|  |  |
| --- | --- |
| ® | **TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.**  **Technical and Test Institute forConstruction Prague** |
| **Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Notifikovaná osoba, Certifikační orgán, Inspekční orgán** |
| **AccreditedTestingLaboratory, Authorized Body, Notified Body, Certification Body, Inspection Body** |
| **Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9, Czech Republic pobočka 0600 – Brno, 617 00 Brno, Hněvkovského 228/77**  [**www.tzus.eu**](http://www.tzus.eu) **tel. 543 420 833, 543 420 852, fax 543 211 591** |

**ZNALECKÝ POSUDEK**

**č. 060-046896**

**Posouzení kvality betonů jednotlivých částí konstrukce**

**Stavba: Vodní dílo Výrovice**

Účel posudku: Odborný posudek je vypracován na základě objednávky ze dne 27.03.2018 vystavené společností Agroprojekt PSO, s.r.o., Slavíčkova 14 a, 638 00 Brno, za účelem posouzení výše zmíněného objektu (části stavebního celku)

1.  Zjištění a posouzení zjevných vad betonu, výztuže

2.  Zkoušky na stavbě, zkoušky v laboratoři na vzorcích odebraných z konstrukce

3.  Hodnocení výsledků zkoušek

4.  Celkové hodnocení

5.  Doporučení parametrů sanace

Posudek objednal: AGROPROJEKT PSO, s.r.o.

Slavíčkova 14 a

638 00 Brno

Objednávka: ze dne 27.03.2018

Posudek vypracoval: Technický a zkušební ústav stavební s.p. Praha

Pobočka Brno – Hněvkovského 228/77

617 00 Brno

Hlavní řešitel: Ing. Hana Nohelová

Zakázka: Z060180093

Posudek obsahuje 9 stran textu a 15 stran příloh (fotodokumentace, protokol o zkouškách) a podává se ve 4 vyhotoveních.

Výtisk číslo:

Ing. Miroslav Procházka

ředitel pobočky

Brno, 18. června 2018

1. **SITUACE**

Řešitelská organizace: Technický a zkušební ústav stavební Praha

190 00 Praha 9, Prosecká 76a

Řešitelské pracoviště: pobočka Brno

617 00 Brno - Komárov, Hněvkovského 228/77

Hlavní řešitel: Ing. Hana Nohelová

Spoluřešitel:

Provedení zkoušek: Marek Nevídal

František Kosina

* Tento posudek je vypracován na základě objednávky č. ze dne 24.03.2018, kterou vystavila společnost **Agroprojekt PSO, s.r.o**.
* Jeho účelem je posouzení stavebního stavu jednotlivých částí objektu VD Výrovice na základě provedeného průzkumu současného stavu objektu jako podkladu ke zpracování projektu pro zadání sanace objektu.
* Byly specifikovány úkoly:

– Zjištění a posouzení zjevných vad betonu, výztuže

– Provedení zkoušek na stavbě a zkoušek v laboratoři na odebraných vzorcích z konstrukce VD

– Hodnocení výsledků zkoušek

– Celkové hodnocení

– Doporučení parametrů sanace

Pro znalecký posudek ve shodě s požadavky normových předpisů a požadavky objednavatele bylo provedeno:

* podrobná prohlídka objektu VD Výrovice s ohledem na poruchy betonu
* nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem, orientačně Maškovým špičákovým tvrdoměrem na jednotlivých částech sledované konstrukce, včetně jejich vyhodnocení
* zkoušky pro zjištění pevnosti v tahu povrchových vrstev konstrukce atiky (odtrhové zkoušky),
* odběr vzorků pro destruktivní zkoušky v laboratoři, tj. odběr zkušebních těles – vývrtů pro zkoušky pevnosti v tlaku a pro stanovení nasákavosti betonu, včetně provedení a vyhodnocení destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku, pevnosti v tahu povrchových vrstev a nasákavosti na odebraných vzorcích – vývrtech, dále stanovení objemové hmotnosti, strukturní zhodnocení betonu vzorků,
* zkoušky pro zjištění pevnosti v tahu vnitřních vrstev betonu na odebraných vzorcích (pro zjištění narušení povrchu betonu vlivem povětrnostních podmínek apod.), jejich hodnocení,
* celkové zhodnocení stavu konstrukce s ohledem na zjištěný stav a výsledky provedených a vyhodnocených zkoušek s doporučením parametrů sanace

Objednatelem byly pro posouzení poskytnuty následující podklady:

* výkresová dokumentace, tj. půdorys a řezu uvedené stavby s uvedenými základními kótami (rozměry konstrukce, t) – je přílohou Technické zprávy (projekt).

