

POVODÍ LABE, státní podnik

ZÁMĚR OPRAVY

VD Práčov, oprava tělesa bezpečnostního přelivu, ř.km 30,400



Zpracoval:	Jiří Škarka. úsekový technik dne: 19 -10- 2016	
Schválil:	Ing. Milan Kvapil ředitel závodu Pardubice dne: 24 -10- 2016	
Schváleno dokumentační komisí:	dne: 3. 11. 2016 číslo zápisu: 10/2016	Tajemník Dokumentační komise

ZÁMĚR OPRAVY

1) Identifikační údaje o plánované stavbě

Název stavby-tok, název : VD Práčov, oprava tělesa bezpečnostního přelivu, ř.km 30,400
Místo, ř.km, k.ú.: Bezpečnostní přeliv na hrázi VD Práčov v k.ú. Svídnice u Slatiňan a k.ú. Výsonín v ř.km. 30,4
Inventární číslo DM: 9051009937
Identifikátor ISYPO: 400040604

2) Odůvodnění účelnosti veřejné zakázky

Popis potřeb, které mají být splněním veřejné zakázky naplněny

Po téměř 70-ti letém provozu se na funkčním betonovém objektu vodního díla Práčov projevily různé technické závady, v systému běžné údržby neodstranitelné, které jsou důsledkem procesu stárnutí stavebních konstrukcí a mají přímou vazbu na hodnocení bezpečnosti díla. Jedná se především o degradaci povrchů betonových konstrukcí, která je dána vlastním stárnutím stavebních materiálů, podmínkami prostředí vodního díla i podmínkami klimatickými.

Předmětný objekt byl již sanován v 80. letech. Od té doby se jeho stav postupně zhoršuje, přičemž v posledních letech dochází k projevům poruch, které mají vliv jak na estetiku stavby, tak potažmo i na jeho budoucí funkci.

Správce vodního díla, Povodí Labe, s.p. proto přistoupil k přípravě oprav, aby mohla být zajištěna řádná funkce a manipulace na tomto vodním díle. Celková oprava je rozčleněna na opravu vzdušního a části návodního líce bezpečnostního přelivu, opravu svislých stěn přelivu a nátok na vodní elektrárnu.

Popis současného stavu objektu

Bezpečnostní přeliv je situován ve středu hráze. Předprsí tělesa je předsazeno 3,95 m před osu hráze. Přelivná hrana je zaoblena až po osu hráze. Dále přechází rovinou plochou do vývaru s dolní přechodovou částí válcového tvaru. Za vývarem je betonový práh 2,50 x 2,50 m.

- Délka přelivné hrany 30 m
- Kóta přelivné hrany 308,90 m n. m.
- Kapacita přelivu při hladině 310,90 m n. m. 188,00 m³.s⁻¹
- Kóta dna vývaru 300,45 m n. m.
- Délka vývaru ve dně 11,05 m

Prohlídka návodního líce (byla provedena 9.4.2014. Hladina byla snížena na kótu 307,10 m n.m. - 1,8 m pod přelivnou hranou):

Pravá zavazovací zed'

- porušený roh a povrch spodní šikmé plochy parapetu (hl. do 8 cm) obnažena betonářská výztuž povrchové vrstvy;
- odtržená spodní část vrchní šikminy o mocnosti do 0,5 m;
- vodorovná trhlina od spodní části horní šikminy směrem k přelivné hraně – stáčí se pak do svisla;
- odpadlá omítka (hl. 3-4 cm) – svislý pruh pod horní lavičkou o šířce 1,5 m a pod vodorovnou trhlinou k tělesu přelivu (šířka 0,5 až 1,0 m).

Přelivný blok

- kaverna při napojení na PB křídlo a pod vodorovnou pracovní spárou (plocha 0,5 m² hloubka 20 cm) poškozené betony podél dilatace;
- při napojení na PB křídlo vodorovná trhlina pod vrchlíkem přelivné hrany (dl. 1,0 m);
- chybějící vrchní vrstva betonu na přelivné hraně v délce 1,5 m (hl. 5 cm);
- vodorovná trhlina v místě pracovní spáry asi 1,5 m pod korunou (dl. 3 m);
- povrchová degradace betonu pod přelivnou hranou – vodorovná s max. hloubkou (8-10 cm);
- degradace betonu pod přelivnou hranou v místě střední dilatační spáry s obnaženou výztuží těsnícího „klínu“ – max. hloubka (10-12 cm);
- pod vrchlíkem přelivné hrany vodorovná trhlina v místě pracovní spáry (dl. 4,0 m + 0,8 m, hl. do 10 cm);
- při napojení na dělící křídlo poškozené betony podél dilatace (dl. 2 m hloubka 5 cm);
- plošně odpadlá nebo odfouklá omítka.

Dělící pilíř (není majetek PL)

- na čelní zaoblené ploše odpadlá omítka - obnažena propojovací výztuž (plocha cca 4 m²);
- u napojení na čelní zed' odběrného objektu vodorovná trhlina asi 1m pod přelivem (dl. 2 m hloubka 5 cm).

Čelní zed' odběrného objektu (není majetek PL)

- vodorovná trhlina 1 až 1,5 m pod přelivem po celé šířce s obnaženou výztuží (hl. 20 cm);
- plošně odpadlá omítka a menší kaverna nad trhlinou.

Levá zavazovací zed' objektu

- od zdi odběrného objektu po dilatační spáru vodorovná trhlina v místě pracovní spáry (0,5 m pod přelivem hl. 10 až 20 cm);
- porušení betonu pod parapetem spodní šikmé plochy (hl. do 5 cm, dl. 4 m);
- menší kaverna u svislé dilatační spáry 1,8 až 2 m (hl. do 10 cm) – při prohlídce pod hladinou;
- na většině povrchu plošně odpadlá omítka a menší kaverna nad trhlinou.

Prohlídka vzdušního líce (proběhla 13. 5. 2015. Úroveň hladiny vody v nádrži byla zakleslá cca 1,5 m pod přelivnou hranu bezpečnostního přelivu):

Pravá boční zed' nad vývarem

- v prostoru nad přelivnou plochou BP je na dvou místech odpadnutá povrchová část betonu (cca 2 m² do hloubky cca 3 cm); jedná se s největší pravděpodobností od odloupenuti vrstvy, která byla nanesena při předešlé sanaci kolem roku 1980;
- směrem po proudu v místě bermy se objevuje další výrazná porucha s odtrženou a chybějící povrchovou vrstvou svislé stěny (cca 2,5 m² do hloubky cca 3 cm); součástí poruchy je i trhlina přecházející ze svislé do vodorovné a pokračuje pod utrženým šikmým parapetem;
- v celé ploše se lokálně propagují pracovní spáry, které místně vystupují nad sanovaný povrch z období kolem roku 1980;
- horní parapety zdi jsou značně degradované;
- spodní kamenná část nevykazuje výrazné poruchy.

Pravý přelivný blok BP

- v prostoru cca 1 m pod přelivnou hranou BP je výrazná vodorovná pracovní spára, která se propaguje přes celý blok a lokálně je značně hloubkově degradována do cca 5 – 7 cm, tato pracovní spára je značně degradována rovněž z návodní strany;
- přibližně na ¼ přelivné plochy je porušena vrchní betonová vrstva a lokálně úplně chybí;
- svislá dilatační spára mezi pravým a levým přelivným blokem je hloubkově degradována a je v ní uchycena vegetace, která spolu se zmrazovacími cykly urychluje degradaci betonu;

Levý přelivný blok BP

- v prostoru cca 1 m pod přelivnou hranou BP je vodorovná pracovní spára, která je v levé části bloku degradována do cca 5 – 7 cm, tato pracovní spára je značně degradována rovněž z návodní strany;
- přibližně na 20 % přelivné plochy je porušena vrchní betonová vrstva a lokálně úplně chybí;
- svislá dilatační spára mezi pravým a levým přelivným blokem je hloubkově degradována;
- v úrovni hladiny ve vývaru se nachází degradovaná vodorovná spára do hloubky 5 – 7 cm téměř v celé šířce bloku.

Levá boční zed' nad vývarem

- v prostoru nad přelivnou plochou BP je patrná řada vodorovných i svislých trhlin a povrchová vrstva betonu je odpadlá nebo odtržená;
- budova strojovny VE, která navazuje, je v horní části vizuálně bez zjevných poruch;
- další poruchy jsou patrné až v úrovni dolní vody ve vývaru;
- beton v okolí výtokového otvoru od spodní výpusti vykazuje drobné lokální poruchy a odtržení parapetu;
- levobřežní stěna směrem po toku vykazuje lokální trhlinky s drobnými lokálními poruchami;
- horní parapety zdi jsou značně degradované;
- spodní kamenná část nevykazuje výrazné poruchy

Při prohlídce návodního líce se potvrdila skutečnost, že hlavním důvodem degradace povrchu betonu je cyklické působení mrazu a rozmrazování. Nejvíce poškozen je návodní líc v místě kolísání hladiny vody v nádrži a pak i další plochy, které jsou vystavené soustředěnému působení srážkové vody.

Účinky jsou patrné především na vrstvách, které byly sanovány na přelomu 70 a 80 let. Lokálně jsou patrné odtržené celé plochy omítka (oprav).

Podle dochovaných dokumentů byly plochy (omítky) bočních stěn přelivu opraveny torkretovou omítkou tloušťky 20-30 mm s rabicovým pletem. Přelivná plocha bezpečnostního přelivu byla v další etapě sanována pomocí plastbetonu, který se obvykle skládá z epoxidové pryskřice (pojivo) a křemičitého písku (plnivo).

Popis předmětu veřejné zakázky

Předmětem veřejné zakázky je oprava bezpečnostního přelivu, zavázání přelivu v místě napojení na zemní hráz a levému zavázání nad vývarem.

Stávající betonové konstrukce vykazují dobré výsledky materiálových charakteristik, pro plánovanou sanaci. Postup sanace se předpokládá pomocí kotvení neprofilacích malt, případně betonů pomocí kotevních trnů a svařovaných sítí. Pro konkrétní postup sanace a použité materiály je nutno zpracovat projektovou dokumentaci. Cílem je kompletní sanace celé plochy (od parapetu po dno vývaru, respektive po dno vyrovnávací nádrže).

Vrchlík bezpečnostního přepadu doporučujeme opevnit nerezovým plechem o tl. min. 3 mm.

Z důvodu úplného příp. částečného vypuštění nádrže je nutné oslovit všechny její uživatele a příslušné dotčené orgány. Jsou to především: ČEZ – Obnovitelné zdroje (VE Práčov), P&K Hydro (MVE Práčov), dále pak příslušné rybářské spolky, odběratel povrchové vody (VaK Chrudim) a CHKO.

Protože není znám stav betonových konstrukcí pod úrovní hladin při výše uvedených prohlídkách, je nutné provést v rámci zpracování PD potápěčský průzkum těchto objektů, včetně objektů P&K Hydro s.r.o., Seč (z důvodu nutné pasportizace před realizací stavby). Po celou dobu

trvání akce musí být pod VD Práčov zachován MZP dle platného povolení k nakládání s vodami pro VD Křižanovice- Práčov.

Popis vzájemného vztahu předmětu veřejné zakázky a potřeb zadavatele

Předmět veřejné zakázky je v souladu s povinnostmi správce toku vyplývající ze zákona č.254/2001 Sb. v platném znění a vyhlášky č.178/2012 Sb.

Předpokládaný termín splnění veřejné zakázky

2017 - 2018

Další informace odůvodňující účelnost veřejné zakázky

V případě nerealizace uvedeného záměru může dojít k úplné degradaci bezpečnostního přelivu VD Práčov a tím i k dalším možným škodám na přilehlých nemovitostech.

3) Závazný a kvalifikovaný propočet nákladů na realizaci stavby s uvedením způsobu stanovení těchto nákladů

Celkem cca 10 mil. Kč

4) Požadavky na celkové urbanistické a architektonické řešení stavby a požadavky na stavebně technické řešení stavby, na tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí, odolnost a zabezpečení z hlediska požární a civilní ochrany, souhrnné požadavky na plochy a prostory apod.

Vzhledem k charakteru stavby není řešeno.

5) Územně technické podmínky pro přípravu území, včetně napojení na rozvodné a komunikační sítě a kanalizaci, rozsah a způsob zabezpečení přeložek sítí, napojení na dopravní infrastrukturu, vliv stavby, provozu, nebo výroby na životní prostředí, zábor zemědělského a lesního fondu, apod.

Před zahájením prací je nutné vytýčení inženýrských sítí. Příjezd k VD Práčov je po veřejných komunikacích.

6) Majetkoprávní vztahy doložené snímkem pozemkové mapy a výpisem z katastru nemovitostí

Záměr bude realizován na pozemcích ve správě státního podniku Povodí Labe.

7) Požadavky na zabezpečení budoucího provozu (užívání) stavby energiemi, vodou, pracovníky apod. A předpokládanou výši finančních potřeb jak provozu, tak reprodukce pořízeného majetku zdroje jejich úhrady v roce následujícím po uvedení stavby do provozu

Po provedení záměru se bude provádět standardní údržba VD Práčov.

8) Výkresy a schémata určena správcem programu (u akcí, které je možno hradit z prostředků dotačních programů)

9) U staveb charakteru rekonstrukcí, modernizací a oprav obsahuje též dokumentaci současného stavu, včetně rozhodujících technicko ekonomických údajů o provozu (užívání) obnovované kapacity

Při realizaci záměru dojde k obnovení stability a vzhledu VD Práčov. V příloze tohoto záměru je studie VD Práčov, zhodnocení průzkumných prací na přelivném objektu včetně fotodokumentace.

10) Rozdelení stavby na stavební objekty a provozní soubory s určením u každého z nich jednotlivě, zda jde o opravu či investici (včetně uvedené DM v relevantních případech)

Akce není členěna na stavební objekty.

11) Rozhodující projektované parametry ve tvaru (u akcí, které je možno hradit z prostředků dotačních programů)

Seznam dotčených pozemků

k.ú. Svídnice u Slatiňan
p.p.č. 381 – příjezdová komunikace
st. 267 – objekt hráze

k.ú. Výsonín
p.p.č. 271/5 – příjezd
st. 91 – objekt hráze

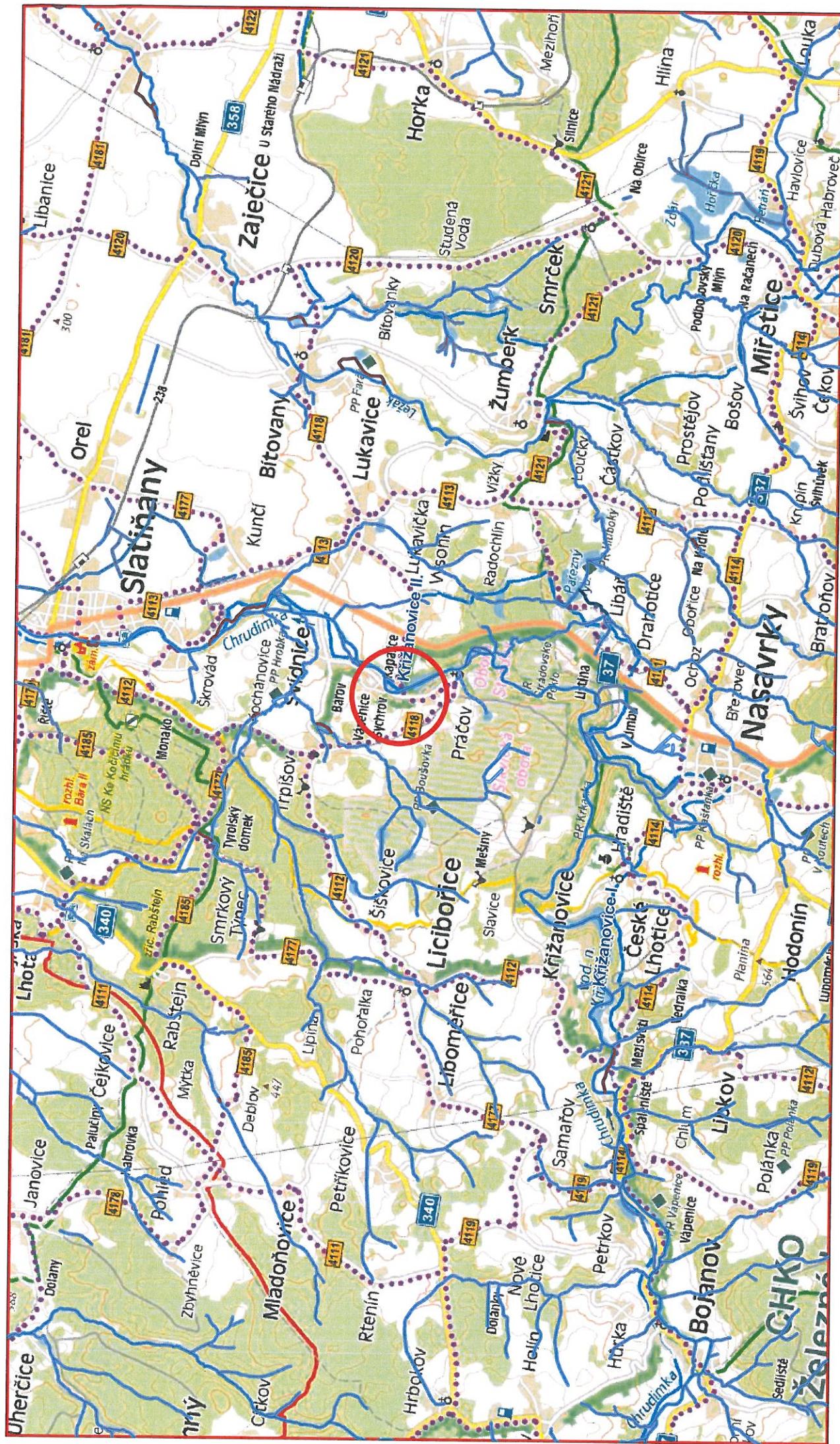
Přílohy:

