Objednávateľ: Slovenská správa ciest

Zhotoviteľ: Združenie pre diagnostiku mostov

CONSTRUMAT, s.r.o.
INSET s.r.o.

Diagnostika vybraných mostov v správe SSC

Záverečná správa

mostný objekt:

M5027, 71-007 Most nad železničnou traťou pri Šiatorskej Bukovinke

Obsah:

1 Všeobecná časť ... 4
1.1 Identifikačné údaje ... 4
1.2 Základné údaje o moste ... 5
1.3 Účel vypracovania diagnostiky ... 5
1.4 Popis konštrukcie mostného objektu ... 6
2 Diagnostika mostného objektu ... 8
2.1 Podklady poskytnuté objednávateľom ... 8
2.2 Použitá literatúra a normy ... 8
2.3 Metodika merania ... 9
2.3.1 Pevnosť betónu v tlaku ... 9
2.3.2 Zisťovanie polohy a parametrov betonárskej výstuže ... 9
2.3.3 Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti betónu ... 9
2.3.4 Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu ... 9
2.3.5 Stanovenie obsahu chloridov ... 10
2.3.6 Overenie stavu predpínacej výstuže nosníkov ... 10
2.3.7 Kamerová prehliadka stavu komôr ... 10
2.3.8 Zistenie skladby mostného zvršku ... 10
2.3.9 Podrobná prehliadka mosta ... 10
2.3.10 Rozmiestnenie meracích miest ... 11
2.4 Merací a vyhodnocovací reťazec ... 12
2.4.1 Pevnosť betónu v tlaku ... 12
2.4.2 Zisťovanie polohy a parametrov betonárskej výstuže ... 13
2.4.3 Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti ... 14
2.4.4 Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu ... 15
2.4.5 Stanovenie obsahu chloridov ... 15
2.4.6 Overenie stavu predpínacej výstuže nosníkov ... 15
2.4.7 Zistenie skladby mostného zvršku ... 16
2.4.8 Kamerová prehliadka stavu komôr ... 16
2.5 Prehľad nameraných veličín ... 17
2.5.1 Pevnosť betónu v tlaku ... 17
2.5.2 Hĺbka karbonatizácie betónu ... 21
2.5.3 Stanovenie modulu pružnosti ... 22
2.5.4 Vystuženie betonárskou výstužou ... 23
2.5.5 Mostný zvršok ... 31
2.5.6 Overenie stavu predpínacích káblov ... 31
2.5.7 Kamerová prehliadka stavu komôr ... 34
2.5.8 Obsah chloridov v betóne ... 35
2.5.9 Podrobná prehliadka mosta ... 36
3 Prepočet zaťažiteľnosti ... 44
3.1 Metodika statického prepočtu ... 44
3.2 Analýza konštrukcie ... 44
3.3 Výpočtový model ... 45
3.3.1 Nosná konštrukcia ... 45
3.3.2 Spodná stavba ... 48
3.4 Zaťaženie ... 48

3.5 Nosná konštrukcia – výsledky 54
3.5.1 Vnútorné sily na nosníkoch 54
3.5.2 Nosníky - normálna zaťažiteľnosť W_n, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z 58
3.5.3 Nosníky - výhradná zaťažiteľnosť W_r 58
3.5.4 Nosníky - výnimočná zaťažiteľnosť W_e 59
3.6 Spodná stavba - výsledky 60
3.6.1 Úložný prah medziľahlej podpery (piliera) - odolnosť prierezu - 100% stav 60
3.6.2 Úložný prah medziľahlej podpery (piliera)- Normálna zaťažiteľnosť W_n, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z 61
3.6.3 Úložný prah medziľahlej podpery (piliera) - Výhradná zaťažiteľnosť W_r 61
3.6.4 Úložný prah medziľahlej podpery (piliera) - Výnimočná zaťažiteľnosť W_e 62
3.6.5 Úložný prah krajnej opory - 100% stav 63
3.6.6 Úložný prah krajnej opory - Normálna zaťažiteľnosť W_n, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z 64
3.6.7 Úložný prah krajnej opory - Výhradná zaťažiteľnosť W_r 65
3.6.8 Úložný prah krajnej opory - Výnimočná zaťažiteľnosť W_e 65
3.6.9 Stojka medziľahlej podpery (piliera) - 100% stav 67
3.6.10 Stojka medziľahlej podpery (piliera) - Normálna zaťažiteľnosť W_n, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z 67
3.6.11 Stojka medziľahlej podpery (piliera) - Výhradná zaťažiteľnosť W_r 68
3.6.12 Stojka medziľahlej podpery (piliera) - Výnimočná zaťažiteľnosť W_e 68
3.7 Vyhodnotenie zaťažiteľnosti 69
4 Určenie stavebno-technického stavu mosta 70
5 Určenie zostatkovej životnosti 73
6 Návrh opatrení 75
7 Záver 77

Príloha č. 1: Fotodokumentácia z prehliadky mosta vrátane kamerových záznamov stavu komôr (DVD nosič)

1 Všeobecná časť

1.1 Identifikačné údaje

Zákazka: Diagnostika vybraných mostov v správe SSC
Číslo zmluvy: 2473/2000/2017

Dokument: M5027, 71-007 Most cez železničnú trať pri Šiatorskej Bukovinka

Objednávateľ: **Slovenská správa ciest**
Miletičova 19, 826 19 Bratislava

Zhotoviteľ: **Združenie pre diagnostiku mostov**

CONSTRUMAT, s.r.o.,
Hlinská 2589/20, 010 01 Žilina, +421 908969981, info@construmat.sk

INSET s.r.o., Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3, Česká republika
INSET s.r.o., organizačná zložka podniku zahraničnej osoby,
Bytčická 72, 010 01 Žilina, +421 41 7632394, zilina@inset.com

CONSTRUMAT, s.r.o.
Hlinská 2589/20, 010 01 Žilina
IČO: 44734786, IČ DPH: SK2022862567
OS Žilina, Odd.: Sro, Vl. č. 51607/L

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Ivan Drevený, PhD.
Ing. Daniel Papán, PhD.

Dokument vypracovali: Ing. Martin Korenko, PhD.
Ing. Peter Kotek, PhD.
Ing. Peter Litvík

Merali a vyhodnotili: Marián Blažek
Ing. Peter Kotek, PhD.
Ing. Adrián Čelko
Ing. Ildikó Kubíková

CONSTRUMAT, s.r.o.
Hlinská 2589/20, 010 01 Žilina
IČO: 44734786, IČ DPH: SK2022862567
OS Žilina, Odd.: Sro, Vl. č. 51607/L

Kontroloval: Ing. Ivan Drevený, PhD.
Ing. Martin Korenko, PhD.

1.2 Základné údaje o moste

Druh prevádzanej komunikácie	**cesta prvej triedy I/71**
Kategória cesty	**C 10,0/70**
Staničenie na ceste	km 22,141
Prekážka	trať ŽSR (neelektrifikovaná)
Počet mostovkových podlaží	jednopodlažný most
Výšková poloha mostovky	horná mostovka
Meniteľnosť základnej polohy	nepohyblivý most
Doba trvania	most trvalý
Priebeh trasy na moste	smerovo v priamej
Situatívne usporiadanie	kolmý
Hmotná podstata	masívny
Členitosť hlavnej nosnej konštrukcie	trojpoľový, predpätý betón
Východzia charakteristika	prefabrikovaný doskový (žalúziová doska)
Konštrukčné usporiadanie priečneho rezu	otvorene usporiadaný
Obmedzenie voľnej výšky na moste	voľna výška neobmedzená
Rok postavenia mosta	1968 (vek mosta je 51 rokov)
Počet dilatačných celkov	3
Dĺžka premostenia	57,70 m (odmeraná)
Rozpätia polí	9,54 + 9,35 + 9,54 m kolmo 19,1 + 19,2 + 19,1 m šikmo
Dĺžka mosta	-
Šikmosť mosta	ľavá 32°
Šírka spevnenej časti vozovky	9,1 m (odmeraná)
Šírka medzi zábradliami	min. 10,1 m (odmeraná)
Šírka ríms na moste	ľavá 0,75 m, pravá 0,75 m
Šírka chodníka	bez chodníkov (odrazné pruhy 2 x 1,20 m)
Celková šírka	12,10 m
Výška mosta nad terénom	až 8,16 m (odmerané)
Stavebná výška mosta	1,04 – 1,23 m
Plocha nosnej konštrukcie mosta	598 m^2
Dôležité upozornenia	stavebný stav: **VI – veľmi zlý**

1.3 Účel vypracovania diagnostiky

Účelom vypracovania tejto diagnostiky a statického prepočtu je zistenie skutočného stavu v akom sa predmetný mostný objekt nachádza. V nasledujúcej správe je diagnostickým prieskumom zhodnotený stav mostného objektu, nachádza sa tu statický prepočet, výsledkom ktorého je určenie zaťažiteľnosti mosta. Na konci správy je zhodnotený stavebno-technický stav, vypočítaná zostatková životnosť a sú navrhnuté opatrenia na sanáciu zistených porúch.

1.4 Popis konštrukcie mostného objektu

Mostný objekt sa nachádza na ceste I/71. Premosťuje železničnú trať Fiľakovo – Šiatorská Bukovinka - Maďarsko (Jedná sa o jednokoľajnú neelektrifikovanú trať). Trať v mieste mostného objektu sa nachádza v hlbokom záreze.

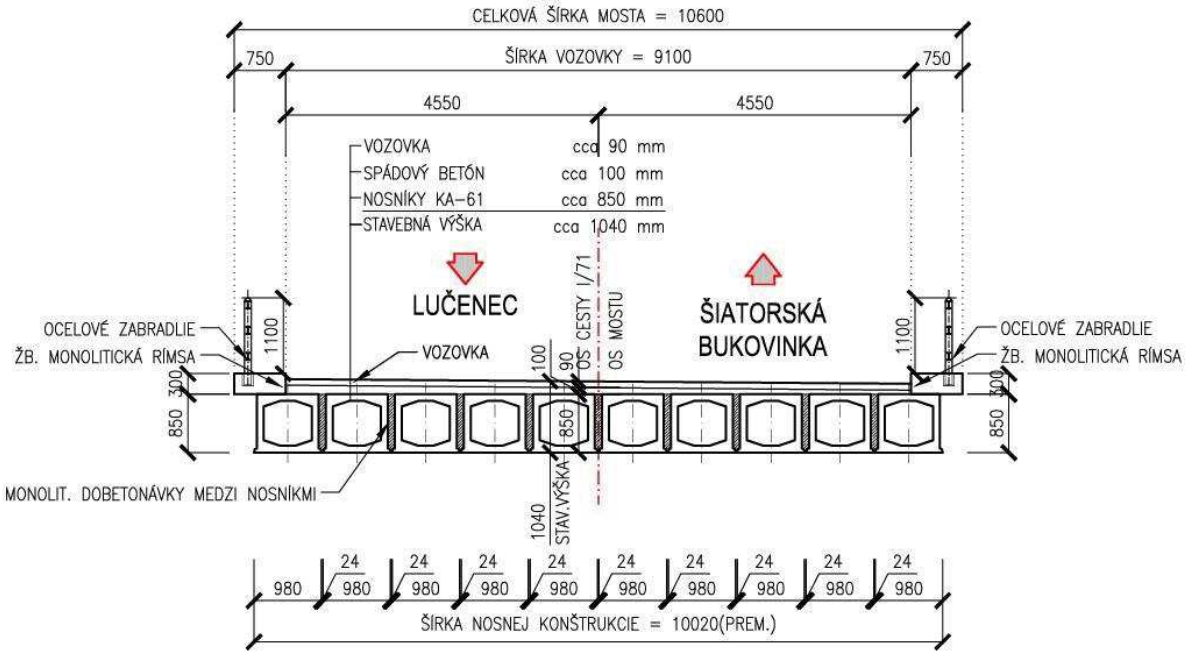
Komunikácia je na moste neštandardnej kategórie C9,5/70 redukovaná. Vozovka je v priamej, v miernom stúpaní. Povrch vozovky je asfaltový.

Mostný objekt je 3-poľový. Zo statického hľadiska nosná konštrukcia mostného objektu pozostáva z troch prostých polí. Každé pole je tvorené dodatočne predpätými nosníkmi typu „KA-61“ výšky 0,85 m. Nosná konštrukcia je tvorená v priečnom reze celkovo 10-timi nosníkmi. Dĺžka nosníkov je 19,60 m. V priečnom smere sú nosníky spojené dobetonávkami (obr. 1).

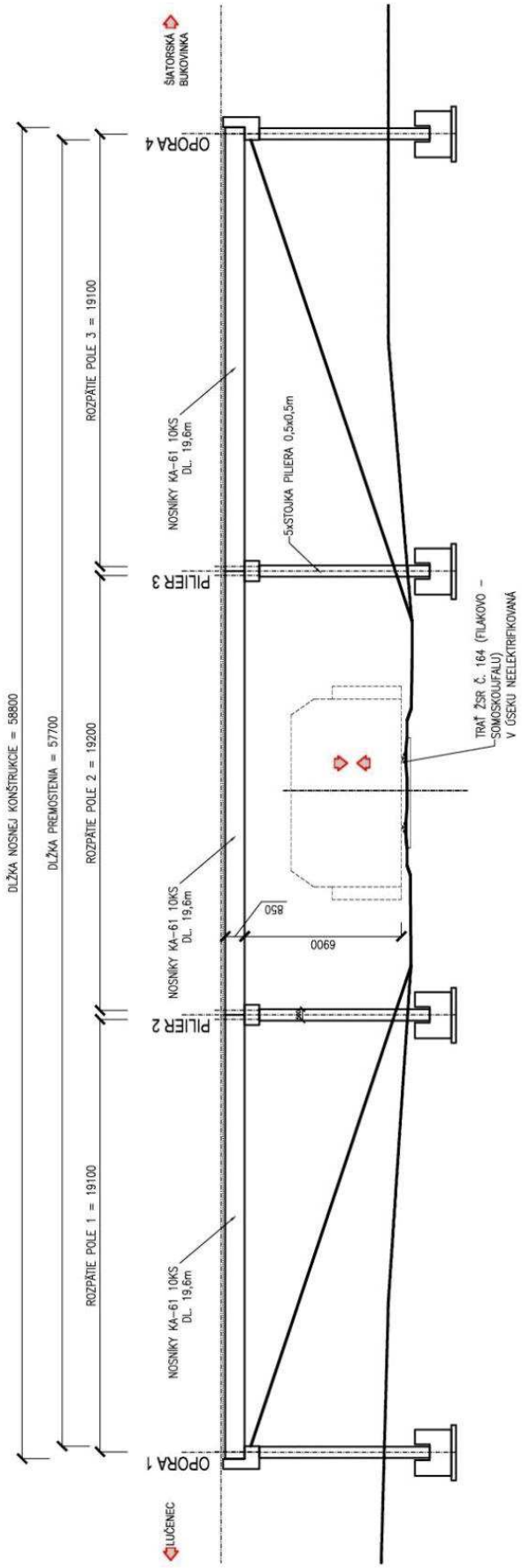
Nosníky sú na spodnej stavbe uložené na vrstve lepenky, pravdepodobne nad spojmi jednotlivých polí sa nachádzajú podpovrchové dilatácie (plechy prekrývajúce dilatačnú škáru). Zrážková voda je odvedená z mostného objektu prostredníctvom odvodňovačov.

Spodná stavba mosta je prefabrikovaná. Tvorená je 2-mi krajnými oporami a 2-mi medziľahlými podperami. Krajné opory sú členené. Zložené sú zo základov, železobetónových stojok štvorcového prierezu, železobetónových úložných prahov a záverných stienok. Na opory nadväzujú obojstranné krídla s premenlivou výškou. Založenie mosta je plošné. Medziľahlé podpery sú tvorené úložným prahom do ktorého sú votknuté stojky štvorcového prierezu, ktoré sú votknuté do betónových kalichov.

Mostný zvršok mosta je tvorený rímsami a vozovkou. Rímsy mosta sú monolitické železobetónové šírky 0,75 m a hrúbka 0,30 m. Do oboch ríms sú zabetónované oceľové zábradlia. Vozovka na moste je asfaltová uložená na spádovom betóne.



Obr. 1 Priečny rez mostným objektom



Obr. 2 Pozdĺžny rez mostným objektom

2 Diagnostika mostného objektu

Diagnostické práce na mostnom objekte boli zamerané na podrobnú prehliadku, zistenie kvality betónu a zistenie vystuženia konštrukcie mostného objektu. Prieskum slúži ako podklad pre statický prepočet konštrukcie.

2.1 Podklady poskytnuté objednávateľom

[A] Mostný list „Most nad železničnou traťou pri Šiatorskej Bukovinke“

2.2 Použitá literatúra a normy

[1] STN EN 206+A1 Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda, SÚTN Bratislava, 05/2017;
STN EN 206/NA Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda, SÚTN Bratislava, 12/2015,vrátane opravy O1, 12/2016 a zmeny Z1, 07/2017;

[2] STN 73 1371 Ultrazvuková impulzová metóda skúšania betónu, SÚTN Bratislava, 12/1981;

[3] STN 73 1370 Nedeštruktívne skúšanie betónu. Spoločné ustanovenia, SÚTN Bratislava 12/1981;

[4] STN 73 2011 Nedeštruktívne skúšanie betónových konštrukcií, SÚTN Bratislava, 12/1986;

[5] STN 73 1373 Tvrdomerné metódy skúšania betónu, SÚTN Bratislava, 12/1981;

[6] STN 73 1317 Stanovenie pevnosti betónu v tlaku, SÚTN Bratislava, 06/1986;

[7] STN EN 12504-1 Skúšanie betónu v konštrukciách Časť 1 Vzorky z jadrového vŕtania. Odber, preskúmanie a skúška pevnosti v tlaku, SÚTN Bratislava, 04/2010;

[8] STN EN 12390-3 Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 3: Pevnosť v tlaku skúšobných telies, SÚTN Bratislava, 4/2010, vrátane opravy AC, 08/2011;

[9] STN EN 12390-1 Skúšanie zatvrdnutého betónu Časť 1 Tvar, rozmery a iné požiadavky na skúšobné telesá a formy, SÚTN Bratislava, 6/2013, vrátane opravy O1, 01/2014;

[10] STN EN 13791 Stanovenie pevnosti v tlaku v konštrukciách a v prefabrikovaných betónových dielcoch na stavbe, SÚTN Bratislava 01/2012;

[11] TP 003 Prognózovanie vplyvu porúch na zaťažiteľnosť mostov a stanovenie zostatkovej životnosti mostov, GR SSC: 2002;

[12] TP 059 Zadávanie a výkon diagnostiky mostov, MDVRR SR: 2012;

[13] TP 060 Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Mosty, MDVRR SR: 2012;

[14] TP 061 Katalóg porúch mostných objektov na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I., II., a III. triedy, MDVRR SR: 2012 + Dodatok č. 1 (2014);

[15] TP 077 Systém hospodárenia s mostami, MDVRR SR: 2013;

[16] TP 104 Zaťažiteľnosť cestných mostov a lávok, MDVRR SR: 2016;

[17] STN EN 1991-1-5 Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 1-5: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia účinkami teploty, SÚTN Bratislava, 03/2008, vrátane AC 06/2009;

[18] STN EN 1991-1-5/NA Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 1-5: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia účinkami teploty, SÚTN Bratislava, 10/2008;

[19] STN EN 1991-2 Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou, SÚTN Bratislava, 05/2006, vrátane AC, 05/2010;

[20] STN EN 1991-2/NA Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou, SÚTN Bratislava, 12/2007, vrátane O1, 03/2011;

[21] STN EN 1990 Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií, SÚTN Bratislava, 08/2009, vrátane zmien;

[22] Manuál systému SCIA ENGINEER.

2.3 Metodika merania

2.3.1 Pevnosť betónu v tlaku

Pevnosť betónu v tlaku bola zisťovaná nedeštruktívnou metódou pomocou Schmidtovho tvrdomeru. Skúšky a ich vyhodnotenie boli realizované v súlade s ustanoveniami noriem STN 73 2011 [4] a STN 73 1373 [5]. Na základe výsledkov skúšky možno odvodiť nielen pevnosť betónu v tlaku, ale aj rovnorodosť betónu analyzovaných konštrukcií. Rozmiestnenie skúšobných miest je znázornené na obr. 3 a 4.

Deštruktívne bola pevnosť betónu skúšaná na odobratých vzorkách jadrových vývrtoch. Miesta odberu vývrtov boli vopred vytipované na základe profometrického a radarového prieskumu tak, aby konštrukčná výstuž bola zasiahnutá v najmenšej možnej miere. Rozmiestnenie miest odberu vzoriek jadrových vývrtov je znázornené na obr. 3 a 4.

2.3.2 Zisťovanie polohy a parametrov betonárskej výstuže

Pre stanovenie polohy betonárskej výstuže, jej priemeru a hrúbky krycej betónovej vrstvy boli použité nedeštruktívne i deštruktívne metódy.

Pri nedeštruktívnej metóde boli použité prístroje vysielajúce elektromagnetické impulzy. Z meraní je možné zistiť približnú polohu prvej vrstvy výstuže a hrúbku krycej betónovej vrstvy.

Okrem nedeštruktívneho zisťovania polohy betonárskej výstuže boli na určených miestach vykonané aj deštruktívne obnaženia betonárskej výstuže za účelom kontroly výsledkov nedeštruktívnych meraní, zistenia priemeru a druhu resp. typu betonárskej výstuže.

2.3.3 Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti betónu

Modul pružnosti betónu bol stanovený na základe skúšobného postupu Dynamický modul pružnosti v tlaku ultrazvukovou metódou (podľa [2]), pomocou merania ultrazvukovou aparatúrou na odobratých vzorkách jadrových vývrtov z nosnej konštrukcie a úložných prahov spodnej stavby.

2.3.4 Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu

Na zistenie hĺbky karbonatizácie (zníženie hodnoty pH) betónu bol použitý 0,1% roztok fenolftaleínu v etylalkohole. Ak sa povrch betónu po nástreku roztokom fenolftaleínu sfarbí na červenofialovo, betón má hodnotu pH vyššiu ako 9,5 a plní funkciu ochrannej krycej vrstvy výstuže proti korózii.

2.3.5 Stanovenie obsahu chloridov

Pre stanovenie obsahu chloridových iónov Cl^- v zatvrdnutom betóne bol použitý CL-2000 Testovací systém, ktorý umožňuje presné meranie celkového obsahu chloridov prítomných v betóne. Stanovenie obsahu chloridov bolo realizované na vopred vytipovaných miestach mostného objektu. Zo skúšobného miesta sa odobrala vzorka betónu do hĺbky 40 mm. Táto vzorka sa potom narezala na časti tak, aby každá časť prezentovala konkrétnu hĺbku krycej vrstvy betónu. Jednotlivé časti vzoriek betónu boli pomleté na jemný prášok a odskúšané.

2.3.6 Overenie stavu predpínacej výstuže nosníkov

Na nosníkoch bola vykonaná kontrola stavu predpínacej výstuže. Pre stanovenie polohy výstuže boli najprv použité prístroje pracujúce na princípe elektromagnetického žiarenia resp. na princípe vysielania vysokofrekvenčných elektromagnetických impulzov. Z meraní bola stanovená poloha výstuže, ktorá bola následne obnažená pre overenie stavu káblových kanálikov. Rozmiestnenie miest odkrytí je znázornené na obr. 3.

2.3.7 Kamerová prehliadka stavu komôr

Kamerová prehliadka bola realizovaná ručnou kamerou cez otvory v nosníkoch, ktoré boli vytvorené pri odbere jadrových vývrtov. Rozmiestnenie kontrolovaných komôr je znázornené na obr. 3.

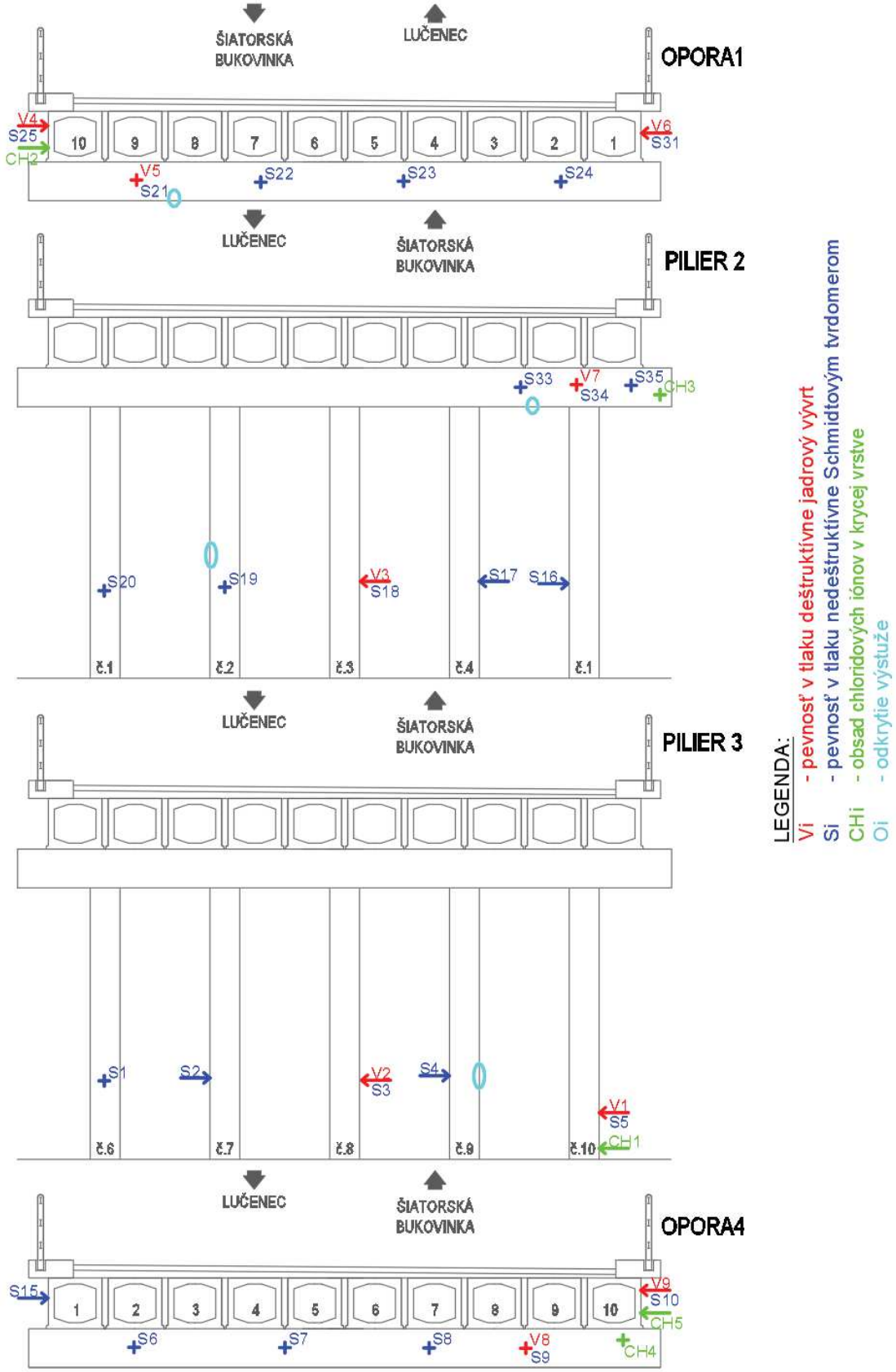
2.3.8 Zistenie skladby mostného zvršku

Zistenie skladby mostného zvršku vozovky bolo realizované jadrovými vývrtmi z povrchu vozovky po nosnú konštrukciu. Rozmiestnenie miest odberu vývrtov je znázornené na obr. 3.

