

Objednatel:

HD partner, s.r.o.

Smetanova 200

250 82 Úvaly

**Výsledky zkoušek jádrových vývrtů,
odebraných z přehradní hráze Vrchlice u
Kutné hory a doporučení pro její sanaci**

Zpracoval:

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



Praha, říjen 2019.....

1. Úvod

Předkládaná zpráva byla zpracována na základě objednávky firmy HD partner, s.r.o. z 5. září 2019. Rozsah prací vycházel z odsouhlasené věcné a cenové nabídky a sestával z laboratorních zkoušek jádrových vývrtů, předaných objednatelem v červnu, resp. září 2019.

Zkoušky se zaměřily na základní fyzikálně mechanické parametry betonu, a to zejména s ohledem na návrh sanace a sestávaly z těchto položek:

- podrobná prohlídka a popis pláště jádrových vývrtů s ohledem na rizika degradace betonu,
- stanovení pevnosti betonu v tlaku destruktivně na jádrových vývrtech včetně stanovení objemové hmotnosti,
- posouzení výskytu alkalické reakce kameniva v betonu,
- stanovení nasákavosti betonu,
- stanovení mrazuvzdornosti betonu podle ČSN 73 1326,
- zpracování hodnotící zprávy včetně doporučení pro sanaci konstrukce hráze.

Jako podklad poskytl objednatel zpracovateli koncept technické zprávy akce „VD Vrchlice – oprava vzdušného líce hráze“, datovanou 07/2019. Žádné jiné podklady kromě předaných jádrových vývrtů neměl zpracovatel této zprávy k dispozici.

2. Provedené zkoušky a jejich výsledky

Jak vyplývá ze zadání, nereferuje tato zpráva o standardním stavebně technickém průzkumu. Zpracovatel zprávy tedy bezprostředně fyzicky a vizuálně neověřoval stav konstrukce, ani nezjišťoval parametry, které lze stanovit s přiměřenou četností pouze v terénu, a to tloušťku krycích vrstev, resp. tloušťku vrstvy zkarbonatované.

Zpráva tedy hodnotí výhradně jádrové vývrty. Část těchto jádrových vývrtů byla pořízena pod vodní hladinou potápěčskou technikou a má průměr cca 98 mm.

Tyto jádrové vývrty byly označeny jako:

- JV 5,
- JV 6,
- JV 7,
- JV 9,
- JV 13,
- JV 24.

Dále pak převzal zpracovatel této zprávy 2. září 2019 další sadu vývrtů menšího průměru (cca 45 mm), které byly odebrány ze vzdušného líce hráze pomocí horolezeckého zpřístupnění.

V příloze je v terénním náčrtu, který předán současně s jádrovými vývrty, znázorněno označování jádrových vývrtů. Jednalo se o jádrové vývrty:

- JV 1D,
- JV 2C,
- JV 2D,
- JV 3A,
- JV 3B,
- JV 3C,
- JV 3D.

Celkem tedy bylo hodnoceno šest jádrových vývrtů o průměru cca 98 mm z oblasti pod vodní hladinou a 7 ks jádrových vývrtů o průměru cca 45 mm ze vzdušného líce.

V příloze zprávy je uvedena v malém formátu přehledná fotodokumentace všech jádrových vývrtů. Ta je pak k dispozici na datovém nosiči (CD), který je součástí této zprávy a který umožňuje prohlídku pořízené fotodokumentace jádrových vývrtů v přiměřeném zvětšení a kontrastu.

2.1 Hodnocení struktury betonu na plášti jádrových vývrtů a stanovení pevnosti betonu v tlaku

Jádrové vývrty byly po převzetí detailně fotograficky zdokumentovány (viz příloha). Jak v oblasti pod vodní hladinou, tak nad vodní hladinou byl beton zhotoven z těžného říčního kameniva s horní frakcí převážně 32 mm. I když se jedná o přehradní beton, je maximální zrno kameniva relativně malé oproti běžným betonům gravitačních hrází. Souvisí to s vyztužením konstrukce klenbové hráze. Hustota výztuže v daném případě neumožňovala použití větších frakcí kameniva, protože by nebylo možné výztužné armokoše uspokojivě probetonovat.

Z hlediska skladby, a to zejména křivky zrnitosti kameniva, lze charakterizovat beton jako ideálně složený. Maltový tmel je hutný s přiměřeným obsahem vzduchových pórů. Je evidentní, že skladbě betonu i hutnění byla věnována zvýšená pozornost. V oblasti pod vhodní hladinou je patrná povrchová degradace, vyvolaná běžnými hydrolytickými účinky vody. Jedná se o přirozený proces, který zasahuje obvykle do hloubky několika mm pod původní povrch konstrukce.

Výrazně závažnějším zjištěním však jsou dislokace některých zrn kameniv, která svědčí o výskytu alkalické reakce kameniva v betonu. Průběh této reakce pravděpodobně souvisí i s defekty v povrchové oblasti, zachycené na vývrtu č. 5. Riziko alkalické reakce je u tohoto betonu zvýšeno zejména vyšší přítomností větších křemenných zrn hrubých frakcí kameniva. Právě křemen je obvykle vůči alkáliím v cementu velmi citlivý.

S ohledem na tuto skutečnost byla věnována zvýšená pozornost stanovení pevnosti v tahu, která citlivě reaguje na narušení mikrostruktury, a to i v důsledku alkalické reakce kameniva a provedení speciálního kolorimetrického uranylacetátového testu v UV světle, které umožňuje identifikovat výskyt alkalicko-křemičitých gelů.

Celkově lze hodnotit hodnocený beton z hlediska struktury jako velmi dobře složený, pečlivě zhutněný a s ohledem na dimenze hráze jen slabě povrchově poškozený.

Po provedené fotografické dokumentaci a vizuálním zhodnocení byla z jednotlivých jádrových vývrtů zhotovena řezáním na diamantové okružní pile válcová zkušební tělesa.

Tato tělesa byla změřena a zvážena, aby bylo možné stanovit objemovou hmotnost betonu. Celkem bylo k dispozici 18 + 9 ks válcových těles.

Následně pak byla tělesa okoncována speciální sírovou směsí a odzkoušena na pevnost v tlaku v elektronicky řízeném tlakovém zkušebním stroji EDT 1600.

Výsledky jsou uvedeny v příložených tabulkách, a to odděleně pro jádrové vývrty o průměru cca 99 mm z oblasti pod vodou, a dále pak pro jádrové vývrty o průměru cca 45 mm z oblasti vzdušného líce nad vodou.

O hutnosti a kvalitě betonu vždy velmi přesvědčivě svědčí hodnota objemové hmotnosti betonu. Ta je v posuzovaném případě u obou sad zkušebních těles prakticky identická. V oblasti pod vodou je průměrná hodnota objemové hmotnosti 2.396 kg.m^{-3} , v oblasti nad vodní hladinou pak 2.392 kg.m^{-3} . Jedná se o vysoce hutný a kamenivem optimálně zaplněný beton.

Tomu odpovídají i zjištěné válcové pevnosti, jejichž průměry jsou opět téměř identické u obou souborů, a to 34,47 MPa u těles z oblasti pod vodou, resp. 35,49 MPa z oblasti nad vodní hladinou. Rozptyl dílčích výsledků je pochopitelně výrazně nižší u těles většího průměru pod vodní hladinou. Variační koeficient 14,93 %, lze charakterizovat jako běžný. V případě jádrových vývrťů menšího průměru je variační koeficient zvýšený, a to na úroveň 24,63 %. Je to dáno tím, že zejména v případě malých jádrových vývrťů není splněn jeden ze základních požadavků pro objektivní stanovení pevnosti betonu v tlaku, a to, že maximální zrno kameniva by mělo být v poměru cca 1:3 k minimálnímu rozměru zkušebního tělesa. V případě malých jádrových vývrťů je tento poměr prakticky na úrovni 1:1!

