

Tel.: 602 432 423

e-mail: betonconsult@betonconsult.cz

**Objednatel:**

Povodí Ohře, státní podnik  
Bezručova 4219  
Chomutov

**Stavebně technický průzkum objektu měření průsaků na  
vodním díle Stanovice**



**Zpracoval:**

Miroslav Gottwald  
hlavní technik diagnostiky staveb

*[Handwritten signature]*  
BETONCONSULT s.r.o.  
Praha 4, V Rovínách 123  
602 432 423, www.betonconsult.cz  
DIČ: CZ27366774

**Schválil:**

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

*[Handwritten signature]*  
Doc. Ing. JIŘÍ DOHNÁLEK, CSc.  
inženýr pro zkoušení a diagnostiku staveb  
ČKAIT - 0003854

Praha, říjen 2019

## 1. Obsah

1. Obsah .....	2
2. Úvod.....	3
3. Stručný popis posuzovaného objektu.....	4
4. Výsledky stavebně technického průzkumu.....	4
4.1 Vizualní prohlídka posuzovaného objektu.....	5
4.2 Pevnost betonu v tlaku .....	6
4.3 Korozní stav výztuže .....	7
4.4 Alkalická reakce kameniva .....	8
5. Celkové zhodnocení výsledků zkoušek a doporučení nápravných opatření.....	10
Doporučený sanační zásah pro objekt měření průsaků .....	11

## 2. Úvod

Na základě smlouvy o dílo č. 05619 ze dne 11. 6. 2019 mezi Povodím Ohře, státní podnik a firmou Betonconsult, s.r.o. byl v průběhu měsíců srpen až říjen 2019 proveden stavebně technický průzkum objektu Měření průsaků na vodním díle Stanovice. V rámci zpřístupnění jednotlivých konstrukcí byl stavebně technický průzkum etapizován do několika dnů, které probíhaly ve výše uvedených měsících.

Stavebně technický průzkum byl koncipován tak, aby bylo možné předložit poznatky o kvalitě předmětných betonových konstrukcí jako celku a současně definovat rozsahy poškození zkoumaných konstrukcí.

Stavebně technický průzkum byl tak proveden v tomto znění:

- vizuální prohlídka objektu, včetně akustického trasování povrchu, korozní úbytky ocelových prvků,
- odběr jádrových vývrtů z povrchu stěn a podlahy o průměru 70 mm,
- stanovení pevnosti betonu v tlaku destruktivně na vynesných jádrových vývrtech, včetně objemové hmotnosti betonu,
- podrobná prohlídka a popis pláště jádrových vývrtů s ohledem na možné degradace uvnitř konstrukce, fotodokumentace,
- stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně metodou Maškova špičáku u všech konstrukčních prvků,
- stanovení korozního stavu výztuže uvnitř konstrukcí na základě porovnání souboru tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy betonu,
- ověření přítomnosti alkalické reakce kameniva v betonu uranylacetátovým testem,
- hodnotící zpráva, včetně doporučení pro sanaci objektu a odhadu životnosti sanované konstrukce.

Cílem stavebně technického průzkumu je především popsat co nejpresněji aktuální stav, kvalitu a rozsah poškození jednotlivých konstrukčních prvků zkoumaného objektu měření průsaků a na základě získaných informací doporučit taková nápravná opatření, která povedou ke stabilizaci objektu jako celku.



Předkládaná zpráva tak v tomto směru neřeší pouze formální charakterizaci kvality betonu či jeho korozního stavu výztuže, ale celkové koncepční zhodnocení objektu a navržení takových opatření, která by projektantovi poskytla zřetelné vodítko při rozhodování o typu potřebného sanačního zásahu.

### **3. Stručný popis posuzovaného objektu**

Předmětný objekt je součástí vodního díla Stanovice. Vodní dílo Stanovice vzniklo v roce 1978 za účelem akumulace vody pro zásobení Karlovarska pitnou vodou, nebo také jako ochrana města Karlovy Vary před povodněmi.

Předmětné konstrukce jsou vystavěny z monolitického železobetonu, včetně stropů. Podlaha je ve spodní části objektu vybavena pochozími ocelovými rošty. S ohledem na skutečnost, že objekt je zasazen do svažitého terénu, je jeho převážná (boční) část zakryta zeminou.

Objekt měření průsaků je půdorysného tvaru „T“. Vstupní část tvoří především jednoramenné schodiště. Půdorysné rozměry objektu jsou 1,139 m x 6,485 m. Poté následuje samotný prostor měření průsaků. Ten má základní rozměr 2,518 m x 4,478 m. Výška ke spodním lící je 2,406 m.

Zkoumané konstrukce jsou tak součástí vodního díla Stanovice, tvořené vodohospodářskou soustavou Stanovice – Březová. Předmětný vzdouvací objekt hráze tvoří přímá sypaná hráz kamenitá s návodním asfaltovým těsněním, v horní oblasti koruny hráze vybavena asfaltovou komunikací. Délka koruny hráze je cca 258 m a šířka 8,2 m. maximální výška hráze nad terénem je cca 57,5 m.

