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:

M3316, 78-017 Most cez rieku Biela Orava pri obci Oravská Jasenica

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 výstuže ... 9
2.3.3 Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti ... 9
2.3.4 Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu ... 10
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 ... 10
2.4 Merací a vyhodnocovací reťazec ... 13
2.4.1 Pevnosť betónu v tlaku ... 13
2.4.2 Zisťovanie polohy a parametrov betonárskej výstuže ... 14
2.4.3 Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti ... 15
2.4.4 Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu ... 16
2.4.5 Stanovenie obsahu chloridov ... 16
2.4.6 Overenie stavu predpínacej výstuže nosníkov ... 16
2.4.7 Zistenie skladby mostného zvršku ... 17
2.4.8 Kamerová prehliadka stavu komôr ... 17
2.5 Prehľad nameraných veličín ... 18
2.5.1 Pevnosť betónu v tlaku ... 18
2.5.2 Hĺbka karbonatizácie betónu ... 22
2.5.3 Obsah chloridov v betóne ... 23
2.5.4 Modul pružnosti ... 23
2.5.5 Vystuženie betonárskou výstužou ... 25
2.5.6 Mostný zvršok ... 31
2.5.7 Overenie stavu predpínacích káblov ... 32
2.5.8 Kamerová prehliadka stavu komôr ... 33
2.5.9 Podrobná prehliadka mosta ... 35
2.5.10 Poškodenie pilierov medziľahlých podpier 2 a 3 ... 42
3 Prepočet zaťažiteľnosti ... 45
3.1 Metodika statického prepočtu ... 45
3.2 Analýza konštrukcie ... 45
3.3 Výpočtové modely ... 47
3.3.1 Priestorový model mostného objektu ... 47
3.4 Vplyvové plochy pre určenie polohy zaťaženia ... 56

3.5 Výpočet zaťaženia ... 58
3.6 Rozhodujúce vnútorné sily ... 68
3.7 Výpočet únosnosti a zaťažitelnosti nosnej konštrukcie ... 71
3.7.1 Normálna zaťažiteľnosť W_n nosnej konštrukcie, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z nosnej konštrukcie ... 71
3.7.2 Výhradná zaťažiteľnosť W_r nosnej konštrukcie ... 72
3.7.3 Výnimočná zaťažiteľnosť W_e nosnej konštrukcie ... 73
3.8 Výpočet únosnosti a zaťažiteľnosti úložného prahu piliera ... 73
3.9 Výpočet únosnosti a zaťažiteľnosti drieku piliera ... 78
3.10 Vyhodnotenie zaťažiteľnosti ... 84
4 Určenie stavebno-technického stavu mosta ... 85
5 Určenie zostatkovej životnosti ... 88
6 Návrh opatrení ... 90
7 Záver ... 92

Príloha č. 1: Dispozičné usporiadanie mostného objektu – schémy
Príloha č. 2: Kamerové záznamy stavu komôr (DVD záznam) a fotodokumentácia z prehliadky mosta

1 Všeobecná časť

1.1 Identifikačné údaje

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

Dokument: M3316, 78-017 Most cez rieku Biela Orava pri obci Oravská Jasenica

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, de-test@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

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Marián Sýkora, PhD.
Ing. Ivan Drevený, PhD.

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

Merali a vyhodnotili: Marián Blažek
Ing. Peter Kotek, PhD.
Ing. Martin Korenko, PhD.

Kontroloval: Ing. Ivan Drevený, PhD.

1.2 Základné údaje o moste

Druh prevádzanej komunikácie	**cesta prvej triedy I/78**
Kategória cesty	**C 7,5/70**
Staničenie na ceste	km 19,200
Prekážka	rieka Biela Orava, miestna komunikácia šírky 6,0 m
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 prechodnici
Situatívne usporiadanie	šikmý
Hmotná podstata	masívny
Členitosť hlavnej nosnej konštrukcie	trojpoľový, predpätý betón, nosníky „Šefčík“ „I-62“
Východzia charakteristika	doskový (prefabrikovaná doska)
Konštrukčné usporiadanie priečneho rezu	otvorene usporiadaný
Obmedzenie voľnej výšky na moste	voľna výška neobmedzená
Rok postavenia mosta	1971 (vek mosta je 47 rokov)
Počet dil. celkov	3
Dĺžka premostenia	89,4 m
Rozpätia polí	29,0 m +29,0 m +29,0 m
Dĺžka mosta	111,55 m
Šikmosť mosta	šikmý
Šírka spevnenej časti vozovky	6,5 m
Šírka medzi zábradliami	9,0 m
Šírka ríms na moste	ľavá 1,55 m, pravá 1,55 m
Šírka chodníka	2x1,25 m
Celková šírka	9,60 m
Výška mosta nad terénom	11,60 m
Stavebná výška mosta	1,50 m
Plocha NK mosta	818 m^2
Dôležité upozornenia	stavebný stav: veľmi zlý

1.3 Účel vypracovania diagnostiky

Účelom vypracovania diagnostického prieskumu a statického prepočtu je zistenie skutkového stavu mostného objektu ev. č. 78-017 „Most cez rieku Biela Orava pri obci Oravská Jasenica“ (IDM M3316) v k.ú. Oravská Jasenica, okres Námestovo.

V záverečnej správe je prezentovaný diagnostický prieskum, zhodnotený stav mostného objektu a statický prepočet, ktorého výsledkom je stanovenie zaťažiteľnosti mosta. V závere správy je zhodnotený stavebno-technický stav, stanovená zostatková životnosť a navrhnuté opatrenia na sanáciu zistených porúch mostného objektu.

1.4 Popis konštrukcie mostného objektu

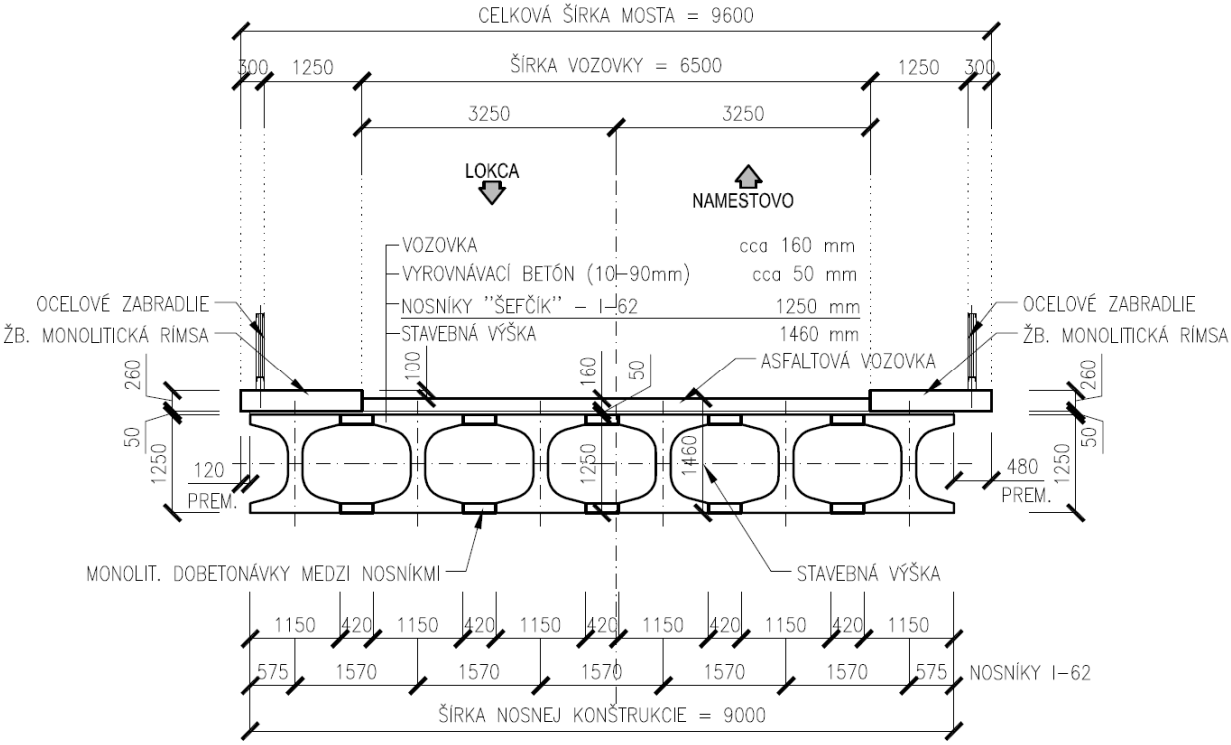
Most prevádza cestu I/78 ponad rieku Biela Orava a miestnu komunikáciu šírky 6,0 m. Trasa cesty I/78 prechádza mostom v prechodnici a pokračuje v priamej. Kategória cesty je C 7,5/70. Okolie mosta je neupravené. Komunikácia je v danom mieste vedená v násype a svahy násypu i brehy rieky sú porastené náletovými kríkmi a drevinami.

Mostný objekt ev. č. 78-17 je 3-poľový doskový (žalúziová doska z predpätých tyčových prefabrikátov) predpätý most. Nosná konštrukcia je tvorená v priečnom reze celkovo šiestimi nosníkmi „I – 62“ rozmerov priečneho rezu 1,15 m x 1,25 m, dĺžky 30,0 m. V priečnom reze sú predpäté nosníky navzájom prepojené medzipásnicovými vystuženými dobetonávkami. Rozpätie polí mosta je 29,0 m + 29,0 m + 29,0 m, dĺžka premostenia je 89,4 m.

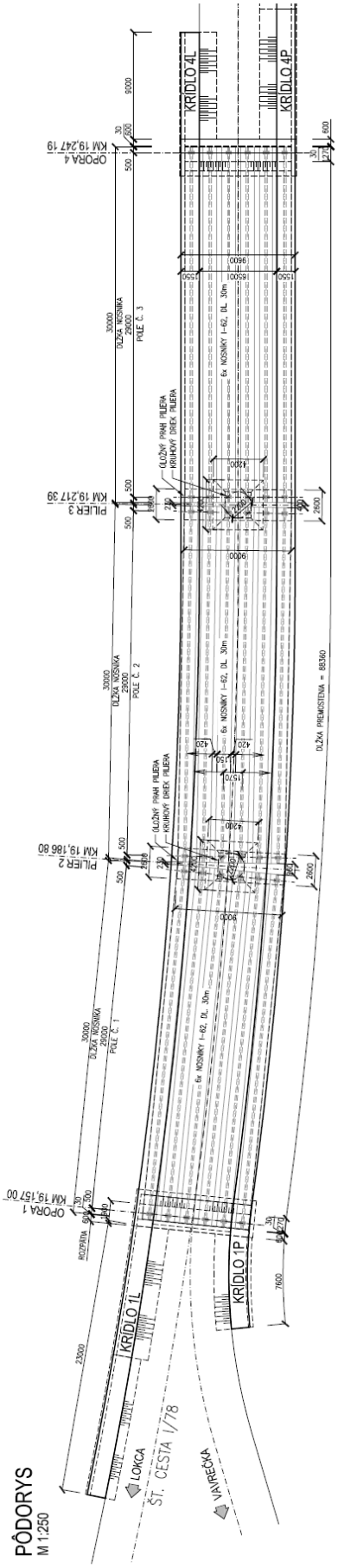
Spodná stavba mosta je tvorená dvojicou krajný opôr a dvojicou medziľahlých podpier. Krajné opory sú zložené zo základov, betónových driekov, železobetónových úložných prahov a záverných stienok. Medziľahlé podpery sú zložené zo železobetónových úložných prahov, ktoré sú podopreté vždy jednou betónovou stojkou kruhového prierezu priemeru 2,2 m. Založenie mosta je plošné. Most bol postavený v roku 1971.

Obojstranné rímsy na mostnom objekte sú monolitické železobetónové jednotnej šírky 1,55 m, hrúbka 0,26 m. Do ríms je zabetónované oceľové zábradlie so zvislou výplňou výšky 1,1 m. Vozovka na moste je asfaltová. Priečny sklon je strechovitý.

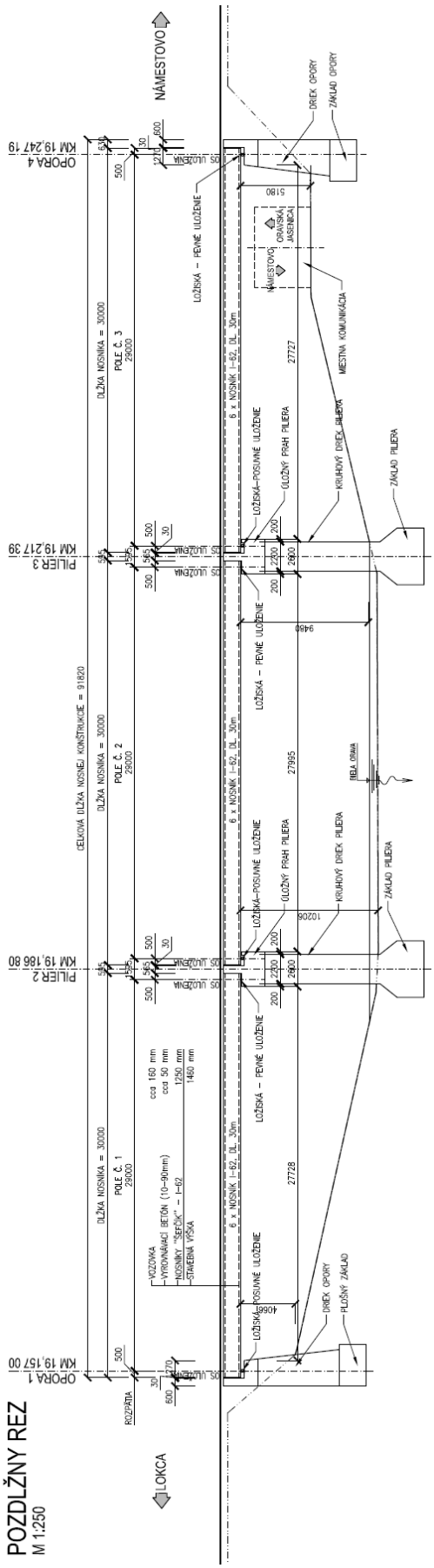
Na moste sa nachádzajú odvodňovače, odvodnenie je zabezpečené priečnymi a pozdĺžnymi sklonmi vozovky a následne odvodňovačmi. Most má asfaltové mostné závery.



Obr. 1 Priečny rez mostného objektu - schéma



Obr. 2 Pôdorys mostného objektu - schéma



Obr. 3 Pozdĺžny rez mostného objektu - schéma

2 Diagnostika mostného objektu

Diagnostické práce na mostnom objekte boli zamerané na podrobnú prehliadku, zistenie kvality betónu, zistenie vystuženia nosnej konštrukcie mostného objektu betonárskou a predpínacou výstužou, dokumentáciu stavu komôr a skladbu mostného zvršku. Prieskum slúži ako podklad pre statický prepočet konštrukcie.

2.1 Podklady poskytnuté objednávateľom

[A] Projektová dokumentácia k rekonštrukcii št. c. 520 km 55,950 – 57,950 Ťapešovo – Or. Jasenica s mostom cez Bielu Oravu, vypracovaná spoločnosťou Dopravoprojekt, stredisko CM, Bratislava v roku 1967;

[B] Mostný list „Most cez rieku Biela Orava pri obci Oravská Jasenica“.

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 vrátane zmeny a 08/1989;

[4] STN 73 2011 Nedeštruktívne skúšanie betónových konštrukcií, SÚTN Bratislava, 12/1986; vrátane zmeny a, 09/1988;

[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, 07/2012;

[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 betónu v tlaku v konštrukciách a v betónových prefabrikátov, SÚTN Bratislava, 01/2012;

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

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

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

[14] STN 73 6201 Projektovanie mostných objektov, SÚTN Bratislava, 09/1999 vrátane O1, 11/1999 a zmeny Z1, 10/2001;

[15] STN EN 1991-2 Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou, SÚTN Bratislava, 05/2006, vrátane AC, 05/2010;
STN EN 1991-2/NA Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 2: Zaťaženia mostov dopravou, SÚTN Bratislava, 12/2007, vrátane O1, 03/2011;
[16] STN EN 1990 Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií, SÚTN Bratislava, 08/2009, vrátane zmien;
[17] STN EN 1992 Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií;
[18] STN EN 1997 Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií;
[19] TP 077 Systém hospodárenia s mostami, MDVRR SR: 2013;
[20] TP 104 Zaťažiteľnosť cestných mostov a lávok, MDVRR SR: 2016;
[21] Manuál systému SCIA ENGINEER

2.3 Metodika merania

2.3.1 Pevnosť betónu v tlaku

Nedeštruktívne bola pevnosť betónu v tlaku skúšaná pomocou Schmidtovho tvrdomeru. Skúšky a ich vyhodnotenia boli uskutočnené v súlade s STN 73 2011 [4], STN 73 1373 [5]. Z tejto skúšky možno stanoviť nielen pevnosť betónu v tlaku, ale aj rovnorodosť betónu analyzovaných konštrukcií. Rozmiestnenie skúšobných miest je znázornené na obr. 6 a 7.

Deštruktívne bola pevnosť betónu skúšaná na odobratých jadrových vývrtoch. Vývrty boli odobrané pomocou diamantovej korunky za stáleho chladenia vodou a odsávania nečistôt. Miesta odberu vývrtov boli vopred vytipované na základe profometrického a radarového prieskumu tak, aby betonárska výstuž (konštrukčná výstuž) bola zasiahnutá v najmenšej možnej miere. Rozmiestnenie miest odberu vývrtov je znázornené na obr. 5 až 7.

2.3.2 Zisťovanie polohy a parametrov 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 betonárskej výstuže a hrúbku krycej betónovej vrstvy. Pri ďalších vrstvách betonárskej výstuže dochádza k mnohým obmedzeniam a presnosť metód klesá. U objektov, kde nie je k dispozícii projektová dokumentácia, slúži táto metóda k určeniu niektorých parametrov, tam kde je dokumentácia k dispozícii, slúži k overeniu projektovaného stavu.

Okrem nedeštruktívneho zisťovania polohy výstuže boli na stanovených miestach vykonané aj deštruktívne odkrytia betonárskej výstuže za účelom kontroly nedeštruktívneho merania a zistenia priemeru a druhu resp. typu betonárskej výstuže.

2.3.3 Nedeštruktívne stanovenie modulu pružnosti

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 z nosnej konštrukcie.

2.3.4 Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu

Na zistenie hĺbky karbonatizácie (zníženie hodnoty pH) povrchu 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 chloridov 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 dostatočného rozmeru do hĺbky 40 mm. Táto vzorka sa potom narezala na čiastkové časti tak, aby každá časť charakterizovala 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 vyhľadávacie prístroje pracujúce na princípe elektromagnetického žiarenia, resp. na princípe vysielania vysokofrekvenčných elektromagnetických impulzov. Z meraní bola stanovená poloha káblových kanálikov predpínacej výstuže, ktorá bola následne odkrytá pre overenie stavu káblových kanálikov. Rozmiestnenie miest odkrytí je znázornené na obr. 6.

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. 5.

2.3.8 Zistenie skladby mostného zvršku

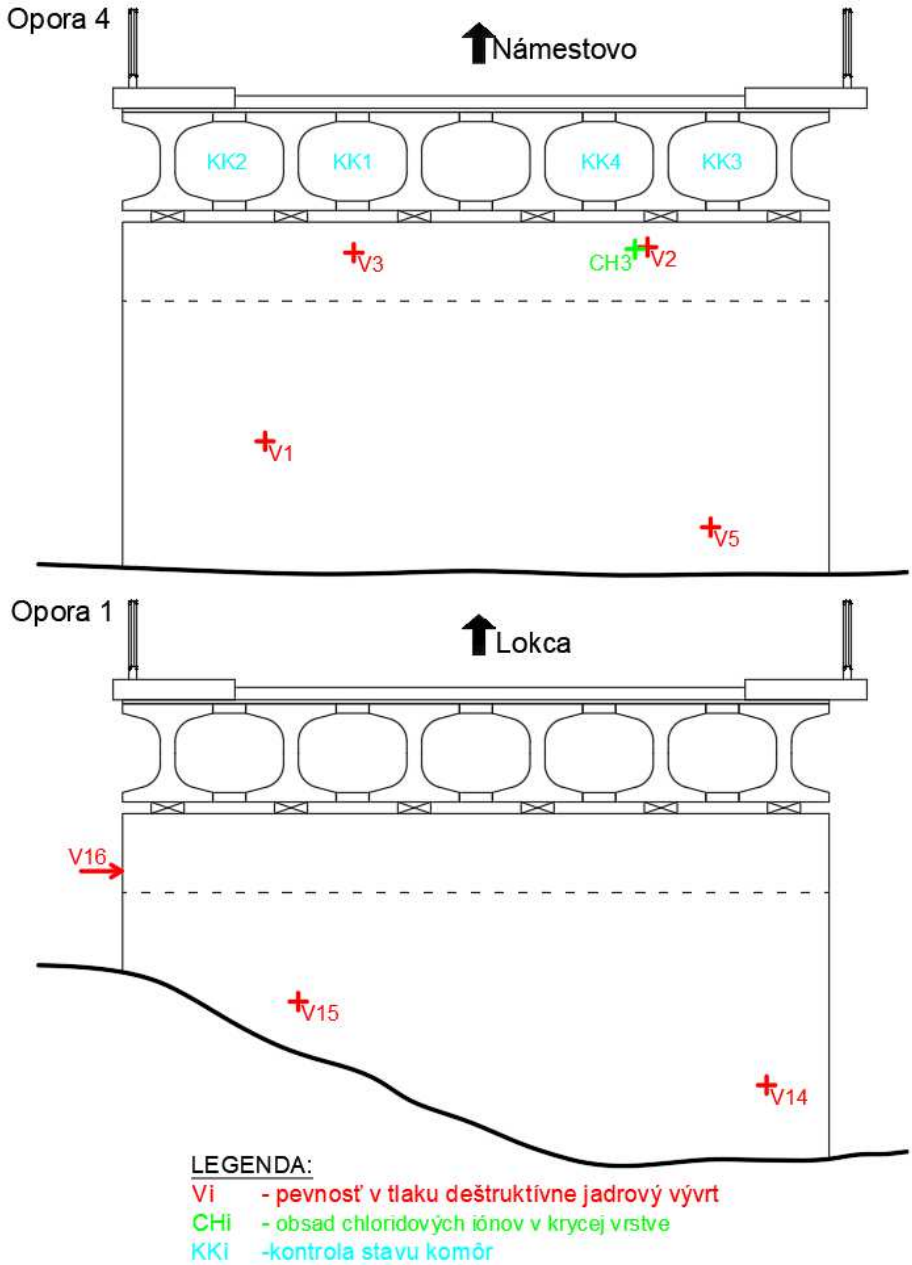
Zistenie skladby mostného zvršku vozovky bolo realizované jadrovými vývrtmi z povrchu vozovky po nosnú konštrukciu. Vývrty boli odobrané pomocou diamantovej korunky za stáleho chladenia vodou a odsávania nečistôt. Rozmiestnenie miest odberu vývrtov pre zistenie skladby vozovky je znázornené na obr. 4.

2.3.9 Podrobná prehliadka mosta

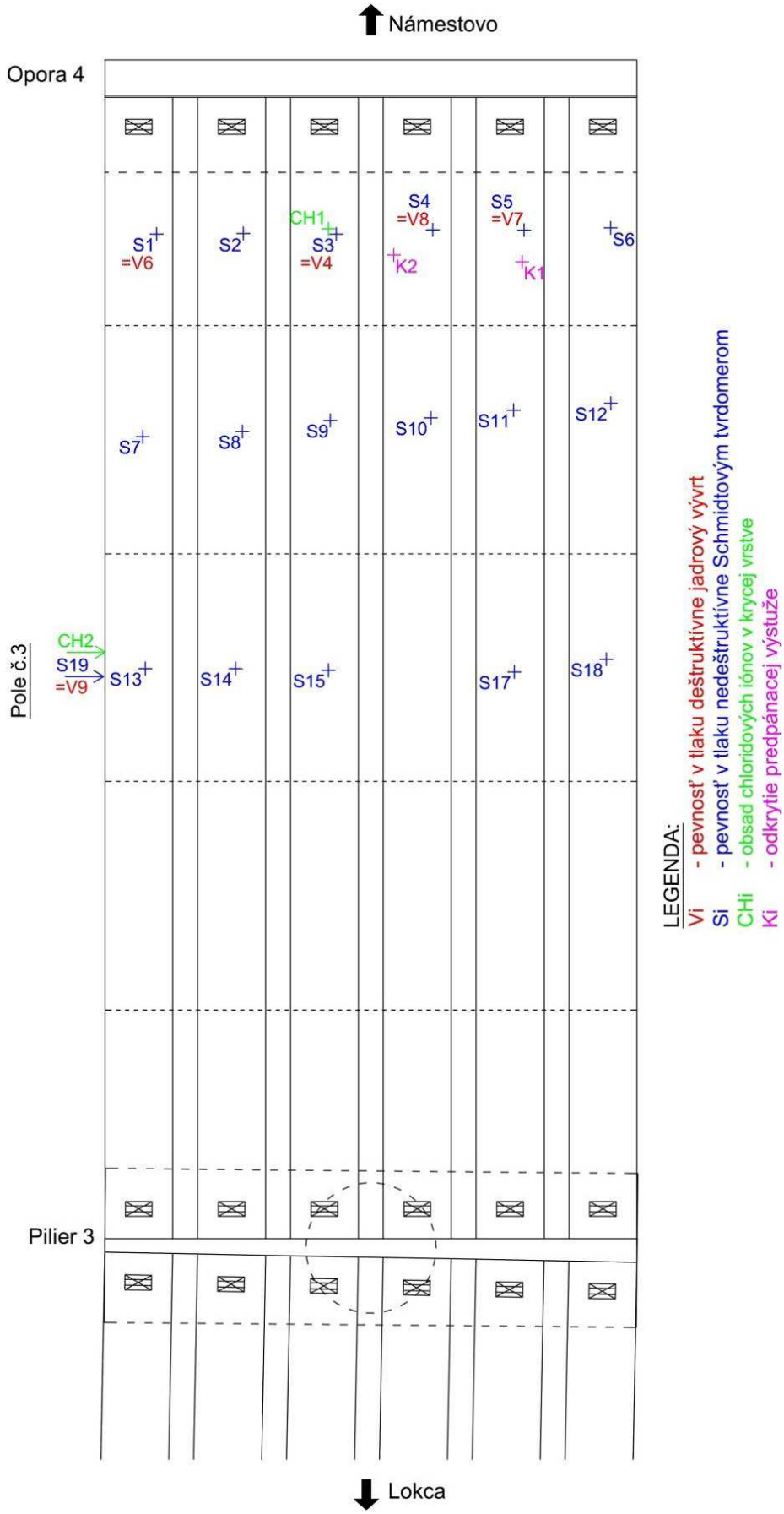
Na predmetnom mostnom objekte bola v rámci komplexného diagnostického prieskumu vykonaná podrobná prehliadka. Dokumentácia konštrukcie bola realizovaná pomocou digitálneho fotoaparátu Canon PowerShot SX60 HS.

2.3.10 Rozmiestnenie meracích miest

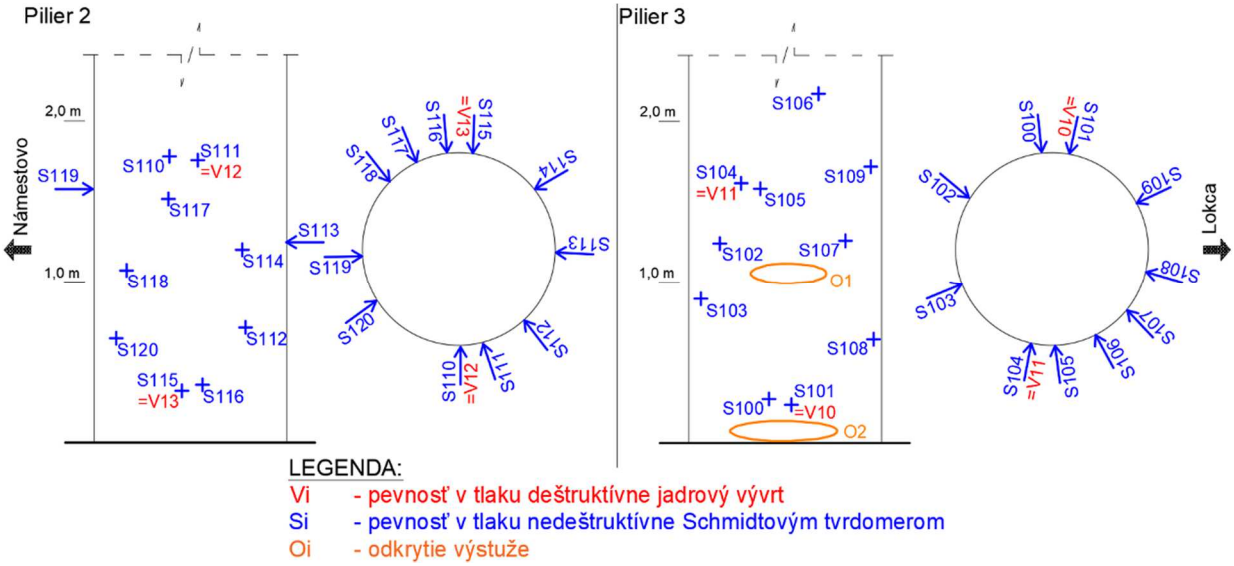
Obr. 4 Rozmiestnenie meracích miest – mostný zvršok



Obr. 5 Rozmiestnenie meracích miest – spodná stavba a kontrola komôr



Obr. 6 Rozmiestnenie meracích miest – nosná konštrukcia



Obr. 7 Rozmiestnenie meracích miest – piliere (medziľahlé podpery)

2.4 Merací a vyhodnocovací reťazec

2.4.1 Pevnosť betónu v tlaku

Pevnosť betónu v tlaku bola nedeštruktívne skúšaná pomocou prístroja DigiSchmidt 2000 typ ND-1, výrobné číslo 4920/088-03287 od výrobcu PROCEQ. Skúšky sa vykonali na vopred vytipovaných miestach. Skúšobné miesta o veľkosti cca 10 x 10 cm boli vybrúsené brúskou tak, aby skúška prebiehala na celistvej štruktúre betónu, tak aby bola zrejmá jeho textúra a štruktúra betónu. Na každom skúšobnom mieste bolo realizovaných 10 platných meraní. Skúšanie prebiehalo v súlade s ustanoveniami normy STN 73 1373 [5], na prirodzene vlhkom povrchu betónu (obr. 8).