Ani v případě jádrových vývrťů o průměru 99 mm není poměr zcela ideální a lze ho charakterizovat jako hraniční. S ohledem na to lze zjištěné hodnoty válcové pevnosti charakterizovat jako podhodnocené, a to minimálně na úrovni cca 10 %.

Dále v návaznosti na ČSN EN 13 771 „Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích“ můžeme při zařídování betonu použít o 15 % nižší tzv. charakteristickou (statisticky) jistěnou pevnost. Tomu přibližně odpovídá možnost zvýšit zjištěné pevnosti o 15 %.

Pokud bychom tedy zvýšili zjištěné válcové pevnosti o 10 + 15 %, bude jejich výsledná úroveň na úrovni 44 MPa. To odpovídá krychelné pevnosti na úrovni 54 MPa.

Na základě provedených destruktivních zkoušek těles, zhotovených z jádrových vývrtů, lze konstatovat, že pevnost betonu v tlaku betonu, který je zabudován v klenbové přehradní hrázi Vrchlice, je s vysokou rezervou a statistickým jistěním na úrovni třídy C 35/45. Jedná se tedy o i na současné poměry mimořádně kvalitní konstrukční beton.

2.2 Pevnost v tahu povrchových vrstev

Pevnost v tahu povrchových vrstev se zjišťuje in situ tzv. odtrhovými zkouškami. Běžně se stanovuje ale i v laboratorních podmínkách a to tak, že se odřezky jádrových vývrtů, a to především z povrchové oblasti, přilepí dvousložkovým epoxidovým lepidlem k tuhé betonové podložce. Na horní líc se pak přilepí shodným lepidlem duralový odtrhový terč. Po vytvrzení lepidla se k terči připojí táhlem přenosná hydraulická odtrhová aparatura DYNA Z 16, která umožňuje registrovat pevnost v tahu na mezi porušení.

S ohledem na ověření přítomnosti alkalické reakce betonu byly testy provedeny jednak na vzorcích z čela jádrového vývrtu, jednak na vzorcích ze středu jádrového vývrtu. Zkoušky byly provedeny pouze na tělesech s průměrem 45 mm, tedy na tělesech z jádrových vývrtů z oblasti vzdušného líce nad vodní hladinou. Výsledky jsou uvedeny v příložených tabulkách. Dílčí výsledky tahových pevností se pohybují v širokém intervalu od 1,09 MPa do 2,65 MPa. Průměrná hodnota je 1,60 MPa.

V jádrové oblasti jsou dílčí výsledky průměrná hodnota výrazně vyšší. Dílčí hodnoty se pohybují od 1,15 do 2,80 MPa a průměrná hodnota je 2,17 MPa. Z porovnání obou těchto souborů je patrné, že tahová pevnost povrchových oblastí je nižší než v oblasti jádrové.

Jedná se pravděpodobně o důsledek postupné mrazové degradace povrchových oblastí. Případný vliv alkalické reakce kameniva je pak možné na základě těchto zkoušek ověřit porovnáním předpokládané tahové pevnosti, odvozené z pevnosti v tlaku.

Pokud bychom vycházeli z krychelné pevnosti na úrovni 54 MPa tak, jak byla odvozena v předchozí kapitole, měly by se tahové výsledky pohybovat v intervalu 1:13, resp. 1:15. Tahové pevnosti by se tedy měly pohybovat v intervalu od 3,6 MPa do 4,1 MPa. To jsou hodnoty výrazně vyšší než skutečně stanovené tahové pevnosti.

Pokud je zjištěn popsáný nepoměr mezi tahovými pevnostmi, odvozenými z pevností tlakových a skutečně zjištěnými tahovými pevnostmi, je to vždy signál, že mikrostruktura betonu je porušena jemnými mikrotrhlinami.

Pevnost v tlaku není k těmto mikrotrhlinám prakticky citlivá, zatímco pevnost tahová je velmi citlivě indikuje. Na základě těchto skutečností lze tedy konstatovat, že tahová pevnost betonu přehradní hráze Vrchlice je přijatelná, avšak neodpovídá vysokým pevnostem tlakovým. Jedná se nepochybně o důsledek tzv. pomalé alkalické reakce kameniva.

2.3 Alkalická reakce kameniva

Alkalická reakce kameniva v betonu je procesem, kdy alkálie přirozeně obsažené v cementu reagují s určitými typy hornin, zejména pak s tzv. amorfním křemen. V této reakci je opět nezbytná přítomnost vody v kapilárním pórovém systému, takže alkalickou reakcí jsou prakticky výhradně postiženy betonové a železobetonové konstrukce, exponované v exteriérových podmínkách.

V důsledku reakce alkálií vzniká alkalicko-křemičitý gel, jehož objem je o více než 200 % větší než objem výchozích fází. Dochází tak podobně jako při tvorbě ledu v betonu k předpětí mikrostruktury cementového tmelu, k vzniku tahových a tlakových napětí a k postupnému rozpadu betonu. Na rozdíl od mrazové degradace, která postihuje především povrchové promrzávající oblasti konstrukčních prvků, alkalická reakce kameniva má celobjemový charakter a postihuje konstrukční prvek v celém průřezu. Alkalická reakce se relativně obtížně identifikuje. Na lomové ploše betonu nebo řezné ploše (např. na plášti jádrových vývrtů) lze v počátečních fázích alkalické reakce kameniva zaznamenat kolem určitých zrn tmavé oblasti, které signalizují tvorbu křemičitého gelu. Na řezných nebo lomových plochách se používá tzv. uranyl-acetátová metoda, kdy se na povrch aplikuje nástřikem roztok uranyl-acetátu. Takto ošetřená plocha se pak pozoruje v ultrafialovém světle určité vlnové délky. Alkalicko-křemičité gely se pak projevují typickým zeleným odstínem. V případě významnějších staveb se pak provádí dlouhodobé dilatometrické měření vzorků

betonu tak, aby bylo možné posoudit, zda dochází k jeho expanzi, která je vyvolána právě tvorbou alkalicko-křemičitých gelů. Jedná se o proces pomalý a dlouhodobý, který zpočátku nemá výraznější degradační účinky na beton. Pro naše podmínky je typická pomalá alkalická reakce kameniva, která se významněji začne projevovat po 30 až 50 letech.

Pro alkalickou reakci je zároveň typické, že tvorba alkalicko-křemičitých gelů se postupně zpomalí a zastaví v důsledku vyčerpání alkálií v cementu. Reakce tedy po určité době již aktivně neprobíhá. V našich podmínkách je reakce většinou po 50 až 60 letech již ukončena a na struktuře betonu tedy nelze identifikovat výraznější množství alkalicko-křemičitých gelů v aktivní podobě (citlivých k UV světlu), ale již v podobě zreagované ve formě bílých stop ve struktuře betonu, a to zejména na jeho lomových plochách.

Alkalická reakce kameniva významně postihuje zejména tahové vlastnosti betonu, zatímco pokles pevností tlakových je výrazně pomalejší.

Uranyl acetátový test byl proveden na vzorcích betonu po zkoušce pevnosti v tlaku. V příloze zprávy je uvedena fotodokumentace zachycující jednotlivé vzorky ve viditelném spektru a dále vzorky osvětlené UV světlem. Zeleně světélkující oblasti indikují přítomnost alkalicko-křemičitého gelu. Snímky pořízené v UV světle jsou k dispozici i na datovém nosiči, takže je lze prohlédnout s optimálním zvětšením a jasem obrazu. V příloze uvedená tištěná fotodokumentace má pouze ilustrativní význam.

