výpočet 21
7. Zhrnutie výsledkov, závery a návrhy pre ďalší postup prác 22
8. Prílohová časť

A – Výkresová príloha
B – Obrázková príloha
C – Protokoly vykonaných skúšok betónu

LITERATÚRA

[1] Předpisy pro železniční a silniční mosty. Část I Praha 1951

[2] Protokol z hlavnej prehliadky vykonaný správcom objektu dňa 25.10.2011

[3] Mostný list IVSC Košice

[4] STN 73 1373 Tvrdomerné metódy skúšania betónu, 1983

[5] STN 73 2400 Zhotovenie a kontrola betónových konštrukcií (zmena a, b, c), 1988

[6] STN 73 6220 Evidencia mostov na diaľniciach, cestách a miestnych komunikáciách (zmena a, b), 1976

[7] STN 73 6221 Údržba mostov na diaľniciach, cestách a miestnych komunikáciách, 1976

[8] STN 73 2011 Nedeštruktívne skúšanie betónových konštrukcií, 1968

[9] STN 73 6203 Zaťaženie mostov, zmena a, b, 1986

[10] Slašťan P, Sokolík A Zemko Š. Betónové mosty –Prepočet zaťažiteľnosti cestných mostov, 1990

[11] Kol. autorov Pomôcka pre určovanie zaťažiteľnosti starších mostov, 1989

[12] Bolha Betónové mosty I., 1988

[13] GERMANN INSTRUMENTS - meracia technika

[14] Softver - SCIA ESA PT licencia č. 7029

[15] Prehliadka in situ

1. ÚVOD

Na základe cenovej ponuky zo dňa 31.07.2018 bola u spoločnosti TASUM, s.r.o. Žilina objednaná dňa 01.08.2018 pod č. O-638/6370/2018 zákazka na diagnostiku mostného objektu za účelom zistenia súčasného stavu po mimoriadnej situácií dňa 19.07.2018 doplnenia podkladov pre výpočet zaťažiteľnosti a záverov pre ďalšie využitie mostného objektu.

Cestný most v intraviláne obce Tatranská Javorina časť Podspády premosťuje rieku Javorina. Rok postavenia mostného objektu z poskytnutých podkladov pre výkon diagnostiky je 1953.

Na mostnom objekte boli pod vedením spracovateľa posudku vykonané diagnostické prehliadky v dňoch 03, 04.08. a 08.08. 2018. Počasie počas prehliadok bolo slnečné s teplotami 26 - 28 °C.

2. POPIS MOSTNÉHO OBJEKTU

Mostný objekt na štátnej ceste I - 66/83 premosťuje v obci Tatranská Javorina časť Podspády potok Javorina. Premostenie je kolmé, uhol kríženia je 90°. Komunikácia na moste je v priamej, v pozdĺžnom sklone do obce 1,35%.

Mostný objekt je jednopoľová, železobetónová trámová konštrukcia. V priečnom reze je navrhnutých šesť trámov v osovej vzdialenosti 2,10 m so svetlosťou medzi nimi l_o = 1,66 m, výška trámov je h_t = 1,10 m a šírka b_t = 0,44 m. Stuženie je zabezpečené dvomi medziľahlými stužidlami výšky h_p = 0,9 m, šírky b_p= 0,30 m a dvomi koncovými stužidlami výšky ht = 1,100 m a šírky bt = 0,30 m

Svetlosť mostného otvoru je 15,00 m. Premostenie je dĺžky 15,0 m a rozpätie 15,60 m

Vozovka na moste je v usporiadaní: šírka medzi zvýšenými obrubami odrazných pruhov je 10,00 m, odrazné pruhy sú šírky 2 x 0,80 m. Svetlá šírka medzi zábradlím je 11,00 m, celková šírka mosta je 11,60 m.

Bezpečnostné zábradlie je zriadené z oceľových valcovaných profilov. Jeden dielec zábradlia v module 2 000 mm pozostáva zo stĺpkov I 100 výšky 1030 mm a troch madiel Ø 52 mm.

Uloženie na dve brehové opory je prostredníctvom betónových ložísk. Na strane do obce Podspády sú ložiská kĺbové na strane do Tatranskej kotliny sú ložiská pevné. Dve brehové opory sú betónové gravitačné, založenie je plošne. Opory sú obložené obkladom z travertínových kvádrov, úložné prahy sú železobetónové výšky 0,660 mm a 1,00 m šírky. Ukončenie spodnej stavby je krátkymi rovnobežnými krídlami bez dilatácií. Dĺžky opôr spolu s krídlami sú 4 500 mm resp. 5 180 mm. Opory sú po celej dĺžke chránené brehom potoka. Pod mostom sú svahy spevnené dlažbou z lomového kameňa a zriadenými bermami. Ukončenie je pokračujúcim korytom. Na strane do Tatranskej kotliny je koryto tvorené rozpukanou bridlicou, bohato prerastenou vegetáciou, ktorá spôsobuje rozpad horniny. Na strane ľavej v smere toku potoka je breh tvorený úpravou štrkovej naplaveniny s obsahom kamenných balvanov. Výška brehovej úpravy tejto strany koryta bola nedostatočná a spôsobila súčasný stav. Základné rozmery konštrukcií sú zrejmé s výkresových príloh. Celková dĺžka mostu je 23 000 mm.

3. POPIS SÚČASNÉHO STAVU

Nosná konštrukcia – nosná konštrukcia trámy majú poruchy spôsobené nefunkčnými konštrukčnými prvkami hornej stavby. Nefunkčná hydroizolácia na mostovke bola dlhodobá nakoľko vápenaté výluhy sú celoplošné, kvaple sú rozmerovo odpovedajúce taktiež dlhodobému zatekaniu. Okrem nefunkčnej hydroizolácie aj stav ríms, dôsledok položených ďalších vrstiev živičných krytov (toho času takmer 200 mm). Zatekanie zvislých plôch krajných trámov spôsobilo karbonatáciu betónu s následnou koróziou hlavnej a konštrukčnej výstuže. Pri korózií výstuže vznikajú napätia v plochách styku s betónom, kedy dochádza ku vzniku povrchových trhlín s následným odlupovaním betónu. Tieto poruchy sa na zvislých stenách krajných trámov vo veľkom rozsahu diagnostikovali. Karbonatácia betónu sa naplno prejavila až po druhú radu hlavnej výstuže, hlavná výstuž má 30% úbytku z profilu zistenej výstuže na vnútorných trámoch. Vodorovné povrchové trhliny s vápenatými výluhmi majú hĺbku takmer 40 mm a zasahujú do dvoch profilov krajnej výstuže. Tieto poruchy sa diagnostikovali aj na koncových priečnikoch a spodných plochách dosky v oblasti krajných trámov (pozri obrázkovú prílohu). Koróziu hlavnej a konštrukčnej výstuže spôsobilo aj malé krytie betónom. Konštrukčná výstuž je hlavne viditeľná na spodných plochách krajných trámov. Poruchy statického charakteru spôsobené udalosťou neboli diagnostikované na hlavných trámoch.

Spodná stavba – na spodnej stavbe sa nediagnostikovali statické poruchy po mimoriadnej situácií. Zistené poruchy sú dlhodobejšie, spôsobené zatekaním cez dilatácie a nefunkčné rímsy. Na zvislých stenách úložných prahoch bola zistená karbonatácia kyslosti pH 7 do hĺbky 56 mm. Okrem rozpadu betónu sa na úložných prahoch diagnostikovala vegetácia v plošnom pôsobení aj na obklad v častiach driekov. Betón úložných prahov má nízke percento jemných častíc. Záverné stienky spodnej stavby sú napadnuté karbonatáciou do hĺbky 27 mm, plošne s uchytenou vegetáciou. Kamenný obklad je v dobrom stave, miestne v min. plochách je vyplavená škárová malta. Ochrana spodnej stavby kamennými bermami je v dobrom stave bez porúch. Krídla na strane proti vode sú neudržiavané majú aj chýbajúce kamene obkladu s absenciou škárovej malty. Okolie je silne zarastenej vegetáciou uchytené aj v obklade, spôsobuje jeho degradáciu. Krídlo na strane do Podspádov na strane po vode bolo v hornej časti prúdom vody narušené, kamenný obklad sa plošne uvoľnil s následným plošným rozpadom a odplavením. Postupne došlo ku vymytiu aj betónovej časti krídla a úplnej deštrukcii rímsy. Táto situácia nemala vplyv na založenie spodnej stavby a po sanácií je možné konštrukciu bezpečne využiť. Toho času sa v tejto časti zriaďuje nové krídlo, základová škára je cca 500 mm nad základovou škárou pôvodnej opory.

Vozovka – vozovka niekoľko násobne novo položená (zistenej hrúbky 180 – 220 mm), má celoplošné nerovnosti vyjazdené koľaje a trhliny. Výšková nerovnosť medzi obrusnou vrstvou a časti krajnice je 170 mm (pozri výkres priečny rez a obr. 12). Táto nerovnosť v priečnom sklone vozovky je nebezpečná pre prechod užívateľov mostného objektu a podľa STN neprípustná bez dopravného označenia. Bezpečnostné zariadenie je už poškodené od nárazov vozidiel, nestabilné stavom ríms a tiež konštrukčne neodpovedajúce svojho situačného umiestnenia (pozri obr.10 a 12).

Ostatné – na strane do Podspádov je nosná konštrukcia uložená na betónové ložiská s možnosťou kĺbového pootočenia. Ložiská sú rozrušené v časti uloženia trámov (kĺbové zúženie) čo odpovedá nedostačnému umožneniu pohybu mostovky (pozri obr. 13). Ložisko na strane do Tatranskej Kotliny krajného trámu na strane proti vode má viditeľný odklon od zvislej

roviny. Táto porucha je spôsobená stavom povrchu úložného prahu (rozpad betónu, pozri obr. 3,13 a 15).

Upozorňujeme na voľný previs kábla na strane po vode. Okamžite preveriť jeho funkčnosť a v prípade jeho funkčnosti upozorniť správcu o provizórne vyvesenie na objekt. Jeho súčasná poloha je v mostnom otvore a môže spôsobiť pri plavení väčších predmetov k zníženiu prietoku.

4. DIAGNOSTIKA MATERIÁLOV KONŠTRUKČNÝCH PRVKOV

Diagnostika mostného objektu bola zameraná objednávkou hlavne na overenie rozmerov, poruchy hornej a spodnej stavby vzhľadom na jeho stav po udalosti robila neúplná. Zisťovali sa poruchy a pevnosť betónu nosnej konštrukcie a spodnej stavby. Stav a množstvo betonárskej výstuže.

4.1 Betón nosnej konštrukcie

4.1.1 Pevnosť betónu v tlaku

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

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 sú uvedené v skúšobných protokoloch prílohovej časti správy.

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 Germann Instruments – Rainbow Indikátor.

Hĺbka skarbonátovanej vrstvy betónu trámov je rozdielna. Na krajných trámoch obidvoch strán je hodnôt pH 5 – 7, na vnútorných trámoch a priečnikoch dosahuje hodnôt veľkosti pH 8 – 9. Na spodnej stavbe je hĺbka skarbonátovanej vrstvy betónu úložných prahov hodnoty pH 9. len povrchová. Na zatečených plochách krajných trámov a koncových priečnikoch s výkvetmi bola zistená hĺbka do 5 mm, t.j. nedosahuje úroveň hlavnej ani konštrukčnej výstuže.

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 1,5-násobného prekročenia povolenej maximálnej prípustnej hranice pre železobetón, t.j. 0,04%. Na plochách priečnikov v ostatných miestach nebolo zistené napadnutie difundovanými chloridmi.

4.2 Výstuž nosnej konštrukcie

Prítomnosť výstuže v betóne sa zisťovala jednak z dôvodu určenia skúšobných miest Schmidtovým 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 profily a počty betonárskej a konštrukčnej výstuže v jednotlivých konštrukčných prvkoch.

Zistené profily a polohy hlavnej a konštrukčnej výstuže

	Výstuž hlavná	Výstuž konštrukčná
Hlavný trám	6 Ø C 30 mm, krytie 40 mm, 2 rady	Ø 12 mm, a´ 200 – 250 mm
Priečniky	5 Ø C 22 mm, krytie 40 mm	Ø 10 mm, a´ 150 – 220 mm

5. PREPOČET ZAŤAŽITEĽNOSTI

Prepočet zaťažiteľnosti je počítaný metódou porovnania momentov od náhodilého zaťaženia v dobe návrhu mostného objektu (príloha A.3) a normového zaťaženia (príloha A.4,A.5,A.6 a A.7) v zmysle STN 73 62 03 Zaťaženie mostov.