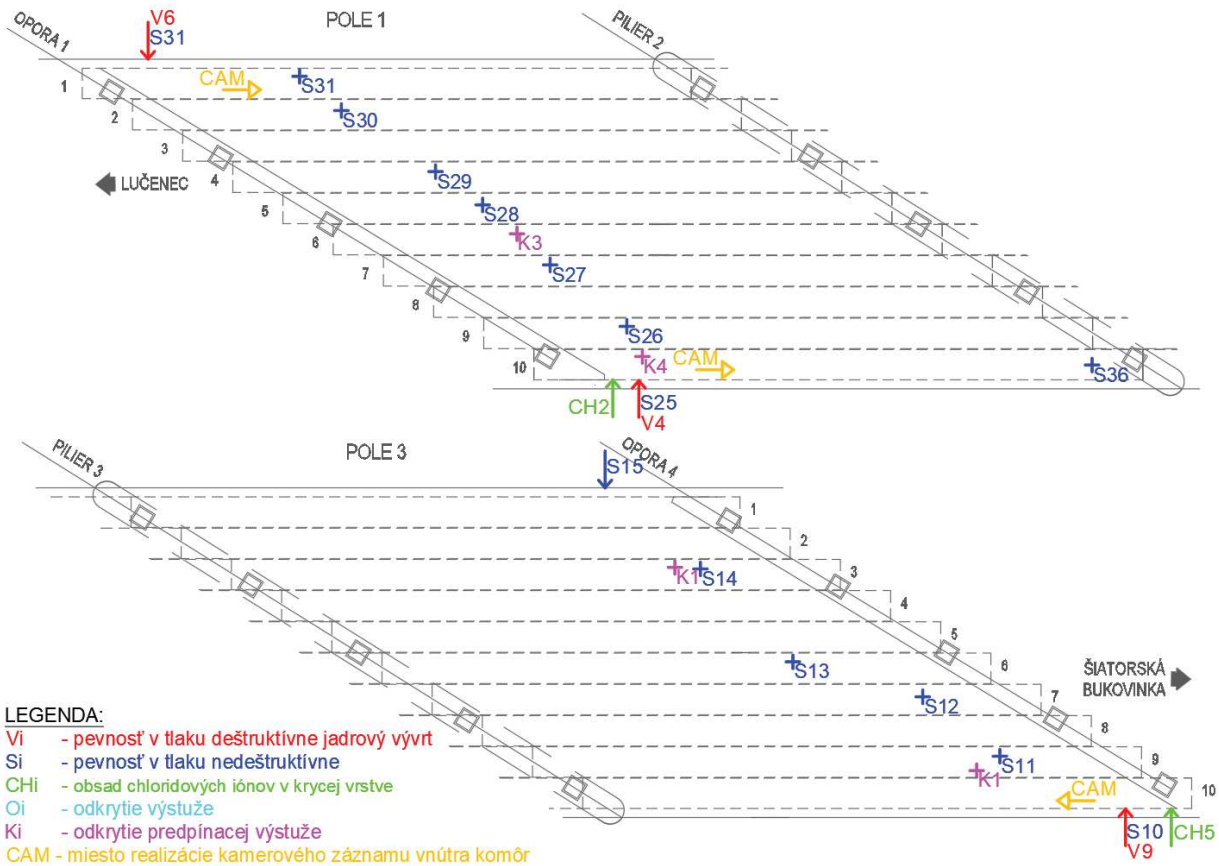
2.3.9 Podrobná prehliadka mosta

Na predmetnom mostnom objekte bola v rámci diagnostického prieskumu vykonaná podrobná prehliadka v zmysle [12] a [13]. Dokumentácia konštrukcie bola realizovaná pomocou digitálneho fotoaparátu Canon PowerShot SX60 HS.

2.3.10 Rozmiestnenie meracích miest



Obr. 3 Rozmiestnenie skúšobných miest – spodná stavba



Obr. 4 Rozmiestnenie skúšobných miest – nosná konštrukcia

2.4 Merací a vyhodnocovací reťazec

2.4.1 Pevnosť betónu v tlaku

Pevnosť betónu v tlaku nedeštruktívne bola skúšaná pomocou prístroja Silver Schmidt N. Skúšky sa vykonali na vopred zvolených miestach. Skúšobné miesta o veľkosti cca 10 x 10 cm boli vybrúsené brúskou tak, aby bola zrejmá textúra a štruktúra betónu. Na každom skúšobnom mieste bolo realizovaných 10 platných meraní. Skúšanie bolo vykonané v súlade s ustanoveniami normy STN 73 1373 [5], na suchom povrchu betónu.

Obr. 5 Meranie Schmidtovým tvrdomerom - SilverSchmidt

Pevnosť betónu v tlaku bola zisťovaná aj laboratórne na vzorkách jadrových vývrtov. Jadrové vývrty boli následne popísané, upravené na skúšobné vzorky v zmysle ustanovení normy STN EN 12390-1 [9] a odskúšané.

Obr. 6 Odber vzoriek betónu jadrovou vŕtačkou

Skúška pevnosti v tlaku prebiehala v súlade s STN EN 12390-3 [8]. Pre skúšku pevnosti betónu v tlaku bolo použité prístrojové vybavenie:
- silomerný stroj EDT 1600 VEB WPM Leipzig, ev. karta č. M/11/001, rozsah (20-1600) kN,
- elektronická váha A&D HV 15 KGL, ev. karta č. M/11/036, rozsah (20-15000) g,
- posuvné meradlo elektronické Sylvac, ev. karta č. M/11/201, rozsah (0,01-200) mm.

Obr. 7 Vyspravenie vývrtov sanačnou zmesou

Všetky otvory po odobratých vzorkách z mostného objektu boli spätne vyplnené a vyspravené vysokopevnostnou cementovou zmesou Stachema Reparal Dur EF.

2.4.2 Zisťovanie polohy a parametrov betonárskej výstuže

Poloha betonárskej výstuže, jej priemer a hrúbka krycej betónovej vrstvy boli zisťované kombináciou nedeštruktívnej a deštruktívnej metódy.

Pre určenie parametrov betonárskej výstuže nedeštruktívne bol použitý prístroj CPR Radar PS 1000 X-Scan.

Odkrytie výstuže bolo realizované pomocou príklepovej vŕtačky tak, aby došlo k čo najmenšiemu zásahu do konštrukcie.

Obr. 8 Nedeštruktívne určovanie parametrov výstuže

Obr. 9 Obnaženie betonárskej výstuže úložného prahu spodnej stavby

Všetky vysekané otvory boli po zdokumentovaní výstuže spätne vyplnené špeciálnou vysokopevnostnou zmesou na báze cementu Stachema Reparal Dur EF.

2.4.3 Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti

Na stanovenie dynamického modulu pružnosti betónu v tlaku nedeštruktívnou impulznou ultrazvukovou metódou bola použitá ultrazvuková aparatúra Pundit PL-200. Pri meraní bolo použité protiľahlé prezvučovanie.

Dynamický modul pružnosti bol stanovený na základe materiálových charakteristík betónu (objemová hmotnosť, dynamický Poissonov súčiniteľ).

Obr. 10 Meranie modulu pružnosti ultrazvukovou metódou

Dynamický poissonov súčiniteľ bol použitý na základe poznámky v norme STN 73 1371 [2] (pre hutný betón starší 14 dní a s objemovou hmotnosťou nad 1800 kg.m^{-3} je možné uvažovať s v_{bu} = 0,24).

2.4.4 Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu

Hĺbka prieniku vzdušného CO_2 do krycej vrstvy (karbonatizácia) bola zisťovaná na odobratých vzorkách jadrových vývrtoch (obr. 11).

Obr. 11 Určenie hĺbky karbonatizácie roztokom fenolftaleínu

2.4.5 Stanovenie obsahu chloridov

Pre stanovenie koncentrácie voľných chloridových iónov Cl^- bol použitý prístroj CL - 2000 Chloride Test Systém (obr. 12). Z mostného objektu bolo celkom odobratých 5 vzoriek (2 ks nosná konštrukcia, 2 ks úložné prahy, 1 ks pilier) . Miesta odberu vzoriek sú zrejmé z obr. 3 a 4.

Obr. 12 CL-2000 chloride test system

2.4.6 Overenie stavu predpínacej výstuže nosníkov

Pre približné určenie polohy predpínacej výstuže pre potreby odhalenia káblových kanálikov boli použité meracie prístroje Ferroscan PS 200 S a CPR Radar PS 100 X-Scan. Po vyhľadaní boli predpínacie káble na nosnej konštrukcii deštruktívne obnažené.

Obr. 13 Obnažené káblové kanáliky predpínacej výstuže

2.4.7 Zistenie skladby mostného zvršku

Sondy do mostného zvršku boli realizované jadrovou vŕtačkou. Celkovo boli zrealizované 2 sondy do mostného zvršku. Rozmiestnenie miest odberu vývrtov je zobrazené na obr. 38.

Obr. 14 Sonda do vozovky

2.4.8 Kamerová prehliadka stavu komôr

Stav komôr nosníkov nosnej konštrukcie bol zisťovaný kamerovým prístrojom Panasonic HC-X920M. Digitálne záznamy z kontroly stavu komôr sú priložené v prílohe na DVD.

Obr. 15 Ukážka z kamerového záznamu

2.5 Prehľad nameraných veličín

2.5.1 Pevnosť betónu v tlaku

Celkovo bolo odobratých 9 ks jadrových vývrtov z mostného objektu, z toho 3 ks z nosnej konštrukcie a 6 ks zo spodnej stavby (3 ks piliere, 3 ks úložné prahy). Prehľad pevností betónu z odobratých vzoriek jadrových vývrtov je uvedený v tab. 1 až 3. Odobraté jadrové vývrty sú zobrazené na obr. 16 až 18.

Prehľad nameraných hodnôt a vyhodnotenie nedeštruktívnych skúšok na jednotlivých konštrukčných častiach mostného objektu spresnených vývrtmi je uvedený v tab. 4 až 6.

Vyhodnotenie triedy betónu na základe nedeštruktívneho a deštruktívneho skúšania je uvedené v tab. 7 až 9 pre jednotlivé konštrukčné časti mostného objektu.

Obr. 16 Odobraté jadrové vývrty – nosná konštrukcia

Obr. 17 Odobraté jadrové vývrty – spodná stavba piliere

Obr. 18 Odobraté jadrové vývrty – spodná stavba úložné prahy

Tab. 1: Vývrty / vzorky betónu nosná konštrukcia – výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky d [mm]	Dĺžka vzorky L [mm]	Hmotnosť vzorky m [g]	Objem. hmotn. ρ [kg.m^{-3}]	Sila pri porušení F [kN]	Pevnosť vzorky f [MPa]	Súčiniteľ veľkosti vzorky k_c	Prepočítaná pevnosť f_c [MPa]
V4	nosník	85,1	85,7	1164	2 390	253	44,5	1,02	45,4
V6	nosník	84,4	83,0	1109	2 390	336	60,1	1,02	61,3
V9	nosník	84,2	86,4	1173	2 440	274	49,2	1,02	50,2
Poznámka: Pevnosť v tlaku bola prepočítaná podľa normy STN EN 12504-1, Prílohy A									

Tab. 2: Vývrty / vzorky betónu spodná stavba (piliere) – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky d [mm]	Dĺžka vzorky L [mm]	Hmotnosť vzorky m [g]	Objem. hmotn. ρ [kg.m^{-3}]	Sila pri porušení F [kN]	Pevnosť vzorky f_c [MPa]
V1	Pilier	99,6	100,0	1 825	2 340	424	54,4
V2	Pilier	99,6	100,9	1 868	2 380	405	52,0
V3	Pilier	99,6	100,4	1 852	2 370	332	42,6

Tab. 3: Vývrty / vzorky betónu spodná stavba (úložné prahy) – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky d [mm]	Dĺžka vzorky L [mm]	Hmotnosť vzorky m [g]	Objem. hmotn. ρ [kg.m^{-3}]	Sila pri porušení F [kN]	Pevnosť vzorky f_c [MPa]
V5	Úložný prah	99,9	98,9	1 810	2 340	213	27,2
V7	Úložný prah	99,7	98,6	1 803	2 340	197	25,2

Označenie vzorky	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer vzorky d [mm]	Dĺžka vzorky L [mm]	Hmotnosť vzorky m [g]	Objem. hmotn. ρ [kg.m^{-3}]	Sila pri porušení F [kN]	Pevnosť vzorky f_c [MPa]
V8	Úložný prah	100,1	99,0	1 846	2 370	322	40,9

Prehľad nameraných hodnôt a vyhodnotenie nedeštruktívnych skúšok na nosnej konštrukcii spresnených jadrovými vývrtmi je uvedený v tab. 4., na pilieroch spodnej stavby v tab. 5 a na úložných prahoch spodnej stavby v tab. 6.

Tab. 4: Výsledky skúšok Schmidtom spresnené vzorkami jadrových vývrtov – nosná konštrukcia

Identifikácia miesta				Odraz Φ [R]	Nezaručená pevnosť		Koef. α [-]	Pevnosť upresnená podľa vzoriek		Výsledky		
Označ.	Popis	Karbon. [mm]	Smer merania		Φ R_{ben} [MPa]	R_{be} [MPa]		R_b [MPa]	Φ α [-]	Vzorka (vývrt)	f_c [MPa]	ρ [kg m^{-3}]
S10	Nosník	≥5		67,2	69,6	62,6	0,80	53,3	0,85	V9	50,2	2 440
S11	Nosník	≥5		66,1	66,0	59,4		50,6				
S12	Nosník	≥5	↑	68,9	75,5	67,9		57,8				
S13	Nosník	≥5		65,0	62,7	56,5		48,1				
S14	Nosník	≥5	↑	61,3	52,5	47,3		40,3				
S15	Nosník	≥5		65,3	63,6	57,3		48,8				
S25	Nosník	≥5		68,0	72,4	65,2	0,70	55,5		V4	45,4	2 390
S26	Nosník	≥5		66,5	67,4	60,7		51,7				
S27	Nosník	≥5		66,9	68,7	61,8		52,7				
S28	Nosník	≥5		64,2	60,2	54,2		46,2				
S29	Nosník	≥5		69,2	76,7	69,1		58,8				
S30	Nosník	≥5		68,0	72,4	65,2		55,5				
S31	Nosník	≥5		65,6	64,6	58,1	1,06	49,5		V6	61,3	2 390
S32	Nosník	≥5		70,2	80,5	72,5		61,7				
S36	Nosník	≥5		65,4	63,8	57,4		48,9				

Tab. 5: Výsledky skúšok Schmidtom spresnené vzorkami jadrových vývrtov – piliere spodnej stavby

Identifikácia miesta				Odraz Φ [R]	Nezaručená pevnosť		Koef. α [-]	Pevnosť upresnená podľa vzoriek		Výsledky		
Označ.	Popis	Karbon. [mm]	Smer merania		Φ R_{ben} [MPa]	R_{be} [MPa]		R_b [MPa]	Φ α [-]	Vzorka (vývrt)	f_c [MPa]	ρ [kg m^{-3}]
S1	Piliere	>5		70,6	81,9	73,7		52,7				
S2	Piliere	>5		70,7	82,3	74,0		53,0				

Identifikácia miesta				Odraz Φ [R]	Nezaručená pevnosť		Koef. α [-]	Pevnosť upresnená podľa vzoriek		Výsledky		
Označ.	Popis	Karbon. [mm]	Smer merania		Φ R_{ben} [MPa]	R_{be} [MPa]		R_b [MPa]	Φ α [-]	Vzorka (vývrt)	f_c [MPa]	ρ [kg m^{-3}]
S3	Piliere	>5		67,7	71,2	64,1	0,81	45,9	0,72	V2	52,0	2 380
S4	Piliere	>5		70,3	80,9	72,8		52,1				
S5	Piliere	>5		69,4	77,3	69,6	0,78	49,8		V1	54,4	2 340
S16	Piliere	>5		73,0	92,1	82,9		59,3				
S17	Piliere	>5		64,2	60,4	54,3		38,9				
S18	Piliere	>5		71,4	85,3	76,8	0,55	54,9		V3	42,6	2 370
S19	Piliere	>5		70,4	81,3	73,2		52,4	0,72			
S20	Piliere	>5		69,6	78,0	70,2		50,3				

Tab. 6: Výsledky skúšok Schmidtom spresnené vzorkami jadrových vývrtov – úložné prahy

Identifikácia miesta				Odraz Φ [R]	Nezaručená pevnosť		Koef. α [-]	Pevnosť upresnená podľa vzoriek		Výsledky		
Označ.	Popis	Karbon. [mm]	Smer merania		Φ R_{ben} [MPa]	R_{be} [MPa]		R_b [MPa]	Φ α [-]	Vzorka (vývrt)	f_c [MPa]	ρ [kg m^{-3}]
S6	Úl. prah	>5		62,5	55,6	50,1		31,4	0,63			
S7	Úl. prah	>5		63,1	57,3	51,5		32,4				
S8	Úl. prah	>5		58,6	46,0	41,4		26,0				
S9	Úl. prah	>5		64,1	60,1	54,1	0,76	34,0		V8	40,9	2 370
S21	Úl. prah	>5		64,1	60,1	54,1	0,50	34,0		V5	27,2	2 340
S22	Úl. prah	>5		56,2	41,1	37,0		23,2				
S23	Úl. prah	>5		57,4	43,5	39,1		24,6				
S24	Úl. prah	>5		56,2	41,1	37,0		23,2				
S33	Úl. prah	>5		63,4	58,1	52,3		32,8				
S34	Úl. prah	>5		58,1	44,9	40,4	0,62	25,4		V7	25,2	2 340
S35	Úl. prah	>5		58,1	45,0	40,5		25,5				

Vyhodnotenie pevností betónu nosnej konštrukcie, pilierov a úložných prahov spodnej stavby na základe deštruktívneho a nedeštruktívneho skúšania je uvedené v tab. 7 až 9.

Tab. 7: Vyhodnotenie triedy betónu – nosná konštrukcia

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$	51,9	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$	40,3	[MPa]

Smerodajná odchýlka	s	5,28	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$	44,1	[MPa]
	$f_{ck,is,2}$	44,3	[MPa]
	$f_{ck,is}$	44,1	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu (STN EN 206)	**C 40/50**		

Tab. 8: Vyhodnotenie triedy betónu – spodná stavba (piliere)

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$	50,9	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$	38,9	[MPa]
Smerodajná odchýlka	s	5,19	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$	43,2	[MPa]
	$f_{ck,is,2}$	42,9	[MPa]
	$f_{ck,is}$	42,9	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu (STN EN 206)	**C 35/45**		

Tab. 9: Vyhodnotenie triedy betónu – spodná stavba (úložné prahy)

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$	28,4	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$	23,2	[MPa]
Smerodajná odchýlka	s	4,24	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$	22,1	[MPa]
	$f_{ck,is,2}$	27,2	[MPa]
	$f_{ck,is}$	22,1	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu (STN EN 206)	**C 20/25**		

2.5.2 Hĺbka karbonatizácie betónu

V tab. 10 je uvedený prehľad výsledkov stanovenia hĺbky karbonatizácie určovaných na vzorkách jadrových vývrtov.

Tab. 10: Prehľad hĺbky prieniku karbonatizácie na skúšobných vzorkách

Označenie vrtu	Umiestnenie v konštrukcii	Hĺbka karbonatizácia [mm]
V1	Pilier	5
V2	Pilier	10
V3	Pilier	20
V4	Nosník	5
V5	Úložný prah	50
V6	Nosník	10

Označenie vrtu	Umiestnenie v konštrukcii	Hĺbka karbonatizácia [mm]
V7	Úložný prah	40
V8	Úložný prah	25
V9	Nosník	5

2.5.3 Stanovenie modulu pružnosti

Výsledky nedeštruktívneho skúšania modulu pružnosti na základe ultrazvukového protiľahlého prezvučovania sú pre nosnú konštrukciu uvedené v tab. 11.

Tab. 11: Dynamický modul pružnosti meraný na vzorkách betónu – nosná konštrukcia

Označenie vzorky	Čas prechodu [μs]	Rýchlosť prechodu [m.s^{-1}]	Výška vzorky [mm]	Priemer vzorky [mm]	Plocha vzorky [mm^2]	Hmotnosť vzorky [kg]	Objemová hmotnosť vzorky [kg.m^{-3}]	Dynamický modul pružnosti [MPa]	Statický modul pružnosti [MPa]
V4	17,6	4 866	85,7	85,1	5 685,2	1,16	2 390	48 031	42 267
V6	19,6	4 234	83,0	84,4	5 592,0	1,11	2 390	36 344	31 983
V9	18,7	4 620	86,4	84,2	5 572,2	1,17	2 437	44 123	38 828
Poznámka: Súčiniteľ zohľadňujúci triedu betónu bol extrapolovaný z tab.5 normy STN 73 2011									

Výpočet hodnôt dynamického modulu pružnosti bol realizovaný z nameraných parametrov (čas a rýchlosť prechodu ultrazvukovej vlny cez betón) v zmysle STN 73 1371.

Výsledná priemerná hodnota modulu pružnosti betónu upravená o súčiniteľ zohľadňujúci triedu pevnosti betónu: **E_b = 37,69 GPa.** Zmenšovací súčiniteľ na prepočet bol stanovený podľa [4] hodnotou k_u =0,88.

Výsledky nedeštruktívneho skúšania modulu pružnosti na základe ultrazvukového protiľahlého prezvučovania sú pre úložné prahy spodnej stavby uvedené v tab. 12.

Tab. 12: Dynamický modul pružnosti meraný na vzorkách betónu – spodná stavba (úložné prahy)

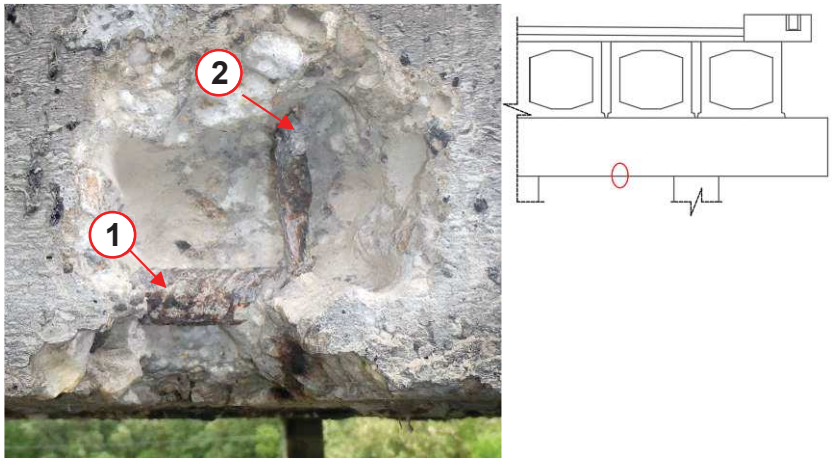
Označenie vzorky	Čas prechodu [μs]	Rýchlosť prechodu [m.s^{-1}]	Výška vzorky [mm]	Priemer vzorky [mm]	Plocha vzorky [mm^2]	Hmotnosť vzorky [kg]	Objemová hmotnosť vzorky [kg.m^{-3}]	Dynamický modul pružnosti [MPa]	Statický modul pružnosti [MPa]
V5	22,7	4 356	98,9	99,9	7 833,6	1,81	2 337	37 621	29 721
V7	21,9	4 503	98,6	99,7	7 806,9	1,80	2 342	40 287	31 826
V8	22,0	4 499	99,0	100,1	7 866,6	1,85	2 371	40 716	32 165

Výpočet hodnôt dynamického modulu pružnosti bol realizovaný z nameraných parametrov (čas a rýchlosť prechodu ultrazvukovej vlny cez betón) v zmysle STN 73 1371.

Výsledná priemerná hodnota modulu pružnosti betónu upravená o súčiniteľ zohľadňujúci triedu pevnosti betónu: **E_b = 31,24 GPa.** Zmenšovací súčiniteľ na prepočet bol stanovený podľa [4] hodnotou k_u =0,79.

2.5.4 Vystuženie betonárskou výstužou

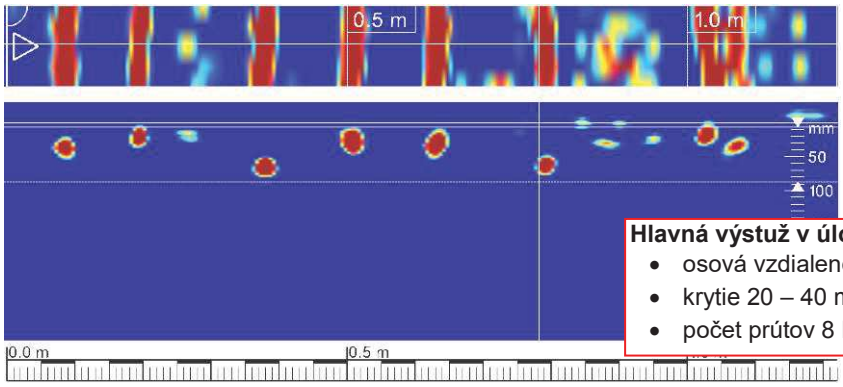
Poloha, stav, profily betonárskej výstuže a hrúbka krycej betónovej vrstvy boli zisťované nedeštruktívnou i deštruktívnou metódou. Zistené parametre a charakteristiky sú uvedené na obr. 19 až 37.



Výstuž v úložnom prahu Pilier 2
1) Pozdĺžna výstuž:
- priemer = 20 mm
- druh výstuže = rebrovaná
- krytie z boku 45 mm
- krytie zo spodku 25 mm

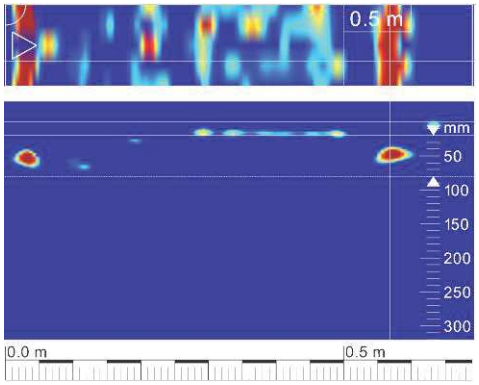
2) Zvislá výstuž (strmeň):
- priemer = 10 mm
- druh výstuže = (10 308)
- krytie z boku 30 mm

Obr. 19 Výstuž v úložnom prahu (Pilier 2)



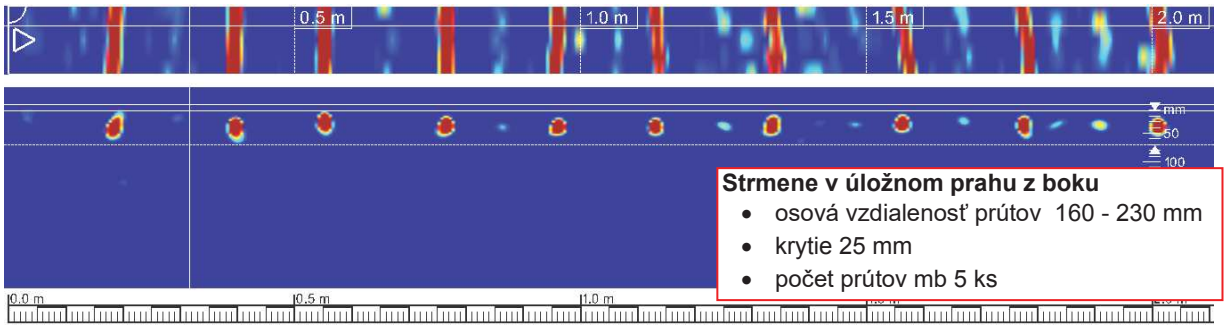
Hlavná výstuž v úložnom prahu na spodnej strane
- osová vzdialenosť prútov 45 - 135 mm
- krytie 20 – 40 mm
- počet prútov 8 ks

Obr. 20 Hlavná výstuž v úložnom prahu na spodnej strane (Pilier 2)



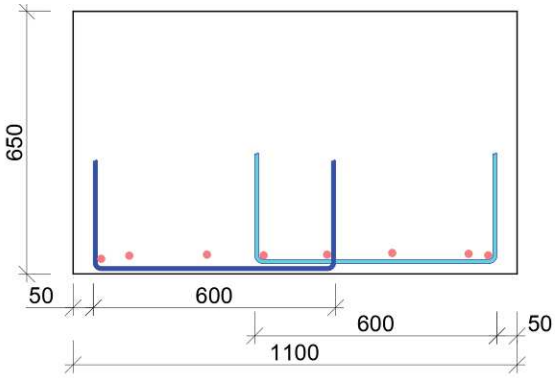
Výstuž v úložnom prahu z boku
- osová vzdialenosť prútov 540 mm
- krytie 40 - 45 mm
- počet prútov 2 ks

Obr. 21 Výstuž v úložnom prahu z boku (Pilier 2)

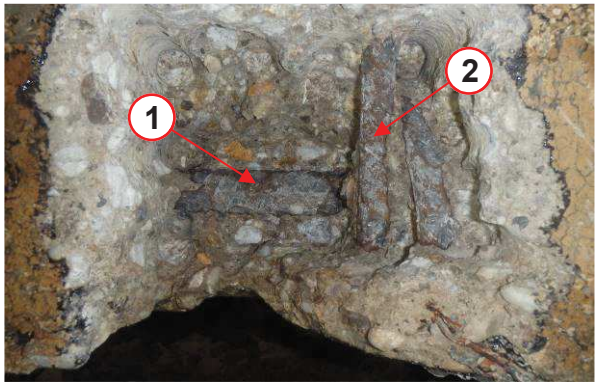


Strmene v úložnom prahu z boku
- osová vzdialenosť prútov 160 - 230 mm
- krytie 25 mm
- počet prútov mb 5 ks

Obr. 22 Strmene v úložnom prahu z boku (Pilier 2)