Obr. 8 Meranie Schmidtovým tvrdomerom DIGI - SCHMIDT 2000 ND

Pevnosť betónu v tlaku bola zisťovaná aj laboratórne, na vzorkách odobratých jadrových vývrtov. Na odber jadrových vývrtov bola použitá vŕtačka HILTI DD 160 pevne ukotvená s vodným chladením (obr. 9). Vývrty boli následne popísané, upravené na skúšobné telesá v zmysle normy STN EN 12390-1 [9] a odskúšané.

Obr. 9 Odber vzoriek betónu jadrovou vŕtačkou

Skúška pevnosti v tlaku prebiehala v súlade s STN EN 12390-3. 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. 10 Vyspravenie vývrtov sanačnou zmesou

Všetky otvory po odobratých vzorkách z mostného objektu boli spätne vyplnené a vyspravené vysokopevnostnou cementovou zmesou Stachema Reparal Dur EF (obr. 10).

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 s vyhodnocovacím softvérovým balíkom PROFIS PS 1000 SW version 2.2.1 od spoločnosti HILTI (obr. 11).

Odkrytie betonárskej výstuže bolo realizované pomocou príklepovej vŕtačky tak, aby došlo k čo najmenšiemu zásahu do konštrukcie (obr. 12).

Obr. 11 Nedeštruktívne určovanie parametrov betonárskej výstuže

Obr. 12 Odkrytie betonárskej výstuže

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 od spoločnosti PROCEQ. Pri meraní bolo použité protiľahlé prezvučovanie (obr. 13).

Samotný dynamický modul pružnosti bol stanovený na základe materiálových charakteristík betónu (objemová hmotnosť, dynamický Poissonov súčiniteľ). Dynamický Poissonov súčiniteľ bol použitý na základe poznámky v norme STN 73 1371 (pre hutný betón starší 14 dní a s objemovou hmotnosťou nad 1800 kg.m^{-3} je možné uvažovať s v_{bu} = 0,24).

Obr. 13 Meranie modulu pružnosti ultrazvukovou metódou

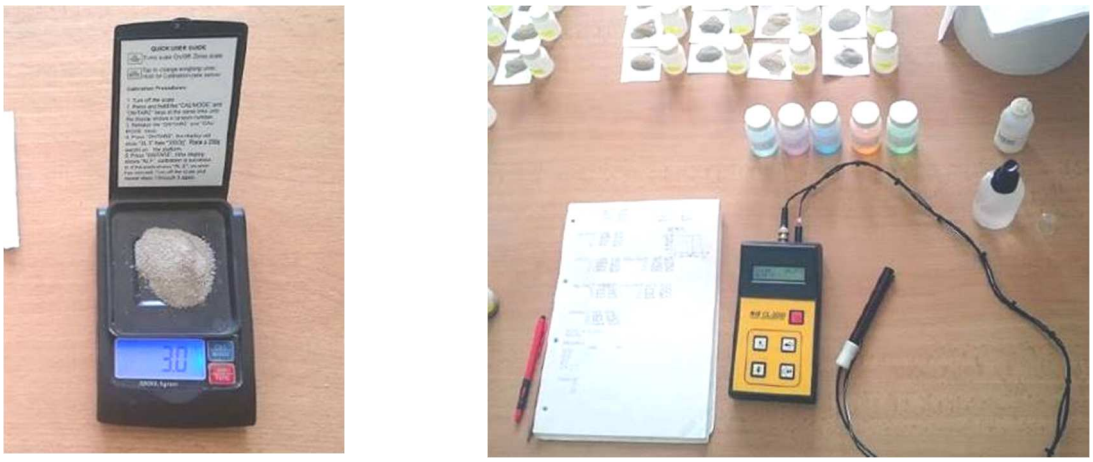
2.4.4 Stanovenie hĺbky karbonatizácie betónu

Hĺbka karbonatizácie betónu bola zisťovaná na odobratých jadrových vývrtoch. Ukážka stanovenia hĺbky karbonatizácie betónu na odobratom jadrovom vývrte je zobrazená na obr. 14.

Obr. 14 Určenie hĺbky karbonatizácie roztokom fenolftaleínu

2.4.5 Stanovenie obsahu chloridov

Pre stanovenie koncentrácie chloridových iónov bol použitý prístroj CL - 2000 Chloride Test System (obr. 15). Z mostného objektu boli celkom odobraté 3 vzorky. Miesta odberu vzoriek sú zrejmé z obr. 5 a 6.



Obr. 15 CL-2000 Chloride Test System

2.4.6 Overenie stavu predpínacej výstuže nosníkov

Pre približné určenie polohy predpínacej výstuže pre potreby odhalenia káblových kanálikov v ktorých je vedená boli použité meracie prístroje Ferroscan PS 200 S a CPR Radar PS 100 X-Scan od firmy HILTI. Po vyhľadaní boli predpínacie káble na nosnej konštrukcii deštruktívne odkryté búracím kladivom (obr. 16).

Obr. 16 Odkryté káblové kanáliky predpínacej výstuže

2.4.7 Zistenie skladby mostného zvršku

Sondy do mostného zvršku boli realizované jadrovou vŕtačkou HILTI DD 160 pevne ukotvenou s vodným chladením (obr. 17). Spolu boli zrealizované 3 sondy.

Obr. 17 Vyhotovenie sondy do vozovky

2.4.8 Kamerová prehliadka stavu komôr

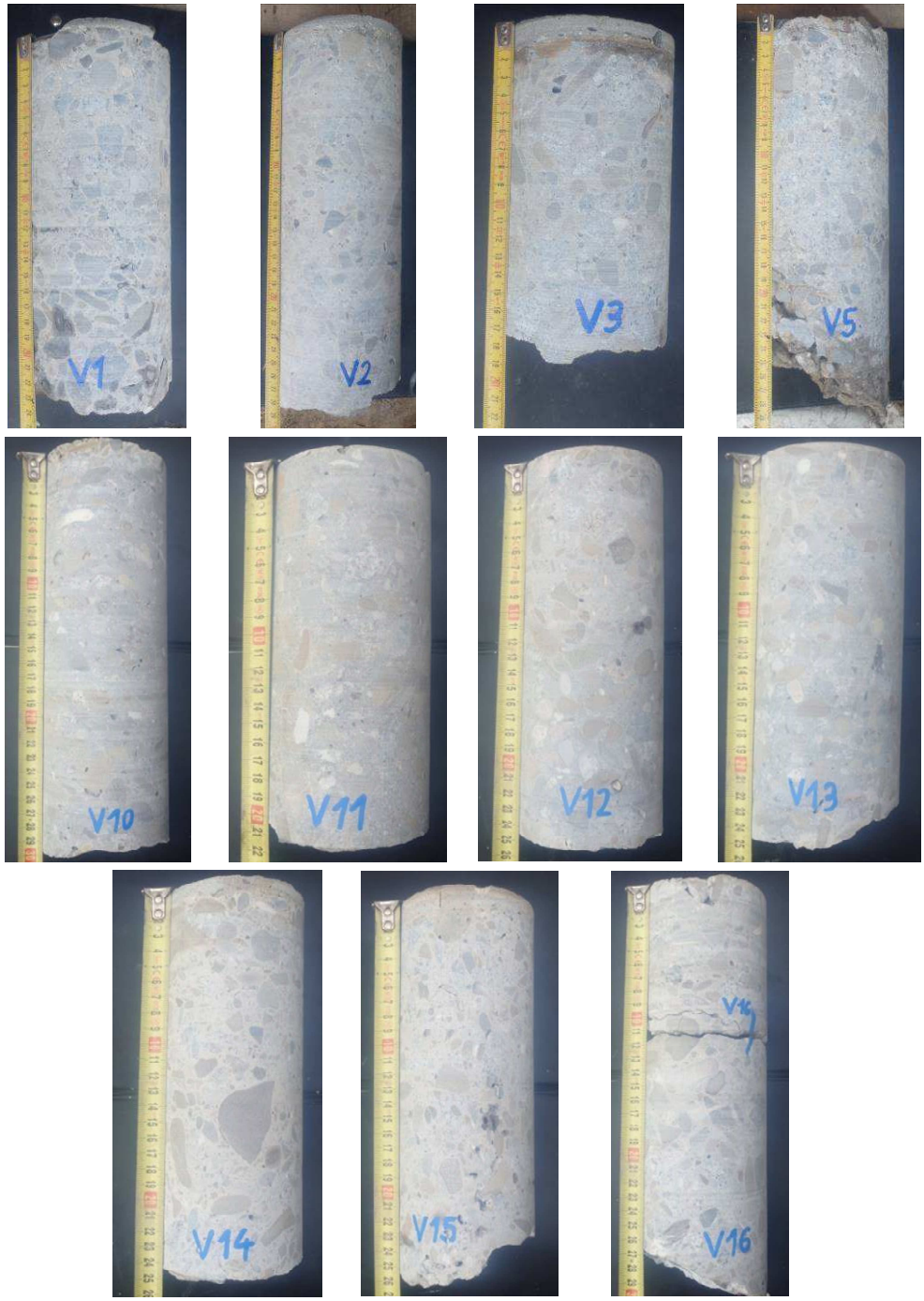
Stav komôr nosníkov nosnej konštrukcie bol zisťovaný kamerovým prístrojom Panasonic HC-X920M. Digitálne záznamy z kontroly stavu komôr sú priložené v prílohe na DVD.

Obr. 18 Ukážka z kamerového záznamu komôr medzi predpätými nosníkmi

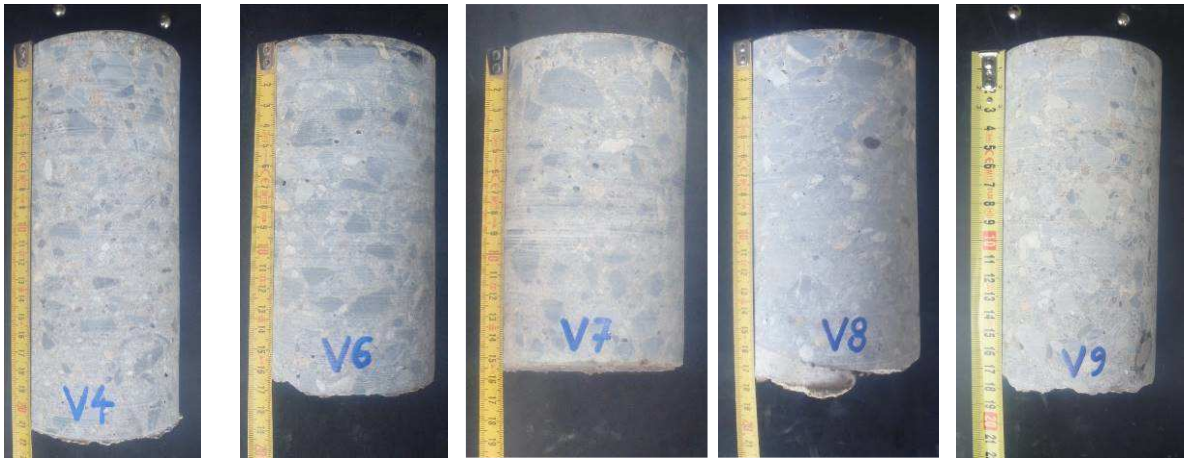
2.5 Prehľad nameraných veličín

2.5.1 Pevnosť betónu v tlaku

Celkovo bolo odobratých 16 ks jadrových vývrtov z mostného objektu, z toho 5 ks z nosnej konštrukcie, 4 ks z drieku krajných opôr, 3 ks z úložných prahov krajných opôr a 4 ks z driekov pilierov (medziľahlé podpery) spodnej stavby. Prehľad pevností betónu z odobratých vývrtov je uvedený v tab. 1. až 4. Odobraté jadrové vývrty sú zobrazené na obr. 19 a 20.



Obr. 19 Odobraté jadrové vývrty – spodná stavba



Obr. 20 Odobraté jadrové vývrty – nosná konštrukcia

Tab. 1 Vývrty / vzorky betónu z nosnej konštrukcie – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky (vývrtu)	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer d [mm]	Dĺžka L [mm]	Hmotnosť m [g]	Objem. hmotn. ρ [kg.m^{-3}]	Sila pri porušení F [kN]	Pevnosť v tlaku f_c [MPa]	Súčiniteľ veľkosti vzorky k_c [-]	Prepočítaná pevnosť f_c [MPa]
V4	Nosník	94,1	95,1	1 577	2 390	449	64,6	1,01	65,0
V6	Nosník	94,2	95,1	1 636	2 470	500	71,8	1,01	72,3
V7	Nosník	94,4	94,7	1 567	2 370	441	63,1	1,01	63,5
V8	Nosník	94,2	95,0	1 649	2 490	586	84,0	1,01	84,6
V9	Nosník	94,6	95,9	1 635	2 430	462	65,7	1,01	66,2
Poznámka: Pevnosť v tlaku bola prepočítaná podľa normy STN EN 12504-1, Prílohy A									

Tab. 2 Vývrty / vzorky betónu z drieku krajných opôr – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky (vývrtu)	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer d [mm]	Dĺžka L [mm]	Hmotnosť m [g]	Objemová hmotnosť ρ [kg.m^{-3}]	Sila pri porušení F [kN]	Pevnosť v tlaku f_c [MPa]
V1	Driek opory (opora č. 4)	99,7	100,4	1 817	2 320	257	32,9
V5	Driek opory (opora č. 4)	99,9	100,4	1 794	2 280	153	19,5
V14	Driek opory (opora č. 1)	99,2	99,7	1 845	2 390	290	37,5
V15	Driek opory (opora č. 1)	99,2	99,8	1 835	2 380	224	29,0

Tab. 3 Vývrty / vzorky betónu z úložných prahov krajných opôr – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky (vývrtu)	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer d [mm]	Dĺžka L [mm]	Hmotnosť m [g]	Objemová hmotnosť ρ [kg.m^{-3}]	Sila pri porušení F [kN]	Pevnosť v tlaku fc [MPa]
V2	Úložný prah (opora 4)	99,7	100,2	1 836	2 350	305	39,1
V3	Úložný prah (opora 4)	99,6	100,7	1 860	2 370	258	33,1
V16	Úložný prah (opora 1)	99,2	100,0	1 820	2 350	277	35,8

Tab. 4 Vývrty / vzorky betónu z pilierov (medziľahlé podpery) – geometria a výsledky skúšok pevnosti betónu v tlaku

Označenie vzorky (vývrtu)	Umiestnenie v konštrukcii	Priemer d [mm]	Dĺžka L [mm]	Hmotnosť m [g]	Objemová hmotnosť ρ [kg.m^{-3}]	Sila pri porušení F [kN]	Pevnosť v tlaku fc [MPa]
V10	Pilier 3	99,1	99,7	1 815	2 360	628	81,4
V11	Pilier 3	99,2	99,2	1 830	2 380	401	51,8
V12	Pilier 2	99,2	99,8	1 855	2 400	638	82,5
V13	Pilier 2	99,2	99,8	1 855	2 400	473	61,2

Prehľad nameraných hodnôt a vyhodnotenie nedeštruktívnych skúšok na nosnej konštrukcii spresnených vývrtmi na je uvedený v tab. 5.

Tab. 5 Výsledky skúšok pevnosti stanovené Schmidtovým tvrdomerom spresnené jadrovými vývrtmi – nosná konštrukcia

Identifikácia miesta				Odraz	Nezaručená pevnosť betónu v tlaku		Koef.	Pevnosť upresnená podľa vzoriek (vývrtov)		Výsledky		
Označ.	Popis	Karbon. [mm]	Smer merania	Φ [R]	Φ R_{ben} [MPa]	R_{be} [MPa]	α [-]	R_b [MPa]	Φ α [-]	Vzorka (vývrt)	fc [MPa]	ρ [kgm^{-3}]
S1	Nosník	<5	↑	55,8	74,1	**66,7**	1,08	72,5		V6	72,3	2 470
S2	Nosník	<5	↑	54,9	72,2	**64,9**		70,6				
S3	Nosník	<5	↑	55,6	73,7	**66,3**	0,98	72,1		V4	65,0	2 390
S4	Nosník	<5	↑	55,4	73,2	**65,9**	1,28	71,7		V8	84,6	2 490
S5	Nosník	<5	↑	52,6	67,3	**60,5**	1,05	65,8		V7	63,5	2 370
S6	Nosník	<5	↑	51,2	64,3	**57,9**		63,0				
S7	Nosník	<5	↑	54,8	71,9	**64,7**		70,4				
S8	Nosník	<5	↑	52,6	67,3	**60,5**		65,8				
S9	Nosník	<5	↑	50,2	62,3	**56,0**		61,0				
S10	Nosník	<5	↑	53,8	69,8	**62,8**		68,3	1,09			
S11	Nosník	<5	↑	54,0	70,2	**63,2**		68,7				
S12	Nosník	<5	↑	51,2	64,3	**57,9**		63,0				
S13	Nosník	<5	↑	54,1	70,4	**63,4**		69,0				
S14	Nosník	<5	↑	54,9	72,2	**64,9**		70,6				
S15	Nosník	<5	↑	54,5	71,3	**64,2**		69,8				
S16	Nosník	<5	↑	54,5	71,3	**64,2**		69,8				
S17	Nosník	<5	↑	55,6	73,7	**66,3**		72,1				
S18	Nosník	<5	↑	54,9	72,2	**64,9**		70,6				
S19	Nosník	<5	→	54,2	70,7	**63,6**	1,04	69,2		V9	66,2	2 430

Prehľad nameraných hodnôt a vyhodnotenie nedeštruktívnych skúšok na pilieroch spodnej stavby spresnených vývrtmi na je uvedený v tab. 6.

Tab. 6 Výsledky skúšok pevnosti stanovené Schmidtovým tvrdomerom spresnené jadrovými vývrtmi – spodná stavba (piliere)

Identifikácia miesta				Odraz	Nezaručená pevnosť betónu v tlaku		Koef.	Pevnosť upresnená podľa vzoriek (vývrtov)		Výsledky		
Označ.	**Popis**	**Karbon. [mm]**	**Smer merania**	**Φ [R]**	**Φ R_{ben} [MPa]**	**R_{be} [MPa]**	**α [-]**	**R_b [MPa]**	**Φ α [-]**	**Vzorka (vývrt)**	**fc [MPa]**	**ρ [kgm^{-3}]**
S100	Pilier 3	-	→	49,5	60,8	**54,8**		64,3				
S101	Pilier 3	-	→	50,4	62,7	**56,4**	1,44	66,2		V10	81,4	2 360
S102	Pilier 3	-	→	50,9	63,7	**57,3**		67,3				
S103	Pilier 3	-	→	51,0	63,9	**57,5**		67,5				
S104	Pilier 3	-	→	50,4	62,7	**56,4**	0,92	66,2		V11	51,8	2 380
S105	Pilier 3	-	→	49,8	61,5	**55,3**		64,9				
S106	Pilier 3	-	→	42,0	46,1	**41,5**		48,8				
S107	Pilier 3	-	→	52,7	67,5	**60,7**		71,3				
S108	Pilier 3	-	→	52,7	67,5	**60,7**		71,3				
S109	Pilier 3	-	→	47,7	57,2	**51,5**		60,4				
S110	Pilier 2	-	→	55,1	72,6	**65,3**	1,26	76,7	1,17	V12	82,5	2 400
S111	Pilier 2	-	→	46,4	54,6	**49,2**		57,7				
S112	Pilier 2	-	→	48,6	59,0	**53,1**		62,4				
S113	Pilier 2	-	→	49,2	60,2	**54,2**		63,6				
S114	Pilier 2	-	→	43,3	48,6	**43,7**		51,4				
S115	Pilier 2	-	→	50,7	63,3	**57,0**	1,07	66,9		V13	61,1	2 400
S116	Pilier 2	-	→	51,3	64,5	**58,1**		68,2				
S117	Pilier 2	-	→	55,5	73,5	**66,1**		77,6				
S118	Pilier 2	-	→	46,8	55,4	**49,9**		58,6				
S119	Pilier 2	-	→	51,1	64,1	**57,7**		67,8				
S120	Pilier 2	-	→	44,9	51,7	**46,5**		54,6				

Vyhodnotenie pevností betónu nosnej konštrukcie a pilierov (medziľahlých podpier) stanovené pomocou deštruktívnej a nedeštruktívnej metódy testovania je uvedené v tab. 7 a 10.

Tab. 7 Vyhodnotenie triedy betónu – nosná konštrukcia

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$	68,6	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$	61,0	[MPa]
Smerodajná odchýlka	s	3,29	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$	63,8	[MPa]
	$f_{ck,is,2}$	65,0	[MPa]
	$f_{ck,is}$	**63,8**	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu	**C 55/67**		

Vyhodnotenie pevností betónu drieku krajnej opory a úložného prahu krajnej opory stanovené deštruktívnymi metódami je uvedené v tab. 8 a 9.

Tab. 8 Vyhodnotenie triedy betónu – spodná stavba - driek krajných opôr (len na základe výsledkov jadrových vývrtov)

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$	29,7	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$	19,5	[MPa]
Súčiniteľ závislosti na počtu vývrtov	k	7	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$	22,7	[MPa]
	$f_{ck,is,2}$	23,5	[MPa]
	$f_{ck,is}$	**22,7**	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu	**C 20/25**		

Tab. 9 Vyhodnotenie triedy betónu – spodná stavba – úložný prah krajných opôr (len na základe výsledkov jadrových vývrtov)

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$	36,0	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$	33,1	[MPa]
Súčiniteľ závislosti na počtu vývrtov	k	7	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$	29,0	[MPa]
	$f_{ck,is,2}$	37,1	[MPa]
	$f_{ck,is}$	**29,0**	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu	**C 25/30**		

Tab. 10 Vyhodnotenie triedy betónu – spodná stavba piliere (medziľahlé podpery)

Priemerná pevnosť betónu v tlaku	$f_{m(n),is}$	64,5	[MPa]
Najmenšia zistená pevnosť betónu	$f_{is,min}$	48,8	[MPa]
Smerodajná odchýlka	s	7,20	[-]
Charakteristická pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck,is,1}$	53,8	[MPa]
	$f_{ck,is,2}$	52,8	[MPa]
	$f_{ck,is}$	**52,8**	[MPa]
Vyhodnotenie			
Trieda betónu	**C 50/60**		

2.5.2 Hĺbka karbonatizácie betónu

V tab. 11 je uvedený popis skúšaného miesta na konštrukcii mostného objektu a zistená hĺbka prieniku CO_2 do betónu (karbonatizácia) jadrových vývrtoch „V1“ až „V9“.

Tab. 11 Prehľad hĺbky prieniku karbonatizácie na skúšobných vzorkách

Označenie vzorky (vrtu)	Umiestnenie v konštrukcii	Hĺbka karbonatizácie [mm]
V1	Driek krajnej opory	10
V2	Úložný prah	15

Označenie vzorky (vrtu)	Umiestnenie v konštrukcii	Hĺbka karbonatizácie [mm]
V3	Úložný prah	10
V4	Nosník nosnej konštrukcie	10
V5	Driek krajnej opory	5
V6	Nosník nosnej konštrukcie	5
V7	Nosník nosnej konštrukcie	10
V8	Nosník nosnej konštrukcie	5
V9	Nosník nosnej konštrukcie	10

2.5.3 Obsah chloridov v betóne

V zmysle STN EN 206/NA je dovolená koncentrácia chloridových iónov v betóne vztiahnutá ku 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 konštrukcie bola pre vzorky odobraté z nosnej konštrukcie „CH1“ a „CH2“ za limitnú/maximálnu prípustnú považovaná hodnota 0,1 % Cl^-/m_c a pre vzorku zo spodnej stavby „CH3“ hodnota 0,4 % Cl^-/m_c.

Tab. 12 Koncentrácia chloridových iónov

Označenie vzorky	Hĺbka vzorky v konštrukcii [mm]	Koncentrácia chloridov v betóne [% Cl^-/m_b]	Koncentrácia chloridov v cemente [% Cl^-/m_c]
CH1-1	0 - 10	0,053	0,371
CH1-2	10 - 20	0,038	0,266
CH1-3	20 - 30	0,018	0,126
CH1-4	30 - 40	0,016	0,112
CH2-1	0 - 10	0,143	1,001
CH2-2	10 - 20	0,064	0,448
CH2-3	20 - 30	0,015	0,105
CH2-4	30 - 40	0,014	0,098
CH3-1	0 - 10	0,111	0,777
CH3-2	10 - 20	0,169	1,183
CH3-3	20 - 30	0,200	1,400
CH3-4	30 - 40	0,220	1,540

2.5.4 Modul pružnosti

Výsledky stanovenia dynamického modulu pružnosti betónu nedeštruktívnym spôsobom pomocou ultrazvukovej metódy (protiľahlé prezvučovanie) sú pre jednotlivé konštrukčné časti mostného objektu uvedené v tab. 13 až 16.

Výpočet hodnôt dynamického modulu pružnosti bol realizovaný z nameraných parametrov v súlade s ustanoveniami STN 73 1371 [2].

Výsledná priemerná hodnota statického modulu pružnosti betónu v tlaku upravená o súčiniteľ zohľadňujúci triedu pevnosti betónu: **E_b = 61,85 GPa.** Zmenšovací súčiniteľ na prepočet bol stanovený podľa [4] hodnotou k_u = 1.

Tab. 13 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	17,9	5 312	95,1	94,1	6 953,1	1,58	2 385	57 102	57 102
V6	17,3	5 499	95,1	94,2	6 963,4	1,64	2 469	63 364	63 364
V7	17,3	5 472	94,7	94,4	6 993,0	1,57	2 367	60 136	60 136
V8	16,7	5 687	95,0	94,2	6 973,8	1,65	2 490	68 315	68 315
V9	17,7	5 415	95,9	94,6	7 031,6	1,64	2 426	60 356	60 356

Tab. 14 Dynamický modul pružnosti meraný na vzorkách betónu – spodná stavba (úložné prahy krajných opôr)

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]
V2	20,8	4 819	100,2	99,7	7 802,2	1,84	2 348	46 257	37 468
V3	23,3	4 322	100,7	99,6	7 786,6	1,86	2 372	37 596	30 453
V16	20,8	4 809	100,0	99,2	7 735,1	1,82	2 352	46 151	37 382

Výsledná priemerná hodnota statického modulu pružnosti betónu v tlaku upravená o súčiniteľ zohľadňujúci triedu pevnosti betónu: **E_b = 35,10 GPa.** Zmenšovací súčiniteľ na prepočet bol stanovený podľa [4] hodnotou k_u = 0,81.

Tab. 15 Dynamický modul pružnosti meraný na vzorkách betónu – spodná stavba (driek krajných opôr)

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]
V1	19,8	5 069	100,4	99,7	7 808,5	1,82	2 319	50 539	39 926
V5	25,7	3 905	100,4	99,9	7 830,4	1,79	2 283	29 535	23 333
V14	20,0	4 986	99,7	99,2	7 733,5	1,85	2 392	50 461	39 864
V15	21,0	4 750	99,8	99,2	7 727,3	1,84	2 381	45 572	36 002

Výsledná priemerná hodnota statického modulu pružnosti betónu v tlaku upravená o súčiniteľ zohľadňujúci triedu pevnosti betónu: **E_b = 34,78 GPa.** Zmenšovací súčiniteľ na prepočet bol stanovený podľa [4] hodnotou k_u = 0,79.