5.1 Normálna zaťažiteľnosť- podľa normy [1] platnej v dobe návrhu mostného objektu

5.1.1 Náhodilé zaťaženie krátkodobé

Občasné zaťaženie krátkodobé uvažujeme podľa normy [1] a prílohy A 1. S ohľadom na triedu komunikácie na mostnom objekte - I. tr. - v zmysle uvedenej normy budeme uvažovať so zaťažením idealnou nápravou 18 t, ideálnym pásovým vozidlom 60 t, alebo rovnomerným zaťažením 0,6 t/m^2.

Roznos zaťaženia budeme uvažovať len na jeden trám, ako samostatne pôsobiaci vzhľadom na rok výstavby.

Výpočet dimenzačného momentu

Posúdenie prierezu „5“

a) Ideálne nápravové zaťaženie 18 t (príloha B.1)

Z ideálnej nápravy trám „a“ preberá (obr. 1)

$P_a = P \cdot \Sigma \zeta = 9 \cdot (0{,}5763+0{,}1884) = 6{,}8823$ t/trám

Výpočet dimenzačného momentu (obr. 2)

$M_{DIM} = P_a \cdot \zeta = 6{,}8823 \cdot 3{,}9 = 26{,}841$ tm/trám

Z ideálnej nápravy trám „b“ preberá

$P_b = P \cdot \Sigma \zeta = 9 \cdot (0{,}3305+0{,}3058) = 5{,}7267$ t/trám

Výpočet dimenzačného momentu (obr. 2)

$M_{DIM} = P_b \cdot \zeta = 5{,}7267 \cdot 3{,}9 = 22{,}3341$ tm/trám

b) Ideálne pásové vozidlo (príloha B.2) (obr. 1)

Z ideálneho pásového vozidla trám „a“ preberá

$P_a = P \cdot (\zeta_1 + \zeta_2)] = 6{,}66\ (0{,}623 + 0{,}2179) = 5{,}6001$ tm / trám

Výpočet dimenzačného momentu (obr. 2)

$M_{DIM} = P_a \cdot f_1 = 5{,}6001 \cdot 15{,}019 = 84{,}108$ tm/trám

Z ideálneho pásového vozidla trám „b" preberá

$P_b = P \cdot (\zeta_1 + \zeta_2)] = 6{,}66\ (0{,}3305 + 0{,}3058) = 4{,}2378$ t / trám

Výpočet dimenzačného momentu (obr. 2)

$M_{DIM} = P_a \cdot f_1 = 4{,}2378 \cdot 15{,}019 = 63{,}6469$ tm/trám

c) Rovnomerné zaťaženie (obr. 1)

Z rovnomerného zaťaženia trám „a" preberá

$q_a = q \cdot f_a = 0{,}6 \cdot 1{,}58 = 0{,}948$ t / trám

Výpočet dimenzačného momentu (obr. 2)

$M_{DIM} = q_a \cdot f = 0{,}948 \cdot 30{,}420 = 28{,}838$ tm/trám

Z rovnomerného zaťaženia trám „b" preberá

$q_b = q \cdot f_b = 0{,}6 \cdot 0{,}911 = 0{,}5466$ t / trám

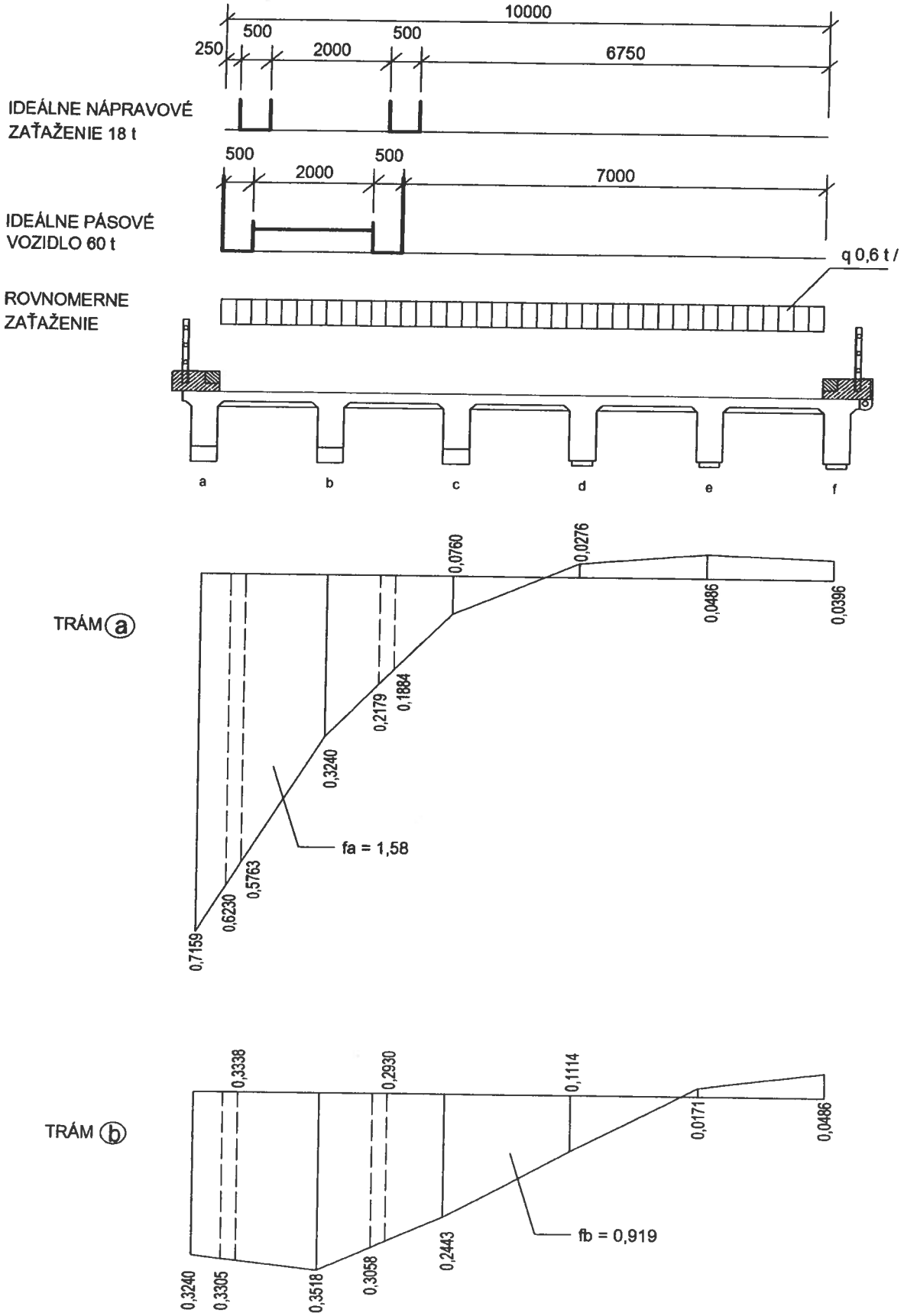
Výpočet dimenzačného momentu (obr. 2)

$M_{DIM} = q_b \cdot f = 0{,}5466 \cdot 30{,}420 = 16{,}6275$ tm/trám

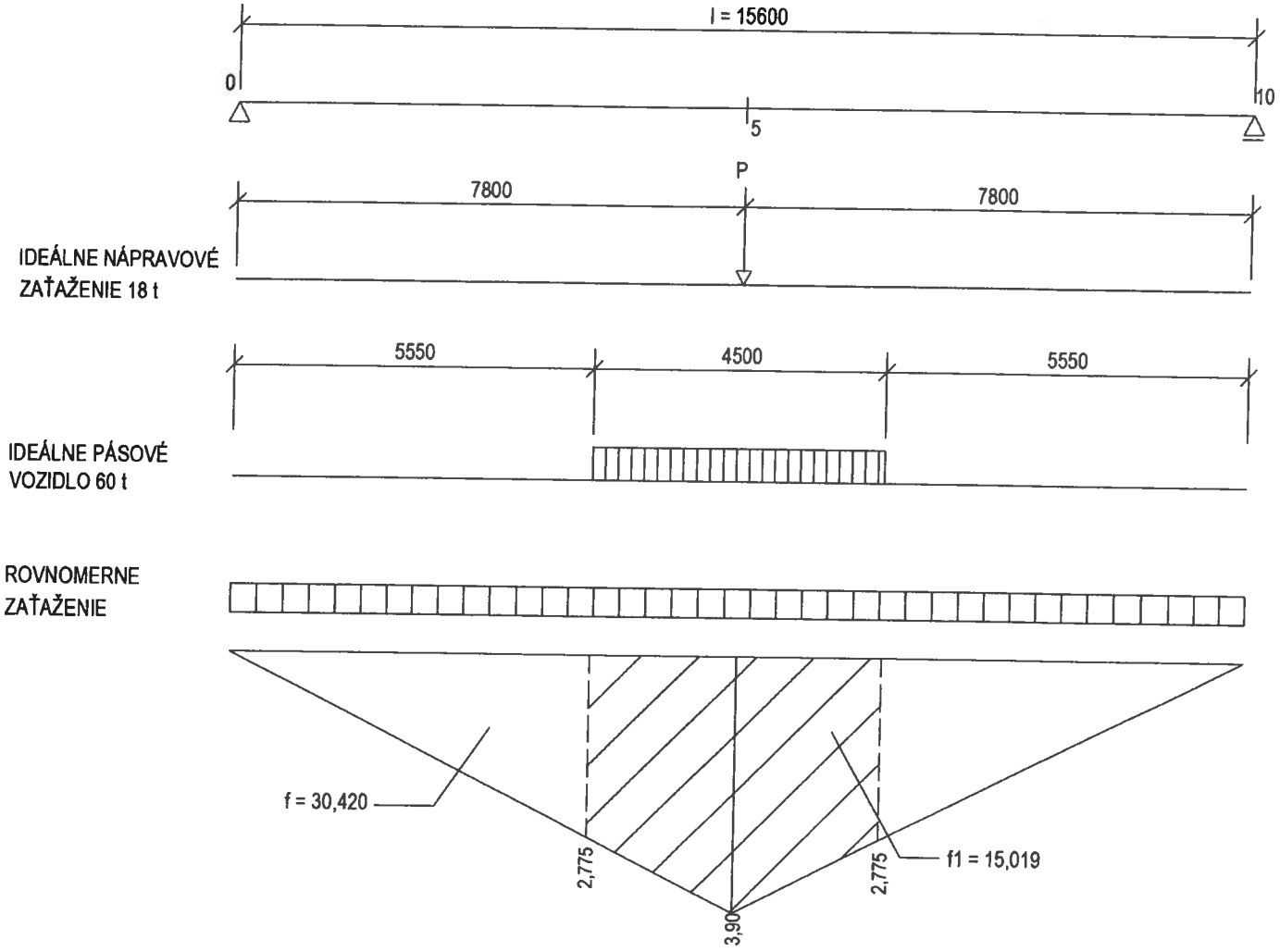
Z posúdenia vyplýva, že pre návrh mostného objektu bolo zaťaženie ideálnym pásovým vozidlom 60 t.

