

**Zpracováno pro:**

AZ CONSULT, spol. s r.o.  
Klíšská 1334/12  
400 01 Ústí nad Labem

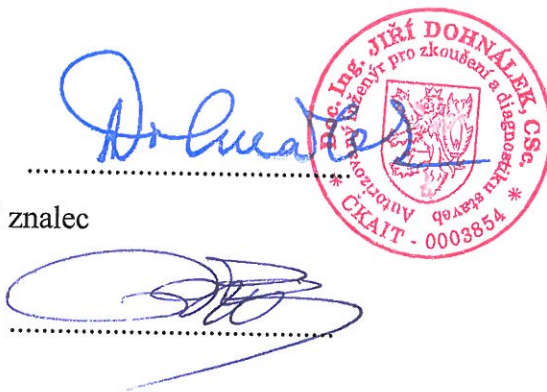
**Stavebně technický průzkum vybraných úseků  
betonového koryta podkrušnohorského  
přivaděče a přivaděče průmyslové vody**

**Zpracoval:**

Doc. Ing. Jiří Dohnálek, CSc. ....  
autorizovaný inženýr a soudní znalec

Miroslav Gottwald  
technik diagnostiky staveb

Praha, květen 2013



# 1. Úvod

Na základě objednávky č. 20130001 firmy AZ CONSULT, spol. s r.o. byl proveden ve dnech 7. a 8. 5. 2013 stavebně technický průzkum betonového koryta Podkrušnohorského přivaděče a Přivaděče průmyslové vody. Předmětem průzkumu byly šikmé stěny betonového koryta. Vytipovány byly celkem tři úseky o délce cca 3 x 300 m. Tyto úseky byly podrobeny jednak vizuální prohlídce a dále pak odběru jádrových vývrtů, včetně mechanických zkoušek betonové konstrukce.

Stavebně technický průzkum se skládal z předem odsouhlasené věcné a cenové specifikace, a to v tomto rozsahu:

- vizuální prohlídka šikmých stěn prvního staničeného úseku (300 m), rozsah poruch, staničení úseku, zařídění do skupin dle typu poruch, fotodokumentace,
- ověření pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně Maškovým špičákem,
- odběr jádrových vývrtů o průměru 100 mm pro stanovení mrazuvzdornosti betonu,
- odběr jádrových vývrtů o průměru 50 mm pro stanovení pevnosti betonu destruktivně,
- stanovení betonu v tlaku nedestruktivně Maškovým špičákem,
- prohlídka a popis pláště odebraných jádrových vývrtů,
- stanovení mrazuvzdornosti betonu podle ČSN 73 1326, metoda A na 75 cyklů,
- vypracování závěrečné zprávy, charakterizující aktuální stav konstrukce včetně doporučení nápravných opatření.

Cílem stavebně technického průzkumu bylo ověření aktuální kvality betonové konstrukce šikmých stěn koryta přivaděčů a následně doporučit taková nápravná opatření, která by vedla k dalšímu využití těchto konstrukčních prvků, resp. k prodloužení jejich životnosti.

## 2. Provedené zkoušky

Důležitým prvkem pro stanovení aktuální kvality betonových konstrukcí je podrobná vizuální prohlídka, které byl podroben úsek č. 1 (Jirkov) v délce cca 300 m. Úsek byl rozdělen na 10 staničených úseků po 30 m. Součástí vizuální prohlídky bylo i zaznamenání, resp. kvantifikace poruch a zařídění jednotlivých typů poruch do „kategorie poškození“ (označené A – D).

Z povrchu předmětných posuzovaných šikmých stěn betonového koryta Podkrušnohorského přivaděče a Přivaděče průmyslové vody byly odebrány celkem tři jádrové vývrty o průměru cca 100 mm. Tyto vývrty sloužily výhradně pro stanovení mrazuvzdornosti betonu. Následně byly odebírány vývrty v celkovém počtu 9 ks o průměru 50 mm. Tyto vývrty, resp. jejich plášť, byly pečlivě prohlédnuty a fotograficky zdokumentovány. Následně byly vývrty zaříznuty na diamantové okružní pile a okončovány speciální sírovou směsí podle ČSN 73 1329, které byly využity pro stanovení pevnosti betonu v tlaku destruktivně. Jádrové vývrty byly zkoušce podrobeny v hydraulickém lisu podle ČSN EN 12 380-4.

Kvalita betonu na povrchových partiích konstrukce byla ověřována nedestruktivně metodou Maškova špičáku. Metoda vychází ze zarážení speciálního sondovacího dláta dvaceti údery palice o hmotnosti 2 kg pod povrch náhodně vybraných míst. Hloubka vniku Maškova špičáku je měřeným parametrem. Metoda má stejnou toleranční mez jako metoda Schmidtova tvrdoměru podle ČSN 73 1373. Toleranční mez je tedy na úrovni  $\pm 20\%$ .

V jednom z posuzovaných úseků byla stanovena tloušťka zkarbonatované vrstvy, která umožňuje posoudit hutnost konstrukce. Ke stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy betonu bylo použito kolorimetrické činidlo, které se nanáší na vynášený prach při příklepovém vrtání. Při přechodu barevného odstínu do fialové je návrt ukončen a hloubka návrtu je považována za zkarbonatovanou vrstvu. Zkarbonatovaná oblast tak vykazuje nižší hodnoty pH než 9,6.

Mrazuvzdornost betonu byla zkoušena postupem podle ČSN 73 1326. Exponovaná povrchová vrstva (plocha konstrukčního betonu) se ponoří do vrstvy vody v tloušťce 5 mm a vystaví se 75 zmrazovacím cyklům. Po každých 25 zmrazovacích cyklech se zkouška přeruší a zjistí se odpad, který v důsledku zmrazování se s povrchu vzorku oddělil. Tento vysušený

odpad se následně přepočte na  $\text{m}^2$ . Zjištěný odpad je měřeným parametrem. Standardně se za mrazuvzdorný beton považuje takový, jehož plošný odpad je menší než  $1000 \text{ g/m}^2$ .

### **3. Výsledky diagnostických prací**

Z povrchu předmětných betonových konstrukcí šikmých stěn koryta přivaděče vody byly odebrány jádrové vývrty a následně byl povrch v oblasti odběru ověřen nedestruktivně metodou Maškova špičáku. Jádrové vývrty byly využity ke stanovení mrazuvzdornosti a pevnosti betonu v tlaku. Plášť vynesných jádrových vývrtů také posloužil ke zhodnocení skladby betonu.

Provedené zkoušky probíhaly v souladu s českými normami, popř. s harmonizovanými, tzv. Evropskými normami. Některé zkoušky vycházejí z Technických podmínek pro sanaci železobetonových konstrukcí TP SSBK III. Výsledky jsou uvedeny v příložených tabulkách.

#### **3.1 Úsek č. 1 – Podkrušnohorský přivaděč - Červenohradská ulice Jirkov**

Posuzovaný staničený úsek betonového koryta Podkrušnohorského přivaděče je dlouhý cca 300 m. Úsek byl za účelem kvalitního zmapování poruch rozdělen na deset dilatačních celků, jejichž dílčí délka je 30 m.

Posuzované betonové koryto je umístěno pod úrovní terénu. Šikmé stěny svírají úhel cca  $45^\circ$ . Šíře dna je na úrovni 80 cm. Délka stěn je cca až 3,5 m. Jednotlivé úseky jsou od sebe dilatovány ve vzdálenostech, které se pohybují v intervalu od 2 m do 6 m. Stávající dilatační spáry jsou vyplněny asfaltovou zálivkou. Na povrchu posuzovaných stěn koryta jsou viditelné úsady mechů a dále mrazové narušení povrchu konstrukce. V oblasti dilatací, které nejsou dostatečně vyplněny, dochází k zatékání vody do konstrukce a v zimním období pak k následnému mrazovému poškození. V úrovni kolísání vodní hladiny se vyskytují horizontální trhliny.