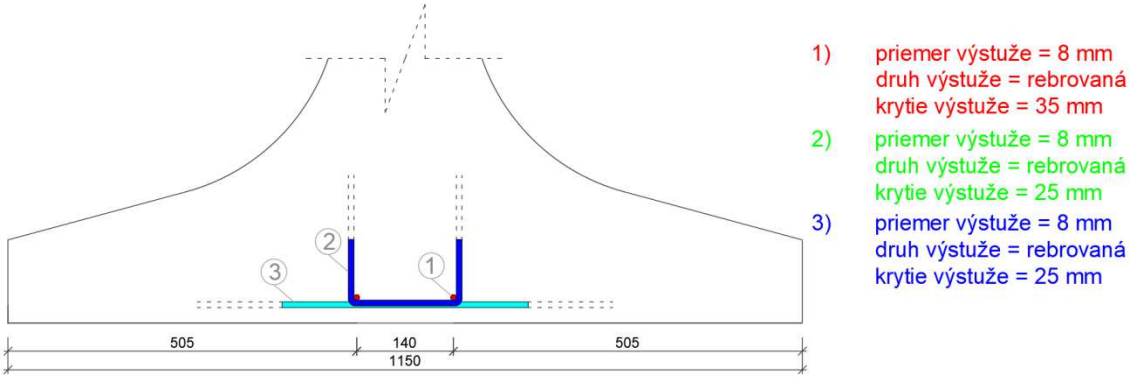
Tab. 16 Dynamický modul pružnosti meraný na vzorkách betónu – spodná stavba – piliere

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]
V10	19,4	5 137	99,7	99,1	7 719,5	1,82	2 359	52 817	50 176
V11	19,0	5 223	99,2	99,2	7 735,1	1,83	2 384	55 174	52 415
V12	19,1	5 223	99,8	99,2	7 733,5	1,86	2 404	55 651	52 868
V13	18,8	5 306	99,8	99,2	7 735,1	1,86	2 404	57 423	54 552

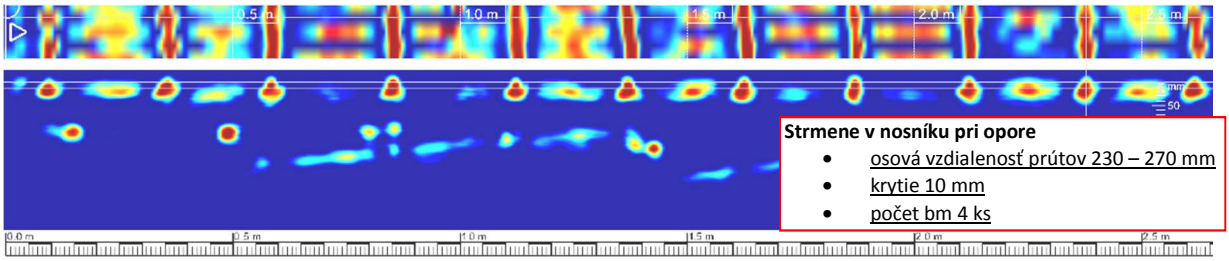
Výsledná priemerná hodnota statického modulu pružnosti betónu v tlaku upravená o súčiniteľ zohľadňujúci triedu pevnosti betónu: **E_b = 52,50 GPa.** Zmenšovací súčiniteľ na prepočet bol stanovený podľa [4] hodnotou k_u = 0,95.

2.5.5 Vystuženie betonárskou výstužou

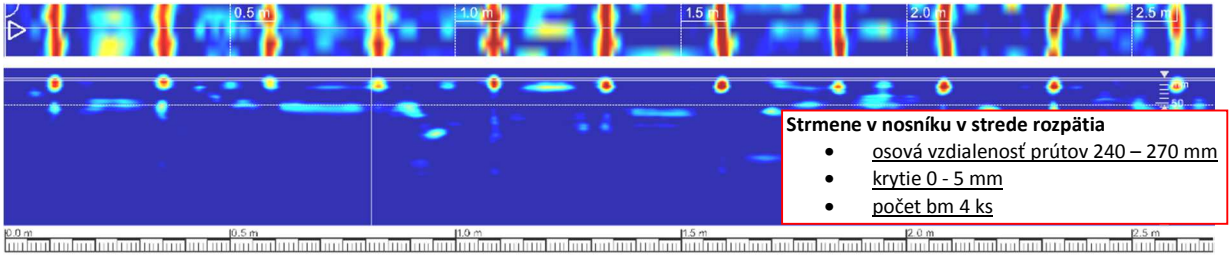
Poloha, stav, profily výstuže a hrúbka krycej betónovej vrstvy boli zisťované nedeštruktívnou i deštruktívnou metódou. Zistené parametre sú uvedené na obr. 21 až 35.



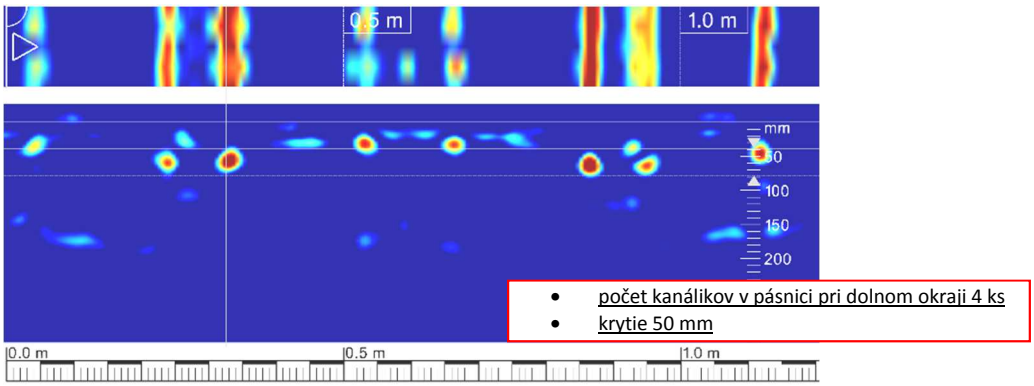
Obr. 21 Vystuž v nosníku v pásnici pod stojinou



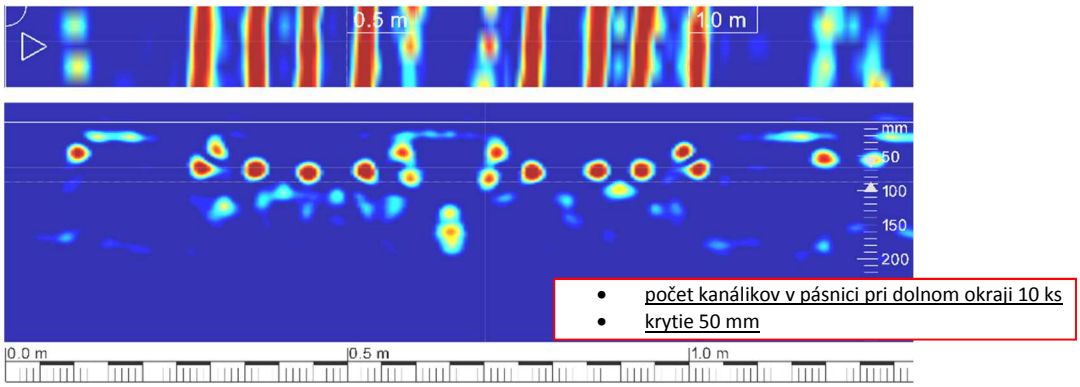
Obr. 22 Strmene v pásnici nosníka pri opore



Obr. 23 Strmene v pásnici nosníka v strede rozpätia

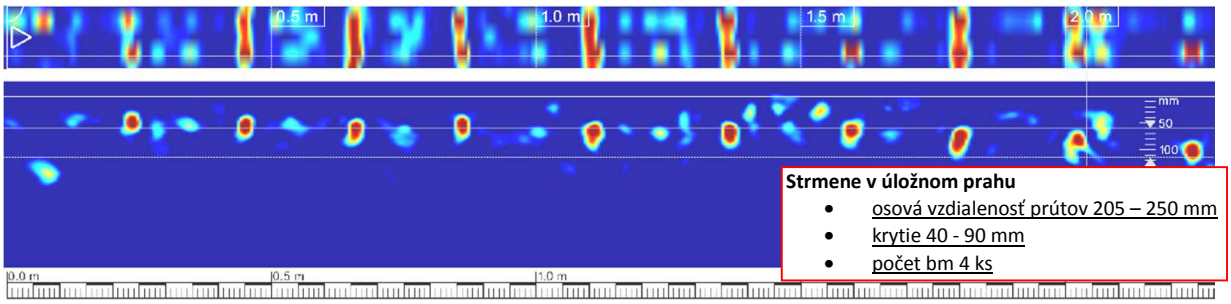


Obr. 24 Predpínacie káble v pásnici nosníka pri opore

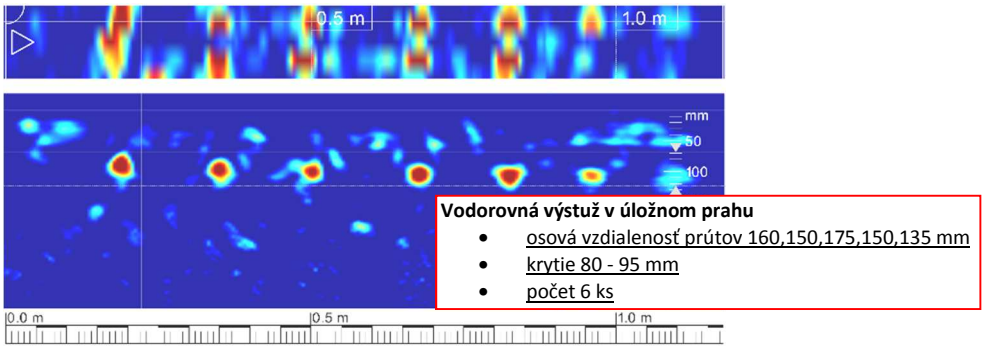


Obr. 25 Predpínacie káble v pásnici nosníka v strede rozpätia

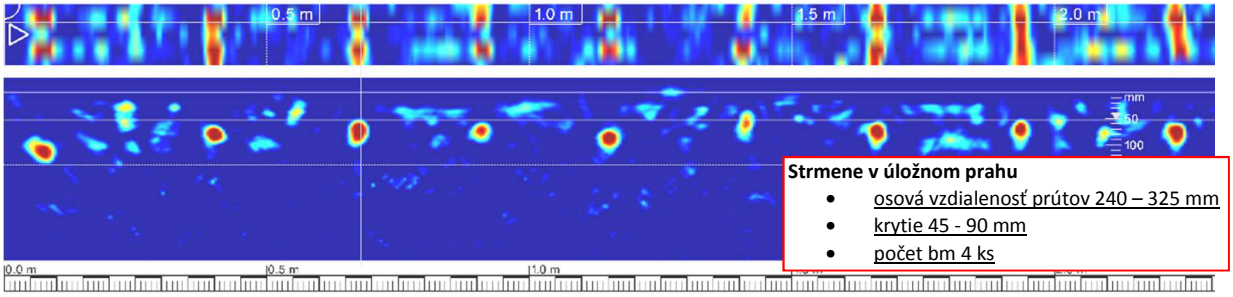
V drieku opôr nebola dostupnými metódami výstuž identifikovaná.



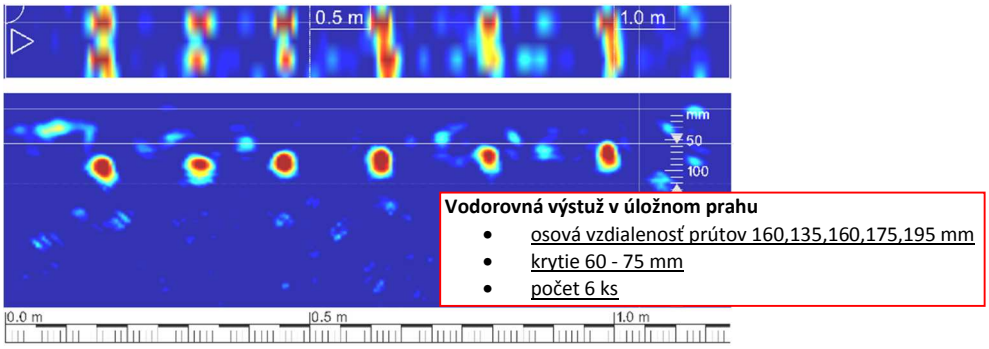
Obr. 26 Strmene v úložnom prahu



Obr. 27 Vodorovná výstuž v úložnom prahu

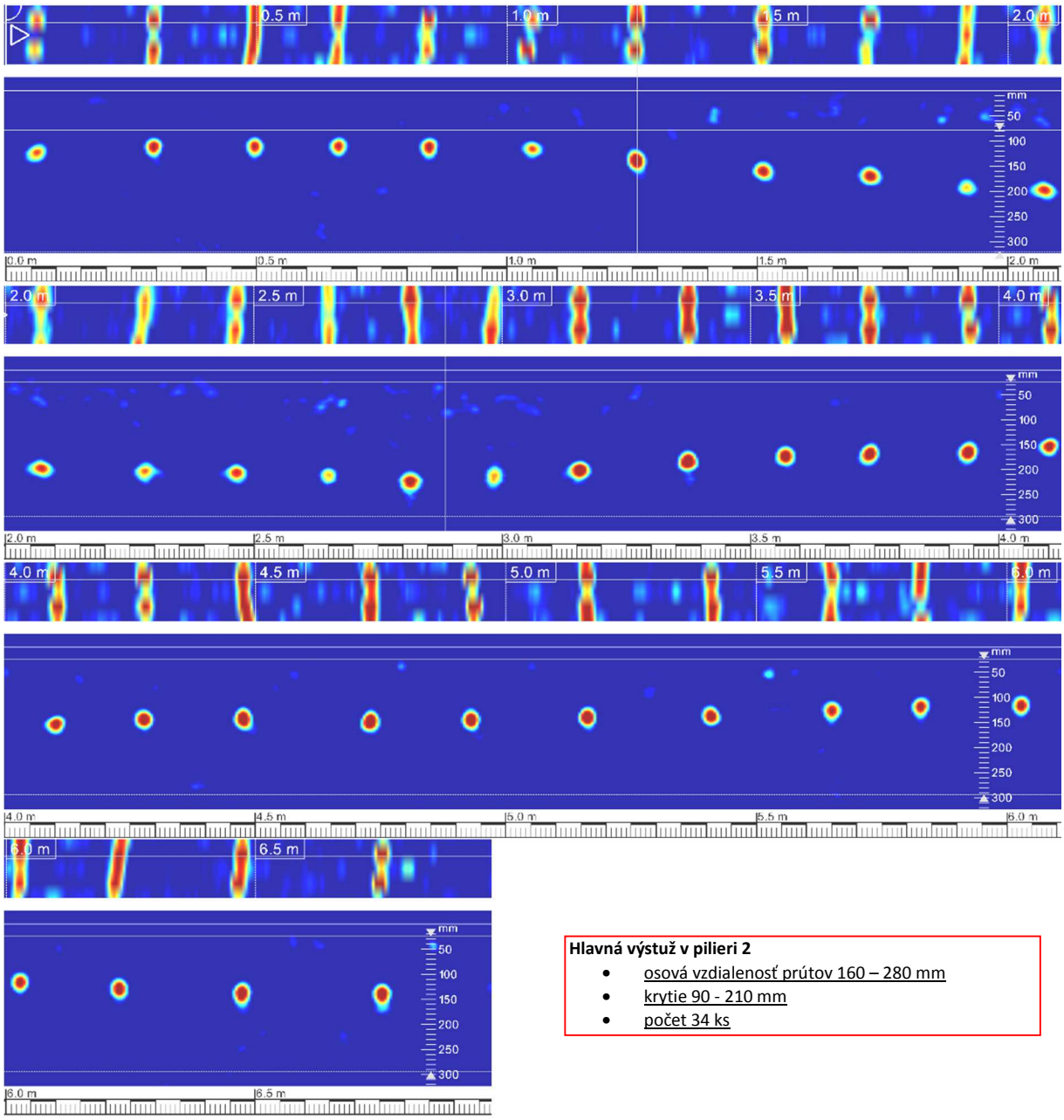


Obr. 28 Strmene v úložnom prahu



Obr. 29 Vodorovná výstuž v úložnom prahu

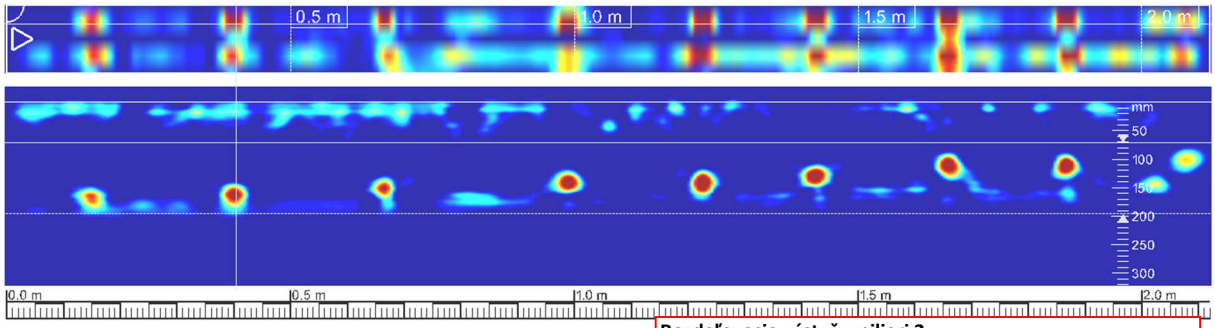
Betonárska výstuž v úložných prahoch je uložená relatívne hlboko. Vzhľadom ku skutočnosti, že spracovateľ diagnostického prieskumu nepovažoval za vhodné realizovať neprimerane veľké deštrukčné zásahy do betónu úložných prahov, z tohto dôvodu betonárska výstuž nebola fyzicky obnažená. Z tohto dôvodu sa priemer a typ betonárskej výstuže nezisťoval.



Hlavná výstuž v pilieri 2

- osová vzdialenosť prútov 160 – 280 mm
- krytie 90 - 210 mm
- počet 34 ks

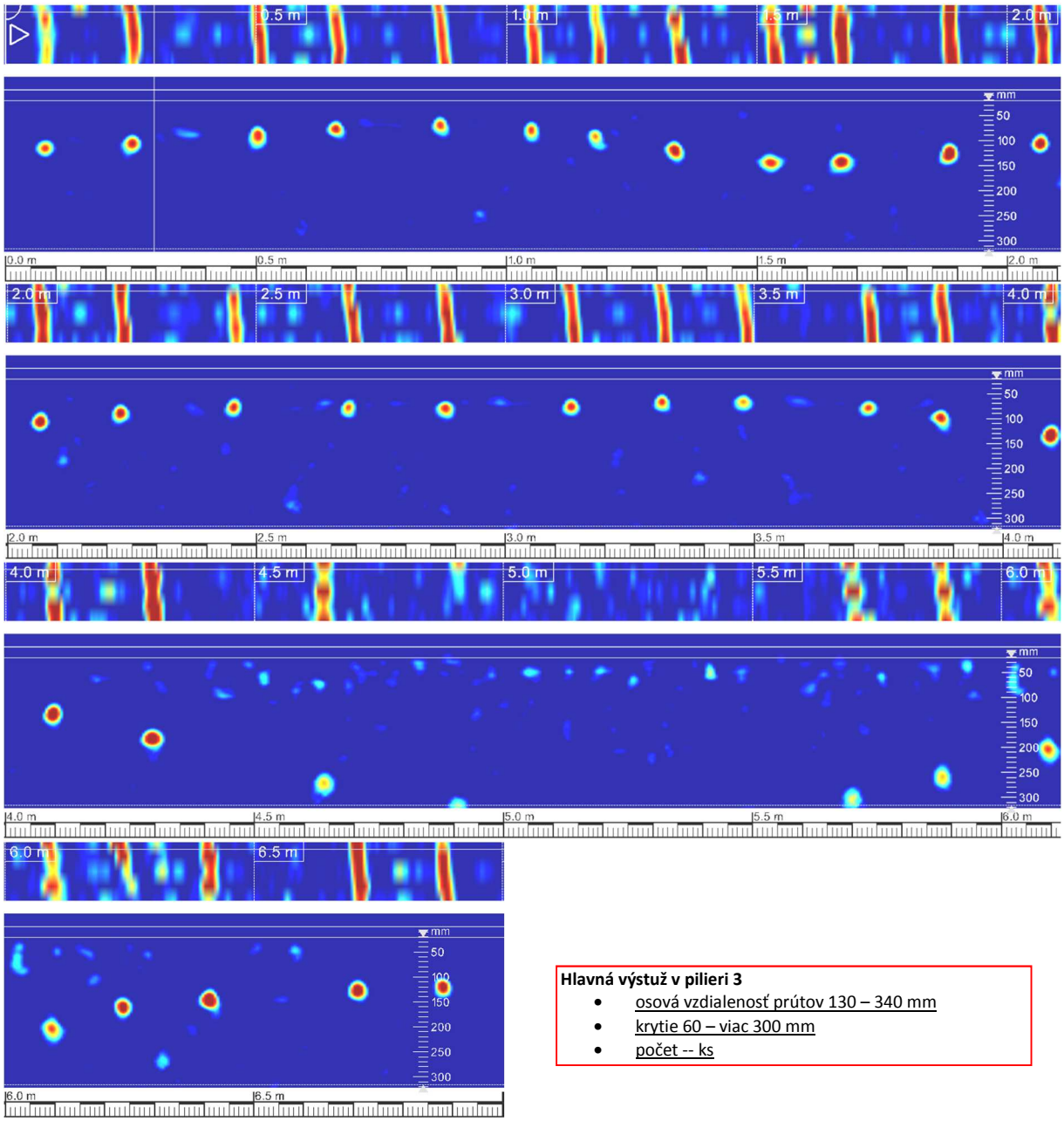
Obr. 30 Hlavná výstuž v pilieri 2



Rozdeľovacia výstuž v pilieri 2

- osová vzdialenosť prútov 195 - 330 mm
- krytie 90 - 150 mm
- počet bm 4 ks

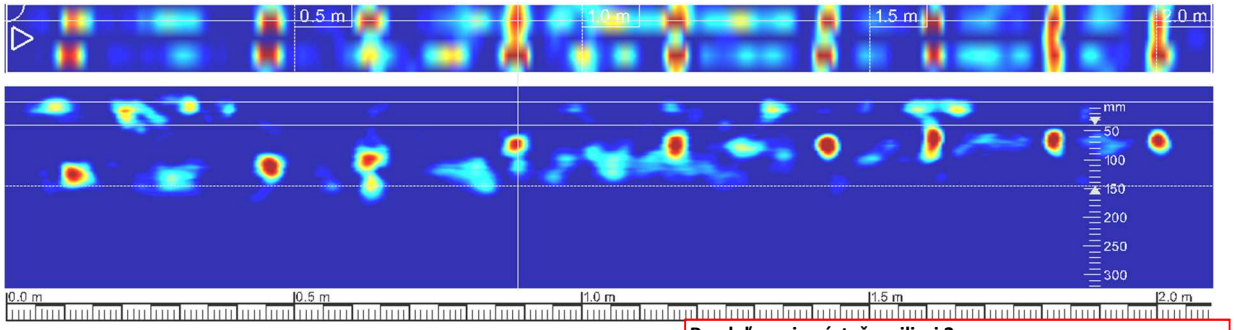
Obr. 31 Rozdeľovacia výstuž v pilieri 2



Hlavná výstuž v pilieri 3

- osová vzdialenosť prútov 130 – 340 mm
- krytie 60 – viac 300 mm
- počet -- ks

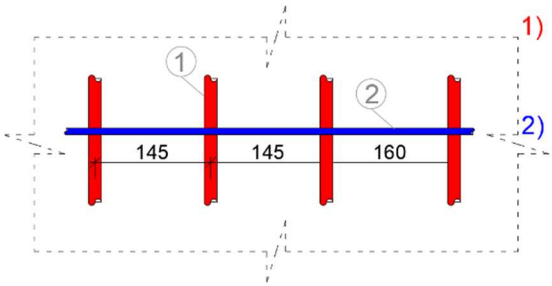
Obr. 32 Hlavná výstuž v pilieri 3



Rozdeľovacia výstuž v pilieri 3

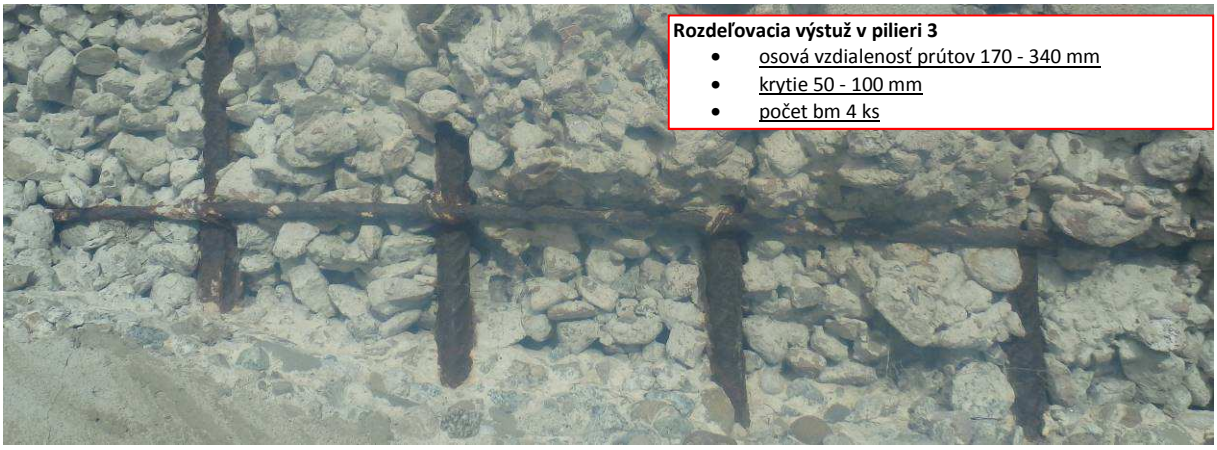
- osová vzdialenosť prútov 170 - 340 mm
- krytie 50 - 100 mm
- počet bm 4 ks

Obr. 33 Rozdeľovacia výstuž v pilieri 3

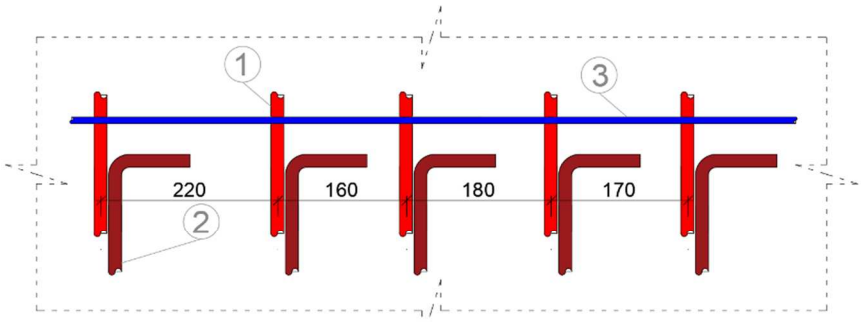


1) priemer výstuže = 16 mm
druh výstuže = rebrovaná (10 335)
krytie výstuže = 70 - 100 mm

2) priemer výstuže = 8 mm
druh výstuže = 10 338
krytie výstuže = 60 - 90 mm



Obr. 34 Vystuženie drieku piliera 3



1) priemer výstuže = 16 mm
druh výstuže = rebrovaná (10 335)

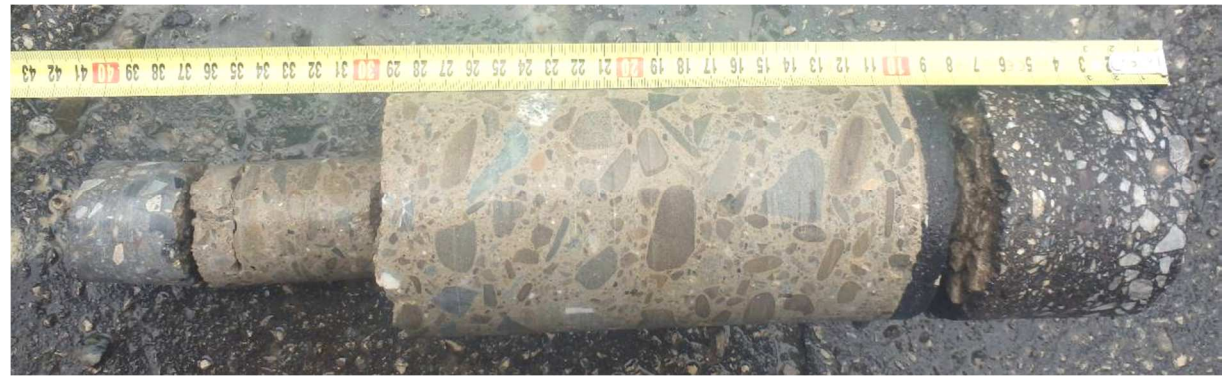
2) priemer výstuže = 16 mm
druh výstuže = rebrovaná (10 335)

3) priemer výstuže = 8 mm
druh výstuže = 10 338

Obr. 35 Vystuženie v päte piliera 3

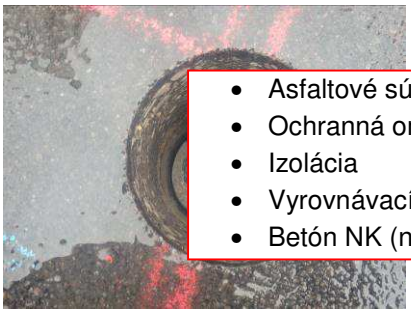
2.5.6 Mostný zvršok

Pre zistenie skladby mostného zvršku boli realizované tri sondy „S1“, „S2“ a „S3“. Rozmiestnenie miest odberu vývrtov je znázornené na obr. 4. Sondy boli realizované až po betón nosnej konštrukcie. Zistené skladby vrstiev sú zobrazené na obr. 36 až 38. Porovnaním informácii uvedených v poskytnutej projektovej dokumentácii z roku 1967 [A] a vykonaných sond vyplýva, že zistené hrúbky vyrovnávacieho betónu v sondách „S1“ až „S3“ zodpovedajú projektovaným hrúbkam.