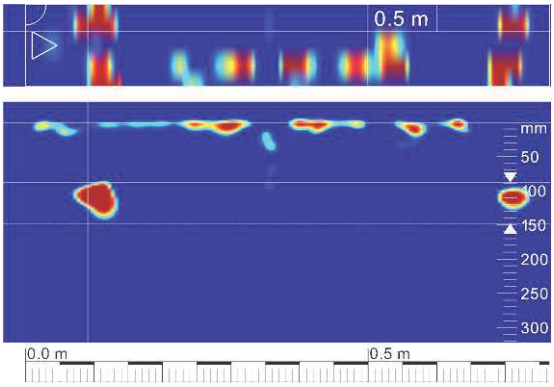
Obr. 23 Rozmiestnenie strmeňov v úložnom prahu v reze (Pilier 2)



Výstuž v úložnom prahu Opora 1
3) Pozdĺžna výstuž:
- priemer = 20 mm
- druh výstuže = rebrovaná
- krytie z boku 90 mm
- krytie zo spodku 45 mm

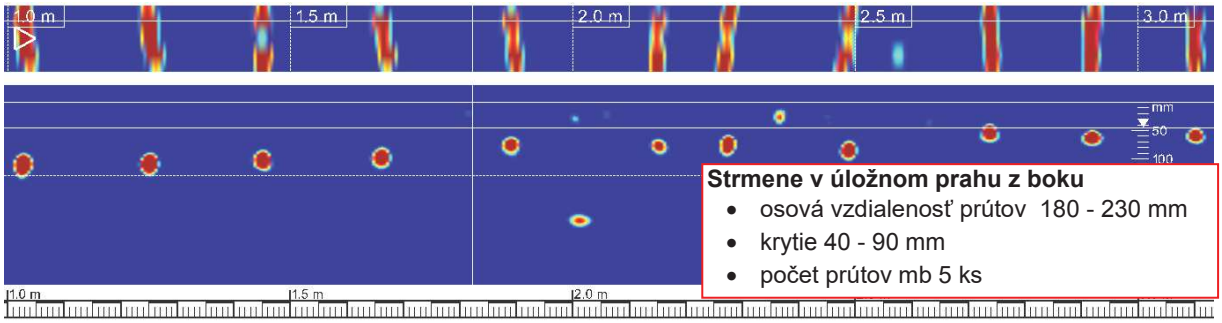
4) Zvislá výstuž (strmeň):
- priemer = 10 mm
- druh výstuže = rebrovaná
- krytie z boku 55 mm

Obr. 24 Výstuž v úložnom prahu (Opora 1)

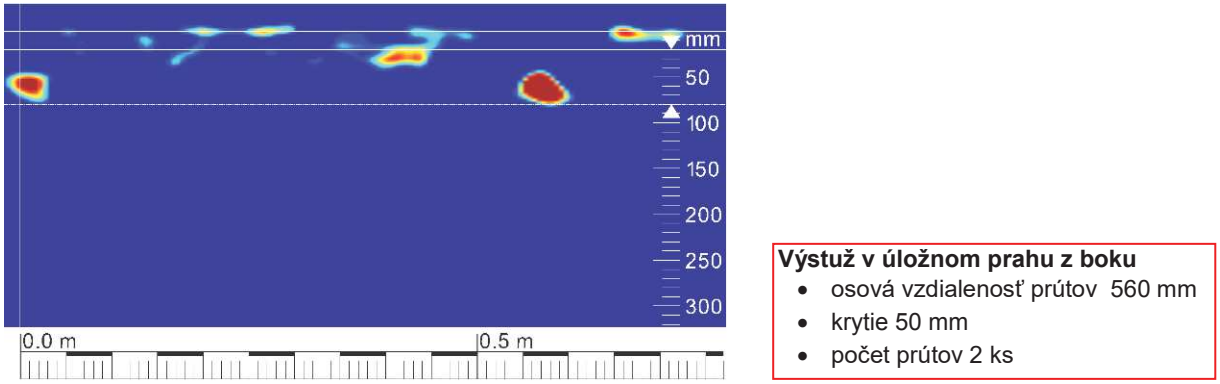


Výstuž v úložnom prahu z boku
- osová vzdialenosť prútov 595 mm
- krytie 90 - 100 mm
- počet prútov 2 ks

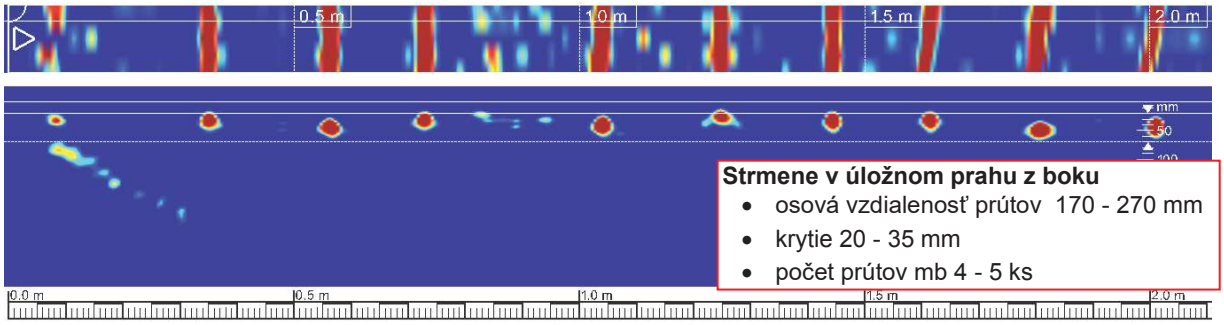
Obr. 25 Výstuž v úložnom prahu z boku (Opora 1)



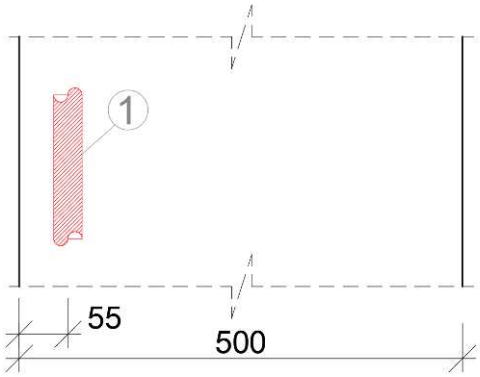
Obr. 26 Strmene v úložnom prahu z boku (Opora 1)



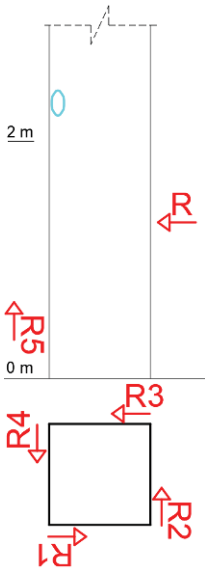
Obr. 27 Výstuž v úložnom prahu z boku (Opora 4)

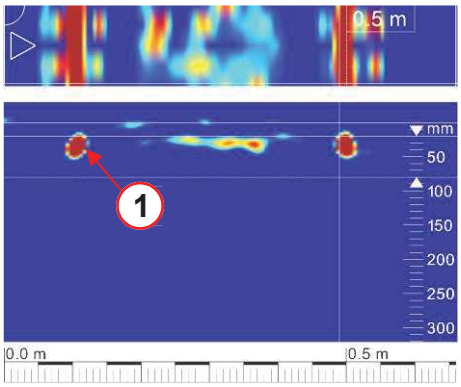


Obr. 28 Strmene v úložnom prahu od hrany opory z boku (Opora 4)

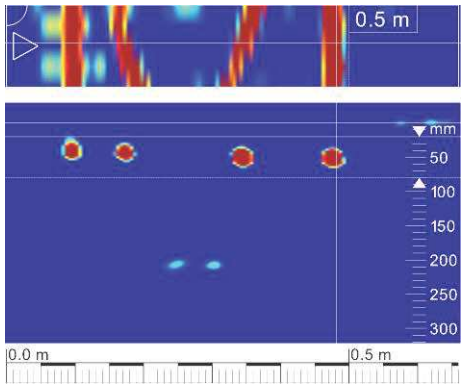


1) priemer výstuže = 32 mm
druh výstuže = rebrovaná
krytie výstuže = 20 mm

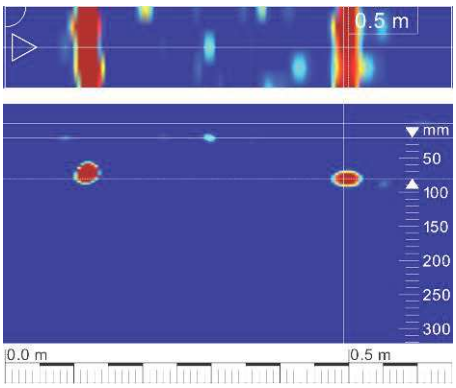




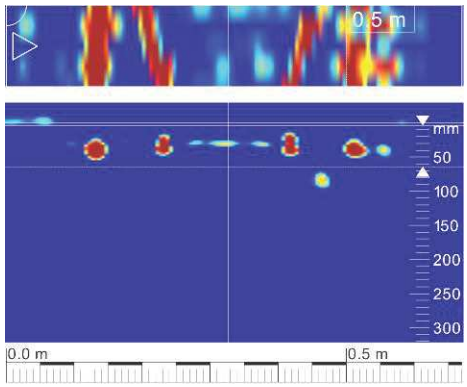
R1



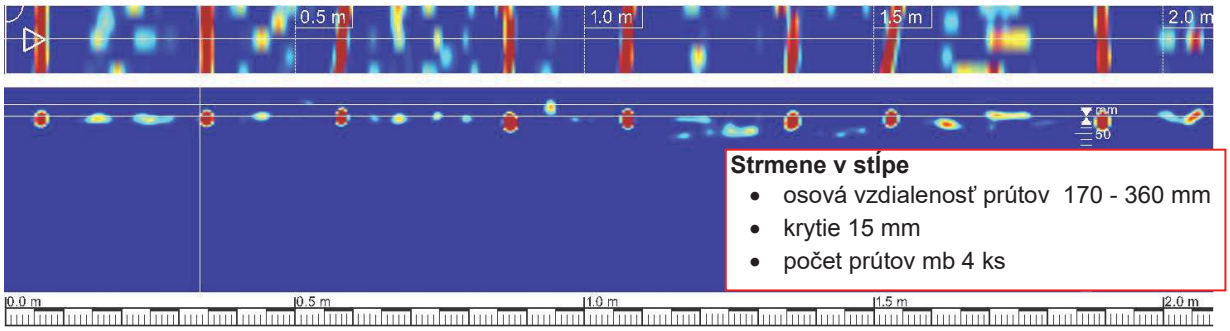
R2



R3



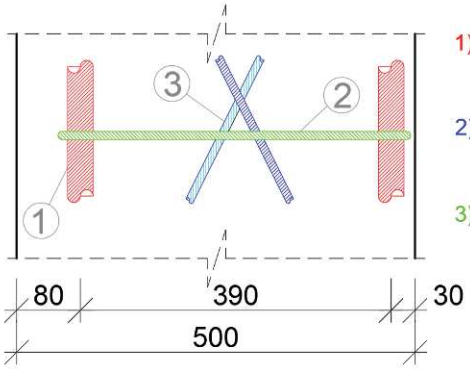
R4



Strmene v stĺpe
- osová vzdialenosť prútov 170 - 360 mm
- krytie 15 mm
- počet prútov mb 4 ks

R5

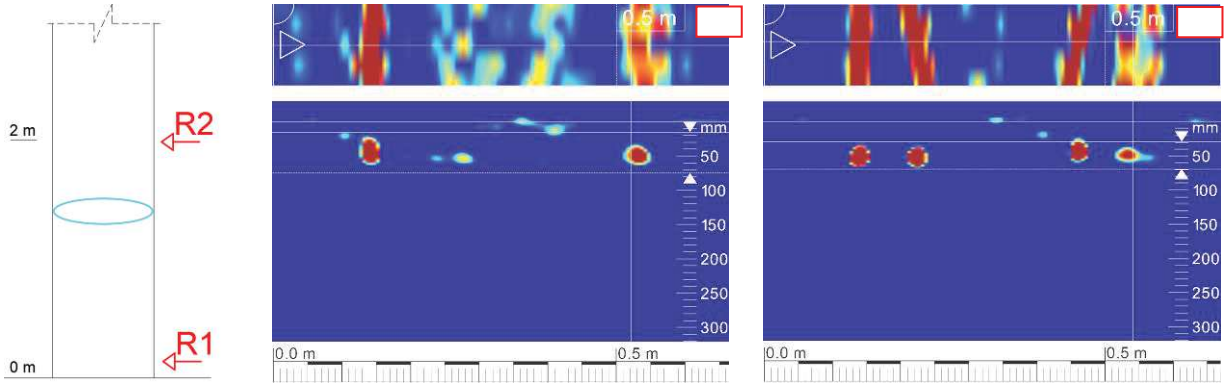
Obr. 29 Vystuženie stĺpa (Pilier 2 – stĺp č.2)



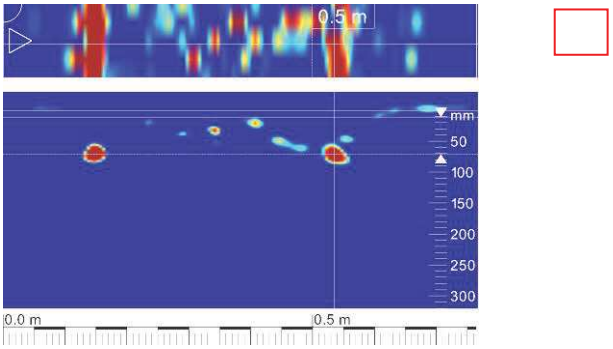
1) priemer výstuže = 32 mm
druh výstuže = rebrovaná
krytie výstuže = 45 mm

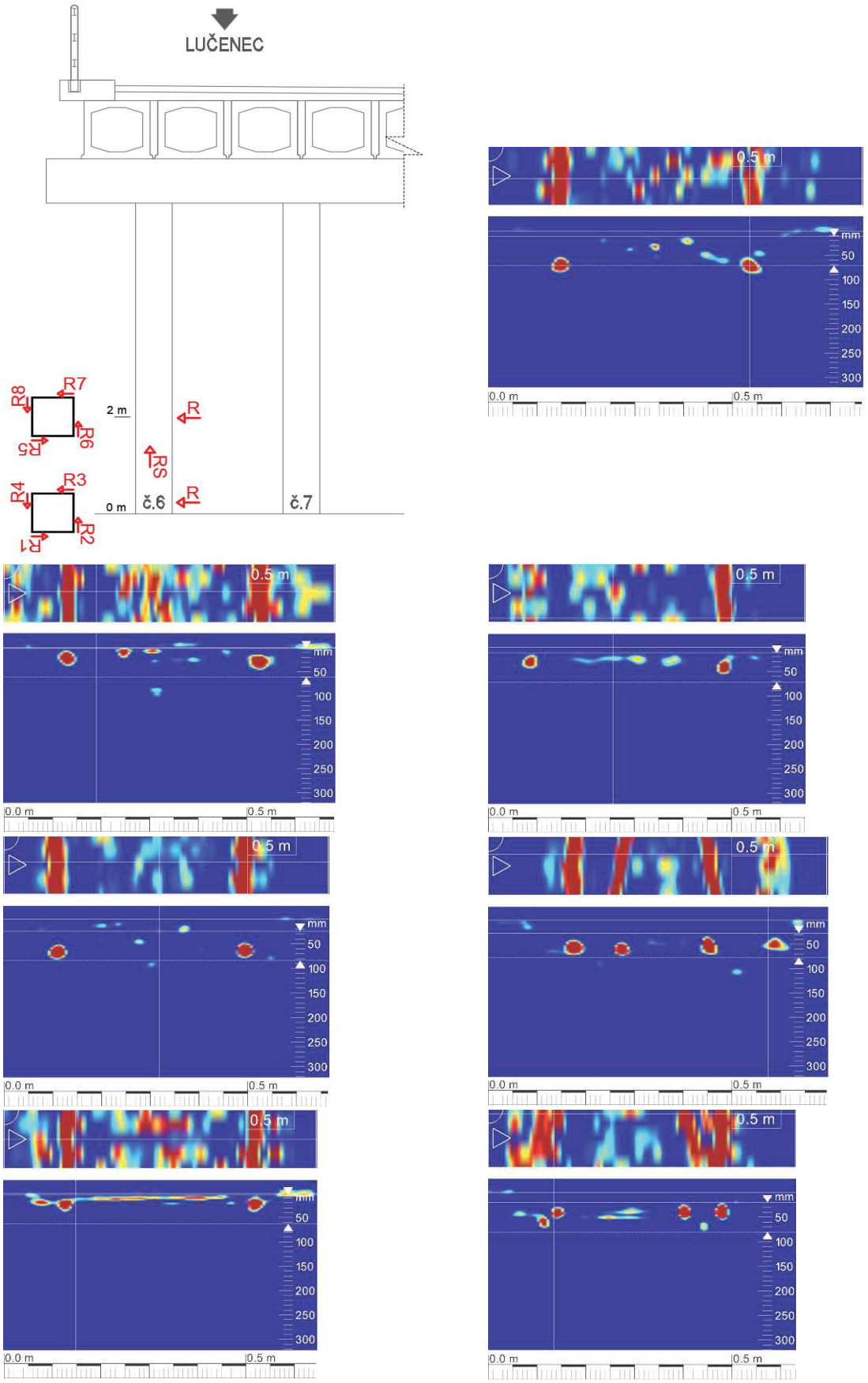
2) priemer výstuže = 10 mm
druh výstuže = rebrovaná
krytie výstuže = 30 mm

3) priemer výstuže = 10 mm
druh výstuže = rebrovaná
krytie výstuže = 40 mm

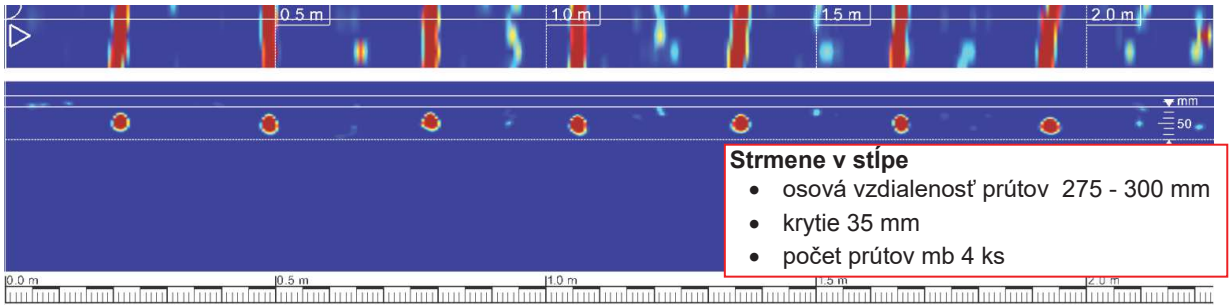


Obr. 30 Vystuženie stĺpa (Pilier 3 – stĺp č.9)



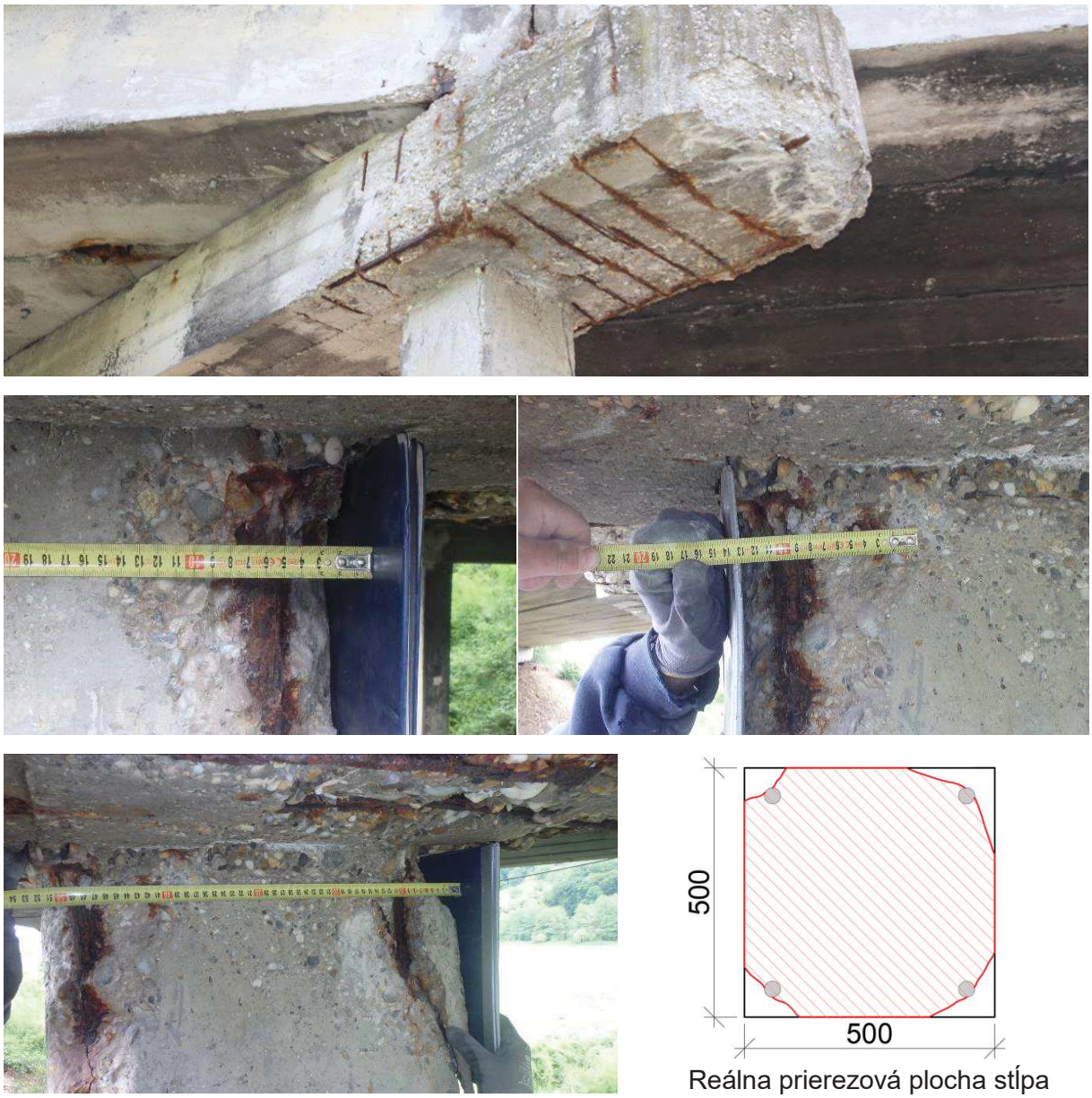


Obr. 31 Vystuženie stĺpa (Pilier 3 – stĺp č.6)



RS

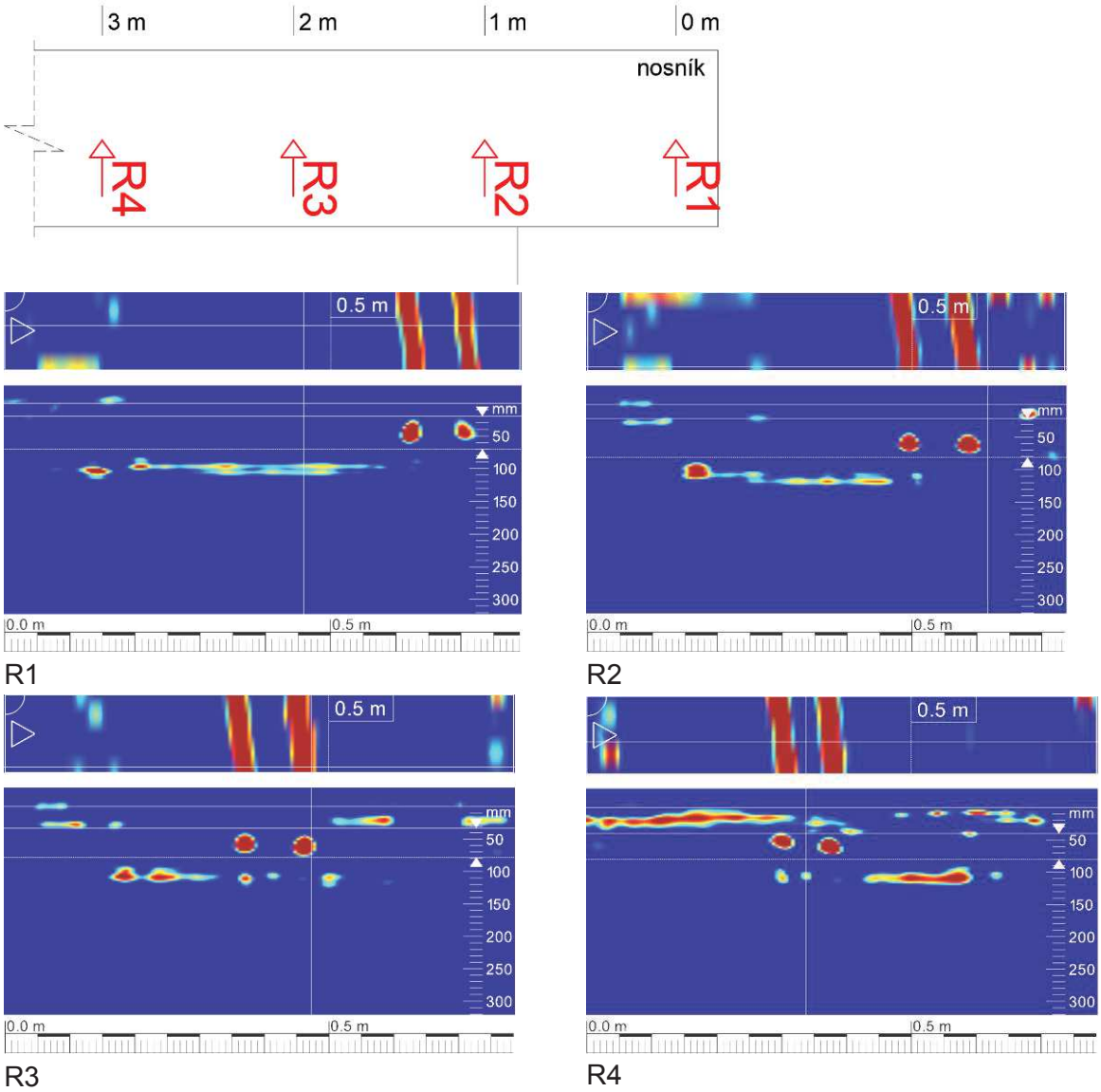
Obr. 32 Vystuženie stĺpa (Pilier 3 – stĺp č.6)



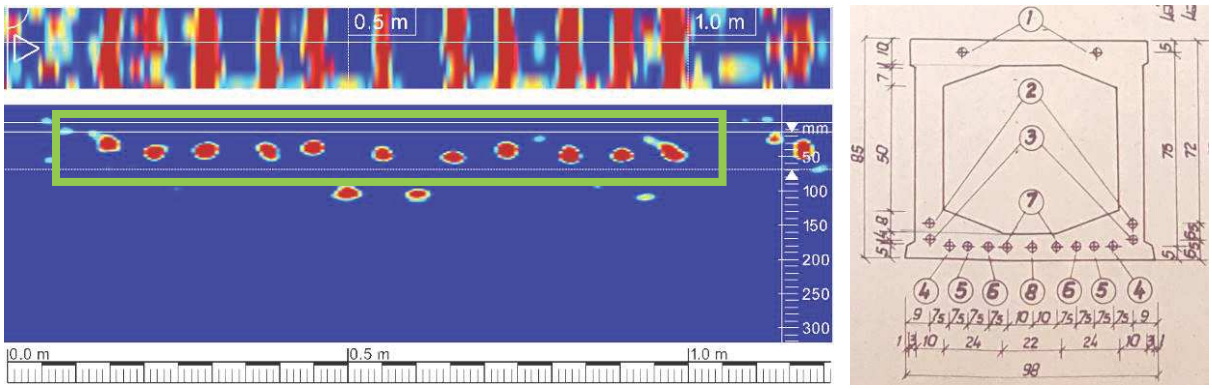
Reálna prierezová plocha stĺpa

Obr. 33 Zdegradovaný prierez stĺpa pod úložným prahom (stĺp č. 1 Pilier 2)

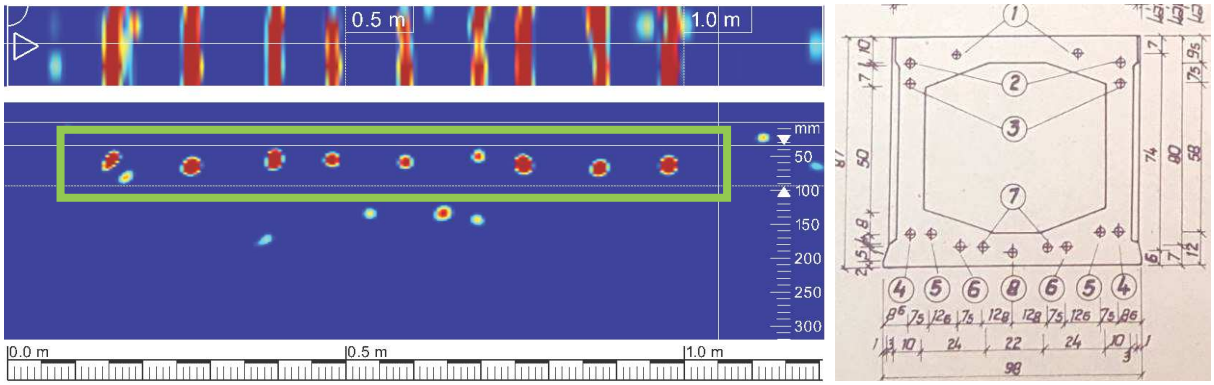
Prierezová plocha stĺpa č. 1 je v mieste napojenia na úložný prah piliera 2 oslabená približne o 10%.