Z povrchu předmětné betonové konstrukce koryta přivaděče byly odebrány celkem čtyři jádrové vývrty. Tři z těchto vývrtů byly o průměru 50 mm a jeden o průměru 100 mm.



Jádrový vývrt o průměru 100 mm byl použit výhradně pro stanovení mrazuvzdornosti betonu. Ostatní odebraná tělesa byla určena pro stanovení pevnosti betonu v tlaku destruktivně.

Jádrový vývrt č. 1 až 4 byl odebrán z úseku, nacházejícího se přes červenohradskou ulici v obci Jirkov. Jádrové vývrty byly odebírány na celou tloušťku konstrukce. Zjištěná tloušťka je velmi proměnná, pohybující se v intervalu od 70 mm do 185 mm. Jádrový vývrt č. 1, 2 a 4 je o průměru 50 mm a jádrový vývrt č. 3 pak o průměru 100 mm. Na povrchu pláště jádrového vývrtu je zaznamenán čerpaný beton těžného říčního kameniva s převažujícím prvkem křemene. Maximální zrno, zachycené na plášti jádrových vývrtů, má rozměr 37 x 25 mm. V podpovrchových partiích betonu se vyskytují převážně frakce kameniva 8/16. Tmel ve vývrtu je hutný, s přiměřeným počtem vzduchových pórů. Na plášti jádrového vývrtu, ani na povrchu křemenných zrn kameniva nebyly nalezeny významnější degradační procesy.

Čela jádrových vývrtů jsou zasažena mrazovou degradací do hloubky až 8 mm. Lokálně je na čelech vývrtu zachycena úsada mechu.

Přesto, že se v konstrukci nachází převážně větší zrna kamene, jsou tyto oblasti dostatečně obaleny cementovým tmelem, což znamená, že beton je dobře zhutněn.

Zjištěné výsledky objemových hmotností stanovených na jádrových vývrtech se v průměru pohybují na úrovni  $2.381 \text{ kg/m}^3$ . Jedná se tedy o hutné betony.

Zjištěné válcové pevnosti jádrových vývrtů, odebraných z horního líce šikmých stěn přivaděče, se pohybují v intervalu od 33,41 až do 34,82 MPa. Zjištěná průměrná válcová pevnost je na úrovni 34,33 MPa a přepočtená krychelná hodnota tak odpovídá úrovni 42,22 MPa. Zjištěné hodnoty tak umožňují zařadit beton do kvalitové třídy C 30/37 podle ČSN EN 206-1.

V případě povrchových partií šikmých stěn koryta přivaděče byla ověřována pevnost betonu v tlaku nedestruktivně. Zjištěná průměrná pevnost je na úrovni 25,7 MPa, což s jistotou odpovídá pevnostní třídě C 16/20 podle ČSN EN 206-1.

**Z porovnání obou souborů jak destruktivních, tak nedestruktivních zkoušek vyplývá, že jádrový beton je na dobré úrovni a konstrukce je tak nadále využitelná. V případě povrchových vrstev je viditelné narušení mrazovou degradací. Beton, uložený v konstrukci, je tedy dostatečně pevný a nadále využitelný.**

V případě stanovení mrazuvzdornosti byly povrchové vrstvy vzorků exponovány pouze ve vodě. Výsledky jsou uvedeny v příložených tabulkách. U jádrového vývrtu, označeného

JV 3 došlo k rozpadu tělesa po 75 cyklech. Zjištěné hmotnosti odpadu po 50 cyklech se pohybovaly na úrovni 1.592,33 g/m<sup>2</sup>.

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že posuzovaný beton není mrazuvzdorný a kotvení jakýchkoliv nových reprofilací nelze provést adhezí.

### 3.1.1. Popis staničení v úseku č.1 (300 m - Jirkov)

Cílem provedení vizuální prohlídky referenčního úseku 300 m v obci Jirkov bylo stanovit aktuální rozsahy poruch včetně degradace a poškození dilatačních celků. Na základě vizuální prohlídky pak budou stanoveny rozsahy sanačních zásahů včetně jejich technologických postupů.

S ohledem na tuto skutečnost byly jednotlivé staničené úseky v délce 30 m rozděleny do kategorií poškození, které jsou označeny písmeny A, B, C a D. Specifikace těchto kategorií jsou následující:

- A – Velmi dobrý stav** - prezentuje dilatační celky, které nevyžadují žádný sanační zásah a jejich povrch je pouze lokálně narušen degradací do hloubky max. 0 až 5 mm.
- B – Dobrý stav** - na povrchu konstrukce mohou nacházet menší trhliny, jejichž šíře nepřekročí 1 mm. Tyto trhliny jsou sanovatelné.
- C – Vyhovující stav** - oblasti kde došlo k lokálnímu roztržení desky např. v úrovni kolísání vodní hladiny a jsou tyto oblasti opravitelné dobetonávkou.
- D – Havarijní stav desky** - došlo k přetržení, přelomení, nebo k podemletí podloží, kde nepomůže ani sepnutí trhliny sponami či zalití epoxidovou zálivkou. Tyto oblasti bude třeba mechanicky odstranit a nově přebetonovat.

Na základě výše uvedených skutečností pak bylo zjištěno, že ve staničeném úseku č. 1 (cca 300 m – Jirkov) se nachází celkem 25 dilatačních celků, které nevyžadují žádný sanační

zásah. Dilatační celky, označené písmeny B, byly zastoupen v počtu 24 kusy a budou vyžadovat některé z popsanych sanačních zásahů. Dále bylo zjištěno celkem 49 dilatačních celků, spadajících do skupiny C (vyhovující stav). V havarijním stavu byly nalezeny celkem 33 dilatační celky, které budou muset být mechanicky odstraněny a nově vybetonovány.

Dále se vizuální prohlídka povrchu jednotlivých staničení podrobně zabývala rozsahem poškození, resp. degradací betonu zasahující až do hloubky cca 5 mm, jehož rozsah poškození byl zjištěn na úrovni 90 % povrchu. V případě hloubky degradace, zasahující na úroveň 5 až 30 mm, bylo zjištěno celkem 145 m<sup>2</sup>. V lokálních oblastech, zejména v okolí dilatačních spár je hloubka degradace na úrovni 30 mm. Plošně se jedná o cca 19,2 m<sup>2</sup>.

Současně při vizuální prohlídce byly změřeny délky dilatačních spár a sečteny jejich počty. Zjištěná celková délka dilatací referenčního úseku (300 m) je 451,5 m.

Na povrchu hodnocených šikmých stěn koryta Krušnohorského přivaděče byly zjištěny trhliny v celkové délce 531 m. Šíře trhlin se pohybuje v intervalu od 0,3 až do 1,8 mm. Do výměru trhlin nebyly zařazeny takové, které souvisí s přetržením desky.

Dále byl na povrchu posuzovaných šikmých stěn přivaděče zjištěn rozsah porostu vegetace, ať již úsady mechu nebo drobných křovin, a to na ploše 30,9 % povrchu.

Celkově zjištěné poškození dilatací zejména v oblasti kolísání vodní hladiny nebo v úrovni, kde došlo k vypadání těsnicího tmelu je 199 m.

V době provádění stavebně technického průzkumu se na dně koryta vyskytovala voda, jejíž výška zasahovala na úroveň od 0,6 m až do 1,6 m. Z tohoto důvodu dno nebylo hodnoceno. Při pohybu v korytě přivaděče bylo zjištěno, že se v lokálních případech na dně nachází propadlé části betonu, které nelze s ohledem na aktuální stav vody blíže specifikovat.