Situace 1:50 000

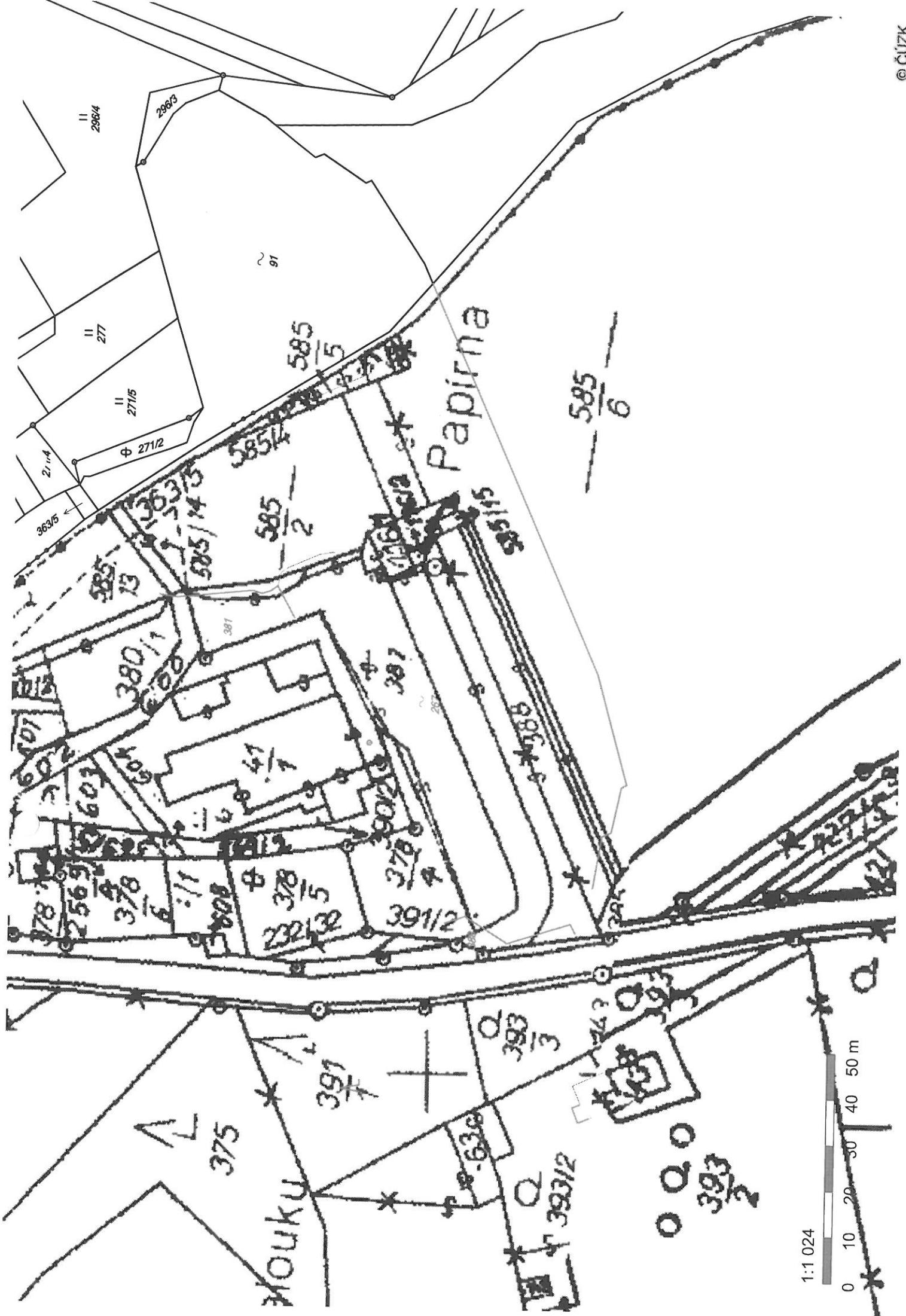
3 x přehledná situace 1:20 000

Zhodnocení výsledku průzkumných prací na přelivném objektu + fotodokumentace

Seznam dotčených pozemků







Informace o pozemku

Parcelní číslo:	st. 267
Obec:	Svídnicce [572331]
Katastrální území:	Svídnicce u Slatiňan [760706]
Číslo LV:	376
Výměra [m ²]:	7224
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	GUST2880,V.S.XVI-18-20
Určení výměry:	Graficky nebo v digitalizované mapě
Druh pozemku:	zastavěná plocha a nádvoří
Stavba na pozemku:	vod. dílo, přehrada



Vlastníci, jiní oprávnění

Vlastnické právo	Podil
Česká republika,	Podil
Právo hospodařit s majetkem státu	Podil
Povodí Labe, státní podnik, Vítě Nejedlého 951/8, Slezské Předměstí, 50003 Hradec Králové	

Způsob ochrany nemovitosti

Název	
památkově chráněné území	

Seznam BPEJ

Parcela nemá evidované BPEJ.

Omezení vlastnického práva

Nejsou evidována žádná omezení.

Jiné zápis

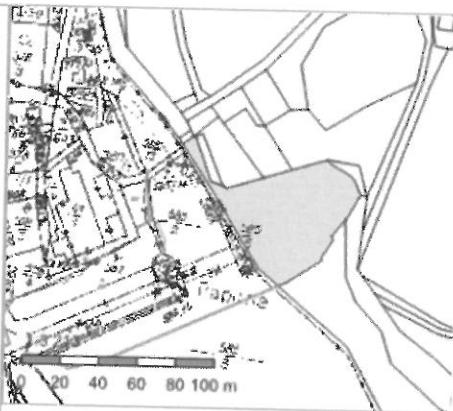
Nejsou evidovány žádné jiné zápis.

Nemovitost je v územním obvodu, kde státní správu katastru nemovitostí ČR vykonává [Katastrální úřad pro Pardubický kraj, Katastrální pracoviště Chrudim](#).

Zobrazené údaje mají informativní charakter. Platnost k 04.12.2015 12:00:00.

Informace o pozemku

Parcelní číslo:	st. 91
Obec:	Lukavice [571768]
Katastrální území:	Výsonín [688924]
Číslo LV:	488
Výměra [m ²]:	3071
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	KMD
Určení výměry:	Graficky nebo v digitalizované mapě
Druh pozemku:	zastavěná plocha a nádvoří
Stavba na pozemku:	vod. dílo, přehrada



Vlastníci, jiní oprávnění

Vlastnické právo	Podíl
Česká republika,	
Právo hospodařit s majetkem státu	Podíl
Povodí Labe, státní podnik, Vítě Nejedlého 951/8, Slezské Předměstí, 50003 Hradec Králové	

Způsob ochrany nemovitosti

Název	
památkově chráněné území	
rozsáhlé chráněné území	

Seznam BPEJ

Parcela nemá evidované BPEJ.

Omezení vlastnického práva

Nejsou evidována žádná omezení.

Jiné zápis

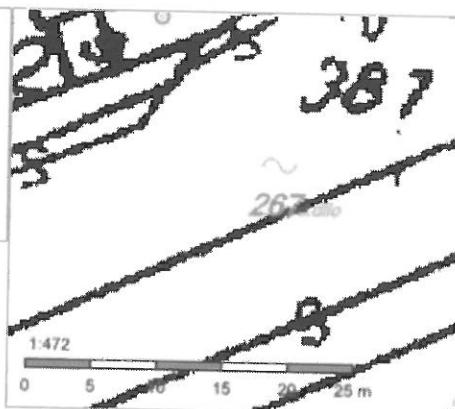
Nejsou evidovány žádné jiné zápis.

Nemovitost je v územním obvodu, kde státní správu katastru nemovitostí ČR vykonává [Katastrální úřad pro Pardubický kraj, Katastrální pracoviště Chrudim](#).

Zobrazené údaje mají informativní charakter. Platnost k 04.12.2015 12:00:00.

Informace o stavbě

Katastrální území:	Svídnice u Slatiňan (760706)
Číslo LV:	376
Stavba stojí na pozemku:	p. č. st. 91 , st. 267
Typ stavby:	vodní dílo
Způsob využití:	přehrada



Vlastníci, jiní oprávnění

Vlastnické právo	Podíl
Česká republika,	
Právo hospodařit s majetkem státu	Podíl
Povodí Labe, státní podnik, Vítě Nejedlého 951/8, Slezské Předměstí, 50003 Hradec Králové	

Způsob ochrany nemovitosti

Název	
památkově chráněné území	

Omezení vlastnického práva

Nejsou evidována žádná omezení.

Jiné zápis

Nejsou evidovány žádné jiné zápis.

Nemovitost je v územním obvodu, kde státní správu katastru nemovitostí ČR vykonává [Katastrální úřad pro Pardubický kraj, Katastrální pracoviště Chrudim](#).

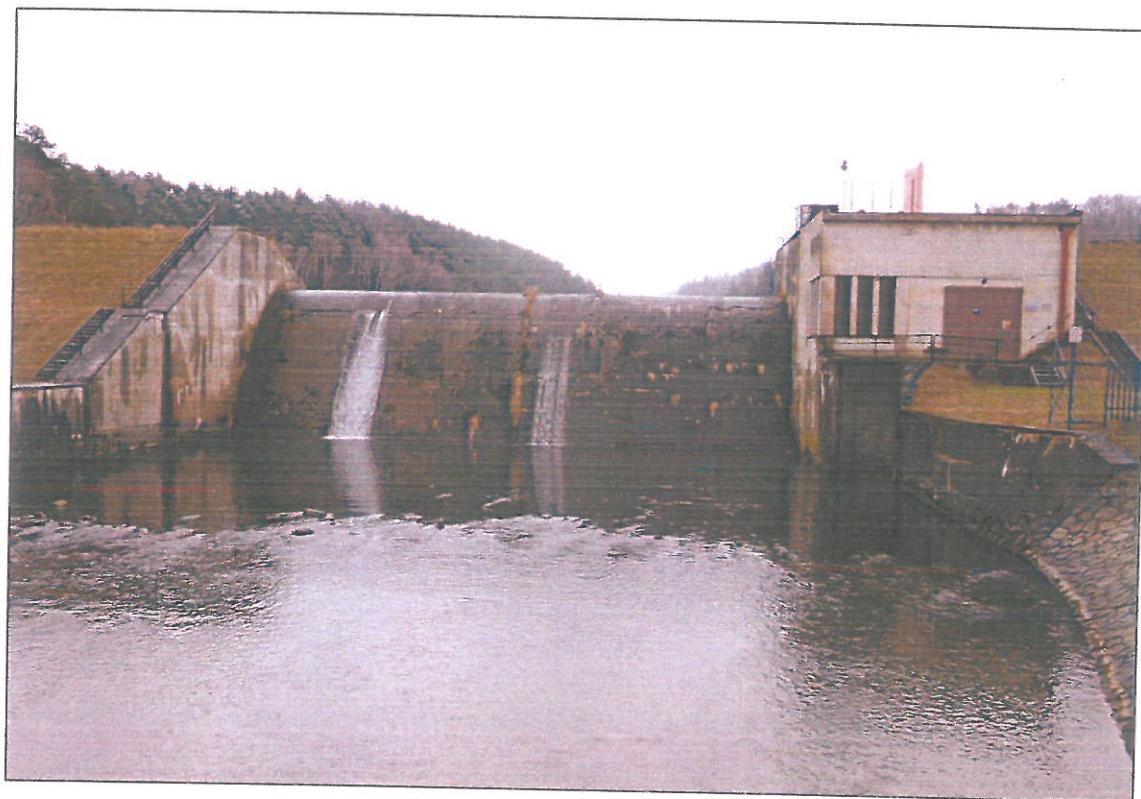
Zobrazené údaje mají informativní charakter. Platnost k 04.12.2015 12:00:00.

© 2004 - 2015 [Český úřad zeměměřický a katastrální](#), Pod sídlištěm 1800/9, Kobylisy, 18211 Praha 8.
Podání určená katastrálním úřadem a pracovištěm zasílejte přímo na [jejich e-mail adresu](#).

Verze aplikace: 5.3.0 build 0

VD PRÁČOV

**Zhodnocení výsledků průzkumných
prací na přelivném objektu**



VODNÍ DÍLA – TBD a. s., Hybernská 40, 110 00 Praha 1
Telefon 221 408 111* Fax 224 212 803 www.vdtbd.cz

Ředitel	Ing. Miloš Sedláček
Vedoucí útvaru	Ing. David Richtr
Vedoucí projektu	Ing. David Kapko
Vypracoval	Ing. David Kapko
Spolupráce	Ing. Karel Wimmer

**VD PRÁČOV
ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ
NA PŘELIVNÉM OBJEKTU**

Objednatel	Povodí Labe, státní podnik
Číslo projektu	P2230/15
Archivní číslo	2015/176
Vypracováno	V Praze, září 2015

Obsah:

1.	Úvod	2
2.	Základní údaje o vodním díle.....	2
3.	Provedené průzkumné práce	5
3.1.	Prohlídka návodního líce	5
3.2.	Prohlídka vzdušního líce.....	7
3.3.	Odběr jádrových vývrtů	9
3.4.	Provedené zkoušky a měření	9
3.4.1.	Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku	9
3.4.2.	Pevnost v prostém tahu	10
3.4.3.	Zkouška přídržnosti k podkladu v prostém tahu	11
3.4.4.	Zkoušky nasákovosti	12
3.4.5.	Zjišťování alkalicko-křemičité reakce	12
4.	Celkové zhodnocení	13

1. ÚVOD

Po téměř 70-ti letém provozu se na funkčním betonovém objektu vodního díla Práčov projevily různé technické závady, v systému běžné údržby neodstranitelné, které jsou důsledkem procesu stárnutí stavebních konstrukcí a mají přímou vazbu na hodnocení bezpečnosti díla. Jedná se především o degradaci povrchů betonových konstrukcí, která je dána vlastním stárnutím stavebních materiálů, podmínkami prostřední vodního díla i podmínkami klimatickými.

Předmětný objekt byl již sanován v 80. letech. Od té doby se jeho stav se postupně zhoršuje, přičemž v posledních letech dochází k projevům poruch, které mají vliv jak na estetiku stavby, tak potažmo i na jeho budoucí funkci.

Správce vodního díla, Povodí Labe, s.p. proto přistoupil k přípravě oprav, aby mohla být zajištěna řádná funkce a manipulace na tomto vodním díle. Celková oprava je rozčleněna na opravu vzdušního a části návodního líce bezpečnostního přelivu, opravu svislých stěn přelivu a nátok na vodní elektrárnu.

Průzkumné práce spočívaly především v detailním průzkumu poškození hlavních konstrukcí pro bližší stanovení objemů rozhodujících materiálů a technologií oprav. Průzkum návodního líce byl proveden speciality naší společnosti znalých problematiky sanací betonových konstrukcí. Při průzkumu byl kladen důraz na bližší specifikování míry poškození (hloubky degradace povrchu betonu) pro optimální návrh technologie opravy. Byly odebrány jádrové vývrty z vybraných konstrukcí pro stanovení pevnostních a materiálových charakteristik. Dále byla provedena analýza stávající dokumentace a její porovnání se současným stavem a bližší specifikování příčin rozsáhlých poškození betonových konstrukcí pro optimální návrh sanace.

Předkládaný dokument je souhrnným zhodnocením výše uvedených průzkumných prací. Cílem tohoto zhodnocení je souhrnně zpracovat a zhodnotit výsledky průzkumných prací a specializovaných měření a zkoušek, z hlediska optimálního návrhu opravy i z hlediska TBD. Tento dokument bude sloužit především pro potřeby správce a provozovatele vodního díla, Povodí Labe, státní podnik jako podklad pro optimální návrh technologií sanace a přípravu projektové dokumentace.

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VODNÍM DÍLE

Vodní dílo Práčov je součástí VD Křižanovice a slouží k vyrovnání průtoků pod špičkovou vodní elektrárnou Práčov. Hráz vyrovnávací nádrže Práčov byla postavena v letech 1949 až 1953.

Hlavní technické údaje

Vzdoujícím objektem je sypaná zemní hráz s návodním těsněním. Ve střední části hráze je umístěn betonový funkční objekt se nehrazeným bezpečnostním přelivem (BP) a spodní výpustí. Spodní výpust se nachází na levé straně od přelivu a její součástí je strojovna s malou vodní elektrárnou.

Parametry hráze

• Kóta koruny hráze	311,90 m n. m.
• Délka hráze v koruně	210,00 m
• Výška hráze od základové spáry	11,00 m
• Max. šířka hráze v patě	45,90 m
• Šířka hráze v koruně	5,0 m
• Sklon návodního líce	1:3, 1:2,5; 1:2
• Sklon vzdušního líce	1:1,5

Spodní výpust

Vlevo od bezpečnostního přelivu je čtvercová spodní výpust $1,0 \times 1,0$ m hrazená ocelovou tabulí s dřevěným rámem, která je ovládaná elektropohonem. Doba potřebná k vyhražení tabule je cca 10 min. Kapacita výpusti při hladině v úrovni koruny přelivu 308,90 m n. m. je $10,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv je situován ve středu hráze. Předprší tělesa je předsazeno 3,95 m před osu hráze. Přelivná hrana je zaoblena až po osu hráze. Dále přechází rovinnou plochou do vývaru s dolní přechodovou částí válcového tvaru. Za vývarem je betonový práh $2,50 \times 2,50$ m.

• Délka přelivné hrany	30 m
• Kóta přelivného prahu	308,90 m n. m.
• Kapacita přelivu při hladině 310,90 m n. m.	$188,00 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
• Kóta dna vývaru	300,45 m n. m.
• Délka vývaru ve dně	11,05 m

Malá vodní elektrárna Práčov II

MVE je v tělese hráze vlevo od přelivu. Vtok je osazen česlemi. Uzávěrem jsou 2 tabule 1,80 x 2,00 m. Jedna Kaplanova turbína pracuje v průběžném provozním režimu. Provoz MVE nevyžaduje trvalou přítomnost obsluhy, je plně automatizován.

• Kóta dna vtoku	302,90 m n. m.
• Šířka vtoku	4,0 m
• Maximální hĺbkost	4,0 $m^3 \cdot s^{-1}$
• Jmenovitý výkon turbíny	0,265 MW
• Jmenovitý spád	7,8 m
• Otáčky	375 ot. min^{-1}
• Průměr oběžného kola	1000 mm
• Instalovaný výkon generátoru	0,30 MW
• Minimální hladina nutná pro provoz turbíny	305,80 m n. m.

Generátor je synchronní s vlastním buzením. Pracuje v blokovém zapojení s transformátorem 6,3/0,4 kV, 400 kVA a výkon je vyveden kabelem do díře NN.

Výstavba vodního díla

Výstavba zemní hráze Práčov s betonovým funkčním objektem v její střední části byla zahájena v květnu 1948 a dokončena koncem roku 1952. V první stavební jímce pro pravou část funkčního objektu s bezpečnostním přelivem byly provedeny výkopové práce, odstraněny říční sedimenty a zvětralé vrstvy skalního podloží z porfytu až do hloubky 6 m pod dno řeky Chrudimky. Před betonáží byl povrch skály opatřen izolační vrstvou s kamennou dlažbou do horkého asfaltu pro vyloučení agresivních účinků podzemní vody.

Betonáž bloku se prováděla po vrstvách vysokých 2 m. Při výstavbě levé části funkčního objektu, vysokého 17 m, byl stavební postup obdobný jako v první stavební jímce. Při betonáži byly vedle tělesa zakotveny dva obtokové kanály čtvercového průřezu, sloužící jako spodní výpust. Dále zde byly zhotoveny všechny stavební prvky VE pro energetické využití vypouštěné vody.

Po převedení vody k funkčnímu objektu byla zahájena výstavba obou zemních křídel hráze. Výkopové práce nesahaly do takové hloubky jako pod betonovými bloky hráze, nicméně betonová

ostruha u návodní paty tělesa je založena v hloubce 2-4 m pod terénem. Pod převážnou částí hráze byly sejmuty méně únosné vrstvy do hloubky 1 m. Pro utěsnění rozpukaného skalního podloží byla pod betonovou ostruhou zřízena injekční clona z jedné řady vrtů hlubokých téměř 10 m, do kterých byla tlakově aplikována jílová injekční směs.

Přehradní těleso nebylo sypáno ze stejnorodého materiálu. Hlavní (stabilizační) část je nasypána z písčitohlinité zemin, získané v zemníku otevřeného v budoucí nádrži, vrstvy o výšce 40-50 cm byly důkladně zhubněny. Při návodním svahu byl nad betonovou ostruhou nasypán těsnící plášť z jílové zemin, hutněný po vrstvách 20 cm. Tento plášť byl překryt filtrační vrstvou tloušťky okolo 1 m a povrch hráze opevněn kamennou dlažbou proti účinkům vln. Rovněž koruna hráze, široká 5 m, byla v celé délce opevněna dlažbou. Vzdušní svah ve sklonu 1 : 1,5 je pouze zatravněn.