Pro vypracování posudku byly použité následující normové podklady v platném znění, vztahující se k betonu a provádění úprav, tj.:

zákon č. 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů

ČSN EN 206 Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (norma platná v době betonáže)

ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí

ČSN 73 2577 Zkouška přídržnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí k podkladu

ČSN 73 6242 Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací,

Příloha B Přilnavost vrstev a pevnost v tahu povrchových vrstev

ČSN 73 2011 Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí.

ČSN 73 1373 Tvrdoměrné zkoušení betonu.

ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích. Část 1: Vývrty - odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku.

ČSN EN 12390-3/Z1 Zkoušení ztvrdlého betonu. Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles.

ČSN EN 12390-7 Stanovení objemové hmotnosti

ČSN EN 13791 Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích

**Základem** pro vypracování posudku pak bylo **šetření a zkoušky na místě stavby** a provedené zkoušky **v laboratoři** na odebraných zkušebních tělesech z posuzovaných částí objektu, **výsledky zkoušek a jejich vyhodnocení,** provedené pracovníky TZÚS Praha, s.p., pobočka Brno (zkoušky na stavbě a odběr vzorků pro zkoušky v laboratoři provedli Ing. Hana Nohelová, Marek Nevídal a František Kosina ve dnech 05.04.2018 a 25.04.2018).

Před prováděním zkoušek byla provedena podrobná prohlídka objektu za účasti zástupce objednatele posudku (pan Ing. Hermany).

1. **Nález**

**2.1 Dokumentace**

Konstrukce VD je zhotovena jako železobetonová konstrukce.

Sestává ze tří částí:

1. Horní část: mostovka, pilíř, uložení lávky
2. Střední část: skluz, krytý skluz, spadiště
3. Spodní část (odpadní chodba)

**2.2 Provedení stavby**

Na sledovaných částí stavby jsou již při prohlídce zjevné vady a poruchy.

Vady jsou zjevné v přiložené **fotodokumentaci** v příloze.

**Nečastější zjištěné vady a poruchy:**

* nesoudržný beton dna střední části (zejména v oblasti krytého skluzu)
* pórovitý beton na povrchu
* beton s malým zastoupením hrubého kameniva
* sprašování a drolení betonu na povrchu stěn
* nedostatečné krytí výztuže a její koroze.

**2.3. Zkoušky a odběry vzorků na stavbě**

Pro zjištění požadovaných parametrů betonu (pevnost v tlaku, pevnost v tahu povrchových vrstev – přídržnost, karbonatace, aj.) jednotlivých konstrukčních částí byly provedeny zkoušky na stavbě a v laboratoři na odebraných vzorcích z konstrukce, které jsou popsány dále.

S ohledem na stav povrchu betonu byly pro první informaci provedeny nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku za použití Schmidtova tvrdoměru a Maškova špičákového tvrdoměru.

Na jednotlivých částech konstrukce byly provedeny pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu.

Následně byly odebrány vzorky betonu – vývrty průměru 100 mm pro stanovení pevnosti betonu v tlaku a další zkoušky.

**2.4. Zkoušky v laboratoři**

Na odebraných vzorcích z konstrukce byly provedeny zkoušky a stanovení:

* pevnosti betonu v tlaku
* pevnost v tahu povrchových vrstev (i ve vnitřní části vzorku)
* karbonatace
* objemová hmotnost

Při zjišťování vlastností betonu bylo použito zkušebních metod a postupů uvedených v kap. 2.2. Výsledky jednotlivých provedených zkoušek a postup zkoušení je uveden v **příloze v protokolu č. 060-046852.**

Při odběru vzorků betonu jádrovým vrtákem bylo konstatováno, že struktura betonu se po výšce příliš neliší.

Zkouškami bylo zjištěno, že povrchová vrstva betonu má výrazně odlišné vlastnosti (pevnost betonu v tahu povrchových vrstev) než beton v hloubce konstrukce. Horní část vývrtu vykazuje významně nižší pevnost v tahu povrchových vrstev než beton vnitřní části konstrukce.