Dimenzačný moment bol

M_{DIM} = 84,108 tm / trám


10000
250
500
2000
500
6750
IDEÁLNE NÁPRAVOVÉ ZAŤAŽENIE 18 t
500
2000
500
7000
IDEÁLNE PÁSOVÉ VOZIDLO 60 t
q 0,6 t /
ROVNOMERNE ZAŤAŽENIE
a
b
c
d
e
f
TRÁM a
0,7159
0,6230
0,5763
0,3240
0,2179
0,1884
0,0760
0,0276
0,0486
0,0396
fa = 1,58
TRÁM b
0,3240
0,3305
0,3338
0,3518
0,3058
0,2930
0,2443
0,1114
0,0171
0,0486
fb = 0,919

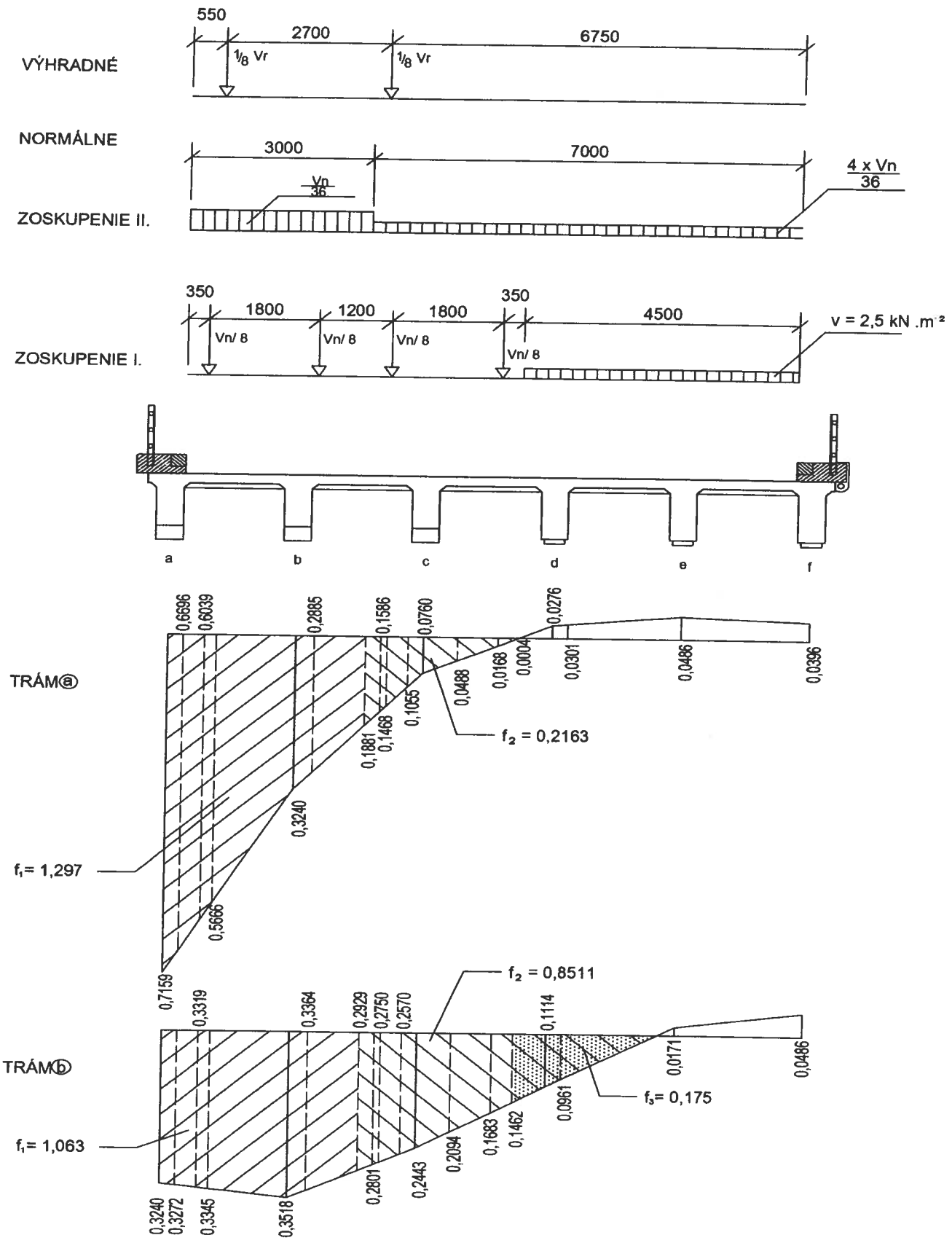
Obr. 1



Obr. 2

Poradnice vplyvovej čiary

bod	poradnica
0,0	0,0000
0,1	0,7500
0,2	1,5000
0,3	2,2500
0,4	3,0000
0,5	3,7500
0,6	3,0000
0,7	2,2500
0,8	1,5000
0,9	0,7500
1,0	0,0000


VÝHRADNÉ
550
2700
6750
1/8 Vr
1/8 Vr
NORMÁLNE
ZOSKUPENIE II.
3000
7000
Vn/36
4 x Vn / 36
ZOSKUPENIE I.
350
1800
1200
1800
350
4500
Vn/ 8
Vn/ 8
Vn/ 8
Vn/ 8
v = 2,5 kN .m⁻²
a
b
c
d
e
f
TRÁM ⓐ
0,6696
0,6039
0,2885
0,1586
0,0760
0,0276
0,0004
0,0168
0,0301
0,0486
0,0396
0,0488
0,1055
0,1468
0,1881
0,3240
0,5666
0,7159
f₂ = 0,2163
f₁= 1,297
TRÁM ⓑ
0,3319
0,3364
0,2929
0,2750
0,2570
0,1114
0,0171
0,0486
0,0961
0,1462
0,1683
0,2094
0,2443
0,2801
0,3518
0,3345
0,3272
0,3240
f₂ = 0,8511
f₃= 0,175
f₁= 1,063

Obr. 3

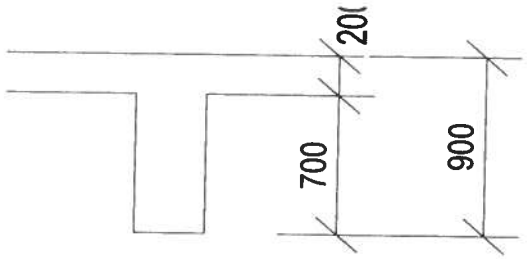
5.2 Normálna zaťažiteľnosť – podľa normy [9]

Pre výpočet zaťažiteľnosti podľa normy [9] platia čl. 63 a 64. Normálna zaťažiteľnosť sa uvádza v dvoch zoskupeniach, rozhodujúce je zoskupenie nepriaznivejšie. Zaťažiteľnosť vypočítame tak, aby bola splnená podmienka

$$M_z \geq M_{Vn}$$

Výpočet vplyvových súradníc priečneho roznosu.

Vstupné hodnoty:

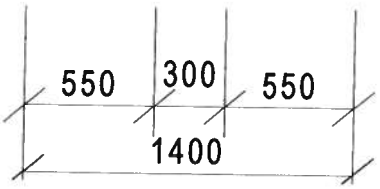


$\frac{d_0}{d} = \frac{0,20}{1,30} = 0,154$

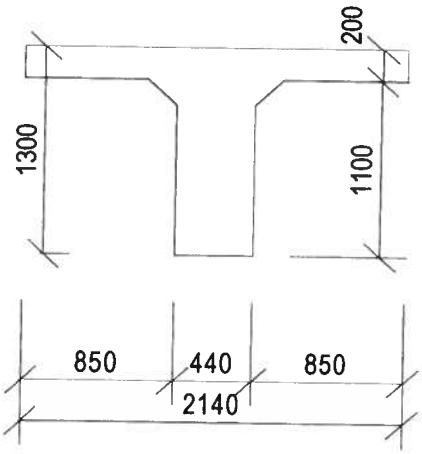
$\frac{b_0}{b} = \frac{0,44}{2,10} = 0,209$

→

→ μ = 0,375



$I_T = \mu \cdot \frac{1}{12} \cdot B \cdot h^3 = 0,375 \cdot \frac{1}{12} \cdot 2,10 \cdot 1,30^3 = 0,146\ m^4$



$\frac{d_0}{d} = \frac{0,20}{0,90} = 0,222$

$\frac{b_0}{b} = \frac{0,30}{1,40} = 0,214$

→

→ μ = 0,394

$I_T = \mu \cdot \frac{1}{12} \cdot B \cdot h^3 = 0,394 \cdot \frac{1}{12} \cdot 1,40 \cdot 0,90^3 = 0,335 m^4$

Počet hlavných trámov	6
Rozpätie trámov	15,60 m
Osové vzdialenosti trámov	2,10 m
Moment zotrvačnosti hl. trámu	0,146 m^4
Počet medziľahlých priečnikov	2
Roštová tuhosť	z = 9,638

Vzhľadom na veľkosť roštovej tuhosti budem po statickej stránke uvažovať trámovú konštrukciu s pružným stužidlom.

Poradnice pre trám

BOD	SÚRADNICE		
	„a“	„b“	„c“
1	0,7159	0,3240	0,0760
2	0,3240	0,3518	0,2443
3	0,0760	0,2443	0,3075
4	-0,0276	0,1114	0,2562
5	-0,0486	-0,0171	0,1114
6	-0,0397	-0,0486	-0,0276

Zoskupenie I (príloha A.4) – (obr. 3)

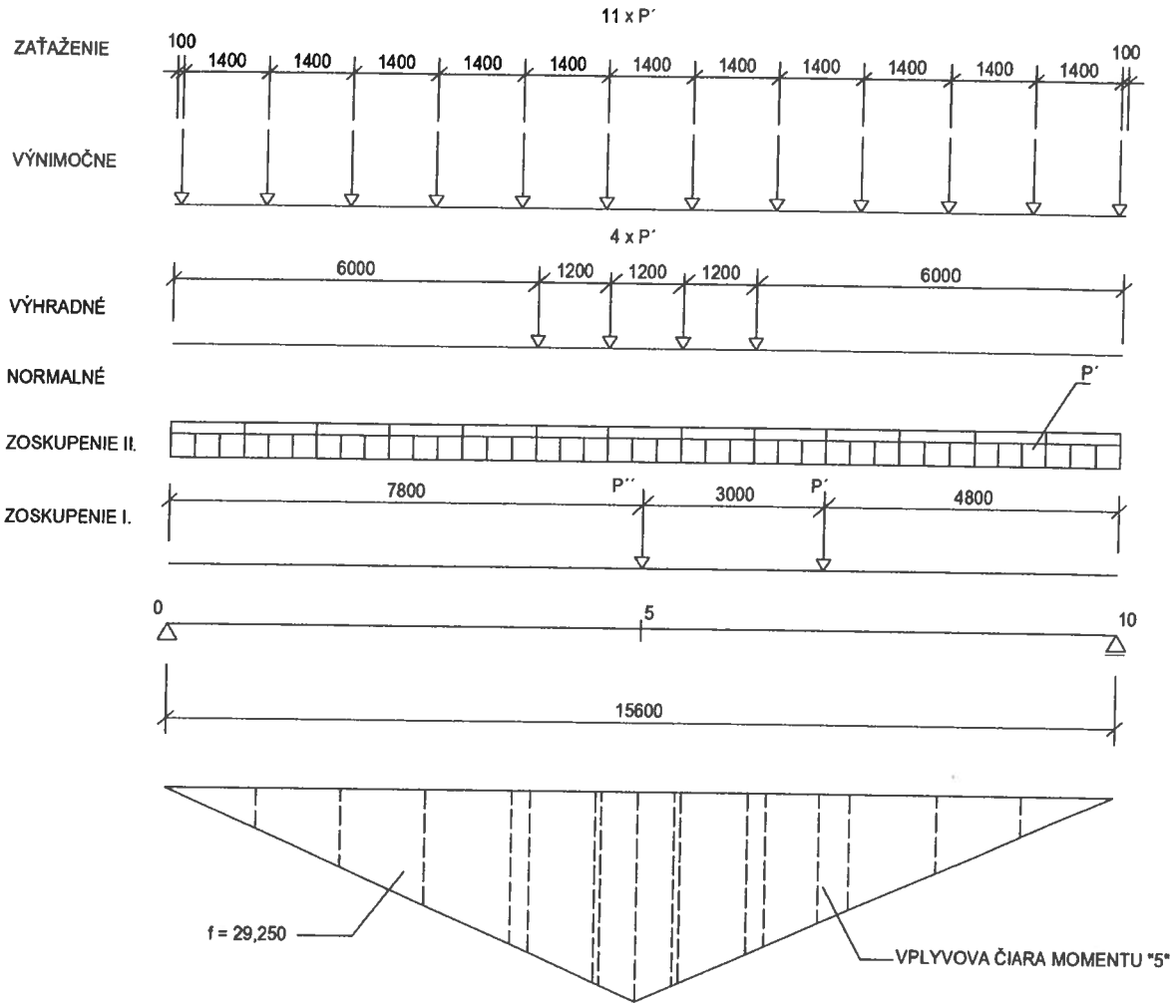
Priečny roznos, **trám „a“** zadná náprava
$p_z = 3/8\ V_n = 0{,}375V_n$
$P_z = p_z \cdot (f_1 + f_2 + f_3 + f_4) = 0{,}375V_n \cdot (0{,}6039+0{,}2885+0{,}1586+0{,}0168) = 0{,}400425V_n$

Priečny roznos, predná náprava
$p_p = 1/8\ V_n = 0{,}125V_n$
$P_p = p_p \cdot (f_1 + f_2 + f_3 + f_4) = 0{,}125V_n \cdot (0{,}6039+0{,}2885+0{,}1586+0{,}0168) = 0{,}133475V_n$

Výpočet momentu (obr. 4)
$M^5{}_{Vn} = P_z' \cdot \zeta_1 + P_p' \cdot \zeta_2 = 0{,}400425V_n \cdot 3{,}9 + 0{,}133475V_n \cdot 2{,}4 = 1{,}882V_n$

Výpočet zaťažiteľnosti z podmienky

prierez „5“ $M^5{}_z \geq \delta \cdot M^5{}_{Vn}$
$84{,}108 \geq 1{,}265 \cdot 1{,}882V_n$
$\mathbf{V_n = 35{,}30\ t}$



PORADNICE V. Č.