3. PROVEDENÉ PRŮZKUMNÉ PRÁCE

3.1. Prohlídka návodního líce

V rámci průzkumných prací byla provedena prohlídka části návodního líce, která se uskutečnila 9. 4. 2014. Před vlastní prohlídkou bylo provedeno plánované snížení hladiny na úroveň 307,10 m n. m. (tj. o 1,8 m pod přelivnou hranu).

Vizuální prohlídka byla provedena z loďky. Kontrola spočívala v prohlídce jednotlivých částí přelivu s cílem určení rozsahu a míry poškození degradovaného betonu. Byla vytvořena podrobná fotodokumentace poškozených oblastí, odhadnut rozsah poruch degradovaného betonu a vtipovaná místa odběrů vzorků. Fotodokumentace nejvýznamnějších poruch přístupné části návodního líce je uvedena v příloze č. 1.

Při prohlídce bylo zjištěno následující:

Pravá zavazovací zeď objektu

- porušený roh a povrch spodní šikmé plochy parapetu (hl. do 8 cm) obnažena betonářská výztuž povrchové vrstvy;
- odtržená spodní část vrchní šikminy o mocnosti do 0,5 m;
- vodorovná trhлина od spodní části horní šikminy směrem k přelivné hraně – stáčí se pak do svisla;
- odpadlá omítka (hl. 3-4 cm) – svislý pruh pod horní lavičkou o šířce 1,5 m a pod vodorovnou trhlinou k tělesu přelivu (šířka 0,5 až 1,0 m).

Přelivný blok

- kaverna při napojení na PB křídlo a pod vodorovnou pracovní spárou (plocha 0,5 m² hloubka 20 cm) poškozené betony podél dilatace;
- při napojení na PB křídlo vodorovná trhlina pod vrchlíkem přelivné hrany (dl. 1,0 m);
- chybějící vrchní vrstva betonu na přelivné hraně v délce 1,5 m (hl. 5 cm);
- vodorovná trhlina v místě pracovní spáry asi 1,5 m pod korunou (dl. 3 m);
- povrchová degradace betonu pod přelivnou hranou – vodorovná s max. hloubkou (8-10 cm);
- degradace betonu pod přelivnou hranou v místě střední dilatační spáry s obnaženou výztuží těsnícího „klínu“ – max. hloubka (10-12 cm);
- pod vrchlíkem přelivné hrany vodorovná trhlina v místě pracovní spáry (dl. 4,0 m + 0,8 m, hl. do 10 cm);
- při napojení na dělící křídlo poškozené betony podél dilatace (dl. 2 m hloubka 5 cm);
- plošně odpadlá nebo odfouklá omítka.

Dělící pilíř (není majetek PL)

- na čelní zaoblené ploše odpadlá omítka - obnažena propojovací výztuž (plocha cca 4 m²);
- u napojení na čelní zed' odběrného objektu vodorovná trhlina asi 1m pod přelivem (dl. 2 m hloubka 5 cm).

Čelní zed' odběrného objektu (není majetek PL)

- vodorovná trhlina 1 až 1,5 m pod přelivem po celé šířce s obnaženou výztuží (hl. 20 cm);
- plošně odpadlá omítka a menší kaverna nad trhlinou.

Levá zavazovací zed' objektu

- od zdi odběrného objektu po dilatační spáru vodorovná trhlina v místě pracovní spáry (0,5 m pod přelivem hl. 10 až 20 cm);
- porušení betonu pod parapetem spodní šikmé plochy (hl. do 5 cm, dl. 4 m);
- menší kaverna u svislé dilatační spáry 1,8 až 2 m (hl. do 10 cm) – při prohlídce pod hladinou;
- na většině povrchu plošně odpadlá omítka a menší kaverna nad trhlinou.

3.2. Prohlídka vzdušního líce

Druhá etapa prohlídky byla zaměřena na vzdušní líc a proběhala 13. 5. 2015. Úroveň hladiny vody v nádrži byla zakleslá cca 0,5 m pod přelivnou hranu bezpečnostního přelivu.

Vizuální prohlídka oblasti vývaru byla provedena z loděky. Kontrola spočívala v prohlídce jednotlivých částí přelivu a bočních zdí, s cílem určení rozsahu a míry poškození degradovaného betonu. Byla vytvořena podrobná fotodokumentace poškozených oblastí, odhadnut rozsah poruch degradovaného betonu a vtipována místa odběrů vzorků. Fotodokumentace nejvýznamnějších poruch přístupné části vzdušního líce je uvedena v příloze č. 2.

Při prohlídce bylo zjištěno následující:

Pravá boční zeď nad vývarem

- v prostoru nad přelivnou plochou BP je na dvou místech odpadnutá povrchová část betonu (cca 2 m² do hloubky cca 3 cm); jedná se s největší pravděpodobností od odloupnutí vrstvy, která byla nanesena při předešlé sanaci kolem roku 1980;
- směrem po proudu v místě bermy se objevuje další výrazná porucha s odtrženou a chybějící povrchovou vrstvou svislé stěny (cca 2,5 m² do hloubky cca 3 cm); součástí poruchy je i trhlina přecházející ze svislé do vodorovné a pokračuje pod utrženým šikmým parapetem;
- v celé ploše se lokálně propagují pracovní spáry, které místně vystupují nad sanovaný povrch z období kolem roku 1980;
- horní parapety zdi jsou značně degradované;
- spodní kamenná část nevykazuje výrazné poruchy.

Pravý přelivný blok BP

- v prostoru cca 1 m pod přelivnou hranou BP je výrazná vodorovná pracovní spára, která se propaguje přes celý blok a lokálně je značně hlubokově degradována do cca 5 – 7 cm, tato pracovní spára je značně degradována rovněž z návodní strany;
- přibližně na ¼ přelivné plochy je porušena vrchní betonová vrstva a lokálně úplně chybí;
- svislá dilatační spára mezi pravým a levým přelivným blokem je hlubokově degradována a je v níuchycena vegetace, která spolu se zmrazovacími cykly urychluje degradaci betonu;

Levý přelivný blok BP

- v prostoru cca 1 m pod přelivnou hranou BP je vodorovná pracovní spára, která je v levé části bloku degradována do cca 5 – 7 cm, tato pracovní spára je značně degradována rovněž z návodní strany;
- přibližně na 20 % přelivné plochy je porušena vrchní betonová vrstva a lokálně úplně chybí;
- svislá dilatační spára mezi pravým a levým přelivným blokem je hloubkově degradována;
- v úrovni hladiny ve vývaru se nachází degradovaná vodorovná spára do hloubky 5 – 7 cm téměř v celé šířce bloku.

Levá boční zed' nad vývarem

- v prostoru nad přelivnou plochou BP je patrná řada vodorovných i svislých trhlin a povrchová vrstva betonu je odpadlá nebo odtržená;
- budova strojovny VE, která navazuje, je v horní části vizuálně bez zjevných poruch;
- další poruchy jsou patrné až v úrovni dolní vody ve vývaru;
- beton v okolí výtokového otvoru od spodní výpusti vykazuje drobné lokální poruchy a odtržení parapetu;
- levoběžní stěna směrem po toku vykazuje lokální trhlinky s drobnými lokálními poruchami;
- horní parapety zdi jsou značně degradované;
- spodní kamenná část nevykazuje výrazné poruchy.

Při prohlídce návodního líce se potvrdila skutečnost, že hlavním důvodem degradace povrchu betonu je působení mrazu a rozmrzování. Nejvíce poškozen je návodní líc v místě kolísání hladiny vody v nádrži a pak i další plochy, které jsou nejvíce vystavené působení vody.

Účinky jsou patrné především na vrstvách, které byly sanovány na přelomu 70 a 80 let. Lokálně jsou patrné odtržené celé plochy omítka (oprav).

Podle dochovaných dokumentů byly plochy (omítky) bočních stěn přelivu opraveny torkretovou omítkou tloušťky 20-30 mm s rabilovým pletivem. Přelivná plocha bezpečnostního přelivu byla v další etapě sanována pomocí plastbetonu, který se obvykle skládá z epoxidové pryskřice (pojivo) a křemičitého písku (plnivo).

3.3. Odběr jádrových vývrtů

Odběr vzorků jádrových vývrtů z konstrukce bezpečnostního přelivu se uskutečnil dne 13. 5. 2015.

Odběr 9 vývrtů o Ø 100 mm provedli pracovníci společnosti VODNÍ DÍLA – TBD a.s.

Vzorky byly použity pro posouzení materiálových charakteristik betonu. Vývrtы byly odebrány z charakteristických míst jednotlivých částí BP. Schéma rozmístění vrtů je na příloze č. 3.

V následující tabulce uvádíme základní popis a lokalizaci vývrtů.

č. vzorku	umístění	délka [cm]	popis
P1	levá boční zed' BP	33	vodorovný vrt
P2	střední část levé přelivné plochy nad hladinou vývaru	32	ukloněný vrt, kolmý na přelivnou plochu BP
P3	střední část pravé přelivné plochy nad hladinou vývaru	27	ukloněný vrt, kolmý na přelivnou plochu BP
P4	pravá boční zed' BP nad hladinou vývaru	30	vodorovný vývrt
P5	levá boční zed' BP nad přelivnou hranou	41	vodorovný vývrt
P6	střední část levé přelivné hrany	40	svislý vývrt
P7	střední část pravé přelivné hrany	39	svislý vývrt
P8	pravá boční zed' BP nad přelivnou hranou	39	vodorovný vývrt
P9	levá boční zed' nátoku na vodní elektrárnu na levé straně BP	41	vodorovný vývrt

3.4. Provedené zkoušky a měření

Pro stanovení materiálových charakteristik jsme ke spolupráci přizvali kvalifikovanou stavební laboratoř, Kloknerův ústav ČVUT. Výsledky zkoušek pevnosti betonu v tlaku jsou, spolu s dalšími laboratorními zkouškami obsahem zprávy – „Stanovení charakteristik materiálů odebraných v rámci akce: VD Práčov“, vydané v červnu 2015 pod č. 1500J181. Kompletní expertní zpráva je uvedena v samostatné příloze č. 4.

3.4.1. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku

K provedení zkoušek byly připraveny 3 vzorky. V laboratoři byly vývrtы zaříznuty a zakoncovány. Před koncováním byly vzorky změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost

betonu. Vývrty byly odebrány z různých částí konstrukce, tak aby byly postihnutý všechny charakteristické konstrukce.

Z hodnocení vyplynulo, že **průměrná krychelná pevnost betonu v tlaku $R_{cu} = 53,5 \text{ MPa}$** (minimální pevnost $R_{cu} = 46,7 \text{ MPa}$, maximální pevnost $R_{cu} = 63,3 \text{ MPa}$). Beton je po stránce pevnosti v tlaku na relativně vysoké úrovni a dosahuje třídy betonu B40 – B65.

Výsledky zkoušek realizovaných při výstavbě hráze nejsou dostupné, a proto není možné provést porovnání výsledků. Vlastnosti betonu po stránce jeho pevnosti v tlaku jsou naprosto postačující pro bezpečnost hráze při všech očekávaných zatíženích a rovněž příznivé pro plánovanou sanaci betonových konstrukcí.

3.4.2. Pevnost v prostém tahu

Tělesa pro zkoušku v prostém tahu byla připravena tak, aby bylo možno posoudit aktuální stav povrchových vrstev s ohledem na možné degradační vlivy mrazového namáhání. Pro zkoušky byly použity 3 zkušební tělesa, která byla osazena ocelovými zkušebními deskami. Desky byly k povrchu přilepeny epoxidovým tmelem.

Naměřené průměrné hodnoty ze zkoušek jsou uvedeny v následující tabulce:

P2 - min	P5	P9 - max	Průměrná hodnota
Pevnost v prostém tahu σ [MPa]			
1,68	2,84	3,04	2,52

Z provedených zkoušek v prostém tahu vyplynulo, že výsledky pevnosti jsou značně variabilní od hodnot na úrovni 1,68 MPa u vývrtů P2 až po hodnoty u vývrtů P5 a P6 na úrovni kolem 3 MPa. Pro další podrobnější zhodnocení výsledků zkoušek presentovaných stavební laboratoří jsme se zaměřili na rozdělení zkušebních těles podle lokalizace odebraných vzorků. Nejnižší pevnost byla zjištěna u vzorku P2 v dolní části přelivné plochy. Vyšší hodnoty pak byly zjištěny u vzorků, které se nacházely nad hranou přelivu a tedy převážně nad úrovní hladiny vody v nádrži. Vzhledem k omezenému množství výsledků však tyto závěry není možno generalizovat.

Z výsledků (pevností a síly odtržené vrstvy) lze odvodnit, že hranice zjevného rozdílu pevností v tahu osciluje v rozmezí cca 50-100 mm. Lze předpokládat, že dominantním degradačním faktorem je vliv mrazového zvětrávání.

Po řádném odstranění této degradované vrstvy v rámci předúpravy povrchu lze předpokládat, že pevnost v tahu povrchových vrstev bude splňovat kriterium min. 1,4 MPa pro úspěšnou reprofilaci betonového povrchu. Dosažení této hodnoty by mělo být bezproblémové a potvrdily to i výše uvedené výsledky.

3.4.3. Zkouška přídržnosti k podkladu v prostém tahu

Tato zkouška byla provedena pracovníky Kloknerova ústavu ČVUT rovněž na odvrtaných vývrttech. Principem zkoušky přídržnosti k podkladu v prostém tahu je změření max. síly, při které dojde k odtržení zkušebního terče velikosti 50 x 50 mm nalepeného na povrch zkušebního vzorku. Čela zorků byla v místě obvodu zkušebních terčů proříznuta do hloubky cca 5 mm, následně byly po očištění čel nalepeny na určené místo zkušební terče.

Na základě zjištěné max. síly se stanoví hodnota přídržnosti betonu k podkladu.

Výsledky zkoušek přídržnosti k podkladu v prostém tahu

Označení vzorku	Plocha terče	Zatěžovací síla	Napětí	Místo porušení
	[mm ²]	[KN]	[MPa]	
P1	2500	8,9	3,6	beton/beton
P4 – A	2500	7,5	3,0	beton/beton
P5 – A	2500	9,0	3,6	beton/beton

Z výsledků odtrhů vyplývá, že u všech tří zkušebních terčů došlo k porušení na rozhraní beton - beton. Průměrná hodnota pevnosti v tahu z těchto měření je 3,4 MPa v intervalu 3,0 – 3,6 MPa. Tato skutečnost znamená, že pevnost povrchů je na relativně vysoké úrovni a pohybuje se v podobných hodnotách jako u prostého tahu.

I z této zkoušky lze usoudit, že povrchové partie v místech odběrů jsou na dobré úrovni. U některých ostatních vývrtů došlo k oddělení povrchových vrstev již během vrtání jádra. Ty jsou plošně narušeny působením klimatických vlivů, kde dominantním degradačním faktorem je vliv mrázového zvětrávání. Povrchové partie jsou lokálně narušeny do hloubky řádu cm. Po řádném odstranění této degradované vrstvy v rámci předúpravy povrchu lze předpokládat, že pevnost povrchových vrstev v tahu bude splňovat kriterium min. 1,4 MPa pro úspěšnou reprofilaci betonového povrchu.

3.4.4. Zkoušky nasákovosti

I zkoušky nasákovosti byly provedeny v laboratořích Kloknerova ústavu ČVUT. Pro zkoušku byly použity 4 vzorky. Byla zjištěna průměrná nasákovost betonu po jednom dni $N = 5,2\%$ hmotnosti (minimální hodnota $N = 3,1\%$ hmotnosti, maximální hodnota $N = 8,7\%$ hmotnosti). Pouze jeden vývrt ze čtyř nevyhovuje požadavku nasákovosti ČSN 73 13 25 (menší než 6,5% hmotnosti).

3.4.5. Zjišťování alkalicko-křemičité reakce

Alkalicko-křemičitá reakce (ASR) nastává v betonu tehdy, když alkálie z cementu, příp. dalších složek betonu, nebo z vnějších zdrojů reagují s oxidem křemičitým obsaženým v určitých druzích kameniva za vzniku gelu alkalických silikátů. Typickou vlastností tohoto gelu je, že absorbuje vodu a nabývá na objemu. Toto nabývání může být následně příčinou vzniku trhlin v zrnech kameniva a betonu a konečně i příčinou rozpadu betonu.

Na rozlomeném vývrtu bylo provedeno zjišťování možné přítomnosti alkalicko-křemičité reakce v betonu pomocí uranylacetátové zkoušky. Zkouška byla rovněž provedena na referenčním vzorku, u kterého máme přítomnost alkalicko-křemičité reakce prokázanou.

Při zkoušce byl vývrt rozlomen na dvě poloviny, aby byla vytvořena čerstvá lomová plocha. Tato lomová plocha byla opláchnuta vodou a na povrch byl nanesen roztok uranylacetátu. Po působení roztoku 3-5 minut byl povrch lomové plochy opět opláchnut vodou. Následně byl povrch malty prohlížen v temné komoře pod UV zářením.

Při osvitu UV zářením by se přítomnost ASR gelu projevilo tak, že gel žluto zeleně fluoreskuje.

Ani v jednom zkušebním vzorku nebyla přítomnost ASR jednoznačně prokázána. Výsledek zkoušek vývrtu P8 byl negativní. U vývrtu P6 však některá zrna kameniva vykazovala možnou přítomnost ASR.

4. CELKOVÉ ZHODNOCENÍ

Cílem zhodnocení je souhrnně rekapitulovat výsledky průzkumných prací a specializovaných měření a zkoušek, z hlediska optimálního návrhu plánované opravy a sanace povrchů betonových konstrukcí.

Výsledky pevnostních zkoušek prokázaly vyhovující pevnosti betonu v tlaku i v tahu a rovněž povrchové vrstvy vykazují příznivé hodnoty přídržnosti s podkladem. Méně příznivé hodnoty vykazují hodnoty nasákovosti, což v kombinaci s mrazovými jevy urychluje degradaci betonových konstrukcí, které jsou v těsném kontaktu vodou.

Výsledkem prohlídek a měří je schematické zmapování povrchu líců v příloze č. 5. Při scstrojování této přílohy byla využita metoda barevné hypsografie, kdy jednotlivé barvy znázorňují hloubku a rozsah poškození betonových vrstev. Dalším přínosem této prohlídky bude specifikace množství materiálu, které bude nutno odstranit i množství materiálu, které bude použito k sanaci.

Nejvýraznější porušení betonu je v místech vystavených klimatickým vlivům, v místech kolísání hladiny i v místech soustředění srážkové vody odváděné z betonových parapetů zdí a svody ze střechy strojovny.

Stávající betonové konstrukce vykazují dobré výsledky materiálových charakteristik, pro plánovanou sanaci. Jako vhodný postup sanace se předpokládá kotvení reprofilačních malt případně betonů pomocí kotevních trnů a svařovaných sítí. Pro konkrétní postup sanace a použité materiály doporučujeme zpracovat prováděcí projektovou dokumentaci.

V Praze, září 2015

Vypracoval:

Ing. David Kapko

Schválil:

Ing. David Richter

vedoucí útvaru 401

VODNÍ DÍLA - TBD a.s.

