

ZOD 2205

**„Diagnostika mostov na cestách II. a III. triedy v Banskobystrickom kraji“
pre časť predmetu zákazky č. 4 Diagnostika mostov typu Vloššák v okrese
Rimavská Sobota cez rieku Rimava v celkovom počte 2 ks**

IDM M2219 – 571-032

Most cez rieku Rimava v obci Jesenské

1 - Správa z diagnostiky



Objednávateľ: Banskobystrická regionálna správa ciest, a. s.
Majerská cesta 94, 974 96 Banská Bystrica

Zodpovedný pracovník : Ing. Stanislav Šuster

Spracovali : Ing. Miroslav Červeňan
Ing. Peter Mórocz
Ing. Stanislav Šuster

Bratislava, október 2022

Obsah

1	ÚVOD	4
1.1	Použité podklady	4
1.2	Použité normy	4
1.3	Použité predpisy	5
1.4	Vstupné základné údaje o mostnom objekte (podľa mostného listu).....	5
2	VSTUPNÝ POPIS KONŠTRUKCIE MOSTA (podľa mostného listu).....	5
3	DIAGNOSTIKA STAVU MOSTA	9
4	KLASIFIKÁCIA PORÚCH A STANOVENIE ICH ROZSAHU	9
4.1	Stav a poruchy celkového pôsobenia	10
4.2	Stav a poruchy spodnej stavby	10
4.3	Stav a poruchy nosnej konštrukcie	13
4.4	Poruchy zvršku mosta, mostných záverov	16
4.5	Poruchy uloženia	17
4.6	Poruchy mostných záverov	18
4.7	Poruchy príslušenstva (odvodňovačov).....	20
4.8	Ostatné príslušenstvo mosta	20
4.9	Cudzie zaradenia.....	21
4.10	Okolie mosta	21
4.11	Výsledné hodnotenie stavebno-technického stavu mosta.....	22
5	KONTROLA ROZMEROV KONŠTRUKČNÝCH PRVKOV MOSTA.....	23
6	BETÓN KONŠTRUKČNÝCH PRVKOV MOSTA.....	24
6.1	Nedeštruktívne skúšky pevnosti betónu	24
6.2	Meranie hĺbky karbonatizácie betónu	24
6.3	Meranie obsahu chloridov	25
7	VYSTUŽENIE KONŠTRUKČNÝCH PRVKOV MOSTA.....	28
7.1	Mäkká výstuž nosníkov	28
7.2	Mäkká výstuž úložného prahu podpery	28
7.3	Mäkká výstuž spodnej stavby	29
7.4	Predpínacia výstuž nosníkov	29
8	ZHODNOTENIE STAVU VÝSTUŽE A JEJ OCHRANY	31
8.1	Podmienky pre vznik korózie výstuže	31
8.2	Stav výstuže a jej ochrany na nosnej konštrukcii	31
8.3	Stav výstuže a jej ochrany na úložnom prahu podpery	31
9	PRÍLOHY	33

9.1	Nedeštruktívne skúšky betónu - PROCEQ NR-10	33
9.2	Skúšky chloridov.....	35

1 ÚVOD

Diagnostika mosta IDM M2219 – 571-032 Most cez rieku Rimava v obci Jesenské bola vykonaná ako súčasť „Diagnostiky mostov na cestách II. a III. triedy v Banskobystrickom kraji“ pre časť predmetu zákazky č. 4 Diagnostika mostov typu Vloššák v okrese Rimavská Sobota cez rieku Rimava v celkovom počte 2 ks.

Cieľom diagnostiky bolo zistenie skutkového stavu mosta ako podkladu pre prepočet zaťažiteľnosti mosta, zhodnotenie stavebnotechnického stavu, životnosti mosta a projektu opravy mosta.

Diagnostika bola vypracovaná pre objednávateľa Banskobystrická regionálna správa ciest, a. s., Banská Bystrica.

Diagnostika bola spracovaná v prílohách :

- 1 - Správa z diagnostiky mosta
- 2 - Výkres diagnostiky – pôdorys a pozdĺžny rez
- 3 - Výkres diagnostiky – rezy a detaily
- 4 - Statický výpočet
- 5 - Záverečná správa
- 6 – Fotodokumentácia

1.1 Použité podklady

- [1] Mostný list
- [2] Protokol a fotodokumentácia z hlavnej prehliadky mosta, 2018
- [3] Mostný list a protokol z bežnej prehliadky mosta, 2021
- [4] Zadávací list diagnostiky mosta

1.2 Použité normy

[5]	STN EN 12504-2	Skúšanie betónu v konštrukciách. Časť 2: Nedeštruktívne skúšanie. Stanovenie tvrdosti odrazovým tvrdomerom.
[6]	STN EN 13791	Stanovenie pevnosti betónu v tlaku v konštrukciách a v betónových prefabrikátoch
[7]	STN 73 1373	Tvrdomerné metódy skúšania betónu
[8]	STN EN 14 630	Skúšobné metódy. Skúšanie hĺbky karbonatizácie v zatvrdnutom betóne fenolftaleínovou metódou.
[9]	ASTM C876-09	Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete

1.3 Použité predpisy

- [10] TP SSC 05/2002 Prognózovanie vplyvu porúch na zaťažiteľnosť mostov a stanovenie zostatkovej životnosti mostov
- [11] TP SSC 03/2003 Metodický pokyn Hodnotenie statických dôsledkov porúch z prefabrikovaných nosníkov „Vloššák“
- [12] TP 07/2012 (059) Zadávanie a výkon diagnostiky mostov, Ministerstvom dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR, 2012
- [13] TP 08/2012 (060) Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Mosty, Ministerstvom dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR, 2012
- [14] TP SSC č. 14/2013 - Systém hospodárenia s mostami
- [15] TP 061/2019 Katalóg porúch mostných objektov na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I., II. a III. triedy, Ministerstvo dopravy a výstavby SR, 2019
- [16] Normálie cestných mostov z predpätého betónu sv. 10 – 18 m typu „Vloššák“, ŠÚDOP Bratislava, 1956

1.4 Vstupné základné údaje o mostnom objekte (podľa mostného listu)

Most 000571-032 Most cez rieku Rimava v obci Jesenské na ceste II/000571 premoštuje vodný tok rieky Rimava. Most bol postavený v roku 1959. Lokálne staničenie mosta bolo zvolené od strany obce Jesenské smerom obec Pavlovce.

Dvojpoľový most šikmost'ou $L'85^\circ$ premoštuje rieku oboma poľami, svetlosti poľí sú poľí sú 11,90 m (kolmá) a 12,00 m (šikmá). Dĺžka mosta je 28,40 m, dĺžka nosnej konštrukcie je 26,80 m. Dĺžka premostenia je 24,90m. Výška mosta nad terénom je 4,6 m, bežná hladina vodného toku je ~0,80 m. Stavebná výška mosta je 0,90 m.

Komunikácia je v úseku mosta smerovo priama. Šírka mosta je 12,10 m. Šírka vozovky medzi obrubníkmi je 9,0 m. Chodníky majú rovnakú šírku 1,25 m. Šírka medzi zábradlím je 11,5 m.

