



Diagnostika mostného objektu cez Vadičovský potok v Hornom Vadičove

december 2013

Obsah

Literatúra	2
1. Úvod	3
2. Popis objektov	3
3. Súčasný stav objektov	4
4. Diagnostika materiálov konštrukčných prvkov	4
4.1 Betón nosnej konštrukcie	4
4.1.1 Karbonatácia betónu	4
4.1.2 Obsah chloridov v betóne	5
5. Prepočet zaťažiteľnosti mostného objektu	6
5.1 Zaťaženie v dobe návrhu návrhu mostného objektu	7
5.2 Výpočet porovnávacieho momentu	8
5.3 Výpočet zaťažiteľnosti mostného objektu	9
5.3.1 Zaťažiteľnosť normálna	9
5.3.2 Zaťažiteľnosť výhradná	11
5.4.3 Zaťažiteľnosť výnimočná	12
5.4 Rekapitulácia výsledkov	13
6. Zhrnutie výsledkov, závery a návrhy pre ďalší postup prác	14
 7. Prílohová časť	
A – Obrázková príloha	
B – Výkresová príloha	

1. ÚVOD

Na základe cenovej ponuky zo dňa 17.09.2013 (zákazka č. 4235116858 EVOSERVICE) bola u spoločnosti TASUM, s.r.o. Žilina objednaná dňa 24.09.2013 pod č. 60/2013/SC-00 zákazka na diagnostiku mostných objektov za účelom zistenia podkladov pre výpočet zaťažiteľnosti a záverov pre ďalšie ich využitie.

Cestný most v intraviláne obce Horný Vadičov premostňuje Vadičovský potok. Rok postavenia mostného objektu z poskytnutých podkladov pre výkon diagnostiky je 1974. Počas prevádzky mostného objektu sa postupne začali prejavovať poruchy z funkčnosti a životnosti niektorých konštrukčných prvkov a taktiež poruchy, ktoré boli spôsobené jeho výstavbou.

Na mostnom objekte bola pod vedením spracovateľa posudku vykonaná diagnostická prehliadka dňa 08.10.2013. Počasie počas prehliadky bolo slnečné s teplotou 22 °C.

2. POPIS MOSTNÉHO OBJEKTU

Mostný objekt je riešený ako jednoložová konštrukcia z doskovej predpätej, prefa - konštrukcie typových prefabrikátov KA - 61. Po statickej stránke je konštrukcia navrhnutá ako prostá žalúziová doska. Premostenie je šikmé, uhol kríženia je 50°30'.

Nosná dosková konštrukcia je navrhnutá z 9-tich predpätých nosníkov typu KA 61, konštrukčnej výšky $h=700$ mm a šírky $b=980$ mm. Skladobná dĺžka nosníkov je 16 600 mm. Čelá nosníkov sú dobetónované koncovými priečnikmi. Svetlosť mostného otvoru kolmá je 11 800 mm, šikmá je 15 400 mm. Uloženie na podpory je na lepenku. Spodná stavba je z dvoch pobrežných betónových gravitačných opôr na ktoré naväzujú krátke konzolové krídla okrem krídla po vode na strane do KNM. Spodná stavba je v celej dĺžke opevnená reguláciou vodného toku. Základné rozmery konštrukcií sú zrejmé s výkresových príloh. Celková dĺžka mostu je 21 100 mm.

Vozovka na moste je v usporiadaní: voľná šírka medzi zvýšenými obrubami chodníkov je 6 500 mm. Obojstranne sú navrhnuté chodníky šírky $2 \times 1\,500$ mm.

Celková šírka mostu kolmá je 8 980 mm, šikmá je 11 720 mm. Na mostnom objekte je toho času zriadené obojstranne kovové zábradlie z valcovaných kovových profilov. Na strane proti vode je zábradlie trojmadlové z valcovaných I profilov výšky 980 mm. Stĺpiky sú z I 80, madlá z I 100, na strane po vode je konštrukcia dvojmadlová stĺpky z I 80 madlá z kruhový profil Ø 50 mm.

2. SÚČASNÝ STAV MOSTNÉHO OBJEKTU

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

Nosná konštrukcia - hlavné nosná konštrukcia je zospodu v škárach zatečená cez poruchy vozovky a pravdepodobne aj nefunkčnú izoláciu. Zvislé steny krajných nosníkov sú zatečené cez nefunkčné rímasy. Objavujú sa korózne výluhy konštrukčnej výstuže spôsobené povrchovou degradáciou krycej vrstvy na spodných doskách nosníkov a zvislých stenách krajných nosníkov.

Poruchy statického charakteru sa na mostnom objekte nediagnostikovali.

Spodná stavba – spodná stavba je pomerne v dobrom stave, stopy po zatekaní sú minimálne.

Svahy opevnenia spodnej stavby sú eróznym pôsobením rôzne poškodené, usadnuté (pozri obr. 7).

Chodníky a rímasy – rímasy sú v celom rozsahu zatečené s hĺbkovým rozpadom betónu. Betón ríms je nevhodnej krivky zrnitosti, obsahuje veľké frakcie kameniva (pozri obr. 4,5 a 6). Chodníky majú celoplošnú degradáciu povrchu, mechanické poškodenia, priečne trhliny s úplným rozpadom krytu (pozri obr.8). 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 obr.8).

Vozovka – vozovka toho času s minimálnymi poruchami, je však nad úrovňou obrubníkov cca 30 mm. Táto skutočnosť bude zohľadnená vo výpočte zaťažiteľnosti.

3. 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 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 nosných prvkov bol zistený stupeň karbonatácie kyslosti pH 9. Na rímсах a chodníkovej časti bol zistený stupeň karbonatácie kyslosti pH 6.