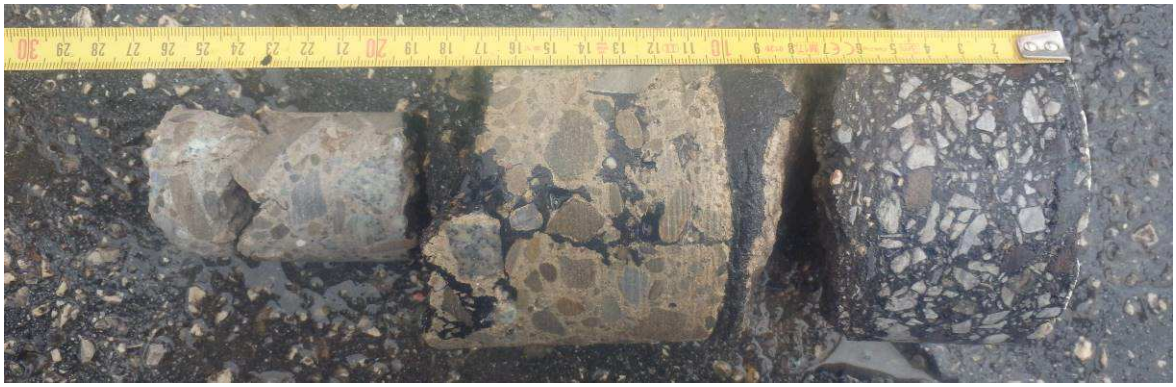
vrstvie	90 mm
nietka	10 mm
	10 mm
betón	270 mm
osník)	

Obr. 36 Sonda do vozovky „S1“



- Asfaltové súvrstvie 100 mm
- Ochranná omietka 25 mm
- Izolácia 10 mm
- Vyrovnávací betón 55 mm
- Betón NK (nosník)

Obr. 37 Sonda do vozovky „S2“



- Asfaltové súvrstvie 80 mm
- Ochranná omietka 20 mm
- Izolácia 10 mm
- Vyrovnávací betón 90 mm
- Betón NK (dobetónavka medzi nosníkmi)

Obr. 38 Sonda do vozovky „S3“

2.5.7 Overenie stavu predpínacích káblov

Stav obnažených predpínacích káblov v káblových kanálikoch je zdokumentovaný na obr. 39 a 40. Rozmiestnenie miest odkrytia predpínacej výstuže je uvedené na obr. 6.

Miesto „**K1**“:

- odkrytie pri opore;
- počet odkrytých kanálikov predpínacej výstuže 2 ks;
- kanálik s oceľovou chráničkou;
- chránička s povrchovou koróziou;
- predpínacie laná bez korózie;
- kanáliky vyplnené injektážnou zmesou;
- osová vzdialenosť kanálikov od hrany nosníka 290, 410 mm;
- krytie kanálikov 50 - 65 mm
- pri odkrytí nájdený strmeň nosníka: priemer 8 mm, druh výstuže rebrovaná, krytie 15 mm

Obr. 39 Overenie stavu predpínacej výstuže v mieste „K1“

Miesto „**K2**“:
- odkrytie pri opore;
- počet odkrytých kanálikov predpínacej výstuže 2 ks;
- kanálik s oceľovou chráničkou;
- chránička s povrchovou koróziou;
- predpínacie laná povrchová korózia;
- kanáliky vyplnené čiastočne injektážnou zmesou;
- osová vzdialenosť kanálikov od hrany nosníka 290, 410 mm;
- krytie kanálikov 55 - 60 mm

Obr. 40 Overenie stavu predpínacej výstuže v mieste „K2“

2.5.8 Kamerová prehliadka stavu komôr

Skutkový stavu kontrolovaných komôr (priestor medzi nosníkmi) je zobrazený na obr. 41 až 44. Rozmiestnenie miest kontrolovaných komôr je uvedené na obr. 5. Videosúbory zachytávajúce stav komôr tvoria prílohu 2 tejto správy (DVD, vo formáte mp4).

Analýzou kamerových záznamov vyplýva, že komory sú znečistené zvyškami stavebných materiálov z výstavby objektu. V krajných komorách bolo pozorované zatekanie zrážkových vôd cez spoj dobetonávký s nosníkom a cez montážne otvory.

Miesto „KK1“

Pohľad v smere - Námestovo	Pohľad v smere - Lokca

Obr. 41 Overenie stavu komory v mieste „KK1“

Miesto „KK2“	
Smer Námestovo	Smer Lokca

Obr. 42 Overenie stavu komory v mieste „KK1“

Miesto „KK3“	
Smer Námestovo	Smer Lokca

Obr. 43 Overenie stavu komory v mieste „KK1“

Miesto „KK4“

Smer Námestovo	Smer Lokca

Obr. 44 Overenie stavu komory v mieste „KK1“

2.5.9 Podrobná prehliadka mosta

Na mostnom objekte bolo identifikovaných niekoľko miest porúch, ktoré sú zdokumentované v prílohe 2 tejto správy. Niektoré z nich sú zobrazené na obr. 45 až 47. Schémy – mapy porúch, na ktorých sú zaznamenané poruchy na nosnej konštrukcii a spodnej stavbe sú schematický znázornené na obr. 48 až 50. V tab. 17 je uvedený podrobný prehľad a popis jednotlivých zistených porúch na nosnej konštrukcii a spodnej stavbe. Poruchy na mostnom zvršku sú popísané v tab. 18 a na obr. 50.

Obr. 45 Porucha 9 – odlupovanie betónu na krídle

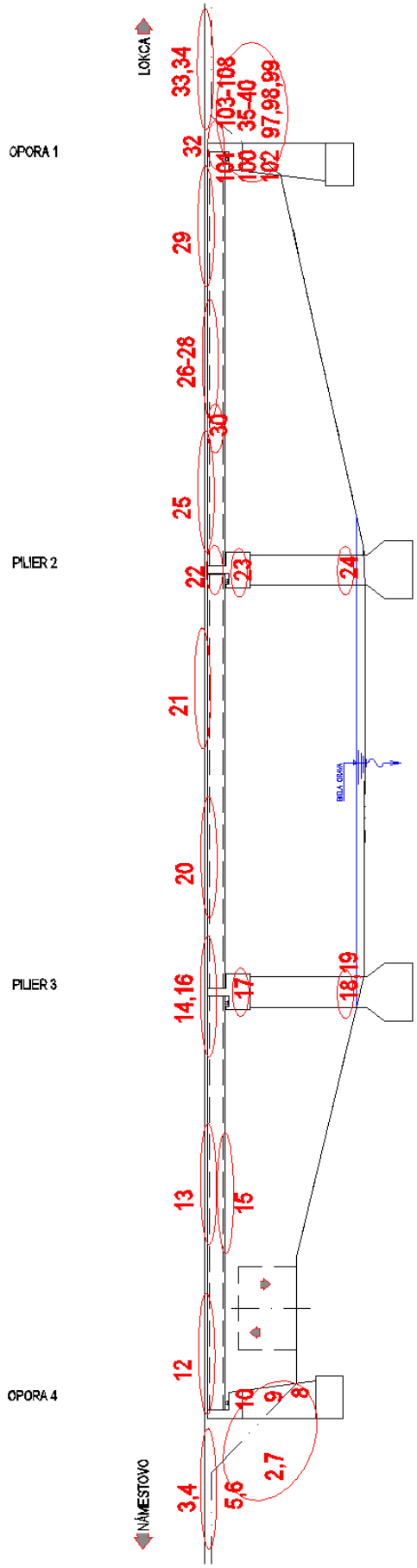
Obr. 46 Porucha 61 – inkrustácie a trhliny na úložnom prahu nad pilierom

Obr. 47 Porucha 132 – odhalená výstuž na pilieri

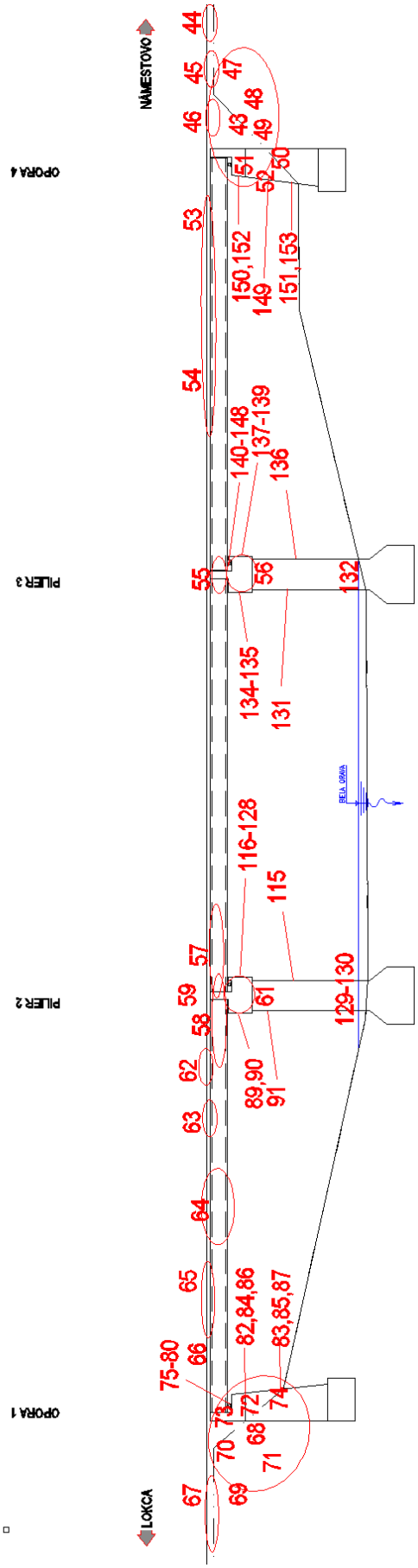
Tab. 17 Poruchy na nosnej konštrukcii a spodnej stavbe

Číslo fotky	Umiestnenie	Označenie podľa TP 061 (TP 09/2012)	Poznámka
2,5,6,7,8,9	krídlo	B f 313	odlupovanie betónu
3,4,12,13,14,29,33,34,65	rímsa	D e 315	rozpad betónu
10	opora	B c 502	obnažená výstuž
14,16	nosná konštrukcia	C a 302	inkrustácie
15	nosná konštrukcia	C a 502	obnažená výstuž
17,23,89	úložný prah	B j 302, 326	inkrustácie, trhliny
18,19,24	pilier	B d 502, B d 328	obnažená výstuž, kaverna
20,21,25,64	rímsa	D e 302	inkrustácie
22,32	nosná konštrukcia	C a 302, 303	inkrustácie, vlhké škvrny
26-28,30,63	rímsa	D e 502	obnažená výstuž
35-40	krídlo	B f 313	odlupovanie betónu
43,47,48,49,67,68,69,70,71	krídlo	B f 313, 326	odlupovanie betónu, trhliny
44-46,62	rímsa	D e 315	rozpad betónu
50,52,72,73,74	opora	B c 313, 326	odlupovanie betónu, trhliny
51	úložný prah	B j 313, 326	odlupovanie betónu, trhliny
53,54	nosná konštrukcia	C a 302, 502	inkrustácie, obnažená výstuž
55,57-59	nosná konštrukcia	C a 302, 303	inkrustácie, vlhké škvrny
61	úložný prah	B j 302, 313	inkrustácie, odlupovanie betónu
66	nosná konštrukcia	C a 302, 326	inkrustácie, trhliny
75-80	ložiská	E a 712	korózia oceľových častí
82,83,84,85,86	opora	B c 313, 326, 303, 302	odlupovanie betónu, trhliny, vlhké škvrny, inkrustácie
90, 137-139	úložný prah	B j 302	inkrustácie
91	pilier	B d 326	trhliny
95,113	odvodňovač	G a 1002	korózia
96	nosná konštrukcia	C a 301	výkvety
97-99, 103-108	krídlo	B f 313	odlupovanie betónu
100,101, 102	opora	B c 313, 302	odlupovanie betónu, inkrustácie
101	nosná konštrukcia	C a 302, 502	inkrustácie, obnažená výstuž
111	nosná konštrukcia	C a 1002	korózia
112,114	nosná konštrukcia	C a 301, 302	výkvety, inkrustácie
115	pilier	B d 302, 303	inkrustácie, vlhké škvrny

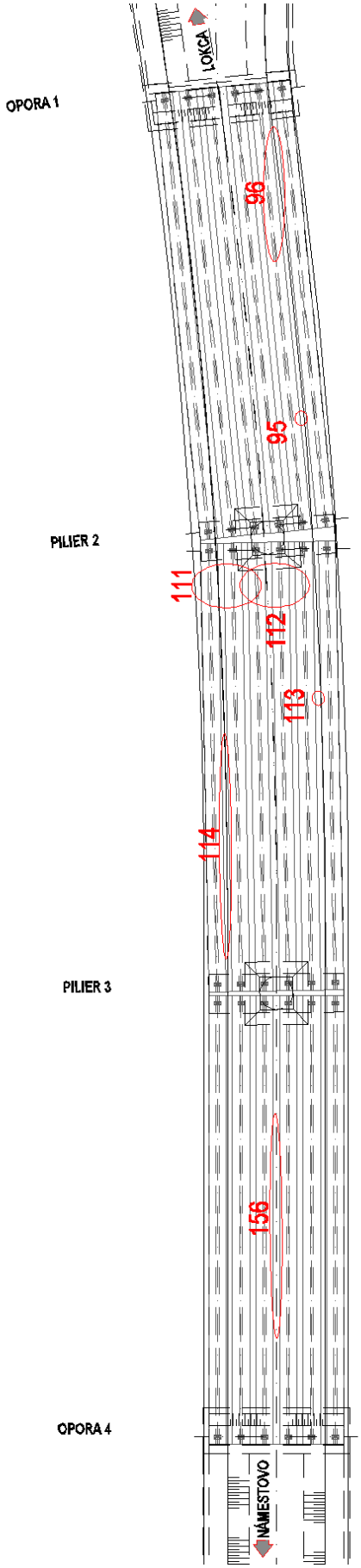
Číslo fotky	Umiestnenie	Označenie podľa TP 061 (TP 09/2012)	Poznámka
116-128	úložný prah	B j 302, 326, 502	inkrustácie, trhliny, odhalená výstuž
129-130,132	pilier	B d 502, B d 328	obnažená výstuž, kaverna
133	pilier	B d 326	trhliny
134-135	úložný prah	B j 302, 326	inkrustácie, trhliny
140-148	ložiská	E a 712	korózia oceľových častí
149	opora	B c 302, 303, 313	inkrustácie, vlhké škvrny, odlupovanie betónu
150,152	úložný prah	B j 302, 303, 313	inkrustácie, vlhké škvrny, odlupovanie betónu
151,153	opora	B c 313	odlupovanie betónu
156	nosná konštrukcia	C a 301, 322	výkvety, pozdĺžna trhlina



Obr. 48 Schéma porúch – pozdĺžny rez (návodná strana mostného objektu)



Obr. 49 Schéma porúch – pozdĺžny rez (protivodná strana mostného objektu)



Obr. 50 Schéma porúch – pôdorys (mostný zvršok)

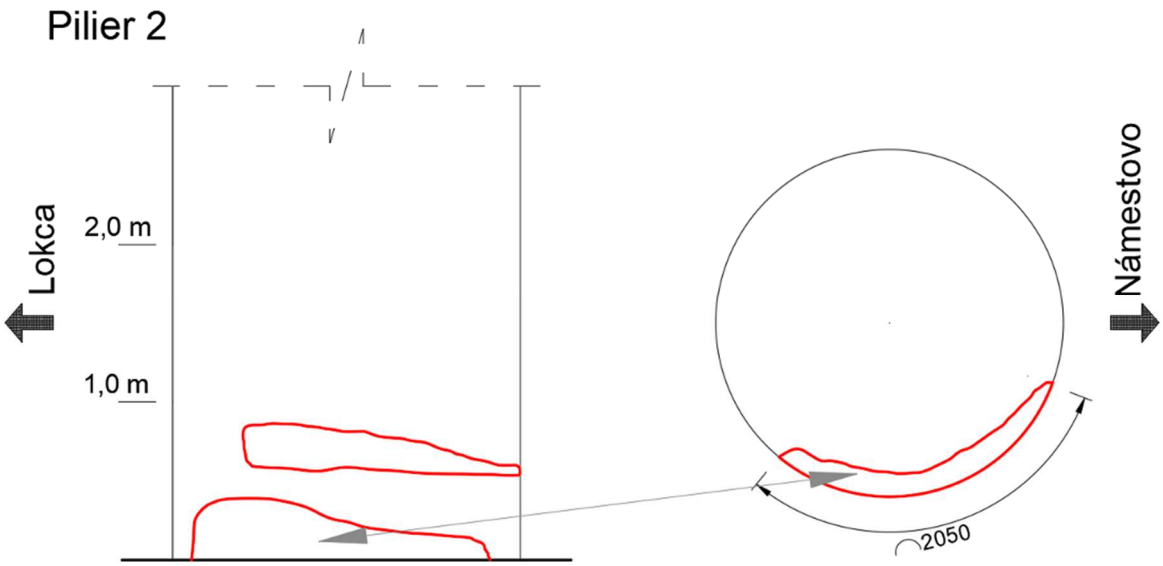
Tab. 18 Poruchy na mostnom zvršku

Číslo fotky	Umiestnenie	Označenie podľa TP 061 (TP 09/2012)	Poznámka
169-192	chodník	D d 326	trhliny
193-194	chodník	D d 315	rozpad
197,217, 223	rímsa	D e 313	odlupovanie betónu
198-216	chodník	D d 326	trhliny
218	vozovka	D a 605	vypieranie
219	vozovka	D a 607	výtlky
220,221	vozovka	D a 323	priečne trhliny
222,268, 269	zábradlie	H a 1002	korózia
224-229, 232-237, 240-245, 248-249, 252-261, 264-267	vozovka	D a 610, 616, 605	nerovnosti, trhliny, vypieranie
239,247	rímsa	D e 502	obnažená výstuž
251	vozovka	D a 612	priečne trhliny
262,263	vozovka	D a 607, 616	výtlky, trhliny

2.5.10 Poškodenie pilierov medziľahlých podpier 2 a 3

Na základe zamerania priestorových rozmerov kaverny (dĺžka, šírka, hĺbka) v päte piliera medziľahlej podpery 2 možno konštatovať, že takáto kaverna predstavuje viditeľné poškodenie päty piliera s plošným rozsahom približne 10 % z celkovej prierezovej plochy piliera (obr. 51a,b).

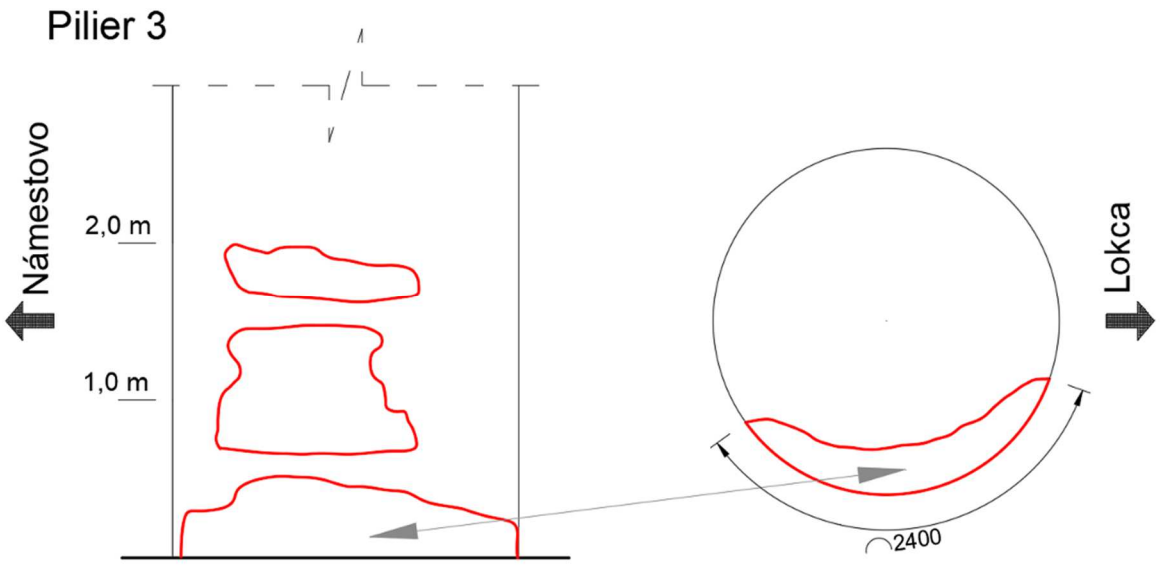
Obr. 51a Pohľad na kaverny v päte piliera medziľahlej podpery 2



Obr. 51b Schéma poškodenia v päte piliera medziľahlej podpery 2

Na základe zamerania priestorových rozmerov kaverny (dĺžka, šírka, hĺbka) v päte piliera medziľahlej podpery 3 možno konštatovať, že takáto kaverna predstavuje viditeľné poškodenie päty piliera s plošným rozsahom približne 15 % z celkovej prierezovej plochy piliera (obr. 52a,b).

Obr. 52a Pohľad na kaverny v päte piliera medziľahlej podpery 3



Obr. 52b Schéma poškodenia v päte piliera medziľahlej podpery 3

3 Prepočet zaťažiteľnosti

3.1 Metodika statického prepočtu

Pre potreby statického prepočtu bolo najskôr potrebné stanoviť mechanické vlastnosti materiálov nosnej konštrukcie, zistiť rozmery jednotlivých nosných prvkov a ich súčasný stavebno – technický stav. Na získanie týchto 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 programového systému 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 na základe porovnávacieho prepočtu a určenie únosnosti spodnej stavby priamym výpočtom.

Nosná 3 poľová konštrukcia je tvorená tzv. „žalúziovou doskou“ z predpätých prefabrikovaných nosníkov „I – 62“ a každé pole pôsobí ako prostý nosník. Pri prepočte zaťažiteľnosti bol zohľadnený súčasný stavebno-technický stav nosnej konštrukcie a spodnej stavby mosta.

3.2 Analýza konštrukcie

Ako bolo uvedené vyššie mostný objekt ev. č. 78-17 je 3-poľový predpätý doskový most. Nosná konštrukcia je tvorená v priečnom reze celkovo šiestimi predpätými nosníkmi „I – 62“ (celkovo na mostnom objekte 3 x 6 = 18 nosníkov). Dĺžka nosníkov je 30,0 m. Rozpätia jednotlivých polí mosta sú 29,0 x 29,0 x 29,0 m. Nosníky sú v priečnom smere prepojené medzipásnicovými dobetonávkami vystuženými betonárskou výstužou. Celkovo tak nosná konštrukcia v priečnom smere pôsobí ako tzv. „žalúziová doska“ a priečny roznos zaťaženia medzi jednotlivé nosníky bol zohľadnený zvolením vhodného výpočtového modelu. Na hornej ploche nosníkov je realizovaná vrstva spádového betónu s premenlivou hrúbkou.

Obr. 53 Pohľad na mostný objekt

V pozdĺžnom smere je nosná konštrukcia predpätá. Informácie o množstve predpínacej výstuže a najmä o geometrii vedenia predpínacej výstuže ako i hodnote predpínacieho napätia nie sú známe. Z tohto dôvodu bola zaťažitelnosť nosnej konštrukcie určená pomocou porovnávacieho výpočtu. Nosníky sú uložené na železobetónových úložných prahoch na

oceľových valcových ložiskách. Nosná konštrukcia v pozdĺžnom smere nie je spojitá a jednotlivé polia mosta pôsobia ako prosté nosníky. Úložné železobetónové prahy sú v priečnom reze obdĺžnikového prierezu 2,60 m x 1,25 - 1,50 m. Každý úložný prah je podopretý pilierom kruhového prierezu s priemerom 2,20 m. Driek piliera je výrazne poškodený v päte pravdepodobne vplyvom pôsobenia vody a ľadu (obr. 51,52 a 55). Driek piliera je votknutý do plošného základu. Výška pilierov nad úrovňou terénu je približne 11,5 m.

Obr. 54 Pohľad zospodu na nosnú konštrukciu

Obr. 55 Pohľad na oslabený prierez drieku piliera v jeho päte

3.3 Výpočtové modely

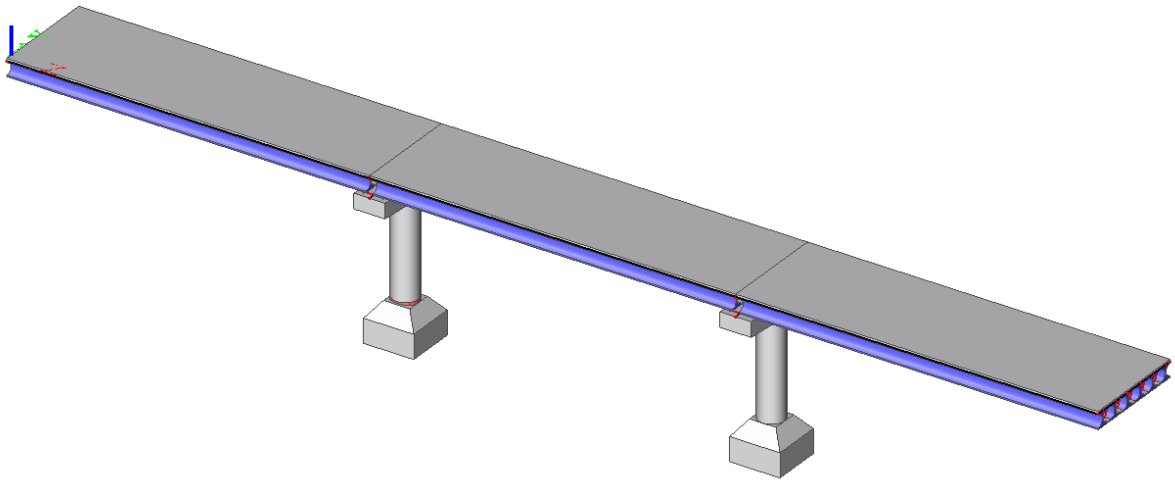
3.3.1 Priestorový model mostného objektu

Na vystihnutie priestorového správania sa konštrukcie bol vytvorený v prostredí programovom systéme Scia Engineer celkový dosko – prútový model mostu vrátane votknutých stojok pilierov a úložných prahov. Tento model slúži na určenie rozhodujúcich hodnôt vnútorných síl pre určenie zaťažiteľnosti jednotlivých limitujúcich prierezov danej nosnej konštrukcie. Konštrukcia je vyskladaná z 18 prútových prvkov – predpätých nosníkov „I – 62“ dĺžky 30,0 m, ktoré nie sú v pozdĺžnom smere prepojené. V priečnom smere je nosná konštrukcia tvorená šiestimi predpätými nosníkmi.

Jednotlivé nosníky sú prepojené dobetonávkami. V modeli sú namodelované tieto dobetonávky prútovými prvkami prierezu 0,12 x 1,0 m (1,0 m je osová vzdialenosť jednotlivých modelovaných prepojení a 0,12 m je ich teoretická hrúbka). Dĺžka týchto prútových prvkov je 420 mm, čo zodpovedá vzdialenosti okrajov pásnic nosníkov. Prúty dobetonávok majú na oboch koncoch modelované kĺby umožnujúce ich pootočenie (princíp žaluziovej dosky) a sú k systémovým osiam hlavných nosníkov pripojené pomocou tuhých väzieb.

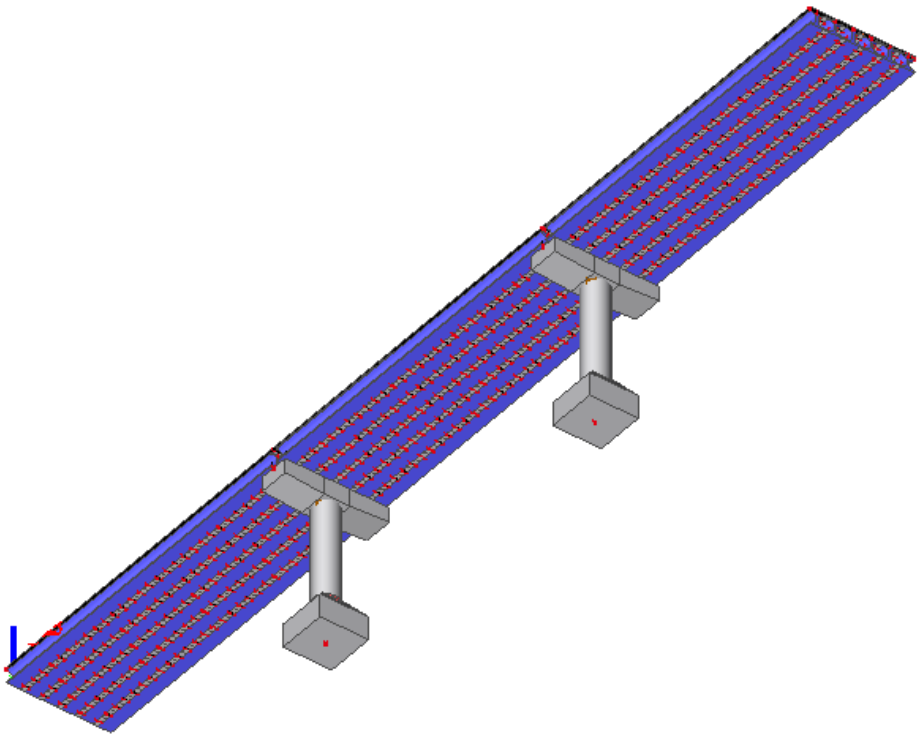
Každé pole nosnej konštrukcie je uložené ako prostý nosník. Hlavné nosníky sú na krajoch podopreté systémovými podperami a v mieste pilierov sú uložené na úložnom prahu (prútový prvok prierezu 2,60 m x 1,25 m-1,50 m) - pomocou nekonečne tuhého prvku, ktorému boli priradené kĺby umožňujúce pootočenia a posuny v závislosti od uvažovaného typu uloženia. Úložné prahy sú v modeli podopreté prútovými prvkami – železobetónovým prierezom drieku piliera valcového tvaru s priemerom 2,2 m, ktorý je do základu votknutý.