2 VSTUPNÝ POPIS KONŠTRUKCIE MOSTA (podľa mostného listu)

Nosnú konštrukciu tvorí dvojpoľový doskový trám vyhotovený z prefabrikovaných predpätých nosníkov VLOŠŠÁK dĺžky 13,30 m. Výška nosníkov je 0,63 m. Priečny rez mosta bol vytvorený z 11-tich nosníkov osovo vzdialených 0,99 m. Šírka nosnej konštrukcie je 11,82 m.

Nosná konštrukcia je na krajných oporách a podpere uložená priamo bez ložísk.



Obr. 1 Pohľad na most

Spodnú stavbu tvoria dve krajné monolitické opory a monolitická podpera. Opory sú z prostého betónu a sú uložené na založené základových pásoch. Dĺžka opôr je 11,0 m. Hrúbka opôr je 1,0 m. Celková výška opôr je 5,80 m, z toho výška základov je 1,90 m. Opory majú úložné prahy a záverové múriky hrúbky 0,80 m. Krídla sú rovnobežné.

Za oporami bolo vytvorené trativodné murivo šírky 0,60 m.

Podpera je monolitická, tvorí ju základový pás, driel a železobetónový úložný prah. Dĺžka podpery je 11,8 m, hrúbka 1,0 m. Výška podpery je 5,8 m, z toho 2,10 m je výška základového pásu. Úložný prah je voči stenám drieku podpery rozšírený o 0,40 m. Podpera je uložená na základovom páse šírky 1,60 m.



Obr. 2 Pohľad pod most na NK a podperu

Mostný zvršok tvorí asfaltová vozovka šírky 9,0 m a obojstranné chodníky a zábradlie. Obrubníky sú kamenné, chodníky a rímsoy sú monolitické so 4+4 prechodkami pre vedenie sietí. Šírka chodníka vrátane obrubníkov je 1,25 m, šírka zábradlia 0,10 m a šírka rímsoy je 0,20 m. Výška kovového trojmadlového zábradlia a rímsoy spolu je 1,20 m.



Obr. 3 Pohľad na zvršok mosta

Most má podpovrchové mostné závery chránené dlažbovými kockami. Na moste sa nachádzajú odvodňovače.



Obr. 4 Miesto dilatácie



Obr. 5 Odvodňovač

Svahy pri oporách boli spevnené kamenným obkladom, ktorý bol v mieste dna opretý do kamennej pätky priečných rozmerov ~1,0x1,0 m. Kamenným záhozom výšky ~1,0 m bola pod úrovňou dna chránená i pätká podpory.



Obr. 6 Pohľad na oporu a súčasný stav obkladu svahu

Na moste sa nachádzajú po oboch stranách mosta cudzie vedenia uložené v chráničkách.



Obr. 7 Potrubie na vtokovej strane



Obr. 8 Chránička s vedením na výtokovej strane

3 DIAGNOSTIKA STAVU MOSTA

V rámci diagnostiky stavu a zisťovania porúch konštrukcie mosta boli vykonané:

- a) vizuálna prehliadka s klasifikáciou porúch a stanovenia ich rozsahu,
- b) kontrola rozmerov nosnej konštrukcie, spodnej stavby a mostného zvršku,
- c) zistenie vlastností betónu,
- d) kontrola stavu a ochrany betonárskej výstuže nosnej konštrukcie a spodnej stavby,
- e) kontrola stavu a ochrany predpínacej výstuže nosnej konštrukcie

Prístup k spodnej strane nosnej konštrukcie bol možný priamo pri krajných podperách. Vďaka nízkej hladine vody bol umožnený prístup i k strednej podpere zo strany Malé Teriakovce.

V mieste nad vodným tokom a pri podpere bol prístup vytvorený pojazdnou plošinou BARIN.

Pozn. Vzhľadom na blízku prítomnosť potrubného vedenia nebolo možné plošinu BARIN použiť na vtokovej (ľavej) strane mosta.



Obr. 9 Kontrola mosta z plošiny BARIN

4 KLASIFIKÁCIA PORÚCH A STANOVENIE ICH ROZSAHU

Pri klasifikácii porúch bol použitý TP 061/2019 Katalóg porúch mostných objektov na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I., II. a III. triedy. Klasifikáciu porúch bolo potrebné určiť pre splnenie *bodu Stanovenie zostatkovej životnosti mosta podľa metodického pokynu SSC uvedeného v zadaní v časti J. Požiadavky na ďalší obsah dokumentácie - samostatné prílohy.*

4.1 Stav a poruchy celkového pôsobenia

Na moste nie sú v súčasnosti viditeľné prejavy katalogizovaných porúch celkového pôsobenia. Vzhľadom na stav základu podpory ale potencionálne hrozí zmena stability podpory, čo bolo potrebné zohľadniť v hodnotení celkového pôsobenia.

Tab. 1

Konštr. prvok	Číslo a názov poruchy	Hodnotenie
1. Celkové pôsobenie	-	V

4.2 Stav a poruchy spodnej stavby

Na spodnej stavbe pozostávajúcej z krajných opôr, podpory a ich základov, krídiel a úložného prahu podpory boli zistené nasledujúce poruchy :

Tab. 2

Konštr. prvok	Číslo a názov poruchy	Hodnotenie
a. celkové pôsobenie na základ (sadanie, pootočenie, posunutie)	Hrozba sadnutia pootočenia podpory v priečnom smere mosta	V
b. základy	201 Výmole, podomletie základov	V
	314 Obrušovanie	IV
	315 Rozpad betónu	V
	316 Erózia betónu účinkom prúdiacej vody	V
c. opory	301 Výkvety	IV
	303 Vlhké škvrny	IV
	304 Záclony	IV
	345 Biologická degradácia betónu	III
d. podpory, (piliere)	314 Obrušovanie	IV
	316 Erózia betónu účinkom prúdiacej vody	IV
f. mostné krídla	303 Vlhké škvrny	IV
	345 Biologická degradácia betónu	V
j. úložné prahy	303 Vlhké škvrny	V
	315 Rozpad betónu	V
	701 Nedostatočné krytie betonárskej výstuže	V
	711 Korózia betonárskej výstuže	V
	201 Výmole, podomletie základov	V



Obr. 10 Opora 1



Obr. 11 Opora 3



Obr. 12 Krídlo a opora 1 - pravá strana



Obr. 13 Krídlo a opora 1 - ľavá strana



Obr. 14 Krídlo a opora 3 - pravá strana



Obr. 15 Krídlo a opora 3 - ľavá strana



Obr. 16 Pohľad na podperu zo strany opory 1



Obr. 17 Pohľad na podperu zo strany opory 3



Obr. 18 Podomletie podpery na výtokovej strane



Obr. 19 Korózia výstuže úložného prahu podpery



Obr. 20 Korózia výstuže a znečistenie ÚP podpery



Obr. 21 Erózia základu, výluhy a zatekanie opory 3



Obr. 22 Detiľ na poruchy na opore 3, ľavá strana



Obr. 23 Zatekanie na opore 1- ľavá strana

Najzávažnejšími poruchami spodnej stavby sú podomletie podpery, korózia výstuže úložného prahu podpery a porušenie obkladu opôr.

