



Horský s.r.o.

stavební laboratoř, diagnostika staveb

Klánovická 286/12, 194 00 Praha 9, tel./fax: 281860623 mobil: 603540691 Email: lab@horsky.cz

počet stran zprávy: 15

Akce:

II/322 Týnec nad Labem, most ev.č. 322-005 - diagnostika

zpráva č. D 45/18

**Diagnostický průzkum opěrných stěn násypového tělesa v předpolí
mostu ev.č. 322-005**

Objednatel: **Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje,
příspěvková organizace**
se sídlem: Zborovská 11, 150 21 Praha 5

Řešitel: **Horský s.r.o.**
se sídlem: Klánovická 286/12, 194 00 Praha 9

Zpracoval
Ing. Tomáš Vavříník
/Vedoucí laboratoře/

Schválil
Ing. Jan Horský
/AI pro zkoušení a diagnostiku staveb/

Říjen 2018

OBSAH

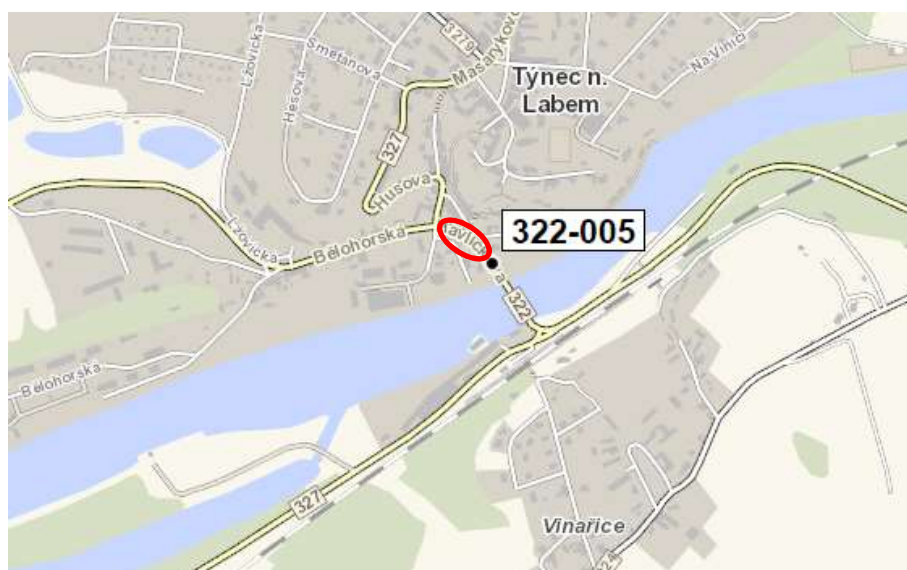
1. ÚVOD	3
2. ZJIŠTĚNÍ KVALITY BETONU A JEHO FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ	4
2.1. Odběr jádrových vývrtů	4
2.2. Vizuální popis vývrtů a jejich parametry	4
2.3. Zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech	6
2.4. Pevnost v tahu povrchových vrstev	6
2.5. Hloubka karbonatace betonu	7
2.6. Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám	7
3. PRŮZKUM VÝZTUŽE	9
3.1. Metodika nedestruktivního zjištění výztuže	9
3.2. Destruktivní ověření stavu a průměru výztuže	9
3.3. Výztuž opěrných stěn	9
3.4. Výztuž přístupového schodiště	13
4. ZÁVĚR – SHRUTÍ VÝSLEDKŮ	15

1. ÚVOD

Na základě smlouvy č. 2776/00066001/2018 ze dne 5.10.2018 s Krajskou správou a údržbou silnic Středočeského kraje, PO byl firmou Horský s.r.o. proveden diagnostický průzkum mostu ev.č. 322-005 a přilehlých opěrných stěn a geotechnický průzkum přilehlého násypového tělesa.

Předkládaná zpráva popisuje provedený diagnostický průzkum opěrných stěn násypového tělesa v předpolí mostu ev.č. 322-005 a jeho výsledky. Diagnostický průzkum byl zaměřen převážně na zjištění kvality betonu a stav výztuže stěn z důvodu přípravy sanace mostu ev.č. 322-005 a přilehlých konstrukcí násypového tělesa.