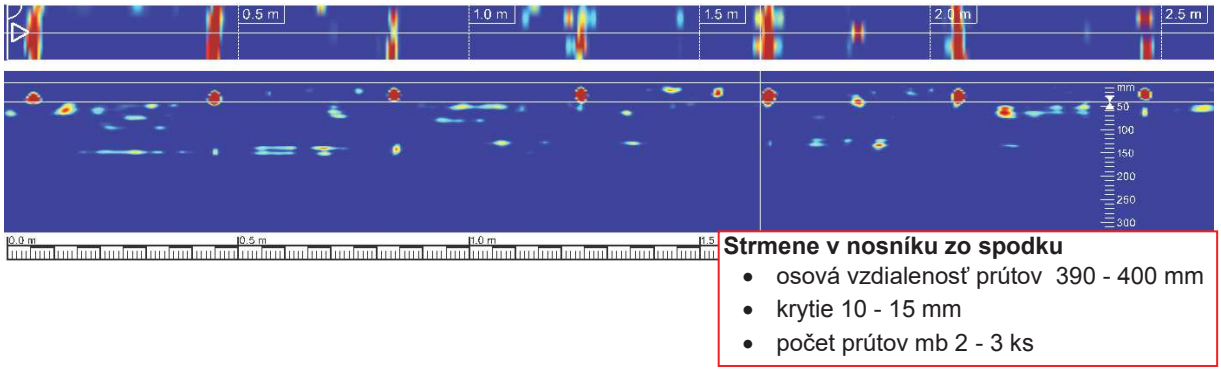
Obr. 34 Priebeh predpínacích lán v stene nosníka od jeho konca



Obr. 35 Radarový záznam naprieč spodnej strany nosníka v strede rozpätia (predpínacie laná 11 ks)



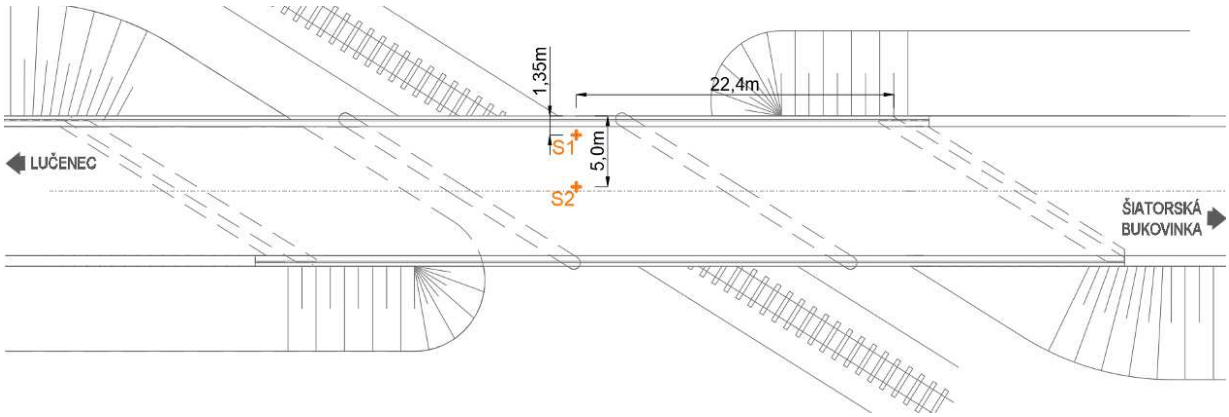
Obr. 36 Radarový záznam naprieč spodnej strany nosníka pri opore (predpínacie laná 9 ks)



Obr. 37 Strmene v nosníku na spodnej strane

2.5.5 Mostný zvršok

Pre zistenie skladby mostného zvršku boli realizované dve sondy. Rozmiestnenie miest odberu vývrtov je znázornené na obr. 38. Sondy boli realizované až po betón nosnej konštrukcie. Zistené parametre sú zobrazené na obr. 39 a 40.



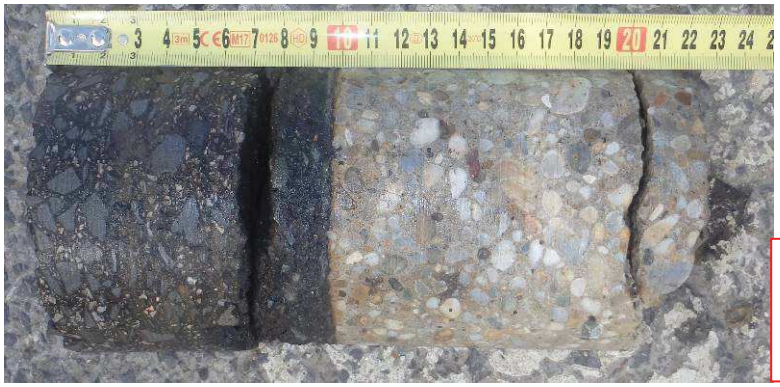
Obr. 38 Rozmiestnenie skúšobných miest – mostný zvršok

2.5.6 Overenie stavu predpínacích káblov

Stav odkrytých predpínacích kanálikov je zdokumentovaný v nasledujúcich obrázkoch. Rozmiestnenie odkrytých predpínacích kanálikov je zobrazené na obr. 3.

- Asfaltové súvrstvie 130 mm
- Izolácia 20 mm
- Vyrovnavácia vrstva (betón) 20 mm
- Betón NK (nosník)

Obr. 39 Sonda do vozovky „S1“



- Asfaltové súvrstvie 95 mm
- Izolácia 5 mm
- Vyrovnavácia vrstva (betón) 120 mm
- Betón NK (nosník)

Obr. 40 Sonda do vozovky „S2“

K1

- odkrytie približne 1/4 rozpätia, nosník číslo 3, pole 3;
- počet odkrytých kanálikov predpínacej výstuže 3 ks;
- kanáliky bez chráničky;
- krytie predpínacích lán 40 mm;
- predpínacie laná bez korózie;
- priemer drôtov 4,5 mm;
- kanáliky vyplnené injektážnou zmesou;
- osová vzdialenosť kanálikov od hrany nosníka 220, 300, 380 mm;
- pri odkrytí nájdený strmene nosníka: ø 10 mm, druh výstuže 10 425, krytie 5 – 15 mm;
- pri odkrytí nájdená pozdĺžna výstuž: ø 10 mm, druh výstuže 10 425, krytie 30 mm

K2

- odkrytie približne 1/4 rozpätia, nosník číslo 9, pole 3;
- počet odkrytých kanálikov predpínacej výstuže 1 ks;
- kanálik bez chráničky;
- krytie predpínacích lán 40 mm;
- predpínacie laná bez korózie;
- priemer drôtov 4,5 mm;
- kanálik vyplnený injektážnou zmesou;
- osová vzdialenosť kanálika od hrany nosníka 570 mm;
- pri odkrytí nájdený strmene nosníka: priemer 10 mm, druh výstuže 10425, krytie 15 mm

K3

- odkrytie približne 1/4 rozpätia, nosník číslo 6, pole 1;
- počet odkrytých kanálikov predpínacej výstuže 2 ks;
- kanáliky bez chráničky;
- krytie predpínacích lán 35 mm;
- predpínacie laná bez korózie;
- priemer drôtov 4,5 mm;
- kanáliky vyplnené injektážnou zmesou;
- osová vzdialenosť kanálikov od hrany nosníka 150, 235 mm;
- pri odkrytí nájdený strmene nosníka: priemer 10 mm, druh výstuže 10425, krytie 20 mm

K4

- odkrytie približne 1/4 rozpätia, nosník číslo 10, pole 1;
- počet odkrytých kanálikov predpínacej výstuže 1 ks;
- kanálik bez chráničky;
- krytie predpínacích lán 50 mm;
- predpínacie laná bez korózie;
- priemer drôtov 4,5 mm;
- kanálik vyplnený injektážnou zmesou;
- osová vzdialenosť kanálika od hrany nosníka 235 mm

2.5.7 Kamerová prehliadka stavu komôr

Ukážka stavu kontrolovaných komôr je zobrazená na nasledujúcich obrázkoch. Rozmiestnenie kontrolovaných komôr je zobrazené na obr. 3. Videosúbory sú priložené v prílohe č. 1 správy (DVD, vo formáte mp4).

Nosník „10“ pole 3

Smer Lučenec

Smer Šiatorská Bukovinka

Nosník „10“ pole 1

Smer Lučenec

Smer Šiatorská Bukovinka

Nosník „1“ pole 1	
Smer Lučenec	Smer Šiatorská Bukovinka

2.5.8 Obsah chloridov v betóne

V zmysle STN EN 206/NA je dovolená koncentrácia chloridových iónov v betóne k hmotnosti cementu 0,4 % Cl^-/m_c pre betón s oceľovou výstužou alebo inými kovovými vložkami, 0,2 % Cl^-/m_c pre betón s dodatočne predpätou oceľovou výstužou, 0,1 % Cl^-/m_c pre betón s vopred predpätou oceľovou výstužou.

Vzhľadom na vystuženie nosnej konštrukcie bola za maximálnu prípustnú považovaná hodnota 0,2 % Cl^-/m_c (tab. 13) a vystuženie spodnej stavby (pilier a úložné prahy) hodnota 0,4 % Cl^-/m_c (tab.14 a 15).

Tab. 13: Koncentrácia voľných chloridových iónov Cl^- – nosníky (nosná konštrukcia)

Označenie vzorky	Umiestnenie	Hĺbka vzorky v konštrukcii [mm]	Koncentrácia chloridov v betóne [% Cl^-/m_b]	Koncentrácia chloridov v cemente [% Cl^-/m_c]
CH 2-1	Nosník	0 - 10	0,172	1,204
CH 2-2		10 - 20	0,075	0,525
CH 2-3		20 - 30	0,041	0,287
CH 2-4		30 - 40	0,012	0,084
CH 5-1	Nosník	0 - 10	0,530	3,710
CH 5-2		10 - 20	0,097	0,679
CH 5-3		20 - 30	0,096	0,672
CH 5-4		30 - 40	0,093	0,651

Tab. 14: Koncentrácia chloridových iónov - Piliere

Označenie vzorky	Umiestnenie	Hĺbka vzorky v konštrukcii [mm]	Koncentrácia chloridov v betóne [% Cl^-/m_b]	Koncentrácia chloridov v cemente [% Cl^-/m_c]
CH 1-1	Pilier	0 - 10	0,920	6,440
CH 1-2		10 - 20	0,580	4,060
CH 1-3	Pilier	20 - 30	0,146	1,022
CH 1-4		30 - 40	0,076	0,532

Tab. 15: Koncentrácia chloridových iónov – Úložné prahy

Označenie vzorky	Umiestnenie	Hĺbka vzorky v konštrukcii [mm]	Koncentrácia chloridov v betóne [% Cl/m_b]	Koncentrácia chloridov v cemente [% Cl/m_c]
CH 3-1	Úložný prah	0 - 10	0,250	1,750
CH 3-2		10 - 20	0,290	2,030
CH 3-3		20 - 30	0,220	1,540
CH 3-4		30 - 40	0,210	1,470
CH 4-1	Úložný prah	0 - 10	0,510	3,570
CH 4-2		10 - 20	0,540	3,780
CH 4-3		20 - 30	0,350	2,450
CH 4-4		30 - 40	0,310	2,170

2.5.9 Podrobná prehliadka mosta

Na mostnom objekte bolo identifikovaných niekoľko miest porúch, ktoré sú zdokumentované v prílohe č. 1 (fotodokumentácia z prehliadky mostného objektu - DVD nosič). Niektoré z nich sú uvedené na obr. 41 až 48. Schémy – mapy porúch, na ktorých sú zaznamenané poruchy objektu sú schematicky znázornené na obr. 49 až 51. V tab. 16 a 17 je uvedený podrobný prehľad a popis jednotlivých zistených porúch.

Obr. 41 Fotka 337: (D e 315, 301) rozpad betónu rímsy, odlupovanie cementovej malty

Obr. 42 Fotka 363: (D a 607, 614) - výtlky, sieťové trhliny

Obr. 43 Fotka 384: (C a 501, 511, 303) - nedostatočné krytie betonárskej výstuže, vlhké škvrny, korózia betonárskej výstuže,

Obr. 44 Fotka 381: (C a 315, 502, 501, 511) - rozpad betónu, obnažená výstuž, nedostatočné krytie betonárskej výstuže, korózia betonárskej výstuže

Obr. 45 Fotka 401: (D e 313, 502) - odlupovanie betónu, obnažená výstuž

Obr. 46 Fotka 406: (B j 501, 511, 303) - nedostatočné krytie betonárskej výstuže, vlhké škvrny, korózia betonárskej výstuže

Obr. 47 Fotka 415: (B j 313, 501, 502, 511) - odlupovanie betónu, nedostatočné krytie betonárskej výstuže, obnažená výstuž, korózia betonárskej výstuže

Obr. 48 Fotka 431: (B d 321, 311) - povrchové sieťové trhliny, lokálne napúchanie,

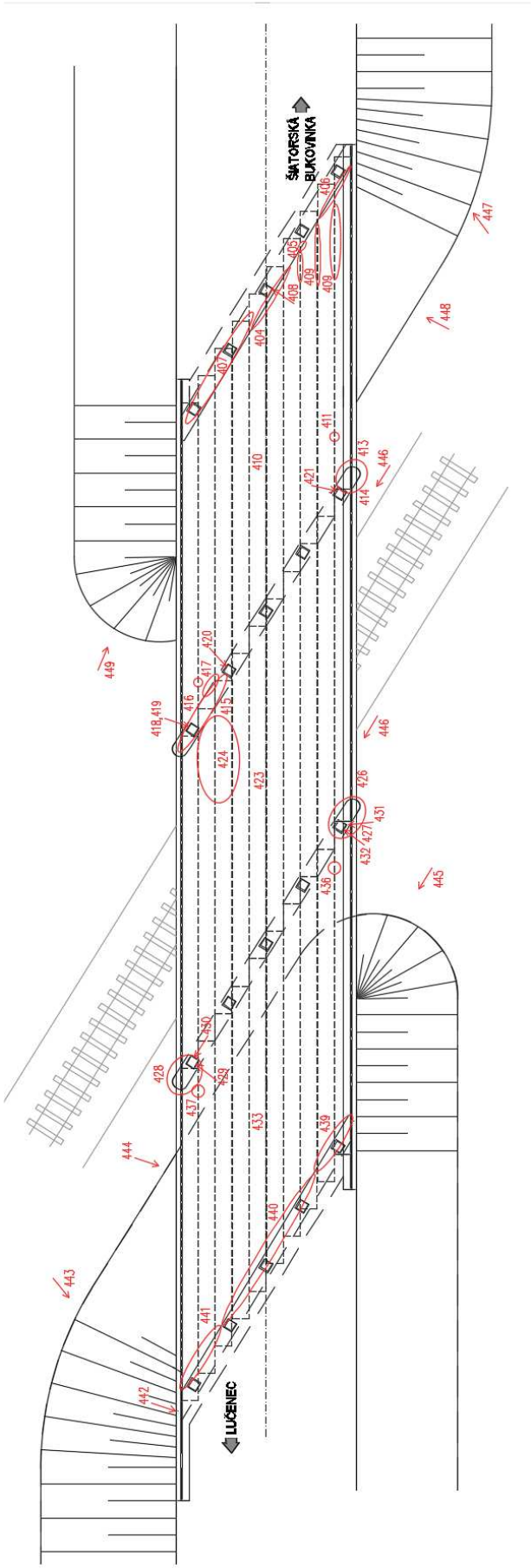
Tab. 16: Poruchy na spodnej stavbe a nosnej konštrukcii

Číslo poruchy	Umiestnenie	Označenie (TP 061 [14])	Poznámka
381,387,388,	nosná konštrukcia	C a 315, 502, 501, 511	rozpad betónu, obnažená výstuž, nedostatočné krytie betonárskej výstuže, korózia betonárskej výstuže
382,384	nosná konštrukcia	C a 501, 511, 303	nedostatočné krytie betonárskej výstuže, vlhké škvrny, korózia betonárskej výstuže,
383,385,386	rímsa	D e 313, 502	odlupovanie betónu, obnažená výstuž
391	opora	B c 313, 502	odlupovanie betónu, obnažená výstuž
392,398	rímsa	D e 313, 315, 502	odlupovanie betónu, rozpad betónu , obnažená výstuž
393,394,	opora	B c 313, 502, 511	rozpad betónu, obnažená výstuž, korózia betonárskej výstuže
395,396,397,398, 399, 400,401,402	rímsa	D e 313, 502	odlupovanie betónu, obnažená výstuž
403,404,406,407, 408	úložný prah	B j 501, 511, 303	nedostatočné krytie betonárskej výstuže, vlhké škvrny, korózia betonárskej výstuže
405,	úložný prah	B j 301, 302	výkvety, inkrustácie
408	pilier	B d 311	odlamovanie betónu
409	nosná konštrukcia	C a 302	inkrustácie
410	nosná konštrukcia	C a 301, 501	výkvety, nedostatočné krytie betonárskej výstuže
411,436,437,	odvodňovač	G a 908	prenikanie vody vedľa odvodňovača
412, 422,425,434,435	pilier	B d 301, 501	výkvety, nedostatočné krytie betonárskej výstuže
413,414,415,416, 417, 426,427,428,	úložný prah	B j 313, 501, 502, 511	odlupovanie betónu, nedostatočné krytie betonárskej výstuže, obnažená výstuž, korózia betonárskej výstuže
418,419,420, 421,429,430,432,	pilier	B d 321, 311, 502	povrchové sieťové trhliny, lokálne napúchanie, obnažená výstuž
423,424,	nosná konštrukcia	C a 301, 305	výkvety, znečistenie
431	pilier	B d 321, 311	povrchové sieťové trhliny, lokálne napúchanie,
433	nosná konštrukcia	C a 301, 501	výkvety, nedostatočné krytie betonárskej výstuže
438	úložný prah	B j 321, 301	povrchové sieťové trhliny, výkvety
439,440, 441	okolie mosta	J 1101	erózia svahu
442,443,445,448, 450	svahový kužeľ	H h 1106	nežiaduca vegetácia
444,449	okolie mosta	J 1102	zosuv svahového kužeľa
446,447	odvodň. rigoly	G d 913	zanesené rigoly

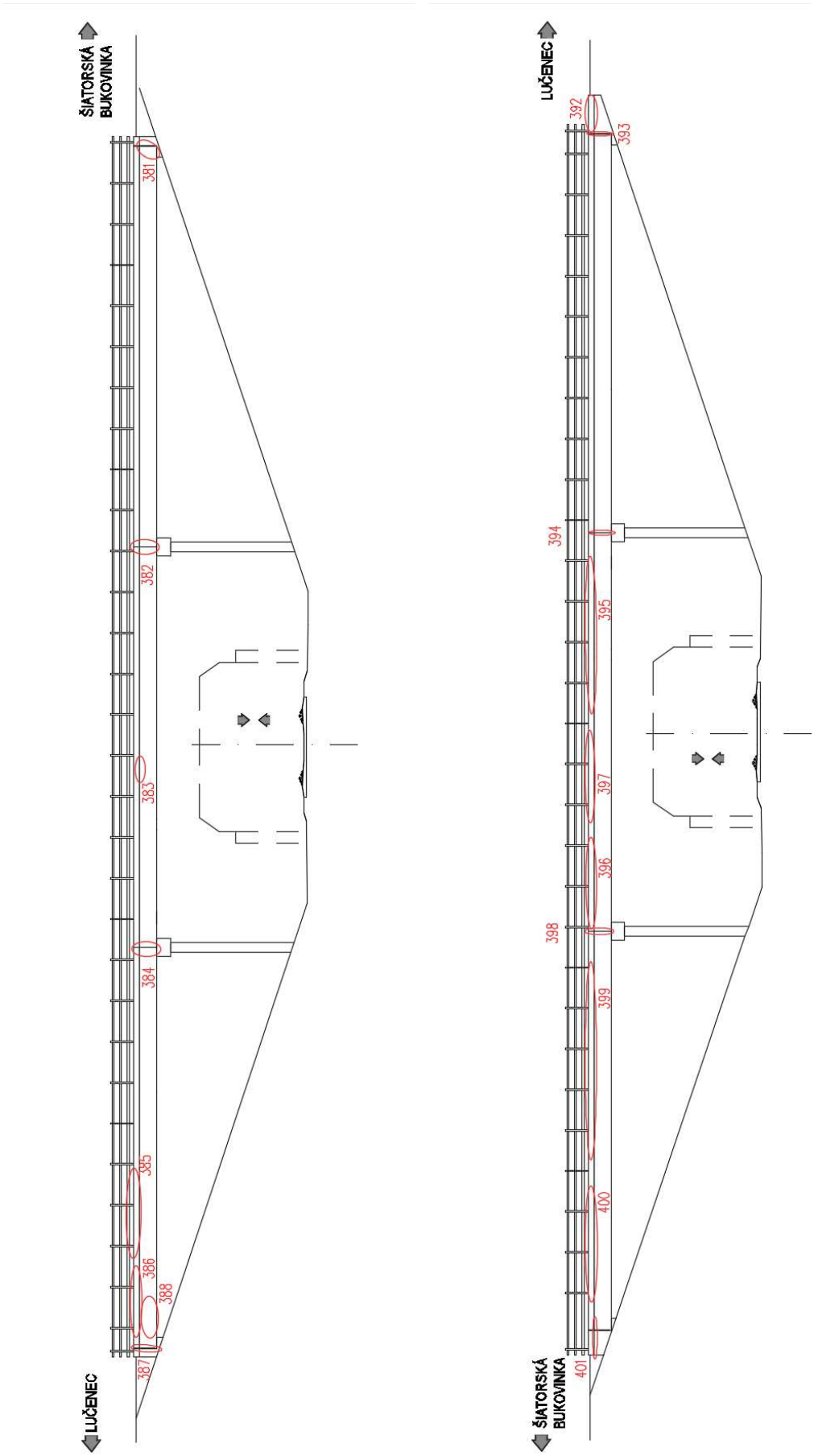
Tab. 17: Poruchy na mostnom zvršku

Číslo poruchy	Umiestnenie	Označenie (TP 061 [14])	Poznámka
328,329,330	rímsa	D e 653	znečistenie vozovky, nežiaduca vegetácia
331,333,334,335,336, 337,	rímsa	D e 315, 301	rozpad betónu rímsy, odlupovanie cementovej malty
332	zábradlie	H a 1002, 1008	korózia kovových častí, nefunkčná dilatácia zábradlia
338	zábradlie	H a 1002	korózia kovových častí
339,340	vozovka	D a 614, 610	sieťové trhliny, pozdĺžne koľaje
341	vozovka	D a 618	trhlina nad povrchovou dilatáciou
342	mostné závery	F b 821	vytiahnutie spojiva asfaltového MZ
343,	vozovka	D a 613	pozdĺžne trhliny
344,345,346, 347,348, 349, 351,354,358, 359,360,361, 364,365	vozovka	D a 614	sieťové trhliny
350	vozovka	D a 612, 607	priečne trhliny, výtlky
352,356,357, 362	vozovka	D a 610	zvlnenie povrchu vozovky
353	vozovka	D a 612	priečna trhlina
355	vozovka	D a 609	lokálny hrboľ
363	vozovka	D a 607, 614	výtlky, sieťové trhliny
366,367,368,369,370,371,372,	rímsa	D e 315, 301	rozpad betónu rímsy, odlupovanie cementovej malty
373	rímsa	D e 315, 502	rozpad betónu rímsy, obnažená výstuž
374	rímsa	D e 315	rozpad betónu rímsy
375	zábradlie	H a 1002	korózia kovových častí
376,377,378	Odvodňovače	G a 902	zanesenie odvodňovača
379	rímsa	D e 653	znečistenie vozovky, nežiaduca vegetácia

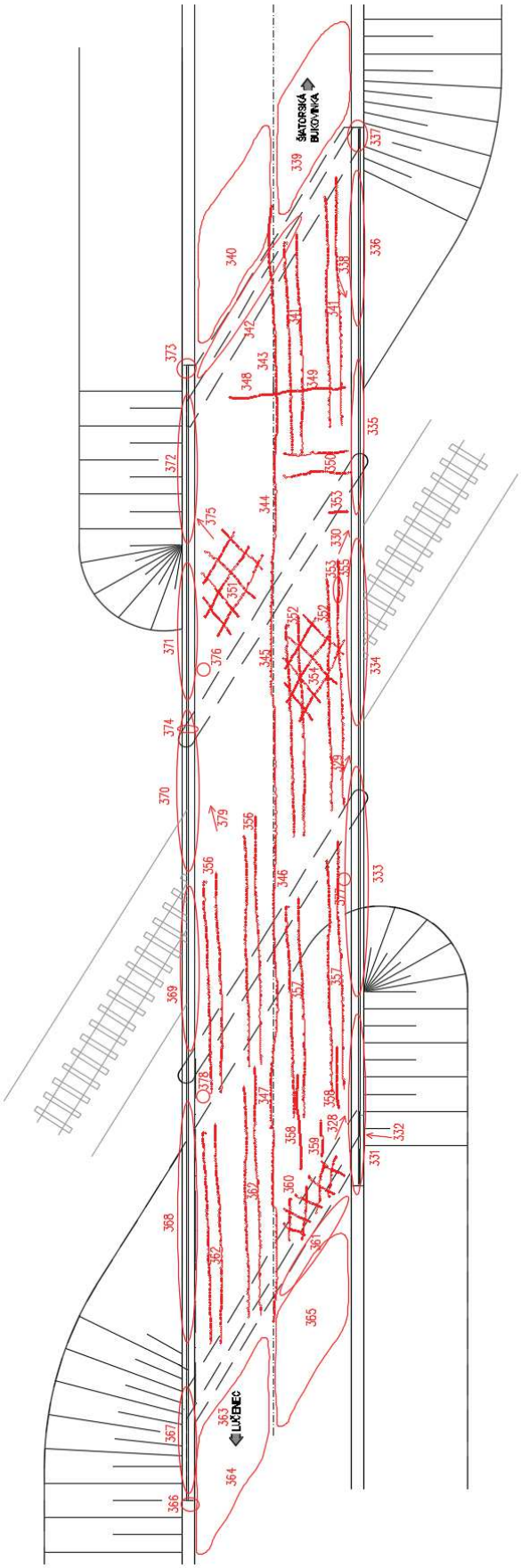
Ďalšie fotografie, ktoré nie sú uvedené v tabuľkách a nachádzajú sa medzi fotografiami z prehliadky nedokumentujú poruchy ale stav mosta a jeho okolia (príloha č. 1 správy).



Obr. 49 Schéma porúch - nosná konštrukcia a spodná stavba



Obr. 50 Schéma porúch - nosná konštrukcia a spodná stavba (pohľady)



Obr. 51 Schéma porúch – mostný zvršok

3 Prepočet zaťažiteľnosti

3.1 Metodika statického prepočtu

Pre potreby statického prepočtu bolo najskôr nutné stanoviť mechanické vlastnosti materiálov nosnej konštrukcie, zistiť rozmery jednotlivých nosných prvkov a ich súčasný stavebno – technický stav. Na získanie týchto potrebných vstupných informácií slúžila hlavne diagnostika mostného objektu (viď kap. 2) ale aj podrobná obhliadka mostného objektu a mostný list.

Po analýze vstupných údajov o mostnom objekte sa pristúpilo k modelovaniu mostnej konštrukcie v prostredí výpočtového programu Scia Engineer za účelom zistenia odozvy konštrukcie na jednotlivé druhy zaťaženia a tým získania podkladu pre statický prepočet. Posledným vstupom pre určenie zaťažiteľnosti mosta bolo určenie únosnosti nosnej konštrukcie v prostredí programu IDEA Statica RCS.

Nosná konštrukcia je tvorená predpätými prefabrikátmi typu „KA-61“ dĺžky 19,6 m. Pri prepočte zaťažiteľnosti bol zohľadnený súčasný stavebno-technický stav nosnej konštrukcie.