110 00 Praha 1, Hybernská 1617/40

-11-

Rozdělovník:

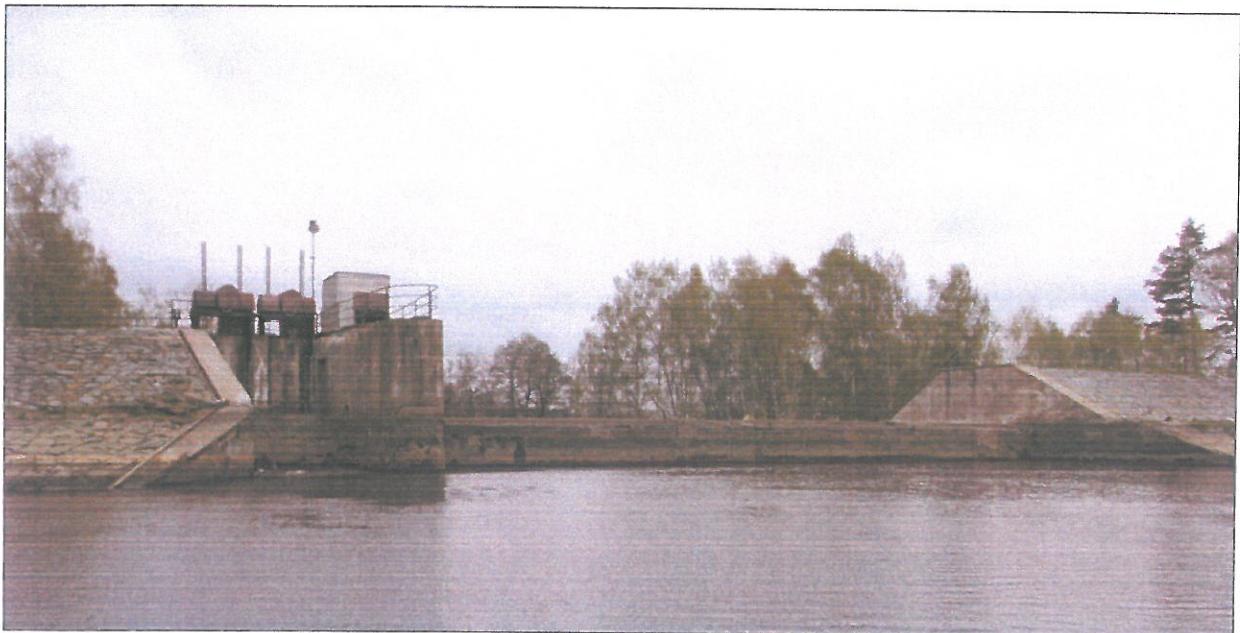
Výtisk č.	
1 - 4	Povodí Labe, s.p.
5	VODNÍ DÍLA – TBD a.s. – HP - TBD
6	VODNÍ DÍLA – TBD a.s. – ADIS.

Seznam příloh:

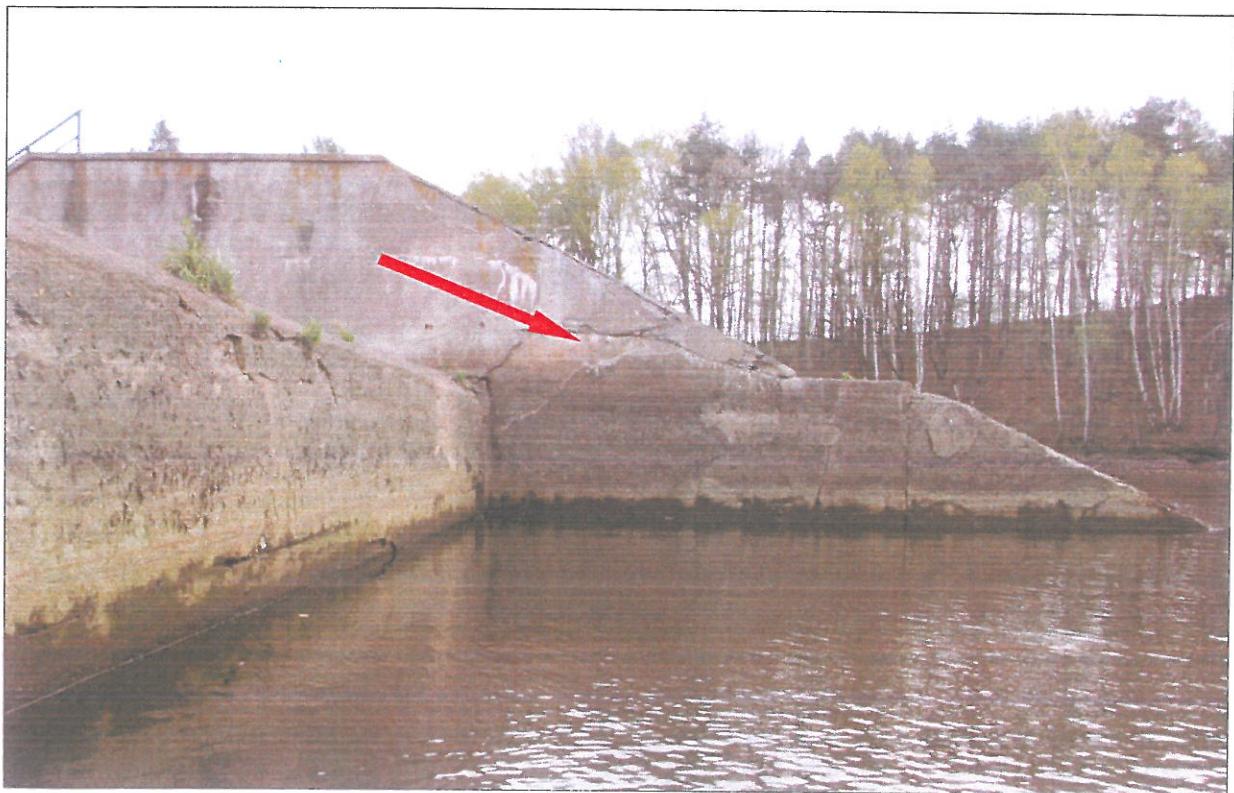
1. Fotodokumentace nejvýznamnějších poruch přístupné části návodního líce
2. Fotodokumentace nejvýznamnějších poruch přístupné části vzdušního líce
3. Schéma míst odběru jádrových vývrtů a fotodokumentace
4. Stanovení charakteristik materiálů odebraných v rámci akce: „VD Práčov“
5. Schéma předpokládaného rozsahu degradace betonu bezpečnostního přelivu

FOTODOKUMENTACE PORUCH

Návodní líc funkčního objektu



Obr. č. 1: Celkový pohled na funkční objekt ve směru po vodě.



Obr. č. 2: Pravá boční stěna – porucha parapetů, svislé stěny, poruchy na pracovní spáře.

FOTODOKUMENTACE PORUCH



Obr. č. 3: Pravá boční stěna – poruchy korun zdí, poruchy na pracovní spáře.

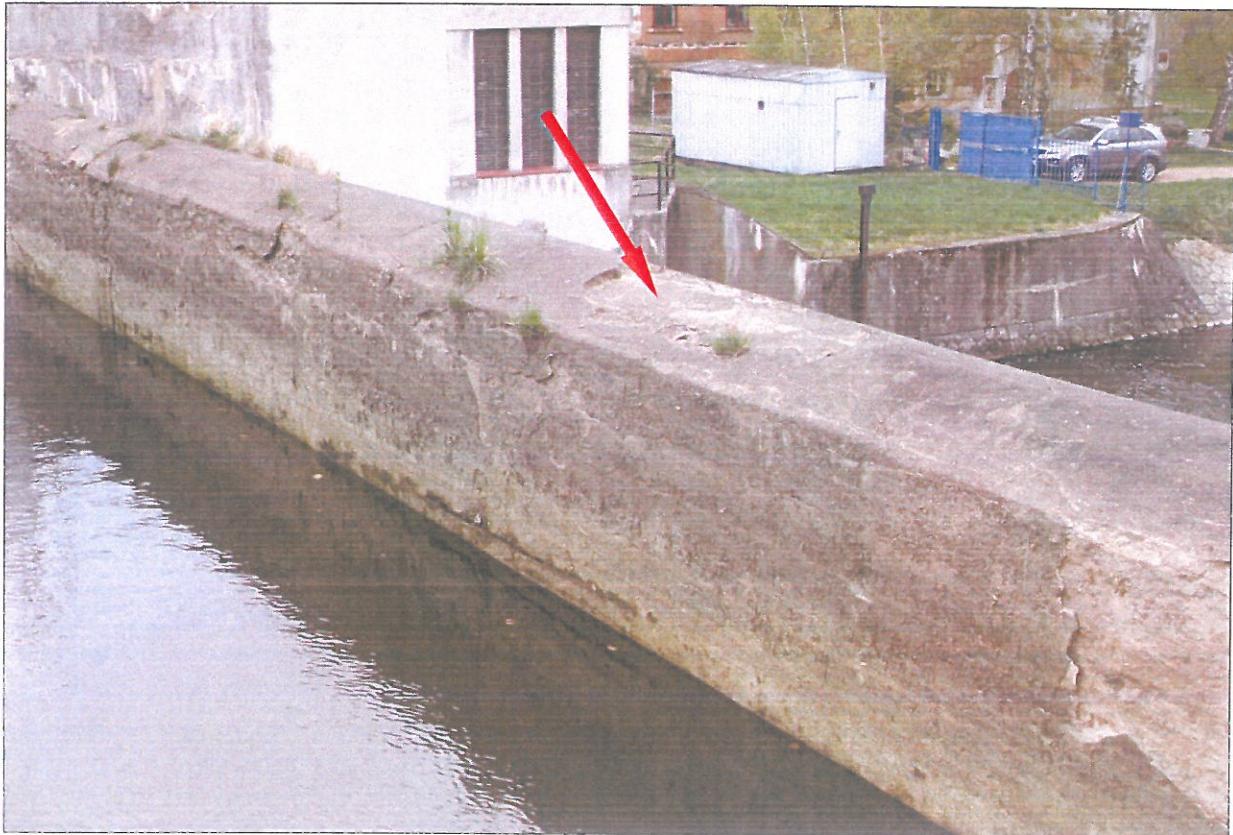


Obr. č. 4: Pravá boční stěna – detail poruchy koruny zdi s obnaženou výzduží.

FOTODOKUMENTACE PORUCH



Obr. č. 5: Pravý přelivný blok – porucha v zavázání. Odpadlé kusy betonu a poruchy.



Obr. č. 6: Pravý přelivný blok – poruchy přelivné hrany. Chybějící beton.

FOTODOKUMENTACE PORUCH



Obr. č. 7: Pravý přelivný blok – porucha přelivné hrany. Detail odtržené přelivné hrany.



Obr. č. 8: Návodní část levé části přelivného bloku.

FOTODOKUMENTACE PORUCH

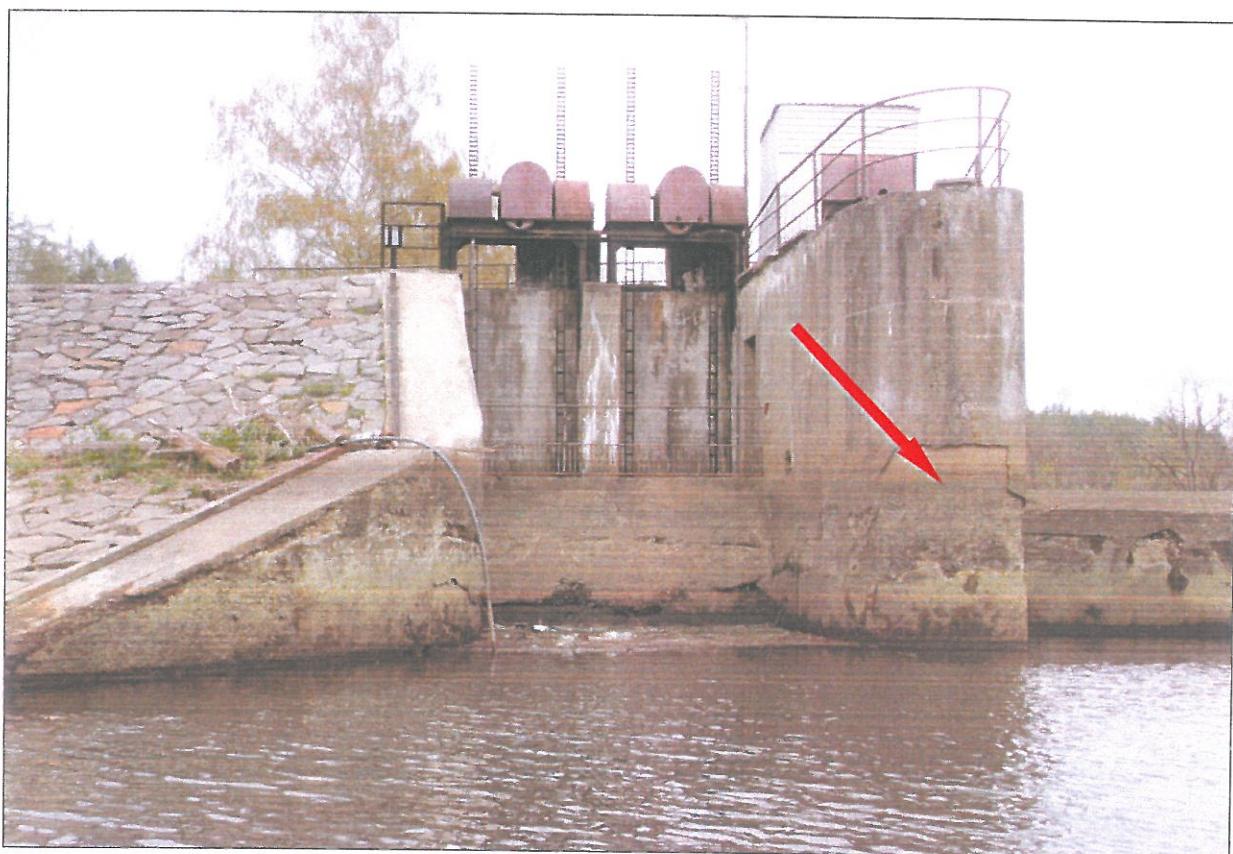


Obr. č. 9: Návodní strana levé části přelivného bloku. Poruchy v levém zavázání.



Obr. č. 10: Dělící pilíř a levé zavázání BP.

FOTODOKUMENTACE PORUCH



Obr. č. 11: Pohled na nátokový objekt spodní výpusti a VE.



Obr. č. 12: Pohled na dělící pilíř. Poruchy v místě kolísání hladiny.

FOTODOKUMENTACE PORUCH



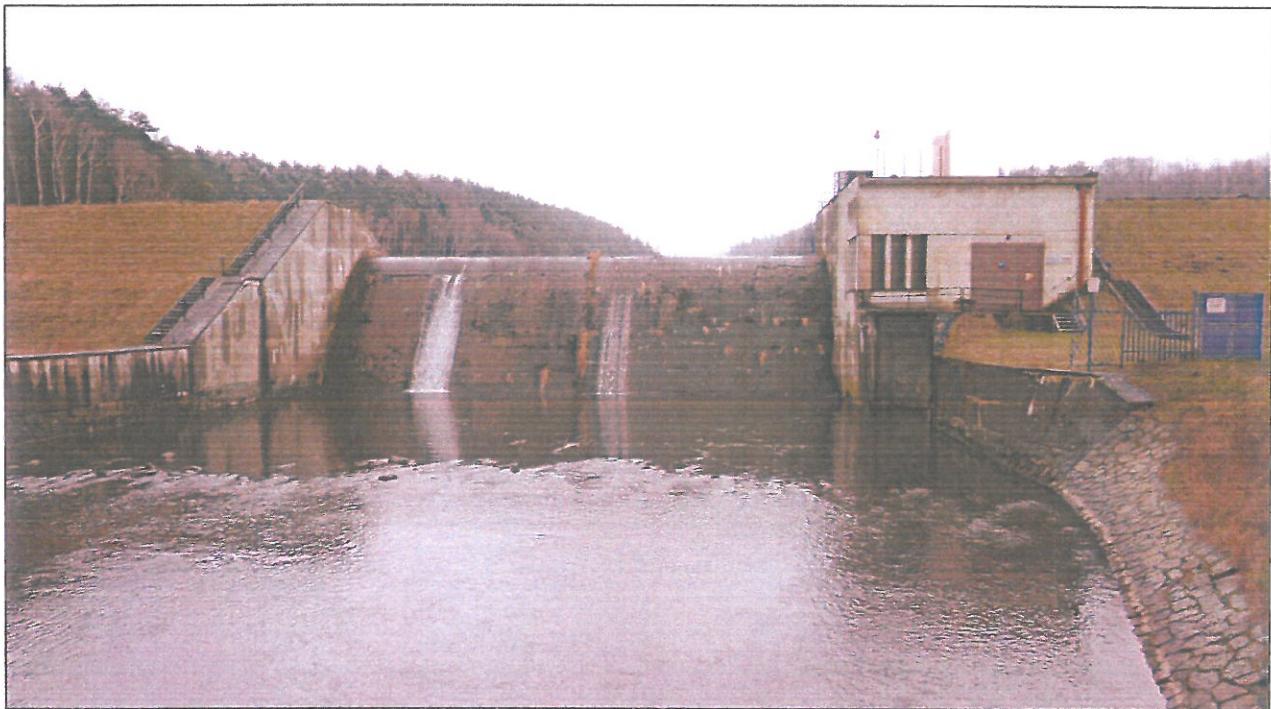
Obr. č. 13: Pohled po vodě na nátokovu stěnu na spodní výpust a VE. Lokální poruchy.



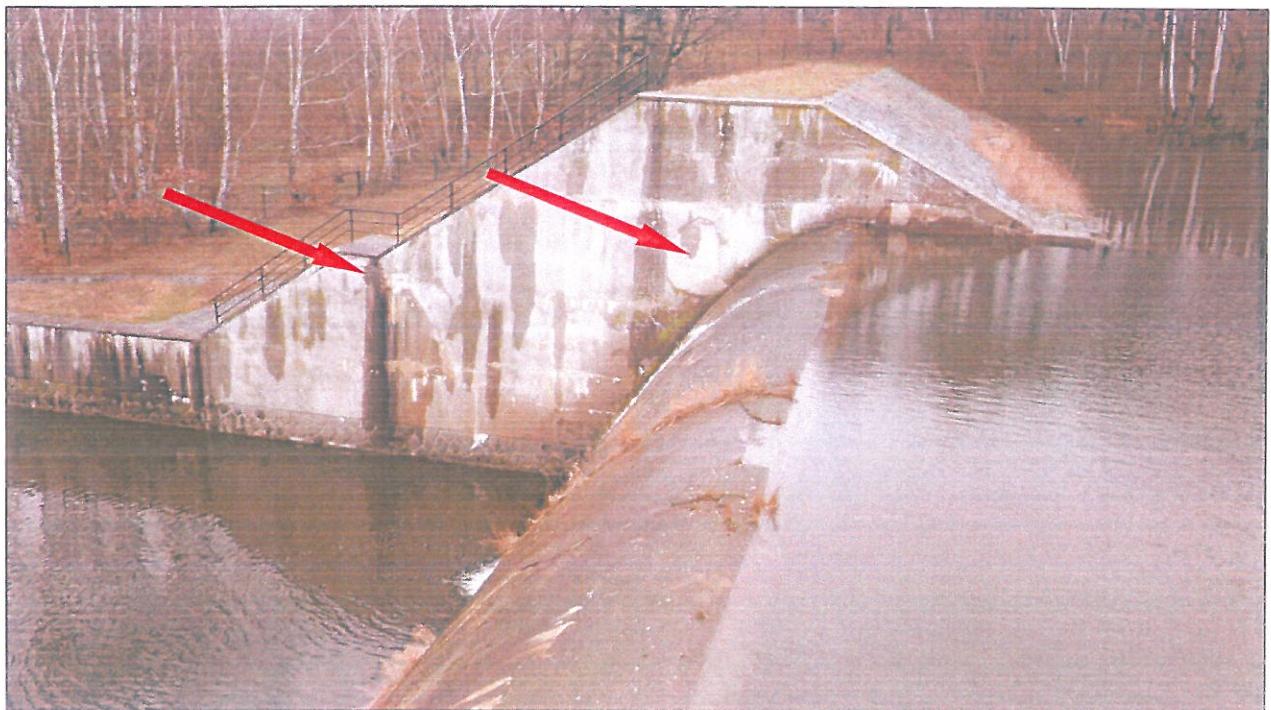
Obr. č. 14: Poruchy na levé boční stěně nátoku na spodní výpust a VE.