Vn							3,90		2,40			
Vr					3,00	3,60	3,60	3,00				
Fe	0,05	0,75	1,45	2,15	2,85	3,55	3,55	2,85	2,15	1,45	0,75	0,05

Obr. 4

Priečny roznos, **trám „b“** (obr. 3)

zadná náprava
$p_z = 3/8\ V_n = 0{,}375V_n$
$P_z = p_z\ .\ \Sigma\ \zeta = 0{,}375V_n\ .\ (0{,}33190{,}2801+0{,}3364+0{,}1683) = 0{,}41876\ V_n$

predná náprava
$p_p = 1/8\ V_n = 0{,}125V_n$

$P_p = p_p \,.\, \Sigma\, \zeta = 0{,}125V_n \,.\, (0{,}33190{,}2801+0{,}3364+0{,}1683) = 0{,}13958V_n$

Rovnomerné zaťaženie
$v = 2{,}5 \,.\, f = 2{,}5 \,.\, 0{,}175 = 0{,}438$ t/m

Výpočet momentu (obr. 4)

$M^5_{Vn} = P_z' \,.\, \zeta_1 + P_p' \,.\, \zeta_2 + v \,.\, f = 0{,}41876V_n \,.\, 3{,}9 + 0{,}13958V_n \,.\, 2{,}4 + 0{,}438 \,.\, 29{,}250 =$
$1{,}96816V_n + 12{,}812$

Výpočet zaťažiteľnosti z podmienky

prierez „5“ $M^5_z \geq \delta.\, M^5_{Vn}$
$84{,}108 \geq 1{,}265.\ 1{,}968V_n + 12{,}812$
$V_n = 28{,}63$ t

Zoskupenie II (príloha A.5) - (obr. 3)

Zo zoskupenia II **trám „a“** preberá

Priečny roznos
$P = \frac{V_n}{36}.\, f_1 + \frac{0{,}4\,.V_n}{36}\,.\, f_2 = \frac{V_n}{36}\,.\, 1{,}297 + \frac{0{,}4\,.V_n}{36}\,.\, 0{,}2163 = 0{,}0384\ V_n$

Zo zoskupenie II **trám „b“** preberá

Priečny roznos
$P = \frac{V_n}{36}.\, f_1 + \frac{0{,}4\,.V_n}{36}\,.\, f_2 = \frac{V_n}{36}\,.\, 1{,}063 + \frac{0{,}4\,.V_n}{36}\,.\, 0{,}8511 = 0{,}0295\ V_n + 0{,}00945\ V_n =$
$= 0{,}0389\ V_n$

Výpočet ohybového momentu (obr. 3)

trám „a” $M^5_{Vn} = p \,.\, f = 0{,}0384\ V_n \,.\, 29{,}250 = 1{,}124\ V_n$

trám „b“ $M^5_{Vn} = p \,.\, f = 0{,}0389\ V_n \,.\, 29{,}250 = 1{,}137\ V_n$

Výpočet zaťažiteľnosti z podmienky

trám „a“ $M^5_z \geq \delta.\, M^5_{Vn}$
$84{,}108 \geq 1{,}265.\ 1{,}124\ V_n$
$V_n = 59{,}15$ t

trám „b“ $M^5_z \geq \delta.\, M^5_{Vn}$
$84{,}108 \geq 1{,}265.\ 1{,}137V_n$
$V_n = 58{,}48$ t

5.3 **Výhradná zaťažiteľnosť** – podľa normy [9]

Pre výpočet výhradnej zaťažiteľnosti sa uvažuje jediné štvornápravové vozidlo podľa čl. 64 normy [9]

Štvornápravové vozidlo (prílohy A.5) (obr. 3)

Priečny roznos – z tiaže výhradného vozidla trám „a" preberá
$p = 1/8\ V_r = 0{,}125\ V_r$

$P' = p\ .\ \Sigma\ V_r = 0{,}125\ V_r\ .(0{,}566+0{,}1881) = 0{,}09433\ V_r$

Priečny roznos – z tiaže výhradného vozidla trám „b" preberá
$p = 1/8\ V_r = 0{,}125\ V_r$

$P' = p\ .\ \Sigma\ V_r = 0{,}125\ V_r\ .(0{,}3345 + 0{,}2929) = 0{,}078425\ V_r$

Výpočet ohybového momentu (obr.4)

trám „a" $M^5_{Vr} = P'\ .\ \Sigma\ \zeta = 0{,}09433 V_r\ .\ (3{,}0+3{,}6+3{,}6+3{,}0) = 1{,}24516\ V_r$

Výpočet zaťažiteľnosti z podmienky

Prierez „5" $M^5_z \geq \delta.\ M^5_{Vr}$

$84{,}108 \geq 1{,}265.\ 1{,}24516\ V_r$

$\mathbf{V_r = 53{,}40\ t}$

trám „b" $M^5_{Vr} = P'\ .\ \Sigma\ \zeta = 0{,}078425\ V_r\ .\ (3{,}0 + 3{,}6 + 3{,}6 + 3{,}0) = 1{,}0352\ V_r$

Výpočet zaťažiteľnosti z podmienky

Prierez „5" $M^5_z \geq \delta.\ M^5_{Vr}$

$84{,}108 \geq 1{,}265.\ 1{,}0352\ V_r$

$\mathbf{V_r = 64{,}23\ t}$

5.4 **Výnimočná zaťažiteľnosť** – podľa normy [9]

Zvislé pohyblivé zaťaženie pre určenie výnimočnej zaťažiteľnosti uvažujeme podľa čl. 90 normy [9]

Priečny roznos – z tiaže výnimočnej súpravy **trám „b"** preberá (obr. 5)

$p = 1/4F_e = 0{,}25F_e$

$P = p\ .\ \Sigma\ V_e = 0{,}25\ F_e\ .(0{,}2999+0{,}2940+0{,}2696+0{,}2389) = 0{,}2756\ F_e$

Výpočet ohybového momentu (obr. 4)

Prierez „5"

$M^5_{Fe} = P\ .\ \Sigma\ Fe = 0{,}2756\ F_e\ .\ 2.\ (0{,}05 + 0{,}75 + 1{,}45 + 2{,}15 + 2{,}85 + 3{,}55) = 0{,}835\ F_e$

Výpočet zaťažiteľnosti z podmienky

Prierez „5“ $M^5_z \geq \delta . M^5_{Fe}$

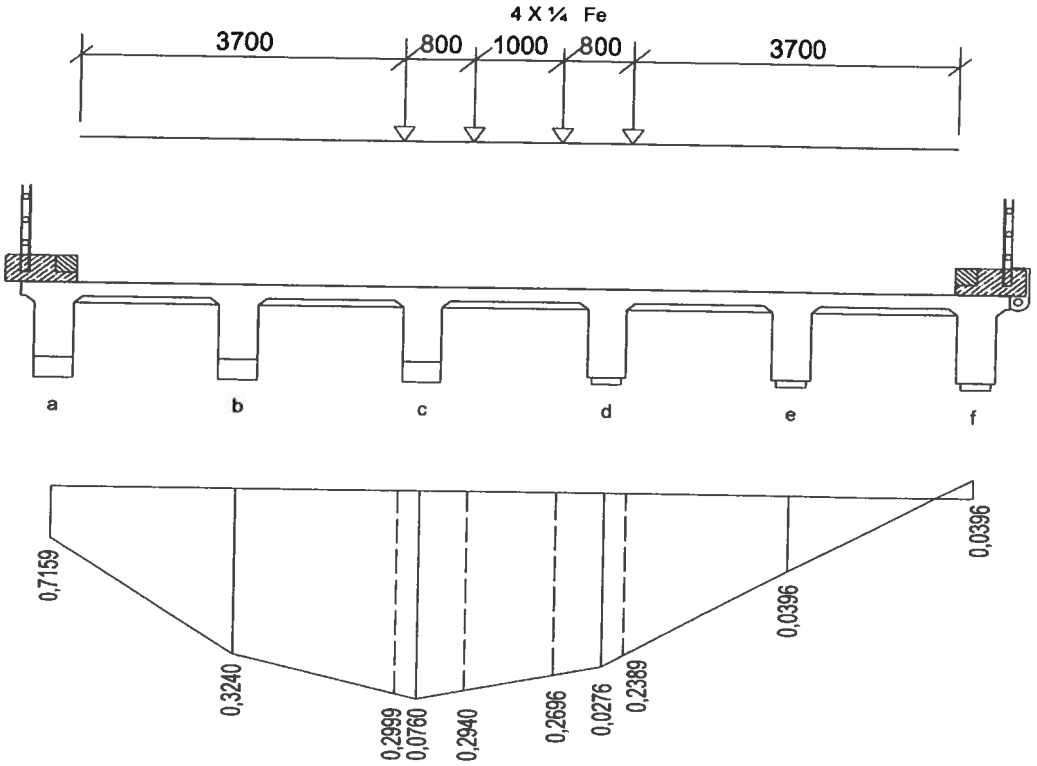
$81{,}405 \geq 1{,}05 . 0{,}835\ F_e$

$F_e = 5{,}66$

$V_e = 14 . F_e$

V_e= 79,24 t

VÝNIMOČNÉ



Obr.5

5.5 REKAPITULÁCIA VÝSLEDKOV

Zaťažiteľnosť mostného objektu je bez zohľadnenia súčasného stavu:

Zaťažiteľnosť	Trám „a“	Trám „b“
	Prierez „5“	Prierez „5“
Normálna		
Zoskupenie I	35,30 t	**28,63** t
Zoskupenie II	59,15 t	58,48 t
Výhradná	**53,40** t	64,23 t
Výnimočná	-	**79,24 t**

Výsledná zaťažiteľnosť mostného objektu pre situácii prejazdu v jednom jazdnom pruhu pri zohľadnení súčasného stavu je uvedená v tab.1.

Prejazd v jednom jazdnom pruhu situovať v osi, stredom mostného objektu.

tab.1

Zaťažiteľnosť	Výsledná
Normálna	**20,0 t**
Výhradná	**40,0 t**
Výnimočná	**nestanovuje sa**

Pri rozhodnutí správcu objektu na situáciu prejazdu na dva jazdné pruhy je výsledná zaťažiteľnosť pri zohľadnení súčasného stavu uvedená v tab.2.

Tento stav ponechať len za predpokladu pravidelných prehliadok, osadenie pozorovacích terčov. Pri náraste zmien v uloženiach krajných trámov okamžite prejsť na pohyb vozidiel v jednom jazdnom pruhu

tab. 2

Zaťažiteľnosť	Výsledná
Normálna	**15,0 t**
Výhradná	**25,0 t**
Výnimočná	**nestanovuje sa**

6 HYDROTECHNICKÝ VÝPOČET

6.1 Identifikačné údaje

Stavba	
Názov projektu	Diagnostika MO ev.č. I/66 - 083
Katastrálne územie	Podspády
Obec	Podspády
Okres	Poprad
Správca	
Názov a adresa	Slovenská správa ciest – IVSC Košice Kasárenské námestie 4 SK - 040 01 Košice
Projektant	
Názov a adresa	TASUM, s.r.o., Štrková 10, 010 09 Žilina
Spracovateľský útvar, projektant	TASUM, s.r.o., Žilina
Zodpovedný projektant objektu	Ing. Peter Slašťan

6.2 Základné technické parametre mostného objektu

Dĺžka premostenia	15 000 mm,
Dĺžka mostu	16 800 mm
Šikmosť mostu	90° (100^g)
Šírka medzi obrubníkmi	10 000 mm
Šírka odrazných pruhov	2 x 800 mm
Šírka medzi zábradlím	11 000 mm
Plocha mosta	184,80 m^2

6.3 Podklady pre výpočet

[1] Hydrotechnické údaje SHMÚ Bratislava, pobočka Košice
[2] K. Kovařik: Hydraulika a hydrológia
[3] STN 73 6823 Úprava vodných tokov s malým povodím
[4] STN 73 6820 Úpravy vodných tokov
[5] ON 73 68 21 Opevnenie korýt vodných tokov

6.4 Postup výpočtu

Predmetom tohto hydrotechnického výpočtu je posúdenie mostného otvoru s kolmým ohraničením opôr pre zabezpečenie prietoku na hodnotu Q_{100}. Najprv si vypočítame hydraulický polomer mostného otvoru zo vzťahu

$$Rh = \frac{S}{O} = \frac{b.h}{b+2h},$$

kde:
b – šírka mostného otvoru
h – výška mostného otvoru

Následne si vypočítame podľa Chézyho rovnice rýchlosť prúdenie vody

$$v = C.\sqrt{i.R_h}$$

kde:
C - rýchlostný súčiniteľ
R - hydraulický polomer
v - rýchlosť prúdenia vody v koryte
Q - prietok

Rýchlostný súčiniteľ sa vypočíta podľa Maninga, ktorý má tvar $C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}}$.
Potom sa, dosadením do vzorca už zo známych hodnôt, vypočíta prietok pomocou vzťahu $Q = S.v$ a výsledok porovnáme s hodnotou Q_{100}.