### **3.2. Úsek č. 2 – Přivaděč průmyslové vody - Březový vrch Chomutov**

Posuzovaný úsek betonového koryta Přivaděče průmyslové vody má délku cca 300 m. Úsek probíhá pod komunikací v Chomutově, vedoucí na Březový vrch. V oblasti silničního mostu jsou viditelné provedené opravy dilatačních úseků, a to jak betonů, tak i zálivky jednotlivých dilatačních spár. Celkem je zde nově přebetonováno cca 12 dilatačních celků. V oblasti mostních konstrukcí jsou pak betony bez výraznější degradace a bez poškození.

V ostatních případech se na povrchu nachází mrazová degradace s úsadou mechu. V dalších částech hodnoceného celku byly zaznamenány horizontální i vertikální trhliny a dále pak rozpady celých dilatací vlivem degradace. Přednostně jsou problematické veškeré dilatační spáry, které jsou sice vyplněny asfaltovou zálivkou, avšak nedostatečně utěšňují tuto spáru. Přítomná voda se tak dostává pod subtilní konstrukci a následně ji podemílá. V zimním období v těchto partiích dochází k promrzání konstrukce, které má za následek rozpad betonu. V době provádění stavebně technického průzkumu se v korytě nacházelo cca 1,3 m vody.

Jádrový vývrt č. 5 až č. 8 byly odebrány z povrchu staničeného úseku Březový vrch v Chomutově. Vývrty byly odebírány na celou tloušťku konstrukce. Zjištěné délky jsou velmi proměnlivé a pohybují se v intervalu od 110 do 215 mm. Jádrový vývrt č. 5, 6 a 8 má průměr 50 mm a vývrt č. 7 pak 100 mm.

Na povrchu pláště jádrových vývrtů je patrný beton s obsahem těžného říčního kameniva. Oproti předešlým vývrtům se jedná o jemnozrnné betony, jejichž horní frakce kameniva je na úrovni 8/16. V lokálních případech jsou ve spodních partiích vývrtu viditelné frakce kameniva 16/32. V podpovrchových partiích betonu se vyskytují převážně jemnozrnné frakce kameniva 4/8. Cementový tmel ve vývrtu je výrazně porézní. Přesto lze konstatovat, že je dostatečně hutný a pevný. Na povrchu pláště jádrových vývrtů není viditelná významnější degradace nebo poruchy napříč tělem kameniva.

Čela vývrtu jsou zasažena mrazovou degradací až do hloubky 6 mm. V lokálních oblastech byly na povrchu zachyceny úsady mechu a porostů.

V přední části staničení úseku se nachází opravované části dilatačních celků v počtu cca 18 kusů. Na ostatních částech betonového koryta se pak nachází úsada mechu, která převažuje na ploše cca 70 % povrchu.

Na odebraných jádrových vývrtech z posuzovaných šikmých stěn betonového koryta o průměru 50 mm byla stanovena pevnost betonu v tlaku. Zjištěné hodnoty pevnosti betonu v tlaku destruktivně se pohybují v intervalu od 16,38 až do 21,40 MPa. Zjištěná průměrná hodnota je na úrovni 18,51 MPa, což odpovídá přepočtené krychelné hodnotě na úrovni 23,13 MPa. Beton této části konstrukce tak lze s jistotou zařadit do kvalitové třídy C 16/20 podle ČSN EN 206-1.

V případě nedestruktivních zkoušek byly povrchové partie ověřovány Maškovým špičákem. Zjištěná průměrná hodnota pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně je na úrovni 26,1 MPa. Beton tak lze s dostatečným jištěním zařadit do kvalitové třídy C 16/20.

Z porovnání souboru jak destruktivních, tak nedestruktivních zkoušek vyplývá, že povrchové partie jsou lokálně narušeny mrazovou degradací. Hodnocené pevnosti jádrového betonu pak odpovídají i kvalitě povrchových vrstev. Na vynesných jádrových vývrtech je vidět horší zhutnění a větší zrna kamene. Přesto beton, uložený v konstrukci, je dostatečně pevný a nadále využitelný.

Mrazuvzdornost betonu byla stanovena na povrchových vrstvách odebraného jádrového vývrtu o průměru 100 mm. Vzorky byly exponovány pouze ve vodě. V případě jádrového vývrtu, označeného JV 7 došlo k rozpadu tělesa již po 50 cyklech. Naměřené hodnoty odpadu po 25 cyklech odpovídaly hodnotě 510,79 g/m<sup>2</sup>.

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že beton šikmých stěn koryta přivaděče není mrazuvzdorný a jakékoliv kotvení nových reprofilací adhezí je nemožné.

### **3.3. Úsek č. 3 – Přivaděč průmyslové vody (obec Zelená)**

Tento posuzovaný úsek se nachází v obci Zelená. Jedná se o oblast kde je koryto rozšířeno za účelem zvýšení kapacity odvodu vody v jarním období (v době tání sněhu). Předmětem průzkumu bylo koryto stejného tvaru a rozměrů jako v předešlých úsecích. Širší část koryta nebyla hodnocena i když při zběžné prohlídce jsou na tomto konstrukčním prvku viditelné výrazné poruchy, které do jisté míry ovlivňují stabilitu hodnocené části přivaděče (trhliny, zlomené desky).

Vizuální prohlídka povrchu posuzovaného koryta zaznamenala především poruchy v oblasti dilatačních spár, a to na ploše cca 70% povrchu. Ve spárách absentuje asfaltová zálivka a tyto oblasti jsou poškozeny mrazovou degradací. Dále vizuální prohlídka zaznamenala poškozené desky šikmých stěn trhlinami a následným rozlomením (kategorie poruch D – havarijný stav), v celkovém rozsahu cca 20% povrchu. Ostatní části konstrukce nejsou poškozeny významnějšími poruchami. Ve velmi dobrém stavu (opravené části stěn) se nachází cca 10% povrchu šikmých stěn.

Jádrový vývrt č. 5 až JV 8 byl odebrán s povrchu staničeného úseku kamenného vršku v Chomutově. Vývrty byly odebírány na celou tloušťku konstrukce. Zjištěné délky jsou velmi proměnné a pohybují se v intervalu od 110 do 215 mm. Jádrový vývrt č. 5, 6 a 8 má průměr 50 mm a vývrt č. 7 pak 100 mm.

Na povrchu pláště jádrových vývrtů je patrný čerpaný beton těžného říčního kameniva s převažujícím prvkem křemene. Oproti předešlým vývrtům se jedná o jemnozrné betony, jejichž horní frakce kameniva je na úrovni 8/16. V lokálních případech ve spodních partiích vývrtu pak jsou viditelné frakce kameniva 16/32. V podpovrchových partiích betonu se vyskytují převážně jemnozrné frakce kameniva 4/8. Cementový tmel ve vývrtu je výrazně porézní. Přesto lze konstatovat, že je dostatečně hutný a pevný. Na povrchu pláště jádrových vývrtů není viditelná významnější degradace nebo poruchy napříč tělem kameniva.

Čela vývrtu jsou zasažena mrazovou degradací až do hloubky 6 mm. V lokálních oblastech byly na povrchu zachyceny úsady mechů a porostů.

Na odebraných jádrových vývrtech o průměru 50 mm s povrchu šikmých stěn posuzovaného betonového koryta byla stanovena pevnost betonu v tlaku destruktivně. Zjištěné dílčí hodnoty pevnosti betonu v tlaku se pohybují v intervalu od 15,21 MPa až do 26,60 MPa. Průměrná hodnota pak byla zjištěna na úrovni 25,0 MPa, což odpovídá přepočtené krychelné hodnotě na úrovni 30,0 MPa. Beton šikmých stěn přiváděče tak lze s jistotou zařadit do kvalitové třídy C 20/25 podle ČSN EN 206-1.

V případě nedestruktivní pevnosti betonu v tlaku u povrchové vrstvy byla zjištěna průměrná hodnota na úrovni 35,9 MPa. Beton tak lze s jistotou zařadit do kvalitové třídy C 20/25.