FOTODOKUMENTACE PORUCH

Vzdušní líc funkčního objektu

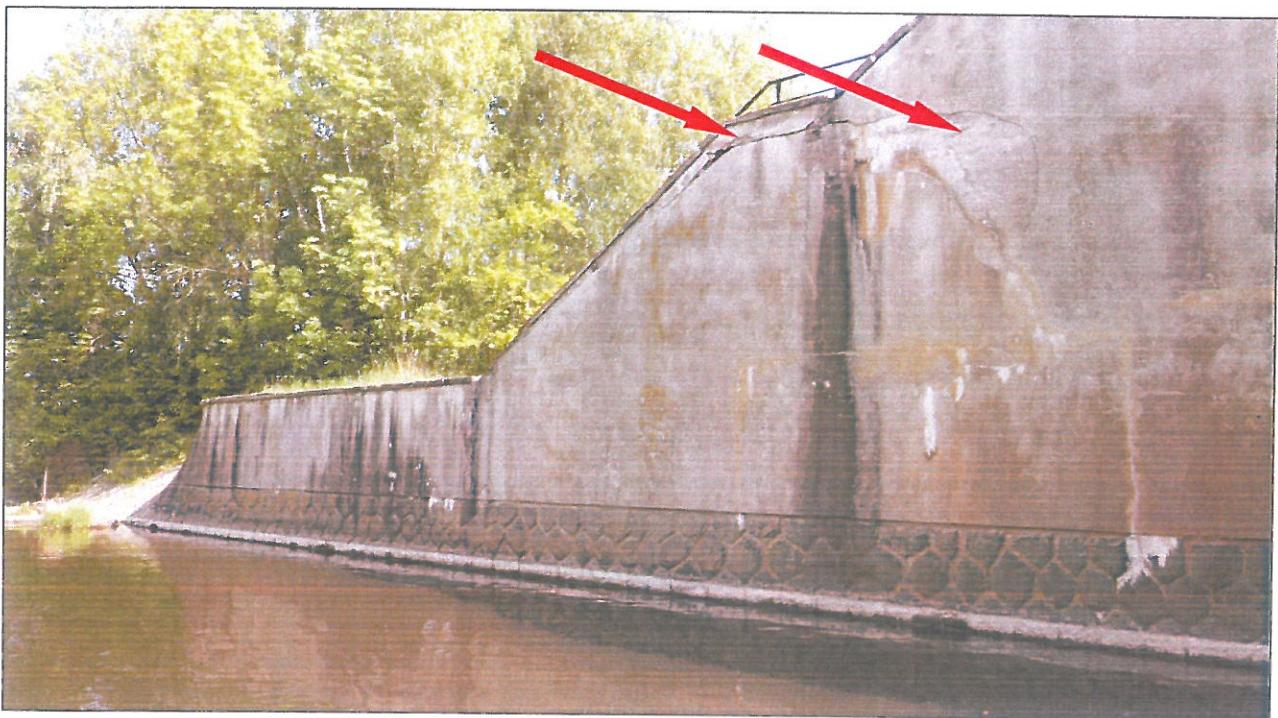


Obr. č. 1: Celkový pohled na funkční objekt ve směru proti vodě.

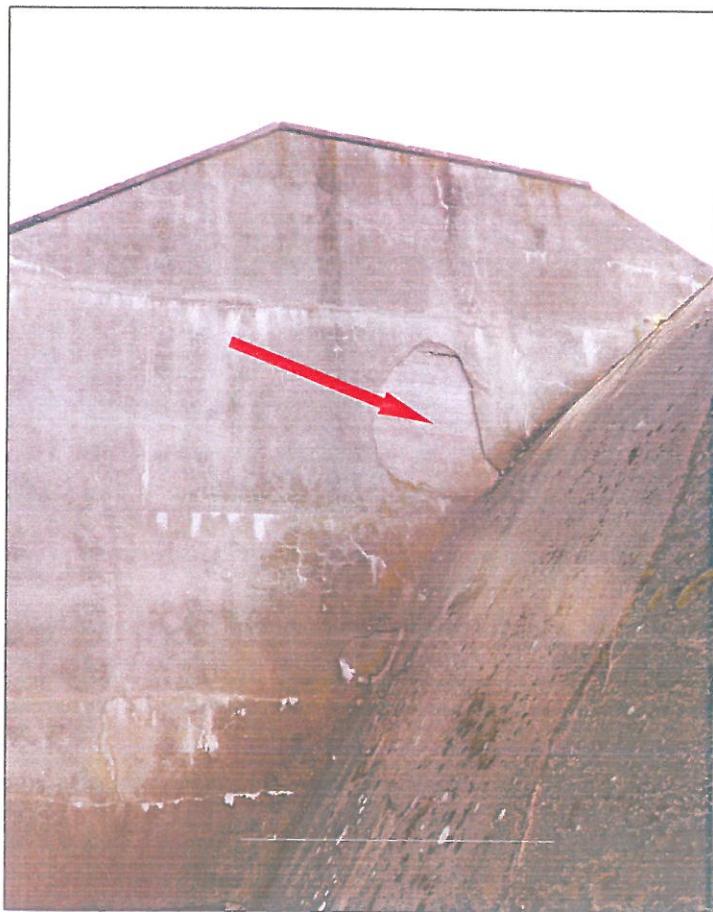


Obr. č. 2: Pravá boční stěna – poruchy, trhliny a chybějící vrstvy betonu.

FOTODOKUMENTACE PORUCH



Obr. č. 3: Pravá boční stěna – porucha koruny zdi, poruchy na pracovní spáře.



Obr. č. 4: Pravá boční stěna – chybějící povrchové vrstvy reprofilovaného betonu.

FOTODOKUMENTACE PORUCH



Obr. č. 5: Pravý přelivný blok – poruchy na pracovní spáře, odpadlé kusy betonu.



Obr. č. 6: Pravý přelivný blok – odloupnuté vrstvy betonu.

FOTODOKUMENTACE PORUCH



Obr. č. 7: Poruchy v okolí dilatační spáry, ze které vyrůstá vegetace.

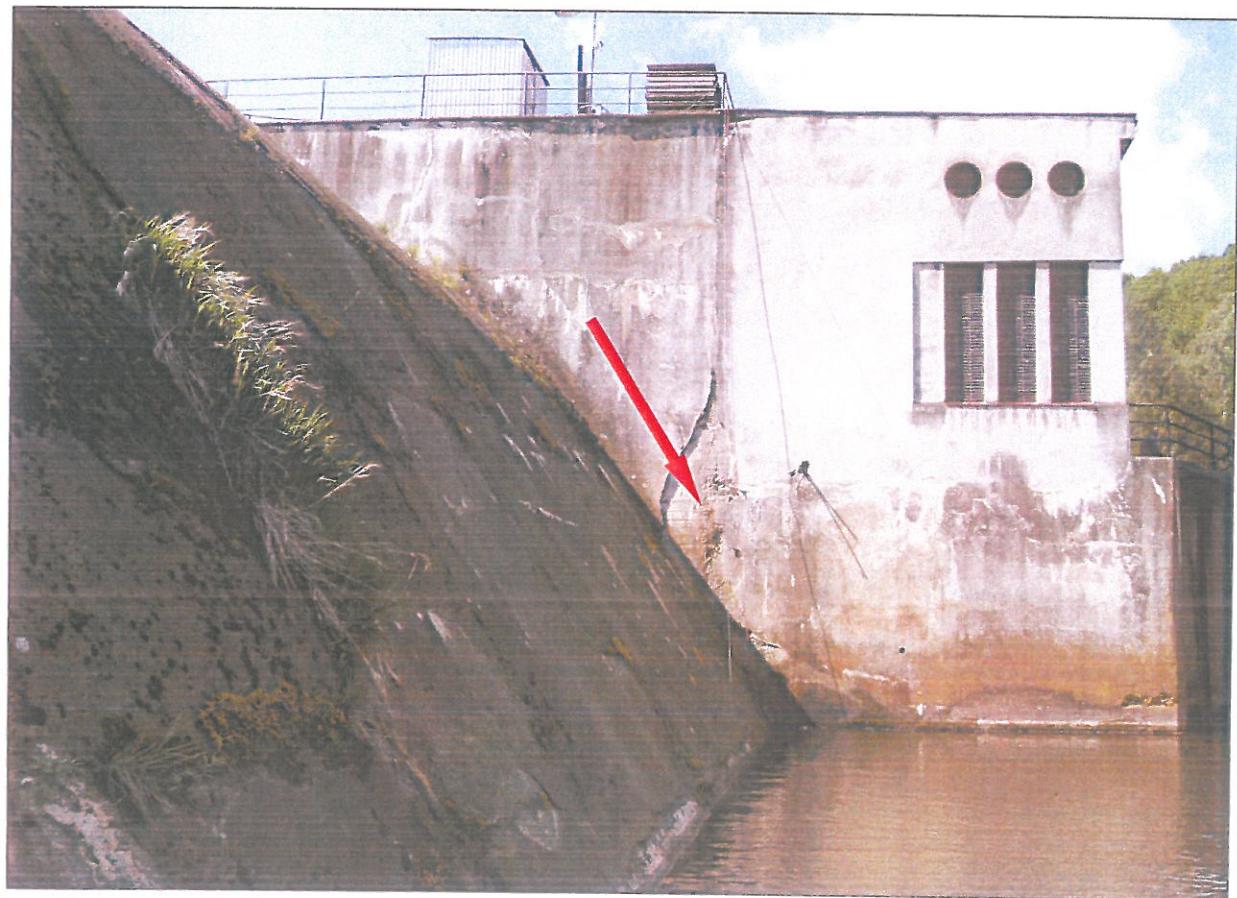


Obr. č. 8: Levý přelivný blok – poruchy přelivné plochy.

FOTODOKUMENTACE PORUCH

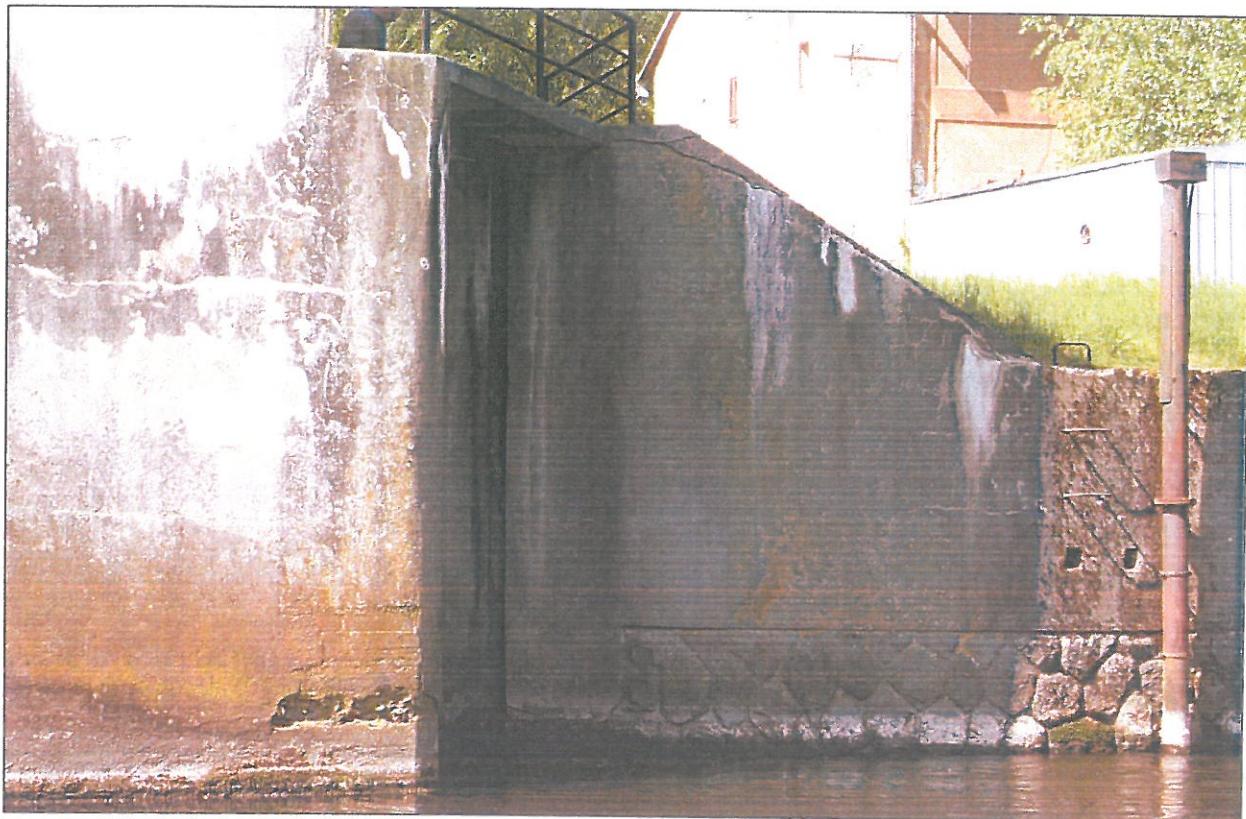


Obr. č. 9: Levá boční stěna BP – poruchy, trhliny a odloupnuté vrstvy betonu.



Obr. č. 10: Levá boční stěna BP – poruchy, trhliny a odloupnuté vrstvy betonu.

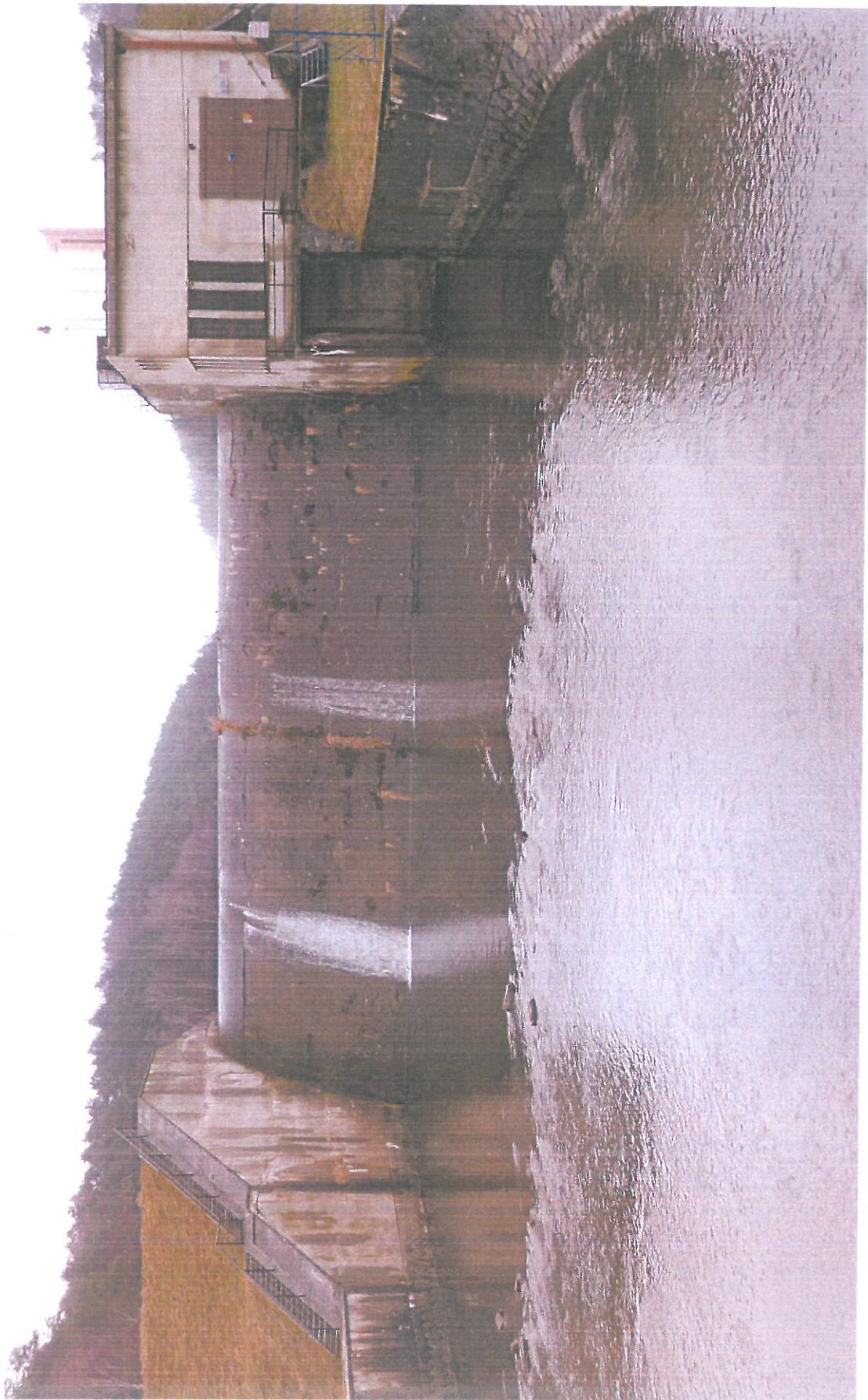
FOTODOKUMENTACE PORUCH



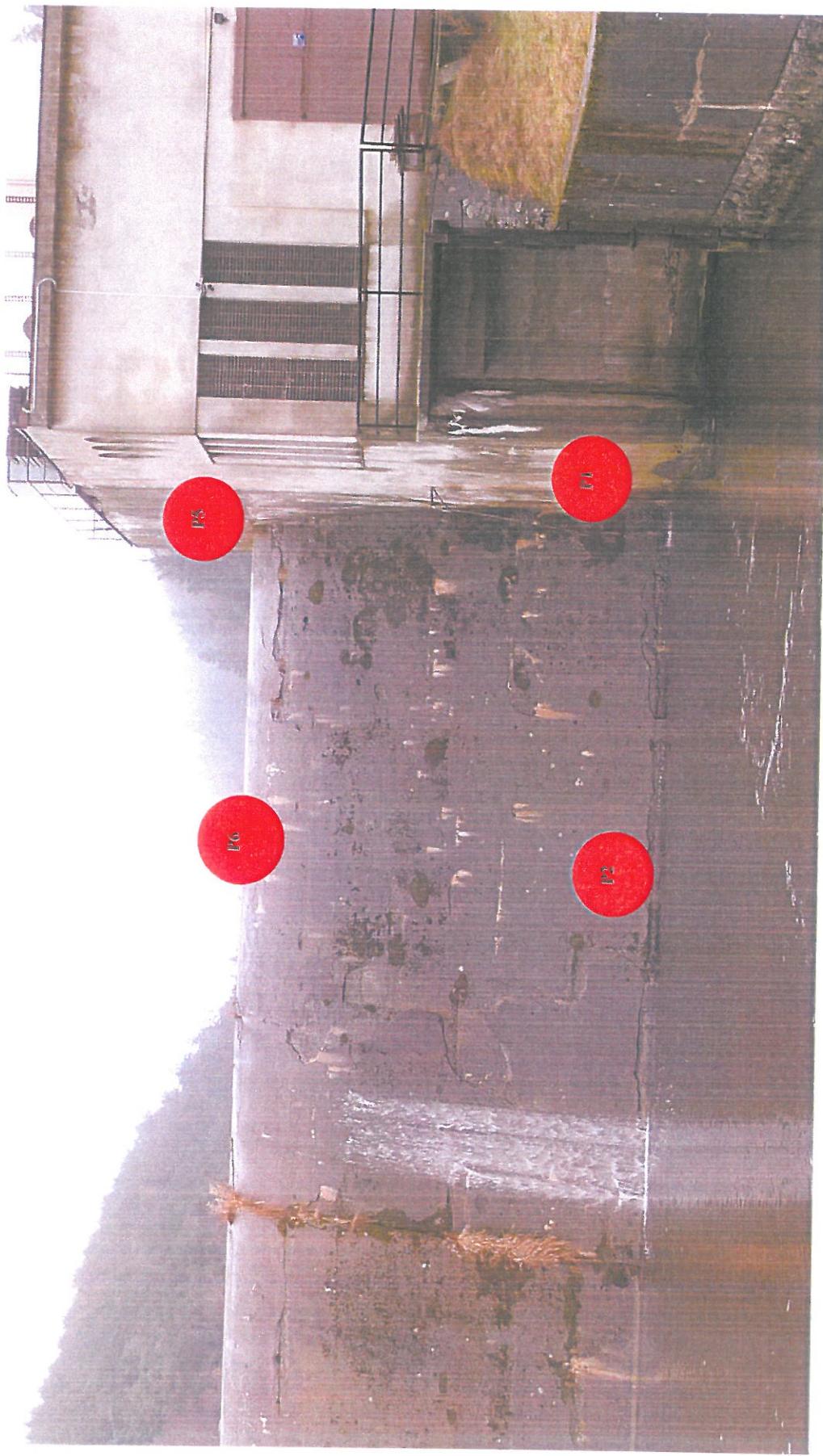
Obr. č. 11: Levá boční stěna – výtok ze spodní výpusti. Drobné poruchy ostění.