Hĺbka skarbonátovanej vrstvy betónu nosníkov mostovky je rozdielna na zatečených zvislých plochách krajných nosníkov bola zistená hĺbka do 10 mm, skarbonátovanej vrstvy betónu v škárach nosníkov bola zistená hĺbka do 15 mm. Na prvkoch spodnej stavby je hĺbka skarbonátovanej vrstvy betónu len povrchová.

4.1.2 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 0,5-násobného prekročenia povolenej maximálnej prípustnej hranice pre predpäbetón, t.j. 0,06%. Na ostatných plochách zatečených prvkov bolo napadnutie difundovanými chloridmi v prípustnej tolerancii

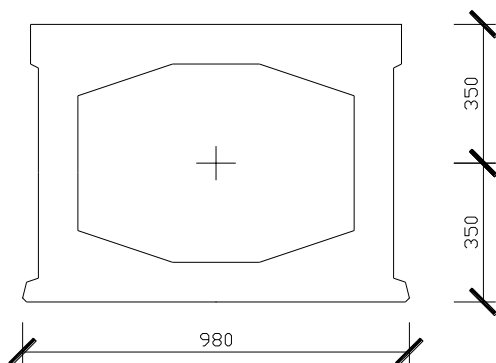
**Na základe diagnostickej prehliadky zisteného súčasného stavu
hodnotíme stavebný stav objektu na**

IV. s t a v u s p o k o j i v ý

5. PREPOČET ZAŤAŽITEĽNOSTI MOSTNÉHO OBJEKTU

Prepočet zaťažiteľnosti je počítaný metódou porovnania momentov od náhodilého zaťaženia v dobe návrhu mostného objektu (príloha B.1) a normového zaťaženia (príloha B.3,B.4,B.5 a B.6) v zmysle STN 73 62 03 zaťaženie mostov.

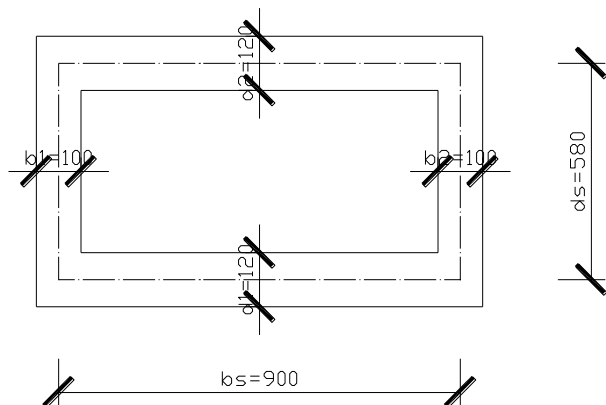
• nosník KA – 61



$$A_{pref} = 0,3263 m^2$$

$$I_{pref} = 0,021136 m^4$$

Tuhosť v krútení pre zidealizovaný priečny rez



$$I\tau = \frac{4 \cdot (b_s \cdot d_s)^2}{2 \cdot \left(\frac{b_s}{d_{1,2}} + \frac{d_s}{b_{1,2}} \right)} = \frac{4 \cdot (0,9 \cdot 0,58)^2}{2 \cdot \left(\frac{0,9}{0,12} + \frac{0,58}{0,1} \right)} =$$

$$= 0,0443 m^4$$

$$\kappa_n = 4,764461 \cdot \frac{l_x}{l_y} \cdot \sqrt{\frac{I_{pref}}{I\tau}} =$$

$$= 4,764461 \cdot \frac{8,98}{16,158} \cdot \sqrt{\frac{0,021136}{0,0443}} = 1,829$$

- pre polohu druhého nosníka

$$e = \frac{1,49}{8,98} = 0,165 \quad \text{pre } \kappa_n = 1,829 \text{ a } e = 0,165$$

K _n	e	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1
1,8	0,125	1,54103	1,5802	1,29128	1,06801	0,89904	0,77577	0,69194	0,64329	0,62734
	0,25	1,25927	1,29128	1,38894	1,14878	0,96703	0,83444	0,74427	0,69194	0,67479
	0,165	1,450867	1,487746	1,322531	1,093856	0,920797	0,794544	0,708686	0,658858	0,642524
1,9	0,125	1,58775	1,63274	1,31476	1,07129	0,88852	0,75612	0,66656	0,61478	0,59784
	0,25	1,27853	1,31476	1,4255	1,16152	0,96336	0,8198	0,7227	0,66656	0,64819
	0,165	1,4888	1,530986	1,350197	1,100164	0,912469	0,776498	0,684525	0,63135	0,613952
1,927	0,165	1,461109	1,499421	1,330001	1,095559	0,918548	0,789672	0,702162	0,651431	0,63481
q		0,162709	0,166975	0,148109	0,122001	0,10229	0,087938	0,078193	0,072543	0,070692