Okolo podpery bol vodnou eróziou zničený ochranný obklad základu podpery a na výtokovej strane došlo i lokálnemu podomletiu podpery. Na samotnom drieku podpery vidno eróziou vymletý pás vo výške,

Úložný prah podpery je zatekaný cez poruchy izolácie zvršku. V miestach s nízkym krytím výstuže tak dochádza ku korózii najmä strmienkov a lokálne i spodnému krajnému prútu pozdĺžnej výstuže.

Pri oporách došlo k odplaveniu ich obkladu, na opore 3 následne došlo i k erózii základu a lokálnemu odkrytiu výstuže základu. Opory sú takisto lokálne výrazne

zatekané a následne k rozpadu betónu opôr a krídiel. Čelné plochy opôr sú lokálne výrazne zatekané cez netesné dilatačné škáry, zatekanie sa zatiaľ neprejavuje poruchami betónu opôr.

Cez pracovné škáry betónu opôr dochádza k výluhom v dôsledku pravdepodobného zatekania priestoru za oporami.

4.3 Stav a poruchy nosnej konštrukcie

Z kontroly rozmerov bolo zistené, že na moste boli použité nosníky „VLOŠÁK“ dĺžky 13,30 m typovej svetlosti $l_0 = 12$ m. Výška nosníkov je 0,63 m a ich šírka je 0,96 m.

Skutočný počet nosníkov na konštrukcii je **12 ks**.

Na nosnej konštrukcii boli zistené nasledovné poruchy :

Tab. 3

Konštr. prvok	Číslo a názov poruchy	Hodnotenie
a. hlavná konštrukcia	301 Výkvety	V
	302 Inkrustácie	V
	303 Vlhké škvrny	V
	304 Záclony	V
	311 Lokálne napúchanie	V
	312 Odlamovanie betónu	VI
	322 Pozdĺžne trhliny	V
	344 Nadmerný obsah chloridov v betóne	V
	701 Nedostatočné krytie betonárskej výstuže	VI
	702 Obnažená betonárska výstuž	VI
	711 Korózia betonárskej výstuže	V
	721 Obnažený káblový kanálik	V
	731 Korózia predpínacej výstuže	VI
	732 Porušenie predpínacej výstuže	VI
c. betónové monolitické styky prefabrikovaných prvkov	315 Rozpad betónu	IV
	342 Poškodenie ochrannnej vrstvy	IV
	723 Nedostatočne chránená kotva	IV

Nosníky boli vyrobené z projektom navrhnutého betónu B500, t.j. C45/55. Nosníky boli priečne zopnuté predpínacou výstužou vedenou v priečnikoch nosníkov. Typ predpínacej výstuže, počet a poloha pozdĺžnych predpínacích káblov i priečnej výstuže zodpovedajú typovému projektu.

Korózia mäkkej výstuže sa vyskytuje iba v miestach, kde pri výrobe nebola dodržaná krycia hrúbky 15 mm.

Najväčšie poruchy NK sa vyskytujú na krajných nosníkoch po oboch stranách 1. poľa. Vysoká úroveň chloridov v dôsledku ich zatekania najmä z vonkajších strán spôsobila takú rozsiahlu koróziu mäkkej a následne i predpínacej výstuže, že v dolných prírubách došlo nielen k odpadnutiu krycích vrstiev betónu, ale i k výraznému zníženiu prierezovej plochy a až pretrhnutiu značného počtu predpínacích drôtov.

K rozsahu poškodenia predpínacej výstuže prispela i skutočnosť, že na porušených miestach je vidno, že káblové dutiny týchto výstuží neboli zinjektované.



Obr. 24 Poruchy krytia mäkkej výstuže na NK



Obr. 25 Zatekanie a poruchy krajného nosníka



Obr. 26 Korózia káblov - pole 1, ľavá strana



Obr. 27 Korózia káblov - pole 1, pravá strana



Obr. 28 Korózia káblov - pole 1, ľavá strana



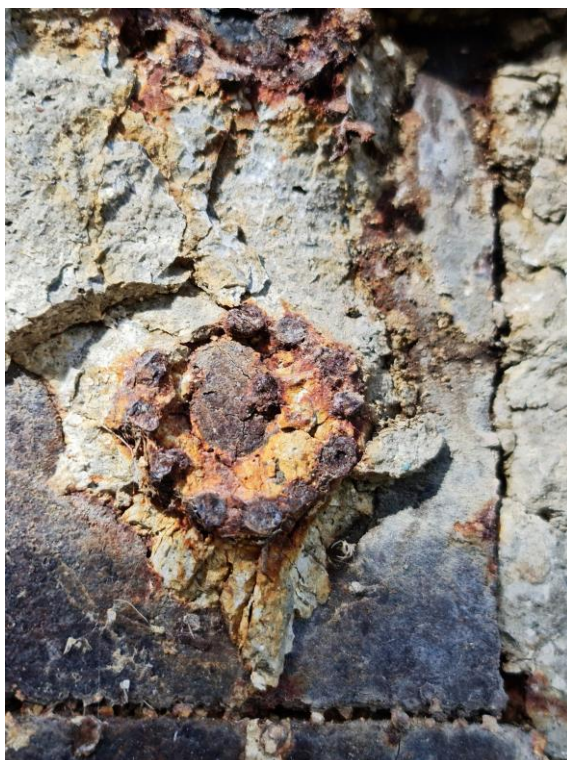
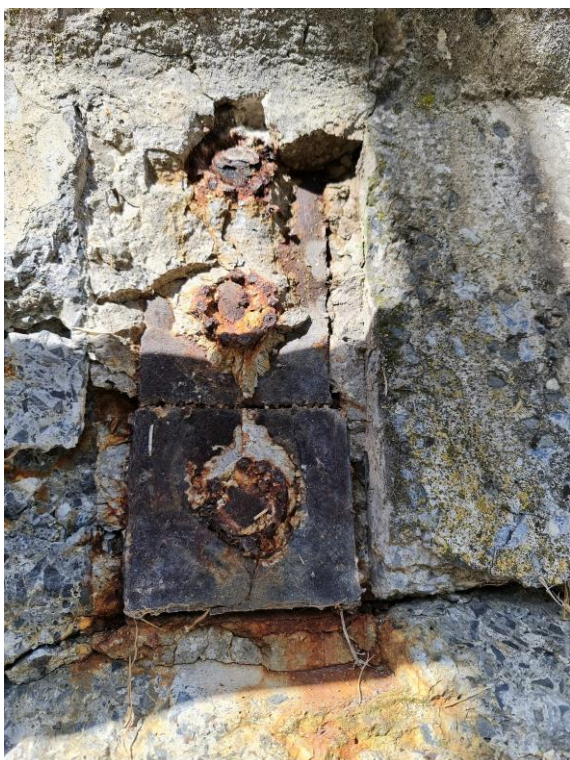
Obr. 29 Porucha kábla - pole 1, pravá strana



Obr. 30 Korózia výstuží - pole 1, ľavá strana



Obr. 31 Korózia výstuží - pole 1, pravá strana



4.4 Poruchy zvršku mosta, mostných záverov

Na zvršku mosta boli zistené nasledovné poruchy :