### **4. Výsledky stavebně technického průzkumu**

Níže jsou v textu popsány metodiky jednotlivých provedených zkoušek a současně jejich výsledky. Z vytipovaných oblastí objektu měření průsaků byly odebrány jádrové vývrty s cílem zachytit aktuální kvalitu a složení betonu včetně typu poškození konstrukce, vedoucí k degradaci jejich povrchových vrstev. Odebrané jádrové vývrty tak byly bezprostředně podrobeny zkoušce pevnosti betonu v tlaku. Zároveň byla na tělesech provedena ověřovací fluorescenční metoda na přítomnost alkalicko-křemičitých gelů.



Základním a velmi důležitým parametrem pro stav konstrukce je jeho vizuální prohlídka.

Provedené zkoušky probíhaly v souladu s českými normami, popř. s harmonizovanými tzv. evropskými normami. Některé zkoušky vycházejí z Technických podmínek pro sanace železobetonových konstrukcí TP SSBK III s využitím dlouhodobých zkušeností zpracovatelů stavebně technického průzkumu. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v příložených tabulkách.

#### **4.1 Vizuální prohlídka posuzovaného objektu**

Nejprve se vizuální prohlídka věnovala oblasti vstupu. Na základě vizuální prohlídky lze konstatovat, že jak spodní líc stropní konstrukce, tak i stěny jsou zasaženy podobnými defekty. Jedná se převážně o odhalení zkorodované výztuže a současně výskyt dutin.

Na spodním líci stropní konstrukce bylo zaznamenáno 17 m odhalené výztuže. Korozní úbytky jsou na úrovni 2 až 4 mm. Provedená akustická trasovací metoda tohoto konstrukčního prvku odhalila 5 m<sup>2</sup> dutin.

V případě vnitřního líce obvodových stěn ve vstupní oblasti se nachází koroze výztuže v rozsahu 6,5 m<sup>2</sup> s korozními úbytky 3 až 4 mm. Akustická trasovací metoda odhalila na vnitřním líci 8 m<sup>2</sup> dutin. Současně je v okolí zkorodované výztuže degradace betonu do hloubky až 20 mm. Dále se na levé straně vnitřního líce obvodové stěny nachází 0,5 m trhlinka o šířce 0,3 mm.

Prvek, který lze označit jako bez výraznějších defektů, je schodiště. Zde došlo pouze k nepatrné degradaci povrchové vrstvy.

Poté se vizuální prohlídka zaměřila na spodní část objektu. Podlaha je částečně tvořena ocelovými polorošty a zbytek je betonový. Vizuální prohlídka prokázala, že jak ocelové polorošty, tak i betonová část nevykazují zásadní defekty. V případě ocelových poloroštů je nutné podotknout, že nevykazují korozní napadení.

Opět nejslabším článkem této části objektu je stropní konstrukce. Na jejím spodním líci se nachází 12 m odhalených korodujících výztužných prutů. Korozní úbytky jsou na úrovni

3 až 4 mm. Dále se na spodním líci stropní konstrukce vyskytují dutiny. Ty byly odhaleny akustickou trasovací metodou a jejich rozsah je na úrovni 7 m<sup>2</sup>.

U vnitřního líce obvodových stěn se také vyskytuje koroze výztuže. Jedná se však o lokální korozi, a to rádlovacích drátů. Plošný rozsah této koroze je na úrovni 1 m<sup>2</sup>. Dále byly horní oblasti u obvodové stěny naproti schodům byly zaznamenány dutiny v celkovém rozsahu 1 m<sup>2</sup>. Žádné další jiné defekty na stěnách zaznamenány nebyly.

Venkovní část objektu vykazuje celoplošnou mrazovou degradaci. Jedná se jak o oblast opěrných křídel, tak i horního líce stropní konstrukce. Hloubka mrazové degradace se pohybuje od 5 do 15 mm.

Na plášti venkovního objektu se vyskytují další defekty. Zaznamenány byly uhličitánové výluhy, které souvisí s dlouhodobým zatékáním do konstrukce. Jejich celkový rozsah byl zjištěn na ploše 1 m<sup>2</sup>. Dále byla na plášti venkovní části objektu zaznamenána koroze výztuže v rozsahu 2 m. Korozní úbytky jsou na úrovni 3 až 4 mm. Akustická trasovací metoda v okolí korodující výztuže odhalila dutiny na ploše 0,5 m<sup>2</sup>.

## 4.2 Pevnost betonu v tlaku

V rámci objektu měření průsaků byly odebrány celkem čtyři jádrové vývrty o průměru 70 mm. Jádrové vývrty nevykazují žádné významnější defekty. Struktura odebraného betonu je ve všech čtyřech případech totožná. Jádrové vývrty jsou převážně tvořeny lomovým drceným kamenivem frakce 4/8, 8/16. Ve struktuře jádrových vývrtů se nachází i podíly těžného říčního kameniva. Maltový tmel je u všech odebraných jádrových vývrtů hutný a spolehlivě obaluje veškerá zrna kameniva. Na jádrovém vývrtu č. 12 (vnitřní líc obvodových stěn) byla zachycena výztuž. Výztuž jeví známky korozního napadení, přesto bez výrazných korozních úbytků.