Předmětné opěrné stěny tvoří levé a pravé boční omezení násypového tělesa komunikace II/322 v předpolí mostu ev.č. 322-005 (obrázek č. 1). Použité pracovní číslování dilatačních celků (DC) opěrné stěny je ve směru od opěry OP1 směrem ke křižovatce se silnicí II/327.



Obrázek č. 1: Poloha mostu ev.č. 322-005 a násypového tělesa s opěrnými zdmi (zdroj: geoportal.rsd.cz)



Obrázek č. 2: Pohled na pravou opěrnou zeď od OP1

2. ZJIŠTĚNÍ KVALITY BETONU A JEHO FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ

2.1. Odběr jádrových vývrtů

Celkem bylo provedeno 5 jádrových vývrtů – 2 vývrty byly průměru DN 150 a sloužily pro zkoušky odolnosti betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám (CHRL). Celkem 3 vývrty byly průměru DN 100 a byly odebrány z pravé opěrné stěny. Všechny vývrty průměru DN 100 byly použity pro vyšetření základních fyzikálně-mechanických vlastností betonu.

2.2. Vizuální popis vývrtů a jejich parametry

Tabulka č. 1: Popis vývrtů V1-V2

Označení vývrtu		V1	V2
Laboratorní číslo		1704/18	1705/18
Poloha vývrtů		Opěrná stěna – DC3 3,1 m od DC2 1,5 m nad terénem	Opěrná stěna – DC2 3,4 m od DC2 1,4 m nad terénem
Vývrty - průměr / délka	mm	99,5/ 205	99,5/ 285
Popis vývrtu		- beton hutný - bez poruch	- beton hutný - bez poruch
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK / největší zrna	mm	rovnoměrné větší množství (cca 40 %) HTK + příměs HDK / 27 x 11	rovnoměrné větší množství (cca 40 %) HTK + příměs HDK / 40 x 16
Zhutnění betonu Póry < 1 / 1-7 mm Dutiny > 7 mm Kaverny	množství ks ks	hutný beton velmi malé / velmi malé 1 -	hutný beton velmi malé / velmi malé 2 -
Výztuž Typ / průměr / hloubka Stav	mm	nezastižena -	nezastižena

Tabulka č. 2: Popis vývrtu V3

Označení vývrtu		V3
Laboratorní číslo		1706/18
Poloha vývrtů		Opěrná stěna – DC1 2,2 m od DC2 1,3 m nad terénem
Vývrty - průměr / délka	mm	99,5/ 240
Popis vývrtu		- beton hutný - bez poruch
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK / největší zrna	mm	rovnoměrné větší množství (cca 40 %) HTK + příměs HDK / 24 x 21
Zhutnění betonu Póry < 1 / 1-7 mm Dutiny > 7 mm Kaverny	množství ks ks	hutný beton velmi malé / velmi malé 2 -
Výztuž Typ / průměr / hloubka Stav	mm	nezastižena



Obrázek č. 3: Vývrt V1



Obrázek č. 4: Vývrt V2



Obrázek č. 5: Vývrt V3

[illegible]

2.5. Hloubka karbonatace betonu

Dle objednávky byla stanovena i hloubka karbonatace betonu pomocí kolorimetrické zkoušky 1% roztokem fenolftaleinu. Stanovení míry karbonatace pomocí roztoku fenolftaleinu je pouze orientační zkouška, jelikož poukazuje jen na místa s $\text{pH} < 9$. Pro železobetonové konstrukce je však zásadní již hodnota $\text{pH} 9,6$, při které dochází k depasivaci výztuže. Pro přesné určení rozsahu karbonatace je třeba vyhotovení chemických analýz. Změřené hloubky karbonatace betonu jsou uvedeny níže, v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5: Výsledky zkoušek hloubky karbonatace

Zkušební místo		Hloubka karbonatace [mm]
DC3 – 3,1 m od DC2 / 1,5 m nad terénem	jádrový vývrt V1	2
DC2 – 3,4 m od DC2 / 1,4 m nad terénem	jádrový vývrt V2	1
DC1 – 2,2 m od DC2 / 1,3 m nad terénem	jádrový vývrt V3	2
DC1 – 2,0 m od DC1 / 0,8 m nad terénem	sonda S1	10
DC1 – 0,2 m od DC1 / 1,8 m nad terénem	sonda S2	33
DC2 – 1,2 m od DC1 / 1,15 m nad terénem	sonda	13
DC2 – 1,4 m od DC3 / 1,4 m nad terénem	sonda	5
DC3 – 1,0 m od DC2 / 1,2 m nad terénem	sonda	10

2.6. Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám

Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám byla provedena na válcových vzorcích vyhotovených řezáním z jádrových vývrtů DN 150. Odolnost betonu byla stanovena dle normy ČSN 73 1326 - Z1 metoda: C (75 cyklů). Výsledky byly následně zhodnoceny dle kritérií uvedených v normě ČSN P 73 2404 (tabulka č. 6).