Porovnáním souboru jak destruktivních, tak nedestruktivních zkoušek lze konstatovat, že kvalita povrchových vrstev a jádrového betonu je na stejné úrovni. Povrchové partie pak jsou narušeny mrazovou degradací. Na plášti vynesných jádrových vývrtů jsou patrná větší zrna kameniva, která jsou v lokálních oblastech hůře obalena cementovým tmelem. Beton tak je nadále využitelný a dostatečně pevný. V oblasti odběru jádrových vývrtů byla zjišťována tloušťka zkarbonatované vrstvy, jejíž průměrná hodnota se pohybuje na úrovni 5 mm. Jedná se tedy o poměrně hutný beton s přiměřeným počtem vzduchových pórů a jeho kvalita jak povrchových vrstev, tak jádrového betonu odpovídá zjištěným výsledkům.

V případě mrazuvzdornosti betonu byly povrchové partie vynesného jádrového vývrtu podrobeny zkoušce pouze ve vodě. Výsledky jsou uvedeny v příložené tabulce. U jádrového vývrtu, označeného JV 10 byl zjištěn rozpad tělesa po 75 cyklech. Hmotnostní odpady po 50 cyklech byly na úrovni 8.001,20 g/m<sup>2</sup>.

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že beton posuzovaných šikmých stěn koryta přiváděče není mrazuvzdorný a jakékoliv kotvení reprofilací adhezí je nepřipustné.

#### 4. Celkové zhodnocení stavu betonového koryta a doporučení nápravných opatření

Z provedeného stavebně technického průzkumu betonových šikmých stěn koryta Podkrušnohorského přivaděče a Přivaděče průmyslové vody vyplývají tyto závěry:

- Kvalita betonu, stanovená destruktivně na jádrových vývrtech potvrdila, že zjištěné válcové pevnosti odpovídají pevnostní třídě v intervalu od C 16/20 až po C 30/37. Jedná se o nadále využitelný beton s poměrně větším rozptylem pevností.
- Nedestruktivní zkoušky, provedené Maškovým špičákem, zachytily kvalitu povrchových vrstev. Zjištěná průměrná hodnota se pohybuje na úrovni 30 MPa, což odpovídá pevnostní třídě C 16/20, resp. C 20/25.
- **Zkoušky mrazuvzdornosti betonu podle ČSN 73 1326 s expozicí v destilované vodě prokázaly, že beton i povrchové vrstvy jsou zcela nemrazuvzdorné.**
- **Vizuální prohlídka, ilustrovaná pořízenou fotodokumentací, prokázala zejména poškození jednotlivých dilatačních celků v oblasti dilatace a dále pak poškození jednotlivých částí betonových celků v oblasti kolísání vodní hladiny.**
- Na plášti vynesných jádrových vývrtů byla zachycena větší zrna kameniva převážně křemenného. Vzorky byly podrobeny přítomnosti alkalicko-křemičitých gelů. Expanze gelu podněcuje degradaci betonu uvnitř konstrukce. Na povrchu vynesných jádrových vývrtů nebyla zaznamenána přítomnost alkalicko-křemičitých gelů, resp. jakákoliv degradace povrchových partií.

Na základě výše uvedených skutečností jsou dále formulována doporučení pro sanaci objektu:

U nemrazuvzdorných betonů je k provedení sanačního zásahu zcela standardně používána subtilní KARI síť, která je mechanicky kotvena do povrchových oblastí a následně přestříknuta torkretem nebo zednický aplikovanou reprofilační správkovou maltou. Tato

metoda není v celkovém úseku, resp. délce koryta zcela dobře využitelná, a to zejména z ekonomických důvodů. Dalším faktorem pak zůstává dokonalé utěsnění dilatačních spár.

Na základě těchto faktů bylo přistoupeno k dostupnější variantě, která garantuje prodloužení životnosti konstrukce v horizontu cca 10 let.

Posuzovaná kritéria poškození jednotlivých dilatačních celků, označená písmeny B, C a D prezentují oblasti, vyžadující sanační zásah. Pro prodloužení životnosti a stability konstrukce jsou v následujícím textu popsány jednotlivé typy oprav.

### **Kategorie poškození B - dobrý stav**

V tomto případě doporučujeme, aby viditelné trhliny na povrchu konstrukce byly proříznuty diamantovým kotoučem a zality injektážní epoxidovou zálivkou. V případě degradovaných oblastí v okolí dilatační spáry, nepřesahující významnější hloubky nad 30 mm doporučujeme tyto oblasti pouze očistit tlakovou vodou a zatřít polymercementovou suspenzí, která bude používána i ke kotvení bandáží jednotlivých dilatačních spár.

### **Kategorie poškození C - vyhovující stav**

V těchto případech může dojít kromě vzniku trhlin také k odlomení části betonové desky v oblasti kolísání vodní hladiny nebo dilatačního celku, a to o max. rozměru cca 0,5 x 0,5 m. Odlomené části doporučujeme ohraničit řezem diamantovým kotoučem a následně je dobetonovat. V případě horizontálních trhlin doporučujeme jejich proříznutí a zaplnění injektážní epoxidovou zálivkou. Svislé trhliny lze takto ošetřovat pouze do šířky 1 mm. Ostatní trhliny nad 1 mm, situované ve vertikálním směru signalizují podemletí části desky a možnost jejího rozlomení. Tento stav trhlin by měl být zahrnut do kategorie D - havarijní stav.

Povrch jednotlivých dilatačních celků doporučujeme omýt tlakovou vodou a zbavit nánosů mechu. Celkově by bylo vhodné desky, označené B a C opatřit hydrofobním postřikem pro jejich stabilizování. Přesto si uvědomujeme, že v rozsahu sanačních prací to



bude velmi významná položka. Lze tedy přistoupit i k tomu, že se nechají očištěné povrchy postupně dožít. Garance pro dožití se pohybuje v intervalu cca 8 až 10 let. Při použití hydrofobního postřiku je možnost prodloužení životnosti v intervalu 10 až 12 let. Prodloužení delšího časového intervalu není bez řádné sanace zcela možné.

### **Kategorie poškození D - havarijní stav**

Jedná se o desky, u kterých došlo k přetržení a na základě vizuální prohlídky zde byly zaznamenány podélné trhliny v jednotlivých staničení. K úplnému rozlomení desek došlo u většiny takto zařazených dilatačních celků a na jejich povrchu je viditelné vychýlení z roviny. V tomto případě proříznutí spáry či sesponování zcela nepomůže. Jedinou možností u takto zařazených dilatačních celků je jejich kompletní mechanické odstranění a provedení betonáže nových dilatačních celků.

Nově vybetonované dilatační celky doporučujeme opatřit hydrofobním postřikem.

V případě dilatačních celků, resp. jejich spár vychází jako nejlevnější varianta provedení nové asfaltové zálivky po celé jejich délce. Při vizuální prohlídce byly zjištěny poměrně významné poruchy v okolí těchto dilatačních spár a jejich utěsnění tak bude nezbytně nutné provést co nejdokonaleji, a to včetně oprav částí degradovaných stěn. Při aplikaci asfaltových zálivek pak může lokálně docházet k propadům a netěsnostem při aplikaci těsnicí hmoty do konstrukce. Je to asi nejekonomičtější varianta, přesto její spolehlivost (riziko lidského faktoru, různorodá kvalita zálivky) je velmi riskantní.

Na základě výše uvedených skutečností proto doporučujeme, aby jednotlivé dilatační celky byly přebandážovány těsnicí páskou, která bude opatřena jemnou subtilní sítí pro kotvení polymercementovou suspenzí ke stávajícímu povrchu šikmých stěn. Tyto pásy pomohou vyřešit i degradované hrany dilatačních celků a dostatečně je překryjí. Tím se vyvarujeme výraznějších oprav v okolí dilatační spáry.