Obr. č. 12: Levá boční nábřežní stěna pod výtokem ze spodní výpusti. Drobné poruchy ostění.



Obr. č. 1: Celkový pohled na přelivný objekt proti vodě.

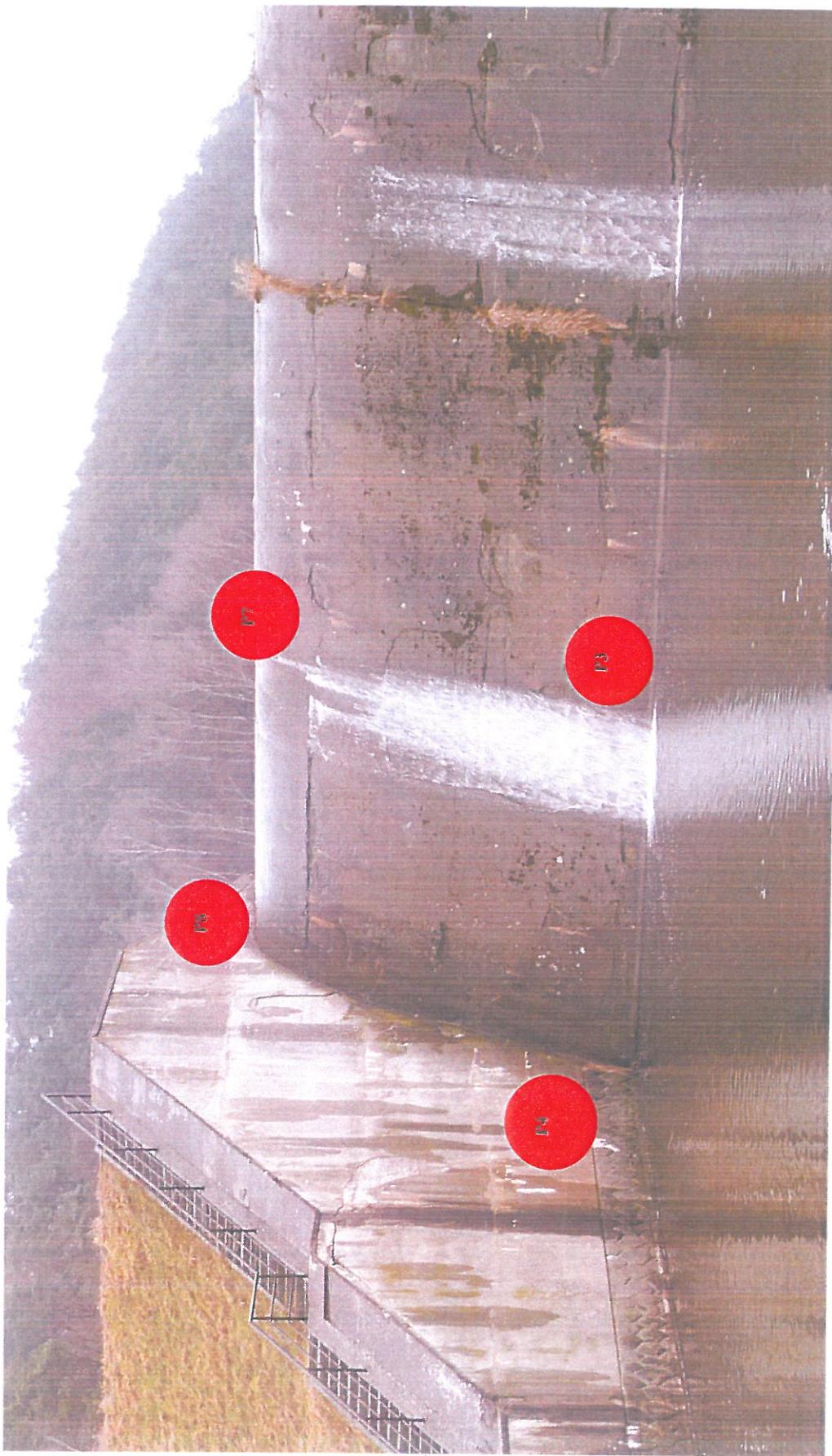


P1 – vodorovný vrt, levá boční zeď bezpečnostního přelivu (BP).

P2 – ukloněný vrt, kolmý na přelivnou plochu BP.

P5 – vodorovný vrt, levá boční zeď bezpečnostního přelivu BP.

P6 – svíšký vrt, na hraně přelivné plochy BP.



P3 – ukloněný vrt, kolmý na přelivnou plochu BP.

P4 – vodorovný vrt, pravá boční zed' BP.

P7 – svislý vrt, na hraně přelivné plochy BP.

P8 – vodorovný vrt, pravá boční zed' BP.



Jádrové vývrty

- P1 – vodorovný vrt, levá boční zed' bezpečnostního přelivu (BP).
- P2 – ukloněný vrt, kolmý na přelivnou plochu BP.
- P3 – ukloněný vrt, kolmý na přelivnou plochu BP.
- P4 – vodorovný vrt, pravá boční zed' BP.
- P5 – vodorovný vrt, levá boční zed' bezpečnostního přelivu BP.
- P6 – svislý vrt, na hraně přelivné plochy BP.
- P7 – svislý vrt, na hraně přelivné plochy BP.
- P8 – vodorovný vrt, pravá boční zed' BP.
- P9 – vodorovný vrt, levá boční zed' nátoku na vodní elektrárnu na levé straně BP.



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

KLOKNERŮV ÚSTAV
Šolínova 7, 166 08 Praha 6 – Dejvice

**Expertní zpráva č.
1500J181**

Datum vydání zprávy

18. června 2015

Oddělení KÚ

Experimentální
tel. +420 224 353 537

Objednatel: VODNÍ DÍLA – TBD a.s.
Ing. David Kapko
Hybernská 1617/40,
110 00 Praha 1

Expertní zpráva:

Stanovení charakteristik materiálů odebraných v rámci akce:
„VD Práčov“

Vypracoval:	Ing. Tomáš Mandlík <i>M.</i>	
Spolupráce:	Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D <i>D. Dobiáš</i> Jan Rehoř Pavel Borodáč Tomáš Gigl	
Odpovědný řešitel:	Ing. Tomáš Mandlík <i>T.M.</i>	
Vedoucí oddělení:	Doc. Ing. Jiří Kolisko, Ph.D. <i>J.K.</i>	
Ředitel KÚ:	Doc. Ing. Jiří Kolisko, Ph.D. <i>J.K.</i>	
Výtisk číslo:	Rozdělovník:	
(1) 2 3 4	Objednatel: 3x Archiv KÚ: 1x	ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ v Praze Kloknerův ústav 166 08 Praha 6, Šolínova 7 (1)

Zpráva může být reprodukována pouze jako celek. Části zprávy mohou být reprodukovány, publikovány nebo jinak použity pouze na základě písemného souhlasu ředitele Kloknerova ústavu.

ANOTACE

Zpráva uvádí výsledky stanovení charakteristik materiálů z jádrových vývrtů odebraných v rámci akce: „**VD Práčov**“.

Zprávu zpracovali pracovníci ČVUT v Praze, Kloknerův ústav, který je zapsán v seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost dle ustanovení §21 odst. 3, zákona č. 36/1967 Sb. a vyhlášky č. 37/1967 Sb., ve znění pozdějších předpisů, uveřejněném v Ústředním věstníku ČR, ročník 2004, částka 2, ze dne 14.10.2004, přílohy ke sdělení Ministerstva spravedlnosti ze dne 13.7.2004, č.j. 228/203-Zn.

Laboratoř KÚ č. 1061 je akreditována Českým Institutem pro akreditaci s předmětem akreditace: Mechanicko-fyzikální a reologické vlastnosti stavebních materiálů, statické a dynamické zkoušky stavebních konstrukcí součástí a prvků včetně vyšetřování dynamických účinků na konstrukce. Platnost osvědčení do 17. 5. 2018

Klíčová slova: vývrt, objemová hmotnost, pevnost v tlaku, pevnost v tahu, nasákovost, alkalicko – křemičitá reakce (ASR)

OBSAH:

1. ÚVOD	3
2. PODKLADY	3
3. POSTUP PRACÍ A VÝSLEDKY	3
3.1 POPIS ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ	3
3.2 DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY BETONU V TLAKU	7
3.3 PEVNOST V PROSTÉM TAHU	8
3.4 ZKOUŠKY PŘÍDRŽNOSTI K PODKLADU V PROSTÉM TAHU	10
3.5 STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI BETONU	11
3.6 ZJIŠŤOVÁNÍ ALKALICKO-KŘEMIČITÉ REAKCE POMOCÍ URANYLACETÁTOVÉ ZKOUŠKY	12
3.7 STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI	15
3.8 SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK	16

1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti VODNÍ DÍLA – TBD a.s. provedli pracovníci Kloknerova ústavu ČVUT Praha na dodaných jádrových vývrtech fyzikálně-mechanické zkoušky materiálu. Vývrty byly odebrány objednatelem v rámci akce „VD Práčov“.

V rámci zkoušek bylo provedeno:

- vizuální prohlídka a popis vývrtů,
- stanovení objemové hmotnosti,
- stanovení pevnosti v tlaku,
- stanovení pevnosti v tahu,
- stanovení nasákovosti,
- stanovení alkalicko – křemičité reakce (ASR).

Účelem zkoušek bylo získat obraz o mechanicko-fyzikálních vlastnostech materiálů a poskytnout podklad pro případný návrh opravy či posouzení konstrukce. Zkoušky proběhly v laboratořích Kloknerova ústavu v červnu 2015.

2. PODKLADY

- [1] ČSN EN 12504-1 – Zkoušení betonu v konstrukcích - Část 1: Vývrty - Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku
- [2] ČSN EN 12390-3 – Zkoušení ztvrdlého betonu. Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
- [3] Dohnálek, J.: Kontrola pevnosti betonu ve stavební konstrukci. Úspora cementu při výstavbě betonových konstrukcí – studijní texty, ČSVTS, Praha 1983
- [4] ČSN EN 13791 – Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích
- [5] ČSN EN 12390-7 – Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu;
- [6] ČSN 73 1318 – Stanovení pevnosti betonu v tahu
- [7] ČSN 73 1316 – Stanovení vlhkosti, nasákovosti a vzlínavosti betonu (norma zrušena)
- [8] Modrý, S. Reakce kameniva s alkáliimi v betonu. Praha: Sekurkon, 1999. ISBN 80-2384313-3.
- [9] SHRP-C/FR-91-101 handbook For The Identification of Alkali-Silica Reactivity in Highway Structures, National Research Council, Washington, D.C. 1991.
- [10] AASHTO T 299-93 (2004) Standard Method of Test for Rapid Identification of Alkali-Silica Reaction Products in Concrete
- [11] ČSN 73 2577 – Zkouška přídržnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí k podkladu.
- [12] Podklady od objednatele.

3. POSTUP PRACÍ A VÝSLEDKY

3.1 POPIS ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ

Pro zkoušky byly do KÚ zástupcem objednatele dne 5. 6. 2015 dodány vývrty odebrané objednatelem v rámci akce „VD Práčov“. Vývrty označené P1 až P9 byly prohlédnuty a vyfotografovány (viz foto 1 – 3) a připraveny pro předepsané zkoušky. Výsledky vizuální prohlídky jsou zaznamenány v tabulce 1. Místa odběru vzorků jsou uvedena v tabulce 2.

Tabulka 1: Popis vývrtů

Označení vývrtu	délka /průměr vývrtu [mm]	Popis struktury betonu
P1	335/Ø100	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 45 mm a HDK max. velikost zrna do 60 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 10 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) hladká Ø12/95 mm. Na čele vývrtu zachyceny zbytky mechu.
P2	315/Ø100	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 75 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 9 mm. Na čele vývrtu zachyceny zbytky mechu. Do hl. 13 mm jemnozrná malta.
P3	270/Ø100	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 40 mm a HDK max. velikost zrna do 60 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 12 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) hladká Ø6/55 mm, hladká Ø6/55 mm, hladká Ø6/55 mm. Na čele vývrtu jemnozrný beton do hl. až 15 mm. V hl. 50 mm zřejmě otisk výztuže – nelze blíže specifikovat.
P4	300/Ø100	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 35 mm a HDK max. velikost zrna do 75 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 14 mm. Na čele vývrtu zachycen posyp z písku. V hl. 50 a 250 mm zaznamenána změna barvy betonu. V hl. 280 mm zaznamenán pór se dřevem o průměru 12 mm.
P5	405/Ø104	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 95 mm a HDK max. velikost zrna do 50 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 8 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) hladká Ø10/40 mm, hladká Ø7/390 mm. Na čele vývrtu jemnozrná malta do hl. 7 mm. V hl. 400 mm zachycena dutina o průměru 23 mm.
P6 (4 ks)	cca 400/Ø104 (čelo-15, P6/1-35, P6/2- 140,P6/3-120)	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 55 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 20 mm. Na části vývrtu P6/2 zachycena příčná trhlina v hl. 15 mm š. 0,1 mm a dl. 75 mm, v hl. 80 mm příčná trhlina š. 0,1 mm po celém obvodu vývrtu. Na části vývrtu P6/2 od hl. 130 mm špatně zhuňený beton – dutiny průměru až 40 mm.
P7 (3 ks)	cca 390/Ø104 (P7/1-75, úlomky betonu-cca 100, P7/2- 210)	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 90 mm a HDK max. velikost zrna do 40 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 8 mm. U části vývrtu P7/1 na čele vývrtu zbytky mechu, po celém obvodu vzorku P7/1 několik příčných trhlin š. 0,1 – 1 mm. Od hl. 75 mm úlomky betonu dl. až 80 mm. U části vývrtu P7/2 zaznamenána změna barvy betonu od hl. 60 mm.
P8	390/Ø104	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 30 mm a HDK max. velikost zrna do 100 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 15 mm.
P9	410/Ø104	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 70 mm a HDK max. velikost zrna do 70 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 8 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) hladká Ø14/60 mm. Na čele vývrtu zbytky mechu a jemnozrná malta do hl. 5 mm. V hl. 390 mm zachycen zřejmě otisk dřeva o průměru 6 mm a dl. 30 mm.

Tabulka 2: Poloha odebraných vzorků

Ozn. vzorku	Místo odběru zkušebního vzorku
P1	Vodorovný vrt, levá boční zeď bezpečnostního přelivu.
P2	Ukloněný vrt, kolmý na přelivnou plochu bezpečnostního přelivu.
P3	Ukloněný vrt, kolmý na přelivnou plochu bezpečnostního přelivu.
P4	Vodorovný vrt, pravá boční zeď bezpečnostního přelivu.
P5	Vodorovný vrt, levá boční zeď bezpečnostního přelivu.
P6	Svislý vrt na hraně přelivné plochy bezpečnostního přelivu.
P7	Svislý vrt na hraně přelivné plochy bezpečnostního přelivu.
P8	Vodorovný vrt, pravá boční zeď bezpečnostního přelivu.
P9	Vodorovný vrt, levá boční zeď nátoku na vodní elektrárnu na pravé straně bezpečnostního přelivu.



Foto 1: Celkový pohled na vývrty P1 až P3



Foto 2: Celkový pohled na vývrty P4 až P6



Foto 3: Celkový pohled na vývrty P7 až P9

3.2 DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY BETONU V TLAKU

Provedení zkoušky : 10. 6. 2015
 Značení vzorků : viz tabulka 1 až 3
 Identifikace vzorků : Zkoušeny byly vývrt o cca \varnothing 100 a 104 mm
 výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce 3
 Úprava vzorků : zaříznuty diamantovým kotoučem
 Koncování : ano, směsí síry a plnív
 Zatěžovací stroj : WPM 1000 kN, metrologické číslo S 07 012 M
 Prostředí zkoušky : teplota 20°C, vlhkost 47 %
 Provedl : Pavel Borodáč

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly odebrány jádrové vývrtky \varnothing 100 a 104 mm. V laboratoři byly vývrtky zaříznuty a zakoncovány směsí, jejímž pojivem je síra. Před koncováním byly vývrtky změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost betonu. Takto připravené vzorky byly zkoušeny v zatěžovacím stroji WPM 1000 kN, metrologické číslo S 07 012 M. Odběry jádrových vývrtů a zkoušky vzorků byly provedeny dle ČSN EN 12504-1 [1].

Válcové pevnosti betonu $f_{c, core}$ zjištěné na vývrtech je nutné převést na krychelné pevnosti $f_{c, cube}$, které odpovídají pevnostem na krychli základních rozměrů, tj. krychli s délkou hrany 150 mm. Převod se provede dle ČSN EN 12390-3, změna Z1, příloha NA [2].

Nejprve se provede převod na vývrtech zjištěných válcových pevností betonu $f_{c, core}$ na válcové pevnosti betonu $f_{c, cyl}$, které odpovídají pevnostem betonu na válcích základních rozměrů, tj. na válcích o průměru 150 mm a výšce 300 mm, dle vztahu:

$$f_{c, cyl} = \kappa_{c, cyl} \cdot \kappa_{d, cyl} \cdot f_{c, core}$$

$\kappa_{c, cyl}$ je opravný součinitel štíhlosti dle ČSN EN 12390-3 [2] v závislosti na štíhlostním poměru $\lambda = h / d$ (kde h je výška vývrtu a d je průměr vývrtu); pro $1 \leq \lambda < 2$,

$\kappa_{d, cyl}$ je experimentálně stanovený převodní součinitel v závislosti na průměru vývrtu dle diagramu vypracovaného v KÚ ČVUT [3].