5.1 ZAŤAŽENIE V DOBE NÁVRHU MOSTNÉHO OBJEKTU

A. Stále zaťaženie

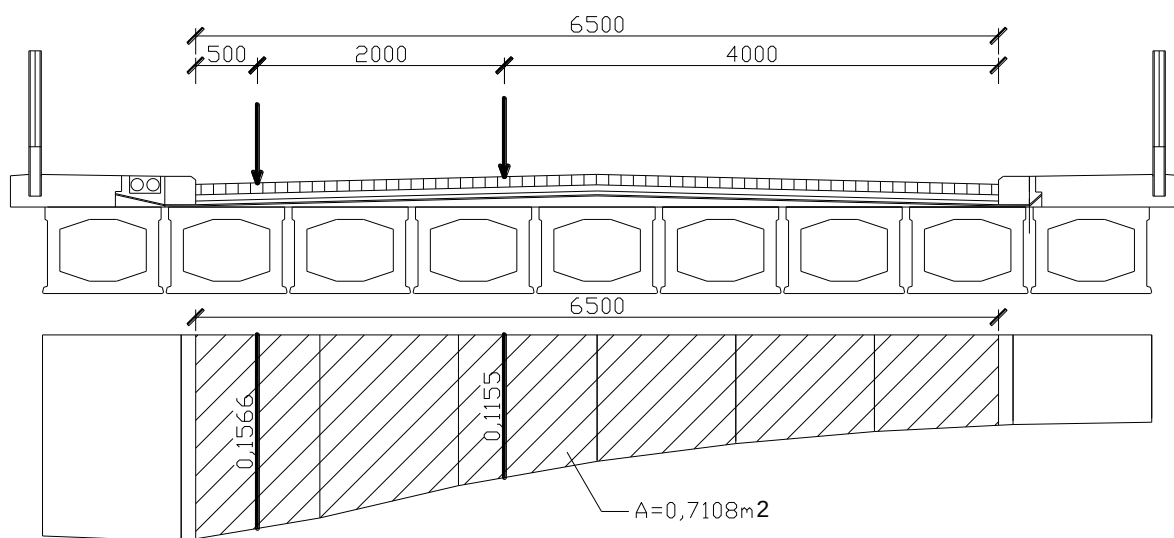
Pri výpočte stáleho zaťaženia

-	asfalt hr.50mm	0,05 x 6,5 x 22	7,150 kN.m'
-	ochr. omietka hr.30 mm	0,03 x 6,5 x 23.....	4,485 kN.m'
-	izolácia hr.10 mm	0,01 x 6,5 x 12	0,780 kN.m'
-	vyrovn .betón hr.60 mm	0,06 x 6,5 x 23	8,970 kN.m'
-	chodník	1,5 x 0,25 x 23 x 2	17,25 kN.m'
-	nosník KA	9 x 0,3263 x 26	76,35 kN.m'
-	<u>zábradlie</u>		<u>4,0 kN.m'</u>

$$\Sigma g = 118,985 \text{ kN.m'}$$

B. Dlhodobé zaťaženie

a) Trojnápravové vozidlo 600 kN a rovnomerné zaťaženie 6 kN.m⁻² (príloha B.1)

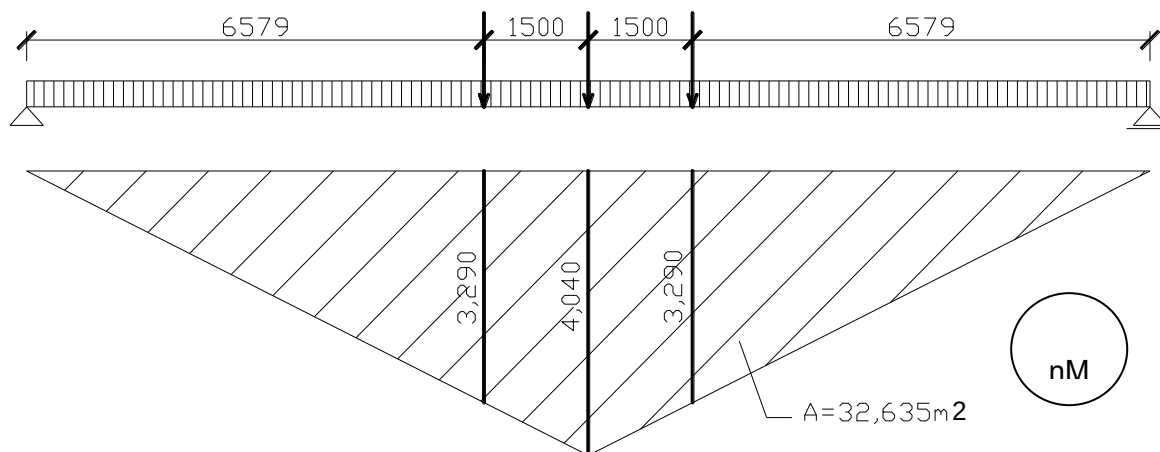


- trojnápravové vozidlo

$$P = 100 \cdot \Sigma \mu = 100 \cdot (0,1566 + 0,1155) = 27,21 \text{ kN}$$

- základné rovnomerné zaťaženie

$$p = p^* \cdot A = 6,0 \cdot 0,7108 = 4,265 \text{ kN.m'}$$



$$M^I = P \cdot (4,040 + 2 \cdot 3,290) + p \cdot A = 27,21 \cdot (4,040 + 2 \cdot 3,290) + 4,265 \cdot 32,635 = 428,16 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Výpočet dynamického súčiniteľa v dobe návrhu mostného objektu

Dynamický súčiniteľ cestných mostov v dobe návrhu sa uvažoval podľa vzorca:

$$\delta = 1 + \frac{0,35}{1 + 0,2 \cdot l} + \frac{0,5}{1 + 4 \cdot \frac{G}{P}}$$

pričom

l je rozpätie vyšetrovanej časti konštrukcie (u spojitých konštrukciách najväčšie pole od piliera k pilieru)

G je celkové stálo zaťaženie pre toto rozpätie

P je celkové zaťaženie dlhodobé ,ktoré možno umiestniť na vyšetrovanú časť

Maximálny dynamický súčiniteľ je $\delta = 1,4$.

$$G = g \cdot l = 118,985 \cdot 16,158 = 1922,56 \text{ kN}$$

$$P = l \cdot p^* + P = 16,158 \cdot 6,6,5 + 600 = 1230,162 \text{ kN}$$

potom:

$$\delta = 1 + \frac{0,35}{1 + 0,2 \cdot 16,158} + \frac{0,5}{1 + 4 \cdot \frac{1922,56}{1230,162}} = 1,15$$

5.2 VÝPOČET POROVNÁVACIEHO MOMENTU

Mostný objekt bol pravdepodobne navrhnutý na moment $M_{DIM} = 428,16 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$M_z = \delta \cdot M_{DIM} = 1,15 \cdot 428,16 = 492,384 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