Z vynesení jádrových vývrtů byla řezáním zhotovena zkušební válcová tělesa, která byla následně změřena a zvážena tak, aby na nich mohla být stanovena objemová hmotnost. Tělesa byla vyřezána z podpovrchových partií vynesení jádrových vývrtů. Následně byla okoncována speciální rychletuhnoucí sírovou směsí a odzkoušena na pevnost betonu v tlaku destruktivně v elektronicky řízeném hydraulickém zkušebním stroji EDT 1600.

Pevnost betonu v tlaku se standardně stanovuje na válci o průměru 150 mm a výšce 300 mm. U těles menších průměrů je mírně nepříznivý štíhlostní poměr a z tohoto důvodu bývají výsledky zkoušek podhodnocovány. V rámci provedeného souboru zkoušek byly

hodnoty kalibrovány a zaříděny dle ČSN EN 13 791, postupu B, do pevnostní třídy dle ČSN EN 206.

Povrchové vrstvy všech zkoumaných konstrukčních prvků byly podrobeny nedestruktivnímu stanovení pevnosti betonu v tlaku metodou Maškova špičáku.

Metoda vychází ze zarážení speciálního ocelového sondovacího dláta dvaceti údery palice, jejíž hmotnost je 2 kg, pod povrch náhodně vybraného zkušebního místa. Hloubka vniku Maškova špičáku je měřeným parametrem, který se pomocí obecného kalibračního vztahu převádí na pevnost betonu v tlaku. Použitý obecný kalibrační vztah má toleranční meze  $\pm 20\%$  a jeho přesnost je srovnatelná s metodou Schmidtova tvrdoměru podle ČSN 73 1373. Cílem nedestruktivních zkoušek je u všech zkoumaných konstrukčních prvků ověřit jejich aktuální povrchovou pevnost a současně homogenitu povrchové vrstvy konstrukce.

Konstrukce - povrch	Nedestruktivně stanovená pevnost	Odpovídající třída betonu	Destruktivně stanovená pevnost	Odpovídající třída betonu	Objemová hmotnost
	[MPa]		[MPa]		[kg/m <sup>3</sup> ]
Vnitřní líc obvodové stěny	33,3	C 20/25	38,61	C 25/30	2349
Podlaha	34	C 20/25	18,70	C 20/25	2286
Spodní líc stropní desky	41,1	C 25/30	Nehodnoceno	-	-

Na základě výše uvedených výsledků zkoušek lze konstatovat, že se jedná o vyhovující hodnoty. Po dobu expozice zkoumaných konstrukčních prvků v tomto prostředí nedošlo k výraznějšímu snížení mechanických vlastností betonu. Konstrukce jsou z hlediska pevnosti betonu v tlaku nadále využitelné, ovšem s cíleným typem sanačního zásahu, který by je dlouhodobě stabilizované.

#### 4.3 Korozní stav výztuže

V přístupných povrchových oblastech všech zkoumaných konstrukčních prvků bylo provedeno stanovení tloušťky krycí vrstvy betonu nad výztuží. Ke stanovení byl použit



magnetický indikátor výztuže Profoscope (Proceq, Švýcarsko), který umožňuje stanovit tloušťku krycí vrstvy betonu nad výztuží s přesností  $\pm 1$  mm. Tloušťka zkarbonatované vrstvy byla stanovována kolorimetrickým testem tak, že na prach, vynášený při přiklepovém vrtání, bylo sprejem aplikováno kolorimetrické činidlo – fenolftalein. Tloušťka zkarbonatované vrstvy je indikována stavem, kdy dojde k barevnému přechodu vynášeného prachu na temně fialovou. V tomto okamžiku je zastaveno vrtání a hloubka návrtu je považována za tloušťku zkarbonatované vrstvy.

Porovnáním souboru tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy umožňuje posoudit, zda se výztuž nachází již ve zkarbonatované oblasti, či je dosud v alkalickém betonu, jehož alkalitou je pasivována a chráněna před rozběhem koroze výztuže. Porovnání obou souborů tedy umožňuje posoudit korozní stav i v oblastech, které nejsou dosud vizuálně poškozeny oddělením krycích vrstev.

V níže uvedené tabulce jsou zaznamenány jednotlivé hodnoty, na jejichž základě lze prognózovat vývoj koroze výztuže i v oblastech, které prozatím nejsou vizuálně poškozeny.