3.2 Analýza konštrukcie

Na vystihnutie priestorového správania sa konštrukcie bol vytvorený v prostredí výpočtového programu Scia Engineer celkový dosko – prútový model mostu. Tento model slúži na určenie rozhodujúcich hodnôt vnútorných síl pre určenie zaťažiteľnosti jednotlivých limitujúcich prierezov danej nosnej konštrukcie. Mostná konštrukcia bola vyšetrená pre najnepriaznivejšie zaťaženie. Jednotlivé nosníky sú prepojené v skutočnosti dobetonávkami. V modeli sú namodelované tieto dobetonávky tuhým číselným prútom s nulovou tiažou a na ich konce boli namodelované kĺby na zohľadnenie skutočného pôsobenia nosnej konštrukcie umožňujúce vzájomné pootočenie. Aby bolo možné ich prepojenie s prútovými prvkami boli medzi tieto nekonečne tuhé prúty a systémové osi prútov nosníkov zriadené tuhé väzby. Nosná konštrukcia je uložená kĺbovo a posuvne na krajných oporách a podperách čo zodpovedá celkovému pôsobeniu mosta. Pre roznos zaťaženia bola na nosníkoch vymodelovaná tenká železobetónová doska s nulovou objemovou tiažou. Vo výpočtovom modeli boli modelované zaťaženia podľa TP 104 [16].

Obr. 52 Pohľad na mostnú konštrukciu

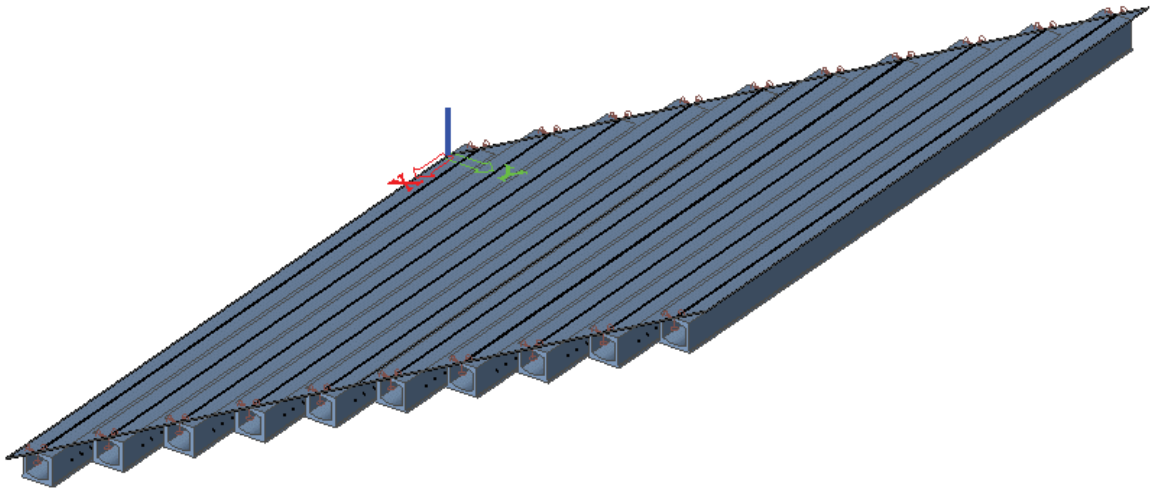
Obr. 53 Pohľad na nosný systém mosta

3.3 Výpočtový model

3.3.1 Nosná konštrukcia

Na vystihnutie priestorového správania sa konštrukcie boli vytvorené v prostredí výpočtového programu Scia Engineer 2 modely. Prvý model je dosko – prútový model mostu. Tento model slúži na určenie rozhodujúcich hodnôt vnútorných síl pre určenie zaťažiteľnosti jednotlivých limitujúcich prierezov danej nosnej konštrukcie. Konštrukcia sa skladá z 3 polí. Každé pole z 10 prútových prvkov – hlavných pozdĺžnych predpätých nosníkov (modelované systémovou čiarou hore). Jednotlivé nosníky sú prepojené tuhým číselným prútom s nulovou tiažou a na ich konce boli namodelované kĺby na zohľadnenie skutočného pôsobenia nosnej konštrukcie umožňujúce vzájomné pootočenie. Aby bolo možné ich prepojenie s prútovými prvkami boli medzi tieto nekonečne tuhé prúty a systémové osi prútov nosníkov zriadené tuhé väzby.

Nosná konštrukcia je uložená posuvne na krajných oporách a pilieroch čo zodpovedá celkovému pôsobeniu mosta.



Obr. 54 Pohľad zhora na výpočtový model 1 poľa

Tab. 18: Materiály použité vo výpočtovom modely

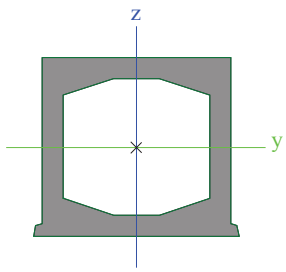
Betón EC2

Názov	Typ	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c.k.28}$ [MPa]	Farba
Doska 0 tiaž	Betón	0,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00	
C35/45	Betón	2500,0	3,4100e+04	0.2	0,00	35,00	
C40/50	Betón	2500,0	3,5200e+04	0.2	0,00	40,00	

Výstuž EC2

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m³]	E modul [MPa]	G modul [MPa]	Tepel. rozťažnosť [m/mK]	Charakteristická medza klzu f_{yk} [MPa]
10 512 (Roxor)	Betonárska výstuž	7850,0	2,0000e+05	8,3333e+04	0,00	340,0

Tab. 19: Prierezy použité vo výpočtovom modely

KA-61		
Typ	Všeobecný prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	C40/50	
Výroba	všeobecný	
Farba		
A [m²]	3,5220e-01	
A_y [m²], A_z [m²]	1,9938e-01	1,7523e-01
A_L [m²/m], A_D [m²/m]	3,6252e+00	6,0572e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	490	421
\f1 alfa [deg]	0,00	
I_y [m⁴], I_z [m⁴]	3,4070e-02	3,6810e-02
i_y [mm], i_z [mm]	311	323
$W_{el.y}$ [m³], $W_{el.z}$ [m³]	7,9361e-02	7,5122e-02
$W_{pl.y}$ [m³], $W_{pl.z}$ [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m⁴], I_w [m⁶]	7,6695e-03	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	1	0
Obrázok		

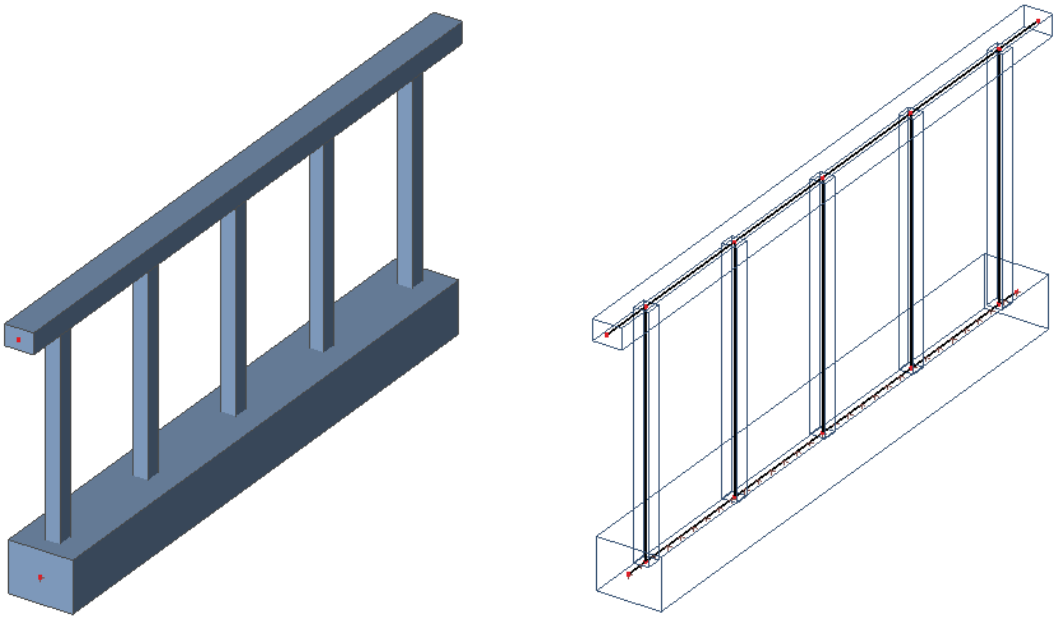
Pomocný		
Detailný	Číselný	
Farba		
Rovinný vzper y-y, Rovinný vzper z-z	d	d
A [m^2]	1,0000e-03	
A_y [m^2], A_z [m^2]	3,7000e-01	3,7000e-01
A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]	2,6800e+00	2,6800e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	370	300
\f1 alfa [deg]	0,00	
I_y [m^4], I_z [m^4]	1,3320e-02	2,0261e-02
i_y [mm], i_z [mm]	3650	4501
$W_{el.y}$ [m^3], $W_{el.z}$ [m^3]	4,4400e-02	5,4760e-02
$W_{pl.y}$ [m^3], $W_{pl.z}$ [m^3]	0,0000e+00	0,0000e+00
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m^4], I_w [m^6]	2,7171e-02	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0

Vysvetlivky symbolov	
A	Plocha
A_y	Šmyk. plocha v hlavnom smere y
A_z	Šmyk. plocha v hlavnom smere z
A_L	Obvod na jednotku dĺžky
A_D	Vysychajúci obvod na jednotku dĺžky
$c_{Y.UCS}$	Súradnica ťažiska v smere Y zadaného osového systému
$c_{Z.UCS}$	Súradnica ťažiska v smere Z zadaného osového systému
$I_{Y.LCS}$	Moment zotrvačnosti k osi YLSS
$I_{Z.LCS}$	Moment zotrvačnosti k osi ZLSS
$I_{YZ.LCS}$	Deviačný moment plochy v systéme LSS
\f1 alfa	Uhlové pootočenie hlavného osového systému
I_y	Moment zotrvačnosti k hlavnej osi y
I_z	Moment zotrvačnosti k hlavnej osi z
i_y	Polomer zotrvačnosti k hlavnej osi y
i_z	Polomer zotrvačnosti k hlavnej osi z
$W_{el.y}$	Pružný prierezový modul k hlavnej osi y
$W_{el.z}$	Pružný prierezový modul k hlavnej osi z
$W_{pl.y}$	Plastický prierezový modul k hlavnej osi y
$W_{pl.z}$	Plastický prierezový modul k hlavnej osi z
$M_{pl.y.+}$	Plastický moment k hlavnej osi y pre kladný moment My
$M_{pl.y.-}$	Plastický moment k hlavnej osi y pre záporný moment My
$M_{pl.z.+}$	Plastický moment k hlavnej osi z pre kladný moment Mz

Vysvetlivky symbolov	
$M_{pl.z.-}$	Plastický moment k hlavnej osi z pre záporný moment Mz
d_y	Súradnica stredu šmyku v hlavnom smere y meraná od ťažiska
d_z	Súradnica stredu šmyku v hlavnom smere z meraná od ťažiska
I_t	Konštanta krútenia
I_w	Konštanta deplanácie
β_y	Konštanta monosymetrie k hlavnej osi y
β_z	Konštanta monosymetrie k hlavnej osi z

3.3.2 Spodná stavba

Druhý model je priestorový model piliera. Tento model slúži na určenie rozhodujúcich hodnôt vnútorných síl pre určenie zaťažiteľnosti jednotlivých limitujúcich prierezov piliera. Konštrukcia sa skladá z úložného prahu, základu a 5 stojok.

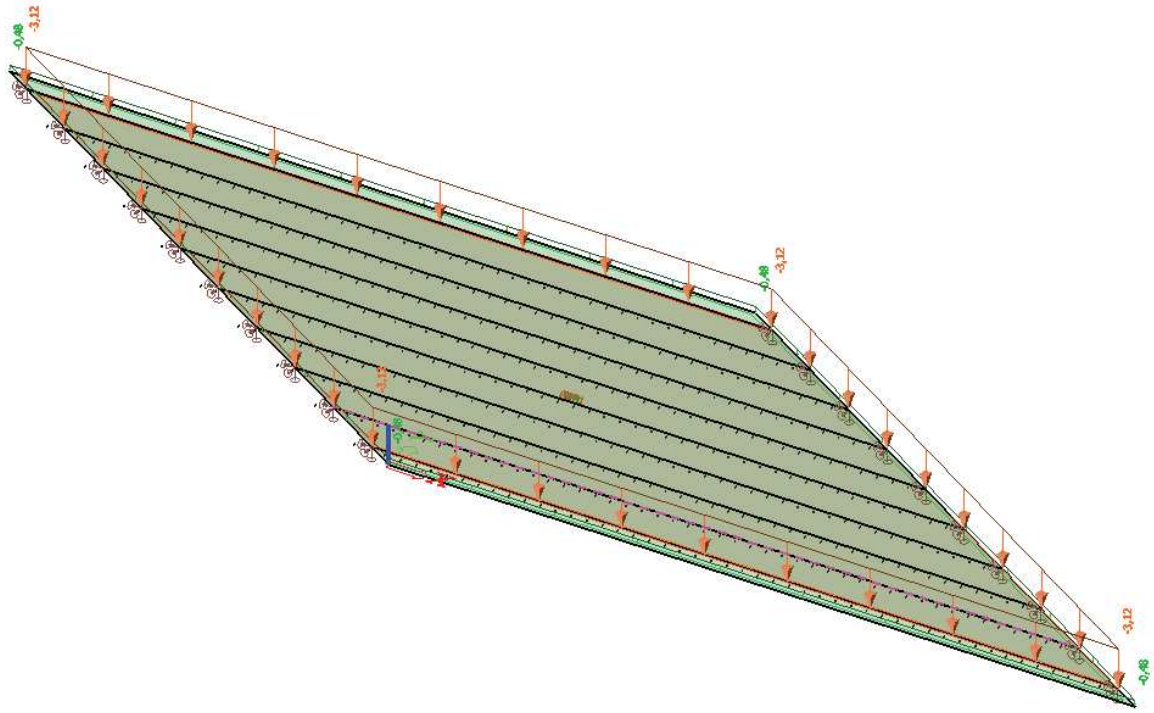


Obr. 55 Výpočtový model piliera

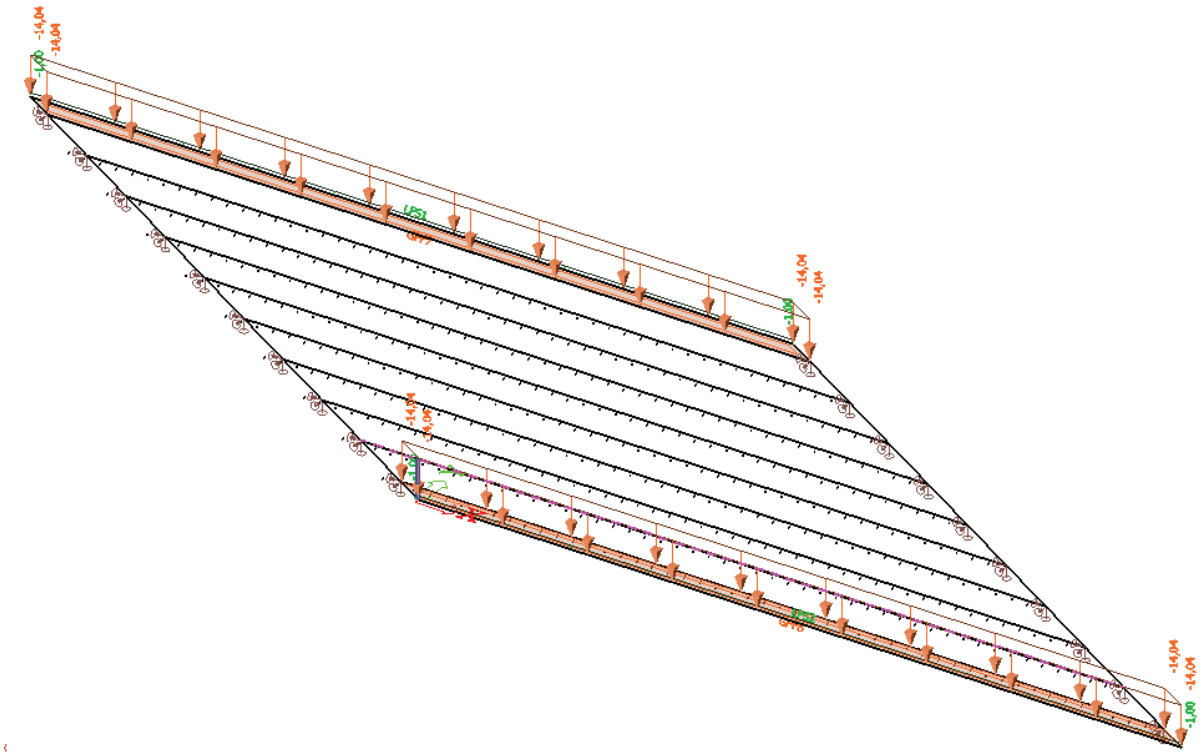
3.4 Zaťaženie

Stále zaťaženie – Vlastná tiaž nosnej konštrukcie
Je generovaná výpočtovým programom. Betón γ_b= 26,0 kN.m^{-3}
Stále zaťaženie

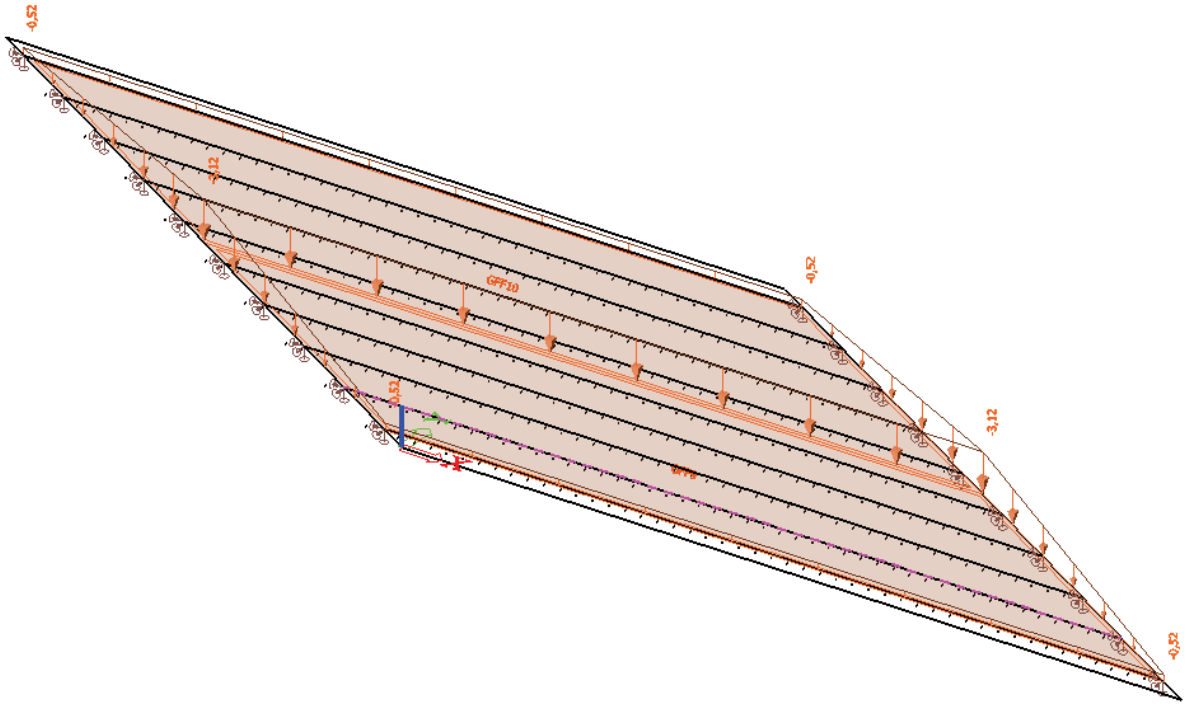
vozovka :		γ_{voz}= 24,0 kN.m^{-3}
tiaž vozovky :		g_{voz}= 0,13 * 24,0 = 3,12 kN.m^{-2}
tiaž izolácie :		g_{izol}= 0,020 * 24,0 = 0,48 kN.m^{-2}
tiaž zábradlia :		$g_{zabradlia}$= 1,0 kN.m^{-1}
tiaž ríms :	ľavá:	g_{rims}= 0,54 * 26,0 = 14,04 kN.m^{-2}
	pravá:	g_{rims}= 0,54 * 26,0 = 14,04 kN.m^{-2}
tiaž vyrovnávacieho betónu :		$g_{vyr.S1}$= 0,02 * 26,0 = 0,52 kN.m^{-2}
		$g_{vyr.S2}$= 0,12 * 26 = 3,12 kN.m^{-2}



Obr. 56 Poloha stáleho zaťaženia s nemodelovanými súčasťami konštrukcie (vozovka, izolácia)



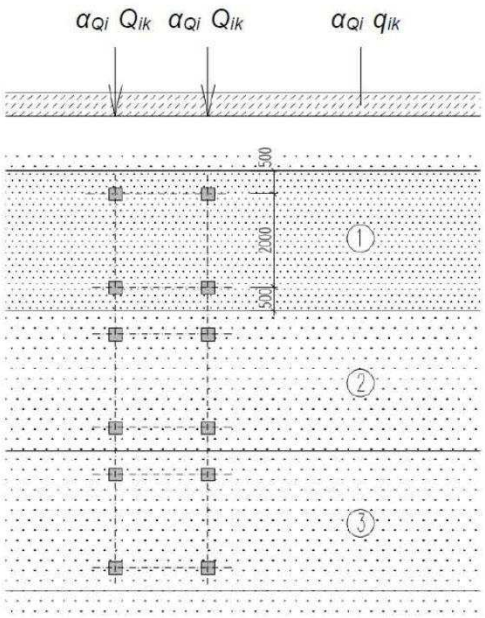
Obr. 57 Poloha stáleho zaťaženia s nemodelovanými súčasťami konštrukcie (rímsy, záchytné bezpečnostné zariadenia)



Obr. 58 Poloha stáleho zaťaženia s nemodelovanými súčasťami konštrukcie (vyrovnávací betón)

Premenné zaťaženie na určenie zaťažitelnosti mosta

Zaťažovací model LM1 (Normálna zaťažitelnosť):



Na moste bude aplikovaný zaťažovací pruh 1 a 2 s príslušným plošným zaťažením.

Pruh č. 1 bude zaťažený plošným zaťažením 9,0kN $kN \cdot m^2$ a ostatná časť bude zaťažená plošným zaťažením 2,5 $kN \cdot m^2$

Sily na jednu nápravu od LM1 podľa zaťažovacích pruhov:

$Q_{1k} := 300\ kN \qquad \alpha_{Q1} := 0.9$

$Q_{2k} := 200\ kN \qquad \alpha_{Q2} := 0.9$

Plošné zaťaženia podľa zaťažovacích pruhov:

$q_{1k} := 9\ kN \cdot m^{-2} \qquad \alpha_{q1} := 0.9$

$q_{2k} := 2.5\ kN \cdot m^{-2} \qquad \alpha_{q2} := 1.0$

$q_r := 2.5\ kN \cdot m^{-2} \qquad \alpha_{qr} := 1.0$

Obr. 59 Schéma zaťažovacieho modelu „LM1“

Zaťažovací model pre Výhradné zaťaženie (Výhradná zaťažitelnosť):

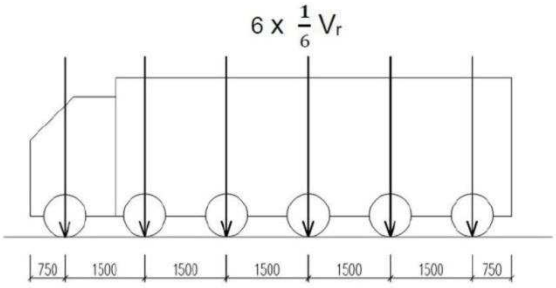
Model vozidla pre výhradnú zaťažiteľnosť zodpovedá triede zvláštnych vozidiel 900/150 podľa STN EN 1991-2 čl. A.2(1).

Rozmer kolesa: $F_r := 75\ kN$

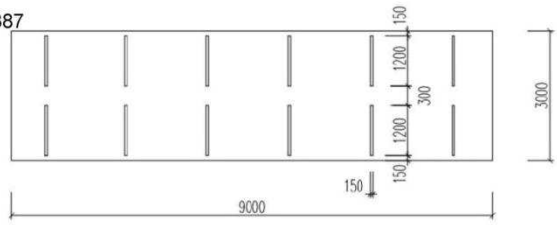
Rozmer kolesa : 1,2m x 0,15m

=> intenzita $Q_{k.r} := 416.67\ kN \cdot m^{-2}$

Ovplyvnená dlžka zaťažením pre výpočet dynamického súčinitela: $L_{m.k} := 6.65$ [m]



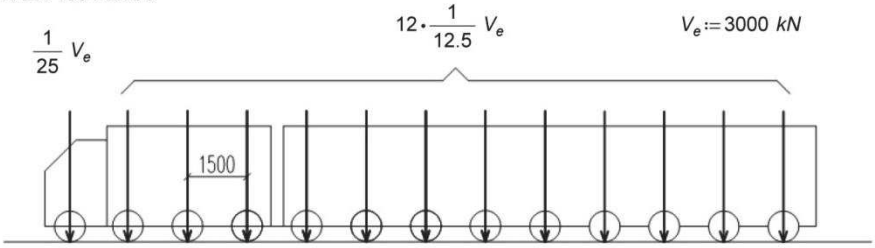
Dynamický súčiniteľ: $\varphi := 1.4 - \frac{L_{m.k}}{500} = 1.387$

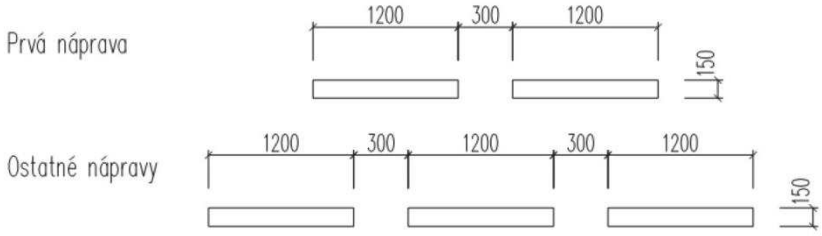


Obr. 60 Schéma zaťažovacieho modelu pre výhradné zaťaženie

Zaťažovací model pre Výnimočné zaťaženie (Výnimočná zaťažitelnosť):

=>Model vozidla pre výnimočnú zaťažiteľnosť zodpovedá triede zvláštnych vozidiel 3000/240 podľa A.2(1) STN EN 1991-2. Schéma vozidla je na obrázku 4. Pre umiestnenie vozidla na moste platí čl. 2.16 STN EN 1991-2/NA.