POROVNÁVACÍ MOMENT $M_z = 492,384 \text{ kN} \cdot \text{m}$

5.3 VÝPOČET ZAŤAŽITEĽNOSTI PODĽA [8]

Výpočet dynamického súčiniteľa

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

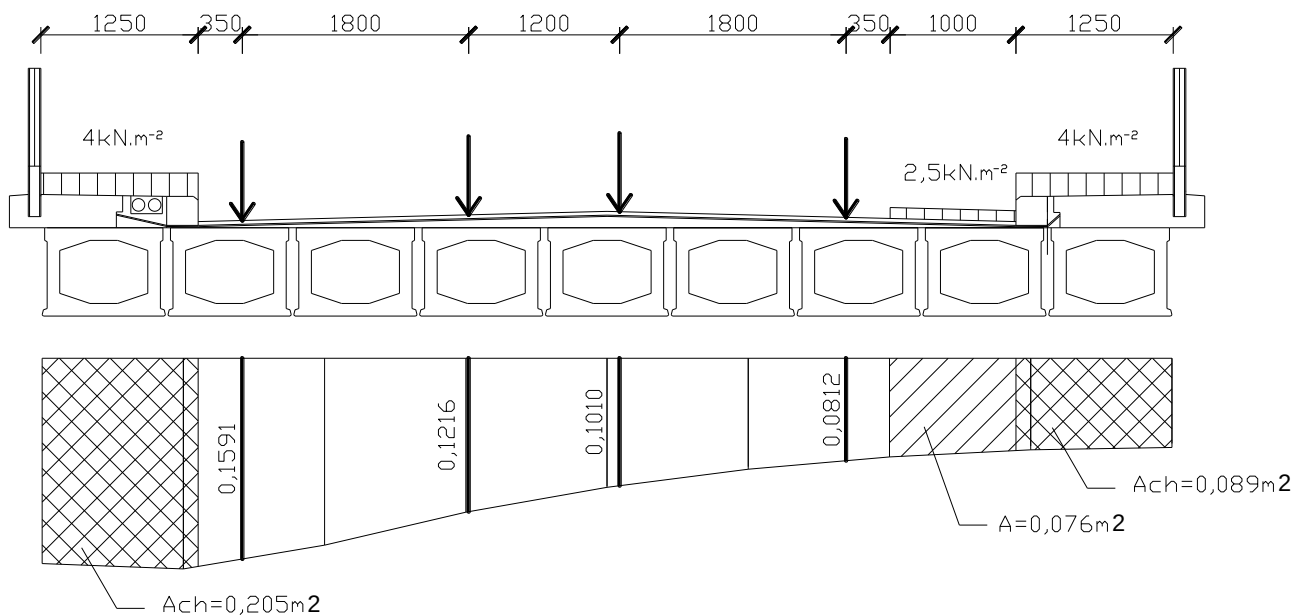
$$\delta = \frac{1}{0,95 - (1,4 \cdot L_D)^{-0,6}} = \frac{1}{0,95 - (1,4 \cdot 16,158)^{-0,6}} = 1,26 < 1,5$$

$$\geq 1,1$$

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

5.3.1 NORMÁLNA ZAŤAŽITEĽNOSŤ

Zoskupenie zaťaženia I (príloha B.3)



- predná náprava

$$P_p = \frac{V_n}{8} \cdot (0,1591 + 0,1216 + 0,1010 + 0,0812) = 0,0579 \cdot V_n$$

- zadná náprava

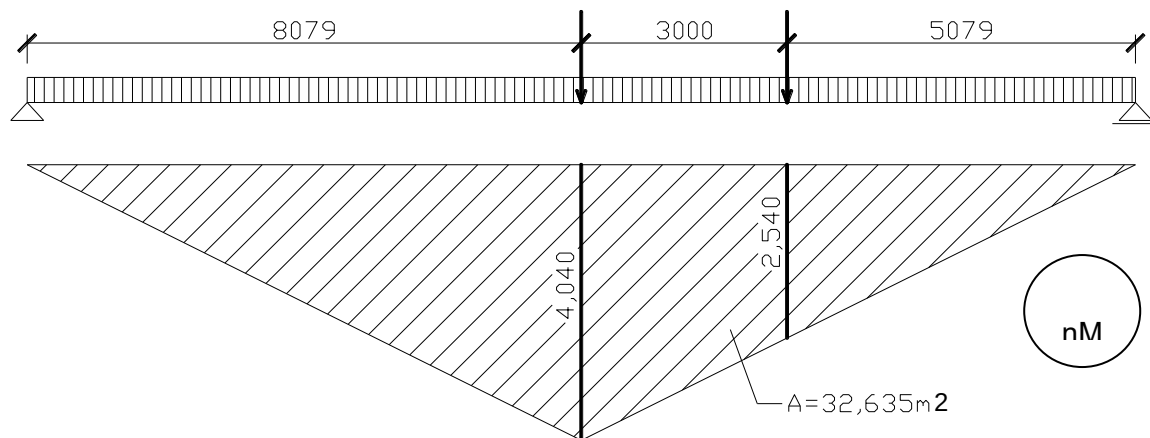
$$P_z = \frac{3V_n}{8} \cdot (0,1591 + 0,1216 + 0,1010 + 0,0812) = 0,1736 \cdot V_n$$

- rovnomerné zaťaženie

$$p = 2,5 \cdot 0,076 = 0,19 \text{ kN.m'}$$

- chodník

$$ch = 4,0 \cdot (0,205 + 0,089) = 1,176 \text{ kN.m'}$$



- zoskupenie zaťaženia I vyvodí ohybový moment

$$M_{zz1} = P_z \cdot 3,8 + P_p \cdot 2,3 + p \cdot A + ch \cdot A =$$

$$= 0,1736 \cdot V_n \cdot 4,040 + 0,0579 \cdot V_n \cdot 2,54 + 0,19 \cdot 32,635 + 1,176 \cdot 32,635 = 0,848 \cdot V_n + 45,58$$