6.5 Hydrotechnický výpočet

Q_{100} = 75 m³/s prietokové množstvo 100-ročných vôd v danom profile
n = 0,02 stupeň drsnosti podľa Manninga a Agroskina [2]
J = 1,5 ‰ priemerný pozdĺžny sklon dna koryta, meraný geodeticky
A - plocha povodia A = 34,80 km² [1]

hi [m]	Bb [m]	S [m²]	O [m]	R_h [m]	C	v	CV_R	v [m/s]	Q [m3/s]
1,500	15,00	22,50	18,00	1,25	51,89	0,15	51,82	2,247	**50,558**
2,000	**15,00**	**30,00**	**19,00**	**1,579**	**53,95**	**0,15**	**57,79**	**2,625**	**78,770**

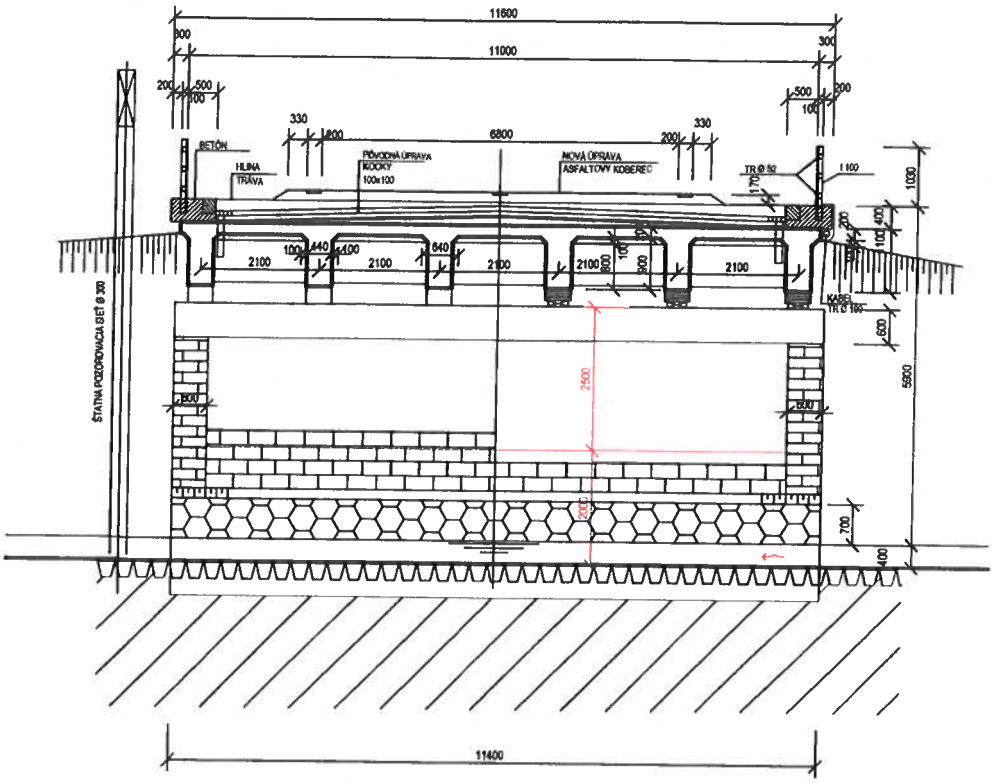
Posúdený mostný otvor s kolmým ohraničením opôr s prietokom 78,77 $m^3 s^{-1}$ s premostením 15 m

VYHOVUJE

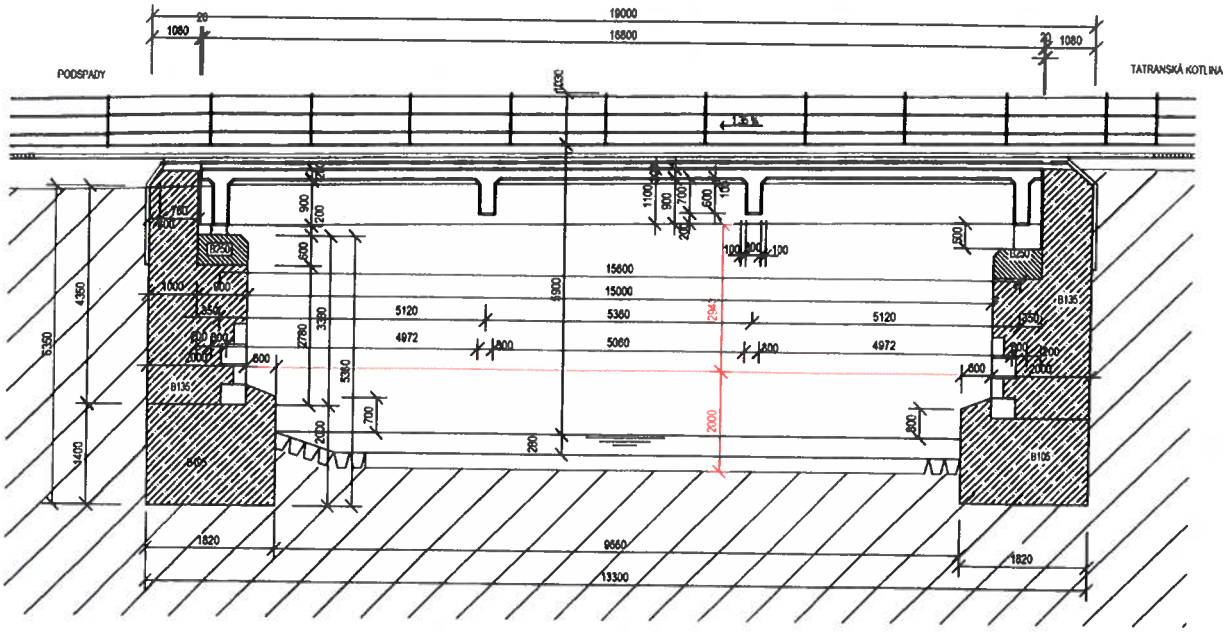
pre prietok Q_{100} = 75 $m^3 . s^{-1}$ s rezervou 2 500 mm voľnej výšky pod spodnou hranou mostovky.

6.6 Dispozičné riešenie

PRIEČNY REZ



POZDĽŽNÝ REZ



7. ZÁVERY A NÁVRHY PRE ĎALŠÍ POSTUP PRÁC

Na základe výsledkov diagnostickej prehliadky, vykonaných skúškach klasifikujeme stavebný stav mostného objektu ako

Stav veľmi zlý – VI.

Na hodnotenie súčasného stavu mali najväčší vplyv krajné trámy, rozsah karbonatácie a korózia hlavnej výstuže. Krajné trámy pre rozsah porúch (hĺbky karbonatácie) by bolo nutné sanovať takmer do celej šírky v oblasti hlavnej výstuže. Spôsoby sanácií pre zvýšenie zaťažiteľnosti by problém vyriešili avšak by problém neriešil dlhodobo pre životnosť mosta. V sučasnom stave, rozsahu porúch by oprava sanáciou nosnej konštrukcie riešila maximálne len na 10 rokov.

Návrh okamžitých postupov pre zabezpečenie bezpečnej prevádzkyschopnosti mostného objektu:

- premávku po mostnom objekte usmerniť do jedného jazdného pruhu
- sledovať uloženie krajných trámov na spodnú stavbu. Hlavne na strane do obce Podspády. Uloženie bez zamedzenia zatekania cez rímsy v súčasnom stave nemusí prežiť už túto zimu.
- pripraviť mostný objekt projektovo na prestavbu hornej stavby, využitie spodnej stavby je možné pri zriadení nových úložných prahov
- projektovo riešiť úpravu koryta tak, aby sa neopakovala situácia vybreženia toku. Koryto musí byť schopné objemovo odviesť Q_{100}. Na pravej strane koryto zabezpečiť sanačne tak, aby sa zachovala stabilita bridlicovej steny
- mostný objekt pravidelne kontrolovať do začiatku prestavby, minimálne 1x za mesiac
- zaťažiteľnosť mostného objektu po prestavbe môže byť uvažovaná podľa návrhu typu nosnej konštrukcie za plného využitia spodnej stavby v zmysle [9].