Tab. 4

Konštr. prvok	Číslo a názov poruchy	Hodnotenie
a. vozovka	806 Rozpad krytu vozovky/chodníka	V
	812 Priečne trhliny	IV
	814 Sieťové trhliny	IV
	818 Trhlina nad podpovrchovým mostným záverom	IV
	821 Netesnosť zálievok škár (pri mostných záveroch, odvodňovačoch, obrubníkoch a pod.)	V
c. hydroizolácia	851 Nadmerná hrúbka vozovky	IV
d. chodník, odrazný pruh, obrubník	831 Porušená hydroizolácia	VI
	806 Rozpad krytu vozovky/chodníka	V
e. rímsa	821 Netesnosť zálievok škár (pri mostných záveroch, odvodňovačoch, obrubníkoch a pod.)	V
	315 Rozpad betónu	V
	342 Poškodenie ochrannej vrstvy	V
	702 Obnažená betonárska výstuž	V



Obr. 32 L'avá strana mosta, pohľad od opory 1



Obr. 33 Pravá strana mosta, pohľad od opory 1



Obr. 34 Neodtekajúca voda na vozovke



Obr. 35 Trhlina v mieste dilatácie – opora 3



Obr. 36 Pozdĺžna trhlina v strede vozovky



Obr. 37 Stav vozovky pri chodníku



Obr. 38 Zatekanie NK - pole 2, pravá strana



Obr. 39 Monolitický chodník na krídle



Obr. 40 Stav rímsy v nadpodperovej oblasti



Obr. 41 Stav rímsy v mieste dilatácie na opore 3

Najpodstatnejšou poruchou zvršku je poškodenie jeho izolačnej funkcie v miestach styku vozovky a obrubníkov, v nadpodperovej oblasti a v miestach dilatčných záverov.

Na vozovke sa nachádzajú pridané asfaltové vrstvy v hr. cca ~ 50 mm, takže obrubníky sú „utopené“.

Rímsy a chodníky sú monolitické. Betón ríms je rozpadnutý a výstuž ríms je skorodovaná.

4.5 Poruchy uloženia

Boli premerané rozmery uloženia prístupných nosníkov. Podľa [16], môžu byť nosníky svetlosti $l_0 = 12$ m uložené bez ložísk na lepenke. Typový podklad požaduje pre šikmosť mosta nad 75° dĺžku uloženia v osi nosníka minimálne 0,65 m.

Pri kontrole uloženia nosníkov bola premeraná vzdialenosť od vnútornej strany koncového priečnika nosníkov po hranu opôr, resp. podpery. K tejto hodnote sa pripočítala hrúbka koncového priečnika 400 mm a získala sa dĺžka uloženia.

Tab. 5

nosník	pole 1				pole 2			
	opora 1		podpera		podpera		opora 3	
	meranie	dĺžka uloženia	meranie	dĺžka uloženia	meranie	dĺžka uloženia	meranie	dĺžka uloženia
N1	65	465	nemerané	nemerané	nemerané	nemerané	450	850
N2	705	1105	nemerané	nemerané	nemerané	nemerané	40	440
N3	450	850	nemerané	nemerané	nemerané	nemerané	295	695
N4	665	1065	nemerané	nemerané	nemerané	nemerané	115	515
N5	905	1305	nemerané	nemerané	nemerané	nemerané	385	785
N6	620	1020	nemerané	nemerané	nemerané	nemerané	130	530
N7	345	745	nemerané	nemerané	nemerané	nemerané	430	830
N8	665	1065	325	725	nemerané	nemerané	115	515
N9	905	1305	565	965	405	805	385	935
N10	620	1020	380	780	615	1015	130	680
N11	345	745	670	1070	330	730	430	980
N12	545	945	430	830	520	920	205	755

Zo nameraných dĺžok uloženia nosníkov bola zistená závrada nedostatočnej plochy uloženia nosníkov na 4 miestach z 33 kontrolovaných miest. Úložná dĺžka bola znížená od 20% do 33%.

Tab. 6

Konštr. prvok	Číslo a názov poruchy	Hodnotenie
c. iné uloženie	952 Nedostatočná úložná plocha	IV

4.6 Poruchy mostných záverov

Mostné závery boli prekryté pridanou vrstvou vozovky. Na vozovke sú v miestach dilatácií trhliny. Na oporách a podpere sú viditeľné prejavy zatekania cez miesta poškodené miesta dilatácií.

Tab. 7

Konštr. prvok	Číslo a názov poruchy	Hodnotenie
c. podpovrchové	1008 Zatekanie cez mostný záver	V
	1010 Uzavretie dilatačnej medzery	IV



Obr. 42 Pohľad na neprekrytý úsek dilatácie - opora 3



Obr. 43 Trhlina v rímse v mieste dilatácie - opora 3



Obr. 44 Zablokovanie pohybu NK v mieste dilatácie



Obr. 45 Zatekanie opory 1 cez dilatáciu

4.7 Poruchy príslušenstva (odvodňovačov)

Pri úpravách vozovky na moste, t. j. pri pridávaní vozovkových vrstiev, neboli osadené nové odvodňovače. Došlo iba k premiestneniu krycej mriežky na nový kryt vozovky, takže dochádza k zatekaniu takto vytvoreného medzipriestoru vozovky.

Konstr. prvok	Číslo a názov poruchy	Hodnotenie
a. odvodňovače	1108 Prenikanie vody vedľa odvodňovačov	IV
	1110 Krátke odvodňovacie rúrky	V



Obr. 46 Pohľad na zanesený odvodňovač



Obr. 47 Krátka výtoková rúra, zatekanie okolo odvodňovača

4.8 Ostatné príslušenstvo mosta

Konstr. prvok	Číslo a názov poruchy	Hodnotenie
a. mostné zábradlie	1201 Poškodenie protikorózneho ochrany kovových prvkov	III
	1202 Korózia kovových častí	III
e. evidenčné označenie mosta a dopravné značenie	1209 Chýbajúce označenie mostného objektu a dopravné značky	III
h. násyp, (svahový kužeľ, ...)	1305 Poškodenie obkladu svahov	IV
j. úpravy pod mostom	1313 Poškodenie dna koryta	V



Obr. 48 Povrchová hrdza zábradlia



Obr. 49 Chýbajúce evidenčné označenie

Výška zábradlia (0,96 m) nevyhovuje normovej požiadavke na výšku zábradlia 1,1 m. Trojmadlový typ zábradlia je nevhodný intravilán obce.

Pri oporách sú viditeľné prejavy sadania svahov na čelnej strane opôr.

Dno potoka nie je rovnomerne upravené, na ľavej strane toku je zanesené, čo spôsobuje zrýchlenie toku na pravej strane a znásobuje erozívne účinky na spodnú stavbu podpory.



Obr. 50 Poškodenie obkladu svahu - opora 1



Obr. 51 Poškodenie obkladu svahu – opora 3

4.9 Cudzie zaradenia

Konštr. prvok		Hodnotenie
a. zariadenie 1 - vedenie v oceleovej chráničke	obr.7	IV
b. zariadenie 2 - vedenie v plastovej chráničke	obr.8	IV

4.10 Okolie mosta

Konštr. prvok	Číslo a názov poruchy	Hodnotenie
a. okolie mosta	1321 Znečistenie okolia mosta	V

Koryto toku pod mostom a svahy toku v okolí mosta sú znečistené čiernymi skládkami odpadu.



Obr. 52 Znečistenie pod mostom.



Obr. 53 Znečistenie v okolí mosta

4.11 Výsledné hodnotenie stavebno-technického stavu mosta

Pre hodnotenie bola použitá klasifikácia porúch podľa [15] .