Vo výpočtovom modely boli modelované zaťaženia podľa TP 104 (Zaťažiteľnosť cestných mostov a lávok). Pre určenie rozhodujúcich polôh zaťaženia vzhľadom na jednotlivé posudzované prierezy boli vytvorené vplyvové plochy pre zaťaženie a následne bolo zaťaženie umiestnené na most podľa nich pre každý skúmaný prierez osobitne.

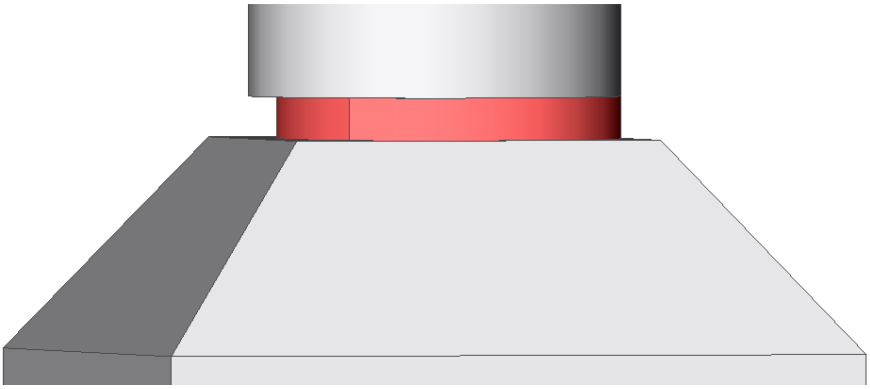


Obr. 56 Priestorový výpočtový model mostného objektu

Obr. 57 Výpočtový model - priečny rez.



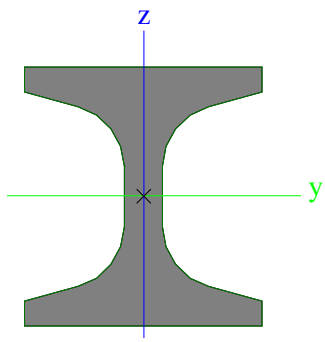
Obr. 58 Výpočtový model – pohľad zospodu



Obr. 59 Výpočtový model – detail oslabeného prierezu piliera v päte

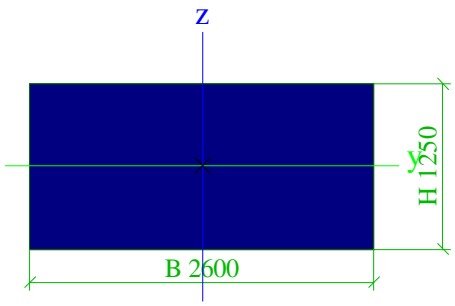
Tab. 19 Prierezy použité vo výpočtovom modely

HLAVNÝ NOSNÍK		
Typ	Všeobecný prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	C55/67 - Nosníky (EN1992-2)	
Výroba	všeobecný	
A [m ^{2}]	6,3250e-01	
A_y [m ^{2}], A_z [m ^{2}]	5,6474e-01	2,7964e-01
A_L [m ^{2}/m], A_D [m ^{2}/m]	6,0014e+00	6,0014e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	575	625
\ alfa [deg]	0,00	
I_y [m ^{4}], I_z [m ^{4}]	1,3610e-01	4,1546e-02
i_y [mm], i_z [mm]	464	256
$W_{el.y}$ [m ^{3}], $W_{el.z}$ [m ^{3}]	2,1776e-01	7,2254e-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}]	2,8118e-02	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0

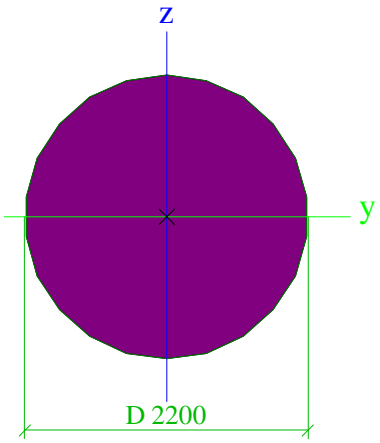


Úložný prah-Stred		
Typ	Obdĺžnik	
Detailný	1500; 2600	
Typ tvaru	Hrubostenný	
Materiálová položka	C50/60 - Piliere (EN1992-2)	
Výroba	betón	
A [m ^{2}]	3,9000e+00	
A $_y$ [m ^{2}], A $_z$ [m ^{2}]	3,2500e+00	3,2500e+00
A $_L$ [m ^{2}/m], A $_D$ [m ^{2}/m]	8,2000e+00	8,2000e+00
c $_{Y.UCS}$ [mm], c $_{Z.UCS}$ [mm]	1300	750
\ alfa [deg]	0,00	
I $_y$ [m ^{4}], I $_z$ [m ^{4}]	7,3125e-01	2,1970e+00
i $_y$ [mm], i $_z$ [mm]	433	751
W $_{el.y}$ [m ^{3}], W $_{el.z}$ [m ^{3}]	9,7500e-01	1,6900e+00
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}]	1,8710e+00	0,0000e+00
β $_y$ [mm], β $_z$ [mm]	0	0
Obrázok		
Úložný prah-Kraj		
Typ	Obdĺžnik	
Detailný	1250; 2600	
Typ tvaru	Hrubostenný	
Materiálová položka	C50/60 - Piliere (EN1992-2)	
Výroba	betón	
A [m ^{2}]	3,2500e+00	
A $_y$ [m ^{2}], A $_z$ [m ^{2}]	2,7083e+00	2,7083e+00
A $_L$ [m ^{2}/m], A $_D$ [m ^{2}/m]	7,7000e+00	7,7000e+00

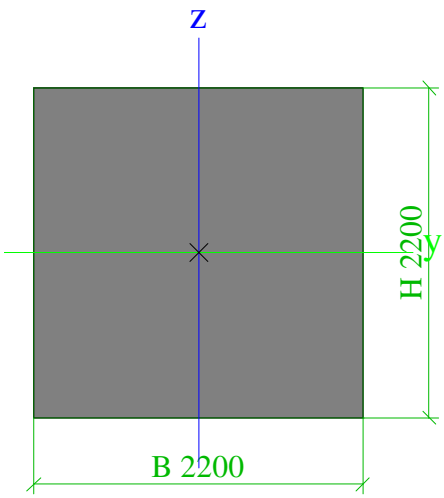
c Y.UCS [mm], c Z.UCS [mm]	1300	625
\ alfa [deg]	0,00	
I y [m 4], I z [m 4]	4,2318e-01	1,8308e+00
i y [mm], i z [mm]	361	751
W el.y [m 3], W el.z [m 3]	6,7708e-01	1,4083e+00
W pl.y [m 3], W pl.z [m 3]	0,0000e+00	0,0000e+00
M pl.y.+ [Nm], M pl.y.- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M pl.z.+ [Nm], M pl.z.- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d y [mm], d z [mm]	0	0
I t [m 4], I w [m 6]	1,1815e+00	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0
Obrázok		



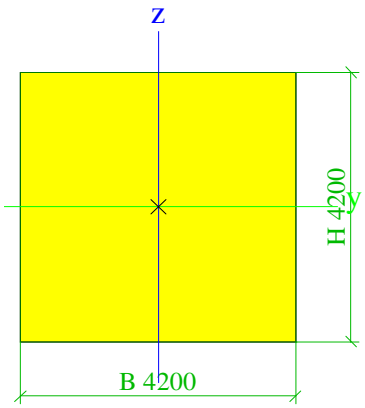
Pilier		
Typ	Kruh	
Detailný	2200	
Typ tvaru	Hrubostenný	
Materiálová položka	C50/60 - Piliere (EN1992-2)	
Výroba	betón	
A [m 2]	3,8013e+00	
A y [m 2], A z [m 2]	3,4212e+00	3,4212e+00
A L [m 2/m], A D [m 2/m]	6,9112e+00	6,9112e+00
c Y.UCS [mm], c Z.UCS [mm]	1100	1100
\ alfa [deg]	0,00	
I y [m 4], I z [m 4]	1,1499e+00	1,1499e+00
i y [mm], i z [mm]	550	550
W el.y [m 3], W el.z [m 3]	1,0454e+00	1,0454e+00
W pl.y [m 3], W pl.z [m 3]	1,7747e+00	1,7747e+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]	2,2998e+00	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0



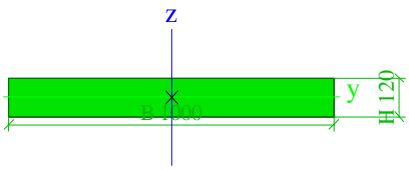
Obrázok		
Pilier-Pätka vrch		
Typ	Obdĺžnik	
Detailný	2200; 2200	
Typ tvaru	Hrubostenný	
Materiálová položka	C50/60 - Piliere (EN1992-2)	
Výroba	betón	
A [m ^{2}]	4,8400e+00	
A_y [m ^{2}], A_z [m ^{2}]	4,0333e+00	4,0333e+00
A_L [m ^{2}/m], A_D [m ^{2}/m]	8,8000e+00	8,8000e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	1100	1100
\ alfa [deg]	0,00	
I_y [m ^{4}], I_z [m ^{4}]	1,9521e+00	1,9521e+00
i_y [mm], i_z [mm]	635	635
$W_{el.y}$ [m ^{3}], $W_{el.z}$ [m ^{3}]	1,7747e+00	1,7747e+00
$W_{pl.y}$ [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}]	3,2967e+00	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrázok		
Pilier-Pätka spodok		
Typ	Obdĺžnik	
Detailný	4200; 4200	
Typ tvaru	Hrubostenný	
Materiálová položka	C50/60 - Piliere (EN1992-2)	
Výroba	betón	
A [m ^{2}]	1,7640e+01	
A_y [m ^{2}], A_z [m ^{2}]	1,4700e+01	1,4700e+01
A_L [m ^{2}/m], A_D [m ^{2}/m]	1,6800e+01	1,6800e+01



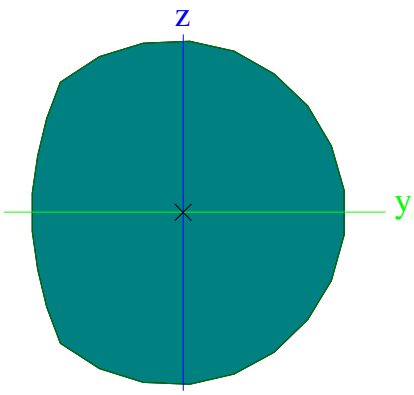
c Y.UCS [mm], c Z.UCS [mm]	2100	2100
\ alfa [deg]	0,00	
I y [m 4], I z [m 4]	2,5931e+01	2,5931e+01
i y [mm], i z [mm]	1212	1212
W el.y [m 3], W el.z [m 3]	1,2348e+01	1,2348e+01
W pl.y [m 3], W pl.z [m 3]	0,0000e+00	0,0000e+00
M pl.y.+ [Nm], M pl.y.- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M pl.z.+ [Nm], M pl.z.- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d y [mm], d z [mm]	0	0
I t [m 4], I w [m 6]	4,3791e+01	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0
Obrázok		
Pomocne pruty		
Typ	Obdĺžnik	
Detailný	Číselný	
Rovinný vzper y-y, Rovinný vzper z-z	d	d
A [m 2]	1,0000e+06	
A y [m 2], A z [m 2]	8,3333e+05	8,3333e+05
A L [m 2 /m], A D [m 2 /m]	4,0000e+03	4,0000e+03
c Y.UCS [mm], c Z.UCS [mm]	500000	500000
\ alfa [deg]	0,00	
I y [m 4], I z [m 4]	8,3333e+10	8,3333e+10
i y [mm], i z [mm]	288675	288675
W el.y [m 3], W el.z [m 3]	1,6667e+08	1,6667e+08
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]	1,4073e+11	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0
Dobetonávka - Nosníky		
Typ	Obdĺžnik	



Detailný	120; 1000	
Typ tvaru	Hrubostenný	
Materiálová položka	C30/37	
Výroba	betón	
A [m ^{2}]	1,2000e-01	
A $_y$ [m ^{2}], A $_z$ [m ^{2}]	1,0000e-01	1,0000e-01
A $_L$ [m ^{2}/m], A $_D$ [m ^{2}/m]	2,2400e+00	2,2400e+00
c $_{Y.UCS}$ [mm], c $_{Z.UCS}$ [mm]	500	60
\ alfa [deg]	0,00	
I $_y$ [m ^{4}], I $_z$ [m ^{4}]	1,4400e-04	1,0000e-02
i $_y$ [mm], i $_z$ [mm]	35	289
W $_{el.y}$ [m ^{3}], W $_{el.z}$ [m ^{3}]	2,4000e-03	2,0000e-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}]	5,3245e-04	0,0000e+00
β $_y$ [mm], β $_z$ [mm]	0	0
Obrázok		



Oslabeny prierez piliera		
Typ	Všeobecný prierez	
Typ tvaru	Hrubostenný	
Materiálová položka	C50/60 - Piliere (EN1992-2)	
Výroba	všeobecný	
A [m ^{2}]	3,5628e+00	
A $_y$ [m ^{2}], A $_z$ [m ^{2}]	3,1693e+00	3,1650e+00
A $_L$ [m ^{2}/m], A $_D$ [m ^{2}/m]	6,7393e+00	6,7393e+00
c $_{Y.UCS}$ [mm], c $_{Z.UCS}$ [mm]	63	0
\ alfa [deg]	0,00	
I $_y$ [m ^{4}], I $_z$ [m ^{4}]	1,1137e+00	9,2212e-01
i $_y$ [mm], i $_z$ [mm]	559	509
W $_{el.y}$ [m ^{3}], W $_{el.z}$ [m ^{3}]	1,0126e+00	8,8934e-01



$W_{pl.y}$ [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]	2,7860e+00	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	-11
Obrázok		

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
\ 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
$M_{pl.z.-}$	Plastický moment k hlavnej osi z pre záporný moment Mz

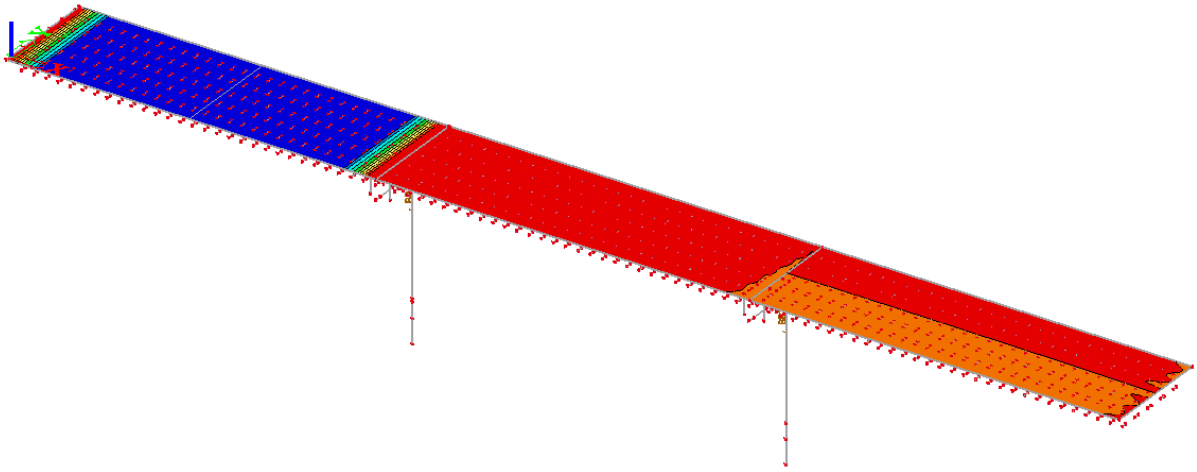
d_y	Súradnica stredu šmyku v hlavnom smere y meraná od ťažiska
d_z	Súradnica stredu šmyku v hlavnom smere z meraná od ťažiska
I_t	Konštanta krútenia
I_w	Konštanta deplanácie
β_y	Konštanta monosymetrie k hlavnej osi y
β_z	Konštanta monosymetrie k hlavnej osi z

Tab. 20 Materiály použité vo výpočtovom modely

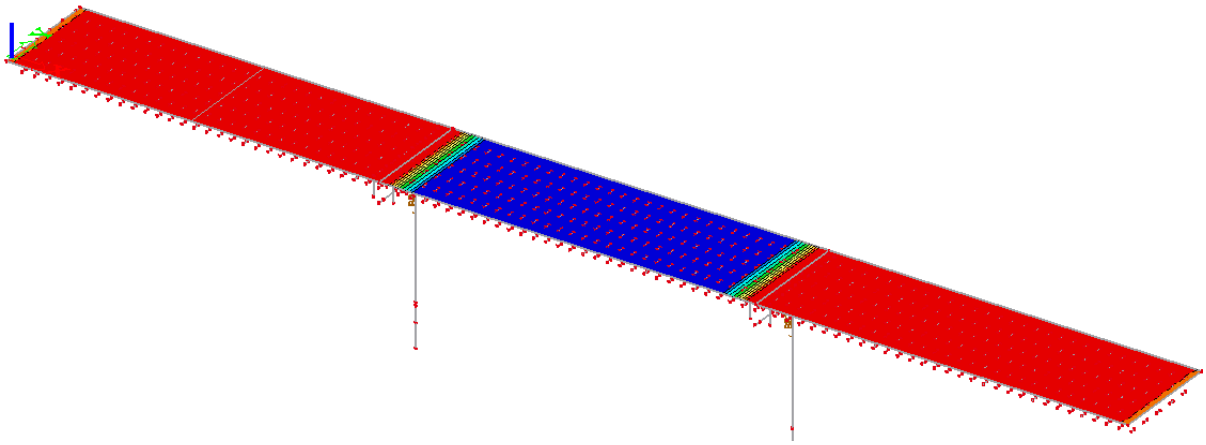
Názov	Typ	ρ [kg/m³]	Hustota v čerstvom stave [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c.k.28}$ [MPa]
C25/30	Betón	2500,0	2600,0	3,1500e+04	0.2	0,00	25,00
C30/37	Betón	2500,0	2600,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00
C55/67 - Nosníky	Betón	2500,0	2600,0	3,8200e+04	0.2	0,00	55,00
C30/37 NULOVÝ BETON	Betón	0,0	2600,0	5,0000e+02	0.2	0,00	0,01
C50/60-BEZ TIAZE	Betón	0,0	2600,0	3,7300e+04	0.2	0,00	50,00

Názov	Typ	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	$f_{y.k}$ [MPa]
B 400A	Betonárska výstuž	7850,0	2,0000e+05	8,3333e+04	0,00	400,0

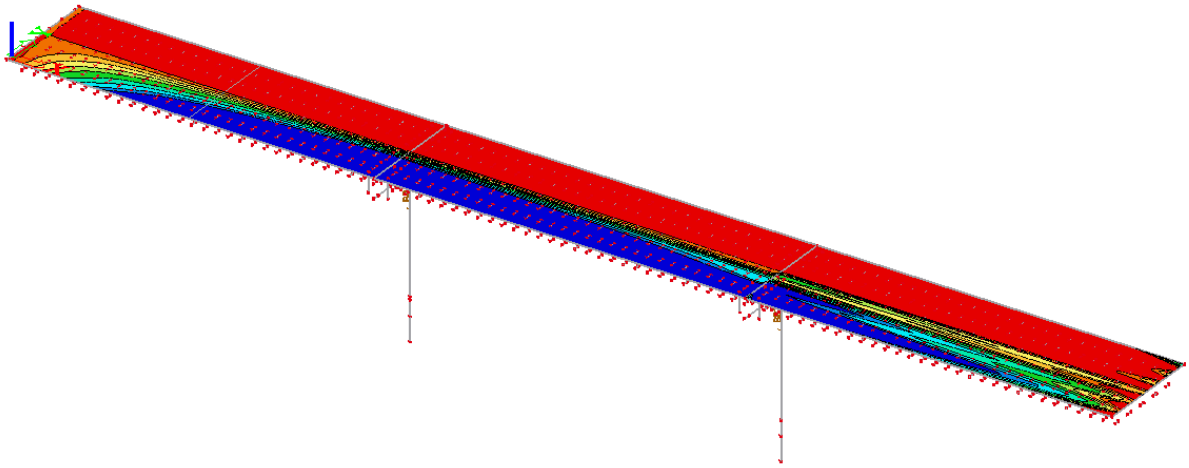
3.4 Vplyvové plochy pre určenie polohy zaťaženia



Obr. 60 Vplyvová plocha pre určenie polohy premenného zaťaženia dopravou, vyvodzujúceho maximálny ohybový moment v strede poľa 1



Obr. 61 Vplyvová plocha pre určenie polohy premenného zaťaženia dopravou, vyvodzujúceho maximálny ohybový moment v strede poľa 2



Obr. 62 Vplyvová plocha pre určenie polohy premenného zaťaženia dopravou, vyvodzujúceho maximálny ohybový moment v bet. drieku piliera

3.5 Výpočet zaťaženia

Zaťaženie

Stále zaťaženie - Vlastná tiaž nosnej konštrukcie (G_0)

Je vygenerovaná výpočtovým programom. Program počíta pri použití betónu s objemovou tiažou betónu 26,0kN/m3.

Stále zaťaženie - Nemodelované súčasti konštrukcie (G_{11})

►Predpoklady výpočtu: Zaťaženie tiažou vozovky a dalších vodorovných konštrukcií uvažujem ako plošné rovnomerné vždy s intenzitou vyplívajúcou z priemernej hrúbky daného prvku. V prípade existujúcich ríms je celá konštrukcia rímsy uvažovaná z betónu.

Výpočet hodnoty spojitých plošných zaťaženi:

Objemové tieže jednotlivých materiálov:

- betón $\gamma_b := 26\ kN \cdot m^{-3}$
- vozovka $\gamma_{voz} := 24\ kN \cdot m^{-3}$

Dimenzie jednotlivých prvkov konštrukcie:

►**Hrúbka:** Vozovka $h_{voz} := 160\ mm$
Betón $h_{bet} := 50\ mm$
ŽB. rímsy $h_{rím} := 260\ mm$

►**Zaťažovacia šírka:** Vozovka $b_{voz} := 6.5\ m$
Betón $b_{bet} := 9.0\ m$
ŽB. rímsy $b_{rím.L} := 1.55\ m$
$b_{rím.P} := 1.55\ m$

►**Roznášacia šírka zaťaženia:** Vozovka $s_{voz} := 6.5\ m$
Betón $s_{bet} := 9.0\ m$
ŽB. rímsy $s_{rím.L} := 1.25\ m$
$s_{rím.P} := 1.25\ m$

Hodnoty plošných zaťažení:

$$g_{voz} := \frac{h_{voz} \cdot b_{voz} \cdot \gamma_{voz}}{s_{voz}} = 3.84\ kN \cdot m^{-2}$$

$$g_{rím.L} := \frac{h_{rím} \cdot b_{rím.L} \cdot \gamma_b}{s_{rím.L}} = 8.382\ kN \cdot m^{-2}$$

$$g_{rím.P} := \frac{h_{rím} \cdot b_{rím.P} \cdot \gamma_b}{s_{rím.P}} = 8.382\ kN \cdot m^{-2}$$

$$g_{beton.doska} := \frac{h_{bet} \cdot b_{bet} \cdot \gamma_b}{s_{bet}} = 1.3\ kN \cdot m^{-2}$$

Zábradlove zvodidlo: $g_z := 1.2\ kN \cdot m^{-1}$

Premenné zaťaženie
Teplotné účinky

Počiatočná teplota mosta - predpokladaná:	$T_0 := 10$	*...STN EN 1991-1-5, príloha A, str. 26*
Súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti:	$\alpha_t := 0.00001$	*...STN EN 1991-1-5, tabulka C1, str. 30*
Hodnota maximálnej rovnomernej zložky teploty mosta:	$T_{max} := 40$	*...STN EN 1991-1-5/NA, mapy s izotermami, str. 6*
Hodnota minimálnej rovnomernej zložky teploty mosta:	$T_{min} := -32$	*...STN EN 1991-1-5/NA, mapy s izotermami, str. 6*

Zložka rovnomernej teploty (T_N)

Typ nosnej konštrukcie - 3 *...STN EN 1991-1-5, obrázok. 6.2, str. 21*

Maximálna teplota vzduchu: $T_{e.max} := T_{max} + 2 = 42$ *...STN EN 1991-1-5/AC, obrázok. 6.1, str. 4*

Minimálna teplota vzduchu: $T_{e.min} := T_{min} + 8 = -24$

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty mosta pri skracovaní: $\Delta T_{N.con} := T_0 - T_{e.min} = 34$ *...STN EN 1991-1-5, (6.1), str. 17*

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty mosta pri predlžovaní: $\Delta T_{N.exp} := T_{e.max} - T_0 = 32$ *...STN EN 1991-1-5, (6.1), str. 17*

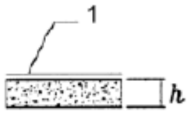
Teplotný spád (T_M)

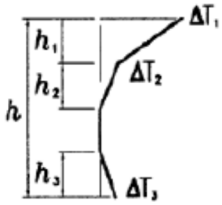
Vertikálny lineárny teplotný spád bol uvažovaný pre typ nosnej konštrukcie Typ 3, Betónová doska a kryt vozovky hrúbky 90mm.

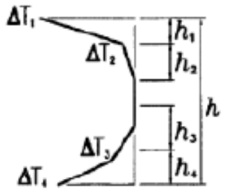
Pre betónovú konštrukciu s vozovkou: $\Delta T_{M.heat} := 0.7 \cdot 15 = 10.5$ a $\Delta T_{M.cool} := 1.0 \cdot 8 = 8$

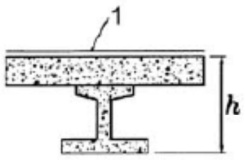
Pre betónovú konštrukciu bez vozovky: $\Delta T_{M.heat.v} := 0.8 \cdot 15 = 12$ a $\Delta T_{M.cool.v} := 1.1 \cdot 8 = 8.8$

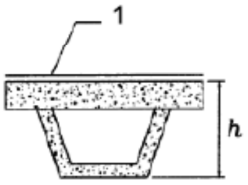
...STN EN 1991-1-5, str. 18

<table>
<tr><th rowspan="2">Typ konštrukcie</th><th colspan="2">Teplotný spád ΔT</th></tr>
<tr><th>a) ohrievanie</th><th>b) ochladzovanie</th></tr>
<tr><td> 

3a. Betónová doska</td><td rowspan="3"> 

$h_1 = 0{,}3h$ ale $\leq 0{,}15$ m
$h_2 = 0{,}3h$ ale $\geq 0{,}10$ m
ale $\leq 0{,}25$ m
$h_3 = 0{,}3h$ ale $\leq$ (0,10 m + hrúbka povrchovej úpravy v m)
(pre tenké dosky je h_3 limitované hodnotou
$h - h_1 - h_2$)
<table>
<tr><th>h [m]</th><th>ΔT_1 [°C]</th><th>ΔT_2 [°C]</th><th>ΔT_3 [°C]</th></tr>
<tr><td>≤0,2</td><td>8,5</td><td>3,5</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>0,4</td><td>12,0</td><td>3,0</td><td>1,5</td></tr>
<tr><td>0,6</td><td>13,0</td><td>3,0</td><td>2,0</td></tr>
<tr><td>≥0,8</td><td>13,0</td><td>3,0</td><td>2,5</td></tr>
</table></td><td rowspan="3"> 

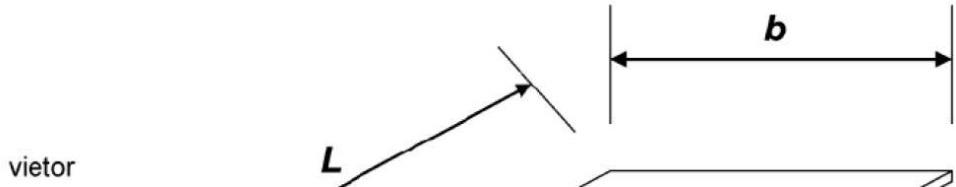
$h_1 = h_4 = 0{,}20h$ ale $\leq 0{,}25$ m
$h_1 = h_4 = 0{,}20h$ ale $\leq 0{,}25$ m
<table>
<tr><th>h [m]</th><th>ΔT_1 [°C]</th><th>ΔT_2 [°C]</th><th>ΔT_3 [°C]</th><th>ΔT_4 [°C]</th></tr>
<tr><td>≤0,2</td><td>-2,0</td><td>-0,5</td><td>-0,5</td><td>-1,5</td></tr>
<tr><td>0,4</td><td>-4,5</td><td>-1,4</td><td>-1,0</td><td>-3,5</td></tr>
<tr><td>0,6</td><td>-6,5</td><td>-1,8</td><td>-1,5</td><td>-5,0</td></tr>
<tr><td>0,8</td><td>-7,6</td><td>-1,7</td><td>-1,5</td><td>-6,0</td></tr>
<tr><td>1,0</td><td>-8,0</td><td>-1,5</td><td>-1,5</td><td>-6,3</td></tr>
<tr><td>≥1,5</td><td>-8,4</td><td>-0,5</td><td>-1,0</td><td>-6,5</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td> 

3b. Betónový nosník</td></tr>
<tr><td> 

3c. Betónový komorový nosník</td></tr>
<tr><td colspan="3">Legenda 1 Hrúbka povrchovej úpravy 100 mm</td></tr>
</table>

Zaťaženie vetrom

Smery uvažovaného pôsobenia vetra na most:



Celková zaťažovacia výška: $d_{tot} := 1.5\ m + 2.0\ m = 3.5\ m$

Celková šírka nosnej konštrukcie: $\check{s}_{nk} := 9.6\ m$ => $B := \check{s}_{nk}$

Pomer: $\frac{B}{d_{tot}} = 2.743$ =>súčiniteľ $c_{f.x0} := 1 + 0.3 \cdot \left(5 - \frac{B}{d_{tot}}\right) = 1.677$

Most sa nachádza v nechránenej expozícií => Kategória terénu 2 , Veterná oblasť 2.