Konstrukce - povrch	Veličina	min [mm]	max [mm]	Průměrná hodnota [mm]	Stav ochrany výztuže alka- litou betonu
vnitřní líc obvodové stěny	krytí	5	67	32,6	<b>Výztuž není chráněna</b>
	karbonatace	23	29	25,3	
spodní líc stropní desky	krytí	5	23	12,5	<b>Výztuž není chráněna</b>
	karbonatace	14	17	15,5	

**Z výše uvedených výsledků zkoušek jednoznačně vyplývá, že uvnitř obou posuzovaných konstrukčních prvků probíhá skrytě koroze výztuže. Prozatím nejsou expanzní účinky korozních zplodin na takové úrovni, aby došlo k úplnému oddělení krycích vrstev betonu nad výztuží.**

#### 4.4 Alkalická reakce kameniva

Obsah alkálií (obsah sodíku a draslíku) v betonu je jedním z rozhodujících faktorů, který ovlivňuje riziko vzniku alkalické reakce kameniva v betonu. Reálné stanovení obsahu alkálií

v betonu však komplikuje celá řada skutečností. Tam, kde je beton vystaven působení deště nebo jiných zdrojů vody, může být obsah alkálií výrazně snížen dlouhodobým vyluhováním. Podobně, pokud byl beton vystaven transportu vlhkosti, např. na jedné straně byl konstrukční prvek zavlhčován a na druhé spíše vysoušen, mohlo dojít v jedné oblasti k redukci obsahu alkálií, naopak v druhé k jejímu zvýšení. Rozdílné názory panují, pokud se týká vlivu alkálií, obsažených v rozmrazovacích solích. V tomto ohledu je tedy nejspolehlivějším postupem odběr vzorků betonu z takové hloubky pod povrchem, kam objektivně posypové soli nemohly proniknout.

Obsah alkálií dále mohou zvyšovat alkálie, obsažené v různých typech kameniva, např. v živici. Pokud existuje podezření, že alkálie mohou být přítomny v minerálech kameniva, doporučuje se, aby bylo z hlediska obsahu alkálií analyzováno separátně kameniva, a to zejména jemné frakce. Naopak některé typy kameniva mohou alkálie absorbovat. Výrazný vliv a obsah alkálií v betonu mohou mít dále přísady popílku a jemně mleté vysokopecní strusky v betonu.

Posouzení vlivu těchto příměsí vyžaduje, aby byl k dispozici jejich hmotnostní podíl, obsažený v betonu a stanovený obsah alkálií se s ohledem na tyto skutečnosti mohl redukovat.

Současně je nezbytné si uvědomit, že alkálie se v betonu vyskytují od prvopočátku. Identifikace reakčního gelu je tak nezbytné provádět porovnáním výsledků ověřovací fluorescenční metody s výsledky laboratorních zkoušek.

Posouzení přítomnosti alkalické reakce kameniva v betonu bylo provedeno fluorescenční metodou podle AASHTO-T-299-93. Test se provádí na odebraných vzorcích z konstrukce tak, aby vnikla čerstvá lomová plocha zkoumaného vzorku. Tento je opláchnut vodou a na něj je nanesen roztok octanu uranylu, kterým je možné detekovat reakční produkty alkalické reakce kameniva, tzv. reakční gely. Roztok se nechá reagovat po dobu 3 až 5 minut. Potom je opláchnut vodou a následně je vzorek nasvícen UV lampou vlnové délky 254 nm. Přítomnost ASR gelu se projeví žlutozelenou fluorescencí.

Pokud je detekce ASR výše uvedenou metodou neúspěšná a přesto konstrukce vykazuje typické poruchy, může se jednat o stav, kdy k reakci došlo již v uplynulém čase a nyní je z konstrukce postupně vyluhována.

Z odebraných jádrových vývrtů byla zhotovena zkušební tělesa, která byla podrobena orientační zkoušce přítomnosti alkalicko-křemičitých gelů fluorescenční metodou. Žádné z těles nevykazuje navázání reakčních gelů. Je tedy zcela zřejmé, že konstrukce není

kontaminována alkalickou reakcí kameniva. Případný sanační zásah tak může být prováděn standardním způsobem, kotveným k podkladu adhezí.

## 5. Celkové zhodnocení výsledků zkoušek a doporučení nápravných opatření

Na základě provedeného stavebně technického průzkumu jsou níže shrnuty výsledky diagnostických prací a současně doporučeny jednotlivé typy sanačních zásahů.

### Objekt měření průsaků

- Na vnitřním líci obvodových stěn, oblasti vstupu a spodní část objektu, byla zaznamenána koroze výztuže v celkovém rozsahu  $7,5 \text{ m}^2$ . Korozní úbytky jsou na úrovni 3 – 4 mm. Současně dochází v okolí koroze výztuže k degradaci betonu, a to hlavně v oblasti vstupu. Hloubka tohoto poškození je na úrovni až 20 mm.
- Dále se v oblasti vstupu na levé straně obvodové stěny nachází trhлина. Její délka je 0,5 m a šířka do 0,3 mm.
- Stropní konstrukce je v obou částech objektu (vstup a spodní část) zasažena korozí výztuže. Celkem se jedná o 29 m s korozními úbytky od 2 do 4 mm. Provedená akustická trasování metoda odhalila na spodním líci stropní konstrukce dutiny v celkovém rozsahu  $12 \text{ m}^2$ .
- Podlaha a schodiště jsou prvky, které nevykazují žádné zásadní poškození.
- Venkovní část objektu je celoplošně zasažena mrazovou degradací, a to do hloubky od 5 do 15 mm.
- Dále se na plášti venkovního objektu vyskytují uhličitánové výluhy ( $1 \text{ m}^2$ ) a koroze výztuže (2 m). V okolí korodující výztuže došlo k delaminaci povrchových vrstev, a to v rozsahu  $0,5 \text{ m}^2$ .