A. Celkové pôsobenie	V	dostatočný
B. Spodná stavba	V	dostatočný
C. Nosná konštrukcia hornej stavby	VI	zlý
D. Mostný zvršok	VI	zlý
E. Ložiská, kĺby, iné uloženie	IV	uspokojivý
F. Mostné závery	V	dostatočný
G. Odvodnenie mosta	IV	uspokojivý
H. Ostatné príslušenstvo mosta	V	dostatočný
I. Cudzie zariadenia	IV	uspokojivý
J. Okolie mosta	V	dostatočný

Výsledné hodnotenie mosta : **VI zlý**

5 KONTROLA ROZMEROV KONŠTRUKČNÝCH PRVKOV MOSTA

Pre zistenie skutočného stáleho zaťaženia boli premerané rozmery zvršku mosta, vrátane zistenia hrúbky vozovkových vrstiev a rozmerov chodníka a zábradlia. Na moste boli zistené resp. overené aj základné rozmery spodnej stavby, nosnej konštrukcie, uloženia nosníkov. Merania boli realizované pásmom alebo diaľkometerom.

Zistenie hrúbok vozovkových vrstiev sa zistilo jadrovými vývrtmi. Miesta vývrtov boli následne vyplnené asfaltovou hmotou.

Zistené rozmery sú uvedené vo výkresových Prílohách 2 a 3 a boli použité pre upresnenie geometrických vstupov statického výpočtu.



Obr. 54 Vývrt na vozovke



Obr. 55 Meranie zloženia vozovky z vývrtu



Obr. 56 Meranie zloženia vozovky z vývrtu



Obr. 57 Vyplnené miesto vývrtu vo vozovke



Obr. 58 Meranie zvršku



Obr. 59 Meranie rozmerov chodníka

6 BETÓN KONŠTRUKČNÝCH PRVKOV MOSTA

6.1 Nedeštruktívne skúšky pevnosti betónu

Meranie pevnosti betónu sa vykonalo na 15 miestach mosta, z toho 9 miest bolo na nosníkoch nosnej konštrukcie a na 6-tich miestach spodnej stavby (3 miesta na drieku podpory a 3 miesta na úložnom prahu podpory). Všetky miesta boli vopred upravené brúsením.

Bol použitý tvrdomer Proceq NR-10, Nr. 43871. Na každom meranom mieste sa vykonalo minimálne 9 meraní (odrazov).

Na stanovenie informatívnej pevnosti tvrdomerom Proceq NR-10, sa použil všeobecný kalibračný vzťah podľa STN 73 1373. Namerané údaje a vyhodnotenie sú v **Prílohe 9.1**.

Porovnanie výsledkov zatriedenia betónu pre základné konštrukčné prvky mosta s projektovanou s triedou betónu je v Tab. 8 Výsledky tvrdomerných skúšok

Tab. 8 Výsledky tvrdomerných skúšok

P. č.	Konštrukčný prvok	Zistená pevnosť betónu – PROCEQ NR-10	Projektovaná (resp. predpokladaná*) trieda betónu
1	Nosníky NK	C45/55 (B600)	B500 (C35/45)
2	Spodná stavba - opory	C35/45 (B500)	

Pozn. V oboch prípadoch pri vyhodnotení skúšok došlo k zatriedeniu do príslušných tried betónu na základe tesného splnenia hraničných hodnôt pre danú triedu betónu na základe vypočítanej charakteristickej pevnosť v tlaku. Pri nosníkoch to bola hodnota 55,60 MPa > 55,0 MPa a pre spodnú stavbu 45,65 MPa > 45,0 MPa.

6.2 Meranie hĺbky karbonatizácie betónu

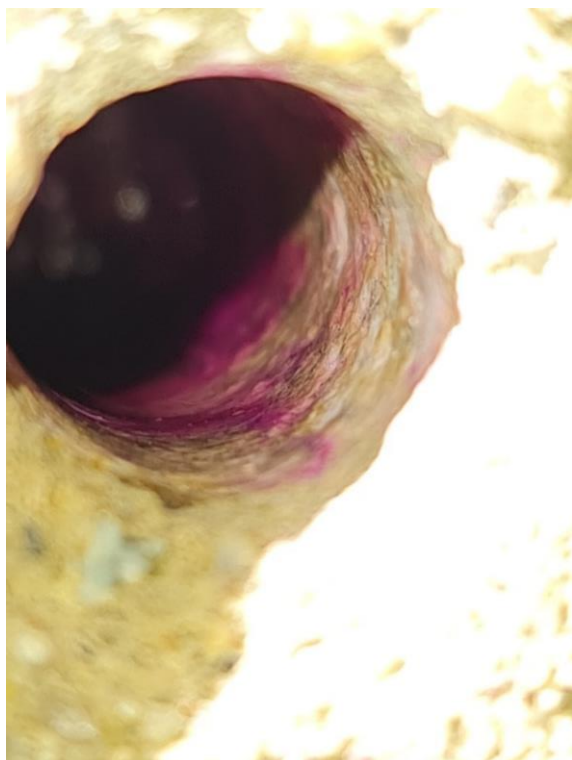
Meranie bolo vykonané podľa [8] STN EN 14630: 2007. Hĺbka karbonatizácie bola realizovaná fenolftaleínovou skúškou, pri ktorej sa karbonizované vrstvy po nastriekaní fenolftaleínovým roztokom nesfarbia, neskarbonizované sa sfarbia do fialova. Pre skúšku bol použitý roztok fenolftaleínu firmy GERMANN.

Meranie hĺbky karbonatizovaného betónu sa uskutočnilo na exponovaných vystužených konštrukčných prvkoch mosta, t. j. na nosníkoch nosnej konštrukcie a úložnom prahu podpory.

Obecne sa rýchlosť postupu karbonatizácie sa vyjadruje vzťahom $x = A \cdot T^{0,5}$, kde x je hĺbka kontaminácie v čase T . Konštantu A je potom možné zistiť pre vek mosta 48 rokov a zistenú hĺbku x . Následne je možné vypočítať teoretickú hodnotu hrúbky skarbonatizovanej vrstvy pre vek teoretickej životnosti $T=100$ rokov.

Priemerná hrúbka skarbonatizovanej vrstvy betónu nosnej konštrukcie bola ~8 mm. Konštanta A potom je pre vek mosta 63 rokov a hĺbku 8 mm potom $A_{8mm} = 1,008$. Teoretická hodnota hrúbky skarbonatizovanej vrstvy pre vek $T=100$ rokov je potom cca do 10 mm, čo je v úrovni hornej hranice rozsahu 4~9 mm uvádzanej v literatúre pre betóny C35/45 (B500), čo je projektovaná trieda betónu nosníkov.

Pre spodnú stavbu bola na úložnom prahu podpory zistená hodnota hĺbky karbonatizácie ~ 14 mm. Teoretická hodnota hrúbky skarbonatizovanej vrstvy pre vek $T=100$ rokov je potom ~ 18 mm, čo je nad úrovňou rozsahu 4-9 mm uvádzanej v literatúre pre betóny C35/45 (B500), ktorý bol v podpere zistený, no zároveň je v rozsahu 13 ~ 22 mm uvádzanom pre betóny C30/37, čo vzhľadom na Pozn. v tab.7 môže byť reálna trieda betónu spodnej stavby.