Referenčná výška konštrukcie nad terénom pre zaťaženie vetrom: $z_e := 14.2\ m$

Dĺžka nosnej konštrukcie na ktorú pôsobí vietor: $L_v := 91.820\ m$

Základná rýchlosť vetra: $v_{b.0} := 26\ m \cdot s^{-1}$

Hustota vzduchu: $\rho_w := 1.25\ kg \cdot m^{-3}$

Základný tlak vetra: $q_b := \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot v_{b.0}^{\ 2} = 0.423\ kN \cdot m^{-2}$

$z_{0.II} := 0.05\ m \quad z_0 := 0.05\ m \quad k_r := 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0.II}}\right)^{0.07}$

$z := z_e$

Súčinitel drsnosti: $c_{r.z} := k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 1.073 \qquad z_{min} := 2\ m$

Súčiniteľ orografie: $c_{0.z} := 1$

Stredná rýchlosť vetra $v_{m.z}$: $v_{m.z} := c_{r.z} \cdot c_{0.z} \cdot v_{b.0} = 27.906\ m \cdot s^{-1}$

Špičkový tlak vetra (Veterná oblasť, Výška z_e,Kat. ter.): $q_{pz} := 0.8798\ kN \cdot m^{-2}$

Súčiniteľ vystavenia konštrukcie vetru: $c_e := \frac{q_{pz}}{q_b} = 2.082$

Výsledný súčiniteľ pre zaťaženie mostu vetrom: $C := c_e \cdot c_{f.x0} = 3.492$

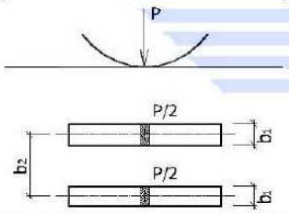
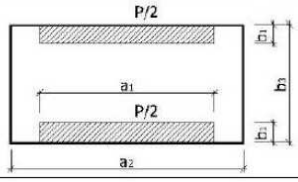
Referenčná plocha na ktorú pôsobí vietor: $A_{ref} := d_{tot} \cdot L_v = 321.37\ m^2$

Zaťaženie vetrom pôsobiace na m^1 konštrukcie mostu: smer "x" $q_{w.x} := \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot v_{m.z}^{\ 2} \cdot C \cdot d_{tot} = 5.949\ kN \cdot m^{-1}$

smer "y" $q_{w.y} := 0.25\ q_{w.x} = 1.487\ kN \cdot m^{-1}$

Premenné zaťaženie na určenie zaťažitelnosti mosta
Zaťaženie podľa ČSN 73 6202 (Pôvodný návrh konštrukcie mosta)

►Zaťaženie pre potreby porovnávacieho statického výpočtu (z roku 1953 - Zatížení a statický výpočet mostú)

Alternativy zatížení		Pro třídu mostu		
		A	B	C
	P [t]	15		10
	b_1 [m]	0,5		0,35
	b_2 [m]	≥ 1,5		≥ 1,5
	P [t]	60	30	15
	b_1 [m]	0,5	0,5	0,35
	b_2 [m]	3,0	2,5	2,0
	a_1 [m]	4,5	3,5	2,5
	a_2 [m]	7	6	5
Rovnoměrné zatížení [kg/m²]	0 až 30m	600	500	400
	30 až 130m	660-2ℓ	530-ℓ	430-ℓ
	nad 130 m	400		300
Přímkové zatížení napříč mostu [t/m]		3		2

Poznámka: *Pre prepočet rozdielu medzi súčasným a pôvodným zaťažením boli použité charakteristické hodnoty zaťažení.*

Plošné zaťaženie od pásového vozidla: $q_{pas.voz} := \frac{600\ kN}{2 \cdot 0.5\ m \cdot 4.5\ m} = 133.333\ kN \cdot m^{-2}$

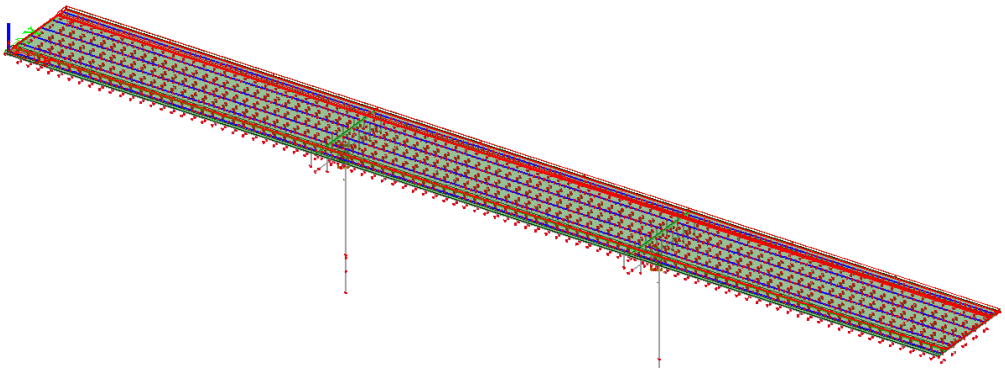
Plošné zaťaženie rovnomerné: $q_{rovn} := 6.0\ kN \cdot m^{-2}$

Dynamický súčiniteľ zaťaženia:

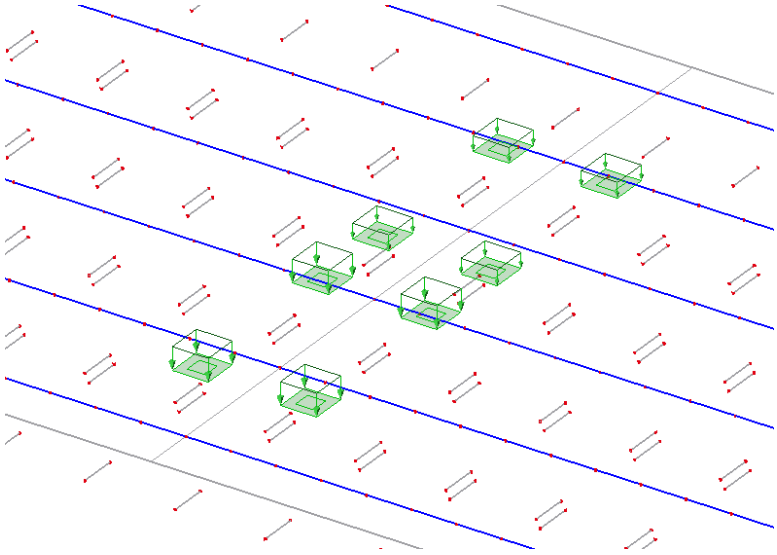
Dynamický součinitel pro mostní konstrukce					
Rozpětí (m)	Ocelové, lehké ocelobetonové spřažené	Železobetonové, ocelobetonové nespřažené, z předpjatého betonu	Klenbové s nadnásypem při tloušťce násypu ve vrcholu		Dřevěné
			do 0,50 m	nad 1,50 m	
0 až 5	1,45	1,40	1,30	1,00	1,00
10	1,35	1,30	1,20		
15	1,30	1,25	1,15		
20	1,25	1,20	1,10		
25	1,20	1,15	1,05		
40	1,15	1,10	1,00		
60	1,10	1,05	1,00		
100	1,05	1,00	1,00		
150	1,00	1,00	1,00		

$l_{eff} := 29$

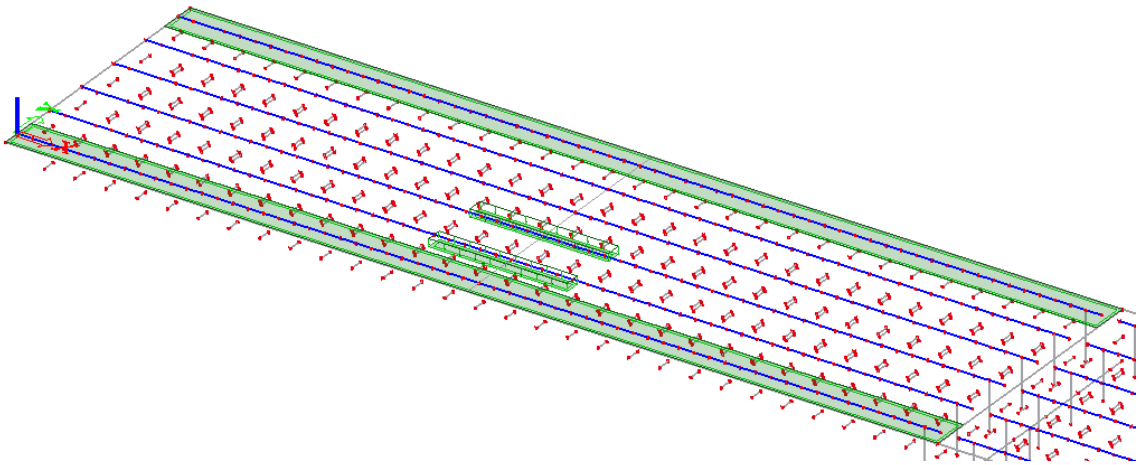
Dynamický súčiniteľ : $\varphi := (40 - 29) \cdot \left(\frac{1.15 - 1.10}{40 - 25}\right) + 1.10 = 1.137$



Obr. 63 Rozmiestnenie zložiek stáleho zaťaženia na moste

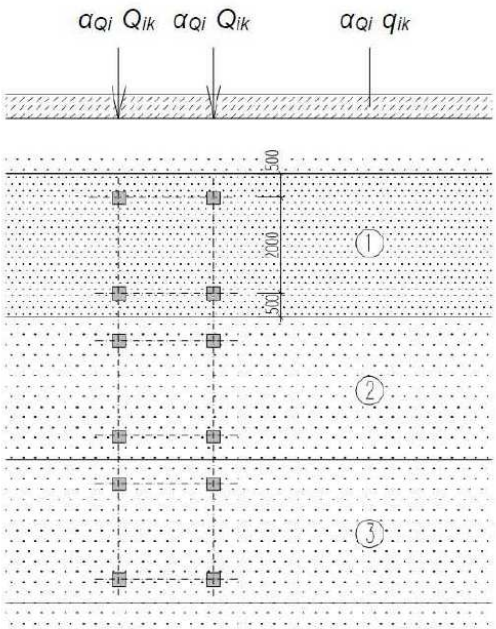


Obr. 64 Jedna z polôh zaťažovacieho modelu „LM1“ – časť TS



Obr. 65 Jedna z polôh historického modelu zaťaženia pre určenie únosnosti nosnej konštrukcie v rámci porovnávacieho výpočtu

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. 66 Schéma zaťažovacieho modelu LM1

Zaťažovací model pre Výhradné zaťaženie (Výhradná zaťažitelnosť):

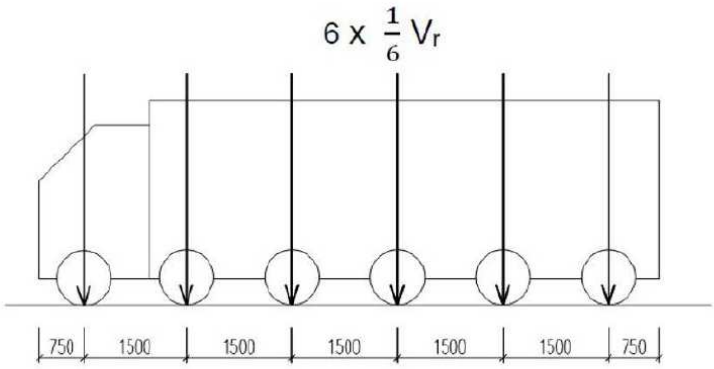
Model vozidla pre výhradnú zaťažiteľnosť zodpovedá triede zvláštnych vozidiel 900/150 podľa STN EN 1991-2 čl. A.2(1).

Rozmer kolesa: $F_r := 75\ kN$

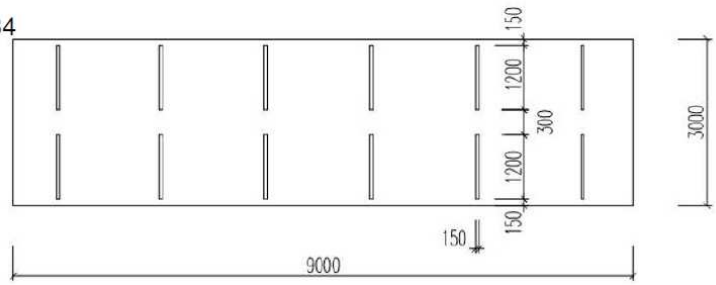
Rozmer kolesa : 1,2m x 0,15m

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

Ovplyvnená dlžka zaťažením pre výpočet dynamického súčinitela: $L_{m.k} := 30.0$ [m]

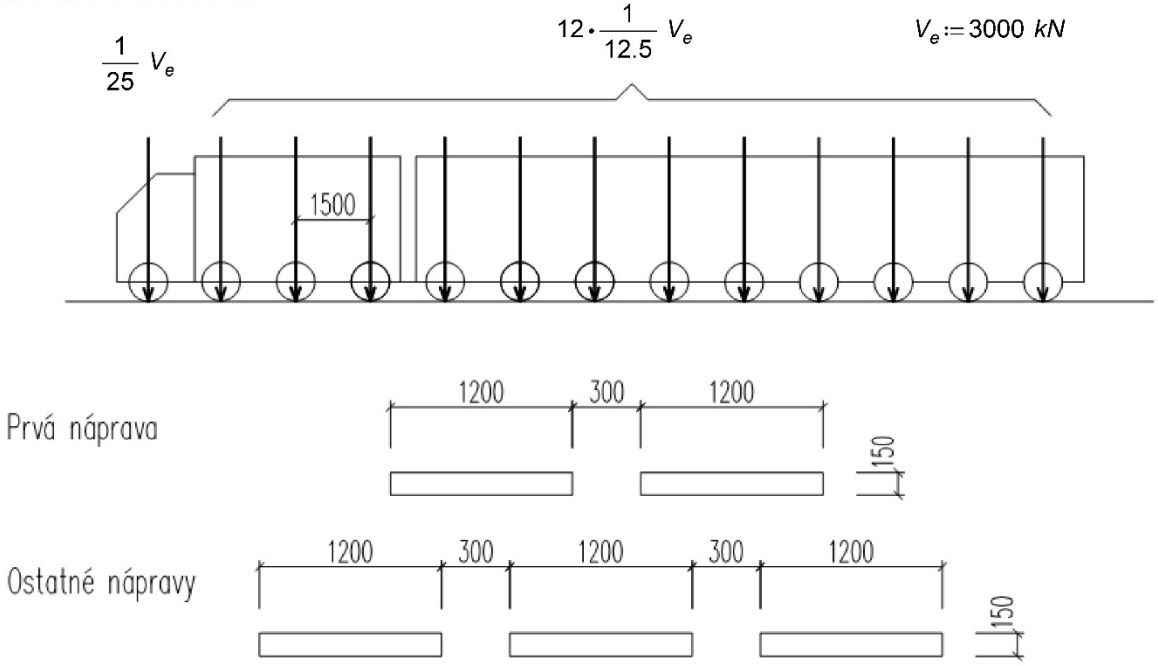


Dynamický súčiniteľ: $\varphi := 1.4 - \frac{L_{m.k}}{500} = 1.34$



Obr. 67 Schéma zaťažovacieho modelu pre výhradné zaťaženie

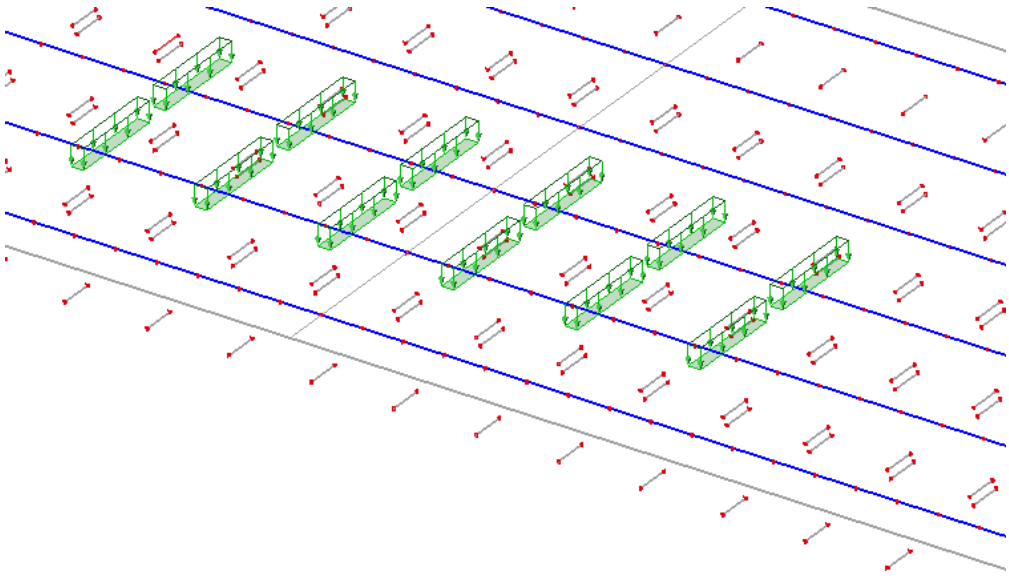
Zaťažovací model pre Výnimočné zaťaženie (Výnimočná zaťažitelnosť):
=>Model vozidla pre výnimočnú zaťažiteľnosť zodpovedá triede zvláštnych vozidiel 3000/240 podľa A.2(1) STN EN 1991-2. Schéma vozidla je na obrázku 4. Pre umiestnenie vozidla na moste platí čl. 2.16 STN EN 1991-2/NA.



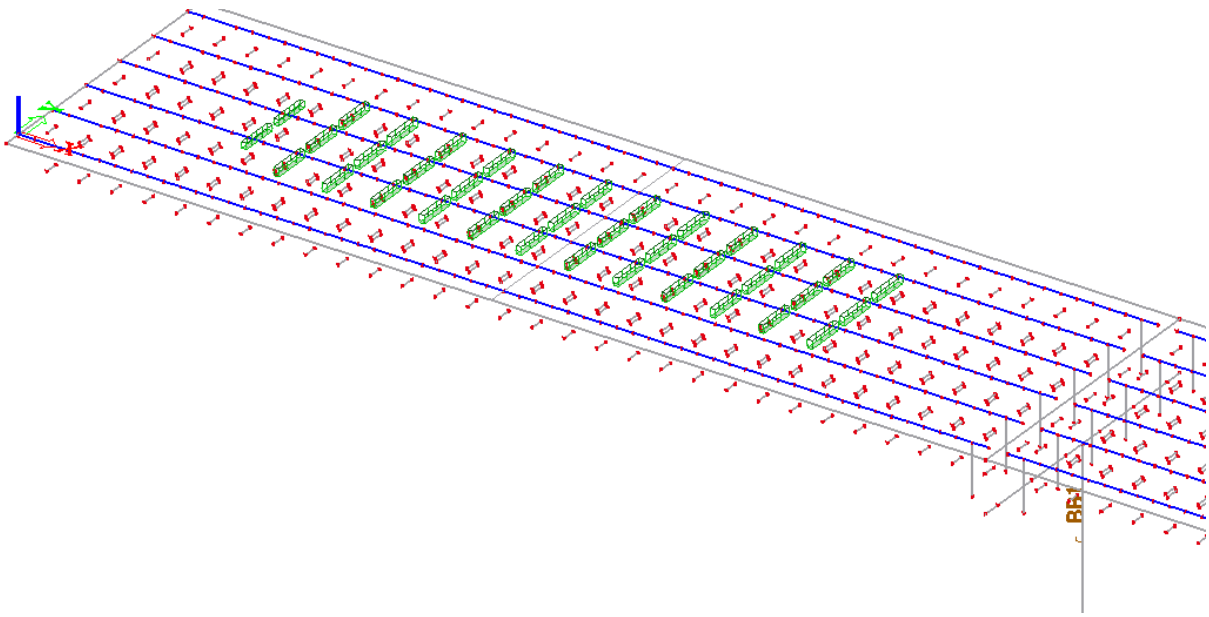
Obr. 68 Schéma zaťažovacieho modelu pre výnimočné zaťaženie

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. 69 Jedna z polôh zaťažovacieho modelu 900/150



Obr. 70 Jedna z polôh zaťažovacieho modelu 3000/240

Tab. 21 Zaťažovacie stavy vo výpočtovom modely

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Dĺžka trvania	Vzorový zaťažovací stav
	Spec	Typ zaťaženia			
VLASTNÁ TIAZ		Stále Vlastná tiaž	LG1		
OSTATNÉ STÁLE ZAŤAŽENIE		Stále Štandard	LG2		
Vplyvová plocha - Moment pole 1		Stále Štandard	LG2		
Vplyvová plocha - Moment Pole 2	Štandard	Premenné Statické	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
Vplyvová plocha - Moment priečnik P1-2		Stále Štandard	LG2		
Vplyvová plocha - Pilier		Stále Štandard	LG2		
TEPLOTA - Oteplenie	Teplota	Premenné Statické	Teplota		Žiadny
TEPLOTA - Ochladenie	Teplota	Premenné Statické	Teplota		Žiadny
WN P1 - TS	Štandard	Premenné Statické	TS	Krátkodobé	Žiadny
WN P2 - TS	Štandard	Premenné Statické	TS	Krátkodobé	Žiadny
WN Priečnik P1-2- TS	Štandard	Premenné Statické	TS	Krátkodobé	Žiadny
WN Pilier TS	Štandard	Premenné Statické	TS	Krátkodobé	Žiadny
WN Vodorovné účinky		Premenné	Vodorovne učinky	Krátkodobé	Žiadny

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Dĺžka trvania	Vzorový zaťažovací stav
	Spec	Typ zaťaženia			
	Štandard	Statické			
WN P1 - UDL		Premenné	UDL	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
WN P2 - UDL		Premenné	UDL	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
WN Priečnik - P1-2 -UDL		Premenné	UDL	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
WN Pilier UDL		Premenné	UDL	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Výhradná zaťažitelnosť - P1		Premenné	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Výhradná zaťažitelnosť - P2		Premenné	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Výhradná zaťažitelnosť - Priečnik P1-2		Premenné	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Výhradná zaťažitelnosť - Pilier		Premenné	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Výnimočná zaťažitelnosť - P1		Premenné	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Výnimočná zaťažitelnosť - P2		Premenné	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Výnimočná zaťažitelnosť - Priečnik P1-2		Premenné	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Výnimočná zaťažitelnosť - Pilier		Premenné	UDL	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Historické zaťaženie - Pásové vozidlo+Chodníky		Premenné	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Historické zaťaženie - Plošné rovnomerné a priamkové zaťaženie		Premenné	Zv. Vozidla	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			
Zaťaženie vetrom	Vietor	Premenné	Vietor	Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické			

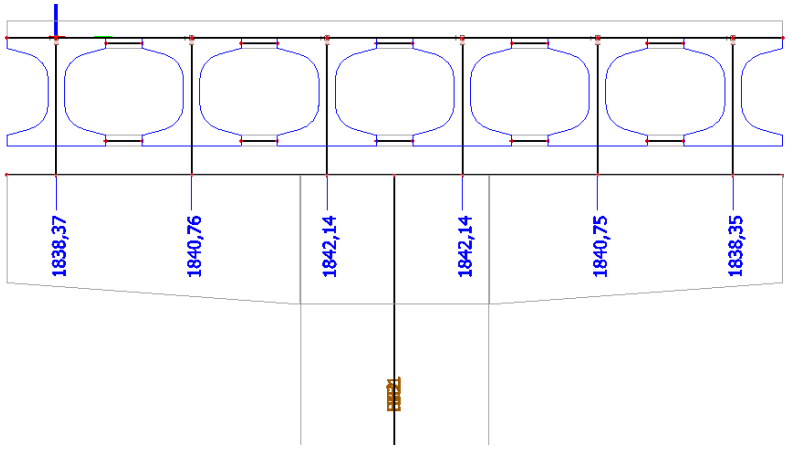
Tab. 22 Zaťažovacie skupiny vo výpočtovom modely

Názov	Zaťaženie	Špecifikácia	Typ
LG1	Stále		
LG2	Stále		
Teplota	Premenné	Štandard	Účinky teploty - Tk
TS	Premenné	Výberová	Zaťaženie dopravou - gr1a - TS
UDL	Premenné	Výberová	Zaťaženie dopravou - gr1a - UDL
Zv. Vozidla	Premenné	Výberová	Zaťaženie dopravou - gr5 - zvláštne vozidlá
Vodorovne učinky	Premenné	Výberová	Zaťaženie dopravou - gr2 - vodorovné sily
Vietor	Premenné	Výberová	Zaťaženie vetrom - FWk - trvalé

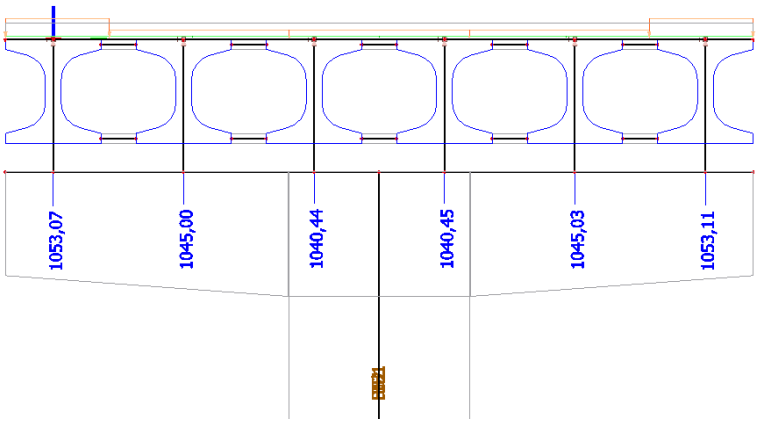
3.6 Rozhodujúce vnútorné sily

Poznámka:

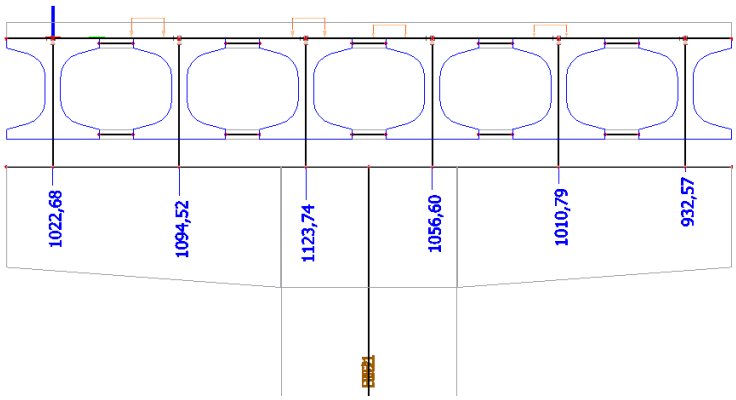
Pre zjednodušenie budú v nasledujúcom uvádzané len niektoré vzorové priebehy vnútorných síl na konštrukcii. Rozhodujúce vnútorné sily pre dané posudzované prierezy sú uvedené v kap. 3.7, 3.8 a 3.9 v rámci výpočtu odolnosti daných prierezov.