Výše navržené řešení sice nezajišťuje mrazovou stabilitu oblastí, které jsou vystavené vnějším účinkům, ale umožňují prodloužit životnost objektu minimálně o dalších cca 8 až 10 let. Mrazovou degradaci v tomto případě nelze zcela zastavit.

**Zatřídění dilatačních celků podle kvality  
(skupiny A,B,C a D)**

Referenční úsek č. 1, Jirkov  
Zatřídění dilatačních celků podle kvality

**Kategorie poškození: A – velmi dobrý stav**



Referenční úsek č. 1, Jirkov  
Zatřídění dilatačních celků podle kvality

**Kategorie poškození: B – dobrý stav**





Referenční úsek č. 1, Jirkov  
Zatřídění dilatačních celků podle kvality

**Kategorie poškození: C – vyhovující stav**



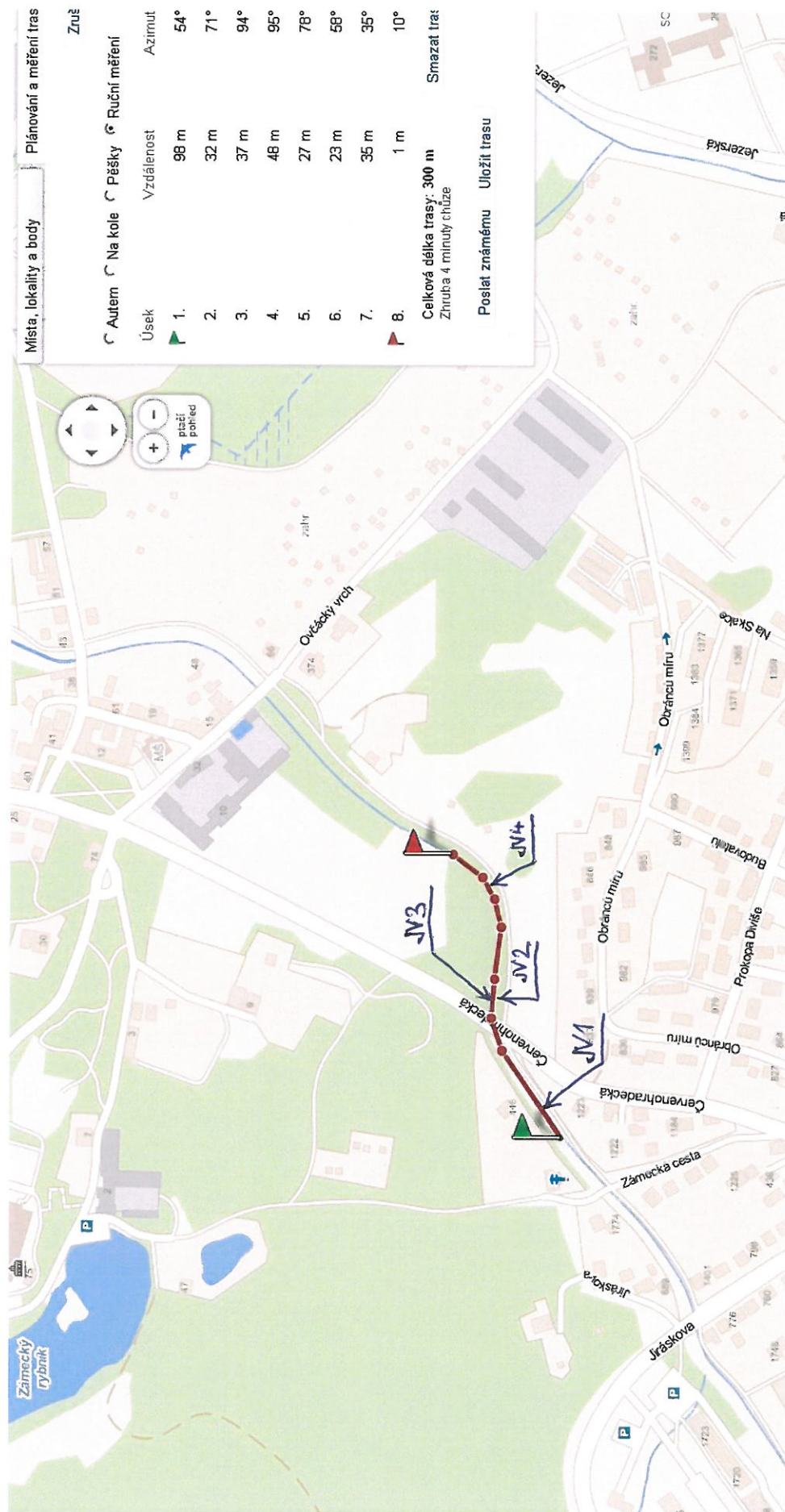
Referenční úsek č. 1, Jirkov  
Zatřídění dilatačních celků podle kvality

**Kategorie poškození: D – havarijný stav (rozlomené desky)**



**Úsek č.1 (300 m) - Jirkov**  
**Podkrušnohorský přivaděč**





ÚSEK č. 1 - JIRKOV (POD ČERVENOHRADECKOU ULICÍ)



**Výsledky zkoušek provedených na šikmých stěnách koryta  
úseku č.1**

# Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

Akce: Podkrušnohorský přivaděč  
 Konstrukce: Betonové koryto - Červenohradecká ulice - Jirkov  
 Datum zkoušky: 10.5.2013  
 Teplota vzduchu: 20°C  
 Zkušební přístroj: lis EDT 1600

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatel	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h <sub>k</sub> [mm]	λ h <sub>k</sub> / d	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m <sup>3</sup> ]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
					K <sub>λ</sub>			F [kN]	f <sub>cy1</sub> [MPa]	
424/13	JV 1	53,94	71,79	74,64	1,384	390,50	2380	71,75	34,82	-
425/13	JV 2	53,79	54,81	58,36	1,085	297,30	2387	72,44	33,41	-
427/13	JV 4	54,11	115,35	118,71	2,194	630,10	2375	66,71	34,75	-
Průměr								2381		
Směrodatná odchylka								5,8		
Variacní koeficient								0,24%		
								34,33		
								0,8		
								2,32%		

$$f_{cy1} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles  
 F - síla na mezi porušení  
 K<sub>d</sub> - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu  
 K<sub>λ</sub> - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu  
 f<sub>cy1</sub> - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Beton odpovídá kvalitové třídě C 30/37 podle ČSN EN 206-1

## Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:

**Podkrušnohorský přivaděč**

Konstrukce:

Betonové koryto - Červeneohradecká ulice - Jirkov

Datum zkoušky:

9.5.2013

Teplota vzduchu:

21,0°C

Vlhkost vzduchu:

86,4%

Typ zkušebního přístroje:

Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	$R_{be}$ [MPa]
1	betonové koryto	18	22,3
2	betonové koryto	16	26,0
3	betonové koryto	16	26,0
4	betonové koryto	15	28,0
5	betonové koryto	17	24,0
6	betonové koryto	15	28,0
<b>Průměr</b> [MPa]		<b>25,7</b>	
Sm. odchylka [MPa]		2,1	
Variační koef. $k_n$		8,0% 1,98	
<b><math>R_{bg}</math></b> [MPa]		<b>21,6</b>	
<b>Třída betonu</b>		<b>C 16/20</b>	

## Zkouška mrazuvzdornosti podle ČSN 73 1326

Zkoušeno metodou automatického cyklování A

Akce:  
Konstrukční prvek:

**Podkrušnohorský přivaděč a Přivaděč průmyslové vody**  
Betonové koryto

Označení		JV 3	JV 7	JV 10
Číslo vzorku dle ZL		426/13	430/13	433/13
Oblast		Červenohradská ulice Jirkov	ulice Březový vrch Chomutov	Bílina obec Zelená
Datum zahájení zkoušky		10.5.13	10.5.13	10.5.13
Datum ukončení zkoušky		21.5.13	21.5.13	21.5.13
zkušební médium		H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
Počet vzorků		1	1	1
Zkoušený povrch [m <sup>2</sup> ]		0.00834	0.00834	0.00835
25 cyklů	číslo misky	1.	2.	3.
	hmotnost misky [g]	485.97	486.11	492.08
	hmotnost misky s odpadem [g]	489.64	490.37	494.89
	odpad [g]	3.67	4.26	2.81
	[g/m <sup>2</sup> ]	440.05	510.79	336.53
50 cyklů	číslo misky	7.	8.	9.
	hmotnost misky [g]	483.69	477.33	482.93
	hmotnost misky s odpadem [g]	493.30	1189.10	546.93
	odpad [g]	9.61	711.77	64.00
	[g/m <sup>2</sup> ]	1152.28	85344.12	7664.67
odpad celkem (50 c.) [g/m <sup>2</sup> ]		1592.33	85854.92	8001.20
75 cyklů	číslo misky	1.	-	3.
	hmotnost misky [g]	485.99	-	492.11
	hmotnost misky s odpadem [g]	1229.23	-	1025.81
	odpad [g]	743.24	-	533.70
	[g/m <sup>2</sup> ]	89117.51	-	63916.17
odpad celkem (75 c.) [g/m <sup>2</sup> ]		90709.83	-	71917.37

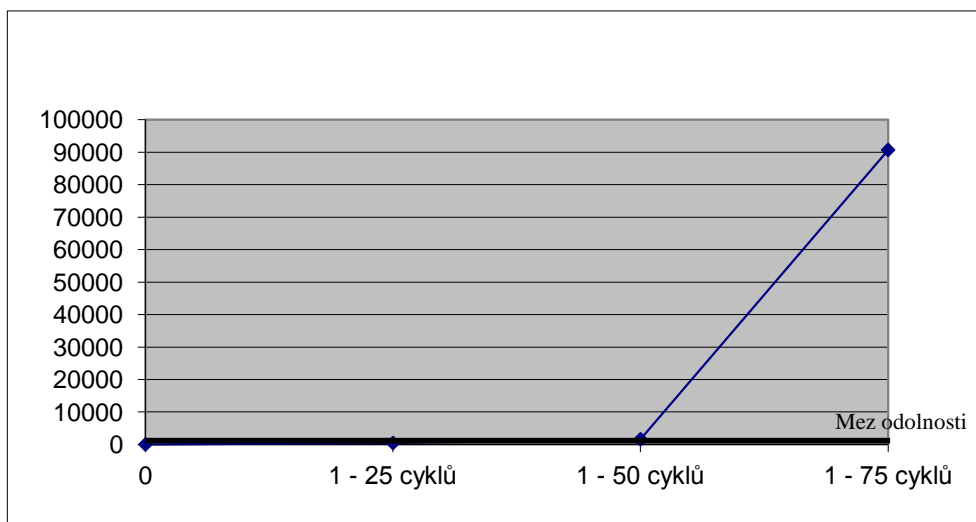
**Poznámka:** Úplný rozpad tělesa JV 7 po 50-ti cyklech.  
Úplný rozpad těles JV 3 a JV 10 po 75-ti cyklech.

# Zkouška mrazuvzdornosti podle ČSN 73 1326

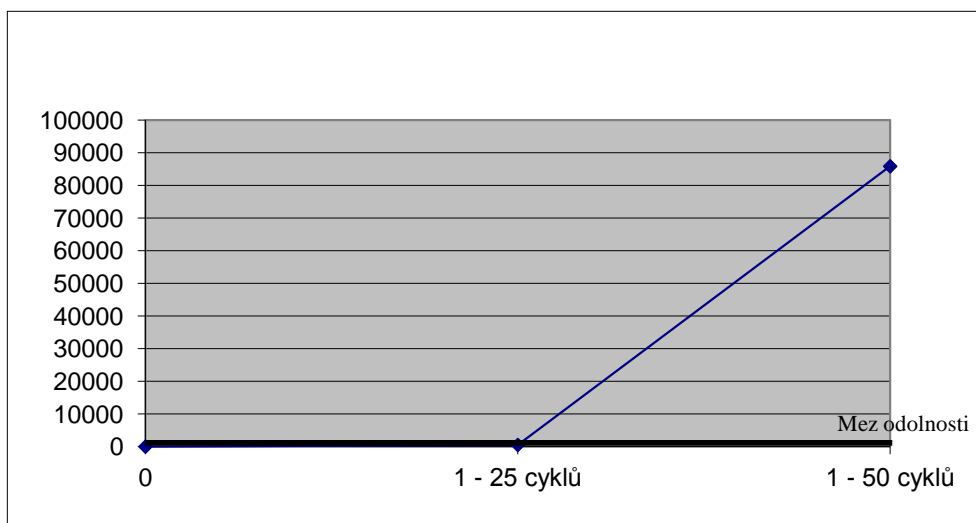
Zkoušeno metodou automatického cyklování A

Akce: **Podkrušnohorský přivaděč a Přivaděč průmyslové vody**  
Konstrukční prvek: **Betonové koryto**

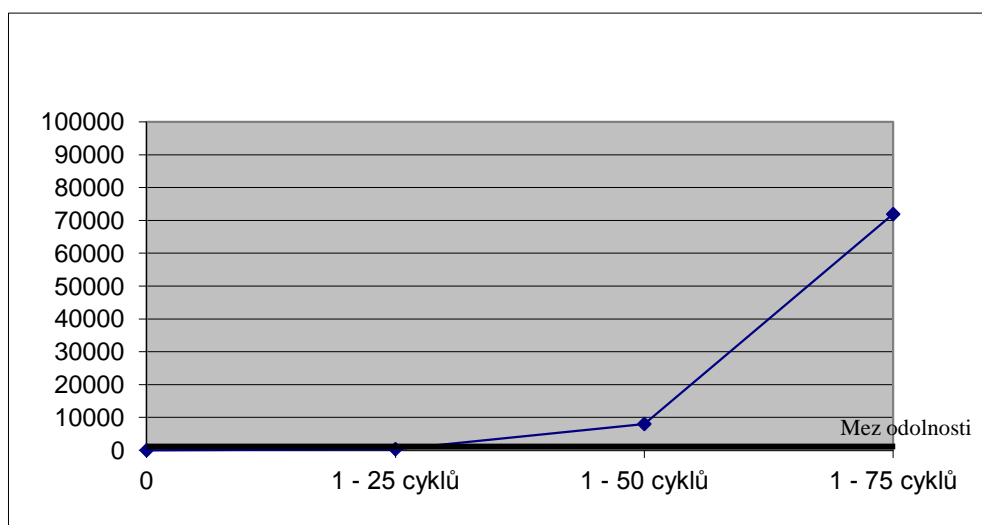
Označení vzorku: 426/13



Označení vzorku: 430/13



Označení vzorku: 433/13



# Aktuální stav dilatačních celků v referenčním úseku 300 m

Akce:

Podkrušnohorský přívaděč

Konstrukce:

Betonové koryto - Červenohradecká ulice - Jirkov

Datum zkoušky:

9.5.2013

Teplota vzduchu:

21.0°C

Vlhkost vzduchu:

86.4%

Kategorie poškození	Staničení (úsek 30 m)										Celkem	Počet porušených dilatačních celků ve staničení
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	3	-	-	6	-	6	2	6	2	-	25	
B	3	2	3	2	3	3	2	4	2	-	24	
C	5	6	5	5	5	5	5	1	3	9	49	
D	3	5	4	1	1	1	2	6	7	3	33	

- Kategorie poškození:
- A

Velmi dobrý stav
- B

Dobrý stav
- C

Vyhovující stav
- D

Havarijní stav

# VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE

## Podkrušnohorský přívaděč

Betonové koryto - Červenohradská ulice - Jirkov

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Vlhkost vzduchu:

7.5.2013

17.0°C

89.0%

Staničení	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rozsah hloubky degradace betonu /m <sup>2</sup> /	90%	90%	90%	90%	90%	90%	85%	80%	90%	85%
	10	20	20	15	10	10	15	10	15	20
	nad 30 mm /m <sup>2</sup> /	1	0,7	4	2	2	2,5	1,5	0,5	4
Délka dilatací	45,5	45,5	49	42	35	45,5	45,5	56	52,5	35
Délka trhlin	45	81	60	46	61	36	52	41	49	60
Porost vegetace	40%	38%	38%	22%	35%	25%	24%	25%	22%	40%
Poškození dilatací	20	21	23	10	13	13	18	34	31	19

Poznámka: Délka staničení je 30 m.