Válcové pevnosti betonu $f_{c, cyl}$, které odpovídají pevnostem betonu na válcích základních rozměrů, se následně převedou na krychelné pevnosti $f_{c, cube}$, které odpovídají pevnostem betonu na krychlích základních rozměrů dle vztahu:

$$f_{c, cube} = \kappa_{cyl, cube} \cdot f_{c, cyl}$$

$\kappa_{cyl, cube}$ je převodní součinitel pevností betonu na válcích základních rozměrů na krychelné pevnosti betonu na krychlích základních rozměrů dle ČSN EN 12390-3 [2].

Při provádění zkoušek vývrtů je nutné sledovat i způsob porušení vzorků, tj. aby skutečně došlo k porušení tlakem a nikoli smykem či přičným tahem. Nesprávně porušená tělesa vykazují obvykle velmi nízké pevnosti a takové výsledky se vyřazují z vyhodnocení.

Posouzení krychelné, resp. válcové charakteristické pevnosti betonu v tlaku $f_{ck, cube}$, resp. $f_{ck, cyl}$ v konstrukci zkoušením vývrtů bylo provedeno dle ČSN EN 13791 [4].

Tabulka 3: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech

Výrt	Ozn. zk. vzorku	Příměr vzorku	Výška vzorku	Výška vzorku po zakoncování	Hmotnost	Objem hmot.	Max tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrchu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr λ	Opravný součinitel (štíhlost) K_c, cyl	Převodní součinitel (průměr) K_d, cyl	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $K_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m³]	[kN]	[MPa]	[–]	[–]	[–]	[MPa]	[–]	[MPa]
P4	P4-B	100,3	103,3	107,4	1934	2370	495,0	62,6	1,071	0,872	0,950	51,9	1,220	63,3
P5	P5-B	104,9	104,0	108,7	2033	2270	396,0	45,8	1,036	0,862	0,955	37,7	1,239	46,7
P8	P8-A	104,8	104,0	108,4	2105	2350	429,0	49,7	1,034	0,862	0,955	40,9	1,235	50,5

Vysvětlivky k tabulce:

Zkušební vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrutu (max. 1 : 3).

Nejistota měření:

Rozšířená nejistota měření pevnosti v tlaku je 2,0 MPa.

Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti je 20 kg/m³.

Standardní nejistota odpovídá jedné směrodatné odchylce a byla vypočtena jako kombinovaná. Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena s použitím koeficientu rozšíření k=2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95%.

3.3 PEVNOST V PROSTÉM TAHU

- Provedení zkoušek : 11. 6. 2015
 Značení vzorků : viz tabulka 1,2 a 4
 Úprava vzorků : zaříznuty diamantovým kotoučem
 čela osazena ocelovou zkušební deskou přilepenou k povrchu epoxidovým tmelem Sikadur 31N (Sika).
 Zatěžovací stroj : WPM 500 kN, metrologické číslo S 07 011 M
 Prostředí zkoušky : teplota 20°C, vlhkost 47 %
 Provedl : Pavel Borodáč

Velikost mezního napětí v tahu se vypočte ze vztahu:

$$f_{ct} = \frac{F}{A} \chi_t$$

kde: f_{ct} = napětí v tahu (MPa)

F = zatěžovací síla při porušení vzorku (N)

A = zatěžovaná plocha (mm²) - stanovuje se měřením

χ_t = převodní součinitel pevnosti v prostém tahu s ohledem na štíhlost tělesa (-)

Tahové zkoušky byly prováděny na zkušebních tělesech, která byla osazena ocelovými zkušebními deskami. V jejich středu je závit pro upnutí táhel do trhacího stroje WPM 500 kN. Desky byly k povrchu lepeny epoxidovým tmelem dne 10. 6. 2015. Po vytvrzení, byly zkušební vzorky vkládány do stroje WPM 500 kN a byla provedena tahová zkouška dne 11. 6. 2015.

Zkoušky byly provedeny na 3 zkušebních tělesech. Vzorky byly zkoušeny za přirozené vlhkosti, tj. uložení cca 4 dní v NLP. Před zkouškou byly vzorky měřeny a váženy. Při zkoušce byla zaznamenána lomová plocha, která je na fotografií 4.

Tabulka 4 : Pevnosti v prostém tahu

Vývrt	Označení vzorku	Rozměry		Štíhlostní poměr	Hmotnost [g]	Objemová hmotnost [kg.m ⁻³]	Pevnost v tahu $f_{ct,cyl}$		Součinitel χ přepočtu dle štíhlostního poměru	Pevnost v tahu po zahrnutí vlivu štíhlosti $f_{ct} = f_{ct,cyl} \cdot \chi$ [MPa]
		l [mm]	průměr [mm]				Síla [kN]	Napětí [MPa]		
P2	P2-A	204,8	100,1	2,05	3730	2320	13,3	1,68	1,00	1,68
P5	P5-C	207,4	104,9	1,98	4115	2300	24,5	2,84	1,00	2,84
P9	P9	208,1	104,9	1,98	4042	2250	26,3	3,04	1,00	3,04

Pozn.:

a) Vzorek P2-A porušen na rozhraní beton/beton, v hloubce cca 90 mm od čela vývrtu.

b) Vzorek P5-C porušen na rozhraní beton/beton, v hloubce cca 70 mm od čela vývrtu.

c) Vzorek P9 porušen na rozhraní beton/beton, v hloubce cca 50 mm od čela vývrtu.

Nejistota měření:

Rozšířená nejistota měření pevnosti v tahu je 0,2 MPa.

Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti je 20 kg/m³.

Standardní nejistota odpovídá jedné směrodatné odchylce a byla vypočtena jako kombinovaná. Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena s použitím koeficientu rozšíření k=2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95%.

**Foto 4: Vývrt P2-A, P5-C a P9 po zkoušce v prostém tahu**

3.4 ZKOUŠKY PŘÍDRŽNOSTI K PODKLADU V PROSTÉM TAHU

Datum zkoušky : 10. 6. – 12. 6. 2015
 Zkoušku provedl : Tomáš Gigl
 Zkušební vzorky : čelo vývrtu o cca \varnothing 100 a 104 mm
 Prostředí zkoušky : teplota 20°C, vlhkost 49 %,
 Zatěžovací stroj : Odtrhový přístroj DYNA Z 15, metrologické číslo S07 017 M

Principem zkoušky přídržnosti k podkladu v prostém tahu je změření max. síly, při které dojde k odtržení zkušebního terče velikosti 50 x 50 mm nalepeného na povrch zkušebního vzorku. Čela vzorků byla v místě obvodu zkušebních terčů proříznuta do hloubky cca 5 mm, následně byly po očištění čel nalepeny na určené místo zkušební terče.

Na základě zjištěné max. síly se stanoví hodnota přídržnosti betonu k podkladu.

Velikost mezního napětí v tahu se vypočte ze vztahu $R_t = F / A$,

kde: R_t je napětí v tahu [MPa]
 F je zatěžovací síla při porušení [N]
 A je plocha zkušebního terče [mm^2]

Výsledky provedených zkoušek přídržnosti k podkladu v prostém tahu jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5: Výsledky zkoušek přídržnosti k podkladu v prostém tahu

Označení vzorku (čelo vývrtu)	Plocha terče	Zatěžovací síla	Napětí	Místo porušení
	[mm^2]	[KN]	[MPa]	
P1	2500	8,9	3,6	beton/beton
P4-A	2500	7,5	3,0	beton/beton
P5-A	2500	9,0	3,6	beton/beton

Pozn.:

- a) Zkušební vzorek P1 byl porušen v hloubce cca 4 mm od čela vývrtu.
- b) Zkušební vzorek P4-A byl porušen v hloubce cca 13 mm od čela vývrtu.
- c) Zkušební vzorek P5-A byl porušen v hloubce cca 6 mm od čela vývrtu.

Nejistota měření:

Rozšířená nejistota měření pevnosti v tahu je 0,2 MPa.

Standardní nejistota odpovídá jedné směrodatné odchylce a byla vypočtena jako kombinovaná. Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena s použitím koeficientu rozšíření $k=2$, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95%.

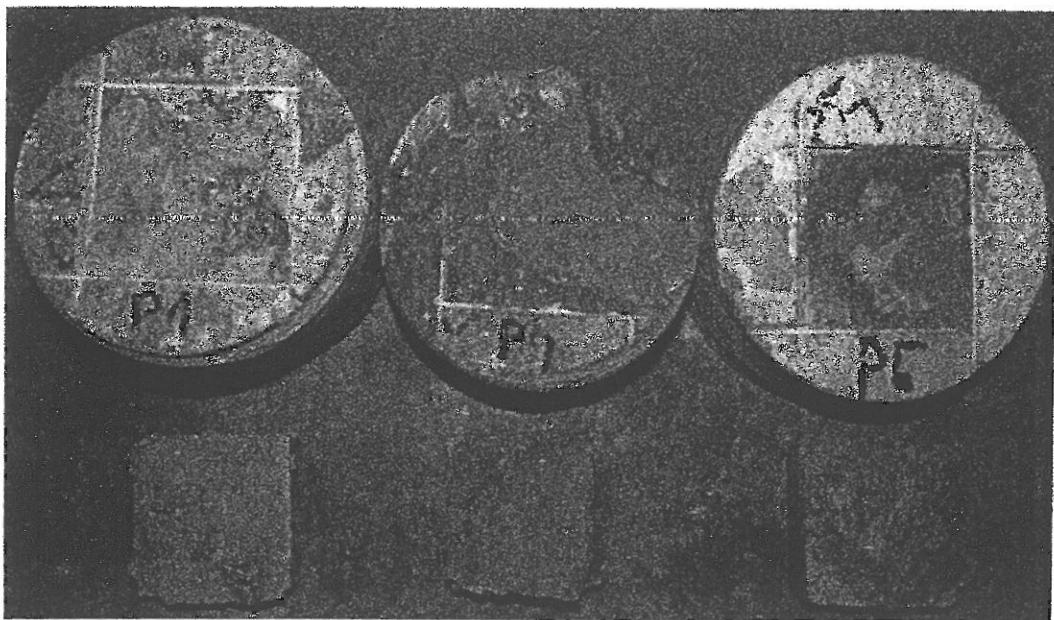


Foto 5: Vývrtky P1, P4-A a P5-A po zkoušce v prostém tahu

3.5 STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI BETONU

Datum zkoušky : 8. - 16. 6. 2015
 Zkoušku provedl : Ing. Tomáš Mandlík
 Zkušební vzorky : odřezky jádrových vývrtů o cca \varnothing 100 mm
 Prostředí zkoušky : teplota 20°C, vlhkost 49 %,
 Zatěžovací stroj : Sušárna HS 202 metrologické číslo P 10 001 T
 Váhy KERN 101 kg metrologické číslo P 04 008 M

Výpočet nasákovosti proveden dle vztahu:

$$N_i = \frac{m_n - m_s}{m_s} * 100 \quad [\%]$$

kde: m_n je hmotnost vzorku nasáklého vodou do ustálené hmotnosti v g,
 m_s je hmotnost vysušeného vzorku v g.

Tabulka 6: Stanovení objemové hmotnosti a nasákovosti betonu

Označení vzorků	Hmotnost nasycené [g]	Hmotnost hydrostaticky vážené [g]	Hmotnost vysušené [g]	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení [kg.m^{-3}]	Nasákovost [%]
P2-B	1444	820	1374	2310	5,1
P3	1152	673	1117	2400	3,1
P7/1	1267	697	1166	2220	8,7
P7/2	1688	963	1625	2320	3,9

Nejistota měření:

Rozšířená nejistota měření nasákovosti je 1,0 %.

Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti je 20 kg/m^3 .

Standardní nejistota odpovídá jedné směrodatné odchylce a byla vypočtena jako kombinovaná. Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena s použitím koeficientu rozšíření $k=2$, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95%.

3.6 ZJIŠŤOVÁNÍ ALKALICKO-KŘEMIČITÉ REAKCE POMOCÍ URANYLACETÁTOVÉ ZKOUŠKY

Datum zkoušky : 10. 6. 2015
 Zkoušku provedl : Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D,
 Ing. Tomáš Mandlík
 Zkušební vzorky : odřezky jádrových vývrtů P6 a P8
 Prostředí zkoušky : teplota 22°C, vlhkost 49 %,

Alkalicko-křemičitá reakce (ASR) nastává v betonu/maltě tehdy, když alkálie z cementu, příp. dalších složek betonu/malty, nebo z vnějších zdrojů reagují s oxidem křemičitým obsaženým v určitých druzích kameniva za vzniku gelu alkalických silikátů. Typickou vlastností tohoto gelu je, že absorbuje vodu a nabývá na objemu. Toto nabývání může být pak přičinou vzniku trhlin v zrnech kameniva a betonu/malty a konečně i přičinou rozpadu betonu [8].

Aby tzv. alkalická reakce nastala, je nezbytné naplnění tří podmínek [8]:

- přítomnost dostatečného množství alkálií v betonu,
- přítomnost reaktivního kameniva v betonu,
- přítomnost dostatečného množství vlhkosti.

Uranylacetátová zkouška

Na rozloženém vývrtu bylo provedeno zjišťování možné přítomnosti alkalicko-křemičité reakce v betonu/maltě pomocí uranylacetátové zkoušky. Zkouška byla rovněž provedena na referenčním vzorku, u kterého máme přítomnost alkalicko-křemičité reakce prokázanou. Při této zkoušce se zjišťuje přítomnost reakčního produktu alkalicko-silikátové reakce (ASR) a to ASR gelu.

Tento gel je tvořen v podstatě z oxidu křemičitého, alkálií (sodíku a draslíku), vápníku a vody. Hlavně gel, který absorbuje vodu, rozhoduje o objemových změnách souvisejících s ASR. Gel se může vyskytovat ve velkém či malém množství v kamenivu, dutinách kameniva, vzduchových dutinách, prasklinách a na vnějších površích betonu/malty. Po nanesení uranyl acetátového roztoku na povrch obsahující gel iont uranylu nahrazuje alkálii v gelu, a tím začne vydávat charakteristické žluto zelené zabarvení, je-li pozorován ve tmě pod ultrafialovém záření s vlnovou délkou 254 nm. ASR gel fluoreskuje mnohem jasněji než cementová kaše vlivem větší koncentrace alkálií a následně iontů uranylu v gelu [8, 9]. Uranylacetátová zkouška byla provedena podle postupu uvedenému v AASHTO T 299-93 [10].

Při zkoušce byl vývrt rozložen na dvě poloviny, aby byla vytvořena čerstvá lomová plocha. Tato lomová plocha byla opláchnuta vodovodní vodou a na povrch byl nanesen roztok uranylacetátu. Po působení roztoku 3-5 minut byl povrch lomové plochy opět opláchnut vodovodní vodou. Následně byl povrch malty prohlížen v temné komoře pod UV zářením (byla použita UV lampa s vlnovou délkou 254 nm).

Při osvitu UV zářením by se přítomnost ASR gelu projevilo tak, že gel žluto zeleně fluoreskuje. Vzorky před a po zkoušce zjišťování přítomnosti ASR viz fotodokumentace.

Výsledek zkoušky vývrstu P6 byl zřejmě negativní, tedy alkalicko-křemičitá reakce ve vzorku betonu nebyla jednoznačně prokázána, avšak některá zrna kameniva vykazovala možnou přítomnost ASR (viz označení na foto 6 a 7).

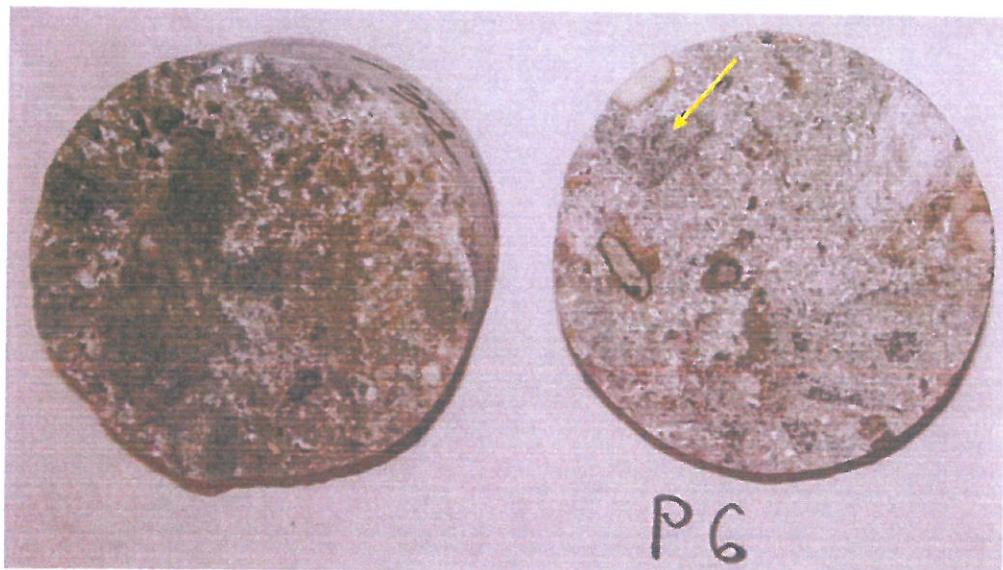


Foto 6: Celkový pohled na části vzorku P6 před zkouškou na přítomnost ASR

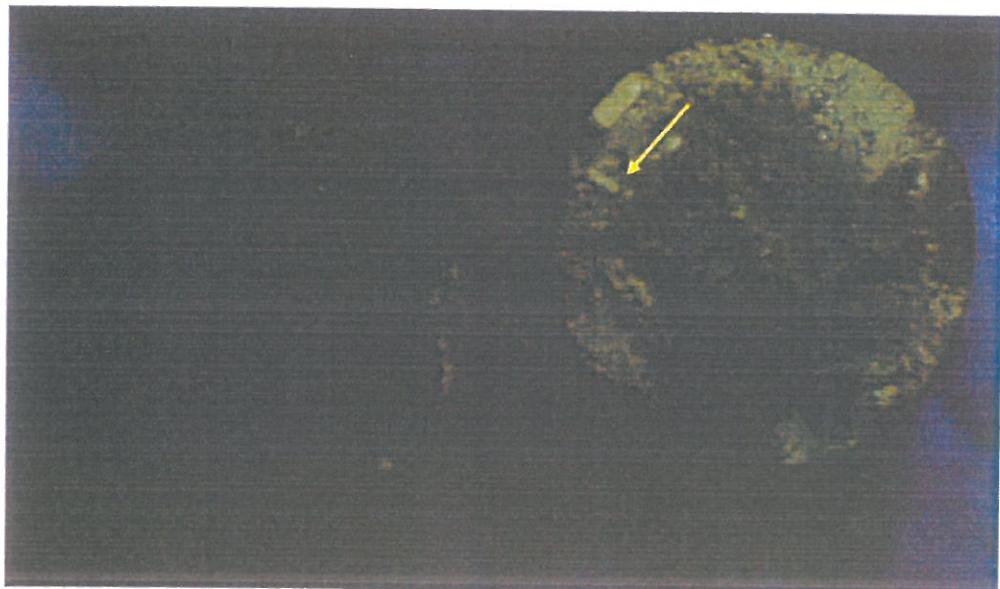


Foto 7: Celkový pohled na části vzorku P6 při zkoušce na přítomnost ASR – „fosforeskuje“ bílé kamenivo, bílé výluhy CaCO₃ a označené zrno kameniva.