Obr. 60 Fenolftaleínová skúška na úložnom prahu



Obr. 61 Fenolftaleínová skúška na nosníku

6.3 Meranie obsahu chloridov

Obsah chloridov sa stanovil metódou RCT (Rapid chlorid test) použitím zariadenia RCT od firmy GERMANN. Obsah chloridov (vyjadrený % hmotnostných jednotiek betónu) bol zisťovaný zo vzoriek betónových práškov (1,5g) odobratých z jednotlivých vrstiev krycieho betónu z hĺbok cca 0-15mm, 15-25 mm, 25-40 mm.

Limitné hodnoty prípustnej koncentrácie chloridov sú :

- železobetón (mäkká výstuž) 0,05% hmotnostných jednotiek betónu
- predpätý betón (predpätá výstuž) 0,02% hmotnostných jednotiek betónu

Koncentrácia chloridov bola zisťovaná sa na exponovaných vystužených konštrukčných prvkoch mosta, t. j. na nosníkoch nosnej konštrukcie a úložnom prahu podpory. Na každom z nich sa vykonal v dvoch charakteristických oblastiach, prvá oblasť bola v zatečenom a druhá na nezatečenom mieste daného prvku.

Miesto C1 bolo na zatečenom mieste úložného prahu podpery.
Miesto C2 bolo na nezatečenom mieste úložného prahu podpery.
Miesto C3 bolo na vonkajšom zatekanom mieste (prírube) krajného nosníka.
Miesto C4 bolo na suchom mieste vnútorného nosníka.

Poloha kontrolovaných miest je vyznačená vo výkresoch 2 a 3 ako miesta C1 až C4. Miesta odberu vzoriek boli následne opravené reprofilačnou maltou.

Výsledky stanovenia koncentrácií v jednotlivých vzorkách a hĺbkach sú spracované v Prílohe 9.2 tejto správy.



Obr. 62 Poloha vzoriek C1



Obr. 63 Poloha vzoriek C2



Obr. 64 Poloha a oprava miesta odberu vzoriek C3

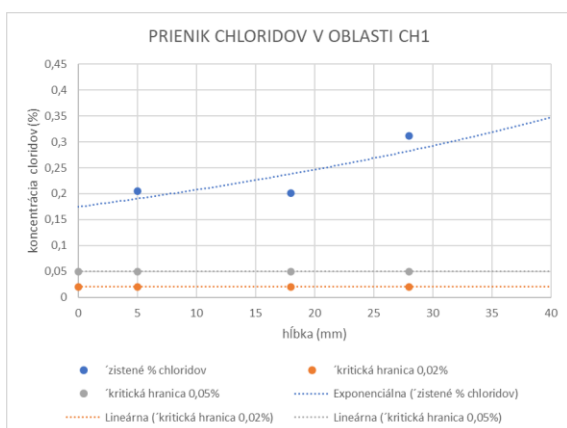


Obr. 65 Poloha a oprava miesta odberu vzoriek C4

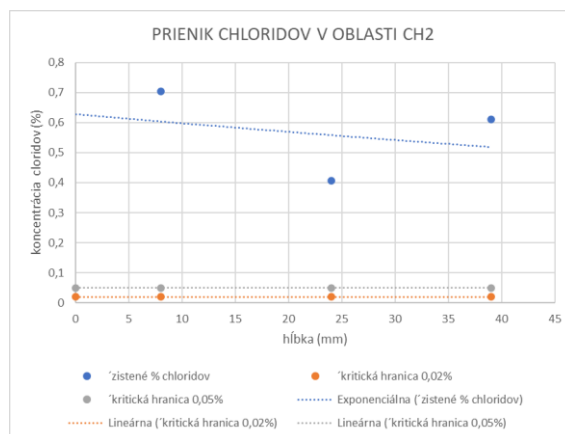


Na nasledujúcich grafoch na obr. 66 až obr. 69 sú vykreslené priebehy koncentrácií v závislosti od hĺbky v jednotlivých miestach C1 až C4. Na grafoch sú vykreslené i preložené náhradné krivky cez namerané hodnoty a hladiny hraničných koncentrácií 0,05% a 0,02% hmotnostných jednotiek betónu.

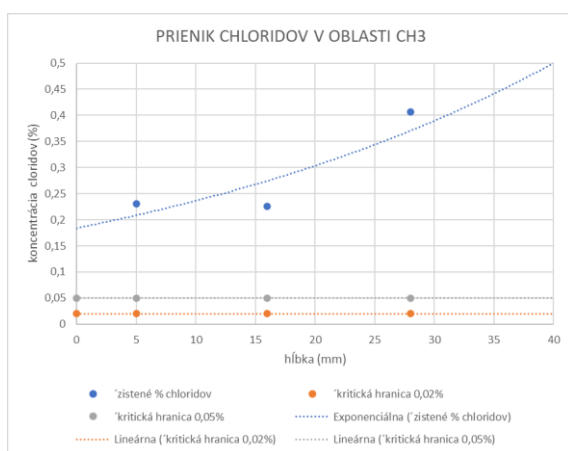
Z grafov vidno, že vo všetkých vzorkách boli do hĺbky odberu vzoriek 30 ~ 40 mm výrazne prekročené limity koncentrácií chloridov pre mäkkú i predpätú výstuž.



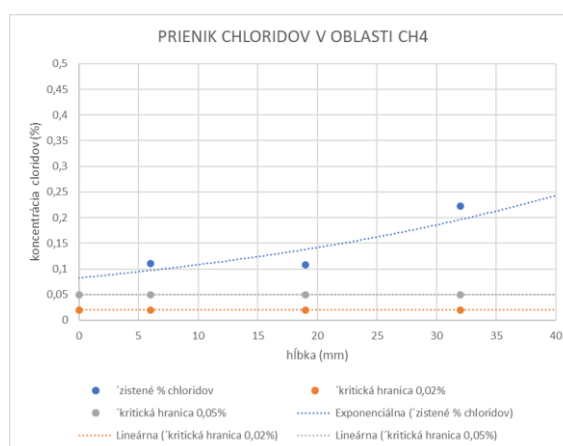
Obr. 66 Prienik chloridov v oblasti C1 – úložný prah



Obr. 67 Prienik chloridov v oblasti C2 – úložný prah



Obr. 68 Prienik chloridov v oblasti C3 – krajný nosník



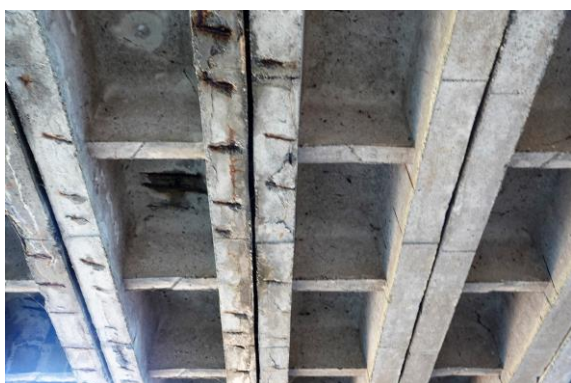
Obr. 69 Prienik chloridov v oblasti C4 – vnútorný nosník

7 VYSTUŽENIE KONŠTRUKČNÝCH PRVKOV MOSTA

Na moste bola v zmysle zadania vykonaná kontrola vystuženia nosníkov a diagnostikovaná výstuž úložného prahu podpory.