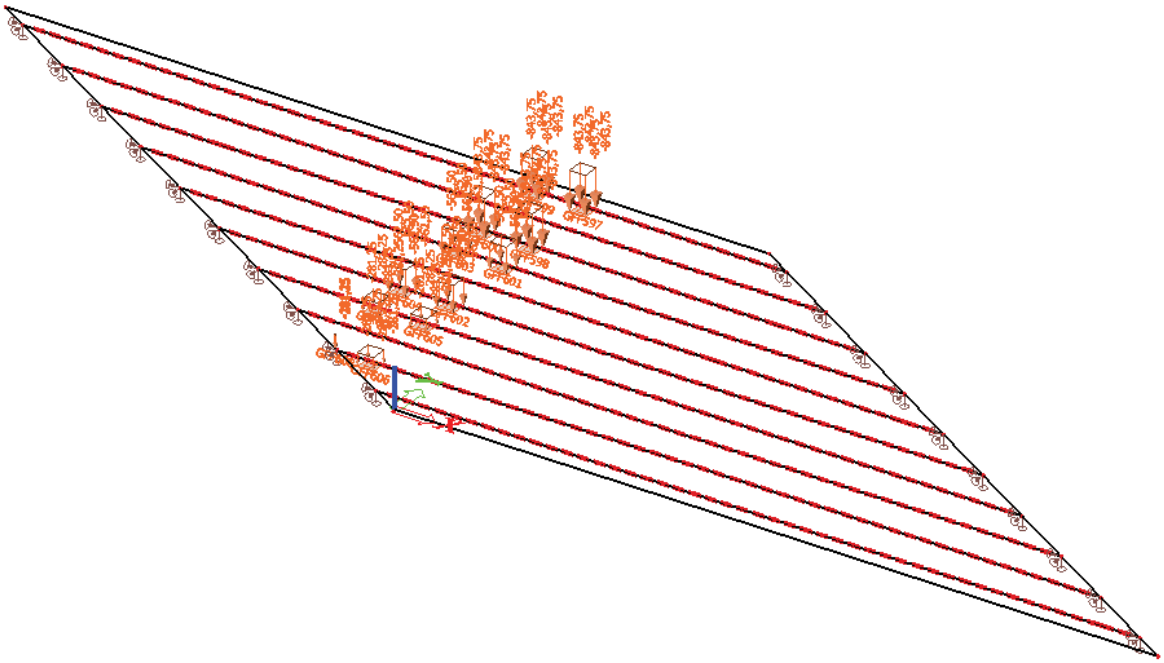




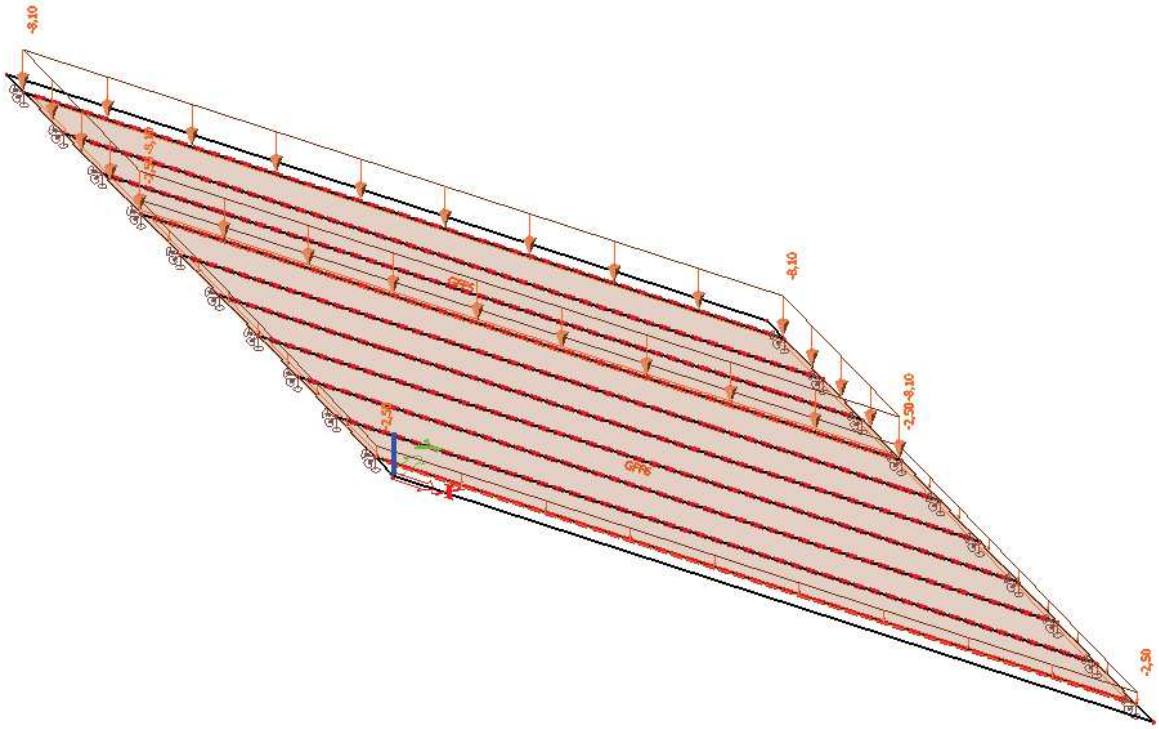
Zaťaženie na jedno koleso: $V_{1.e} := \frac{\frac{1}{12.5}}{3} \cdot V_e = 80\ kN$ $\quad Q_{1k.e} := \frac{V_{1.e}}{1.2\ m \cdot 0.15\ m} = 444.444\ kN \cdot m^{-2}$

$V_{2.e} := \frac{\frac{1}{25}}{2} V_e = 60\ kN$ $\quad Q_{2k.e} := \frac{V_{2.e}}{1.2\ m \cdot 0.15\ m} = 333.333\ kN \cdot m^{-2}$

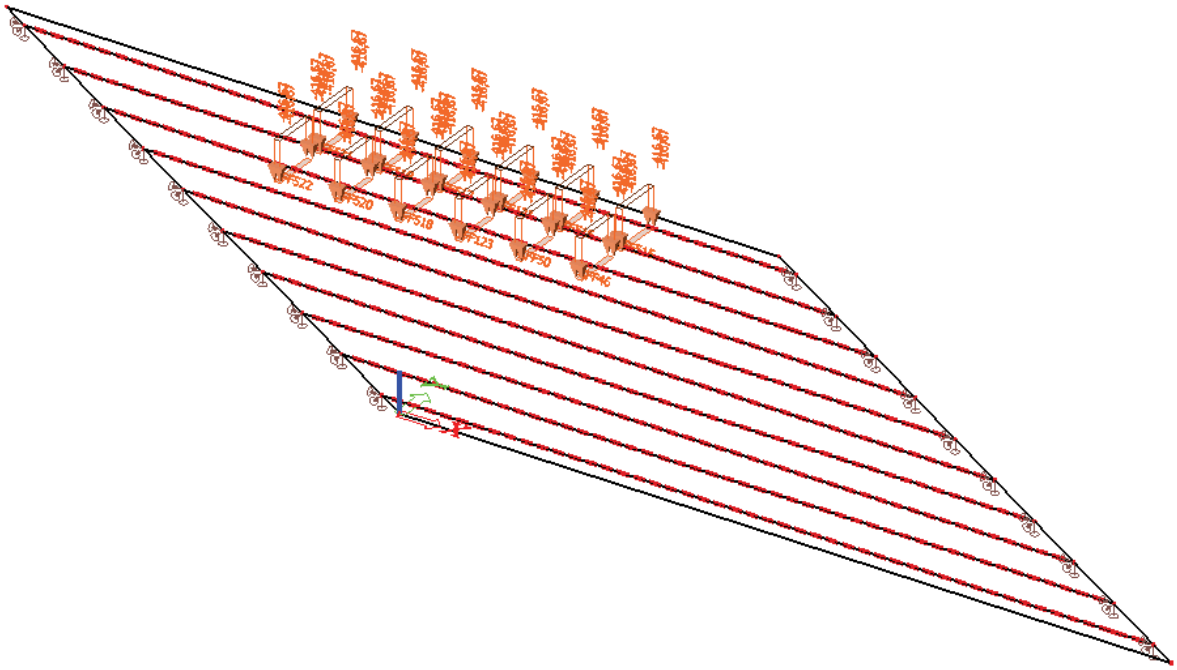
Obr. 61 Schéma zaťažovacieho modelu pre výnimočné zaťaženie



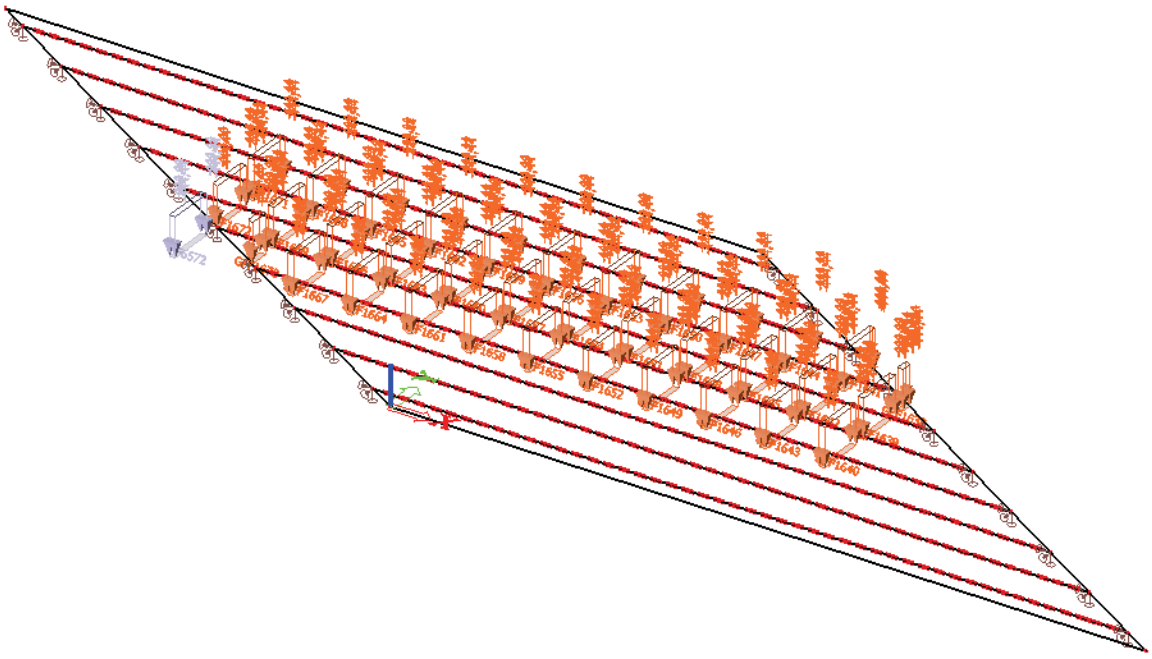
Obr. 62 Najúčinnejšia poloha zaťažovacieho modelu „LM1“ – TS



Obr. 63 Najúčinnejšia poloha zaťažovacieho modelu „LM1“ – UDL



Obr. 64 Najúčinnejšia poloha zaťažovacieho modelu pre výhradnú zaťažiteľnosť



Obr. 65 Najúčinnejšia poloha zaťažovacieho modelu pre výnimočnú zaťažiteľnosť

Tab. 20: Zaťažovacie stavy vo výpočtovom modely

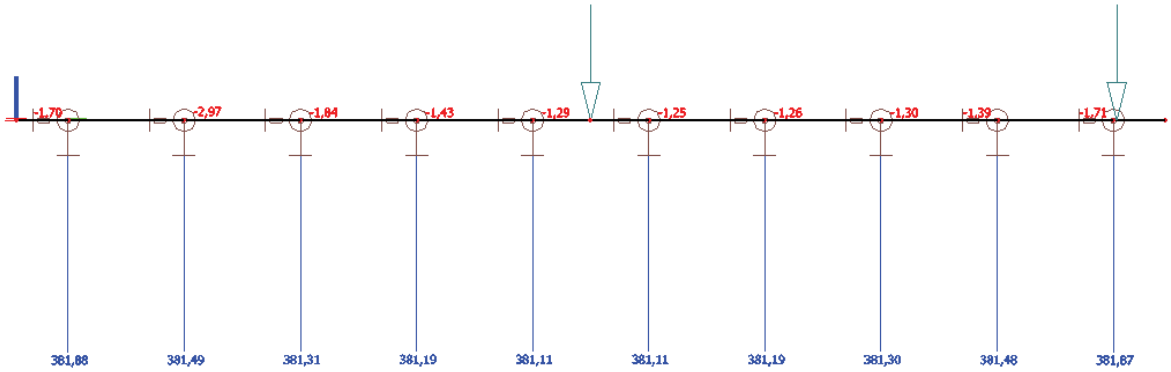
Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Smer	Dĺžka trvania	Vzorový zaťažovací stav
	Spec	Typ zaťaženia				
Vlastná tiaž		Stále	LG1	-Z		
		Vlastná tiaž				
Vozovka		Stále	LG1			
		Štandard				
Príslušenstvo		Stále	LG1			
		Štandard				
UDL		Premenné	LG3		Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické				
Vyrov.beton		Stále	LG1			
		Štandard				
LM1		Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické				
900/150		Premenné	LG4		Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické				
3000/240		Premenné	LG5		Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické				

Tab. 21: Zaťažovacie skupiny vo výpočtovom modely

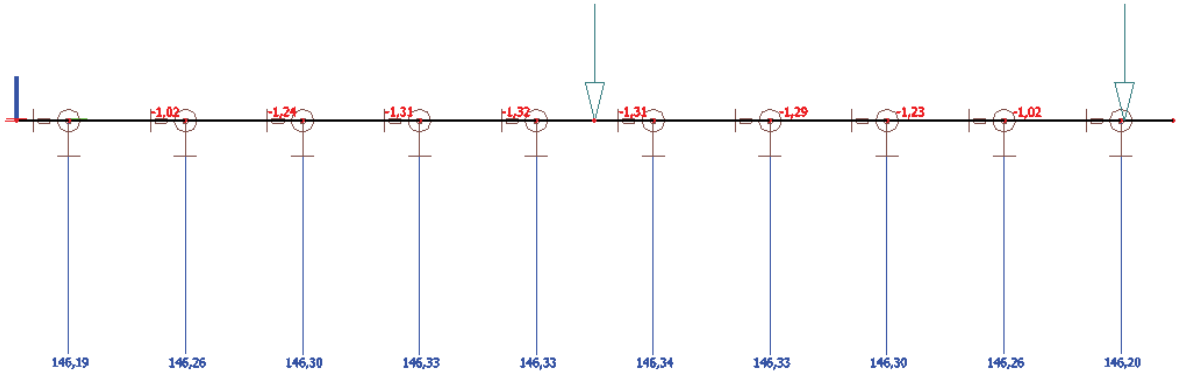
Názov	Zaťaženie	Špecifikácia	Typ
LG1	Stále		
LG2	Premenné	Výberová	Kat G : vozidlo >30kN
LG3	Premenné	Výberová	Kat G : vozidlo >30kN
LG4	Premenné	Výberová	Kat G : vozidlo >30kN
LG5	Premenné	Výberová	Kat G : vozidlo >30kN

3.5 Nosná konštrukcia – výsledky

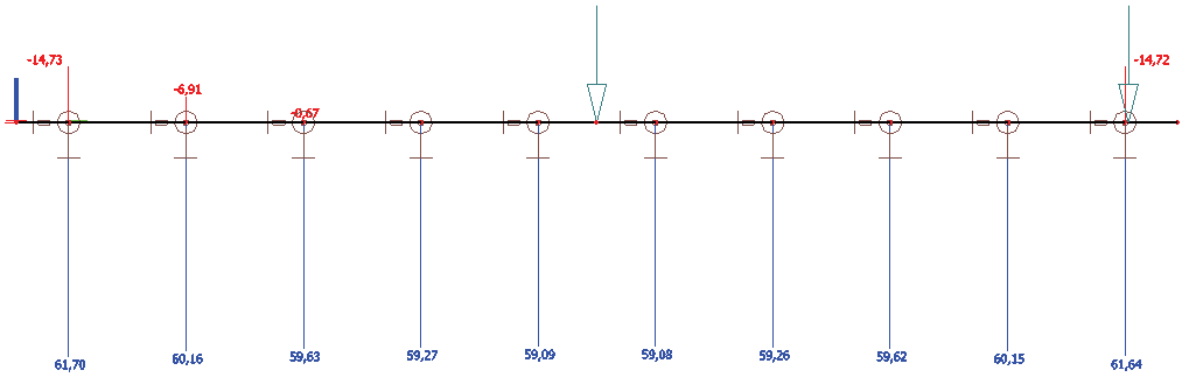
3.5.1 Vnútorné sily na nosníkoch



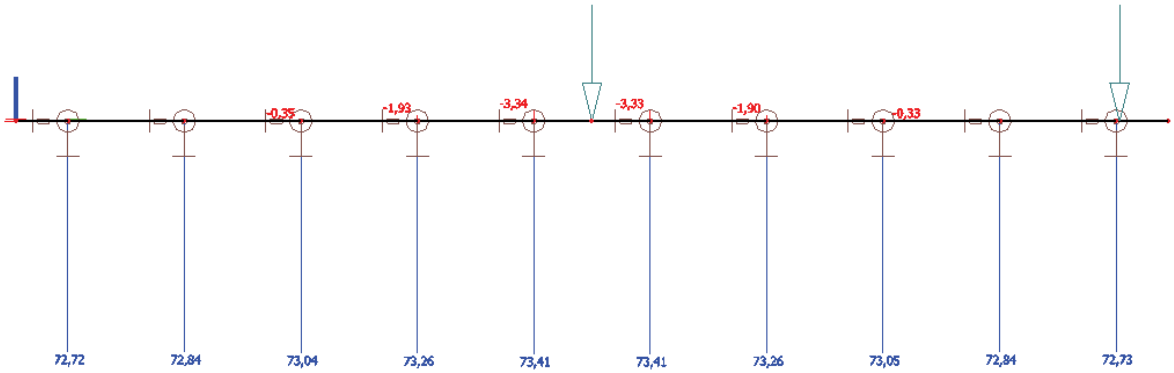
Obr. 66 Priebeh ohybových momentov M_y od vlastnej tiaže konštrukcie



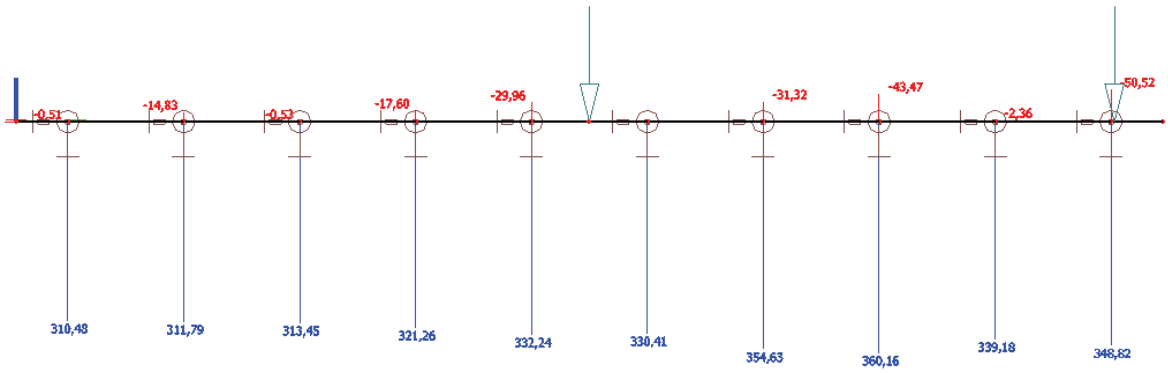
Obr. 67 Priebeh ohybových momentov M_y od vozovky



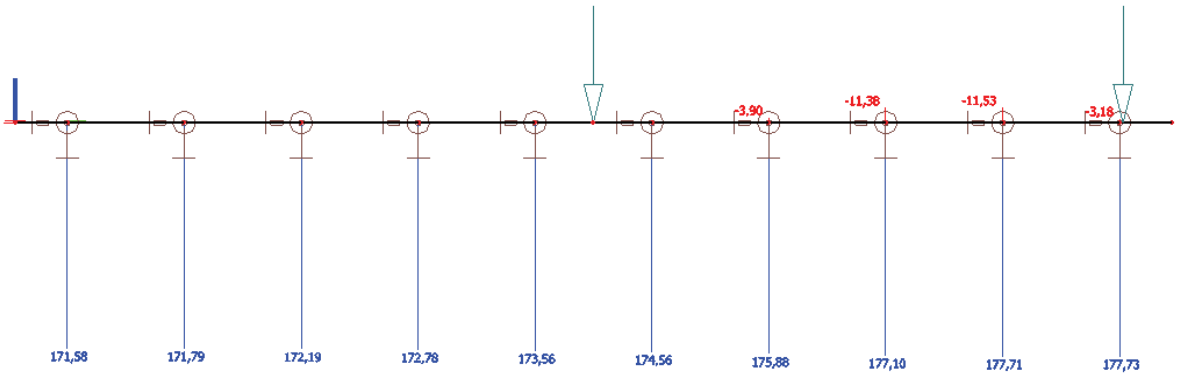
Obr. 68 Priebeh ohybových momentov M_y od príslušenstva



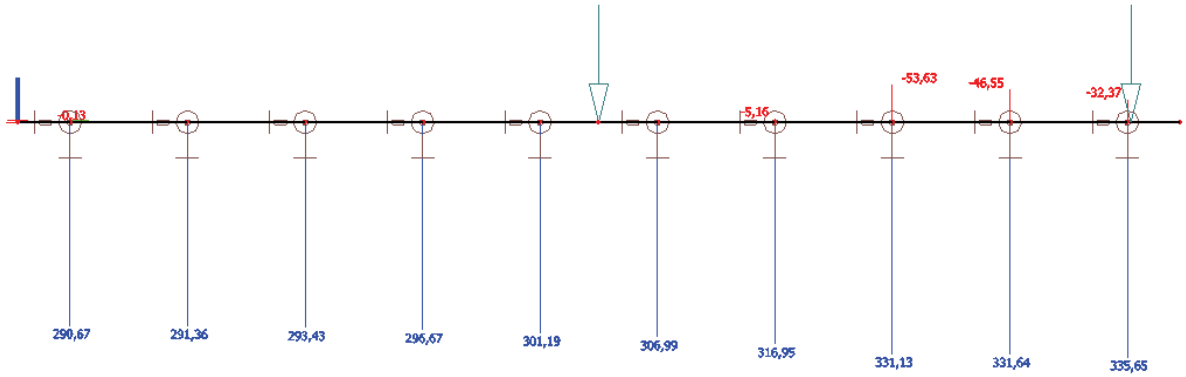
Obr. 69 Priebeh ohybových momentov M_y od vyrovnávacieho betónu



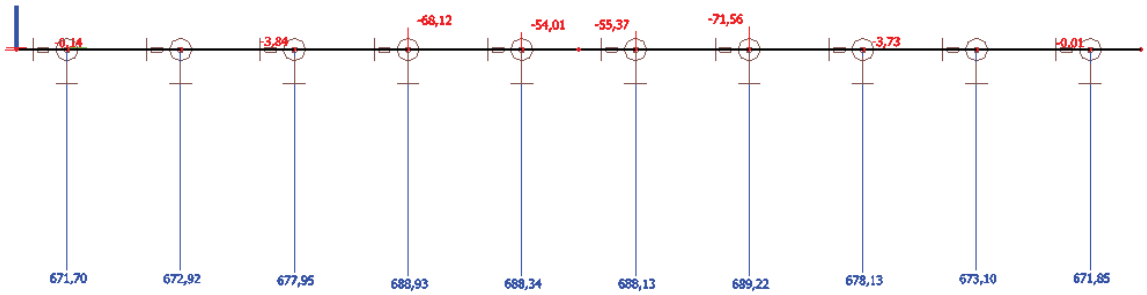
Obr. 70 Priebeh ohybových momentov M_y od „LM1“



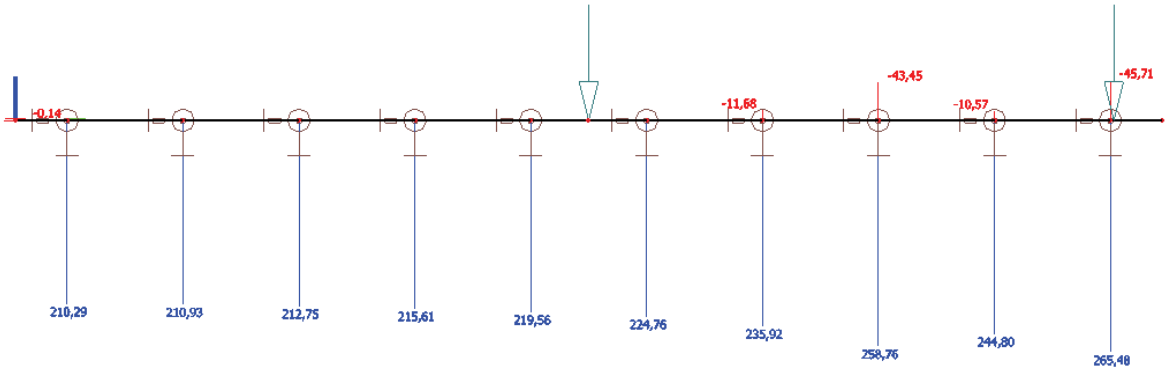
Obr. 71 Priebeh ohybových momentov M_y od UDL zaťažovacieho modelu „LM1“



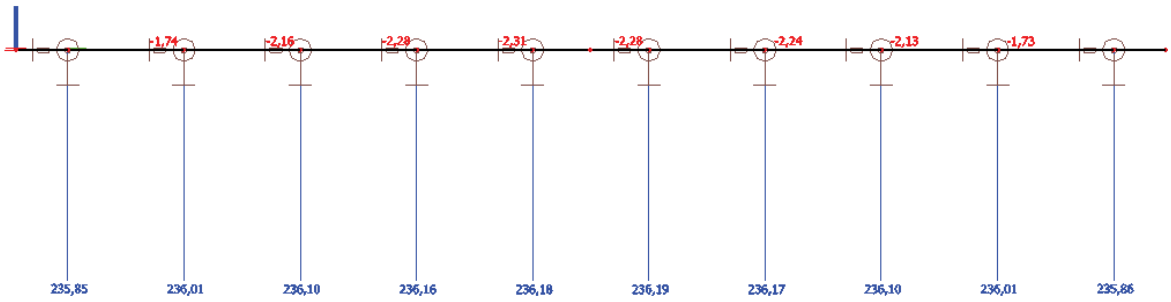
Obr. 72 Priebeh ohybových momentov M_y zaťažovacieho modelu 900/150 (výhradné zaťaženie)



Obr. 73 Priebeh ohybových momentov M_y zaťažovacieho modelu 3000/240 (výnimočné zaťaženie)



Obr. 74 Priebeh ohybových momentov M_y zaťažovacieho modelu 3NV



Obr. 75 Priebeh ohybových momentov M_y zaťažovacieho modelu UDL ku 3NV

OHYBOVÉ MOMENTY

Nosník(číslo)	Vlastná tiaž [kN.m]	Vlastná tiaž - nem. časti [kN.m]	W_n - TS [kN.m]	W_n-UDL [kN.m]	W_r [kN.m]	W_e [kN.m]	3NV [kN.m]	3NV-UDL [kN.m]
1 nosník	381,87	280,17	-	-	335,65	-	265,48	235,86
3 nosník	381,30	278,96	360,16	177,10	-	-	258,76	236,10
4 nosník	381,19	278,85	-	-	-	689,22	235,92	236,17

3.5.2 Nosníky - normálna zaťažiteľnosť W_n, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z

Faktor normálnej zaťažitelnosti F_z a faktor výhradnej zaťažitelnosti F_v vyjadrujú schopnosť mostu prenášať základné premenné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou LM1 a schémou pre výhradnú zaťažitelnosť podľa STN EN 1991-2 ktoré sa používa pre celkové a lokálne overenie konštrukcie.

$$F_z = \frac{R_{dW.c}}{E_{d.WLM1}}$$

$R_{dW.c}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie
$E_{d.WLM1}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia LM1.

Normálna zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_n = F_z \cdot W_{n.rep}$

Pričom $W_{n.rep}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 320kN

Tab. 22: Tabuľkový výpočet hodnôt normálnej zaťažiteľnosti hlavných nosníkov mosta – ohybová odolnosť

Nosník (číslo)	Kombinačná hodnota od 3NV [kN.m]	Kombinačná hodnota od „LM1“ [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti nosníka	Normové vozidlo [kN]	Faktor F_z	Zaťažiteľnosť W_n [kN]	Zaťažiteľnosť W_n [t]
3 nosník	494,86	725,301	0,80	320	0,682	174,7	17,5
						Normálna zaťažiteľnosť W_n [t]:	**17,5**

3.5.3 Nosníky - výhradná zaťažiteľnosť W_r

Faktor výhradnej zaťažitelnosti $K_{z.r}$ vyjadruje schopnosť mostu prenášať výhradné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou 900/150 podľa STN 1991-2

$$K_{z.r} = \frac{R_{d.Wc}}{E_{d.W900.150}}$$

$R_{dW.c}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie
$E_{d.W900.150}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia 900/150

Výhradná zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_r = K_{z.r} \cdot W_{r.rep}$

Pričom $W_{n.rep.v}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 900kN

$W_{r.rep} := 900\ kN$

Tab. 23: Tabuľkový výpočet hodnôt výhradnej zaťažiteľnosti hlavných nosníkov mosta – ohybová odolnosť

Nosník (číslo)	Kombinačná hodnota od 3NV [kN.m]	Kombinačná hodnota od 900/150 [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti nosníka	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.e}$	Zaťažiteľnosť W_r [kN]	Zaťažiteľnosť W_r [t]
1 nosník	501,34	616,616	0,80	900	0,813	585,4	58,5
						Výhradná zaťažiteľnosť W_r [t]:	**58,5**

3.5.4 Nosníky - výnimočná zaťažiteľnosť W_e

Faktor výhradnej zaťažitelnosti $K_{z.e}$ vyjadruje schopnosť mostu prenášať výnimočné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou 3000/240 podľa STN 1991-2.

$$K_{z.e} = \frac{R_{d.We}}{E_{d.We}}$$

$R_{d.We}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie
$E_{d.We}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia 3000/240.