Pozn.: Je třeba brát v úvahu, že prováděná kolorimetrická zkouška má spíše orientační charakter. Označené zrna kameniva může být opět ovlivněno výluhy z betonu.

Výsledek zkoušky vývrtu P8 byl negativní (viz foto 8 a 9), tedy alkalicko-křemičitá reakce ve vzorku betonu nebyla prokázána.

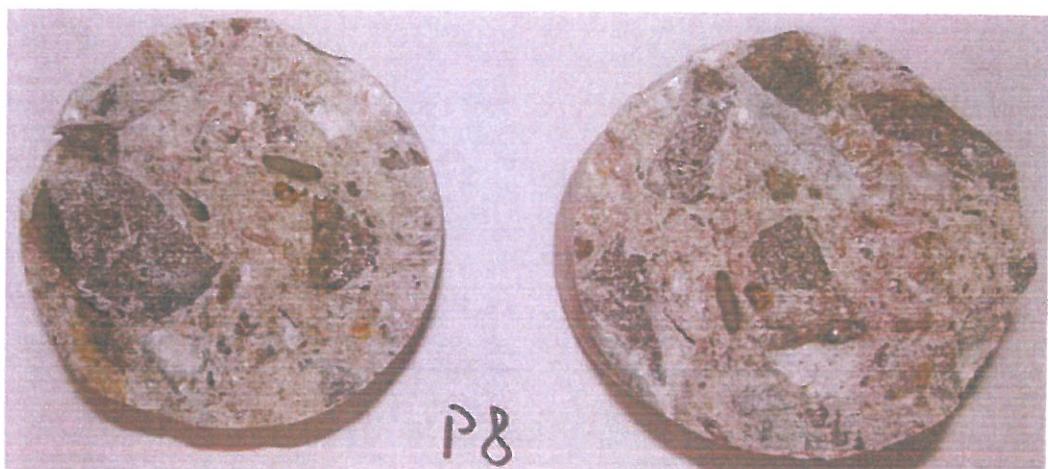


Foto 8: Celkový pohled na části vzorku P8 před zkouškou na přítomnost ASR

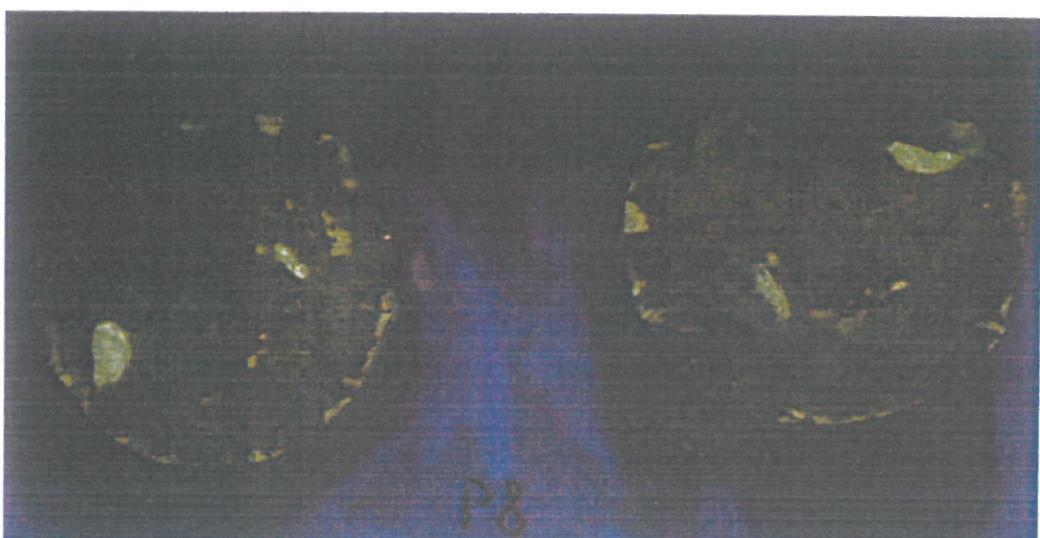


Foto 9: Celkový pohled na části vzorku P8 při zkoušce na přítomnost ASR – „fosforeskuje“ bílé kamenivo a bílé výluhy CaCO_3 .

3.7 STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI

Datum zkoušky : 10. – 16. 6. 2015
Zkoušku provedl : Ing. Tomáš Mandlík, Pavel Borodáč
Zkušební vzorky : jádrové vývrty o cca \varnothing 100 a 104 mm
Prostředí zkoušky : teplota 20°C, vlhkost 47 %

Tabulka 7: Objemové hmotnosti betonu

Označení vzorku	Objemová hmotnost betonu
	[kg/m ³]
P1	2390
P2	2310
P3	2400
P4	2370
P5	2270
P6/3	2370
P7/1	2220
P7/2	2320
P8	2350
P9	2250

Nejistota měření:

Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti je 20 kg/m³.

Standardní nejistota odpovídá jedné směrodatné odchylce a byla vypočtena jako kombinovaná. Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena s použitím koeficientu rozšíření k=2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95%.

3.8 SHRNUТИ VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK

Hodnoty pevnosti v tlaku na vývrtech po zkoušce jsou:

- P4 $f_{c,cube} = 63,3 \text{ MPa}$
- P5 $f_{c,cube} = 46,7 \text{ MPa}$
- P8 $f_{c,cube} = 50,5 \text{ MPa}$

Hodnoty pevnosti v tahu na vývrtech jsou:

- P2 $f_{ct} = 1,68 \text{ MPa}$
- P5 $f_{ct} = 2,84 \text{ MPa}$
- P9 $f_{ct} = 3,04 \text{ MPa}$

Hodnoty pevnosti v odtrhové zkoušce povrchu konstrukce (prostý tah) jsou:

- P1 $f_{ct} = 3,60 \text{ MPa}$
- P4 $f_{ct} = 3,00 \text{ MPa}$
- P5 $f_{ct} = 3,60 \text{ MPa}$

Hodnoty nasákovosti na vývrtech jsou:

- P2 = 5,1 %
- P3 = 3,1 %
- P7/1 = 8,7 %
- P7/2 = 3,9 %

Vyhodnocení prítomnosti alkalicko-křemičité reakce na vývrtech je:

- P6 = negativní
- P8 = negativní

Na základě vizuální prohlídky a výsledků prováděných zkoušek lze konstatovat, že se jedná o poměrně kvalitní beton. Vzhledem k malému počtu prováděných testů však nelze provést posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku dle ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B.

Z poskytnuté fotodokumentace (viz Příloha 1) lze usuzovat, že sanační zásah bude znamenat lokální odstranění degradovaného betonu a jeho nahrazení např. reprofilačními maltami odpovídající tloušťky.

S ohledem na tahové vlastnosti a poměrně vysokou nasákovost je třeba zvážit kotvení reprofilačních malt/betonů pomocí kotevních trnů a svařovaných sítí. Konkrétní postup sanace objektu by měl vycházet z provedeného podrobného diagnostického průzkumu.

PŘÍLOHA 1

Foto VD Práčov:

Příloha 1: Celkový pohled na přeliv objektu proti vede.

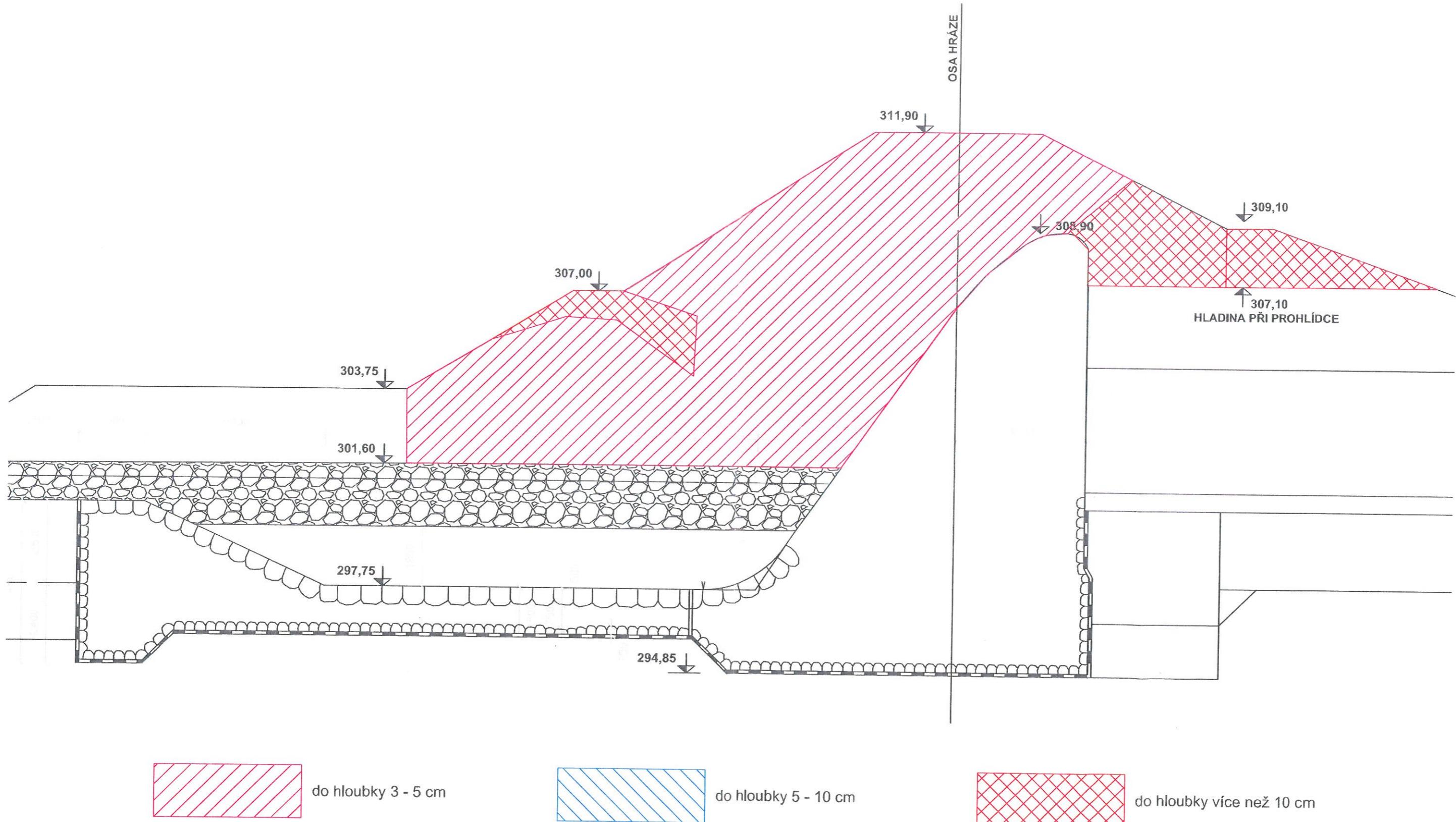


Obr. č. 1: Celkový pohled na přeliv objektu proti vede.

(objekt 1) - Přeliv.

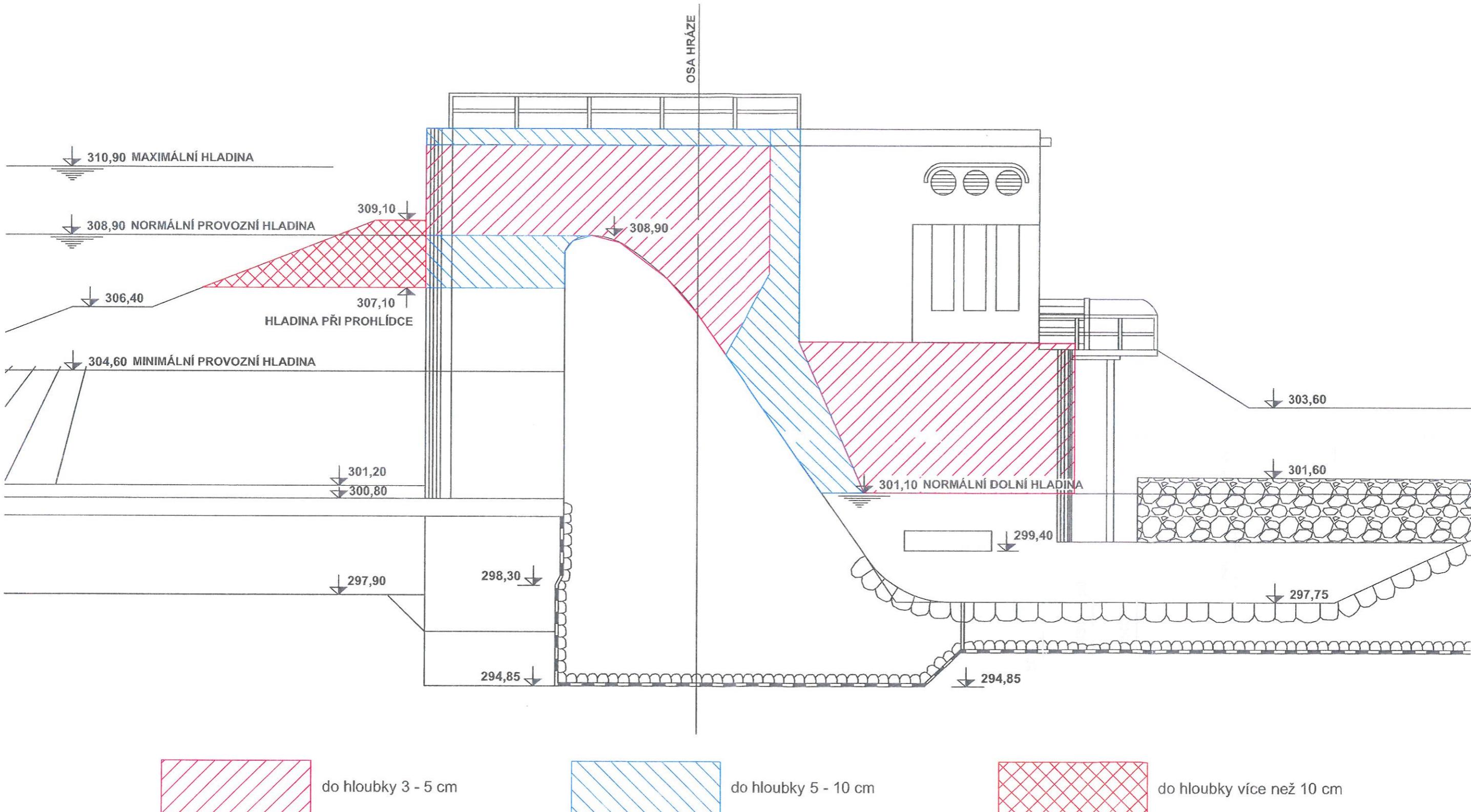
POHLED NA PRAVOU BOČNÍ STĚNU PŘELIVU

ROZSAH PLOŠNÉHO POŠKOZENÍ BETONŮ



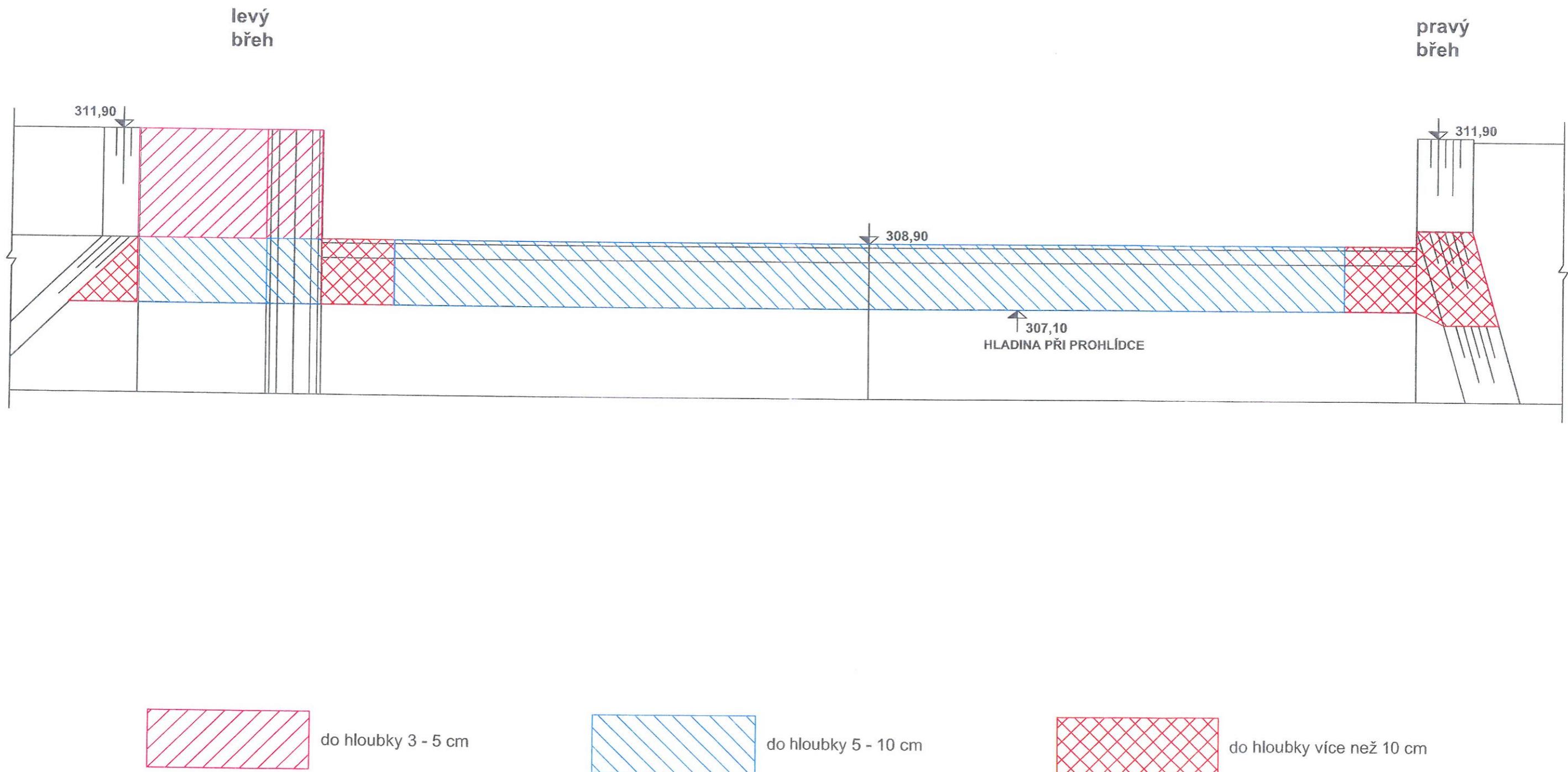
POHLED NA LEVOU BOČNÍ STĚNU PŘELIVU

ROZSAH PLOŠNÉHO POŠKOZENÍ BETONŮ



POHLED PO VODĚ NA NÁVODNÍ STRANU PŘELIVU

ROZSAH PLOŠNÉHO POŠKOZENÍ BETONŮ



POHLED PROTI VODĚ NA VZDUŠNOU STRANU PŘELIVU

ROZSAH PLOŠNÉHO POŠKOZENÍ BETONŮ