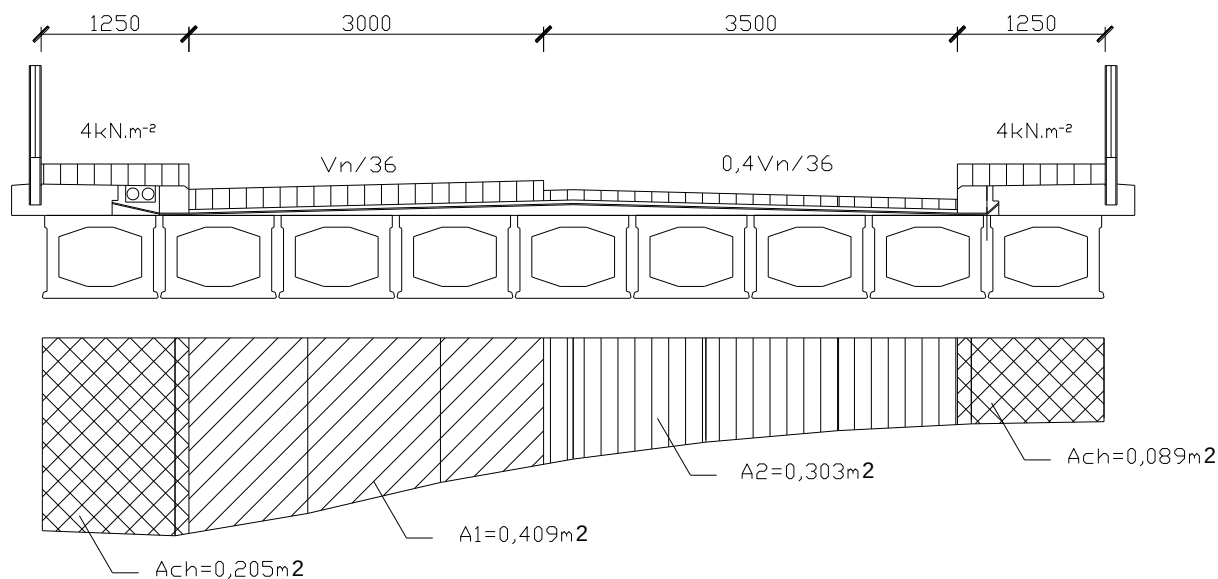
$$M_{DIM} \geq \delta \cdot M_{zz1}$$

$$492,384 \geq 1,26 \cdot (0,848 \cdot V_n + 45,58)$$

$$V_n = 411,75 \text{ kN}$$

$$V_n = 41,17 \text{ t}$$

Zoskupenie zaťaženia II (príloha B.4)

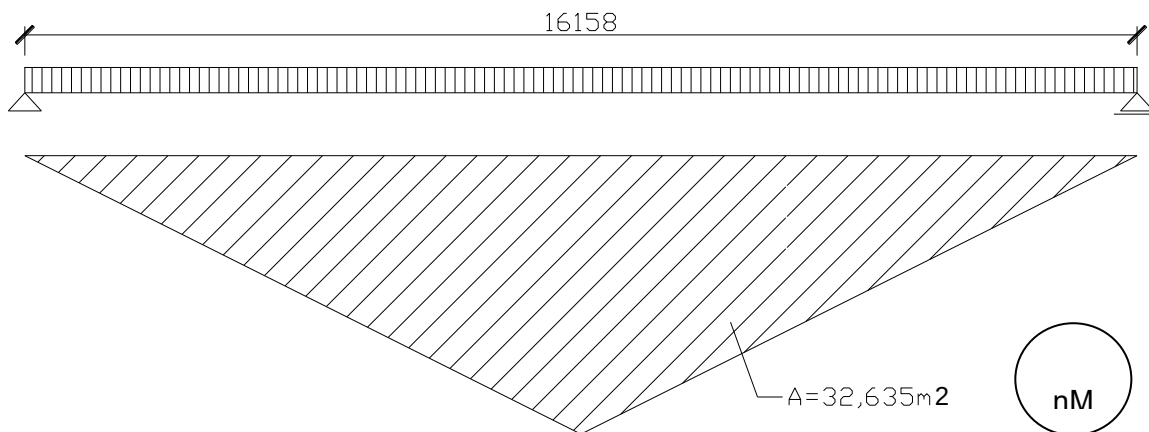


- rovnomerné zaťaženie

$$P = \frac{V_n}{36} \cdot A_1 + \frac{0,4 \cdot V_n}{36} \cdot A_2 = \frac{V_n}{36} \cdot 0,409 + \frac{0,4 \cdot V_n}{36} \cdot 0,303 = 0,0147 \cdot V_n$$