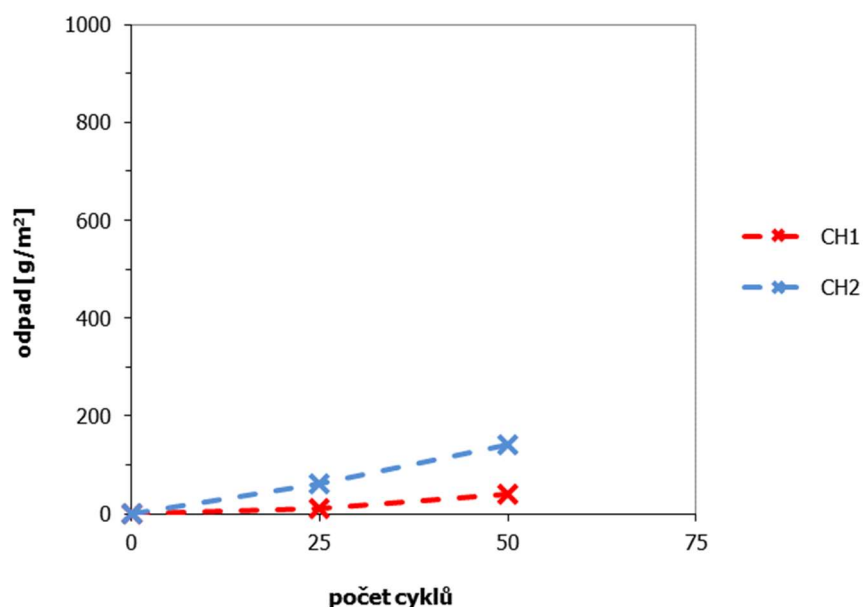
U obou zkušebních těles došlo mezi 50. a 75. zkušebním cyklem k rozpadu dolní části zkušebních těles. A to i přes to, že dle velikosti odpadu při 50 zkušebních cyklech byla zjevná dobrá odolnost betonu proti CHRL. Povrch betonu lze uvažovat za dostatečně odolný proti působení vody a CHRL. Rozpad dolní části tělesa naopak svědčí o nedostatečné mrazuvzdornosti betonu. Problematika souvisí s množstvím mikroporuch, jejich velikostí a jejich vzdáleností od sebe (dále propojeností jednotlivých mikroporuch, čistotou kameniva, teplotní vodivostí kameniva a tmele atd.). Některé kombinace mikroporuch snižují odolnost proti CHRL, jiné naopak mrazuvzdornost. U zkoušek metodou C můžeme alespoň částečně tyto dva způsoby korozního narušení betonu od sebe odlišit.

Na obrázcích č. 7-8 jsou fotografie zkušebních těles po ukončení zkoušek. Je zde zjevná dobrá odolnost povrchu proti působení CHRL, ale nedostatečná mrazuvzdornost betonu (rozpad dolní části tělesa). U vzorku CH2 je na fotografii patrné výraznější narušení povrchu. Vzorek (vývrt) byl již s takto výrazným narušením povrchu odebírán, jelikož povrch říms již je na své značné části mrazově narušen.

Tab. 6: Výsledky zkoušky odolnosti betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek

Konstrukce, poloha	Pravá opěrná stěna, DC1 1,9 m od DC2 0,8 m nad terénem	Římsa na opěrné stěně 5,5 m od pravého křídla
Označení vzorku	CH1	CH2
Laboratorní číslo vzorku	1712/18	1713/18
Objemová hmotnost [kg/m ³]	2300	2380
Povrchová nasákavost po 15 min. [g/m ²]	90	80
Odpad z povrchu po 25 cyklech [g/m ²]	60	60
Odpad z povrchu po 50 cyklech [g/m ²]	140	130
Odpad z povrchu po 75 cyklech [g/m ²]	rozpad dolní části tělesa	rozpad dolní části tělesa

Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám



Obrázek č. 6: Výsledky zkoušky odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám



Obrázek č. 7: Vzorek CH1 po 75 zkušebních cyklech – vlevo zkušební povrch, vpravo rozpad dolní části zkušebního tělesa



Obrázek č. 8: Vzorek CH2 po 75 zkušebních cyklech – vlevo zkušební povrch, vpravo rozpad dolní části zkušebního tělesa

3. PRŮZKUM VÝZTUŽE

3.1. Metodika nedestruktivního zjištění výztuže

Pro nedestruktivní stanovení krytí výztuže byl použit přístroj Profoscope PM 6. Tento přístroj pracuje na principu magnetické indukce. Dvě cívky vytvářejí magnetické pole. Když cívka přejíždí v okolí kovového objektu, magnetické pole je zakřiveno a současně jsou indukovány pomocné senzorové cívky. Velikost magnetického pole se liší podle hloubky a průměru objektu. Vestavěná databáze obsahuje všechny známé a používané průměry včetně materiálového složení výztuže. Tím je zaručena přesnost systému.

Z měření je možné nedestruktivně zjistit přibližnou polohu výztuže a tloušťku krycí vrstvy. Maximální dosah přístroje je do hloubky cca 180 mm.

Přesnost délkových měření pro určení polohy výztuže a staničení profilu je u přístroje ± 10 mm a přesnost hloubkových měření odhadujeme na ± 5 mm.

3.2. Destruktivní ověření stavu a průměru výztuže

Nedestruktivní vyhledání výztuže bylo na konstrukci doplněné o sekané sondy k výztuži. V provedené destruktivní sondě byl vizuálně ověřen stav výztuže s odhadem rozsahu případné koroze výztuže. Zaznamenán byl dále průměr výztuže a krytí výztuže. Pokud je možné, je zaznamenán i tvar výztuže a dle dostupných podkladů dohledán i typ výztuže a její označení.

3.3. Výztuž opěrných stěn

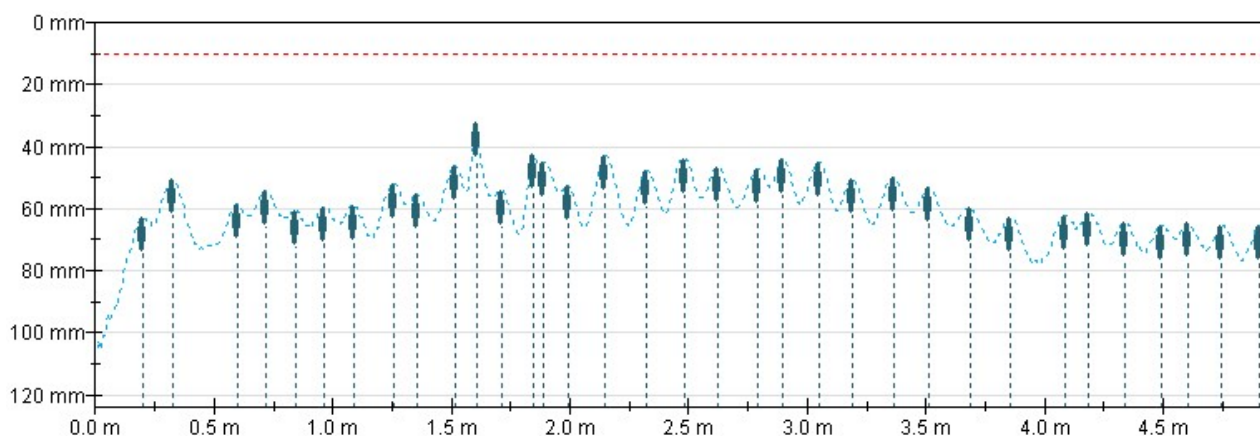
Výztuž stěn byla vyhledána liniovými měřeními délky až 5,0 m pro svislou výztuž a délky až 2,5 m pro vodorovnou výztuž. Z měření je patrná výraznější proměnlivost krytí mezi jednotlivými dilatačními celky. Výsledky měření jsou proto shrnuty v tabulce č. 7.

Ukázky záznamů z měření jsou na obrázcích č. 9 a č. 10.