- Stanovená pevnost betonu v tlaku na jádrových vývrtech z povrchu vnitřního líce obvodových stěn objektu odpovídá pevnostní třídě betonu C 25/30. Pevnost povrchových vrstev odpovídá betonu třídy C 20/25 podle ČSN EN 206.
- Stanovená pevnost betonu v tlaku na jádrovém vývrtu z povrchu podlahy odpovídá pevnostní třídě betonu C 20/25. Pevnost povrchové vrstvy odpovídá betonu třídy C 20/25 podle ČSN EN 206.
- Zjištěná průměrná tloušťka krycí vrstvy betonu nad výztuží vnitřního líce obvodových stěn je 32,6 mm a tloušťka zkarbonatované vrstvy pak 25,3 mm.
- Zjištěná průměrná tloušťka krycí vrstvy betonu nad výztuží podlahy je 57,3 mm.
- Pevnost povrchových vrstev spodního líce stropní desky odpovídá betonu třídy C 25/30 podle ČSN EN 206.
- Zjištěná průměrná tloušťka krycí vrstvy betonu nad výztuží spodního líce stropní desky je 12,5 mm a tloušťka zkarbonatované vrstvy pak 15,5 mm.
- Provedené ověření přítomnosti alkalické reakce kameniva v betonu prokázalo, že konstrukce není kontaminována reakčními gely.

## **Doporučený sanační zásah pro objekt měření průsaků**

Na základě výše uvedených poznatků ze stavebně technického průzkumu, lze konstatovat, že objekt měření průsaků je z provozního hlediska ve vyhovujícím stavu a níže uvedená doporučení mají za cíl stabilizovat objekt jako celek.

U vnitřního líce obvodových stěn a stropní konstrukce bude nutné mechanické obourání všech dotčených a nesoudržných partií a současně bude nezbytné odhalenou výztuž účinně zbavit korozních zplodin.

Pro úspěšné provedení sanačního zásahu doporučujeme na spodní líc stropní konstrukce v kombinaci aplikovat inhibitory koroze spolu s celoplošným sanačním zásahem reprofilační maltou.

U obvodových stěn je možné provést lokální opravy (sanace), a to v postižené oblasti.

V důsledku karbonatace se snižuje přirozená alkalita betonu, která pasivuje výztuž. V momentě, kdy klesne alkalita betonu pod 9,3 pH, tak nastane iniciační fáze, kdy koroze sice neprobíhá, ale beton ztratil svou pasivační schopnost. Jakmile betonem prostupuje voda a kyslík, začne postupný proces koroze výztuže. Její produkty mají větší objemové změny až šestinásobné než původní ocel a svým tlakem způsobí tvorbu trhlin. Na spodním líci stropní konstrukce se to v tomto případě projevuje oddělováním krycích vrstev betonu nad výztuží. Beton v oblasti poškození ztrácí svou kvalitu, resp. mechanické vlastnosti.

Migrující inhibitory koroze jsou chemická činidla, která brání vytváření anodických oblastí na výztuži. Princip použití inhibitoru spočívá v nanášení roztoku na konstrukci, který v sobě obsahuje inhibitory koroze, rozpouštěné v polyalkoholech na povrchu betonu. Tyto látky mají obrovskou schopnost penetrace a migrace k výztuži. Toho je využito také kapilární elevací pórového systému betonu.

Povrchově nanášený inhibitor penetruje do betonu v kapalně a později v plynné fázi. Na výztuži vytvoří 100 až 1000 Angströmů silnou chemickou vrstvu, která nahrazuje hydroxylové skupiny a chloridové ionty na povrchu výztuže. Tímto omezuje přístup kyslíku na katodě a rozpouštění železa na anodě. Většina inhibitorů má dvojitý efekt. Je to anodický i katodický inhibitor při relativně malé koncentraci. Účinnost inhibitoru koroze se projevuje v horizontu 3 až 5 let.

Je velmi důležité si uvědomit, že povrchově nanášené migrující inhibitory koroze zázrakem, co zastavuje korozi výztuže, ale umožňuje ji výrazně zpomalit. Vzhledem k výše uvedeným poznatkům a zjištěním na výztuži uvnitř zkoumané konstrukce lze kombinací inhibitorů koroze včetně plánovaného sanačního zásahu, tedy reprofilačních vrstev zajistit spolehlivou životnost konstrukce v požadovaném časovém horizontu.