7.1 Mäkká výstuž nosníkov

Na nosníkoch sa overil typ a krytie mäkkej výstuže. Typ, rozmiestnenie a krytie výstuže zodpovedajú údajom z typového projektu, t. j. strmienky z ocele R10, pozdĺžne výstuže R8. Krytie výstuže bolo premerané priamo v miestach odpadnutej krycej vrstvy a následne aj nedeštruktívne prístrojom PROFOMETER. Zistené krytie bolo ~10 mm, čo zodpovedá typovému projektu. Na spodnej strane dosiek a stenách nosníkov sú ale početné lokálne výskyty miest s menším resp. až nulovým krytím strmienkov.



Obr. 70 Korózia strmienkov nosníkov



Obr. 71 Korózia mäkkej výstuže nosníkov



Obr. 72 Korózia mäkkej výstuže nosníkov



Obr. 73 Korózia mäkkej výstuže nosníkov

7.2 Mäkká výstuž úložného prahu podpery

Na úložnom prahu podpory bola diagnostikovaná poloha, profil a krytie strmienkov a pozdĺžnej výstuže na okraji stien. Diagnostika bola realizovaná nedeštruktívne hľadačkou výstuže PROCEQ a meraním profilov v miestach odkrytej výstuže.

Polohu strmienkov a meranie profilov výstuže bolo možné zisťovať na odkrytej výstuži v miestach s odpadnutou krycou vrstvou.



Obr. 74 Výstuže úložného prahu podpery



Obr. 75 Výstuže úložného prahu podpery

Strmienky boli vytvorené z výstuže $\phi R10$ mm, pozdĺžnu výstuž tvoria profily $\phi R12$ mm. Priemerná vzdialenosť strmienkov je 170 mm.

Poloha výstuží je vo výkrese 3.

7.3 Mäkká výstuž spodnej stavby

Pri opore 3 bolo lokalizované miesto odkrytej výstuže – výkresová príloha 3 -Rezy a detaily -Sonda S2. Strmienky boli z hladkej výstuže $\phi 12$ mm, pozdĺžna rozdeľovacia výstuž bola z hladkej výstuže $\phi 16$ mm.



Obr. 76 Výstuž základu opory



Obr. 77 Meranie priemeru výstuže

7.4 Predpínacia výstuž nosníkov

Pri kontrole stavu predpínacej výstuže sa overil aj počet a rozmiestnenie predpätej výstuže v nosníkoch. Polohy a počty káblov pozdĺžnej predpínacej výstuže zodpovedajú polohy výstuže v typovom podklade nosníkov. Predpätá výstuž je v nosníkoch umiestnená v ochranných krepovaných trubkách.

Priemer a počty drôtov bolo možné overiť v miestach porúch predpínacej výstuže.

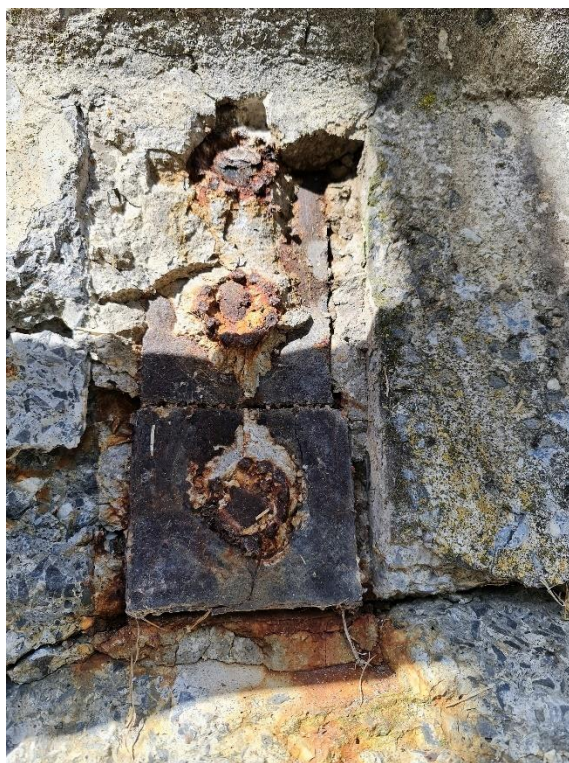
Predpínací kábel pozostáva zo 17 ks drôtov $\phi 4,5$ mm, čo zodpovedá typovému podkladu nosníkov. Výstuž bola vo všetkých kontrolovaných miestach zainjektovaná.



Obr. 78 Overovanie počtu drôtov predpätej výstuže



Obr. 79 Kotva priečnej predpätej výstuže



Obr. 80 Tri kotvy priečnej výstuže



Obr. 81 Skorodovaná zainjektovaná predpätá výstuž

Na viacerých miestach porušenej pozdĺžnej predpätej výstuže bola zistená chýbajúca injektážna malta. Zároveň bolo tiež zistené, že ku korózii drôtov pozdĺžnych káblov došlo i v miestach, ktoré boli zainjektované.

Priečne predpätie je riešené tromi káblami v mieste priechodov. V každom kábli je 11 drôtov $\phi 4,5$ mm. Počet káblov a počet a priemer drôtov priečných káblov bolo možné overiť na odkrytých kotvách. Poruchy priečne vedenej predpínacej výstuže na moste neboli zistené.

8 ZHODNOTENIE STAVU VÝSTUŽE A JEJ OCHRANY

8.1 Podmienky pre vznik korózie výstuže

Vznik korózie výstuže je podmienený kombináciou súčasného výskytu viacerých faktorov, ktorými sú na mostných konštrukciách najmä :

- a) vlhkosť + prístup kyslíka z ovzdušia + znížená zásaditosť (karbonatizácia) betónu
- b) vlhkosť + prístup kyslíka z ovzdušia + nadkritická prítomnosť chloridov v okolí výstuže

8.2 Stav výstuže a jej ochrany na nosnej konštrukcii

Hrúbky krycej vrstvy výstuže platné v dobe realizácie mosta sú z hľadiska dnešných požiadaviek nedostatočné. Podľa podkladov z typového projektu nosníkov bolo navrhnuté a realizované krytie strmienkov 15 mm, krytie trubiek predpätej výstuže min 50 mm. Projektovaný betón nosníkov bol B500.

Zistené zatriedenie betónu C45/50 bolo síce vyššie ako v typovom projekte predpísaná trieda betónu (C35/45, t. j. B500), no vzhľadom na Pozn. v kapitole 6.1 je vhodnejšie uvažovať s reálnou triedou betónu C35/45. S týmto záverom korešpondujú aj namerané hĺbky karbonatizácie v priemernom rozsahu ~8 mm.

Karbonatizácia po 100 rokoch dosiahne úroveň 10 mm, čím neprekročí teoretickú hĺbku krytia výstuže na nosníkoch. Hoci zistené krytie výstuže prevažne zodpovedá projektovanej hodnote 15 mm, na viacerých miestach je vidno lokálne znížené krytie strmienkov a priečnej výstuže a ich korózia.