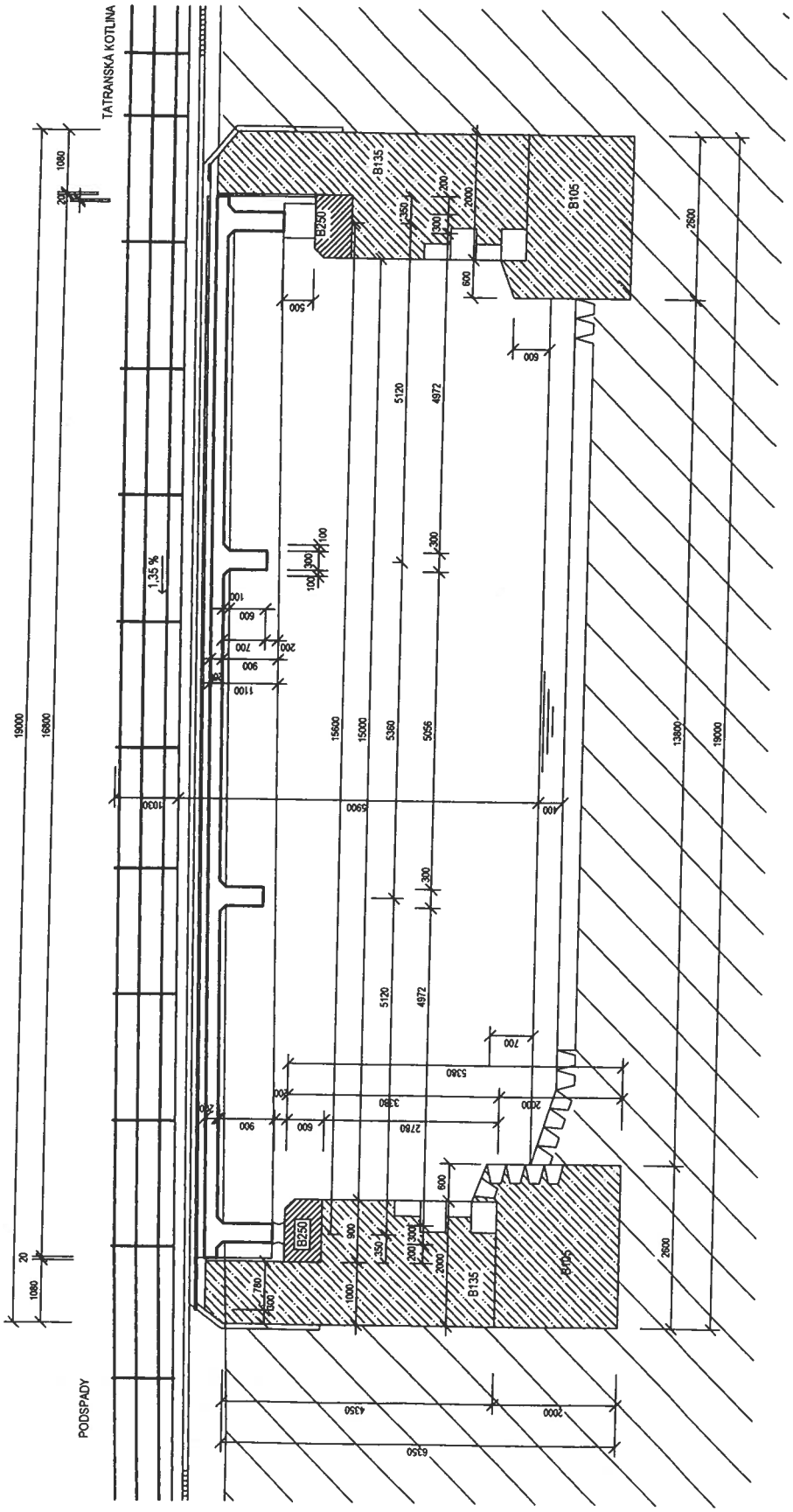
V Žiline 08.2018

Ing. Peter Slašťan

A - PRÍLOHOVÁ ČASŤ VÝKRESOVÁ

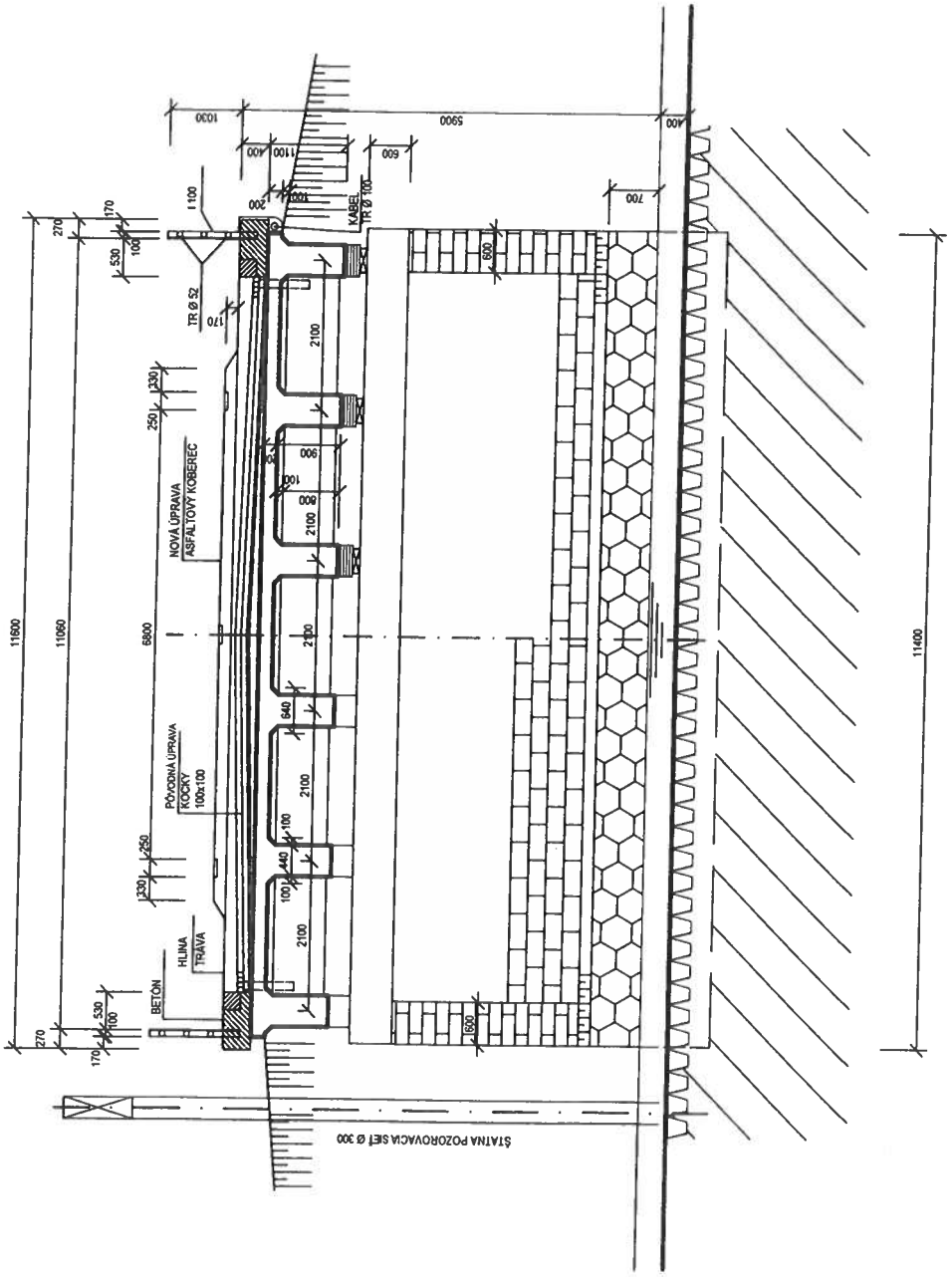
1. Pozdĺžny rez
2. Priečny rez
3. Náhodilé zaťaženie v zmysle [1]
4. Náhodilé zaťaženie v zmysle [9]
5. Náhodilé zaťaženie v zmysle [9]
6. Náhodilé zaťaženie v zmysle [9]
7. Náhodilé zaťaženie v zmysle [9]

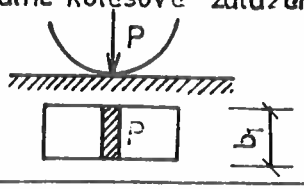
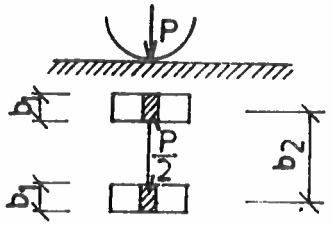
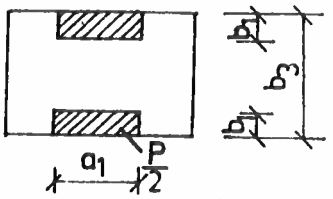
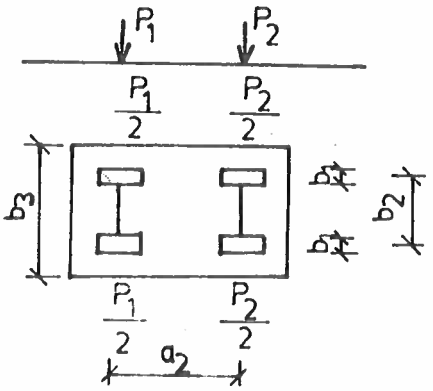
POZDĹŽNY REZ



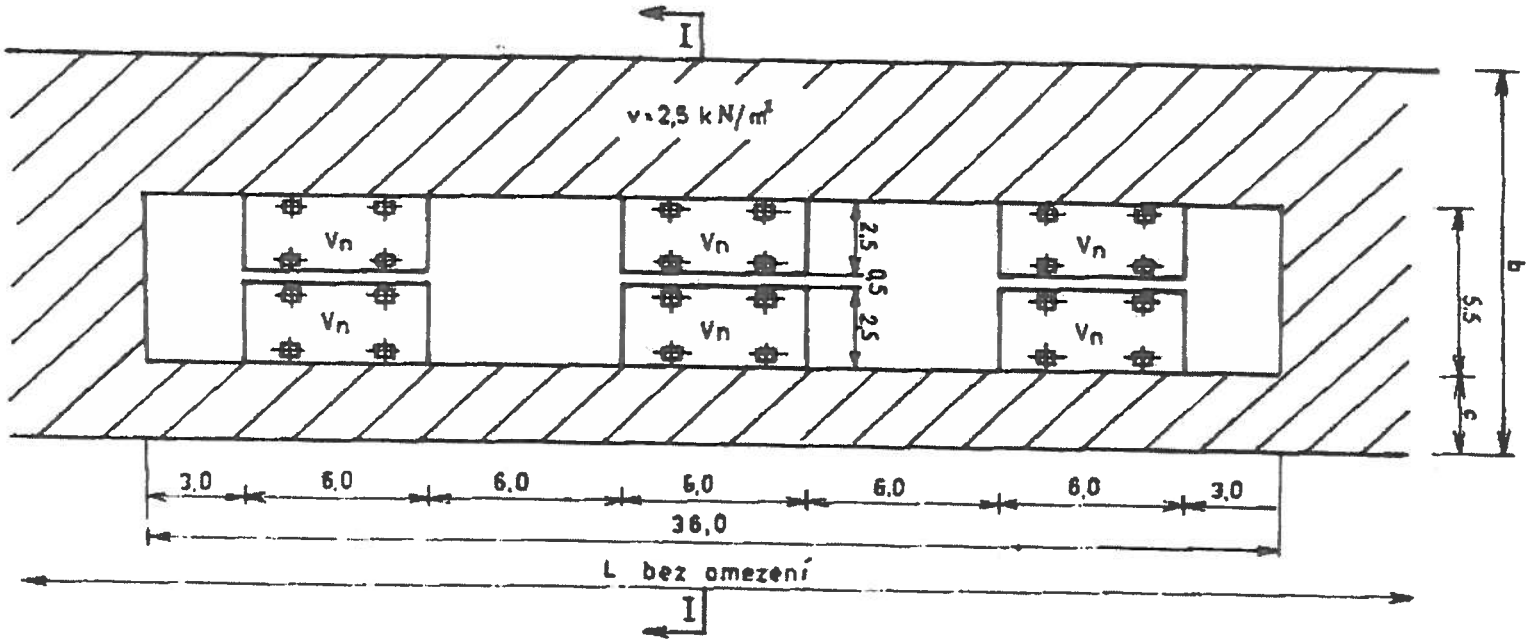
PRÍLOHA č. A.2

PRIEČNY REZ

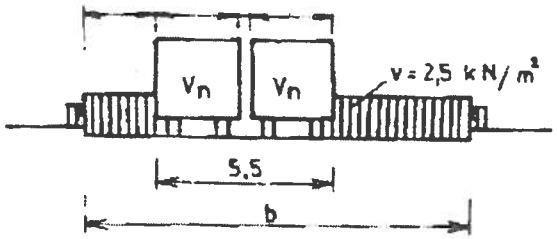


Riad.	Druh zaťaženia Jednotky: kN, m, kNm^{-2}		Zaťažovacia trieda		
			A	B	C
1	Ideálne kolesové zaťaženie 	P	90		60
		b_1	0,50		0,35
2	Ideálne nápravové zaťaženie 	P	180		120
		b_1	0,50		0,35
		b_2	≥ 1,50		≥ 1,50
3	Ideálne pásové vozidlo 	P	600	300	–
		b_1	0,50	0,50	–
		b_3	3,00	2,50	–
		a_1	4,50	3,50	–
	Ideálne dvojnápravové vozidlo 	$P=P_1+P_2$	–	–	150
		P_1	–	–	50
		P_2	–	–	100
		b_1	–	–	0,35
		b_2	–	–	1,70
		b_3	–	–	2,50
		a_2	–	–	3,00
4	Rovnomerné zaťaženie (kNm^{-2} pôdorysu)	$l \leq 30$m	6	5	4
		$30 < l < 130$	$6,6 - 0,02l$	$5,3 - 0,01l$	$4,3 - 0,01l$
		$l \geq 130$m	4		3
5	Priamkové zaťaženie (na 1m kolmej šírky mosta)		30		20

Zoskupenie zaťaženia I pri zaťažení normálnom



Priečny rez I-I

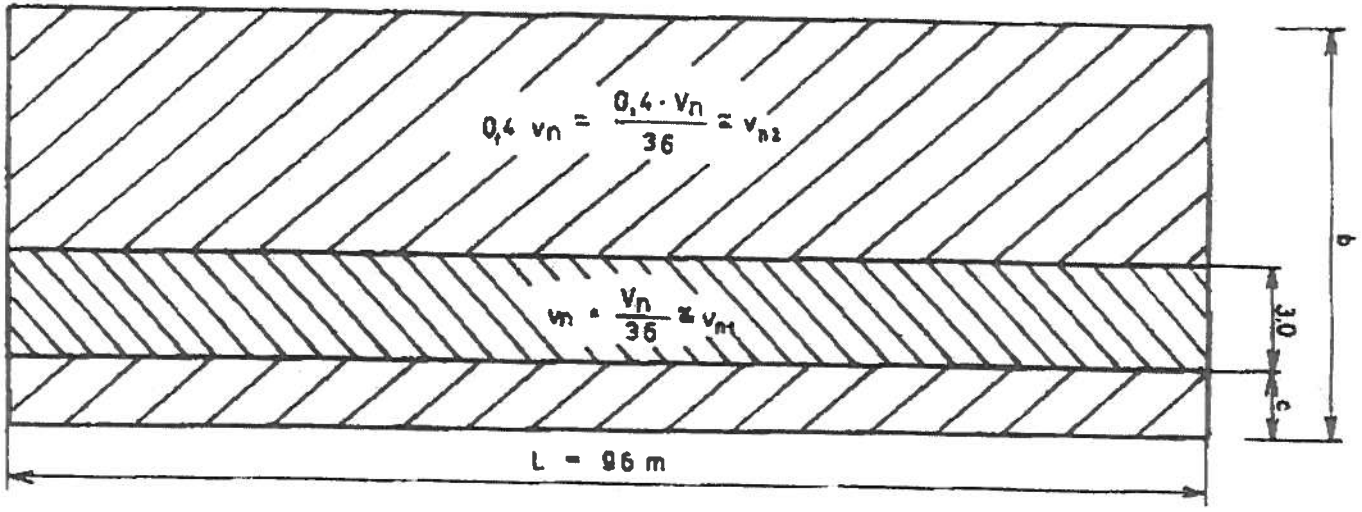


Vn - tiaž vozidla normálnej zaťažiteľnosti v kN
b - šírka zaťažovacieho priestoru
L - dĺžka zaťažovacej plochy
c - odstup vozidla od hranice zaťažovacieho priestoru