- chodník

$$ch = 4,0 \cdot (0,205 + 0,089) = 1,176 \text{ kN} \cdot \text{m}'$$



- zoskupenie zaťaženia II vyvodí ohybový moment

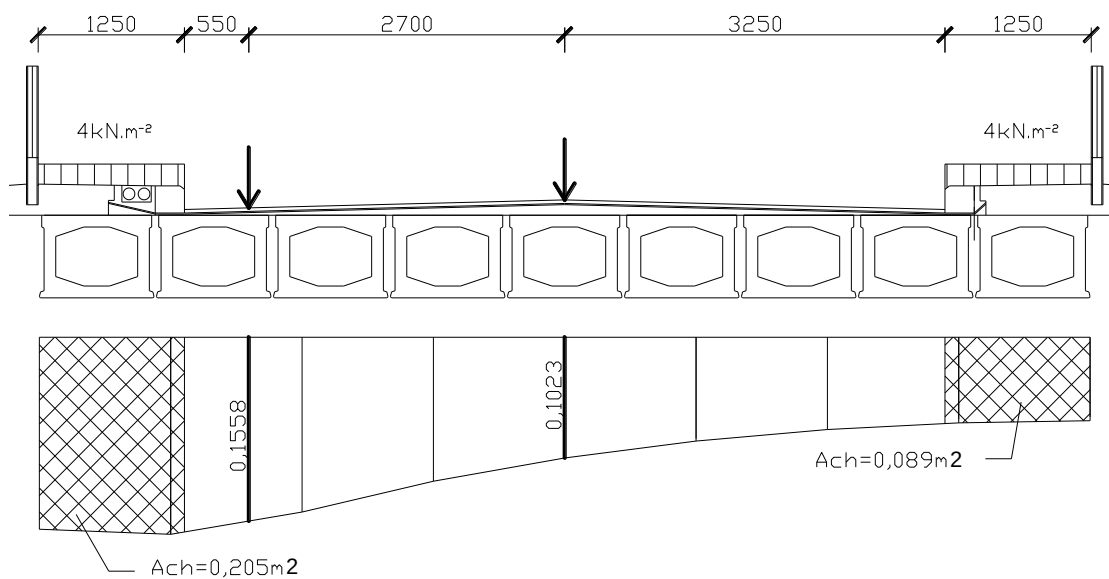
$$M_{zz2} = P \cdot A + ch \cdot A = 0,0147 \cdot V_n \cdot 32,635 + 1,176 \cdot 32,635 = 0,480 \cdot V_n + 38,38$$

$$\begin{aligned} M_{DIM} &\geq \delta \cdot M \\ 492,384 &\geq 1,26 \cdot (0,480 \cdot V_n + 38,38) \\ V_n &= 734,167 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_n = 73,4 \text{ t}$$

5.3.2 VÝHRADNÁ ZAŤAŽITEĽNOSŤ

Štvornápravové vozidlo (príloha B.5)

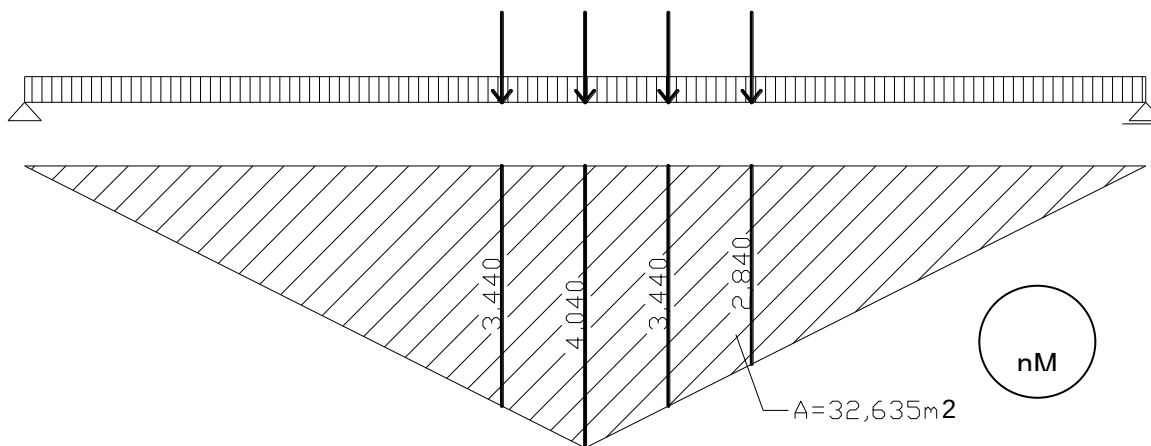


- nápravy výhradnej súpravy

$$P = \frac{V_r}{8} \cdot (0,1558 + 0,1023) = 0,032 \cdot V_r$$

- chodník

$$ch = 4,0 \cdot (0,205 + 0,089) = 1,176 \text{ kN} \cdot \text{m}'$$



- 4 nápravové vozidlo vyvodí ohybový moment

$$M_{4NV} = P \cdot (2,3,44 + 4,04 + 2,84) + ch \cdot A =$$

$$= 0,032 \cdot V_r \cdot 13,76 + 1,176 \cdot 32,635 = 0,440 \cdot V_r + 38,38$$

$$M_{DIM} \geq \delta \cdot M_{4NV}$$

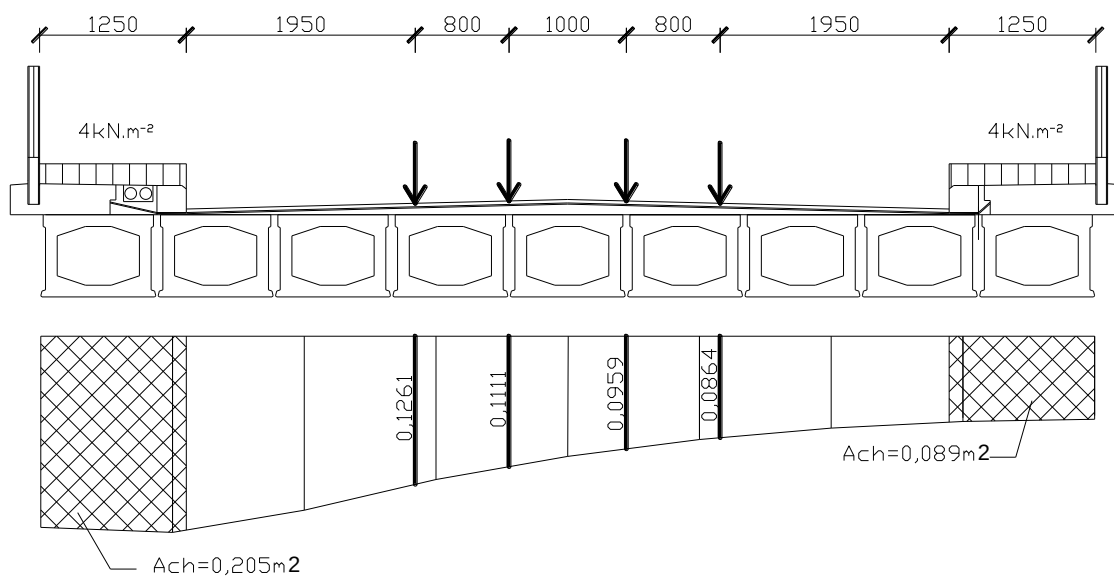
$$492,384 \geq 1,26 \cdot (0,440 \cdot V_r + 38,88)$$