* + 1. **Pevnost betonu v tlaku**

Odebrané vývrty byly rozděleny na horní (u povrchu) a spodní (vnitřní) část. Průměrná pevnost v tlaku stanovená na horní a dolní části vývrtu se příliš neliší, což ukazuje rovnoměrnou kvalitu betonu celé konstrukce.

* + 1. **Pevnost betonu v tahu**

Pevnost betonu v tahu je významná pro posouzení možnosti sanace konstrukce.

**Pevnost v tahu povrchové vrstvy zjištěná zkouškou přímo na konstrukci dosáhla nejvyšší hodnoty 0,57 MPa.**

Pro zkoušku pevnosti betonu v tahu byly odebrané vývrty rozřezány na kratší válce o štíhlosti cca 1,0 a na vnitřních částech řezu byla stanovena pevnost betonu v tahu. Podle zjištěného výsledku byl beton kontrolně zařazen do příslušné pevnostní třídy.

**Pevnost v tahu povrchové vrstvy zjištěná zkouškou v laboratoři na řezu dosáhla ve všech případech vyšší hodnoty než 1,9 MPa.**

**Tento výsledek také znamená, že konstrukci lze po odstranění narušených povrchových vrstev povrchově sanovat, protože pevnost v tahu povrchových vrstev, která rozhoduje o trvanlivosti sanace, je dostatečná.**

* + 1. **Karbonatace povrchu betonu**

Laboratorní zkouškou roztokem fenolftaleinu byla zjištěna karbonatace povrchové vrstvy betonu stěn až do hloubky:

1. Horní část:

mostovka: 15 mm

pilíř: 10 mm

uložení lávky: 65 mm

1. Střední část:

skluz: 20 až 50 mm

krytý skluz: 35 až 50 mm

spadiště: 20 až 30 mm

1. Spodní část:

odpadní chodba: 30 až 45 mm

1. **VÝSLEDKY ZKOUŠEK**

**3.1. Posouzení výsledků provedených zkoušek**

* Při posouzení výsledků provedených zkoušek (provedených na stavbě i v laboratoři na odebraných vzorcích betonu z posuzovaných částí), lze konstatovat, že beton sledovaných částí stavby splňuje požadavky pevnosti v tlaku a předepsaným normovým požadavkům třídy betonu C20/25 popř. C16/20 (spodní část konstrukce – odpadní chodba).
* Závěry jsou potvrzené výsledky zkoušek pevnosti v tlaku, pevnosti v tahu, karbonatace.
* Pevnost betonu v tahu při povrchu je natolik nízká, že neumožňuje povrchovou sanaci konstrukce. Odtrhovými zkouškami provedenými v hlubší části konstrukce (na vývrtech) bylo prokázáno, že po odstranění narušené povrchové vrstvy dosahují výsledky minimálně 1,9 MPa

**3.2. Celkové hodnocení** – odpovědi na položené otázky

Technický a zkušební ústav stavební Praha s.p. pobočka Brno, zpracoval na základě prohlídky, poskytnutých dokumentů, zkoušek na stavbě, zkoušek na odebraných vzorcích – vývrtech v laboratoři TZUS a technických dokumentů a předpisů **vyjádření** k požadovaným úkolům podle požadavků objednatele, které je dále uvedené.

**Úkol 1: Zjištění a posouzení zjevných vad betonu, výztuže**

Při prohlídce posuzovaného objektu VD díla bylo zjištěno:

* nesoudržný beton dna střední části (zejména v oblasti krytého skluzu)
* pórovitý beton na povrchu
* beton s malým zastoupením hrubého kameniva
* nedostatečné krytí výztuže a její koroze (v místech styku stěny a dna ve střední části – skluz a krytý skluz).