zaťažovacia trieda A : Vn = 320 kN
zaťažovacia trieda B : Vn = 220 kN

PRÍLOHA č. A.4

Zoskupenie zaťaženia II pri zaťažení normálnom



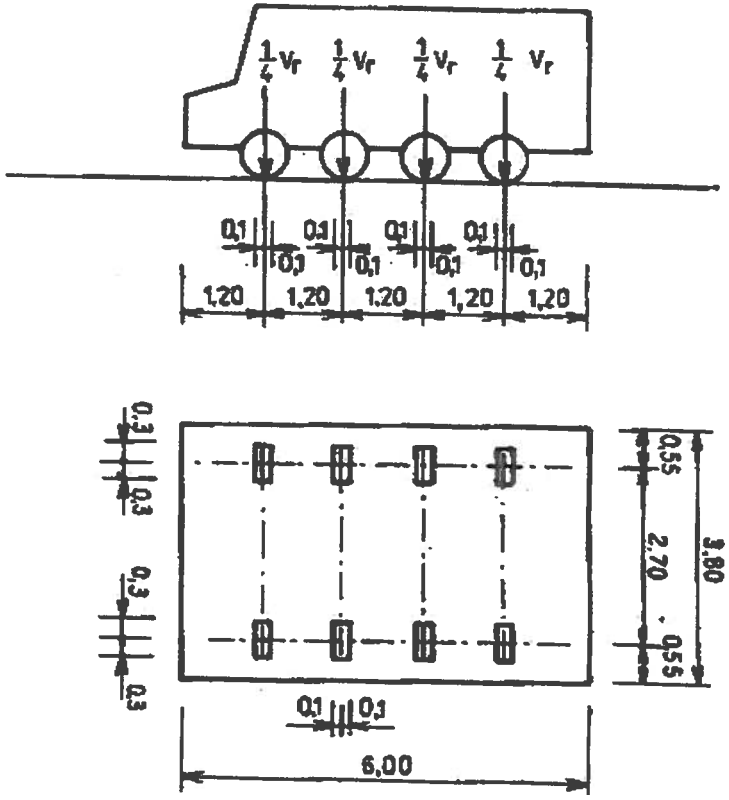
vn - náhradné rovnomerné zaťaženie v kN/m^2
Vn - tiaž vozidla normálnej zaťažiteľnosti
b - šírka zaťažovacieho priestoru
L - dĺžka zaťažovacej plochy
c - odstup vozidla od hranice zaťažovacieho priestoru

zaťažovacia trieda A : vn1 = 9 kN/m^2
vn2 = 3,5 kN/m^2

zaťažovacia trieda B : vn1 = 6 kN/m^2
vn2 = 2,5 kN/m^2

PRÍLOHA č. A.5

Zaťažovacia schéma vozidla pri zaťažení výhradnom

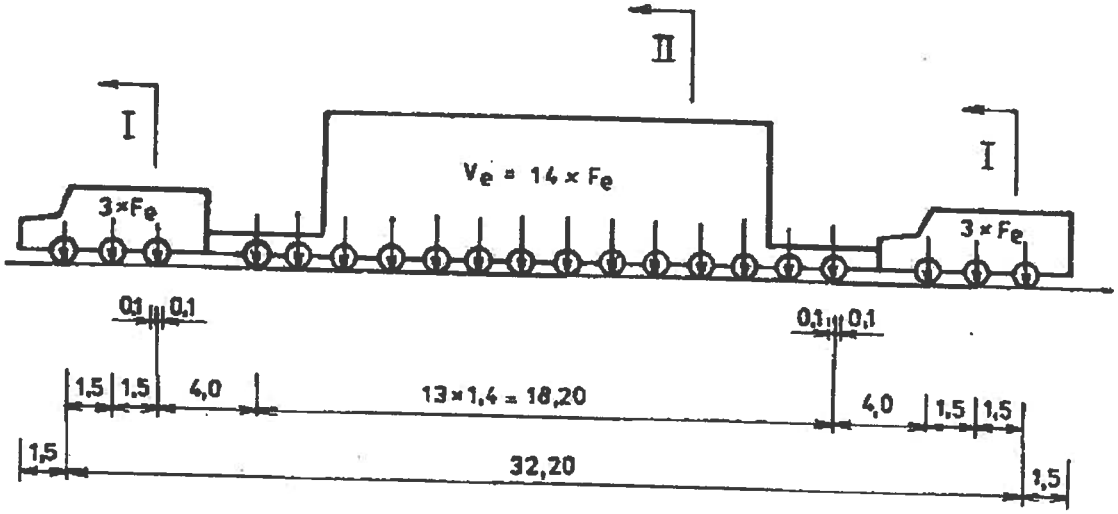


Vr - celková tiaž vozidla výhradnej zaťažiteľnosi v kN

zaťažovacia trieda A : Vr = 800 kN
zaťažovacia trieda B : Vr = 400 kN

PRÍLOHA č. A.6

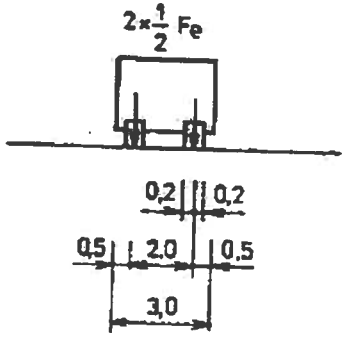
Zaťažovacia schéma súpravy pri zaťažení výnimočnom



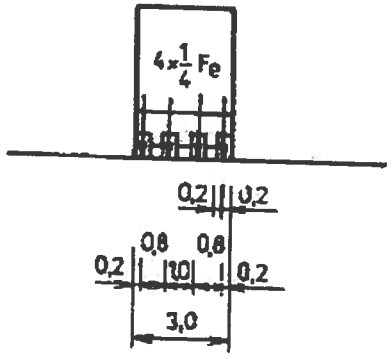
Ve -celková tiaž podvalníka v kN
Fe - nápravový tlak v kN

zaťažovacia trieda A : Ve = 1960 kN
Fe = 140 kN

REZ I



REZ II



PRÍLOHA č. A.7

B - PRÍLOHOVÁ ČASŤ OBRÁZKOVÁ

Obr. č.1 Bočný pohľad na mostný objekt zo strany po vode

Obr. č.2 Pohľad na mostný objekt zospodu

Obr. č.3 Pohľad z vnútra na stav krajného trámu na strane proti vode medzi koncovým a stredovým priečnikom

Obr. č.4 Pohľad z vnútra na súčasný stav krajného trámu na strane proti vode medzi stredovom priečniku smerom do obce Podspády

Obr. č.5 Pohľad na výluhy hlavného trámu a dosky krajného trámu proti vode v časti uloženia

Obr. č.6 Pohľad na obdobné poruchy a súčasný stav hlavného trámu na strane po vode

Obr. č.7 Pohľad na súčasný stav spodnej stavby na strane do Tatranskej Kotliny

Obr. č.8 Detail štruktúry kameniva betónu drieku a úložného prahu opory na strane do Tatranskej Kotliny

Obr. č.9 Detailný pohľad na stav krajného trámu a úložného prahu na strane po vode

Obr. č.10 Pohľad na súčasný stav ríms

Obr. č.11 Detail súčasného stavu spodnej stavby a krídla na strane po vode po mimo riadnej udalosti

Obr. č.12 Pohľad na súčasný stav povrchu mostného zvršku

Obr. č.13 Detail uloženia hlavného trámu na kĺbovom uložení na strane do obce Podspády

Obr. č.14 Detail obnaženej hlavnej výstuže krajného trámu na strane proti vode

Obr. č.15 Pohľad na súčasný stav krajného trámu na strane proti vode

Obr. 1

Obr. 2

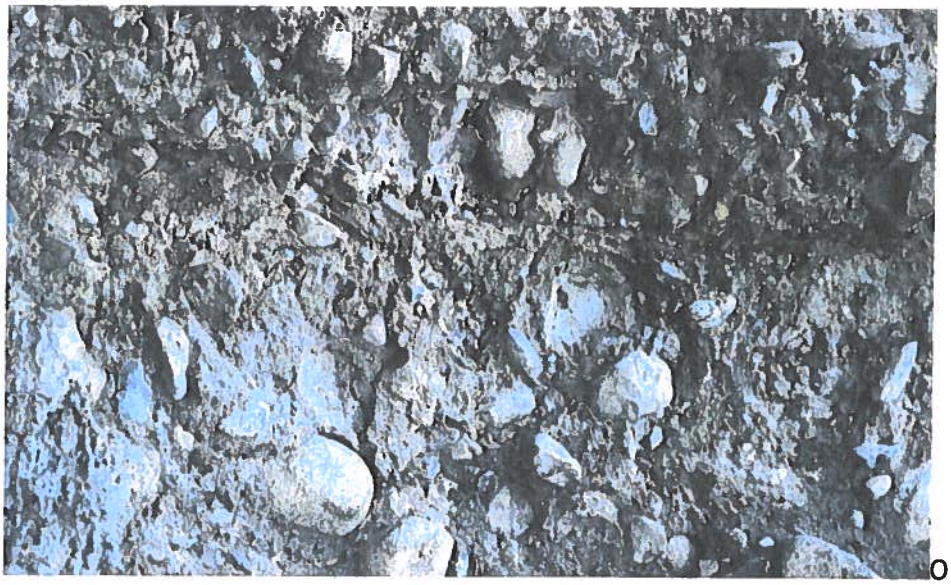
Obr.3

Obr.4

Obr.5

Obr.6

Obr.7



Obr.8

Obr.9

Obr.10

Obr.11

Obr.12

Obr.13

Obr.14

Obr.15

C - PROTOKOLY VYKONANÝCH SKÚŠOK BETÓNU

SKÚŠOBNÝ PROTOKOL č. 1

Stavebný objekt: **Most Podspády**
Skúšaná konštrukcia: Nosná konštrukcia
Skúšaný materiál: Betón
Skúšobná metóda: SCHMIDT - N
Norma: STN 73 1373
Dátum merania: 04.08.2018
Miesto merania: Trám T1 proti vode
Skúšku vykonal: Ing. Peter Slašťan

Tabuľka nameraných hodnôt:

Meranie i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hodnota a_1	36	40	37	35	36	42	38	34	38	40
Hodnota a_2	38	34	40	42	38	37	44	36	35	38
Hodnota a_3	42	44	38	37	38	40	42	40	34	36

Vyhodnotenie nameraných hodnôt:

- Výpočet priemernej hodnoty odrazu a:
  $a_1 = S(a_i/N) = 396/10 = 40$, $a_2 = 382/10 = 38$, $a_3 = 391/10 = 39$
- Určenie intervalu prípustných hodnôt rozptylu nameraných hodnôt:
  0,8.a = 0,8.38 = 30,4
  1,2.a = 1,2.38 = 45,6
  Všetky namerané hodnoty sa nachádzajú v uvedenom intervale, teda sú všetky platné.

- Stanovenie pevnosti betónu v tlaku s nezaručenou pevnosťou R_{be} podľa STN 73 1373:
  Hodnota R_{be} sa odčítava z STN 73 1373 pre vypočítanú hodnotu odrazu a podľa smeru úderu tvrdomeru so zaokrúhlením na celé číslo.

  Poloha Schmidtovho tvrdomeru: *vodorovná*

  Hodnote a = 39 zodpovedá hodnota R_{be} = 39 MPa

- Určenie pevnosti betónu v tlaku s ohľadom na jeho vlhkosť a vek:

  Súčiniteľ zohľadňujúci vlhkosť betónu: $a_w = 0,85$
  Súčiniteľ zohľadňujúci vek betónu: $a_t = 0,90$

  $R_b = a_w.a_t.R_{be}$
  $R_b = 0,85.0,90.39$
  $R_b = 29,8$ MPa

Hodnote R_b = 29,8 MPa zodpovedá **trieda pevnosti betónu B 25 (C20/25)**.

SKÚŠOBNÝ PROTOKOL č. 2

Stavebný objekt: **Most Podspády**
Skúšaná konštrukcia: Nosná konštrukcia
Skúšaný materiál: Betón
Skúšobná metóda: SCHMIDT - N
Norma: STN 73 1373
Dátum merania: 04.08.2018
Miesto merania: Trám T 3 proti vode
Skúšku vykonal: Ing. Peter Slašťan

Tabuľka nameraných hodnôt:

Meranie i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hodnota a_1	40	41	44	39	45	41	42	43	44	47
Hodnota a_2	42	44	41	39	40	42	38	40	42	45
Hodnota a_3	40	42	41	44	45	43	41	42	44	43

Vyhodnotenie nameraných hodnôt:

- Výpočet priemernej hodnoty odrazu a:
  $a_1 = S(a_i/N) = 426/10=43$, $a_2 = 413/10=41$, $a_3 = 425/10=42$
- Určenie intervalu prípustných hodnôt rozptylu nameraných hodnôt:
  0,8.a = 0,8.42 = 34
  1,2.a = 1,2.42 = 50
  Všetky namerané hodnoty sa nachádzajú v uvedenom intervale, teda sú všetky platné.