Výhradná zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_e = K_{z.e} \cdot W_{e.rep}$

Pričom $W_{e.rep}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 3000kN

Tab. 23: Tabuľkový výpočet hodnôt výnimočnej zaťažiteľnosti hlavných nosníkov mosta – ohybová odolnosť

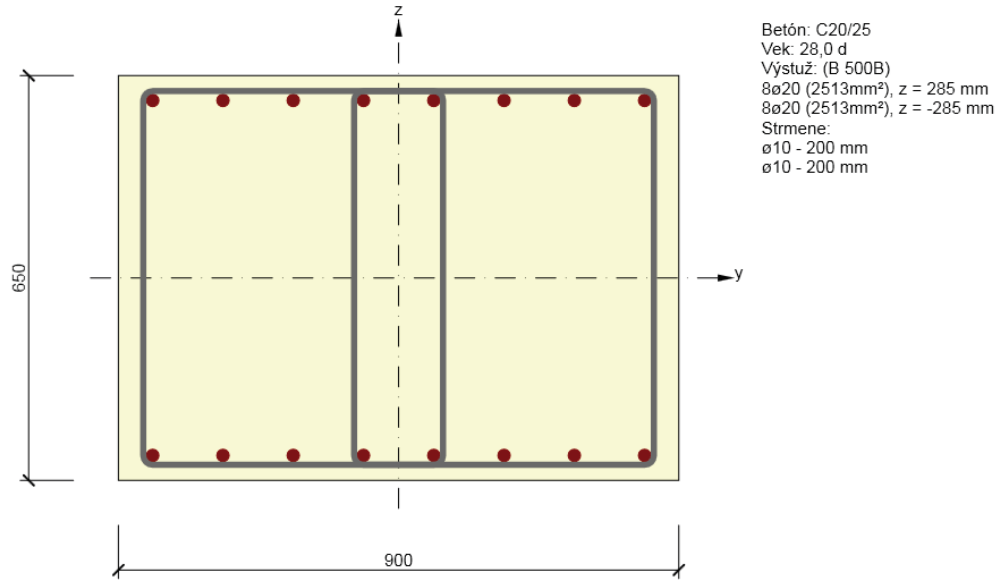
Nosník (číslo)	Kombinačná hodnota od 3NV [kN.m]	Kombinačná hodnota od 3000/240 [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti nosníka	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.r}$	Zaťažiteľnosť W_e [kN]	Zaťažiteľnosť W_e [t]
4 nosník	472,09	930,447	0,80	3000	0,507	1217,7	121,8
						Výnimočná zaťažiteľnosť We_e [t]:	**121,8**

Poznámky:

1) Pri výpočte zaťažiteľnosti mosta bolo uvažované s parciálnymi súčiniteľmi γ_G =1,15 a γ_Q =1,35
2) Redukčný súčiniteľ únosnosti nosníka slúži na zohľadnenie jeho aktuálneho stavebno-technického stavu a predstavuje oslabenie prierezu. Hodnota bola určená na základe množstva skorodovanej výstuže (predpoklad).
3) Výsledná výnimočná zaťažiteľnosť je platná pre všetky nosníky. Zaťažiteľnosť uvedená v tabuľke pre jednotlivé nosníky je vyčíslená pre najnepriaznivejšiu polohu zaťaženia z hľadiska mosta.

3.6 Spodná stavba - výsledky

3.6.1 Úložný prah medziľahlej podpery (piliera) - odolnosť prierezu - 100% stav



Typ zaťaženia	Typ kombinácie	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Celkom	Základný MSÚ	0,0	0,0	394,0	0,0	660,0	0,0

Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Využitie [%]	Posudok
Únosnosť N-M-M	0,0	660,0	0,0			99,5	OK
Šmyk	0,0			394,0	0,0	99,9	OK

OHYBOVÉ MOMENTY

Úložný prah (číslo)	Vlastná tiaž [kN.m]	W_n - TS [kN.m]	W_r [kN.m]	W_e [kN.m]
Úložný prah	6,93	-	559,92	-
Úložný prah	6,93	353,31	-	-
Úložný prah	5,95	-	-	542,48

ŠMYKOVÉ SILY

Úložný prah (číslo)	Vlastná tiaž [kN]	W_n - TS [kN]	W_r [kN]	W_e [kN]
Úložný prah	28,54	-	1043,63	-
Úložný prah	28,54	952,95	-	-
Úložný prah	29,6	-	-	1099,77

γ_G	γ_q	γ_q	γ_q	ϕ
1,15	1,35	1,35	1,35	1,36

3.6.2 Úložný prah medziľahlej podpery (piliera)- Normálna zaťažiteľnosť W_n, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z

Faktor normálnej zaťažitelnosti F_z a faktor výhradnej zaťažitelnosti F_v vyjadrujú schopnosť mostu prenášať základné premenné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou LM1 a schémou pre výhradnú zaťažitelnosť podľa STN EN 1991-2 ktoré sa používa pre celkové a lokálne overenie konštrukcie.

$$F_z = \frac{R_{dW.c}}{E_{d.WLM1}}$$

$R_{dW.c}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie
$E_{d.WLM1}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia LM1.

Normálna zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_n = F_z \cdot W_{n.rep}$

Pričom $W_{n.rep}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 320kN

Tab. 24: Tabuľkový výpočet hodnôt normálnej zaťažiteľnosti úložného prahu piliera mosta – ohybová odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor F_z	Zaťažiteľnosť W_n [kN]	Zaťažiteľnosť W_n [t]
Úložný prah	660	0,90	320	1,229	393,2	39,3
					Normálna zaťažiteľnosť V_n [t]:	**39,3**

Tab. 25: Tabuľkový výpočet hodnôt normálnej zaťažiteľnosti úložného prahu piliera mosta – šmyková odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor F_z	Zaťažiteľnosť W_n [kN]	Zaťažiteľnosť W_n [t]
Úložný prah	394	0,90	320	0,250	80,0	8,0
					Normálna zaťažiteľnosť W_n [t]:	**8,0**

3.6.3 Úložný prah medziľahlej podpery (piliera) - Výhradná zaťažiteľnosť W_r

Faktor výhradnej zaťažitelnosti $K_{z.r}$ vyjadruje schopnosť mostu prenášať výhradné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou 900/150 podľa STN 1991-2

$$K_{z.r} = \frac{R_{d.Wc}}{E_{d.W900.150}}$$

$R_{dW.c}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie
$E_{d.W900.150}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia 900/150

Výhradná zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_r = K_{z.r} \cdot W_{r.rep}$

Pričom $W_{n.rep.v}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 900kN

$W_{r.rep} := 900\ kN$

Tab. 26: Tabuľkový výpočet hodnôt výhradnej zaťažiteľnosti úložného prahu piliera mosta – ohybová odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.r}$	Zaťažiteľnosť W_r [kN]	Zaťažiteľnosť W_r [t]
Úložný prah	660	0,90	900	0,775	950,1	95,0
					Výhradná zaťažiteľnosť W_r [t]:	**95,0**

Tab. 27: Tabuľkový výpočet hodnôt výhradnej zaťažiteľnosti úložného prahu piliera mosta – šmyková odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.r}$	Zaťažiteľnosť W_r [kN]	Zaťažiteľnosť W_r [t]
Úložný prah	394	0,90	900	0,228	279,9	28,0
					Výhradná zaťažiteľnosť W_r [t]:	**28,0**

3.6.4 Úložný prah medziľahlej podpery (piliera) - Výnimočná zaťažiteľnosť W_e

Faktor výhradnej zaťažitelnosti $K_{z.e}$ vyjadruje schopnosť mostu prenášať výnimočné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou 3000/240 podľa STN 1991-2.

$$K_{z.e} = \frac{R_{d.We}}{E_{d.We}}$$

$R_{d.We}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie
$E_{d.We}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia 3000/240.

Výhradná zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_e = K_{z.e} \cdot W_{e.rep}$

Pričom $W_{e.rep}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 3000kN

Tab. 28: Tabuľkový výpočet hodnôt výnimočnej zaťažiteľnosti úložného prahu piliera mosta – ohybová odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.e}$	Zaťažiteľnosť W_e [kN]	Zaťažiteľnosť W_e [t]
Úložný prah	660	0,90	3000	0,802	2405,2	240,5
					Výnimočná zaťažiteľnosť W_e [t]:	**240,5**

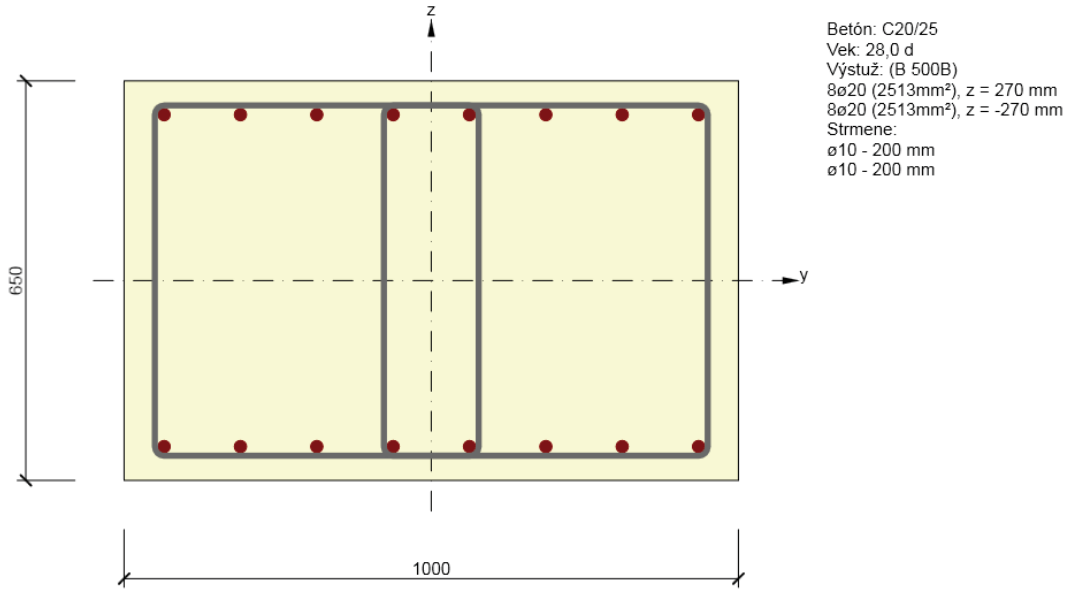
Tab. 29: Tabuľkový výpočet hodnôt normálnej zaťažiteľnosti úložného prahu piliera mosta – šmyková odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.e}$	Zaťažiteľnosť W_e [kN]	Zaťažiteľnosť W_e [t]
Úložný prah	394	0,90	3000	0,216	647,7	64,8
					Výnimočná zaťažiteľnosť W_e [t]:	**64,8**

Poznámky:

1) Pri výpočte zaťažiteľnosti mosta bolo uvažované s parciálnymi súčiniteľmi γ_G =1,15 a γ_Q =1,35
2) Redukčný súčiniteľ únosnosti úložného prahu slúži na zohľadnenie jeho momentálneho stavebno-technického stavu a predstavuje oslabenie prierezu. Hodnota bola určená na základe množstva skorodovanej výstuže.
3) Výsledná výnimočná zaťažiteľnosť je platná pre obidva úložné prahy. Zaťažiteľnosť uvedená v tabuľke pre úložný prah je vyčíslená pre najnepriaznivejšiu polohu zaťaženia z hľadiska mosta.

3.6.5 Úložný prah krajnej opory - 100% stav



Typ zaťaženia	Typ kombinácie	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Celkom	Základný MSÚ	0,0	0,0	380,0	0,0	630,0	0,0

Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Využitie [%]	Posudok
Únosnosť N-M-M	0,0	630,0	0,0			99,5	OK
Šmyk	0,0			380,0	0,0	99,9	OK

OHYBOVÉ MOMENTY

Úložný prah (číslo)	Vlastná tiaž [kN.m]	W_n - TS [kN.m]	W_r [kN.m]	W_e [kN.m]
Úložný prah	6,93	-	431,19	-
Úložný prah	6,93	180,49	-	-
Úložný prah	5,95	-	-	359,82

ŠMYKOVÉ SILY

Nosník(číslo)	Vlastná tiaž [kN]	W_n - TS [kN]	W_r [kN]	W_e [kN]
Úložný prah	28,54	-	777,31	-
Úložný prah	28,54	621,14	-	-
Úložný prah	29,6	-	-	716,88

γ_G	γ_q	γ_q	γ_q	ϕ
1,15	1,35	1,35	1,35	1,36

3.6.6 Úložný prah krajnej opory - Normálna zaťažiteľnosť W_n, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z

Faktor normálnej zaťažitelnosti F_z a faktor výhradnej zaťažitelnosti F_v vyjadrujú schopnosť mostu prenášať základné premenné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou LM1 a schémou pre výhradnú zaťažitelnosť podľa STN EN 1991-2 ktoré sa používa pre celkové a lokálne overenie konštrukcie.

$$F_z = \frac{R_{dW.c}}{E_{d.WLM1}}$$

$R_{dW.c}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie
$E_{d.WLM1}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia LM1.

Normálna zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_n = F_z \cdot W_{n.rep}$

Pričom $W_{n.rep}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 320kN

Tab. 30: Tabuľkový výpočet hodnôt normálnej zaťažiteľnosti úložného prahu opory mosta – ohybová odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor F_z	Zaťažiteľnosť W_n [kN]	Zaťažiteľnosť W_n [t]
Úložný prah	630	0,90	320	2,294	734,2	73,4
					Normálna zaťažiteľnosť W_n [t]:	**73,4**

Tab. 31: Tabuľkový výpočet hodnôt normálnej zaťažiteľnosti úložného prahu opory mosta – šmyková odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor F_z	Zaťažiteľnosť W_n [kN]	Zaťažiteľnosť W_n [t]
Úložný prah	380	0,90	320	0,369	118,0	11,8
					Normálna zaťažiteľnosť W_n [t]:	**11,8**

3.6.7 Úložný prah krajnej opory - Výhradná zaťažiteľnosť W_r

Faktor výhradnej zaťažitelnosti $K_{z.r}$ vyjadruje schopnosť mostu prenášať výhradné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou 900/150 podľa STN 1991-2

$$K_{z.r} = \frac{R_{d.Wc}}{E_{d.W900.150}}$$

$R_{dW.c}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie

$E_{d.W900.150}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia 900/150

Výhradná zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_r = K_{z.r} \cdot W_{r.rep}$

Pričom $W_{n.rep.v}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 900kN

$W_{r.rep} := 900\ kN$

Tab. 32: Tabuľkový výpočet hodnôt výhradnej zaťažiteľnosti úložného prahu opory mosta – ohybová odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.r}$	Zaťažiteľnosť W_r [kN]	Zaťažiteľnosť W_r [t]
Úložný prah	630	0,90	900	0,960	1176,9	117,7
					Výhradná zaťažiteľnosť W_r [t]:	**117,7**

Tab. 33: Tabuľkový výpočet hodnôt výhradnej zaťažiteľnosti úložného prahu opory mosta – šmyková odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.r}$	Zaťažiteľnosť W_r [kN]	Zaťažiteľnosť W_r [t]
Úložný prah	380	0,90	900	0,295	361,1	36,1
					Výhradná zaťažiteľnosť W_r [t]:	**36,1**

3.6.8 Úložný prah krajnej opory - Výnimočná zaťažiteľnosť W_e

Faktor výhradnej zaťažitelnosti $K_{z.e}$ vyjadruje schopnosť mostu prenášať výnimočné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou 3000/240 podľa STN 1991-2.

$$K_{z.e} = \frac{R_{d.We}}{E_{d.We}}$$

$R_{d.We}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie
$E_{d.We}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia 3000/240.

Výhradná zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_e = K_{z.e} \cdot W_{e.rep}$

Pričom $W_{e.rep}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 3000kN

Tab. 34: Tabuľkový výpočet hodnôt výnimočnej zaťažiteľnosti úložného prahu opory mosta – ohybová odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.e}$	Zaťažiteľnosť W_e [kN]	Zaťažiteľnosť W_e [t]
Úložný prah	630	0,90	3000	1,153	3459,5	345,9
					Výnimočná zaťažiteľnosť W_e [t]:	**345,9**

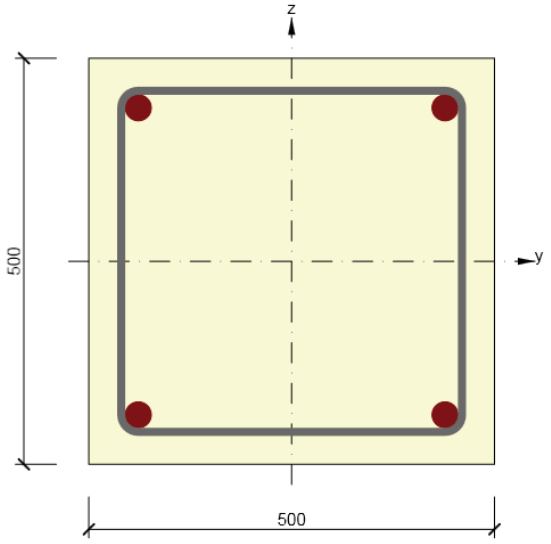
Tab. 35: Tabuľkový výpočet hodnôt výnimočnej zaťažiteľnosti úložného prahu opory mosta – šmyková odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.e}$	Zaťažiteľnosť W_e [kN]	Zaťažiteľnosť W_e [t]
Úložný prah	380	0,90	3000	0,318	954,6	95,5
					Výnimočná zaťažiteľnosť W_e [t]:	**95,5**

Poznámky:

1) Pri výpočte zaťažiteľnosti mosta bolo uvažované s parciálnymi súčiniteľmi γ_G =1,15 a γ_Q =1,35
2) Redukčný súčiniteľ únosnosti úložného prahu slúži na zohľadnenie jeho momentálneho stavebno-technického stavu a predstavuje oslabenie prierezu. Hodnota bola určená na základe množstva skorodovanej výstuže.
3) Výsledná výnimočná zaťažiteľnosť je platná pre obidva úložné prahy. Zaťažiteľnosť uvedená v tabuľke pre úložný prah je vyčíslená pre najnepriaznivejšiu polohu zaťaženia z hľadiska mosta.

3.6.9 Stojka medziľahlej podpery (piliera) - 100% stav



Betón: C35/45
Vek: 28,0 d
Výstuž: (B 500B)
2ø32 (1608mm²), z = 189 mm
2ø32 (1608mm²), z = -189 mm
Strmene:
ø10 - 250 mm
Krytie:
Ostatné povrchy: 45 mm

Typ zaťaženia	Typ kombinácie	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Celkom	Základný MSÚ	1425,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Využitie [%]	Posudok
Únosnosť N-M-M	1425,0	-10,7	-10,7			100,0	OK

OSOVÉ SILY

Stojka (číslo)	Vlastná tiaž [kN]	W_n - TS [kN]	W_r [kN]	W_e [kN]
Stojka	98,39	-	1532,22	-
Stojka	98,39	1448,68	-	-
Stojka	99,84	-	-	2196,45

3.6.10 Stojka medziľahlej podpery (piliera) - Normálna zaťažiteľnosť W_n, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z

Faktor normálnej zaťažitelnosti F_z a faktor výhradnej zaťažitelnosti F_v vyjadrujú schopnosť mostu prenášať základné premenné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou LM1 a schémou pre výhradnú zaťažitelnosť podľa STN EN 1991-2 ktoré sa používa pre celkové a lokálne overenie konštrukcie.

$$F_z = \frac{R_{dW.c}}{E_{d.WLM1}}$$

$R_{dW.c}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie
$E_{d.WLM1}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia LM1.

Normálna zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_n = F_z \cdot W_{n.rep}$

Pričom $W_{n.rep}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 320kN

Tab. 36: Tabuľkový výpočet hodnôt normálnej zaťažiteľnosti stojky piliera mosta – odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor F_z	Zaťažiteľnosť W_n [kN]	Zaťažiteľnosť W_n [t]
Stojka	1425	0,90	320	0,598	191,3	19,1
					Normálna zaťažiteľnosť W_n [t]:	**19,1**

3.6.11 Stojka medziľahlej podpery (piliera) - Výhradná zaťažiteľnosť W_r

$$K_{z.r} = \frac{R_{d.Wc}}{E_{d.W900.150}}$$

Faktor výhradnej zaťažitelnosti $K_{z.r}$ vyjadruje schopnosť mostu prenášať výhradné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou 900/150 podľa STN 1991-2

$R_{dW.c}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie

$E_{d.W900.150}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia 900/150

Výhradná zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_r = K_{z.r} \cdot W_{r.rep}$

Pričom $W_{n.rep.v}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 900kN

$W_{r.rep} := 900\ kN$

Tab. 37: Tabuľkový výpočet hodnôt výhradnej zaťažiteľnosti stojky piliera mosta – odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.r}$	Zaťažiteľnosť W_r [kN]	Zaťažiteľnosť W_r [t]
Stojka	1425	0,90	900	0,565	704,7	70,5
					Výhradná zaťažiteľnosť W_r [t]:	**70,5**

3.6.12 Stojka medziľahlej podpery (piliera) - Výnimočná zaťažiteľnosť W_e

Faktor výhradnej zaťažitelnosti $K_{z.e}$ vyjadruje schopnosť mostu prenášať výnimočné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou 3000/240 podľa STN 1991-2.

$$K_{z.e} = \frac{R_{d.We}}{E_{d.We}}$$

$R_{d.We}$ je hodnota kapacity (rezervy) odolnosti pre rozhodujúce premenné zaťaženie

$E_{d.We}$ je hodnota statickej veličiny od účinku normovej hodnoty zaťaženia 3000/240.

Výhradná zaťažitelnosť sa stanoví na základe: $W_e = K_{z.e} \cdot W_{e.rep}$

Pričom $W_{e.rep}$ je hmotnosť reprezentatívneho zaťažovacieho vozidla a to 3000kN

Tab. 38: Tabuľkový výpočet hodnôt výnimočnej zaťažiteľnosti stojky piliera mosta – odolnosť

Úložný prah (číslo)	Únosnosť prierezu [kN.m]	Redukčný súčiniteľ únosnosti prvku	Normové vozidlo [kN]	Faktor $K_{z.e}$	Zaťažiteľnosť W_e [kN]	Zaťažiteľnosť W_e [t]
Stojka	1425	0,90	3000	0,394	1181,4	118,1
					Výnimočná zaťažiteľnosť W_e [t]:	**118,1**

Poznámky:

1) Pri výpočte zaťažiteľnosti mosta bolo uvažované s parciálnymi súčiniteľmi γ_G =1,15 a γ_Q =1,35
2) Redukčný súčiniteľ únosnosti stojky piliera mosta slúži na zohľadnenie jej momentálneho stavebno-technického stavu a predstavuje oslabenie prierezu. Hodnota bola určená na základe množstva skorodovanej výstuže.
3) Výsledná výnimočná zaťažiteľnosť je platná pre všetky stojky. Zaťažiteľnosť uvedená v tabuľke pre stojku je vyčíslená pre najnepriaznivejšiu polohu zaťaženia z hľadiska mosta.

3.7 Vyhodnotenie zaťažiteľnosti

Pri statickom prepočte zaťažiteľnosti bol použitý priestorový výpočtový model pre zistenie čo najpresnejšej odozvy konštrukcie na jednotlivé druhy zaťažení. Pri analýze konštrukcie bolo zistené, že rozhodujúci vplyv na zaťažiteľnosť mosta má úložný prah medziľahlého piliera spodnej stavby.

Zaťaženie vetrom a snehom bolo vzhľadom hodnoty iných zaťažení zanedbateľné a vo výpočte neboli uvažované.

Na základe statického prepočtu bola stanovená zaťažiteľnosť konštrukcie a to:

Tab. 39: Prehľad výslednej zaťažiteľnosti mosta

Prvok:	Normálna W_n [t]	Výhradná W_r [t]	Výnimočná W_e [t]
Hlavný nosník	17,5	58,5	121,8
Úložný prah – opora	11,8	36,1	95,5
Úložný prah – pilier	8,0	28,0	64,8
Stojka (stĺp) – pilier	19,1	70,5	118,1
Výsledná zaťažiteľnosť:	**8,0**	**28,0**	**64,8**

4 Určenie stavebno-technického stavu mosta

Stavebno-technický stav mostného objektu bol určený na základe vyhodnotenia jeho porúch a ich závažnosti. V nižšie uvedených tabuľkách sú uvedené najzávažnejšie poruchy zistené pri podrobnej prehliadke mostného objektu. Pri každej poruche je uvedené číslo skupiny porúch podľa zoznamu porúch z TP 061 [14], jej názov a hodnotiaci stupeň.

Celkové hodnotenie stavebnotechnického stavu mostného objektu potom zodpovedá najvyššiemu hodnoteniu zo všetkých hodnotení porúch.

A. Celkové pôsobenie		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
104	Nadmerné chvenie	IV
111	Zablokovanie v dilatačnej škáre	IV
Celkové hodnotenie za časť A		**IV**

B. Spodná stavba		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
301	Betón - výkvety	IV
302	Betón - Inkrustácie	IV
303	Betón - vlhké škvrny	IV
305	Betón - znečistenie	IV
311	Betón - lokálne napúchanie	V
313	Betón - odlupovanie	V
315	Betón - rozpad betónu	V
321	Betón - sieťove trhlinky	IV
501	Výstuž - nedostatočné krytie	VI
502	Výstuž - obnažená betonárska výstuž	IV
511	Výstuž - korózia betonárskej výstuže	V
Celkové hodnotenie za časť B		**VI**

C. Nosná konštrukcia		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
301	Betón - výkvety	IV
302	Betón - Inkrustácie	IV
303	Betón - vlhké škvrny	IV
305	Betón - znečistenie	IV
315	Betón - rozpad betónu	V
501	Výstuž - nedostatočné krytie	IV
502	Výstuž - obnažená betonárska výstuž	IV
511	Výstuž - korózia betonárskej výstuže	V
Celkové hodnotenie za časť C		**V**

D. Mostný zvršok		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
301	Betón - výkvety	IV
313	Betón - Odlupovanie	IV
315	Betón - rozpad betónu	IV
502	Výstuž - obnažená betonárska výstuž	IV
607	Vozovka - výtlky	IV
609	Vozovka - lokálny hrboľ	III
610	Vozovka - zvlnenie vozovky na moste (koľaje)	IV
612	Vozovky - priečne trhliny	IV
613	Vozovka - pozdĺžne trhliny	III
614	Vozovka - sieťové trhliny	IV
618	Vozovka - trhlina nad podpovrchovou dilatáciou	IV
653	Vozovka - znečistenie	III
1002	Korózia kovových častí	IV
1006	Chýbajúce prvky zábradlia alebo zvodidla	IV
1008	Nefunkčná dilatácia zvodidla/zábradlia	III
Celkové hodnotenie za časť D		**IV**

E. Ložiská klíba a iné uloženie		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
na moste sa nenachádzajú - nehodnotené		

F. Mostné závery		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
808	Zatekanie cez mostný záver	V
810	Uzavretie dilatačnej medzery	V
821	Vytiahnutie spojia asfaltového MZ	IV
Celkové hodnotenie za časť F		**V**

G. Odvodnenie mosta		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
902	Zanesenie	V
908	Prenikanie vody vedľa odvodňovačov	V
910	Krátke odvodňovacie rúrky	V
913	Nefunkčné alebo poškodené odvodňovacie rigoly	IV
Celkové hodnotenie za časť G		**V**

H. Ostatné príslušenstvo mosta, J. Okolie mosta		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
1101	Erózia svahov	III
1102	Zosuv	III
1106	Nežiadúca vegetácia	III
Celkové hodnotenie za časť H a J		**III**

I. Cudzie zariadenie		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
na moste sa nenachádzajú - nehodnotené		

Z uvedených výsledkov prehliadky mostného objektu vyplýva, že most je v súčasnom stave zatriedený do stupňa **VI - Veľmi zlý,** čo podľa TP 060 znamená, že stav porúch je ovplyvňuje zaťažiteľnosť mosta. Limitujúca prvkom mosta je železobetónová spodná stavba mosta, najmä úložné prahy medziľahlých podpier (pilierov). Predpätá nosná konštrukcia má v súčasnosti vyššiu zaťažiteľnosť, nakoľko predpätá konštrukcia lepšie odoláva vplyvom, ktoré spôsobujú zrážkové vody vnikajúca do konštrukcie.

Náprava veľmi zlého stavu mosta je možná nahradením poškodených prípadne doplnením chýbajúcich častí.

5 Určenie zostatkovej životnosti

Pri hodnotení jednotlivých častí mostného objektu možno označiť rozhodujúce časti pre hodnotenie celkového stavu nasledujúcimi stupňami stavebno-technického stavu:

Časť mosta	Stavebno-technický stav	Váhové súčinitele a_y
A – Celkové pôsobenie	VI	0,14286
B – Spodná stavba	VI	0,2381
C – Nosná konštrukcia	VI	0,2381
D – Mostný zvršok	V	0,11905
E – Ložiská, kĺby a iné uloženie	-	-
F – Mostné závery	V	0,04762
G – Odvodnenie mosta	IV	0,04762
H – Ostatné vybavenie	III	0,04762
I – Cudzie zariadenie	IV	0,0238
J – Okolie mosta	III	0,0238
	spolu: 41	spolu: 0,92857

Index bezpečnosti IBM = 6
Index stavebno-technického stavu ISTS = 4,82
Rok postavenia mosta je uvádzaný v mostnom liste 1968, vek mosta je 51 rokov.