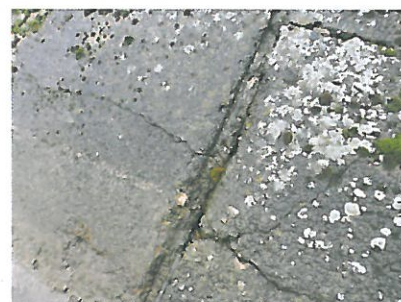
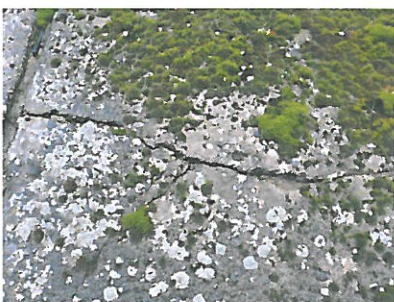


**Fotografie staničení úseku č.1 koryta přivaděče**















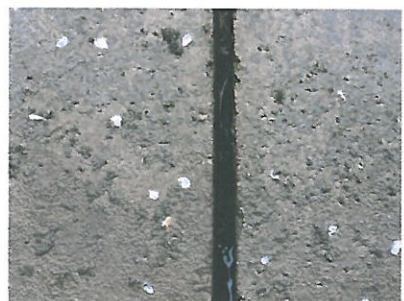
















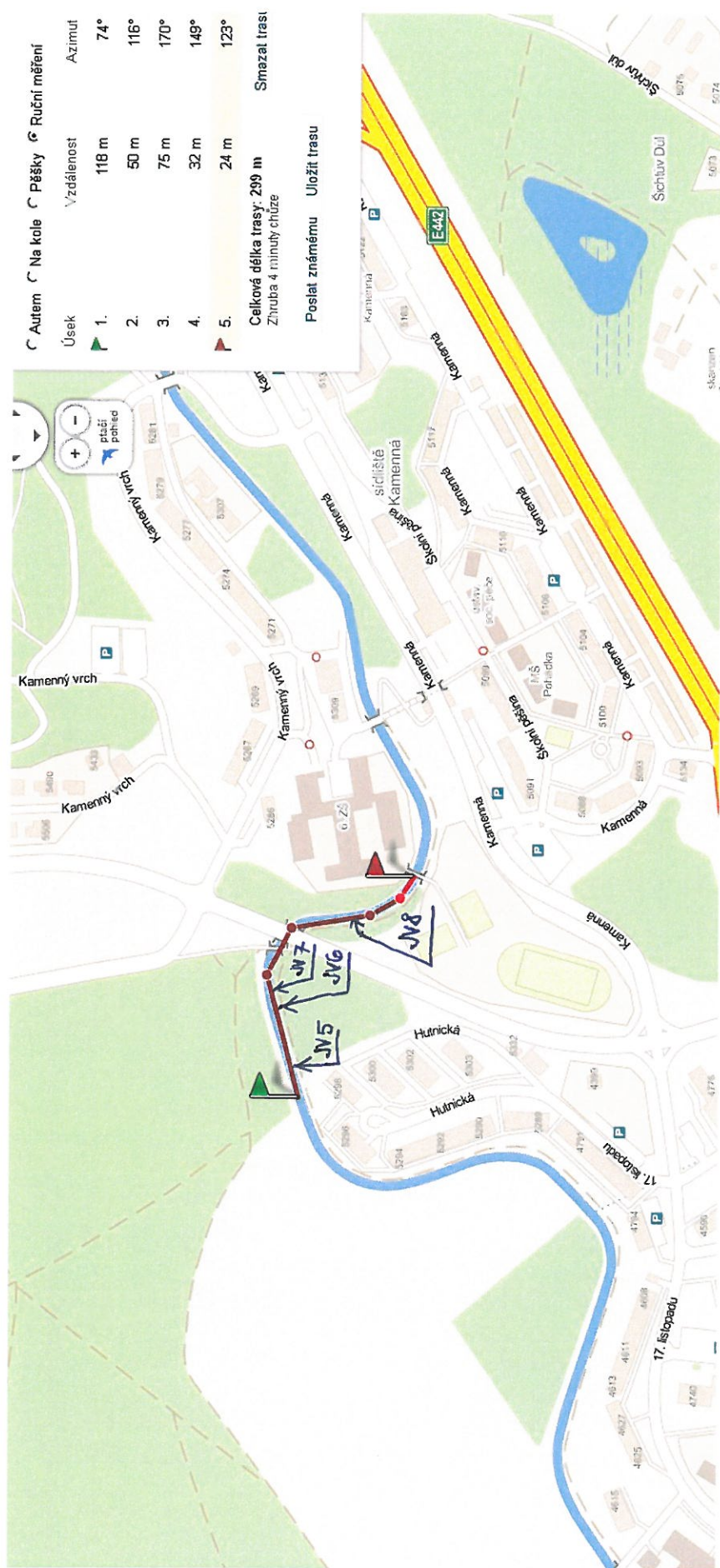




**Úsek č.2 (300 m) – Chomutov, Březový vrch**

**Přivaděč průmyslové vody**





ÚSEK č. 2 - CHODNÍK (PŘEZOVÍ VODY)

**Výsledky zkoušek provedených na šikmých stěnách koryta  
úseku č.2**

# Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

Akce:  
Konstrukce:  
Datum zkoušky:  
Teplota vzduchu:  
Zkušební přístroj:

Přivaděč průmyslové vody

Betonové koryto - ulice Březový vrch - Chomutov  
10.5.2013  
20°C  
lis EDT 1600

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatелеm	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h <sub>k</sub> [mm]	λ h <sub>k</sub> / d	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m <sup>3</sup> ]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
					K <sub>λ</sub>			F [kN]	f <sub>cyl</sub> [MPa]	
428/13	JV 5	53.96	94.63	97.18	1.801	487.60	2253	41.74	21.40	-
429/13 - 1	JV 6/1	53.64	92.82	97.08	1.810	482.40	2300	31.56	16.38	-
429/13 - 2	JV 6/2	53.64	95.68	98.00	1.827	493.60	2283	37.37	19.43	-
431/13	JV 8	53.87	80.50	82.61	1.534	430.30	2345	33.97	16.83	-
Průměr [MPa]										
Směrodatná odchylka [MPa]										
Variační koeficient										
									18.51	
									2.3	
									12.68%	

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles  
F - síla na mezi porušení  
K<sub>d</sub> - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu  
K<sub>λ</sub> - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu  
f<sub>cyl</sub> - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl:

BETONCONSULT, s.r.o.