- Stanovenie pevnosti betónu v tlaku s nezaručenou pevnosťou R_{be} podľa STN 73 1373:
  Hodnota R_{be} sa odčítava z STN 73 1373 pre vypočítanú hodnotu odrazu a podľa smeru úderu tvrdomeru so zaokrúhlením na celé číslo.

  Poloha Schmidtovho tvrdomeru: *zvislo smerom nahor*

  Hodnote a = 42 zodpovedá hodnota R_{be} = 37 MPa

- Určenie pevnosti betónu v tlaku s ohľadom na jeho vlhkosť a vek:

  Súčiniteľ zohľadňujúci vlhkosť betónu: $a_w = 0,85$
  Súčiniteľ zohľadňujúci vek betónu: $a_t = 0,90$

  $R_b = a_w.a_t.R_{be}$
  $R_b = 0,85.0,90.37$
  $R_b = 28,31$ MPa

Hodnote R_b = 28,31 MPa zodpovedá **trieda pevnosti betónu B 25 (C20/25)**.

SKÚŠOBNÝ PROTOKOL č. 3

Stavebný objekt: **Most Podspády**
Skúšaná konštrukcia: Nosná konštrukcia
Skúšaný materiál: Betón
Skúšobná metóda: SCHMIDT - N
Norma: STN 73 1373
Dátum merania: 04.08.2018
Miesto merania: Trám T 5 proti vode
Skúšku vykonal: Ing. Peter Slašťan

Tabuľka nameraných hodnôt:

Meranie i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hodnota a_1	41	40	40	38	42	39	42	40	42	46
Hodnota a_2	39	43	44	42	40	39	41	42	44	42
Hodnota a_3	45	44	40	39	41	42	38	40	41	43

Vyhodnotenie nameraných hodnôt:

- Výpočet priemernej hodnoty odrazu a:
  $a_1 = S(a_i/N) = 410/10=41$, $a_2 = 416/10 = 42$, $a_3 = 413/10 = 41$
- Určenie intervalu prípustných hodnôt rozptylu nameraných hodnôt:
  0,8.a = 0,8.41 = 33
  1,2.a = 1,2.41 = 49
  Všetky namerané hodnoty sa nachádzajú v uvedenom intervale, teda sú všetky platné.

- Stanovenie pevnosti betónu v tlaku s nezaručenou pevnosťou R_{be} podľa STN 73 1373:
  Hodnota R_{be} sa odčítava z STN 73 1373 pre vypočítanú hodnotu odrazu a podľa smeru úderu tvrdomeru so zaokrúhlením na celé číslo.

  Poloha Schmidtovho tvrdomeru: *zvislo smerom nahor*

  Hodnote a = 42 zodpovedá hodnota R_{be} = 37 MPa

- Určenie pevnosti betónu v tlaku s ohľadom na jeho vlhkosť a vek:

  Súčiniteľ zohľadňujúci vlhkosť betónu: $a_w = 0,85$
  Súčiniteľ zohľadňujúci vek betónu: $a_t = 0,90$

  $R_b = a_w.a_t.R_{be}$
  $R_b = 0,85.0,90.37$
  $R_b = 28,31$ MPa

Hodnote R_b = 28,31 MPa zodpovedá **trieda pevnosti betónu B 25 (C20/25)**.

SKÚŠOBNÝ PROTOKOL č. 4

Stavebný objekt: **Most Podspády**
Skúšaná konštrukcia: Nosná konštrukcia
Skúšaný materiál: Betón
Skúšobná metóda: SCHMIDT - N
Norma: STN 73 1373
Dátum merania: 04.08.2018
Miesto merania: Doska medzi T1 a T3
Skúšku vykonal: Ing. Peter Slašťan

Tabuľka nameraných hodnôt:

Meranie i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hodnota a_1	38	41	40	39	45	39	42	43	42	47
Hodnota a_2	41	39	41	40	38	38	44	42	40	44
Hodnota a_3	42	40	39	43	44	37	41	40	41	43

Vyhodnotenie nameraných hodnôt:

- Výpočet priemernej hodnoty odrazu a:
  $a_1 = S(a_i/N) = 416/10=42$, $a_2 = 407/10 = 41$, $a_3 = 372/10 = 37$
- Určenie intervalu prípustných hodnôt rozptylu nameraných hodnôt:
  $0,8.a = 0,8.41 = 33$
  $1,2.a = 1,2.41 = 49$
  Všetky namerané hodnoty sa nachádzajú v uvedenom intervale, teda sú všetky platné.

- Stanovenie pevnosti betónu v tlaku s nezaručenou pevnosťou R_{be} podľa STN 73 1373:
  Hodnota R_{be} sa odčítava z STN 73 1373 pre vypočítanú hodnotu odrazu a podľa smeru úderu tvrdomeru so zaokrúhlením na celé číslo.

  Poloha Schmidtovho tvrdomeru: *zvislo smerom nahor*

  Hodnote a = 41 zodpovedá hodnota R_{be} = 35 MPa

- Určenie pevnosti betónu v tlaku s ohľadom na jeho vlhkosť a vek:

  Súčiniteľ zohľadňujúci vlhkosť betónu: $a_w = 0,85$
  Súčiniteľ zohľadňujúci vek betónu: $a_t = 0,90$

  $R_b = a_w.a_t.R_{be}$
  $R_b = 0,85.0,90.35$
  $R_b = 26,78$ MPa

Hodnote R_b = 26,78 MPa zodpovedá **trieda pevnosti betónu B 20 (C16/20)**.

SKÚŠOBNÝ PROTOKOL č. 5

Stavebný objekt: **Most Podspády**
Skúšaná konštrukcia: Nosná konštrukcia
Skúšaný materiál: Betón
Skúšobná metóda: SCHMIDT - N
Norma: STN 73 1373
Dátum merania: 04.08.2018
Miesto merania: Doska medzi T 4 a T 5
Skúšku vykonal: Ing. Peter Slašťan

Tabuľka nameraných hodnôt:

Meranie i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hodnota a_1	40	37	42	39	40	39	43	45	42	39
Hodnota a_2	42	38	41	40	36	37	41	43	40	42
Hodnota a_3	39	37	40	42	39	44	42	42	41	43

Vyhodnotenie nameraných hodnôt:

- Výpočet priemernej hodnoty odrazu a:
  $a_1 = S(a_i/N) = 406/10=40$, $a_2 = 400/10 = 40$, $a_3 = 367/10 = 37$
- Určenie intervalu prípustných hodnôt rozptylu nameraných hodnôt:
  0,8.a = 0,8.40 = 32
  1,2.a = 1,2.40 = 48
  Všetky namerané hodnoty sa nachádzajú v uvedenom intervale, teda sú všetky platné.

- Stanovenie pevnosti betónu v tlaku s nezaručenou pevnosťou R_{be} podľa STN 73 1373:
  Hodnota R_{be} sa odčítava z STN 73 1373 pre vypočítanú hodnotu odrazu a podľa smeru úderu tvrdomeru so zaokrúhlením na celé číslo.

  Poloha Schmidtovho tvrdomeru: *zvislo smerom nahor*

  Hodnote a = 40 zodpovedá hodnota R_{be} = 34 MPa

- Určenie pevnosti betónu v tlaku s ohľadom na jeho vlhkosť a vek:

  Súčiniteľ zohľadňujúci vlhkosť betónu: $a_w = 0,85$
  Súčiniteľ zohľadňujúci vek betónu: $a_t = 0,90$

  $R_b = a_w.a_t.R_{be}$
  $R_b = 0,85.0,90.34$
  $R_b = 26,01$ MPa

Hodnote R_b = 26,31 MPa zodpovedá **trieda pevnosti betónu B 20 (C16/20)**.

SKÚŠOBNÝ PROTOKOL č. 6

Stavebný objekt: **Most Podspády**
Skúšaná konštrukcia: Nosná konštrukcia
Skúšaný materiál: Betón
Skúšobná metóda: SCHMIDT - N
Norma: STN 73 1373
Dátum merania: 04.08.2018
Miesto merania: Koncový priečnik smer Podspády
Skúšku vykonal: Ing. Peter Slašťan

Tabuľka nameraných hodnôt:

Meranie i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hodnota a_1	37	40	42	39	43	39	37	40	42	41
Hodnota a_2	43	39	41	38	40	41	38	42	43	40
Hodnota a_3	41	42	38	41	42	38	41	39	38	43

Vyhodnotenie nameraných hodnôt:

- Výpočet priemernej hodnoty odrazu a:
  $a_1 = S(a_i/N) = 400/10 = 40$, $a_2 = 405/10 = 40$, $a_3 = 405/10 = 40$
- Určenie intervalu prípustných hodnôt rozptylu nameraných hodnôt:
  $0{,}8.a = 0{,}8.40 = 32$
  $1{,}2.a = 1{,}2.40 = 48$
  Všetky namerané hodnoty sa nachádzajú v uvedenom intervale, teda sú všetky platné.

- Stanovenie pevnosti betónu v tlaku s nezaručenou pevnosťou R_{be} podľa STN 73 1373:
  Hodnota R_{be} sa odčítava z STN 73 1373 pre vypočítanú hodnotu odrazu a podľa smeru úderu tvrdomeru so zaokrúhlením na celé číslo.

  Poloha Schmidtovho tvrdomeru: *vodorovne*

  Hodnote a = 40 zodpovedá hodnota R_{be} = 41 MPa

- Určenie pevnosti betónu v tlaku s ohľadom na jeho vlhkosť a vek:

  Súčiniteľ zohľadňujúci vlhkosť betónu: $a_w = 0{,}85$
  Súčiniteľ zohľadňujúci vek betónu: $a_t = 0{,}90$

  $R_b = a_w.a_t.R_{be}$
  $R_b = 0{,}85.0{,}90.41$
  $R_b = 31{,}36$ MPa

Hodnote R_b = 28,31 MPa zodpovedá **trieda pevnosti betónu B 20 (C16/20)**.

SKÚŠOBNÝ PROTOKOL č. 7

Stavebný objekt: **Most Podspády**
Skúšaná konštrukcia: Nosná konštrukcia
Skúšaný materiál: Betón
Skúšobná metóda: SCHMIDT - N
Norma: STN 73 1373
Dátum merania: 04.08.2018
Miesto merania: Stredový priečnik
Skúšku vykonal: Ing. Peter Slašťan

Tabuľka nameraných hodnôt:

Meranie i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hodnota a_1	44	42	39	41	45	40	38	41	42	40
Hodnota a_2	40	38	39	40	44	41	42	43	40	41
Hodnota a_3	42	41	44	42	38	41	41	40	38	39

Vyhodnotenie nameraných hodnôt:

- Výpočet priemernej hodnoty odrazu a:
  $a_1 = S(a_i/N) = 422/10=42$, $a_2 = 408/10 = 41$, $a_3 = 406/10 = 41$
- Určenie intervalu prípustných hodnôt rozptylu nameraných hodnôt:
  0,8.a = 0,8.41 = 33
  1,2.a = 1,2.41 = 49
  Všetky namerané hodnoty sa nachádzajú v uvedenom intervale, teda sú všetky platné.

- Stanovenie pevnosti betónu v tlaku s nezaručenou pevnosťou R_{be} podľa STN 73 1373:
  Hodnota R_{be} sa odčítava z STN 73 1373 pre vypočítanú hodnotu odrazu a podľa smeru úderu tvrdomeru so zaokrúhlením na celé číslo.

  Poloha Schmidtovho tvrdomeru: *zvislo smerom nahor*

  Hodnote a = 42 zodpovedá hodnota R_{be} = 35 MPa

- Určenie pevnosti betónu v tlaku s ohľadom na jeho vlhkosť a vek:

  Súčiniteľ zohľadňujúci vlhkosť betónu: $a_w = 0,85$
  Súčiniteľ zohľadňujúci vek betónu: $a_t = 0,90$

  $R_b = a_w.a_t.R_{be}$
  $R_b = 0,85.0,90.35$
  $R_b = 26,77$ MPa

Hodnote R_b = 26,77 MPa zodpovedá **trieda pevnosti betónu B 20 (C16/20)**.