Výpočet zostatkovej životnosti mosta podľa TP 077 [15]:

Metóda č. 1

Zadané veličiny							
IBM	6	ISTS	4,82	t (roky)	51	t_t (roky)	100
Podmienka: IBM ? ISTS			IBM ?	6			
Koeficient adekvátnosti hodnotenia IBM							
príloha 3, tab. 6, TP 077			A_t^{IBM} =	0			
Koeficient adekvátnosti hodnotenia ISTS							
príloha 3, tab. 6, TP 077			A_t^{ISTS} =	0,5			
Úroveň degradácie podľa IBM							
príloha 3, tab. 7, TP 077			t_k^{IBM} =	100			
Úroveň degradácie podľa ISTS							
príloha 3, tab. 7, TP 077			t_k^{ISTS} =	100			
Zostatková životnosť mosta							
Ak A_t^{IBM} = 1,0 -> $\mathbf{D}_t^{IBM}$ = 100 - t							
Ak A_t^{IBM} = 0,5 -> $\mathbf{D}_t^{IBM}$ = 100 - t_k^{IBM}							
Ak A_t^{IBM} = 0,0 -> $\mathbf{D}_t^{IBM}$ = t.(ln (7)/ln (IBM) - 1)							

▼	
$\mathbf{D}_t^{IBM}$ =	7,31
▼	
Ak A_t^{ISTS} = 1,0 -> $\mathbf{D}_t^{ISTS}$ = 100 - t	
Ak A_t^{ISTS} = 0,5 -> $\mathbf{D}_t^{ISTS}$ = 100 - t_k^{ISTS}	
Ak A_t^{ISTS} = 0,0 -> $\mathbf{D}_t^{ISTS}$ = t.(ln (7)/ln (ISTS) - 1)	
▼	
$\mathbf{D}_t^{ISTS}$ =	12,10
▼	
$\mathbf{D}T_{z,t}$ = min ($\mathbf{D}_t^{IBM}$; $\mathbf{D}_t^{ISTS}$)	$\mathbf{D}T_{z,t}$ = 7,31

Metóda č. 2

Zadané veličiny							
IBM	6	ISTS	4,82	t (roky)	51	t_t (roky)	100
Podmienka: IBM ≥ ISTS			IBM ≥	6			
Zostatková životnosť mosta							
A_{IBM} = 1/[(8 - IBM)^2.(8 - ISTS).0,1]			A_{IBM} =	0,2316			
A_{IBM} = 1/[(8 - ISTS)^2.(8 - IBM).0,1]			A_{ISTS} =	0,4944			
			▼				
$\mathbf{D}t_{IBM}$ = (t_t - t).[1/(1+t)^{AIBM}]			$\mathbf{D}t_{IBM}$ =	19,62			
$\mathbf{D}t_{ISTS}$ = (t_t - t).[1/(1+t)^{AISTS}]			$\mathbf{D}t_{ISTS}$ =	6,95			
			▼				
$\mathbf{D}$t = min ($\mathbf{D}t_{IBM}$; $\mathbf{D}t_{ISTS}$)			$\mathbf{D}$t =	6,95			

Zostatková životnosť mostného objektu je podľa metódy výpočtu 2, predpisu TP 077 [15], 6,95 rokov.

Poznámka k vypočítanej zostatkovej životnosti:

Vypočítaná zostatková životnosť je 6,95 roka. V súvislosti s uvedenou životnosťou (a princípom výpočtu) je si potrebné uvedomiť, že zostatková životnosť neuvádza čas, po uplynutí ktorého dôjde ku zrútenia mosta, ale uvádza „teoretický“ čas, ktorý pravdepodobne ostáva mostu do dosiahnutia stupňa technického stavu označeného „VII“, kedy most prestáva slúžiť a bude nevyhnutná jeho komplexná rekonštrukcia prípadne prestavba s výmenou poškodených nosných častí mostného objektu.

6 Návrh opatrení

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

Okamžité opatrenia

Osadiť aktuálne dopravné značenie informujúce o zaťažiteľnosti. Nezanedbávať údržbu mostného objektu. Zároveň sa odporúča sledovať zvislé trhliny (foto 429 a 430) na spodnej stavbe mostného objektu.

Strednodobé opatrenia

I napriek tomu, že mostný objekt nebol zaradený do stupňa VII – havarijný, odporúča sa na moste vykonať minimálne nasledovnú stavebnú údržbu:

- Výmena krytu vozovky, zaliatie škár vo vozovke pružnými asfaltovými zálievkami
- Obkopanie betónových stojok pilierov po úroveň základu, doplnenie výstuže so zakotvením do základu a ich obetónovanie na výšku min. 2,5 m.

Dlhodobé opatrenia

S ohľadom na stavebno-technický stav mostného objektu odporúčame začať s prípravou na komplexnú rekonštrukciu mosta. Stav mosta nie je natoľko vážny, ktorý by vyžadoval asanáciu a prestavbu. Rekonštrukcia existujúceho mostného objektu je možná. V prípade odkladu rekonštrukcie mostného objektu bude dochádzať k postupnému zhoršovaniu porúch. Najhoršou časťou mostného objektu je spodná stavba a mostný zvršok. Spodná stavba je zároveň limitujúcim prvkom zaťažiteľnosti. S tohto dôvodu sa odporúča jej zosilnenie. Toto sa dá realizovať zosilnením stojok medziľahlých podpier (pilierov) obetónovaním. Úložné prahy je možné zosilniť oceľovými konštrukciami, ktoré by ich obopínali. Mostný zvršok je rozpadnutý a nefunkčný. Vozovka na moste je vo veľmi zlom stave.

Návrh riešenia a odhad nákladov

Na mostnom objekte bude potrebné v rámci komplexnej rekonštrukcie realizovať práce, ktoré budú zahrňovať:

- Vybúranie vozovky a podkladných vrstiev vozovky až na nosnú konštrukciu,
- Vybúranie ríms (zvislé a vodorovné časti), odstránenie zábradlí,
- Vybúranie vyrovnávacieho betónu a izolácie až na nosníky „KA-61“,
- Vybúranie mostných dilatácií,
- Obnaženie stojok pilierov až po základ,
- Vybúranie záverných stienok a vybúranie krídiel,
- Vybúranie prechodových oblastí mosta,
- Realizáciu nových záverných stienok a realizácia nových krídiel na obidvoch oporách,
- Zosilnenie a obetónovanie stojok pilierov,
- Zosilnenie a sanácia úložných prahov,
- Osadenie nových odvodňovačov,
- Osadenie nových mostných záverov, realizáciu novej spriahajúcej dosky,
- Realizáciu izolácie nosnej konštrukcie,

- Realizáciu a odvodnenie rubu opôr a prechodových dosiek,
- Realizáciu ríms, vrstiev vozovky, osadenie schválených záchytných bezpečnostných zariadení,
- Kompletnú sanáciou všetkých pohľadových plôch nosnej konštrukcie, úložných prahov, spodnej stavby mostného objektu (kamenné opory a krídla mosta),
- Zriadenie prístupu pod mostný objekt (nové revízne schodisko),
- Dosypanie a spevnenie terénu pod mostom proti erózii,
- Úprava a čistenie okolia mosta, oprava opevnenia svahových kužeľov.

Predpokladané náklady za rekonštrukčné a sanačné práce popísané vyššie boli vyčíslené v nasledujúcej výške (na úrovni s DPH):

Položka	**Predpokladané náklady**
Frézovanie a búranie vozovky	22 tis. €
Búranie betón/železobetón	56 tis. €
Zemné práce	17 tis. €
Úprava opôr, nové krídla	25 tis. €
Zosilnenie pilierov a úložných prahov pilierov	82 tis. €
Spriahujúca doska	57 tis. €
Prechodové dosky	8 tis. €
Mostné závery	38 tis. €
Odvodnenie	14 tis. €
Prechodová oblasť	15 tis. €
Rímsy	45 tis. €
Záchytné a bezpečnostné zariadenia	41 tis. €
Izolácie a vozovka na moste	32 tis. €
Vozovka v napojení na komunikáciu	18 tis. €
Úpravy pod mostom	24 tis. €
Ostatné nestavebné práce (predpoklad 10%)	49 tis. €
Spolu s DPH:	**544 tis. €**

Organizácia dopravy počas stavby

Vzhľadom ku charakteru stavby je predpoklad, že projektant rekonštrukcie mosta navrhne realizáciu stavebných prác po polovičkách so striedavým riadením dopravy. Šírkové usporiadanie komunikácie na moste umožňuje vedenie dopravy počas prác v jednom jazdnom pruhu šírky min. 3,25 m.

7 Záver

Vyhodnotenie výsledkov diagnostiky:

- Zistenie základných fyzikálnych charakteristík betónu mostnej konštrukcie (pevnosť v tlaku, karbonatizáciu, obsah voľných chloridových iónov Cl^-, dynamický modul pružnosti),
- Zistenie vystuženia jednotlivých častí konštrukcie (betonárska aj predpínacia výstuž),
- Vykonanie podrobnej prehliadky mostnej konštrukcie so zdokumentovaných všetkých vád a porúch,
- Zistenie skladby mostného zvršku (vrstvy vozovky),
- Dosiahnuté výsledky meraní a diagnostických prác sú podrobne uvedené v kapitolách 2.4 a 2.5 správy.

Vyhodnotenie z hľadiska bezpečnosti cestnej premávky:

Mostný objekt je zatriedený do stavu „VI", čo zodpovedá veľmi zlému technickému stavu. Mostný objekt v súčasnom stave spĺňa iba čiastočne základné podmienky kladené v súčasnosti platnými normami a predpismi ohľadne bezpečnosti premávky na mostných objektoch. Premávka po mostnom objekt je však pri dodržiavaní stanovenej zaťažiteľnosti možná bez ďalších obmedzení.

Vyhodnotenie z hľadiska zaťažiteľnosti:

Zaťažiteľnosť mostného objektu je nasledovná:

Normálna zaťažiteľnosť:	W_n = 8,0 t	(znížená hodnota)
Výhradná zaťažiteľnosť:	W_r = 28,0 t	(znížená hodnota)
Výnimočná zaťažiteľnosť:	W_e = 64,80 t	(znížená hodnota)

Zaťažiteľnosť bola stanovená pre nosnú konštrukciu a spodnú stavbu mostu. Prepočet zaťažiteľnosti bol vypracovaný na základe zamerania mosta a údajov z diagnostického prieskumu.

Ako vyplýva z prepočtu normálna zaťažiteľnosť je 8,0 t, ktorá stanovuje najvyššiu prípustnú hmotnosť jedného vozidla pohybujúceho sa po vozovke na mostnom objekte, bez obmedzenia počtu a polohy vozidiel.

Výhradná zaťažiteľnosť je 28,0 t, táto hodnota stanovuje najvyššiu prípustnú hmotnosť jediného vozidla na moste. Nakoľko sa most nachádza na ceste I. triedy bežne sa na moste vyskytujú aj ťažšie vozidlá ako 30 t.

Vzhľadom na súčasný technický stav nosnej konštrukcie mostného objektu spracovateľ diagnostiky odporúča pravidelne sledovať stav trhlín na spodnej stavbe mosta, ktoré sú statického charakteru. Monitorovanie je potrebné zamerať najmä na rozvoj týchto trhlín, prípadne vznik nových trhlín.

Zostatková životnosť bola vypočítaná na 6,95 roka.

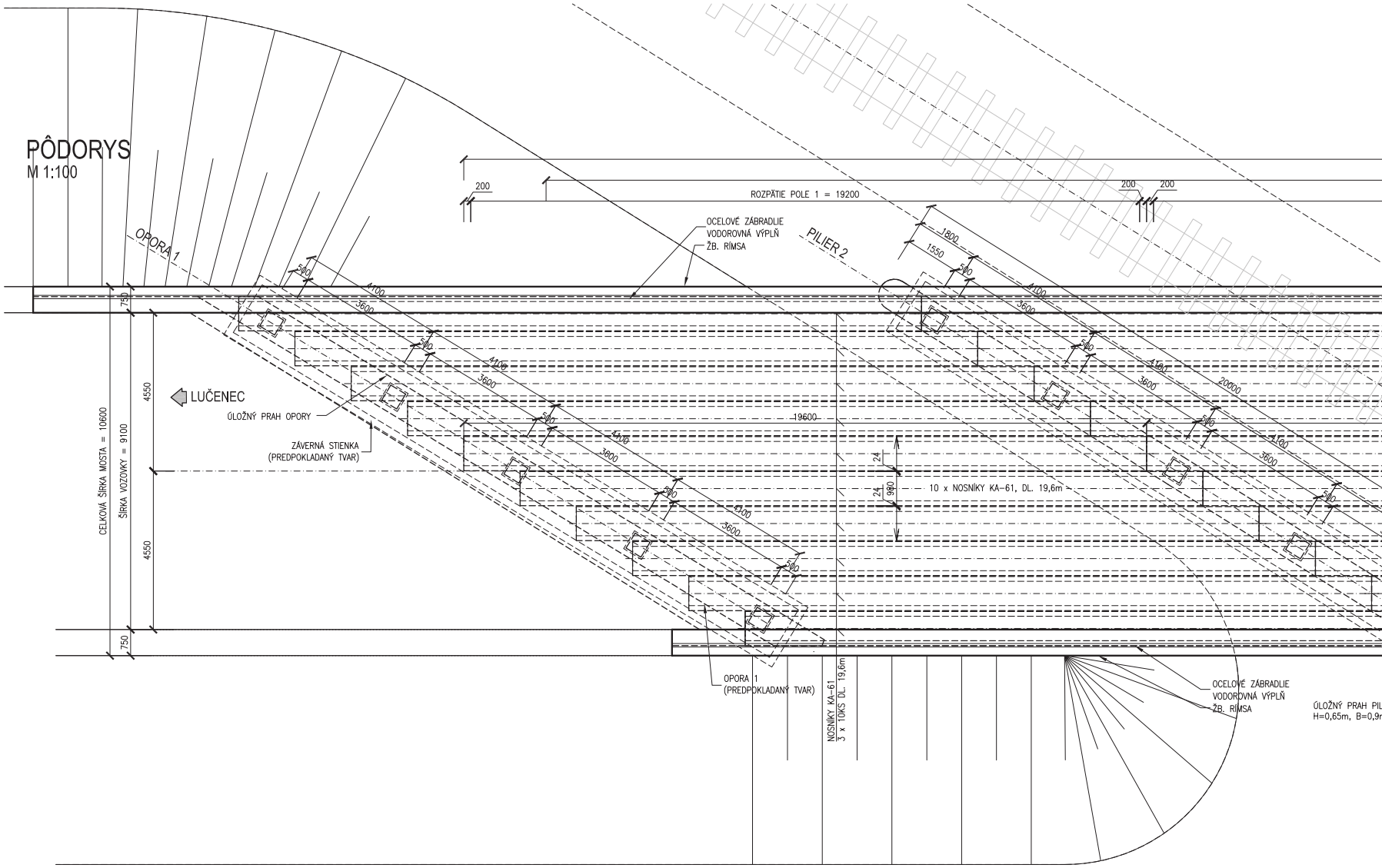
CONSTRUMAT, s.r.o.
Hlinská 2589/20, 010 [illegible]
IČO: 44734786, IČ DPH: [illegible]
OS Žilina, Odd.: Sro, [illegible]

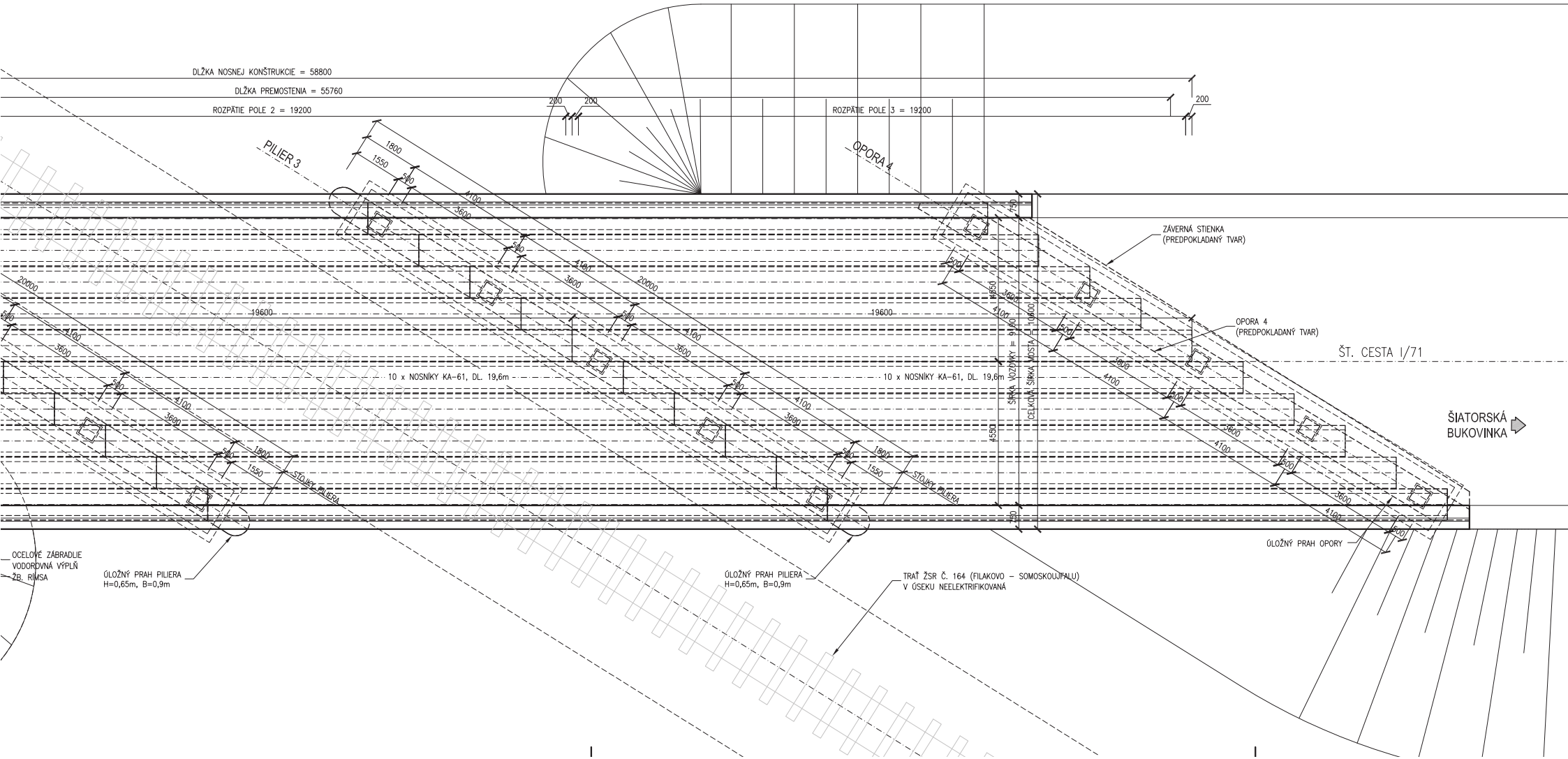
V Žiline, dňa 20.07.2019

Ing. Ivan Drevený, PhD.

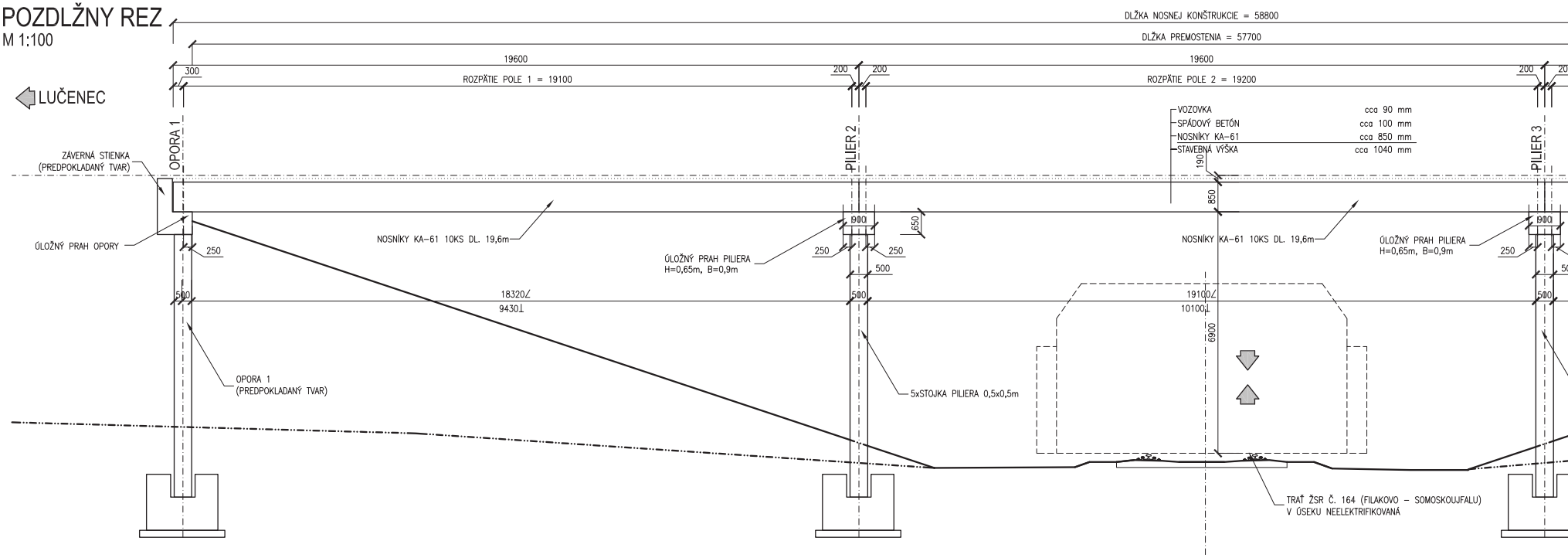
Ing. Daniel Papán, PhD.

PRILOHA - EXISTUJUCI STAV MOSTA č. M5027



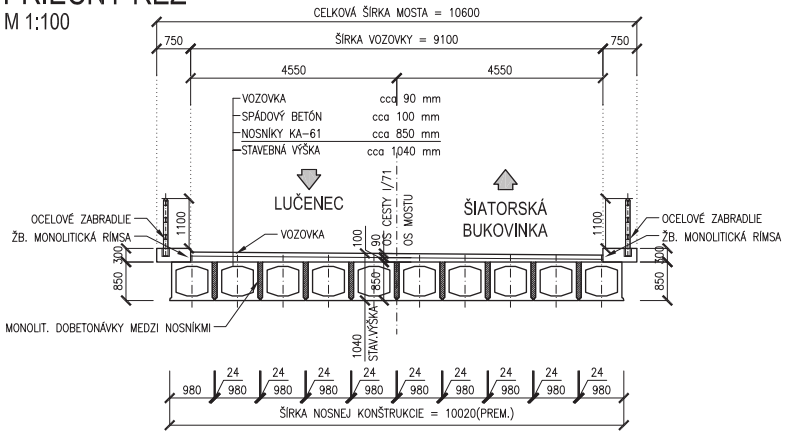

DĽŽKA NOSNEJ KONŠTRUKCIE = 58800
DĽŽKA PREMOSTENIA = 55760
ROZPÄTIE POLE 2 = 19200
ROZPÄTIE POLE 3 = 19200
PILIER 3
OPORA 4
ZÁVERNÁ STIENKA
(PREDPOKLADANÝ TVAR)
OPORA 4
(PREDPOKLADANÝ TVAR)
ŠT. CESTA I/71
ŠIATORSKÁ
BUKOVINKA
10 x NOSNÍKY KA-61, DL. 19,6m
10 x NOSNÍKY KA-61, DL. 19,6m
ŠÍRKA VOZOVKY = 9160
CELKOVÁ ŠÍRKA MOSTA = 10600
STOJKY PILIERA
OCELOVÉ ZÁBRADLIE
VODOROVNÁ VÝPLŇ
ŽB. RÍMSA
ÚLOŽNÝ PRAH PILIERA
H=0,65m, B=0,9m
ÚLOŽNÝ PRAH PILIERA
H=0,65m, B=0,9m
TRAŤ ŽSR Č. 164 (FILAKOVO – SOMOSKOUJFALU)
V ÚSEKU NEELEKTRIFIKOVANÁ
ÚLOŽNÝ PRAH OPORY

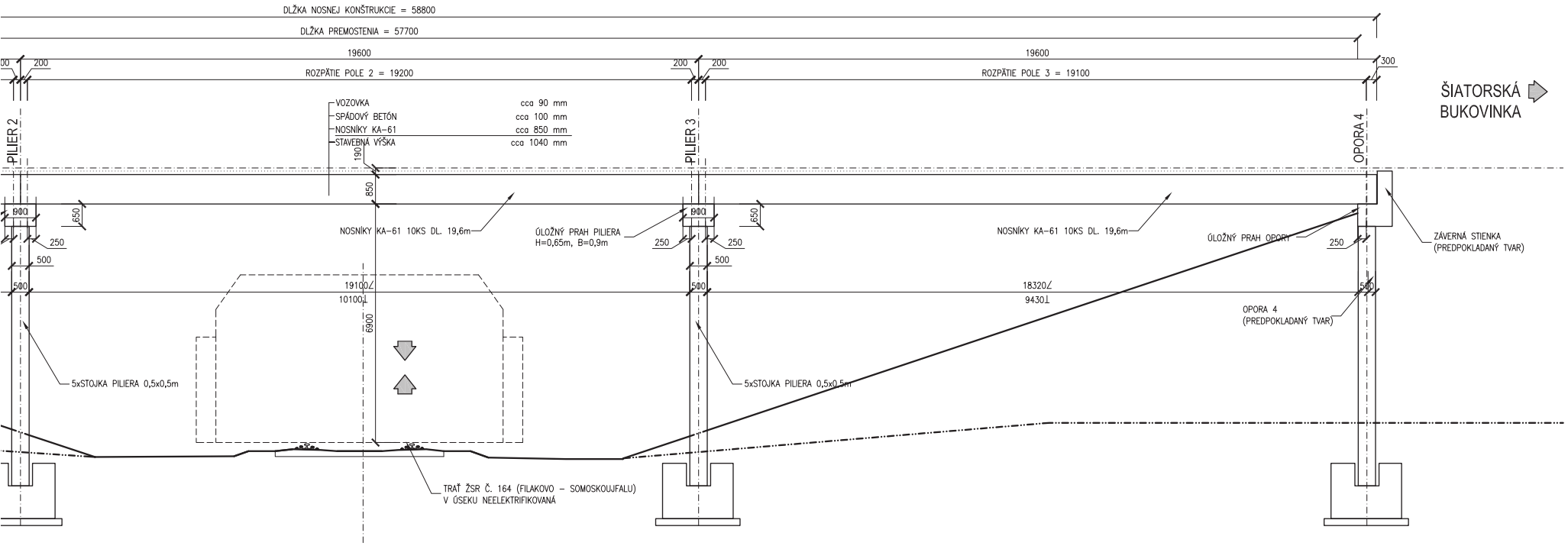
POZDLŽNY REZ
M 1:100

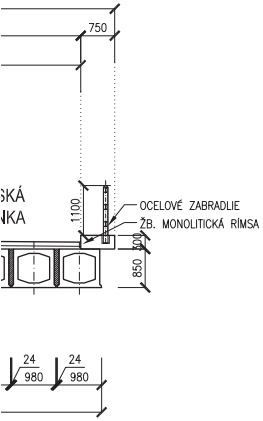


ŠIATORSKÁ
BUKOVINKA

PRIEČNY REZ
M 1:100




DĽŽKA NOSNEJ KONŠTRUKCIE = 58800
DĽŽKA PREMOSTENIA = 57700
19600
19600
ROZPÄTIE POLE 2 = 19200
ROZPÄTIE POLE 3 = 19100
200
200
200
300
ŠIATORSKÁ BUKOVINKA
PILIER 2
PILIER 3
OPORA 4
VOZOVKA cca 90 mm
SPÁDOVÝ BETÓN cca 100 mm
NOSNÍKY KA-61 cca 850 mm
STAVEBNÁ VÝŠKA cca 1040 mm
190
850
900
650
250
500
NOSNÍKY KA-61 10KS DL. 19,6m
ÚLOŽNÝ PRAH PILIERA
H=0,65m, B=0,9m
ÚLOŽNÝ PRAH OPORY
ZÁVERNÁ STIENKA
(PREDPOKLADANÝ TVAR)
191000
101000
6900
183200
94300
OPORA 4
(PREDPOKLADANÝ TVAR)
5xSTOJKA PILIERA 0,5x0,5m
TRAŤ ŽSR Č. 164 (FILAKOVO – SOMOSKOUJFALU)
V ÚSEKU NEELEKTRIFIKOVANÁ


750
1100
OCELOVÉ ZABRADLIE
ŽB. MONOLITICKÁ RÍMSA
850
300
24
980
24
980