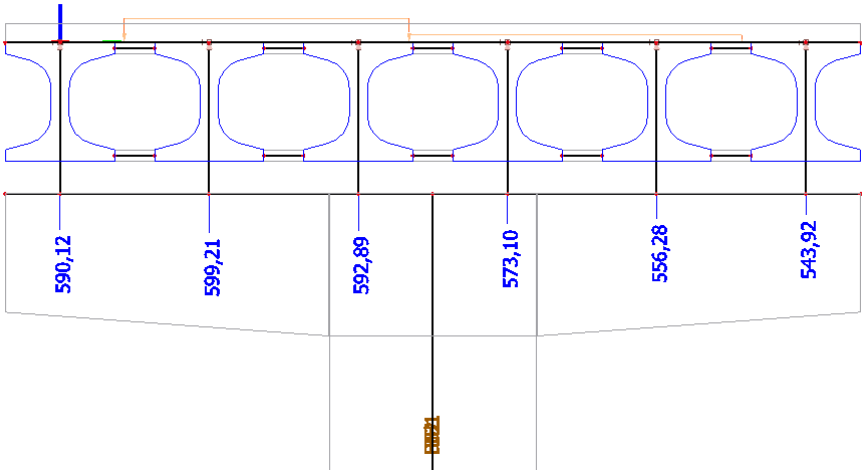
Obr. 71 Priebeh ohybových momentov od vlastnej tiaže na nosníkoch nosnej konštrukcie



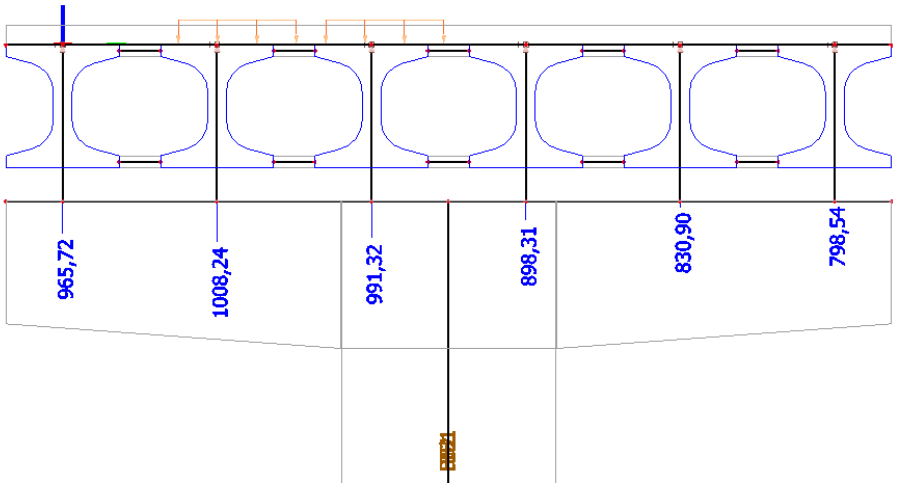
Obr. 72 Priebeh ohybových momentov od stáleho zaťaženia na nosníkoch nosnej konštrukcie



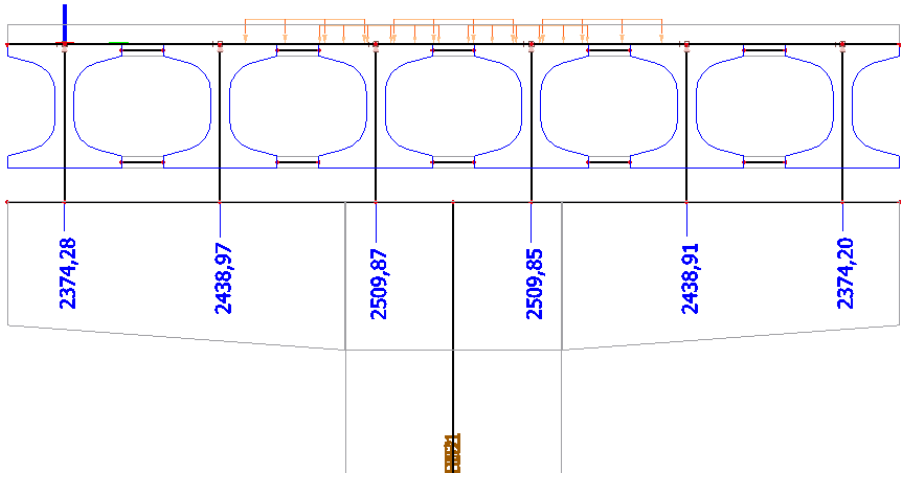
Obr. 73 Priebeh ohybových momentov od TS modelu „LM1“ pre určenie normálnej zaťažiteľnosti na nosníkoch nosnej konštrukcie



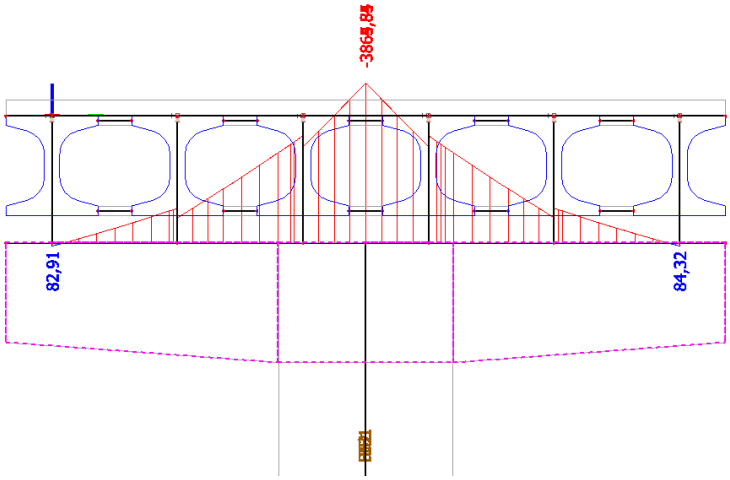
Obr. 74 Priebeh ohybových momentov od UDL modelu „LM1“ pre určenie normálnej zaťažiteľnosti na nosníkoch nosnej konštrukcie



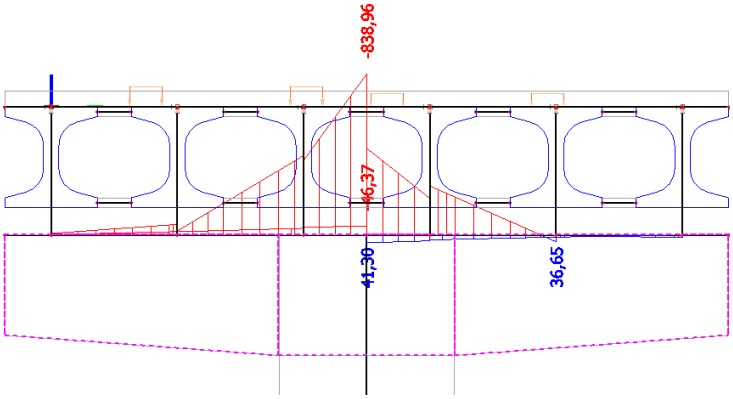
Obr. 75 Priebeh ohybových momentov od modelu 900/150 pre určenie výhradnej zaťažiteľnosti na nosníkoch nosnej konštrukcie



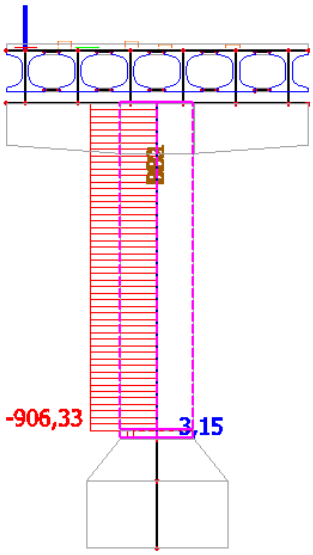
Obr. 76 Priebeh ohybových momentov od modelu 3000/240 pre určenie výnimočnej zaťažiteľnosti na nosníkoch nosnej konštrukcie



Obr. 77 Priebeh ohybových momentov od vlastnej tiaže konštrukcie na úložnom prahu piliera



Obr. 78 Priebeh ohybových momentov od TS modelu „LM1“ pre určenie normálnej zaťažiteľnosti úložného prahu piliera



Obr. 79 Priebeh normálových síl od TS modelu „LM1“ pre určenie normálnej zaťažiteľnosti piliera

3.7 Výpočet únosnosti a zaťažitelnosti nosnej konštrukcie

Poznámka:

Nosná konštrukcia pôsobí ako „žalúziová doska“ zložená zo vzájomne prepojených tyčových predpätých prefabrikátov. Detailné informácie o množstve, ale hlavne o geometrii a i velkosti predpínacieho napätia nebolo možné zistiť. Z uvedeného dôvodu na výpočet únosnosti je použitý porovnávací výpočet.

Tab. 23 Tabuľkový výpočet odolnosti nosnej konštrukcie pomocou použitia historického zaťaženia

Nosník (číslo)	Vlastná tiaž	Stále zať.	Historické zať. dyn. súčiniteľ	Historické Zať. Pásové voz. + Chodníky	Historické Zať. Plošné + Priamk. zať.	Min. M_{Rd}
B1	1838,37	1053,07	1,137	995,41	1156,62	4206,5
B2	1840,76	1045	1,137	1023,08	1180,18	4227,6
B3	1842,14	1040,44	1,137	996,56	1189,08	4234,6
B4	1842,14	1040,45	1,137	890,05	1189,1	**4234,6**
B5	1840,75	1045,03	1,137	836,84	1180,24	4227,7
B6	1838,35	1053,11	1,137	820,71	1156,71	4206,6

Tab. 24 Hodnoty vnútorných síl pre určenie jednotlivých zložiek zaťažiteľnosti

Nosník (číslo)	Vlastná tiaž	Stále zať.	W_n - TS	W_n-UDL	W_r	W_e
B1	1838,37	1053,07	1022,68	590,12	965,72	2374,28
B2	1840,76	1045	1094,52	599,21	1008,24	2438,97
B3	1842,14	1040,44	1123,74	592,89	991,32	2509,87
B4	1842,14	1040,45	1056,6	573,1	898,31	2509,85
B5	1840,75	1045,03	1010,79	556,28	830,9	2438,91
B6	1838,35	1053,11	932,57	543,92	798,54	2374,2

3.7.1 Normálna zaťažiteľnosť W_n, faktor normálnej zaťažiteľnosti F_z nosnej konštrukcie

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. 25 Tabuľkový výpočet hodnôt normálnej zaťažiteľnosti nosnej konštrukcie mosta.

Nosník (číslo)	Normové voz. [kN]	Faktor F_z	Zaťažiteľnosť W_n [kN]	Zaťažiteľnosť W_n [t]
B1	320	0,815	260,9	26,1
B2	320	0,792	253,5	25,4
B3	320	0,788	252,0	25,2
B4	320	0,830	265,5	26,5
B5	320	0,856	274,0	27,4
B6	320	0,891	285,0	28,5
			Výsledná normálna zaťažitelnosť W_n [t]:	**25,2**

Poznámky:

1) Pri výpočte zaťažiteľnosti mosta bolo uvažované s parciálnymi súčiniteľmi γ_G = 1,00 a γ_Q = 1,00 z dôvodu použitia porovnávacieho výpočtu => Most bol navrhnutý podla metódy dovolených namáhaní.
2) Výsledná normálna zaťažiteľnosť je platná pre všetky nosníky. Zaťažiteľnosť uvedená v tabuľke pre jednotlivé nosníky je vyčíslená pre najnepriaznivejšiu polohu zaťaženia z hľadiska mosta.

3.7.2 Výhradná zaťažiteľnosť W_r, nosnej konštrukcie

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 hlavných nosníkov mosta – ohybová odolnosť

Nosník (číslo)	Normové voz. [kN]	Dynamický súčiniteľ	Faktor $K_{z.r}$	Zaťažiteľnosť W_r [kN]	Zaťažiteľnosť W_r [t]
B1	900	1,34	1,016	914,6	91,5
B2	900	1,34	0,993	893,9	89,4
B3	900	1,34	1,018	916,0	91,6
B4	900	1,34	1,123	1010,9	101,1
B5	900	1,34	1,205	1084,7	108,5
B6	900	1,34	1,229	1106,2	110,6
				Výsledná výhradná zaťažitelnosť W_r [t]:	**89,4**

Poznámky:

1) Pri výpočte zaťažiteľnosti mosta bolo uvažované s parciálnymi súčiniteľmi γ_G =1,00 a γ_Q =1,00 z dôvodu použitia porovnávacieho výpočtu => Most bol navrhnutý podla metódy dovolených namáhaní.
2) Výsledná výhradná zaťažiteľnosť je platná pre všetky nosníky. Zaťažiteľnosť uvedená v tabuľke pre jednotlivé nosníky je vyčíslená pre najnepriaznivejšiu polohu zaťaženia z hľadiska mosta.

3.7.3 Výnimočná zaťažiteľnosť W_e

Faktor výnimočnej zaťažiteľnosti $K_{z.e}$ vyjadruje schopnosť mosta prenášať výnimočné zaťaženie vyjadrené zaťažovacou schémou 3000/240 podľa STN EN 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.

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

Tab. 27 Tabuľkový výpočet hodnôt výnimočnej zaťažiteľnosti hlavných nosníkov mosta – ohybová odolnosť

Nosník(číslo)	Normové voz. [kN]	Faktor $K_{z.e}$	Zaťažiteľnosť W_e [kN]	Zaťažiteľnosť W_e [t]
B1	3000	0,554	1661,7	166,2
B2	3000	0,550	1650,5	165,1
B3	3000	0,539	1616,0	161,6
B4	3000	0,539	1616,0	161,6
B5	3000	0,550	1650,7	165,1
B6	3000	0,554	1661,8	166,2
			Výsledná výnimočná zaťažiteľnosť W_e [t]:	**161,6**

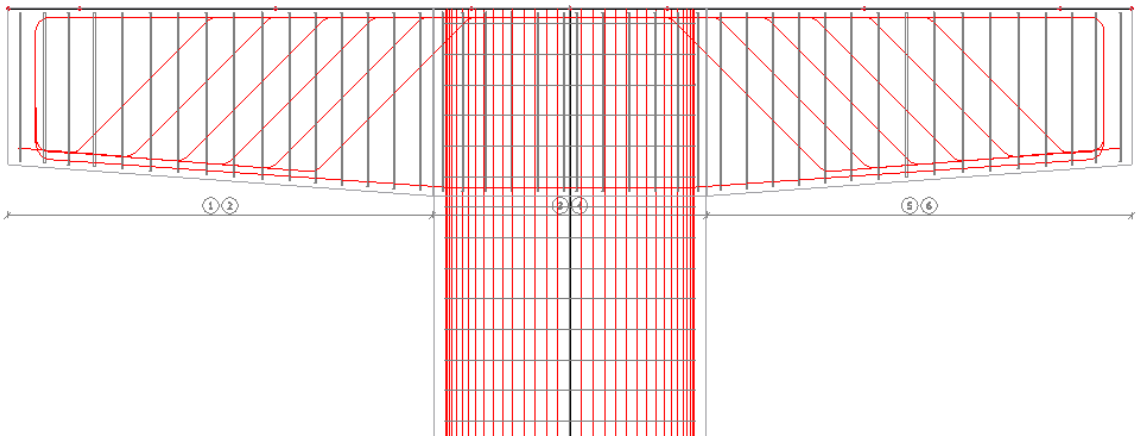
Poznámky:

1) Pri výpočte zaťažiteľnosti mosta bolo uvažované s parciálnymi súčiniteľmi γ_G =1,00 a γ_Q =1,00 z dôvodu použitia porovnávacieho výpočtu => Most bol navrhnutý podla metódy dovolených namáhaní.
2) Výsledná výnimočná zaťažiteľnosť je platná pre všetky nosníky. Zaťažiteľnosť uvedená v tabuľke pre jednotlivé nosníky je vyčíslená pre najnepriaznivejšiu polohu zaťaženia z hľadiska mosta.

3.8 Výpočet únosnosti a zaťažiteľnosti úložného prahu piliera

Poznámka:

Pri výpočte zaťažiteľnosti úložného prahu bolo uvažované s 10% korozívnym ubytkom plochy výstuže, ktorý bol zohľadnený zmenšením prierezu prútov betonárskej výstuže.

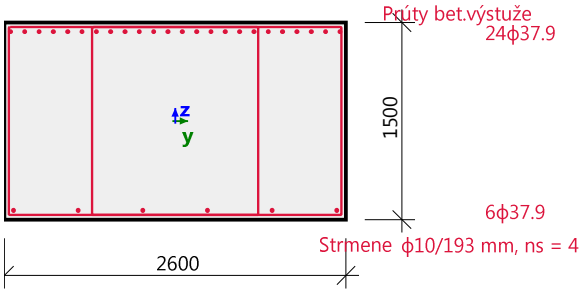


Obr. 80 Model vystuženia úložného prahu pre výpočet odolnosti prierezu

Výpočet využitia prierezu úložného prahu od kombinácie vlastnej tiaže a stáleho zaťaženia

Nosník B28	**Obdĺžnik (1500; 2600)**
EC EN 1992-1-1	Rez 50 [dx = 4.5 m]

Dĺžka prvku	Ld = 9 m
Vzperná dĺžka y	Ly = 45 m
Vzperná dĺžka z	Lz = 9 m



Materiály

Betón	C25/30(EN1992-2)
Výstuž	B 400A

Súčinitele

Norma	EC EN 1992-1-1
Vlastnosti betónu	γ_c = 1.5, α_{cc} = 0.85
Vlastnosti výstuže	γ_s = 1.15

Výstuž

Pozdĺ. prúty: 30ϕ37.9 mm, Celk. plocha = 33929 mm^2

Strmene: ϕ = 10 mm, A_{sw} = 314 mm^2, $A_{sw,s}$ = 1630 mm^2/m

Krytie strmeňov:

Hore	30 mm
Dole	30 mm
Vľavo	30 mm
Vpravo	30 mm

Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota pevnosti betónu v tlaku

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_C} = \frac{0.85 \cdot 25}{1.5} = 14.2 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota medze klzu betonárskej výstuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = \frac{400}{1.15} = 348 \text{ MPa} \qquad (3.15)$$

Sily

Z FEM analýzy

N = -1669 kN M_y = -7953 kNm M_z = -1361 kNm

Obsah kombinácie:

1.35*VLASTNÁTIAZ+1.35*OSTATNÉSTÁLEZAŤAŽENIE

Prepočet ohybových momentov:

Sekundárne účinky: Áno

Imperfekcie: Áno

Prvok je uvažovaný ako izolovaný prvok: Áno

Použiť pre výpočet ekvivalentné momenty: Áno

N_{Ed} = -1669 kN M_{Edy} = -7953 kNm M_{Edz} = -1361 kNm

Vstupné údaje pre vytvorenie ID

Metóda posúdenia interakčným diagramom	N_uM_u
Rozdelenie pretvorenia po výške prierezu	250
Počet vertikálnych rezov	36
Výslednica ohybových momentov	M_{res} = 8069 kNm
Uhol výslednice ohybových momentov vztiahnutý k M_y smer v horizontálnej rovine M_y-M_z	α_{MyMz} = -9.71 °
Uhol výslednice ohybových momentov vztiahnutý k N smer vo vertikálnej rovine N-M_{res}	α_{NM} = -11.7 °

Výpočet odolnosti

Odolnosti v kladnom smere N_{Rd+} = 623 kN M_{Rdy+} = 2969 kNm M_{Rdz+} = 508 kNm

Odolnosti v zápornom smere N_{Rd-} = -2937 kN M_{Rdy-} = -13996 kNm M_{Rdz-} = -2395 kNm

Zhrnutie posúdenia

Sily: N_{Ed} = -1669 kN M_{Edy} = -7953 kNm M_{Edz} = -1361 kNm

Odolnosť: N_{Rd} = -2937 kNm M_{Rdy} = -13996 kNm M_{Rdz} = -2395 kNm

Výpočet jednotkového posudku:

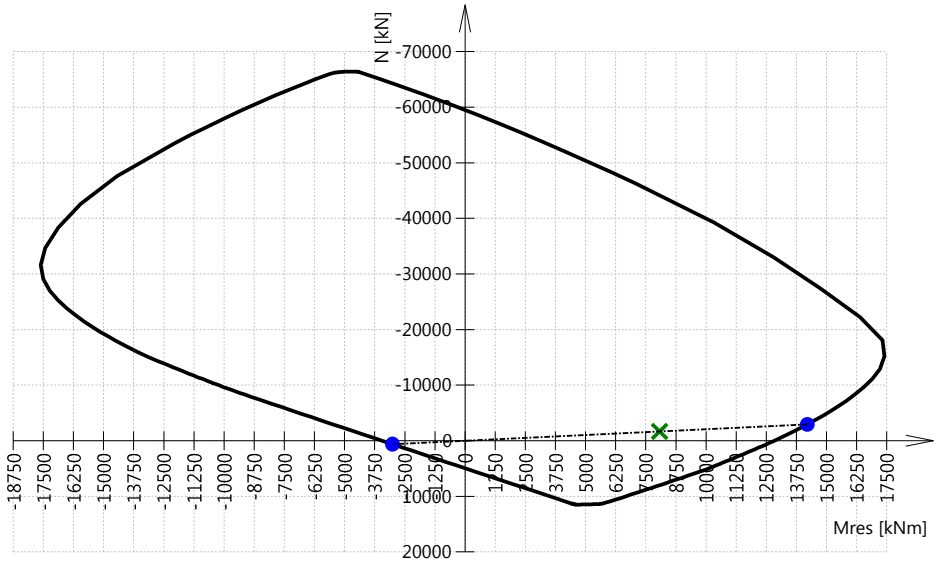
$$UC_N = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{-1.67 \cdot 10^6}{-2.94 \cdot 10^6} = 0.568$$

$$UC_{My} = \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} = \frac{-7.95 \cdot 10^6}{-14 \cdot 10^6} = 0.568$$

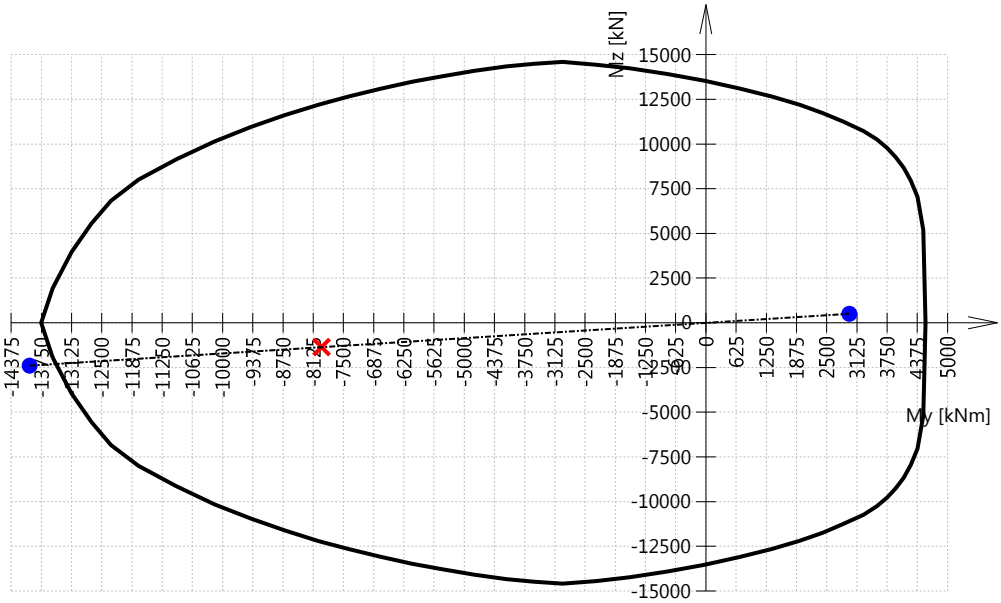
$$UC_{Mz} = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} = \frac{-1.36 \cdot 10^6}{-2.4 \cdot 10^6} = 0.568$$

$$UC = \max\left(UC_N; UC_{My}; UC_{Mz}\right) = \max\left(0.568; 0.568; 0.568\right) = 0.568 \quad <= 1 \quad \textbf{OK}$$

3D interakčný diagram - Vertikálny rez N-M_{res}



3D interakčný diagram - Horizontálny rez M_y-M_z



Obr. 81 Odolnosť prierezu-interakčný diagram

Výpočet využitia prierezu úložného prahu od rozhodujúcej kombinácie pre určenie normálnej zaťažitelnosti:

Sily

Z FEM analýzy

N = -1941 kN M_y = -10804 kNm M_z = -1450 kNm

Obsah kombinácie:

1.35*VLASTNÁTIAZ+1.35*OSTATNÉSTÁLEZAŤAŽENIE+1.35*WNPriečnik-P1-2-UDL+
1.35*WNPriečnikP1-2-TS+0.90*Zaťaženievetrom

Prepočet ohybových momentov:

Sekundárne účinky: Áno

Imperfekcie: Áno

Prvok je uvažovaný ako izolovaný prvok: Áno

Použiť pre výpočet ekvivalentné momenty: Áno

N_{Ed} = -1941 kN M_{Edy} = -10804 kNm M_{Edz} = -1670 kNm

Zhrnutie posúdenia

Sily: N_{Ed} = -1941 kN M_{Edy} = -10804 kNm M_{Edz} = -1670 kNm

Odolnosť: N_{Rd} = -2488 kNm M_{Rdy} = -13849 kNm M_{Rdz} = -2140 kNm

Výpočet jednotkového posudku:

$$UC_N = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{-1.94 \cdot 10^6}{-2.49 \cdot 10^6} = 0.78$$

$$UC_{My} = \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} = \frac{-10.8 \cdot 10^6}{-13.8 \cdot 10^6} = 0.78$$

$$UC_{Mz} = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} = \frac{-1.67 \cdot 10^6}{-2.14 \cdot 10^6} = 0.78$$

$$UC = \max(UC_N; UC_{My}; UC_{Mz}) = \max(0.78; 0.78; 0.78) = 0.78 \quad <= 1 \quad \textbf{OK}$$

Výpočet využitia prierezu úložného prahu od rozhodújúcej kombinácie pre určenie výhradnej zaťažitelnosti:

Sily

Z FEM analýzy

N = -1725 kN M_y = -9501 kNm M_z = -1283 kNm

Obsah kombinácie:

1.35*VLASTNÁTIAZ+1.35*OSTATNÉSTÁLEZAŤAŽENIE+
1.35*Výhradnázaťažitelnosť-PriečnikP1-2+0.90*Zaťaženievetrom

Prepočet ohybových momentov:

Sekundárne účinky: Áno

Prvok je uvažovaný ako izolovaný prvok: Áno

Imperfekcie: Áno

Použiť pre výpočet ekvivalentné momenty: Áno

N_{Ed} = -1725 kN M_{Edy} = -9501 kNm M_{Edz} = -1512 kNm

Zhrnutie posúdenia

Sily: N_{Ed} = -1725 kN M_{Edy} = -9501 kNm M_{Edz} = -1512 kNm

Odolnosť: N_{Rd} = -2515 kNm M_{Rdy} = -13846 kNm M_{Rdz} = -2204 kNm

Výpočet jednotkového posudku:

$$UC_N = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{-1.73 \cdot 10^6}{-2.51 \cdot 10^6} = 0.686$$

$$UC_{My} = \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} = \frac{-9.5 \cdot 10^6}{-13.8 \cdot 10^6} = 0.686$$

$$UC_{Mz} = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} = \frac{-1.51 \cdot 10^6}{-2.2 \cdot 10^6} = 0.686$$

$$UC = \max(UC_N; UC_{My}; UC_{Mz}) = \max(0.686; 0.686; 0.686) = 0.686 \quad <= 1$$ **OK**

Výpočet využitia prierezu úložného prahu od rozhodujúcej kombinácie pre určenie výnimočnej zaťažitelnosti:

Sily

Z FEM analýzy

N = -1896 kN M_y = -10057 kNm M_z = -1437 kNm

Obsah kombinácie:

1.35*VLASTNÁTIAZ+1.35*OSTATNÉSTÁLEZAŤAŽENIE+
1.35*Výnimočnázaťažitelnosť-PriečnikP1-2+0.90*Zaťaženievetrom

Prepočet ohybových momentov:

Sekundárne účinky: Áno

Prvok je uvažovaný ako izolovaný prvok: Áno

Imperfekcie: Áno

Použiť pre výpočet ekvivalentné momenty: Áno

N_{Ed} = -1896 kN M_{Edy} = -10057 kNm M_{Edz} = -1632 kNm

Zhrnutie posúdenia

Sily: N_{Ed} = -1896 kN M_{Edy} = -10057 kNm M_{Edz} = -1632 kNm

Odolnosť: N_{Rd} = -2617 kNm M_{Rdy} = -13881 kNm M_{Rdz} = -2252 kNm

Výpočet jednotkového posudku:

$$UC_N = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{-1.9 \cdot 10^6}{-2.62 \cdot 10^6} = 0.725$$

$$UC_{My} = \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} = \frac{-10.1 \cdot 10^6}{-13.9 \cdot 10^6} = 0.725$$

$$UC_{Mz} = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} = \frac{-1.63 \cdot 10^6}{-2.25 \cdot 10^6} = 0.725$$

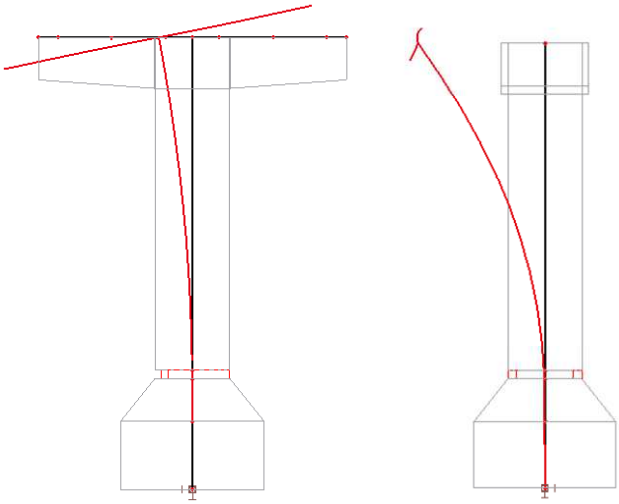
$$UC = \max(UC_N; UC_{My}; UC_{Mz}) = \max(0.725; 0.725; 0.725) = 0.725 \quad <= 1 \quad \textbf{OK}$$