**Úkol 2: Provedení zkoušek na stavbě a zkoušek v laboratoři na odebraných vzorcích z konstrukce VD**

Ke zjištění technických parametrů betonu konstrukce, stavu povrchové vrstvy betonu

1. Na stavbě:

– zkoušky přídržnosti – pevnosti v tahu povrchových vrstev na jednotlivých částech konstrukce - výsledky jsou uvedeny v příloze

– odběr vzorků z konstrukce – vývrty – místa odběru a údaje k odebraným vývrtům jsou v příloze v části 6.1

– Karbonatace betonu

1. Zkoušky v laboratoři:

– Na odebraných vzorcích – vývrtech z jednotlivých částí konstrukce: objemová hmotnost betonu, pevnost v tlaku, pevnost v tahu povrchových vrstev – výsledky jsou v příloze

– Karbonatace betonu (upřesnění)

**Úkol 3: Hodnocení výsledků zkoušek**

1. **Pevnost betonu v tlaku, objemová hmotnost betonu**

Na základě výsledků zkoušek v laboratoři na odebraných vzorcích - vývrtech z jednotlivých částí konstrukce VD a jejich hodnoceni (kap. 3.2) lze zařadit beton podle vypočtené charakteristické pevnosti (při zohlednění rozsahu zkoušek - počtu těles zkoušených na pevnost v tlaku, zjištěnou směrodatnou odchylku pevnosti v tlaku) do pevnostních tříd betonu podle ČSN EN 13791 (popř. podle dříve platné ČSN 73 2400) nejvýše takto:

Beton:

1. Horní části: C 16/20
2. Střední části: C 20/25
3. Spodní části: C 16/20

Zjištěné výsledky pevnosti betonu v tlaku na odebraných zkušebních tělesech z konstrukce jsou v relaci s objemovou hmotností betonu těchto těles, jak bylo zkouškou stanoveno:

Objemová hmotnost betonu

1. Horní část: 2 100 kg.m–3
2. Střední část: 2 250 kg.m–3
3. Spodní část: 2 100 kg.m–3

Poznámka:

V horní části (mostovka) byl odebrán vývrt v oblasti málo soudržného betonu, na něm nebyla provedena zkouška pevnosti betonu v tlaku.

V oblasti krytého skluzu je dno narušené, beton nesoudržný.

Fotodokumentace vývrtů je v Příloze.

1. **Pevnost v tahu povrchové vrstvy betonu**

Pevnost v tahu povrchové vrstvy betonu stanovená na konstrukci dosahovala hodnot 0,1 až 0,5 MPa. Vzhledem ke značné karbonatace povrchu betonu stěn byly zkoušky pevnosti betonu v tahu provedeny na řezu teles připravených ke zkoušce pevnosti betonu v tlaku, tj. asi 10-15 cm pod povrchem. Všechny výsledné hodnoty dosahovaly více než 1,9 MPa.

1. **Karbonatace betonu** je popsána v kap. 2.4.3
2. **Koroze výztuže, krytí výztuže**

Nedostatečné krytí výztuže a její koroze je patrná ve střední části konstrukce v místech styku stěny a dna ve střední části – skluz a krytý skluz

**Úkol 4: Celkové hodnocení**

Podle výsledků prohlídky a zkoušek na stavbě i v laboratoři na odebraných vzorcích a jejich hodnocení (v předchozím uvedených) lze konstrukci hodnotit následovně:

1. **při prohlídce bylo zjištěno**

* nesoudržný beton dna střední části (zejména v oblasti krytého skluzu)
* pórovitý beton na povrchu
* nedostatečné krytí výztuže a její koroze (v místech styku stěny a dna ve střední části – skluz a krytý skluz).

1. **zatřídění betonu**

Podle výsledků zkoušek pevnosti v tlaku, lze beton jednotlivých konstrukčních částí AK zatřídit podle ČSN EN 13791; následovně.

Beton:

Horní části: C 16/20

Střední části: C 20/25

Spodní části: C 16/20

Poznámka:

Zjištěné výsledky pevnosti betonu v tlaku na odebraných zkušebních tělesech z konstrukce jsou v relaci s objemovou hmotností betonu

Horní část: 2 100 kg.m–3

Střední část: 2 250 kg.m–3

Spodní část: 2 100 kg.m–3

1. **pevnost v tahu povrchové vrstvy betonu**

Beton stěn všech částí konstrukce má velmi nízkou pevnost v tahu povrchové vrstvy tak, jak je uvedeno v kap. 2.4.2, proto je třeba ji v rámci sanace odstranit (vzhledem k tomuto zjištění nelze povrchovou vrstvu ponechat - neodpovídá požadavkům podkladu pro použití sanačních materiálů ve smyslu ČSN EN 1504-3).