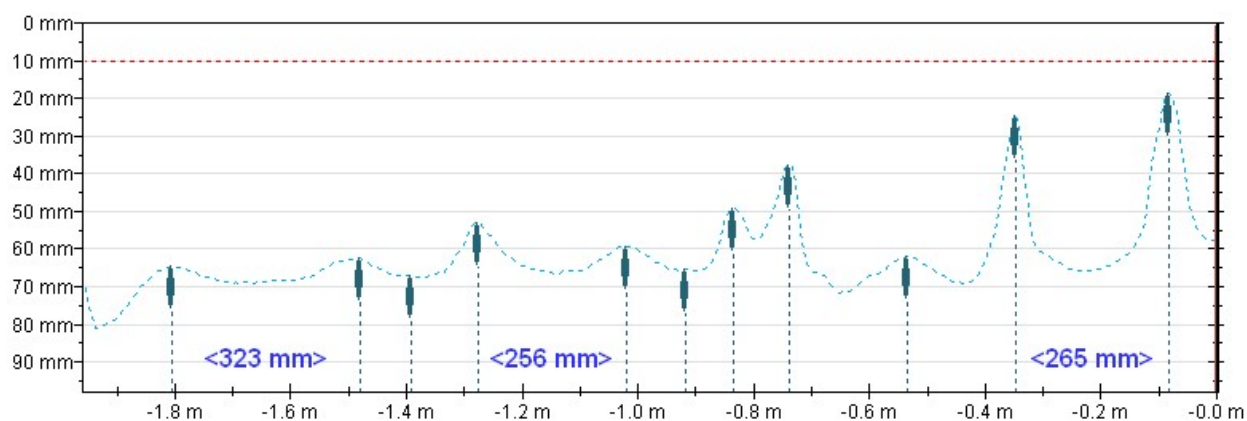
Z měření krytí je tak jasné, že korodující pruty výztuže na povrchu stěn (obrázek č. 11) jsou pouze pomocné pruty – spínací tyče bednění a úpalky výztuže použité jako distance.

Tab. 7: Výsledky nedestruktivního vyhledání výztuže

Konstrukce	Krytí výztuže	
	vodorovná výztuž	Svislá výztuž
Pravá stěna – DC3	19-67 mm	25-71 mm
	převažuje krytí 38-65 mm průměr 60 mm	převažuje krytí 40-63 mm průměr 50 mm
Pravá stěna – DC2	54-64 mm	32-64 mm
	59 mm	průměr 55 mm
Pravá stěna – DC1	23-47 mm	19-38 mm
	39 mm	průměr 31 mm
Levá stěna – DC2 1,5 m od DC1	25-33 mm	18-39 mm
	29 mm	průměr 26 mm
Levá stěna – DC2 1,5 m od DC3	29-38 mm	28-34 mm
	36 mm	průměr 31 mm



Obrázek č. 9: Záznam z vyhledání svislé výztuže na pravé stěně DC2 – patrné je rozložení krytí výztuže



Obrázek č. 10: Záznam z vyhledání vodorovné výztuže na pravé stěně DC1 – patrná je proměnlivost krytí výztuže



Obrázek č. 11: Korodující pomocné pruty výztuže u povrchu stěn – vlevo úpalek výztuže použitý zřejmě jako podkladek, vpravo narušení povrchu od koroze nedostatečně ošetřené spínací tyče bednění

Zjištění stavu výztuže

- **Sonda S1 – pravá opěrná stěna DC1**

- 2,0 m od DC2 a 0,8 m nad okolním terénem
- svislá výztuž Ø14 mm, krytí 55 mm
- výztuž zřejmě typu 10 300
- výztuž prakticky zcela bez koroze
- hloubka karbonatace v sondě 10 mm – výztuž stále chráněna alkalitou betonu



Obrázek č. 12: Výztuž v sondě S1

- **Sonda S2 – pravá opěrná stěna DC1**

- 0,2 m od opěry OP1 a 1,8 m nad okolním terénem
- svislá výztuž Ø14 mm, krytí 30 mm
- vodorovná výztuž Ø14 mm, krytí 48 mm
- oba pruty výztuže zřejmě typ 10 300
- výztuž zcela bez koroze
- hloubka karbonatace v sondě 33 mm – výztuž pravděpodobně již **není** chráněna alkalitou betonu



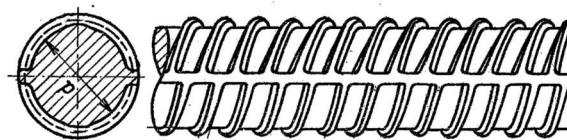
Obrázek č. 13: Výztuž v sondě S2

Údaje o výztuži:

Z dostupných podkladů níže uvádíme pro úplnost údaje o výztuži typu 10 300.