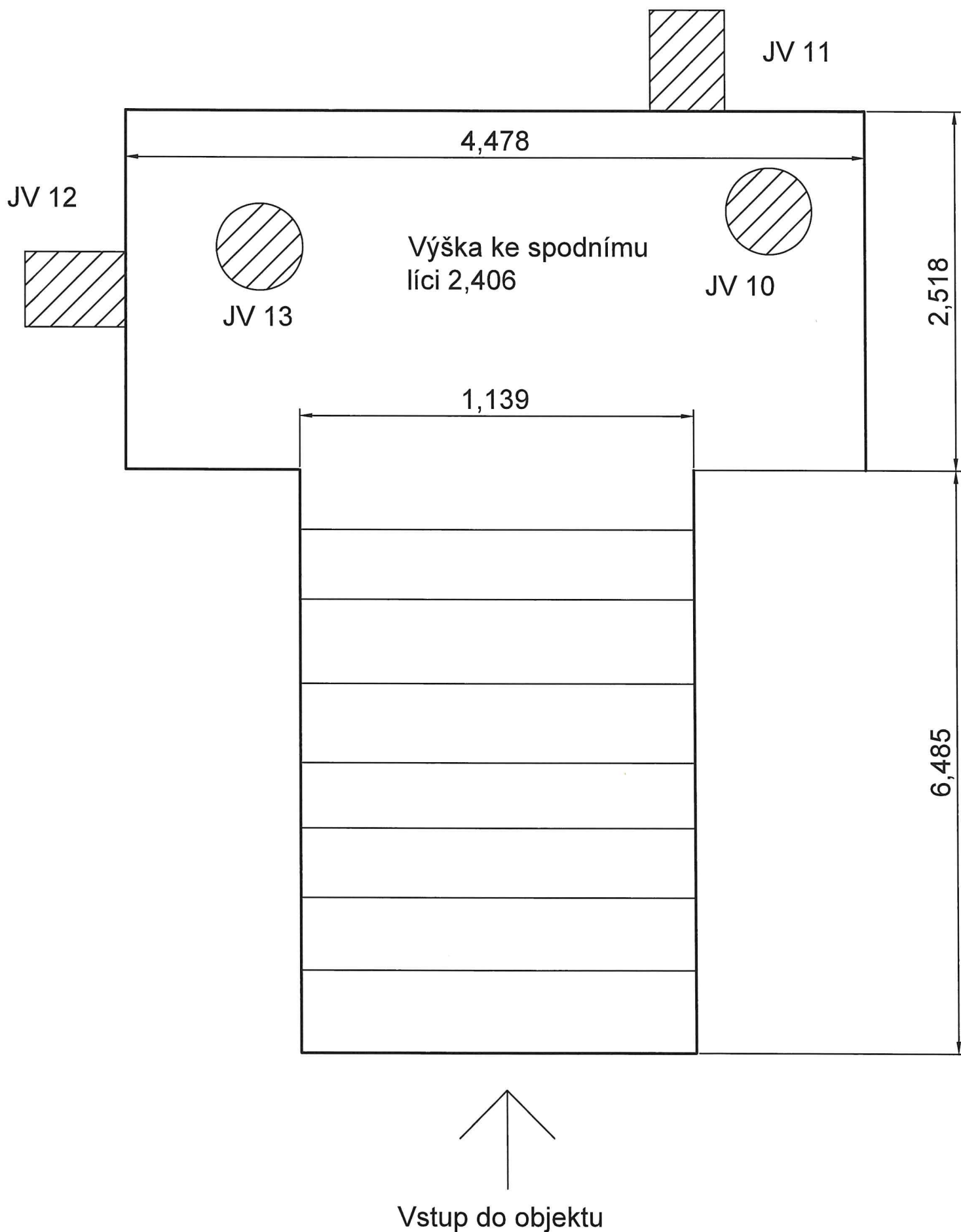
Tloušťka nově zbudovaných povrchových vrstev na spodním líci stropní desky a vnitřním líci stěn by měla být na úrovni cca 10 mm.

Velký význam na životnost konstrukce, resp. na rychlost karbonatace má zvýšená vlhkost. Její snížení má pozitivní dopad na průběh koroze výztuže. To lze učinit přirozeným či nuceným větráním, nebo lze použít vysoušeče. Cílem by mělo být snížení relativní vlhkosti pod 60 %. I když zní tento krok zcela nereálně, jsou s obnovou výměny vzduchu v těchto objektech dobré a účinné zkušenosti, které vedou k výraznému zpomalení koroze výztuže uvnitř konstrukce. Tím se zvyšuje i vnímání úspěšnosti sanačního zásahu.



**Situační nákres se zakreslením pozice odběru  
jádrových vývrtů**

# VD Stanovice - Objekt měření průsaků



## **Tabelární vyhodnocení výsledků zkoušek**



## Přehled výsledků zkoušek - VD Stanovice

Parametr / Konstrukční prvek	Objekt měření průsaků		
	vnitřní líc obvodové stěny	podlaha	spodní líc stropní desky
Průměrná pevnost betonu v tlaku /MPa/ - nedestruktivně	33,3	34,0	41,1
Charakteristická pevnost betonu v tlaku /MPa/ - nedestruktivně	28,5	27,2	35,9
Třída betonu	C 20/25	C 20/25	C 25/30
Tloušťka krycí vrstvy /mm/	32,6 (5 - 67)	57,3 (51 - 62)	12,5 (5 - 23)
Tloušťka zkarbonatované vrstvy /mm/	25,3 (23 - 29)	-	15,5 (14 - 17)
Průměrná pevnost betonu v tlaku /MPa/ - destruktivně (válcová)	38,61	18,70	-
Charakteristická pevnost betonu v konstrukci /MPa/ (válcová)	-	-	-

## Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:

**VD Stanovice**

Konstrukce:

Objekt měření průsaků - vnitřní líc obvodové stěny

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

12,0°C

Vlhkost vzduchu:

69,2%

Typ zkušebního přístroje:

Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	$R_{be}$ [MPa]
1	obvodová stěna	12	35,2
2	obvodová stěna	14	30,2
3	obvodová stěna	13	32,6
4	obvodová stěna	12	35,2
<b>Průměr [MPa]</b>		<b>33,3</b>	
Sm. odchylka [MPa]		2,1	
Variační koef. -		6,2%	
$k_n$ -		2,34	
<b><math>R_{bg}</math> [MPa]</b>		<b>28,5</b>	
<b>Třída betonu</b>		<b>C 20/25</b>	

## Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

VD Stanovice

Objekt měření průsaků - vnitřní líc obvodové stěny

25.07.2019

12,0°C

69,2%

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]															
obvodová stěna	67	30	5	10	13	15	13	26	25	28	35	39	38	40	49	
	50	28	60	50	30											
Statistické vyhodnocení:	x=32,6mm				s=16,5mm											
	n=20				v=50,7%											



## Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:

**VD Stanovice**

Konstrukce:

Objekt měření průsaků - vnitřní líc obvodové stěny

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

12,0°C

Vlhkost vzduchu:

69,2%

Typ zkušebního přístroje:

Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
obvodová stěna	29	25	24	23			
Statistické vyhodnocení:	x=25,3mm			s=2,3mm			
	n=4			v=9,0%			

# Výsledky zkoušek jádrových vývrtů - stanovení válcové pevnosti betonu v tlaku

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Zkušební přístroj:

VD Stanovice

Objekt měření průsaků - vnitřní líc obvodové stěny

21.08.2019

20°C

lis ELE - ADR 250/25

Kd		0,878		průměr		70							
číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatele m	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h <sub>k</sub> [mm]	λ  h <sub>k</sub> / d	K <sub>λ</sub>	hmotnost  m [g]	objemová hmotnost  m / V [kg/m <sup>3</sup> ]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]		
									F [kN]	f <sub>cyl</sub> [MPa]			
417/19	JV 11	69,78	101,18	101,18	1,450	1,066	911,11	2355	133,75	37,36			
418/19	JV 12	69,80	97,05	97,05	1,390	1,073	870,44	2344	143,73	39,86			
<b>Průměr</b>									<b>38,61</b>				
Směrodatná odchylka									1,8				
Variační koeficient									4,58%				

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

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:

**VD Stanovice**

Konstrukce:

Objekt měření průsaků - podlaha

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

12,0°C

Vlhkost vzduchu:

69,2%

Typ zkušebního přístroje:

Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R <sub>be</sub> [MPa]
1	podlaha	14	30,2
2	podlaha	13	32,6
3	podlaha	12	35,2
4	podlaha	11	38,0
<b>Průměr</b>		<b>[MPa]</b>	<b>34,0</b>
Sm. odchylka		[MPa]	2,9
Variační koef.		-	8,5%
k <sub>n</sub>		-	2,34
<b>R<sub>bg</sub></b>		<b>[MPa]</b>	<b>27,2</b>
<b>Třída betonu</b>			<b>C 20/25</b>

## Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Objekt měření průsaků - podlaha

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

12,0°C

Vlhkost vzduchu:

69,2%

Typ zkušebního přístroje:

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]											
podlaha	59	51	62									
Statistické vyhodnocení:	x=57,3mm n=3			s=4,6mm v=8,1%								



Výsledky zkoušek jádrových vývrtů - stanovení válcové pevnosti betonu v tlaku

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Zkušební přístroj:

VD Stanovice

Objekt měření průsaků - podlaha

21.08.2019

20°C

lis ELE - ADR 250/25

Kd		0,878	průměr			70						
číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatele	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h <sub>k</sub> [mm]	λ  h <sub>k</sub> / d	K <sub>λ</sub>	hmotnost  m [g]	objemová hmotnost  m / V [kg/m <sup>3</sup> ]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]	
									F [kN]	f <sub>cyl</sub> [MPa]		
416/19	JV 10	69,93	97,76	97,76	1,398	1,072	868,89	2314	73,94	20,45		
419/19	JV 13	69,77	101,57	101,57	1,456	1,065	877,10	2259	60,64	16,96		
Průměr									2286			
Směrodatná odchylka									39,2			
Variační koeficient									13,20%			

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

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:

**VD Stanovice**

Konstrukce:

Objekt měření průsaků - spodní líc stropní desky

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

12,0°C

Vlhkost vzduchu:

69,2%

Typ zkušebního přístroje:

Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	$R_{be}$ [MPa]
1	stropní deska	9	44,3
2	stropní deska	10	41,1
3	stropní deska	11	38,0
4	stropní deska	10	41,1
<b>Průměr [MPa]</b>		<b>41,1</b>	
Sm. odchylka	[MPa]	2,2	
Variační koef.	-	5,4%	
$k_n$	-	2,34	
<b><math>R_{bg}</math> [MPa]</b>		<b>35,9</b>	
<b>Třída betonu</b>		<b>C 25/30</b>	

## Výsledky stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže

Akce:

VD Stanovice

Konstrukce:

Objekt měření průsaků - spodní líc stropní desky

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

12,0°C

Vlhkost vzduchu:

69,2%

Typ zkušebního přístroje:

Profometer 5

Zkoušená oblast	Tloušťka krycí vrstvy [mm]															
stropní deska	18	20	10	5	6	8	9	23	16	5	8	7	10	11	16	
	23	18														
Statistické vyhodnocení:	x=12,5mm				s=6,0mm											
	n=17				v=48,0%											

## Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:

**VD Stanovice**

Konstrukce:

Objekt měření průsaků - spodní líc stropní desky

Datum zkoušky:

25.07.2019

Teplota vzduchu:

12,0°C

Vlhkost vzduchu:

69,2%

Typ zkušebního přístroje:

Fenolftaleinový test

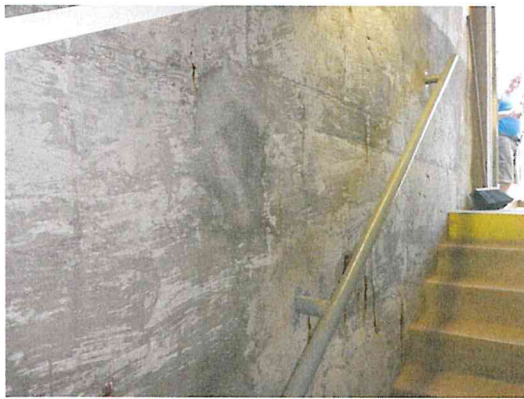
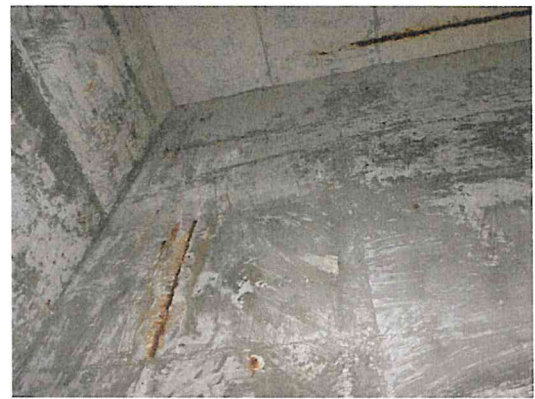
Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]					
stropní deska	14	16	15	17		
Statistické vyhodnocení:	x=15,5mm			s=1,1mm		
	n=4			v=7,2%		



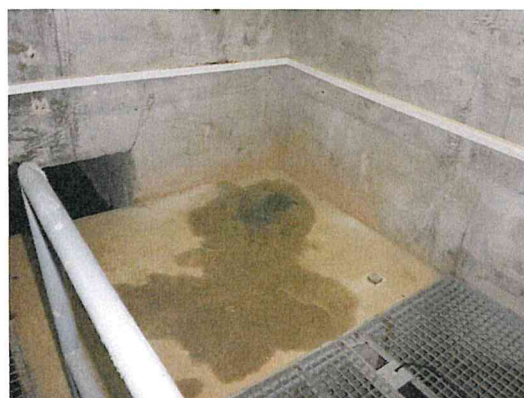
## **Průvodní fotodokumentace**



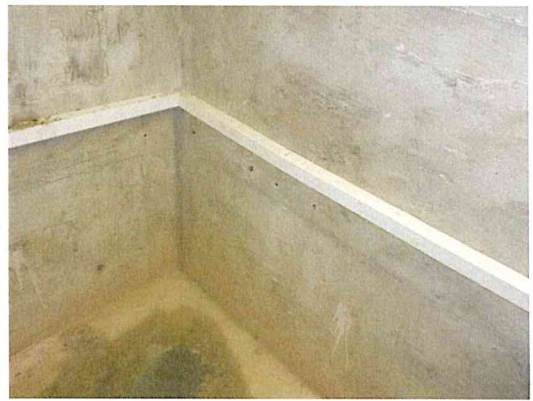
















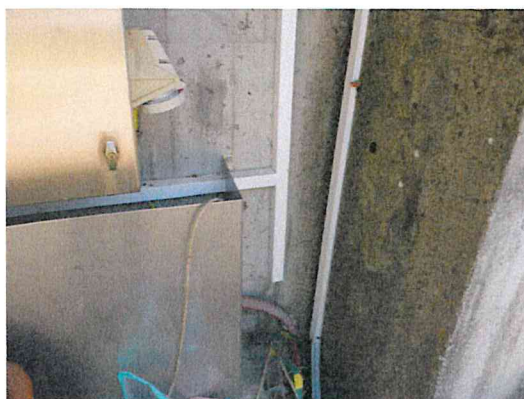
















## **Fotodokumentace odebraných jádrových vývrtů**