Nepriaznivejším zistením z hľadiska ochrany výstuže sa javia namerané prieniky chloridov na nosníkoch. Ich nadmerne vysoká koncentrácia sa vzhľadom na havarijný stav výstuže v krajných nosníkoch dala predpokladať, lebo ku korózii výstuže došlo neraz i pri zainjektovaných káblových kanálikoch.

Vysoké a v závislosti od hĺbky (cca až do 50 mm) neklesajúce vysoké koncentrácie chloridov boli ale namerané i v betóne v súčasnosti nezatekaného vnútorného nosníka, na ktorom nebolo vidno korodovanú predpätú výstuž. K zatečeniu chloridmi v tomto prípade pravdepodobne dochádzalo v minulosti.

Takisto nepriaznivým zistením bol i častý výskyt nezainjektovaných káblových kanálikov.

Horeuvedené skutočnosti vysvetľujú, prečo k poruchám predpínacej výstuže došlo nielen v krajných nosníkoch, ale i na nosníkoch ďalších radov.

Z hľadiska ochrany výstuže voči korózii nemožno teda ochranu výstuže nosníkov v súčasnom stave považovať za spoľahlivú.

8.3 Stav výstuže a jej ochrany na úložnom prahu podpery

Na stenách a na spodnej strane odskoku vyloženia úložného prahu sa vyskytujú početné miesta zo zníženou až nulovou krycou vrstvou výstuže. V týchto miestach

dochádza ku korózii výstuže, čo je dôsledkom výskytu karbonatizácie a prítomnosti chloridov.

Zistené krytie strmienkov ($\phi R10$) je 0~20 mm, pozdĺžnej výstuže ($\phi R12$) je 15 ~30 mm.

Zistená hĺbka karbonatizácie je ~ 14 mm, do konca projektovanej životnosti mosta sa zvýši na úroveň cca 18 mm čo je v rozsahu krycej hrúbky výstuže.

Prienik chloridov v koncentráciách výrazne vyšších ako je limitná koncentrácia pre mäkkú výstuž bol zistený vo väčších hĺbkach (až do 50 mm) ako sú zistené hrúbky krytia výstuže na zatekanom a aj dnes nezatekanom povrchu úložného prahu.

Z hľadiska ochrany výstuže voči korózii nemožno teda ochranu výstuže úložného prahu v súčasnom stave považovať za spoľahlivú.

9 PRÍLOHY

9.1 Nedeštruktívne skúšky betónu - PROCEQ NR-10

VUIS-MOSTY s.r.o, Gogoľova18, 851 01 Bratislava

SKÚŠOBNÝ PROTOKOL
pre tvrdomerné skúšanie betónu
Vyhodnotené podľa STN 73 1373

Objekt : Most M2219 - Jesenské
Dátum merania : september 2022
Tvrdomer : PROCEQ NR-10, Nr. 43871

Stanovenie pevnosti v tlaku - Nosná konštrukcia

Skúšané miesto	Smer úderu	Popis prvku	Platné odrazy na skúšobnom mieste													Vypočítaný priemerný odraz	Pevnosť v tlaku (MPa)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	R _{a.m}	R _{bk}
7	1	NK	54	54	62	59	56	59	63	59	60	62				57	63,0
8	1	NK	66	62	60	64	59	66	60	58	58	56				59	63,0
9	1	NK	60	51	60	60	65	62	60	63	58	62				58	63,0
10	1	NK	58	62	56	57	59	62	50	58	67					57	63,0
11	1	NK	56	54	60	52	59	66	59	63	63					57	63,0
12	1	NK	56	58	63	61	61	57	58	57	61					57	63,0
13	1	NK	58	53	53	55	52	51	50	54	55	55				52	56,7
14	1	NK	58	56	52	61	56	64	54	63	62	53				56	63,0
15	1	NK	52	51	55	52	52	61	56	55	54	53				52	56,7
Základné štatistické charakteristiky																	
Počet hodnôt výberu																9	
Najmenšia hodnota																56,7	
Najväčšia hodnota																63,0	
Priemer																61,6	
Smerodajná odchýlka																2,78	
Variačný súčiniteľ																4,51%	
Charakteristická pevnosť v tlaku																55,60	
Trieda pevnosti betónu stanovená podľa EN 13791																C 45/55	

Stanovenie pevnosti v tlaku - **SPODNÁ STAVBA**

Skúšané miesto	Smer úderu	Popis prvku	Platné odrazy na skúšobnom mieste													Vypočítaný priemerný odraz	Pevnosť v tlaku (MPa)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	R _{a,m}	R _{bk}
1	1	PODPERA	42	46	52	56	56	56	46	49	46	55				49	51,3
2	1	PODPERA	57	51	48	52	58	56	53	48	54					51	54,9
3	1	PODPERA	53	52	50	48	53	59	45	48	52	52				49	51,3
4	1	Ú P	59	58	60	58	51	53	54	54	56	44				53	58,5
5	4	Ú P	49	56	52	52	54	54	56	54	54					52	50,4
6	1	Ú P	49	47	54	52	51	49	46	50						48	49,5
Základné štatistické charakteristiky																	
Počet hodnôt výberu																6	
Najmenšia hodnota																49,5	
Najväčšia hodnota																58,5	
Priemer																52,7	
Smerodajná odchýlka																3,40	
Variačný súčiniteľ																6,46%	
Charakteristická pevnosť v tlaku																45,65	
Trieda pevnosti betónu stanovená podľa EN 13791																C35/45	

9.2 Skúšky chloridov

RCT, acid soluble chlorides, % Cl⁻/concrete mass
1,5 gram of concrete dust dissolved in a RCT-1023 vial with 10 milliliters of extraction liquid.

Report #:	M2219-CH	Structure:		Project:	most M2219 - Jesenské
Date:	9/2022	Electrode #:	WS1-10794	Person:	Ing. Červeňan
Testing Lab:		Phone:	0903719057	Fax:	
Address:	VUIS Mosty s.r.o., Gogoľova 15, 851 01 Bratislava				

Enter the calibration values for the electrode in this table				
Liquid	Clear	Purple	Green	Pink
% Cl ⁻	0,005	0,020	0,050	0,500
mV	105	75	52	-6

<i>The enclosed tables allows to enter the values for 175 samples on 4 pages.</i>

Enter Sample no.	Enter mV readings	% Cl ⁻ by concrete weight	Remarks
1	16	0,205	Vzorka CH1, hĺbka 0 ~ 10 mm
2	17	0,201	Vzorka CH1, hĺbka 10 ~ 26 mm
3	6	0,311	Vzorka CH1, hĺbka 20 ~ 36 mm
4	-15	0,703	Vzorka CH2, hĺbka 0 ~ 16 mm
5	-1	0,407	Vzorka CH2, hĺbka 16 ~ 32 mm
6	-11	0,610	Vzorka CH2, hĺbka 32 ~ 46 mm
7	13	0,231	Vzorka CH3, hĺbka 0 ~ 10 mm
8	14	0,226	Vzorka CH3, hĺbka 10 ~ 22 mm
9	-1	0,407	Vzorka CH3, hĺbka 22 ~ 34 mm
10	32	0,110	Vzorka CH4, hĺbka 0 ~ 12 mm
11	33	0,108	Vzorka CH4, hĺbka 12 ~ 26 mm
12	14	0,222	Vzorka CH4, hĺbka 26 ~ 38 mm