Ze snímků provedených v UV světle je patrné, že u všech vzorků se ve větší či menší míře vyskytují zrna postižená výskytem alkalicko-křemičitého gelu. To potvrzuje i poznatky z úvodní vizuální prohlídky pláště jádrových vývrtů, kde bylo konstatováno, že v použitém betonu je vysoký obsah těžného kameniva z křemene, který je vůči alkáliím v cementu zvláště citlivý.

S ohledem na stáří betonu je však velmi **pravděpodobné**, že alkalická reakce kameniva betonu již aktuálně neprobíhá nebo probíhá jen s nepatrnou intenzitou. K významnějšímu zhoršování mechanických vlastností betonu by tedy nemělo docházet.

Přesto je při sanačním zásahu třeba vycházet ze skutečnosti, že se jedná o beton „geneticky“ poškozený. V okamžiku kdy v tomto betonu stoupne obsah vody zvýší se intenzita alkalické reakce.

2.5. Mrazuvzdornost betonu

Mrazuvzdornost betonu je v tuzemských podmínkách dominantním degradačním procesem u staveb v exteriéru. I když k degradaci v důsledku snížené mrazuvzdornosti betonu dochází pouze na povrchu konstrukčních prvků, je zcela zásadním parametrem, který rozhoduje o strategii sanačního zásahu. V případě, že je adhezně kotvená povrchová úprava provedena na nemrazuvzdorném podkladu, do kterého má možnost vtékat srážková voda, dochází běžně k pokračování degradace a k delaminaci nových povrchových úprav v původním nemrazuvzdorném podkladu.

Současně platí, že z nemrazuvzdorného betonu nelze jakýmkoliv dodatečným zásahem zhotovit beton mrazuvzdorný. „Sanace“ může tedy spočívat pouze v omezení či zamezení vniku srážkové vody do nemrazuvzdorných konstrukčních prvků.

Vzhledem k tomu, že mrazuvzdornost betonu nelze testovat nedestruktivně, je odběr jádrových vývrtů naprosto kardinální podmínkou pro hodnocení exteriérových staveb a návrh jejich sanace.

Ke zkouškám byly využity dva jádrové vývrty s tím, že testována byla vždy povrchová oblast v tloušťce několika cm.

Zkouška je prováděna podle ČSN 73 1326, metoda A, kdy testovaný povrch je ponořen do cca 5 mm tlusté vrstvy tříprocentního roztoku chloridu sodného (standardní provedení), nebo pouze do vodného roztoku v těch situacích, kdy konstrukční prvky nepřicházejí do kontaktu s posypovými/rozmrazovacími solemi. U betonu jezových věží byl test proveden pouze ve vodném roztoku.

Jako běžně užívané kritérium pro mrazuvzdorný beton nesmí maximální hodnota, tzv. plošného odpadu překročit 1.000 g/m^2 . Zkouška probíhá tak, že se po každých 25 cyklech zkouška automaticky přeruší, odpad, oddělený v důsledku mrazových cyklů z povrchu testovaných vzorků, se vysuší, zváží a přepočte na m^2 . Základním parametrem je pak celkový odpad po 75 zmrazovacích cyklech.

U vzorků exponovaných ve roztoku NaCl jsou výsledky zcela nevyhovující a převyšují povolené kritérium 5x až 16x !!

U vzorků exponovaných pouze ve vodě jsou odpady nižší.

Z celkového hodnocení vyplývá, že testovaný beton neopovídá aktuálním požadavkům na mrazuvzdorný beton

Jeho mrazová degradace ve vodě je však pomalejší.

V době realizace betonu vodního díla Vrchlice nebyla známá technologie provzdušňování betonu, které v současnosti je standardním postupem pro zajištění jeho mrazuvzdornosti. O mrazuvzdornosti tedy rozhodovala náhodná skladba resp. zhutnění betonové směsi v dané oblasti, tedy lokálně rozdílný objem a charakter pórového systému.

Rozhodující je však vždy intenzita vstupu srážkové vody do povrchu betonu. Pokud beton není plně nasycen vodou nemají zmrazovací cykly destruktivní účinek. Samotné nízké teploty suchý nebo přirozeně vlhký beton nijak nedegradují. Degradací mechanismus je důsledkem vzniku ledu a jeho zvětšování objemu o cca 10% vodou v plně vodou zaplněném kapilárním pórovém systému betonu.

S ohledem na tyto skutečnosti nelze hodnocené betony považovat za přiměřeně mrazuvzdorné a způsobilé k tomu aby k nim byly adhezně kotveny povrchové úpravy. Jakékoli povrchové úpravy musí být mechanicky kotveny.

2.6 Nasákavost betonu

Standardní testy nasákavosti potvrdili vysokou hutnost maltového tmele v betonu. Dílčí hodnoty se pohybují od 3,81 % do 5,35%. Podle kalibračního vztahu dlouhodobě vytvářeného zpracovatelem zprávy to odpovídá betonu s pevností v tlaku na úrovni 50 MPa.

3. Celkové zhodnocení a doporučení pro sanaci

Z provedených zkoušek těles zhotovených z jádrových vývrtů přehradní hráze Vrchlice u Kutné hory vyplývají tyto závěry:

- Skladbu a strukturu betonu lze charakterizovat jako ideální. Ideální křivka zrnitosti, dobrá hutnost maltového tmele, přiměřené hutnění a zpracování betonu. Tomu odpovídá i zjištěná vysoká objemová hmotnost betonu na úrovni 2.400 kg.m⁻³.

- Vysokou hutnost betonu a jeho dobrou skladbu potvrzují i výsledky destruktivních zkoušek, které po přepočtu odpovídají krychelné pevnosti na úrovni 55 MPa.
- Beton lze s rezervou a přiměřeným statistickým jištěním zařadit do třídy C 35/45 podle platné ČSN EN 206.
- Stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev prokázalo, že pevnost v tlaku neodpovídá teoreticky odvozeným tahovým pevnostem z pevností tlakových a současně tahové pevnosti povrchové oblasti jsou výrazně nižší než oblasti jádrové. Ze zjištěných skutečností lze dovozovat, že beton je postižen pomalým typem alkalické reakce kameniva.
- Provedené uranylacetátové testy (pozorování lomových ploch po nanesení uranylacetátu v UV světle) prokázaly výskyt alkalicko-křemičitých gelů. S ohledem na významnou přítomnost křemenných zrn kameniva v betonu je přítomnost alkalické reakce v betonu evidentní.
- Ze zkoušek mrazuvzdornosti vyplývá, že standardní test mrazuvzdornosti podle ČSN 73 1326 (metoda A), a to v normou požadovaném tříprocentním roztoku NaCl, odpovídá vysokým odpadům, které více než pětkrát, resp. šestnáctkrát převyšují normou povolenou hranici (1.000 g/m^2). I když hodnota odpadu, pokud je test proveden pouze ve vodném roztoku, je standardně nižší, přesto lze beton z dlouhodobého hlediska charakterizovat jako nemrazuvzdorný. S ohledem na expozici konstrukce není tato snížená mrazuvzdornost/nemrazuvzdornost funkčním problémem. Musí být však zohledněna při návrhu jakéhokoliv celoplošného sanačního zásahu.

Na základě těchto konstatování nedoporučuji provádět žádné celoplošné sanační zásahy na vzdušném líci, zejména tzv. stěrkování. Případné větší lokální reprofilace musí být k podkladu mechanicky kotveny.

Pokud povrch vzdušného líce uzavřeme jakoukoliv dílčí difúzní zábranou, a to i nátěrovým systémem, dojde ke zvýšení vlhkosti povrchových oblastí a k urychlení alkalické reakce kameniva. Tento fenomén by sice nezpůsobil fatální ohrožení statické

bezpečnosti hráze, vedl by však přinejmenším k degradaci nově provedených povrchových úprav.

Při sanaci je třeba vzít v úvahu, že sanace „geneticky“ poškozené konstrukce alkalickou reakcí kameniva je mimořádně komplikovaným problémem.