Tab. 28 Tabuľkový výpočet jednotlivých zaťažiteľností úložného prahu

Úložný prah	Využitie prierezu G_0+G_1	Využitie prierezu LM 1	Normové voz. [kN]	Faktor F_z	Zaťažiteľnosť W_n [kN]	Zaťažiteľnosť W_n [t]
U1	0,567	0,21	320	2,042	653,6	65,4
	Výsledná normálna zaťažiteľnosť W_n [t]:					**65,4**
Poznámka: Pri výpočte zaťažiteľnosti bolo uvažované s parciálnymi súčiniteľmi γ_G =1,35 a γ_Q =1,35						
Úložný prah	**Využitie prierezu G_0+G_1**	**Využitie prierezu 150/900**	**Normové voz. [kN]**	**Faktor $K_{z.r}$**	**Zaťažiteľnosť W_r [kN]**	**Zaťažiteľnosť W_r [t]**
U1	0,567	0,119	900	2,715	2443,9	244,4
Dynamický súčiniteľ:	1,34	**Výsledná výhradná zaťažiteľnosť W_r [t]:**				**244,4**
Úložný prah	**Využitie prierezu G_0+G_1**	**Využitie prierezu 240/3000**	**Normové voz. [kN]**	**Faktor $K_{z.e}$**	**Zaťažiteľnosť W_e [kN]**	**Zaťažiteľnosť W_e [t]**
U1	0,567	0,157	3000	2,758	8273,9	827,4
	Výsledná výnimočná zaťažiteľnosť W_e [t]:					**827,4**

3.9 Výpočet únosnosti a zaťažiteľnosti drieku piliera

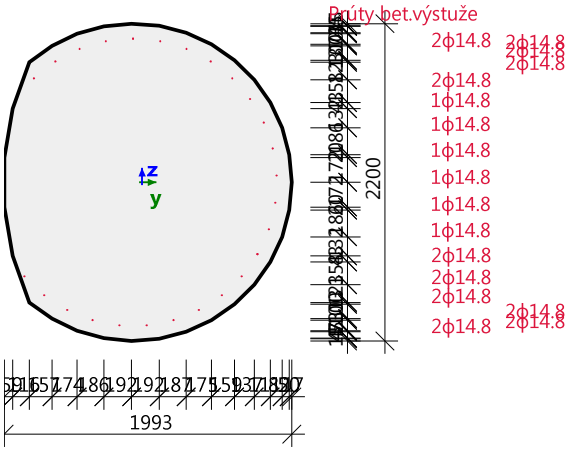
- Pilierové stojky sú vzhľadom na svoju pomerne vysokú výšku a štíhly prierez namáhané vzperným tlakom a je nutné overiť ich celkovú stabilitu. Pri výpočte ich zaťažitelnosti bol využitý na určenie vzperných dĺžok prútov stabilitný výpočet konštrukcie.
- Vo výpočte uvažovaná i teória druhého rádu.
- Únosnosť stojok bola vypočítaná pre rozhodujúce polohy zaťaženia vyvodzujúce maximálne vnútorné sily. Poloha zaťaženia bola určená pomocou vplyvových plôch.
- Vzhľadom na stavebno-technický stav drieku pilierov bol vo výpočte zaťažiteľnosti uvažovaný korózny úbytok výstuže 15%, ktorý bol zohľadnený zníženým priemeru výstuže
- Vo výpočte bolo uvažované s oslabeným prierezom



Obr. 82 Tvar vybočenia piliera pri jeho strate stability v pozdĺžnom a priečnom smere

Výpočet využitia prierezu od kombinácie vlastnej tiaže a stáleho zaťaženia

Stĺp B1034		**Všeobecný prierez**	
EC EN 1992-1-1		Rez 1 [dx = 0.125 m]	
Dĺžka prvku	Ld = 0.25 m	**Materiály**	
Vzperná dĺžka y	Ly = 25 m	Betón	C25/30(EN1992-2)
Vzperná dĺžka z	Lz = 25.9 m	Výstuž	B 400A
		Súčinitele	
		Norma	EC EN 1992-1-1
		Vlastnosti betónu	γ_c = 1.5, α_{cc} = 0.85
		Vlastnosti výstuže	γ_s = 1.15
		Výstuž	
		Pozdĺ. prúty: 29ϕ14.8 mm, Celk. plocha = 4956 mm^2	



Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota pevnosti betónu v tlaku

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_C} = \frac{0.85 \cdot 25}{1.5} = 14.2 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota medze klzu betonárskej výstuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = \frac{400}{1.15} = 348 \text{ MPa} \qquad (3.15)$$

Sily

Z FEM analýzy

N = -9094 kN M_y = -62 kNm M_z = -491 kNm

Obsah kombinácie:

1.35*VLASTNÁTIAZ+1.35*OSTATNÉSTÁLEZAŤAŽENIE

Prepočet ohybových momentov:

Sekundárne účinky: Áno

Imperfekcie: Áno

Prvok je uvažovaný ako izolovaný prvok: Nie

Použiť pre výpočet ekvivalentné momenty: Áno

N_{Ed} = -9094 kN M_{Edy} = -3138 kNm M_{Edz} = -3362 kNm

Vstupné údaje pre vytvorenie ID

Metóda posúdenia interakčným diagramom	N_uM_u
Rozdelenie pretvorenia po výške prierezu	250
Počet vertikálnych rezov	36
Výslednica ohybových momentov	M_{res} = 4599 kNm
Uhol výslednice ohybových momentov vztiahnutý k M_y smer v horizontálnej rovine M_y-M_z	α_{MyMz} = -47 °
Uhol výslednice ohybových momentov vztiahnutý k N smer vo vertikálnej rovine N-M_{res}	α_{NM} = -63.2 °

Výpočet odolnosti

Odolnosti v kladnom smere N_{Rd+} = 915 kN M_{Rdy+} = 316 kNm M_{Rdz+} = 338 kNm

Odolnosti v zápornom smere N_{Rd-} = -22187 kN M_{Rdy-} = -7655 kNm M_{Rdz-} = -8203 kNm

Zhrnutie posúdenia

Sily: N_{Ed} = -9094 kN M_{Edy} = -3138 kNm M_{Edz} = -3362 kNm

Odolnosť: N_{Rd} = -22187 kNm M_{Rdy} = -7655 kNm M_{Rdz} = -8203 kNm

Výpočet jednotkového posudku:

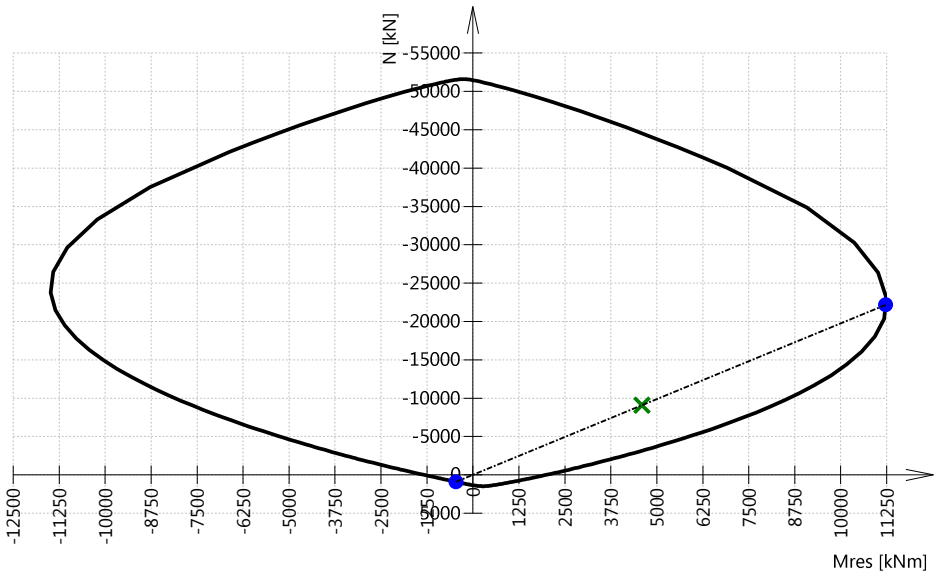
$$UC_N = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{-9.09 \cdot 10^6}{-22.2 \cdot 10^6} = 0.41$$

$$UC_{My} = \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} = \frac{-3.14 \cdot 10^6}{-7.66 \cdot 10^6} = 0.41$$

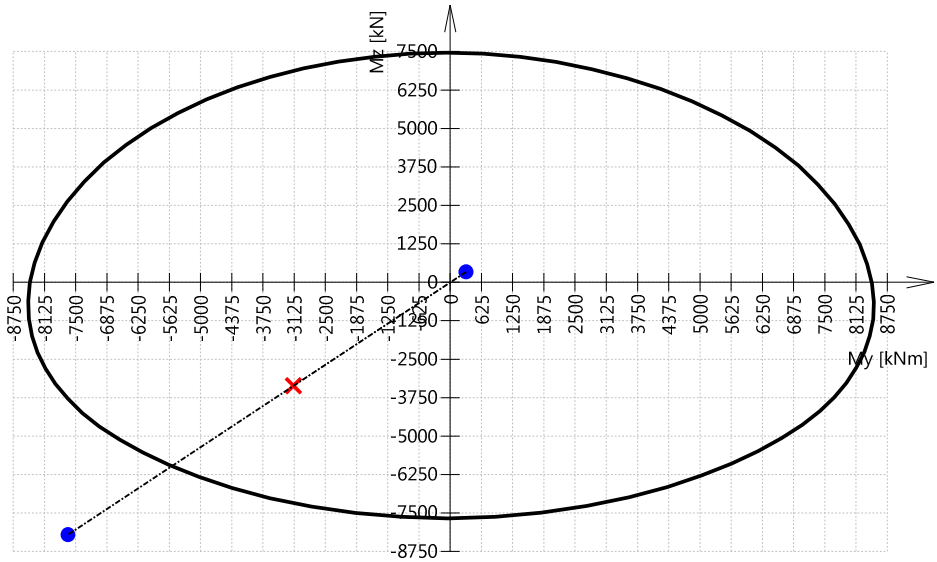
$$UC_{Mz} = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} = \frac{-3.36 \cdot 10^6}{-8.2 \cdot 10^6} = 0.41$$

$$UC = \max\left(UC_N; UC_{My}; UC_{Mz}\right) = \max\left(0.41; 0.41; 0.41\right) = 0.41 \quad <= 1 \quad \textbf{OK}$$

3D interakčný diagram - Vertikálny rez N-M_{res}



3D interakčný diagram - Horizontálny rez M_y-M_z



Obr. 78 Odolnosť prierezu-interakčný diagram

Výpočet využitia prierezu piliera od rozhodujúcej kombinácie pre určenie normálnej zaťažitelnosti:

Sily

Z FEM analýzy

N = -8499 kN M_y = -40.5 kNm M_z = -4739 kNm

Obsah kombinácie:

VLASTNÁTIAZ+OSTATNÉSTÁLEZAŤAŽENIE+1.35*WNPilierTS+1.35*WNPilierUDL+ 0.90*Zaťaženievetrom

Prepočet ohybových momentov:

Sekundárne účinky: Áno

Imperfekcie: Áno

Prvok je uvažovaný ako izolovaný prvok: Nie

Použiť pre výpočet ekvivalentné momenty: Áno

N_{Ed} = -8499 kN M_{Edy} = -2932 kNm M_{Edz} = -7244 kNm

Zhrnutie posúdenia

Sily: N_{Ed} = -8499 kN M_{Edy} = -2932 kNm M_{Edz} = -7244 kNm

Odolnosť: N_{Rd} = -7798 kNm M_{Rdy} = -2691 kNm M_{Rdz} = -6647 kNm

Výpočet jednotkového posudku:

$$UC_N = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{-8.5 \cdot 10^6}{-7.8 \cdot 10^6} = 1.09$$

$$UC_{My} = \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} = \frac{-2.93 \cdot 10^6}{-2.69 \cdot 10^6} = 1.09$$

$$UC_{Mz} = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} = \frac{-7.24 \cdot 10^6}{-6.65 \cdot 10^6} = 1.09$$

$$UC = \max(UC_N; UC_{My}; UC_{Mz}) = \max(1.09; 1.09; 1.09) = 1.09 \quad > 1$$ **Nevyhovuje**

Výpočet využitia prierezu piliera od rozhodujúcej kombinácie pre určenie výhradnej zaťažitelnosti:

Sily

Z FEM analýzy

N = -10247 kN M_y = -59.3 kNm M_z = -3633 kNm

Obsah kombinácie:

1.35*VLASTNÁTIAZ+1.35*OSTATNÉSTÁLEZAŤAŽENIE+1.35*Výhradnázaťažitelnosť-Pilier+ 0.90*Zaťaženievetrom

Prepočet ohybových momentov:

Sekundárne účinky: Áno

Imperfekcie: Áno

Prvok je uvažovaný ako izolovaný prvok: Nie

Použiť pre výpočet ekvivalentné momenty: Áno

N_{Ed} = -10247 kN M_{Edy} = -3536 kNm M_{Edz} = -6508 kNm

Zhrnutie posúdenia

Sily: N_{Ed} = -10247 kN M_{Edy} = -3536 kNm M_{Edz} = -6508 kNm

Odolnosť: N_{Rd} = -13179 kNm M_{Rdy} = -4547 kNm M_{Rdz} = -8370 kNm

Výpočet jednotkového posudku:

$$UC_N = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{-10.2 \cdot 10^6}{-13.2 \cdot 10^6} = 0.778$$

$$UC_{My} = \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} = \frac{-3.54 \cdot 10^6}{-4.55 \cdot 10^6} = 0.778$$

$$UC_{Mz} = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} = \frac{-6.51 \cdot 10^6}{-8.37 \cdot 10^6} = 0.778$$

$$UC = \max(UC_N; UC_{My}; UC_{Mz}) = \max(0.778; 0.778; 0.778) = 0.778 \quad <= 1$$ **OK**

Výpočet využitia prierezu piliera od rozhodujúcej kombinácie pre určenie výnimočnej zaťažitelnosti:

Sily

Z FEM analýzy

N = -12592 kN M_y = 53.1 kNm M_z = -2551 kNm

Obsah kombinácie:

1.35*VLASTNÁTIAZ+1.35*OSTATNÉSTÁLEZAŤAŽENIE+1.35*Výnimočnázaťažitelnosť-Pilier +0.90*Zaťaženievetrom

Prepočet ohybových momentov:

Sekundárne účinky: Áno

Imperfekcie: Áno

Prvok je uvažovaný ako izolovaný prvok: Nie

Použiť pre výpočet ekvivalentné momenty: Áno

N_{Ed} = -12592 kN M_{Edy} = 4345 kNm M_{Edz} = -5831 kNm

Zhrnutie posúdenia

Sily: N_{Ed} = -12592 kN M_{Edy} = 4345 kNm M_{Edz} = -5831 kNm

Odolnosť: N_{Rd} = -18984 kNm M_{Rdy} = 6550 kNm M_{Rdz} = -8792 kNm

Výpočet jednotkového posudku:

$$UC_N = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{-12.6 \cdot 10^6}{-19 \cdot 10^6} = 0.663$$

$$UC_{My} = \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} = \frac{4.34 \cdot 10^6}{6.55 \cdot 10^6} = 0.663$$

$$UC_{Mz} = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} = \frac{-5.83 \cdot 10^6}{-8.79 \cdot 10^6} = 0.663$$

$$UC = \max\left(UC_N; UC_{My}; UC_{Mz}\right) = \max\left(0.663; 0.663; 0.663\right) = 0.663 \quad <= 1 \quad \textbf{OK}$$

Tab. 29 Tabuľkový výpočet jednotlivých zaťažiteľností úložného prahu

Pilier - driek v päte	Využitie prierezu G_0+G_1	Využitie prierezu LM 1	Normové voz. [kN]	Faktor Fz	Zaťažiteľnosť W_n [kN]	Zaťažiteľnosť W_n [t]
P1	0,405	0,74	320	0,810	259,0	25,9
	Výsledná normálna zaťažitelnosť Vn [t]:					**25,9**
Poznámka: Pri výpočte zaťažiteľnosti bolo uvažované s parciálnymi súčiniteľmi γ_G =1,35 a γ_Q =1,35						

Pilier - driek v päte	Využitie prierezu G_0+G_1	Využitie prierezu 150/900	Normové voz. [kN]	Faktor $K_{z.r}$	Zaťažiteľnosť W_r [kN]	Zaťažiteľnosť W_r [t]
P1	0,405	0,394	900	1,127	1014,3	101,4
Dynamický súčiniteľ:	1,34	**Výsledná výhradná zaťažitelnosť W_r [t]:**				**101,4**

Pilier - driek v päte	Využitie prierezu G_0+G_1	Využitie prierezu 240/3000	Normové voz. [kN]	Faktor $K_{z.e}$	Zaťažiteľnosť W_e [kN]	Zaťažiteľnosť W_e [t]
P1	0,405	0,266	3000	2,237	6710,5	671,1
	Výsledná výnimočná zaťažitelnosť W_e [t]:					**671,1**

3.10 Vyhodnotenie zaťažiteľnosti

Pri statickom prepočte zaťažiteľnosti bol použitý priestorový výpočtový model pre zistenie čo najpresnejšej odozvy konštrukcie na jednotlivé druhy zaťažení.

Pri prepočte zaťažiteľnosti bol zanedbaný vplyv zmeny teploty, keďže sa jedná o prosto uložené polia mosta a toto zaťaženie nemá zásadný vplyv. Zaťaženie snehom bolo vzhľadom hodnoty iných zaťažení zanedbateľné a vo výpočte nebolo uvažované.

Na základe statického prepočtu bola stanovená zaťažiteľnosť konštrukcie a to (tab. 30):

Tab. 30 Prehľad zaťažiteľností mosta

Prvok:	**Normálna W_n**	**Výhradná W_r**	**Výnimočná W_e**
Nosná konštrukcia („I-62“)	25,2 t	89,4 t	161,6 t
Úložný prah piliera	65,4 t	224,4 t	827,4 t
Pilier – kruh. driek	25,9 t	101,4 t	671,1 t
Výsledná zaťažiteľnosť:	**25,2 t**	**89,4 t**	**161,6 t**

4 Určenie stavebno-technického stavu mosta

Stavebnotechnický stav bol určená na základe vyhodnotenia porúch mostného objektu a ich závažnosti. V nižšie uvedených tabuľkách sú uvedené vybraté poruchy zistené pri podrobnej prehliadke mostného objektu. Ku každej poruche je uvedené číslo skupiny porúch podľa zoznamu porúch z TP 061, jej názov a hodnotiaci stupeň. Hodnotiaci stupeň môže dosahovať hodnoty od II do VII, pričom čím vyššia hodnota, tým je porucha závažnejšia. Výsledne hodnotenie – stavebnotechnický stav mosta zodpovedá najvyššiemu hodnoteniu zo všetkých hodnotení porúch.

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

B. Spodná stavba		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
302	Betón - inkrustácie	V
304	Betón - záclony	V
313	Betón - odlupovanie	IV
314	Betón - obrusovanie	IV
315	Betón - rozpad betónu	VI
326	Betón - ostatné trhliny	VI
328	Betón - kaverna	VI
501	Výstuž - nedostatočné krytie	VI
502	Výstuž - obnažená betonárska výstuž	VI
511	Výstuž - korózia betonárskej výstuže	V
Celkové hodnotenie za časť B		**VI**

C. Nosná konštrukcia		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
301	Betón - výkvety	III
302	Betón - inkrustácie	IV
303	Betón - vlhké škvrny	IV
304	Betón - záclony	IV
322	Betón - pozdĺžne trhliny	IV
326	Betón - ostatné trhliny	IV
343	Betón - karbonatizácia	IV
344	Chloridová korózia betónu	IV

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
302	Betón - inkrustácie	IV
313	Betón - odlupovanie	IV
315	Betón - rozpad betónu	III
326	Chodník - ostatné trhliny	IV
502	Výstuž - obnažená betonárska výstuž	V
511	Výstuž - korózia betonárskej výstuže	IV
605	Vozovka - vypieranie povrchu	IV
607	Vozovka - výtlky vo vozovke	V
610	Vozovka - zvlnenie povrchu	V
612	Vozovka - priečne trhliny	IV
616	Vozovka - nepravidelné trhliny	V
617	Priečne poklesnutie vozovky	IV
621	Netesnosť zálievkových škár	IV
622	Poškodený obrubník	V
Celkové hodnotenie za časť D		**V**

E. Ložiská klíba a iné uloženie		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
701	Znečistenie	IV
706	Obmedzenie voľného pohybu NK v oblasti ložiska	IV
712	Korózia oceľových častí	V
Celkové hodnotenie za časť E		**V**

F. Mostné závery		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
712	Korózia oceľových častí	V
808	Zatekanie cez mostný záver	IV
810	Uzavretie dilatačnej medzery	V
826	Trhliny v asfaltovom mostnom závere	IV
Celkové hodnotenie za časť F		**V**

G. Odvodnenie mosta		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
712	Korózia oceľových častí	IV
901	Neodtekajúca voda	IV
909	Poškodenie odvodňovačov	IV
913	Nefunkčné alebo poškodené odvodňovacie rigoly	IV
Celkové hodnotenie za časť G		**IV**

H. Ostatné príslušenstvo mosta, J. Okolie mosta		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
1002	Korózia kovových častí	IV
1007	Nevhodne ukončené zvodidlo/zábradlie	IV
1008	Nefunkčná dilatácia zvodidla/zábradlia	III
1106	Nežiadúca vegetácia	III
1114	Poškodenie spevnenia koryta toku	III
Celkové hodnotenie za časť H a J		**IV**

I. Cudzie zariadenie		
č. poruchy	názov poruchy	hodnotenie
nenachádzajú sa, nebolo hodnotené		

Z uvedených výsledkov prehliadky mostného objektu vyplýva, že mostný objekt je v súčasnom stave zatriedený do stupňa **VI - Veľmi zlý,** čo podľa TP 060 znamená, že stav porúch mostného objektu ovplyvňuje zaťažiteľnosť mosta. Poruchy, ktoré ovplyvňujú zaťažiteľnosť mostného objektu, sú odstrániteľné len výmenou alebo doplnením poškodených častí. Zároveň prognóza vývoja porúch je nepriaznivá a predpokladá sa postupná zrýchľujuca sa degradácia materiálov poškodených konštrukcií mostného objektu.

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	IV	0,14286
B – Spodná stavba	VI	0,2381
C – Nosná konštrukcia	V	0,2381
D – Mostný zvršok	V	0,11905
E – Ložiská, kĺby a iné uloženie	V	0,07143
F – Mostné závery	V	0,04762
G – Odvodnenie mosta	IV	0,04762
H – Ostatné vybavenie	IV	0,04762
I – Cudzie zariadenie	-	-
J – okolie mosta	III	0,0238
	spolu: 41	spolu: 0,9524

Index bezpečnosti IBM = 6
Index stavebno-technického stavu ISTS = 5,0
Rok postavenia mosta je uvádzaný v mostnom liste 1971 ⇒ vek mosta je 47 rokov.

Výpočet zostatkovej životnosti mosta je vykonaný v súlade s ustanoveniami TP 077 (Systém hospodárenia s mostami):

Metóda č. 1

Zadané veličiny							
IBM	6	ISTS	5	t (roky)	47	t_t (roky)	100

Podmienka: IBM ≥ ISTS	IBM ≥	5
Koeficient adekvátnosti hodnotenia IBM		
príloha 3, tab. 6, TP 14/2013	A_t^{IBM} =	0
Koeficient adekvátnosti hodnotenia ISTS		
príloha 3, tab. 6, TP 14/2013	A_t^{ISTS} =	0,5
Úroveň degradácie podľa IBM		
príloha 3, tab. 7, TP 14/2013	t_k^{IBM} =	100
Úroveň degradácie podľa ISTS		
príloha 3, tab. 7, TP 14/2013	t_k^{ISTS} =	90
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)

▼

D_t^{IBM} = 4,04

▼

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)

▼

$\mathbf{D}_t^{ISTS}$ = 10,00

▼

$\mathbf{D}T_{z,t}$ = min ($\mathbf{D}_t^{IBM}$; $\mathbf{D}_t^{ISTS}$) $\mathbf{D}T_{z,t}$ = 4,04

Metóda č. 2

Zadané veličiny							
IBM	6	ISTS	5	t (roky)	47	t_t (roky)	100

Podmienka: IBM ≥ ISTS IBM ≥ 6

Zostatková životnosť mosta

A_{IBM} = 1/[(8 - IBM)^2.(8 - ISTS).0,1] A_{IBM} = 0,2326

A_{IBM} = 1/[(8 - ISTS)^2.(8 - IBM).0,1] A_{ISTS} = 0,5556

▼

$\mathbf{D}t_{IBM}$ = (t_t - t).[1/(1+t)^{AIBM}] $\mathbf{D}t_{IBM}$ = 21,54

$\mathbf{D}t_{ISTS}$ = (t_t - t).[1/(1+t)^{AISTS}] $\mathbf{D}t_{ISTS}$ = 6,17

▼

$\mathbf{D}$t = min ($\mathbf{D}t_{IBM}$; $\mathbf{D}t_{ISTS}$) $\mathbf{D}$t = 6,17

Na výpočet hodnoty zostatkovej životnosti boli použité dve metódy v súlade s TP 077 (Systém hospodárenia s mostami). Rozhodujúca pre daný objekt je metóda č. 1, ktorá je pri mostných objektoch v stupni VI podstatne prísnejšia. Zostatková životnosť podľa metódy výpočtu 1 je 4,04 rokov.

Poznámka k vypočítanej zostatkovej životnosti:

Vypočítaná zostatková životnosť je 4,04 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 čisto „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 mostného objektu. Nezanedbávať údržbu mostného objektu. Vyfrézovať a opraviť kryt vozovky na moste a v priľahlých úsekoch komunikácie. Spracovať jednoduchú projektovú dokumentáciu sanácie (obetónovanie) poškodených častí pilierov mosta (spodná stavba), poškodených pôsobením vody a ľadu a tieto práce urýchlene zrealizovať.

Dlhodobé opatrenia

S ohľadom na stavebno-technický stav mostného objektu odporúčame začať s prípravou komplexnej rekonštrukcie mostného objektu. Hlavné nosné prvky mosta nie sú v súčasnosti poškodené natoľko, aby nebola možná ich sanácia bez nutnosti ich výmeny. V prípade odkladu rekonštrukcie mosta bude však dochádzať k postupnému zhoršovaniu porúch. Najhoršou časťou mostného objektu je práve mostný zvršok, ktorý je fakticky rozpadnutý a nefunkčný. Vozovka na moste je v havarijnom stave. Nosná konštrukcia mosta odoláva pôsobeniu presakujúcej vody len vďaka pomerne kvalitnému betónu a funkčnému predpätiu, ktoré bráni vzniku trhlín a následnému rozvoju vážnejších porúch. Pri viacročnom odklade rekonštrukcie mosta, však môže dôjsť ku takému poškodenie konštrukčných prvkov mosta, ktoré si následne vyžiada niekoľkonásobne vyššie finančné prostriedky.

Návrh riešenia a odhad nákladov

Na moste 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 po predpäté nosníky,
- Vybúranie asfaltových dilatácií,
- Vybúranie záverných stienok a vybúranie zdegradovyných časti krídiel, osekanie rozpadnutého betónu,
- Vybúranie prechodových oblastí mosta,
- Realizáciu nových záverných stienok a dobetonávku povrchu krídiel na obidvoch oporách,
- Osadenie nových odvodňovačov,
- Zosilnenie poškodených pilierov spodnej stavby mosta obetónovaním ich drieku do výšky pôsobenia vody v rieke,
- Osadenie nových mostných záverov, realizáciu novej spriahajúcej dosky,
- Realizáciu izolácie nosnej konštrukcie,
- Realizáciu odvodnenia 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 (opory a krídla mosta),
- Zriadenie prístupu pod mostný objekt (nové revízne schodisko),
- Úpravu terénu pod mostom a v okolia mosta, opravu opevnenia svahových kužeľov.

Predpokladaná cena za popísané práce bude nasledovná (na úrovni s DPH):

Položka	**Predpokladané náklady**
Frézovanie a búranie vozovky:	22 tis. €
Búranie prostý betón / železobetón:	99 tis. €
Nová spriahujúca doska:	60 tis. €
Sanácia ložísk:	7 tis. €
Nové záverné stienky a dobetonávky krídiel:	33 tis. €
Nové prechodové dosky:	5 tis. €
Nové mostné závery:	54 tis. €
Prechodová oblasť:	14 tis. €
Rímsy:	31 tis. €
Záchytné a bezpečnostné zariadenia:	74 tis. €
Izolácie a vozovka na moste:	44 tis. €
Vozovka v napojení na komunikáciu:	43 tis. €
Obetónovanie pilierov:	5 tis. €
Sanácie betónov nosnej konštrukcie a spodnej stavby:	83 tis. €
Úpravy terénu pod mostom:	13 tis. €
Ostatné nestavebné práce (10%):	59 tis. €
Celkové predpokladané náklady (vrátane DPH):	**646 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 chloridov, 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.

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 = 25,20 t	(znížená hodnota)
Výhradná zaťažiteľnosť:	W_r = 89,40 t	(znížená hodnota)
Výnimočná zaťažiteľnosť:	W_e = 161,60 t	(znížená hodnota)

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

Ako vyplýva z prepočtu normálna zaťažiteľnosť je 25,20 t, ktorá stanovuje najvyššiu prípustnú hmotnosť jedného vozidla pohybujúceho sa po vozovke na mostnom objekte, bez obmedzenia počtu a polohy vozidiel.

Výhradná zaťažiteľnosť je 89,40 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.

Zostatková životnosť bola vypočítaná na 4,04 roka.

V Žiline, dňa 17.10.2018

Ing. Ivan Drevený, PhD.

Ing. Marián Sýkora, PhD.