1. **Pevnost betonu v tahu v hlubší části**

Pevnost v tahu povrchové vrstvy betonu zjištěná na odebraných tělesech (na vývrtech připravených ke zkoušce betonu v tlaku) dosahovala hodnot:

Horní část:

2,4 až 3,1 MPa

Střední část:

Stěny skluzu: 1,8 až 3,8 MPa, dno: 1,9 až 3,1 MPa

Spodní část (odpadní chodba)

Dno i stěna: 2,7 až 2,9 MPa

1. **Koroze a krytí výztuže**

V místech styku vodorovné a svislé části konstrukce ve střední části (spadiště) je na několika místech viditelná lehce zkorodovaná výztuž.

**Úkol 5: Doporučení postupu sanace**

Na základě předchozích uvedených výsledků a celkového hodnocení doporučujeme postupovat při sanaci objektu následovně:

Na povrchu **stěn** všech částí konstrukce je nutno odstranit povrchové degradované vrstvy betonu (20 až 70 mm) ke zvýšení pevnosti v tahu povrchové vrstvy – k odstranění povrchu betonu se doporučuje použití VVP (1400 bar).

V místech odkryté výztuže je nutné před použitím VVP použít mechanického způsobu k očištění výztuže. Místa nedobetonovaná (nezatečení betonu), místa shluků kameniva, obnažená výztuž, póry na povrchu stěn, aj. je nutno vyspravit vhodnou sanační hmotou tak, aby povrch stěn byl hladký bez uvedených vad.

Na takto upravený povrch provést reprofilaci strojně aplikovaným sanačním systémem ve dvou vrstvách (hrubá a jemná), splňujícím požadavek minimálně třídy R3 podle ČSN EN 1504-3.

Ve střední části konstrukce – spadiště a krytý skluz – je třeba mechanicky odstranit silně narušenou nesoudržnou vrstvu betonu **dna** v tloušťce až 200 mm, resp. 300 mm v kryté části skluzu. Následně provést dobetonování vrstvou betonu třídy minimálně C30/37 XF3 s kari sítí. Dobetonování musí být provedeno tak, aby zajistilo dostatečné krytí obnažené výztuže na styku svislé a vodorovné části konstrukce. Odkrytou výztuž po aplikaci VVP je nutno očistit (zbavit vrstvy koroze), dále pasivovat vhodným pasivačním prostředkem podle návodu výrobce materiálu použitého k pasivaci a provést reprofilaci betonového průřezu se zvýšením tloušťky krycí vrstvy výztuže.

1. **ZÁVĚR**

Technický a zkušební ústav stavební Praha, pobočka Brno, provedl šetření (zjištění vad a poruch) na konstrukci VD Výrovice

S ohledem na zjištěné vady a poruchy, výsledky provedených zkoušek (na odebraných vzorcích beton provedené v laboratoři) a závěry celkového hodnocení dáváme následující doporučení pro zajištění funkčního stavu.

V případě potřeby lze požádat o doplnění nebo vysvětlení obsahu tohoto posudku, případně o provedení doplňkových zkoušek nebo posouzení.

**PŘÍLOHY**

5.1. Protokol o zkouškách AZL č. 060-046852 (TZUS s.p. Praha, pobočka Brno),

5.2. Fotodokumentace

**Znalecká doložka**

Znalecký posudek jsme podali jako organizace jmenovaná ministrem spravedlnosti ČR pro obor stavebnictví s rozsahem oprávnění pro: - osvědčování a certifikaci stavebních materiálů, konstrukcí, - průzkum a diagnostiku pozemních, inženýrských staveb, stavebních technologií, vady a poruchy staveb, inspekce staveb, - zkušebnictví ve stavebnictví, hlukové emise, a zapsaná podle § 21 zákona č. 36/1967 Sb. a § 6 vyhlášky č. 37/1967 Sb. ve znění pozdějších předpisů ve II. oddílu seznamu kvalifikovaných ústavů.

Prohlašujeme ve smyslu ustanovení § 127a zákona č. 99/1963 Sb., občanský soudní řád, ve znění pozdějších předpisů, že jsme si vědomi následků vědomě nepravdivého posudku.

Znalecký úkon je zaevidován pod číslem zakázky a pod číslem zprávy 060‑046896. Znalečné a náhradu nákladů za provedené práce účtujeme fakturou.

V Brně dne 18. června 2018

Ing. Miroslav Procházka

ředitel pobočky