Obecně v těchto případech platí, že je třeba preferovat minimum zásahů, a to zejména vytvářením doplňujících povrchových vrstev.

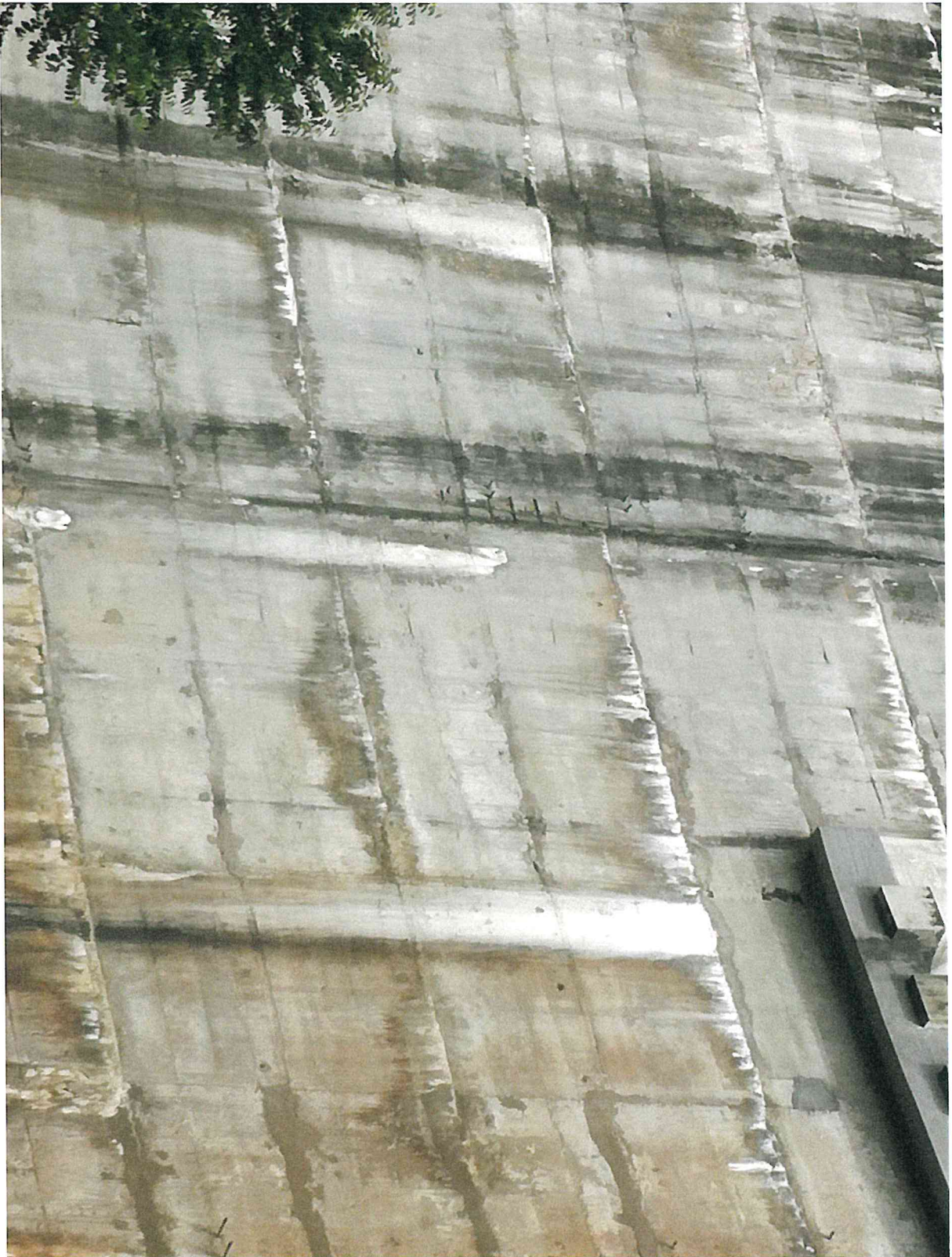
Za nejvhodnější bych považoval celoplošnou předúpravu vysokotlakým vodním paprskem, mechanické odstranění inkrustace uhličitánových výluhů v pracovních spárách citlivé probourání vlhnuoucích spár a jejich zapravení expanzní správkovou vodotěsnou maltou typu Xypex Patch'n Plug.

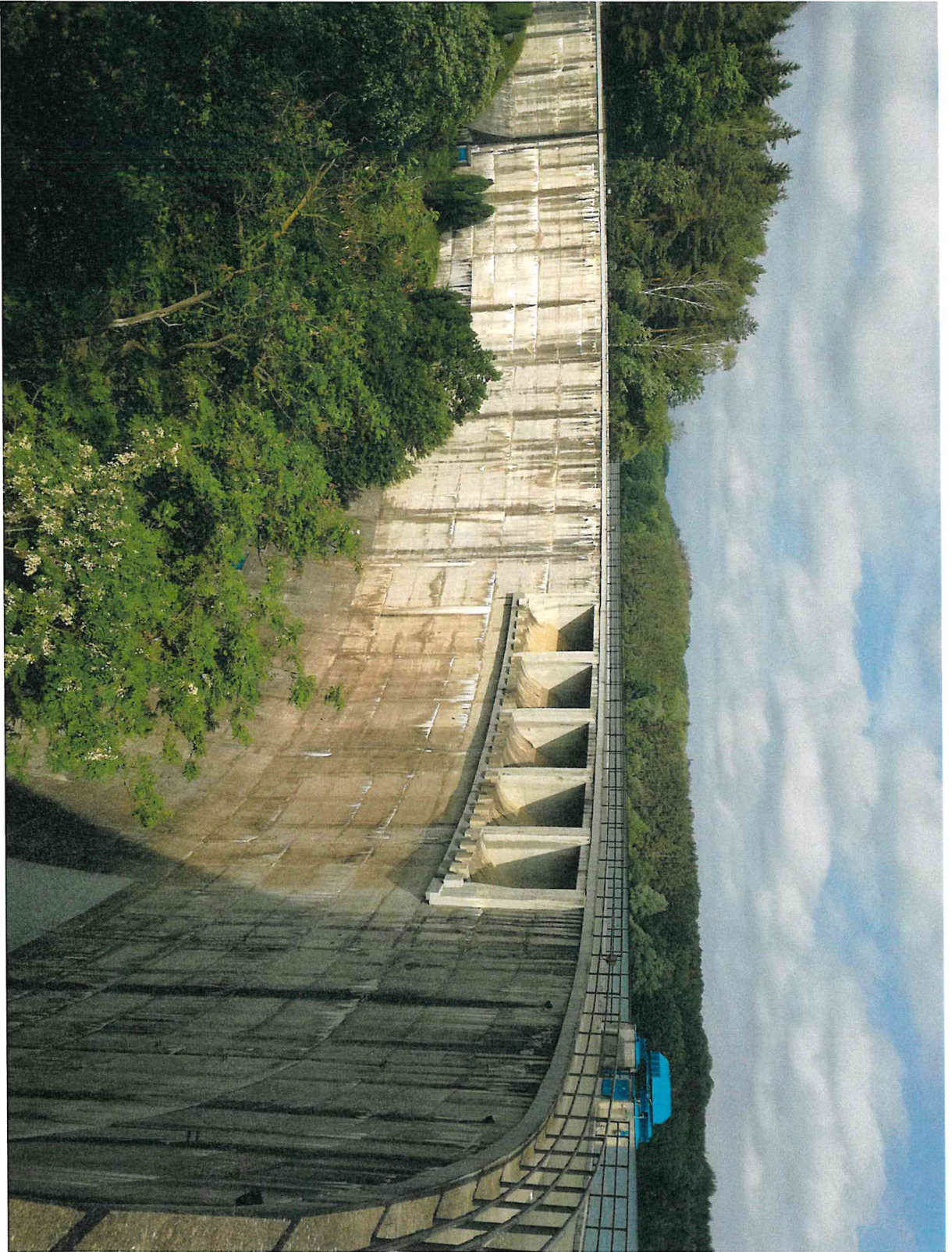
Většina pracovních spár, u nichž docházelo v minulosti k průsakům, je již kolmatována a jejich klasická polyuretanová injektáž bude problematicky účinná. Její použití nedoporučuji.