$$V_r = 799,77 \text{ kN}$$

$$V_r = 79,9 \text{ t}$$

5.3.3 VÝNIMOČNÁ ZAŤAŽITEĽNOSŤ

Výnimočné zaťaženie (príloha B.6)

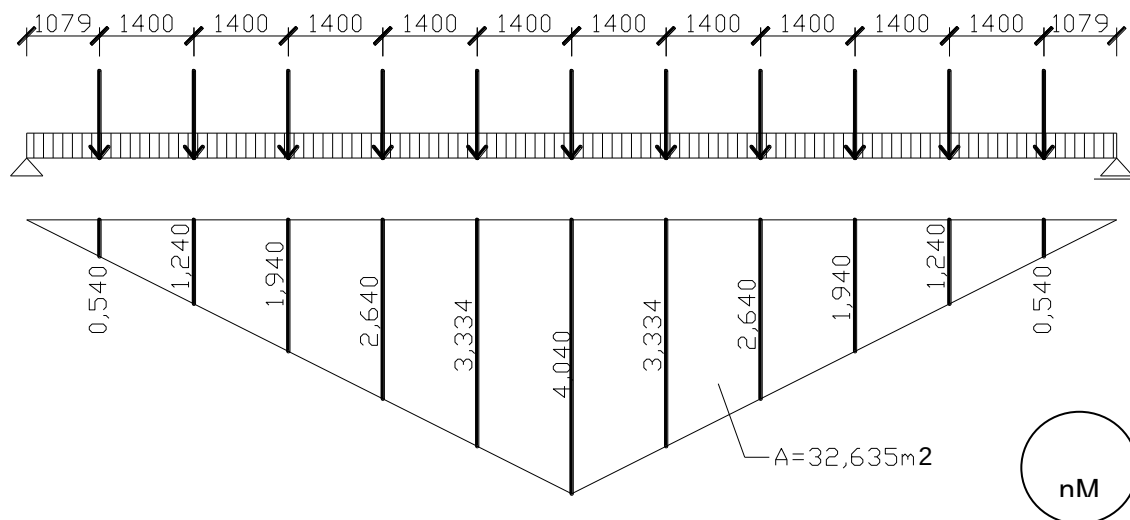


- nápravy výnimočnej súpravy

$$P = \frac{F_e}{4} \cdot (0,1261 + 0,1111 + 0,0959 + 0,0864) = 0,1049 \cdot F_e$$

- chodník

$$ch = 4,0 \cdot (0,205 + 0,089) = 1,176 \text{ kN.m'}$$



- zvláštna súprava vyvodí ohybový moment

$$M_{zs} = P \cdot [2 \cdot (3,334 + 2,64 + 1,94 + 1,24 + 0,54) + 4,04] + ch \cdot A = 0,1049 \cdot F_e \cdot 23,428 + 1,176 \cdot 32,635 = 2,46 \cdot F_e + 38,39$$

$$M_{DIM} \geq \delta \cdot M_{zs}$$

$$492,384 \geq 1,05 \cdot (2,46 \cdot F_e + 38,39)$$

$$F_e = 175,02 \text{ kN} = 17,5 \text{ t}$$

$$V_e = 14 \cdot 17,5 = 245 \text{ t}$$

5.4 REKAPITULÁCIA VÝSLEDKOV

Zaťažiteľnosť mostného objektu nasledovne:

Zaťažiteľnosť	Výpočtová	Výsledná
Normálna zz1	41,17 t	32 t
Normálna zz2	73,4 t	
Výhradná	79,9 t	78 t
Výnimočná	245 t	245 t

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

Z výsledkov vykonanej diagnostickej prehliadky mostného objektu v Hornom Vadičove možno urobiť nasledovné závery:

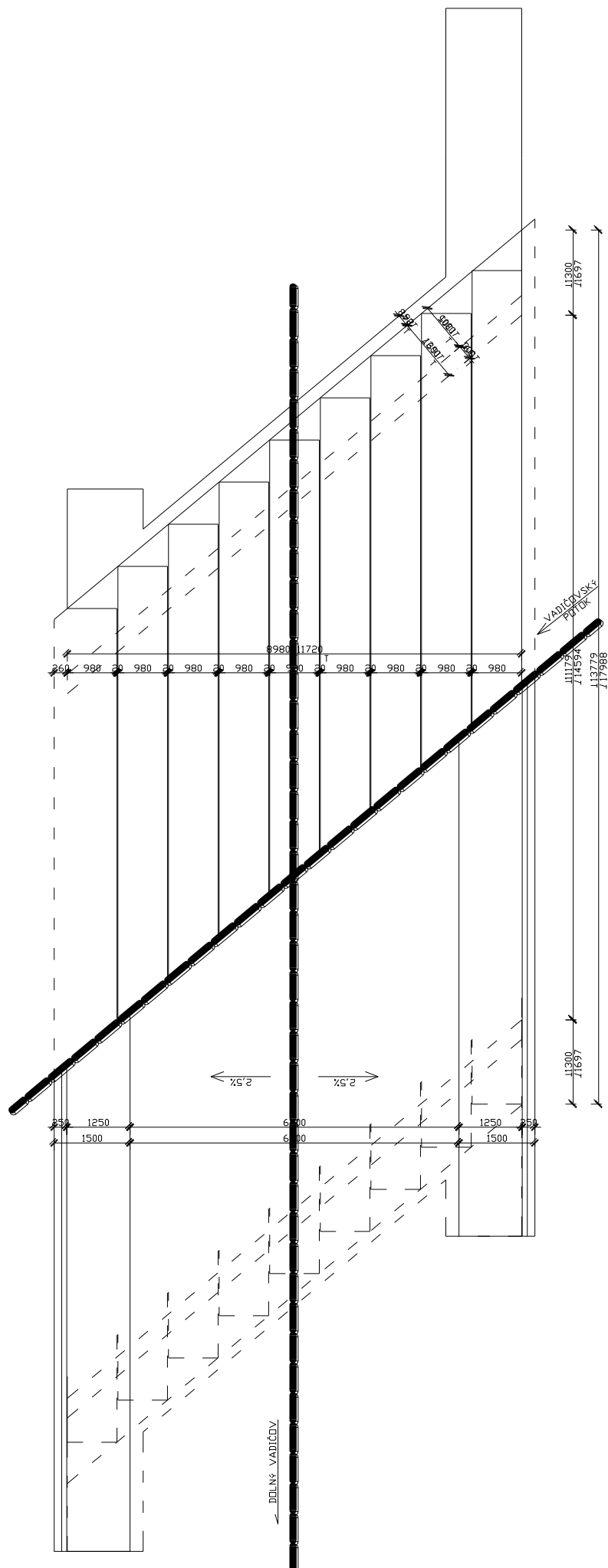
- *Príprava sanačného projektu hornej stavby a jeho realizácia musí byť čo v najkratšom čase nakoľko degradácia v tomto stupni už pokračuje a zhoršuje stavebný stav veľmi rýchlo*
- *V mostnom liste opraviť zaťažiteľnosť mostného objektu*
- *Na mostnom objekte vykonávať pravidelnú údržbu*

V Žiline, 15.12.2013

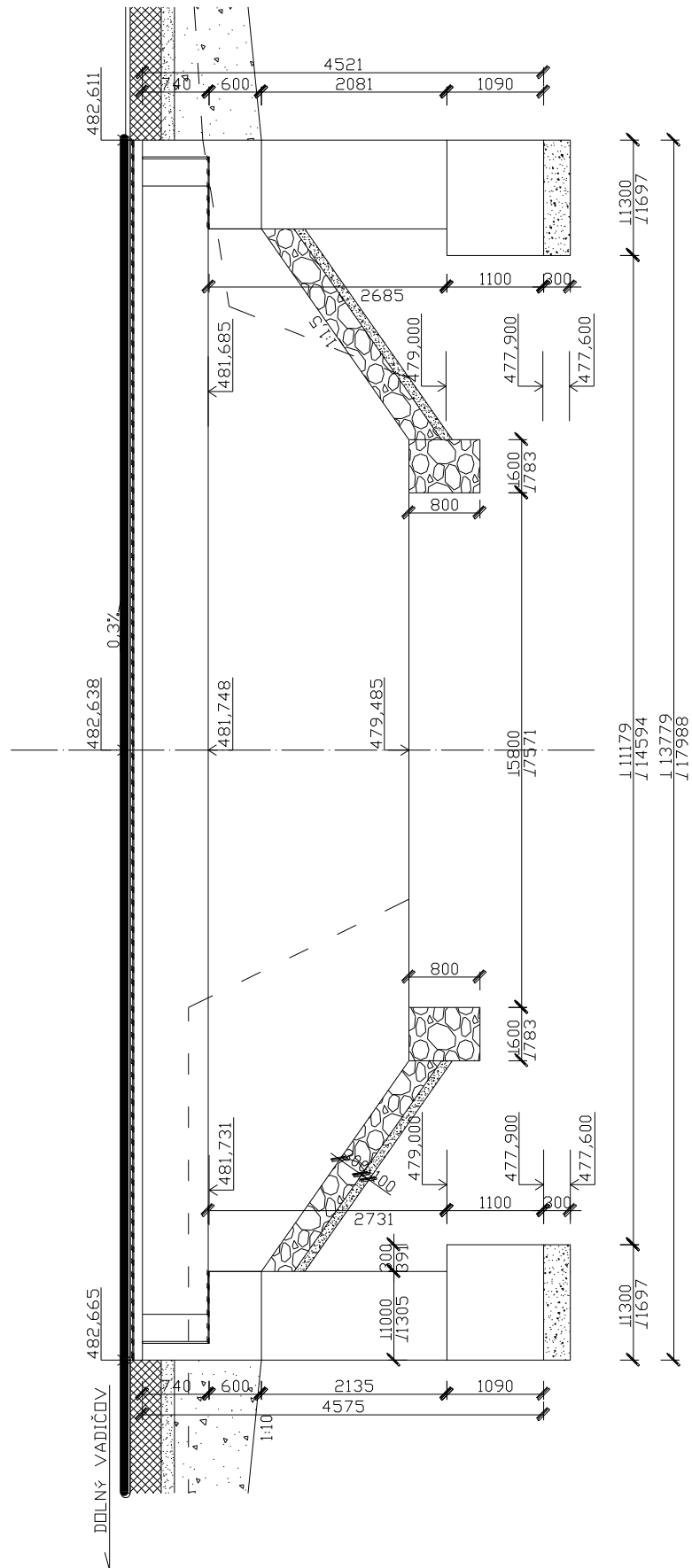
Ing. Peter Slašťan
Ing. Peter Slašťan, ml.
Ing. Martina Kelemachová

A - PRÍLOHOVÁ ČASŤ VÝKRESOVÁ

1. Pôdorys
2. Pozdĺžny rez
3. Priečny rez



POZDĹŽNY REZ



PRIEČNY REZ