Beton odpovídá kvalitové třídě C 16/20 podle ČSN EN 206-1

# Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce: **Přivaděč průmyslové vody**  
Konstrukce: Betonové koryto - Březový vrch - Chomutov  
Datum zkoušky: 9.5.2013  
Teplota vzduchu: 21.0°C  
Vlhkost vzduchu: 86.4%  
Typ zkušebního přístroje: Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R <sub>be</sub> [MPa]
1	betonové koryto	17	24.0
2	betonové koryto	16	26.0
3	betonové koryto	18	22.3
4	betonové koryto	16	26.0
5	betonové koryto	15	28.0
6	betonové koryto	14	30.2
<b>Průměr [MPa]</b>		<b>26.1</b>	
Sm. odchylka [MPa]		2.6	
Variační koef.		9.9%	
k <sub>n</sub>		1.98	
<b>R<sub>bg</sub> [MPa]</b>		<b>21.0</b>	
<b>Třída betonu</b>		<b>C 16/20</b>	



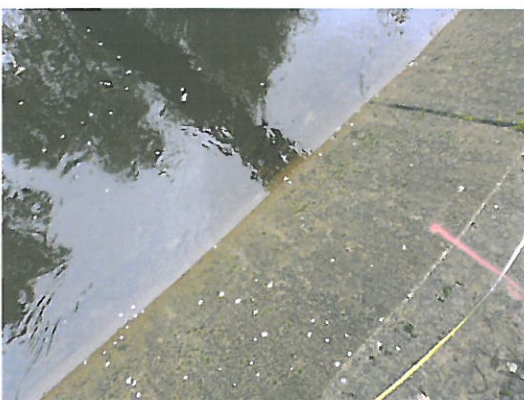
**Fotografie staničení úseku č.2 koryta přivaděče**







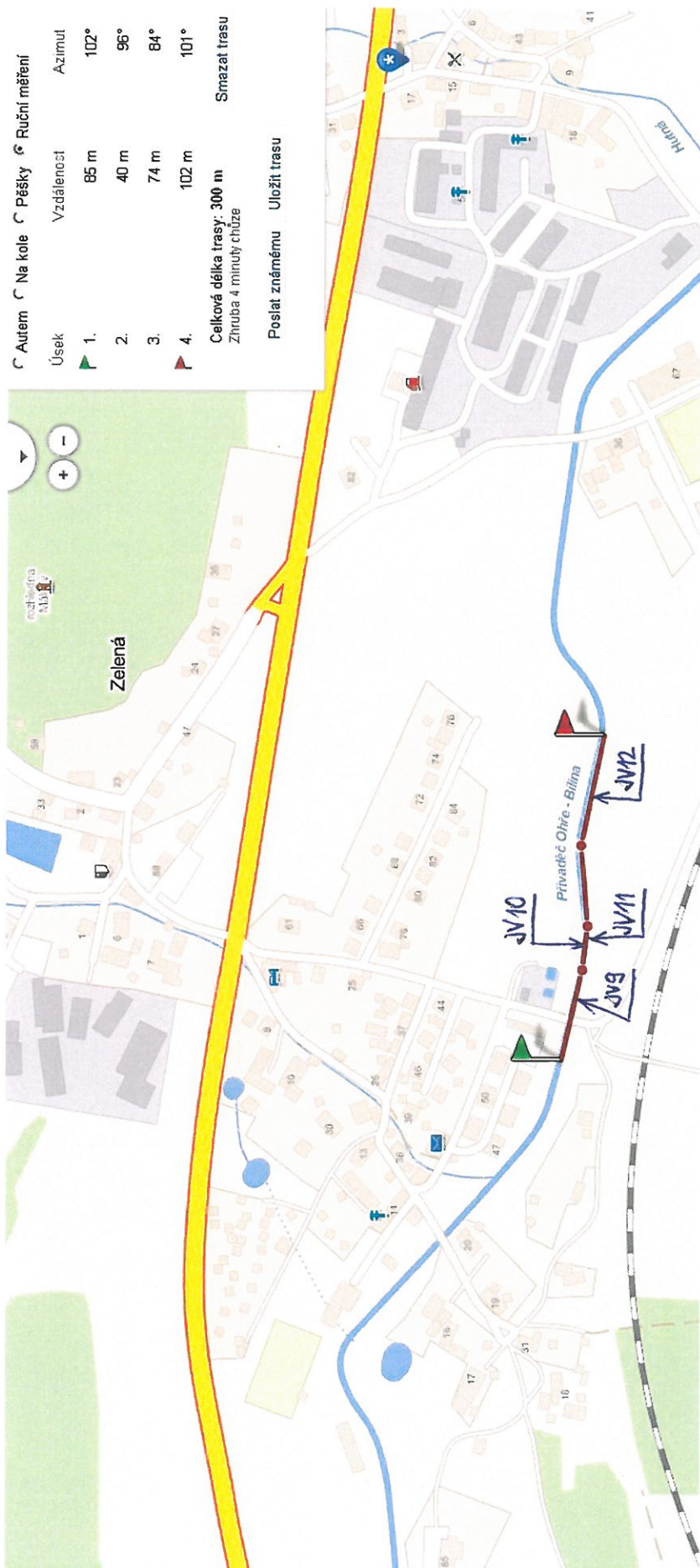




**Úsek č.3 (300 m) – obec Zelená**

**Přivaděč průmyslové vody**





ÚSEK č. 3 - OŘEC ZELENÁ

**Výsledky zkoušek provedených na šikmých stěnách koryta  
úseku č.3**

# Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Zkušební přístroj:

Přivaděč průmyslové vody

Betonové koryto - Bílina - obec Zelená

10.5.2013

20°C

lis EDT 1600

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatелеm	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h <sub>k</sub> [mm]	λ h <sub>k</sub> / d	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m <sup>3</sup> ]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
					K <sub>λ</sub>			F [kN]	f <sub>cyl</sub> [MPa]	
432/13	JV 9	54.31	85.35	88.31	1.626	468.30	2368	30.76	15.21	-
434/13 - 1	JV 11/1	54.09	77.63	81.76	1.512	408.70	2291	74.89	36.68	-
434/13 - 2	JV 11/2	54.09	62.61	66.58	1.231	345.60	2402	63.82	30.19	-
435/13 - 1	JV 12/1	53.99	70.42	73.76	1.366	381.80	2368	33.77	16.33	-
435/13 - 2	JV 12/2	53.99	72.81	76.45	1.416	406.70	2440	54.71	26.60	-
Průměr									25.00	
Směrodatná odchylka									9.2	
Variační koeficient									36.72%	

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

- A - průřezová plocha zkušebních těles
- F - síla na mezi porušení
- K<sub>d</sub> - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu
- K<sub>λ</sub> - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu
- f<sub>cyl</sub> - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl:

BETONCONSULT, s.r.o.



# Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:	<b>Přivaděč průmyslové vody</b>
Konstrukce:	Betonové koryto - Bílina - obec Zelená
Datum zkoušky:	9.5.2013
Teplota vzduchu:	21.0°C
Vlhkost vzduchu:	86.4%
Typ zkušebního přístroje:	Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vník špičáku [mm]	R <sub>be</sub> [MPa]
1	betonové koryto	11	38.0
2	betonové koryto	12	35.2
3	betonové koryto	10	41.1
4	betonové koryto	13	32.6
5	betonové koryto	11	38.0
6	betonové koryto	14	30.2
<b>Průměr [MPa]</b>		<b>35.9</b>	
Sm. odchylka [MPa]		3.6	
Variační koef.		10.1%	
k <sub>n</sub>		1.98	
<b>R<sub>bg</sub> [MPa]</b>		<b>28.7</b>	
<b>Třída betonu</b>		<b>C 20/25</b>	

## Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	<b>Přivaděč průmyslové vody</b>
Konstrukce:	Betonové koryto - Bílina - obec Zelená
Datum zkoušky:	9.5.2013
Teplota vzduchu:	21.0°C
Vlhkost vzduchu:	86.4%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
betonové koryto	6	4	5	5			
Statistické vyhodnocení:	x=5.0mm			s=0.7mm			
	n=4			v=14.1%			

## **Fotografie staničení úseku č.3 koryta přivaděče**