Pokud by bylo zcela nezbytné sjednotit vzhled vzdušného líce, bude nezbytné zvolit maximálně paropropustný nátěrový systém, a to s difúzním odporem vůči H₂O na úrovni 0,1 m. Ideální pro tyto případy jsou pigmentované penetrace, které nezaplní pórový systém a umožní tak přirozený transport prolínající vody ať již v kapalně formě nebo ve formě vodní páry.

Na základě našich dlouhodobých zkušeností důrazně upozorňujeme na rizika delaminace jakýchkoliv větších, byť i lokálních mechanicky nekotvených povrchových úprav.

Fotodokumentace vzdušného líce hráze VD Vrchlice poskytnutá objednatelem





Tabulky s výsledky zkoušek

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů - stanovení válcové pevnosti betonu v tlaku

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Zkušební přístroj:

VD Vrchlice

Hráz - pod vodou

04.09.2019

20°C

Iis EDT 1600

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatel m	Kd		průměr		λ	K _λ	hmotnost m	objemová hmotnost m / V	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
		průměr d	výška h	výška po koncování h _k	h _k / d					F	f _{cyl}	
		[mm]	[mm]	[mm]				[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]	
471/19 - 1	JV 5/1	98,99	142,76	142,76	1,442	1,067		2600,0	2366	206	26,47	
471/19 - 2	JV 5/2	98,96	135,74	135,74	1,372	1,075		2511,7	2406	253	32,28	
471/19 - 3	JV 5/3	98,97	135,41	135,41	1,368	1,076		2505,8	2405	314	40,04	
472/19 - 1	JV 6/1	99,01	130,94	130,94	1,322	1,081		2408,9	2389	242	30,67	
472/19 - 2	JV 6/2	99,01	128,24	128,24	1,295	1,085		2400,5	2431	247	31,21	
472/19 - 3	JV 6/3	98,98	120,87	120,87	1,221	1,098		2276,5	2448	308	38,47	
473/19 - 1	JV 7/1	98,79	115,97	115,97	1,174	1,112		2117,3	2382	362	44,84	
473/19 - 2	JV 7/2	98,78	119,15	119,15	1,206	1,102		2181,5	2389	290	36,23	
473/19 - 3	JV 7/3	98,83	118,95	118,95	1,204	1,103		2040,8	2236	274	34,17	
474/19 - 1	JV 9/1	98,95	138,02	138,02	1,395	1,073		2577,5	2428	310	39,66	
474/19 - 2	JV 9/2	98,95	138,01	138,01	1,395	1,073		2575,4	2427	246	31,47	
474/19 - 3	JV 9/3	98,98	132,46	132,46	1,338	1,079		2470,4	2424	297	37,74	
475/19 - 1	JV 13/1	99,02	129,77	129,77	1,311	1,083		2361,0	2363	233	29,49	
475/19 - 2	JV 13/2	98,99	132,91	132,91	1,343	1,079		2447,8	2393	299	38,00	
475/19 - 3	JV 13/3	98,97	132,60	132,60	1,340	1,079		2439,7	2392	291	36,98	
476/19 - 1	JV 14/1	99,02	114,91	114,91	1,160	1,115		2153,8	2434	307	37,72	
476/19 - 2	JV 14/2	99,02	123,38	123,38	1,246	1,091		2318,5	2440	213	26,75	
476/19 - 3	JV 14/3	99,01	114,96	114,96	1,161	1,115		2108,8	2383	230	28,28	
Průměr												
[MPa]												34,47
Směrodatná odchylka												5,1
[MPa]												14,93%
Variační koeficient												29,47
MPa												

Charakteristická pevnost betonu dle ČSN EN 13791 - Postup B

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

A - průřezová plocha zkušebních těles

F - síla na mezi porušení

K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu

K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu

f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů - stanovení válcové pevnosti betonu v tlaku

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Zkušební přístroj:

VD Vrchlice

Hráz - vnější líc

04.09.2019

20°C

lis ELE - ADR 250/25

Kd		0,818	průměr		45								
číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatele	m	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ	h _k / d	K _λ	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
											F [kN]	f _{cyl} [MPa]	
480/19 - 1	JV 1D/1		45,46	68,76	68,76	1,513		1,058	263,07	2357	40,60	28,90	
480/19 - 2	JV 1D/2		45,25	79,35	79,35	1,754		1,020	306,48	2402	60,51	45,11	
483/19	JV 2C		45,39	71,20	71,20	1,569		1,049	272,36	2364	60,30	43,42	
484/19	JV 2D		45,41	64,93	64,93	1,430		1,069	256,77	2442	25,90	18,30	
485/19	JV 3A		45,45	81,44	81,44	1,792		1,017	315,57	2388	45,91	34,02	
486/19	JV 3B		45,39	64,92	64,92	1,430		1,068	247,49	2356	45,58	32,23	
487/19	JV 3C		45,40	59,66	59,66	1,314		1,082	234,34	2426	61,30	42,77	
488/19 - 1	JV 3D/1		45,28	60,52	60,52	1,337		1,080	234,85	2410	46,36	32,60	
488/19 - 2	JV 3D/2		45,38	51,30	51,30	1,130		1,124	198,05	2387	62,46	42,02	
Průměr											35,49		
Směrodatná odchylka											8,7		
Variační koeficient											24,63%		

Charakteristická pevnost betonu dle ČSN EN 13791 - Postup B

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

A - průřezová plocha zkušebních těles

F - síla na mezi porušení

K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu

K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu

f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Výsledky stanovení pevnosti betonu v tahu

Akce: Konstrukce: Datum zkoušky: Teplota vzduchu: Vlhkost vzduchu: Typ zkušebního přístroje: Tvar zkušebního terče:	VD Vrchlice Hráz - vnější líc (střed jádrového vývrtu) 06.09.2019 20,0°C 60,0% DYNA Z16 kruh o průměru 50 mm
---	---

Číslo zkušebního tělesa dle ZL	Označení objednatelem	Odtřhová síla [kN]	Plocha porušení [cm ²]	Pevnost v tahu [Mpa]	Charakter lomové plochy	Průměr zkušebního tělesa [mm]
479/19	1C/2	4,49	16,0	2,80	100% A	45,20
480/19	1D/2	3,89	16,1	2,42	100% A	45,28
481/19	2A/2	3,93	16,3	2,41	100% A	45,55
482/19	2B/2	3,23	16,1	2,00	100% A	45,33
483/19	2C/2	4,07	16,1	2,53	100% A	45,26
484/19	2D/2	1,86	16,2	1,15	100% A	45,39
485/19	3A/2	3,78	16,2	2,34	100% A	45,35
486/19	3B/2	1,89	16,2	1,17	100% A	45,39
487/19	3C/2	4,25	16,2	2,62	100% A	45,45
488/19	3D/2	3,64	16,2	2,25	100% A	45,35
Průměr [MPa]				2,17		
směrodatná odchylka [MPa]				0,54		
variační koeficient				25,06%		

A beton

Y lepidlo
Z odtřhový terč

A - kohezní porucha zkušebního tělesa
 A/Y - kohezní porucha mezi zkušebním tělesem a lepidlem
 Y - kohezní porucha v lepidle
 Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Poznámka:

Výsledky stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev

Akce: Konstrukce: Datum zkoušky: Teplota vzduchu: Vlhkost vzduchu: Typ zkušebního přístroje: Tvar zkušebního terče:	VD Vrchlice Hráz - vnější líc (čelo jádrového vývrtu) 06.09.2019 20,0°C 60,0% DYNA Z16 kruh o průměru 50 mm
---	--

Číslo zkušebního tělesa dle ZL	Označení objednatelem	Odtrhová síla [kN]	Plocha porušení [cm ²]	Pevnost v tahu [Mpa]	Charakter lomové plochy	Průměr zkušebního tělesa [mm]
479/19	1C/1	1,75	16,0	1,09	100% A	45,13
480/19	1D/1	1,78	16,1	1,11	100% A	45,25
481/19	2A/1	3,45	16,3	2,12	100% A	45,52
482/19	2B/1	2,66	16,2	1,64	100% A	45,48
483/19	2C/1	4,30	16,2	2,65	100% A	45,45
484/19	2D/1	1,48	16,2	0,91	100% A	45,43
485/19	3A/1	2,36	16,2	1,46	100% A	45,37
486/19	3B/1	1,84	15,9	1,16	100% A	45,01
487/19	3C/1	3,51	16,2	2,17	100% A	45,43
488/19	3D/1	2,71	16,1	1,68	100% A	45,33
Průměr [MPa]				1,60		
směrodatná odchylka [MPa]				0,54		
variační koeficient				33,63%		

A	beton	Y	lepidlo
		Z	odtrhový terč

A - kohezní porucha zkušebního tělesa
 A/Y - kohezní porucha mezi zkušebním tělesem a lepidlem
 Y - kohezní porucha v lepidle
 Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Poznámka:

Zkouška mrazuvzdornosti podle ČSN 73 1326

Zkoušeno metodou automatického cyklování A

Akce:
Konstrukce:

VD Vrchlice
Hráz - vnější líc

Označení		7	14	1A	1B
Číslo vzorku dle ZL		473/19	476/19	177/19	178/19
Datum zahájení zkoušky		4.9.19	4.9.19	4.9.19	4.9.19
Datum ukončení zkoušky		24.9.19	24.9.19	24.9.19	24.9.19
zkušební médium		3% NaCl	H ₂ O	H ₂ O	3% NaCl
Počet vzorků		1	1	1	1
Zkoušený povrch [m ²]		0,00922	0,00925	0,00839	0,00841
25 cyklů	číslo misky	31.	32.	33.	34.
	hmotnost misky [g]	233,12	234,47	231,41	231,09
	hmotnost misky s odpadem [g]	254,54	240,76	286,19	234,00
	odpad [g]	21,42	6,29	54,78	2,91
	[g/m ²]	2323,21	680,00	6529,20	346,02
50 cyklů	číslo misky	13.	20.	21.	23.
	hmotnost misky [g]	234,99	233,25	232,90	233,39
	hmotnost misky s odpadem [g]	254,76	235,33	304,98	234,38
	odpad [g]	19,77	2,08	72,08	0,99
	[g/m ²]	2144,25	224,86	8591,18	117,72
odpad celkem (50 c.) [g/m ²]		4467,46	904,86	15120,38	463,73
75 cyklů	číslo misky	31.	32.	33.	34.
	hmotnost misky [g]	233,13	234,48	231,42	231,08
	hmotnost misky s odpadem [g]	244,16	235,18	245,54	232,07
	odpad [g]	11,03	0,70	14,12	0,99
	[g/m ²]	1196,31	75,68	1682,96	117,72
odpad celkem (75 c.) [g/m ²]		5663,77	980,54	16803,34	581,45

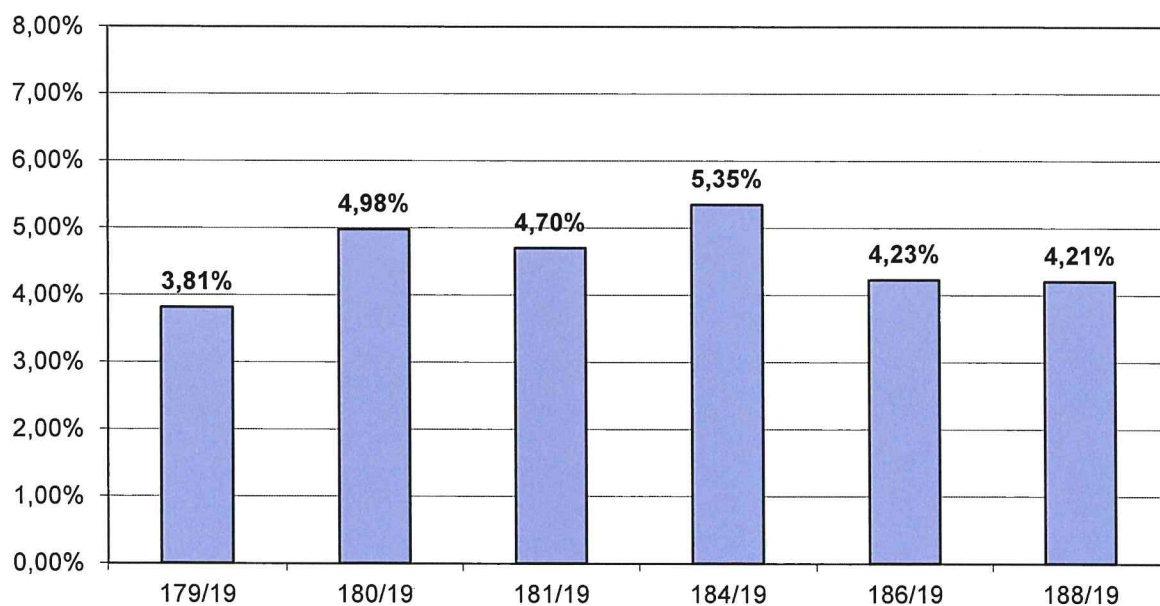
Výsledky stanovení nasákavosti betonu

Akce:
 Konstrukce:
 Datum zahájení zkoušky:
 Datum ukončení zkoušky
 Teplota vzduchu:
 Vlhkost vzduchu:

VD Vrchlice
 Hráz - vnější líc
 04.09.2019
 09.09.2019
 20°C
 65,0%

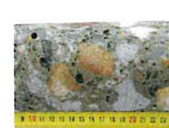
číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatel	hmotnost nasáklého vzorku [g]	hmotnost suchého vzorku [g]	nasákavost [%]
179/19	1C	95,27	91,77	3,81%
180/19	1D	57,78	55,04	4,98%
181/19	2A	31,86	30,43	4,70%
184/19	2D	51,99	49,35	5,35%
186/19	3B	53,72	51,54	4,23%
188/19	3D	49,05	47,07	4,21%
průměr				4,55%
sm.odchylka				0,48%
var.koef.				10,54%

Výsledky stanovení nasákavosti vzorků [%]



**Přehledná/evidenční fotodokumentace
jádrových vývrtů**

**Kompletní fotodokumentace k dispozici na
CD**



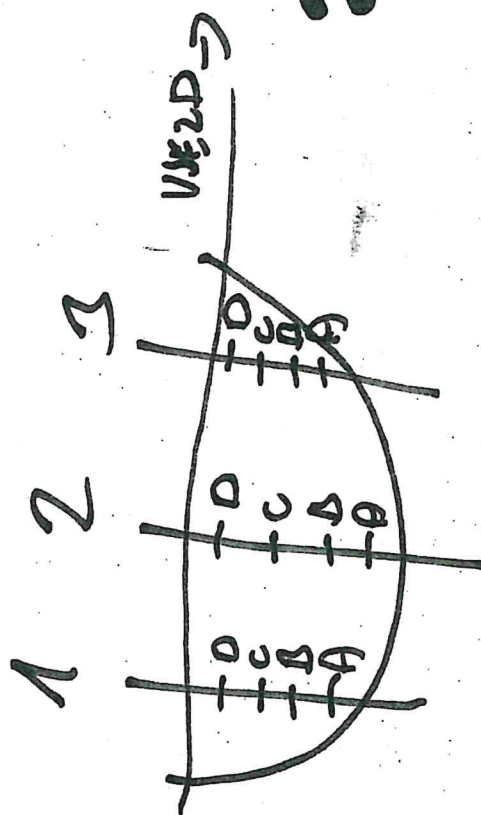












2.9.2019

obilka pruvyad
prehada vrblia

Betonconsult s.r.o.