Tabulka č. 11: Charakteristiky výztuže 10 300 (převzato z ČSN ISO 13822)

Návrhové hodnoty pevností oceli pro betony pevnostní třídy C12/15 a vyšší		Charakteristické hodnoty oceli	
Tah	Tlak	Mez kluzu (mez 0,2)	Mez pevnosti
250 MPa	250 MPa	300 MPa	450 MPa



Obrázek č. 14: Výztuž typu 10 300

3.4. Výztuž přístupového schodiště

Mimo vlastní opěrnou stěnu byl stav výztuže prozkoumán i na pravém přístupovém schodišti, které propojuje chodník na násypovém tělese, respektive na mostě, s okolním terénem. Již na první pohled zde byl patrný opad krycích vrstev výztuže schodiště od koroze výztuže.

Jednotlivé provedené sondy jsou popsány bodově níže.

- **Sonda S3 – pravé přístupové schodiště**

- 2. schodišťový stupeň v místě vetknutí do opěrné stěny
- místo s vizuálně hodnoceným vysokým rozvojem koroze výztuže
- krytí výztuže 10 mm
- oslabení ve vetknutí cca 70 %
- hloubka karbonatace v sondě 30 mm – výztuž **není** chráněna alkalitou betonu



Obrázek č. 14: Výztuž v sondě S3

- **Sonda S4 – pravé přístupové schodiště**

- 8. schodišťový stupeň v místě vetknutí do opěrné stěny
- místo s nedostatečným krytím
- krytí výztuže 0 mm
- rovnoměrná koroze s oslabením cca 10 % a oslabení ve vetknutí cca 30 %
- hloubka karbonatace v sondě 43 mm – výztuž **není** chráněna alkalitou betonu



Obrázek č. 15: Výztuž v sondě S4

- **Sonda S5 – pravé přístupové schodiště**

- 9. schodišťový stupeň v místě vetknutí do opěrné stěny
- vizuálně hodnoceno jako místo bez poruch
- krytí výztuže 12 mm
- výztuž zřejmě typu 10 300
- běžný úsek výztuže bez koroze, přímo ve vetknutí však s oslabením cca 15-20 %
- hloubka karbonatace v sondě 38 mm – výztuž **není** chráněna alkalitou betonu



Obrázek č. 16: Výztuž v sondě S5

4. ZÁVĚR – SHRNUÍ VÝSLEDKŮ

- Beton pravé opěrné stěny zatříděn do C45/55, průměr OH 2380 kg/m³.
- Povrch betonu zřejmě dostatečně odolný proti působení vody a CHRL. Beton však není mrazuvzdorný.
- Všechny změřené hodnoty pevnosti v tahu povrchových vrstev jsou nad 1,50 MPa.
- Změřená hloubka karbonatace betonu pravé opěrné stěny byla 1-33 mm s tím, že 7 z 8 změřených hodnot bylo do 15 mm. Průměrná hodnota hloubky karbonatace byla 10 mm. Vyšetřená hloubka karbonatace odpovídá nízkému odhadu rychlosti šíření karbonatace 0,26 mm/rok.
- U opěrné stěny bylo změřeno krytí výztuže od 19 do 71 mm. Nejnížší průměrné krytí jednoho DC bylo 26 mm. Na většině zkoušených úseků bylo průměrné krytí nad 30 mm.
- Výztuž je zřejmě stále chráněna alkalitou betonu proti korozi. Rozložení krytí po konstrukce je však nerovnoměrné (zejména u vodorovné výztuže – lokálně je tedy možná depasivace výztuže. Předpokládá se depasivace maximálně 10 % výztuže.
- Výztuž přístupového schodiště je ve vetknutí výrazněji oslabena korozí. Výztuž zde není chráněna alkalitou betonu. Rovněž je zde možná koroze výztuže od pronikání chloridových iontů z posypových solí do betonu, respektive do pracovní spáry mezi schodištěm a opěrnou stěnou.

KONEC ZPRÁVY