V rovinách 123

140 00 Praha 4

VÁŠ DOPIS ZNAČKY/ZE DNE

NAŠE ZNAČKA
H19/013

VYŘIZUJE
Ing. Jindřich Honner

ÚVALY DNE
05.09.2019

Věc:

Objednávka stavebně technického průzkumu na akci „VD Vrchlice – oprava vzdušného líce hráze“

Dobrý den,

Na základě Vaší nabídky Vám zasílám objednávku na stavebně technický průzkum v rozsahu dle Vaší cenové nabídky ze dne 04.09.2019.

Cena 48 560 Kč (bez DPH)

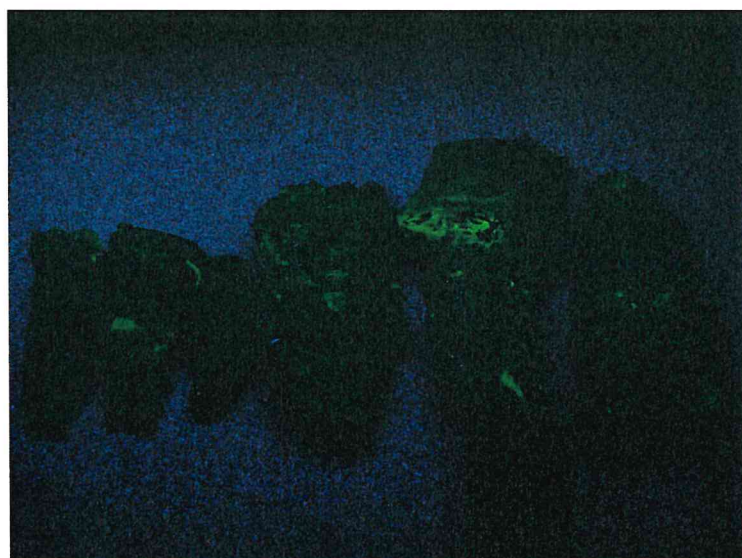
Fakturace bude provedena na základě skutečného provedení prací a bude objednatelem proplacena až po skončení prací a převzetí díla. Splatnost faktury je 30 dní ode dne doručení objednateli. Faktura bude vystavena na základě skutečného provedení prací a objednatelem proplacena až po převzetí díla.

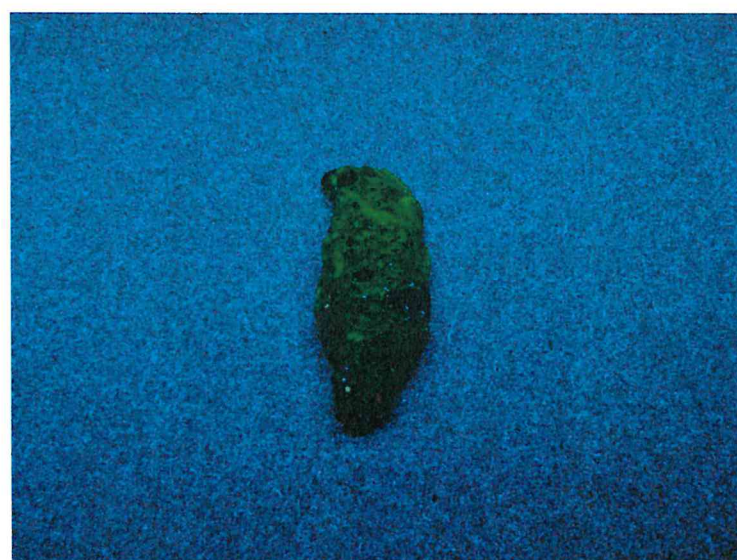
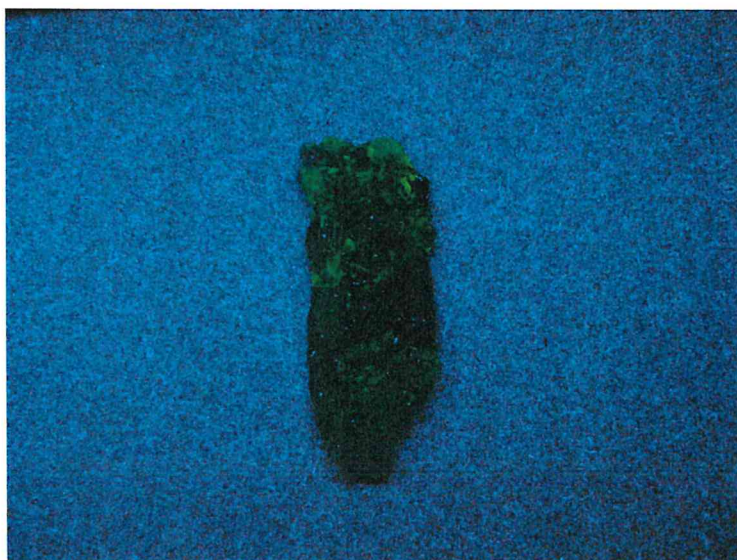
S pozdravem
Ing. Michal Dvořák

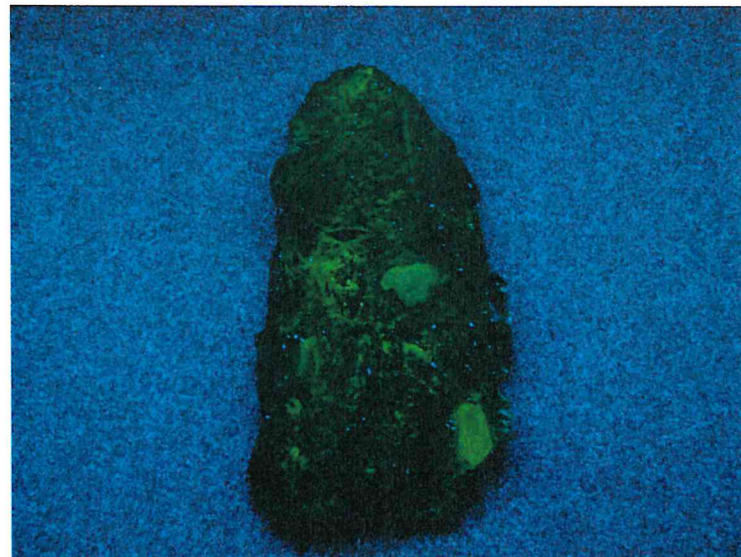
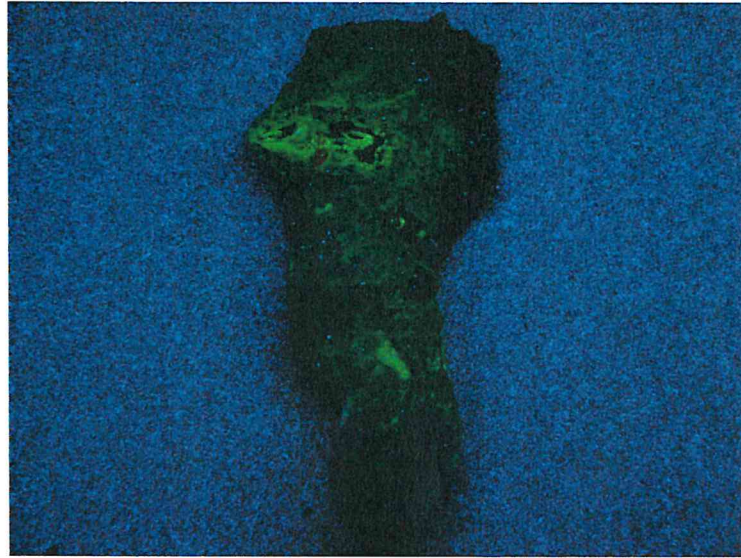
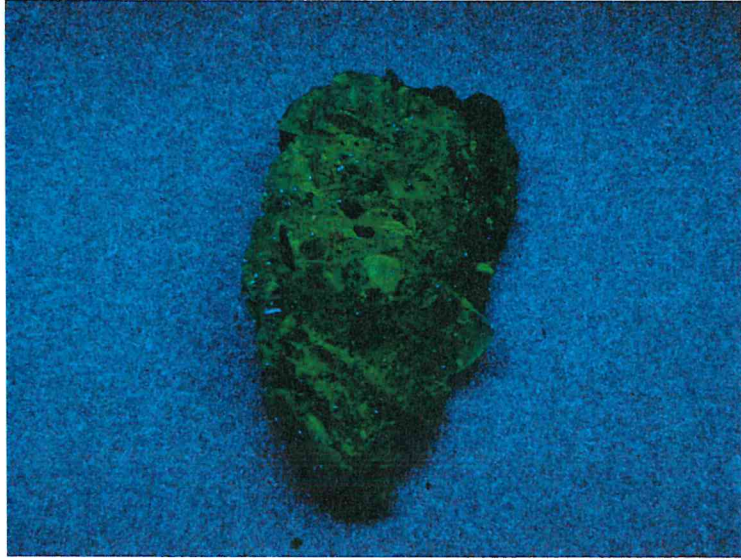


 **HG partner s.r.o.**
Smetanova 200, 250 82 Úvaly
IČO: 272 21 253

**Fotodokumentace uranyl acetátového
testu. Zelené oblasti indikují přítomnost
alkalickokřemičitého gelu**







Technické listy materiálu pro těsnění vlhnuoucích pracovních spar

Výrobce**Xypex CE s.r.o.**

Thákurova 7, 160 00 Praha 6

v licenci:

XYPEX CHEMICAL CORPORATION,

1371 Mayfield Place,

Richmond B.C. CANADA V6V 2G9

Distributor**NEKAP s.r.o.**

kancelář: Thákurova 7, 160 00 Praha 6

tel.: 233 323 902, 224 316 107

fax: 224 313 212

e-mail: info@nekap.cz

www.nekap.cz

Charakteristika

Speciální druh anorganické bezchloridové kompozitní suché maltové směsi, splňující požadavky ČSN EN 1504-3. Jedná se o speciální druh vysoce modifikovaného rychlevazného cementu s obsahem aktivní chemické báze Xypex® pro opravy betonových konstrukcí, porušených zejména průsakem vody. Aplikovaná směs ve formě tmelu je schopna během několika sekund zastavit i výron vody a je účinná jak proti negativnímu, tak i pozitivnímu tlaku vody do 0,8 MPa. Tmel v krátkém čase dosahuje velmi dobré pevnosti, vyznačuje se velmi dobrou přídržností k původnímu betonovému podkladu a je dlouhodobě trvanlivý.

Oblast užití

Pro sanaci a opravu poškozených betonových konstrukcí, zejména jako ucpávka k okamžitému zastavení průsaků tlakové vody, k opravě nepohyblivých trhlin, k sanaci spár, kavern a též pro reprofilaci poškozených povrchů betonu před konečnou aplikací nátěrových hmot Xypex® Concentrate a Xypex® Modified.

Vlastnosti výrobku

Pevnost v tlaku – 1 hodina:	≥ 5,0 MPa
Pevnost v tlaku – 1 den:	≥ 15,0 MPa
Doba tuhnutí:	≤ 3 minuty
Vodotěsnost cementového tmelu (malty) na betonu:	vodotěsný
Přídržnost k podkladu:	≥ 1,5 MPa
Sypná hmotnost:	1.150 ± 50 kg/m ³
Obsah chloridů:	≤ 0,05 %
Odolnost proti chemikáliím:	3 - 11 pH (trvalá zátěž)

Pro informace ohledně vhodnosti použití materiálu ve styku se specifickými chemikáliemi kontaktujte distributora.

Zpracování a aplikace

Materiál Xypex® Patch'n Plug se míchá s pitnou vodou (doporučuje se teplota vody 15 - 20 °C) v poměru 3,5 : 1 dílu (objemově) pro vytvoření hustého tmelu. Připravený tmel je nutno zpracovat do 3 minut po namíchání.

Podrobný návod je uveden v Technologické příručce Xypex®, který je závazný pro poskytované záruční podmínky.

Příprava podkladu

Poškozené místo v povrchu betonu se mechanicky nebo i chemicky zbaví všech volných částic, nečistot, nátěrů apod., řádně se opláchne a důkladně nasytí čistou vodou (nevsáklou stojící vodu je nutno následně odstranit). Při sanaci spár a trhlin betonu je nutno nejprve vysekat žlábek v jejich trase ve tvaru „U“ min. šířky 25 mm a hloubky min. 45 mm (tvar „V“ je nepřipustný), v místech aktivního průsaku tlakové vody je třeba vysekat beton do větší hloubky. Podrobný návod je uveden v Technologické příručce Xypex®.

Ošetřování

Obvyklým způsobem jako běžný čerstvý beton (ČSN EN 13670-1 + ČSN EN 206). Po dobu min. 48 hodin musí být opravované místo s aplikací Xypex® Patch 'n Plug v trvale vlhkém stavu.

Balení

v plechovkách s PE vložkou, hmotnost 25 kg

v plastových kbelících s PE vložkou, hmotnost 5 kg

Skladování

V původních neporušených obalech v chráněném prostředí při min. teplotě +7 °C. Při dodržení skladovacích podmínek je na materiál balený v neporušených obalech poskytována záruka 1 rok od data prodeje.

Bezpečnostní předpisy

Kompozitní směs je vysoce alkalická, netoxická.

Při práci je nutné dodržovat bezpečnostní pokyny a platné předpisy příslušných úřadů o ochraně zdraví. Je nutno použít běžné osobní ochranné pomůcky (oděv, brýle, rukavice). Při aplikaci je třeba vyhýbat se přímému kontaktu s namíchanou směsí. Pokud dojde ke kontaktu s pokožkou, ihned ji pečlivě omyjte čistou vodou. Pokud nepříjemné pocity pokračují, je třeba neprodleně vyhledat lékařskou pomoc. Pokud nastane kontakt s okem, je nutno ihned vymýt čistou vodou a následně vyhledat nejbližší lékařskou pomoc.

Odstraňování odpadu – Odpad dle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech. Obaly je možno uložit na skládce nebo předat odborné firmě k likvidaci.

Podrobné informace jsou k dispozici v Bezpečnostním listu materiálu.

Certifikace a zkoušení

Certifikaci výrobku provedl a pravidelné dohledy SŘV provádí OS č. 0086 BSI (č. 0086-CPR-578241).

Průběžnou kontrolu kvality výroby zajišťuje AZL 1687 LABBET®.



Výrobce: Xypex CE s.r.o., Thákurova 7, Praha, Česká republika, Tel: +420 233 323 902, Email: info@xypex.cz

V licenci: Xypex Chemical Corporation, 13731 Mayfield Place, Richmond, British Columbia, Canada V6V 2G9
XYPEX je registrovaná obchodní značka Xypex Chemical Corporation. Copyright © 1978-2017 Xypex Chemical Corporation.