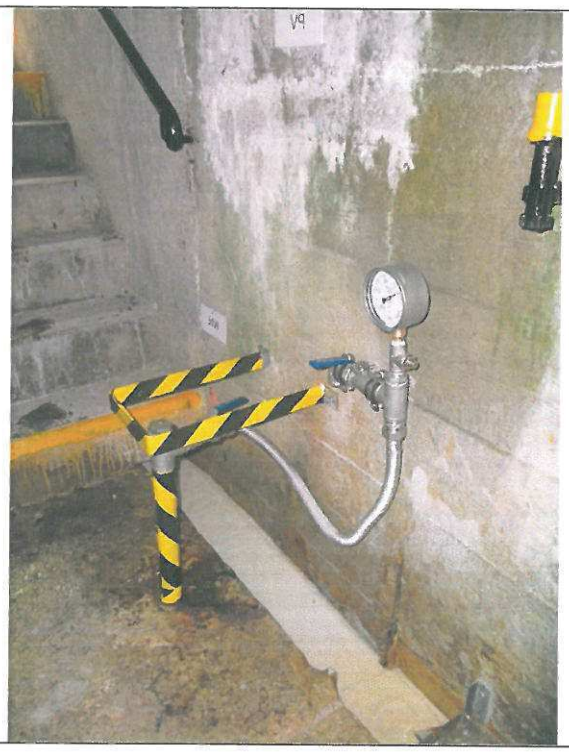
POVODÍ LABE, státní podnik

INVESTIČNÍ ZÁMĚR

Instalace (doplnění) automatického monitoringu TBD, kamerových a zabezpečovacích systémů na vybraných přehradách



Zpracoval:	Ing. Pavel Křivka, Ph.D. hlavní pracovník TBD dne: 16. 2. 2018	Podpis:
Schválil:	Ing. Pavel Řehák technický ředitel dne: 16. 2. 2018	Podpis:
Schváleno Dokumentační komisí:	dne: 22. 2. 2018 číslo zápisu: Tajemník Dokumentační komise 2/2018	Podpis:

a) Identifikační údaje o plánované stavbě v členění

název stavby – tok, název	**Instalace (doplnění) automatického monitoringu TBD, kamerových a zabezpečovacích systémů na vybraných přehradách**
místo, případně ř. km, k.ú.	- VD Rozkoš, k.ú. Městec u Nahořan a Lhota u Nahořan, ORP Nové Město nad Metují - VD Seč, k.ú. Seč, ORP Chrudim - VD Josefův Důl, k.ú. Josefův Důl, ORP Jablonec nad Nisou, - VD Bedřichov k.ú. Bedřichov u Jablonce nad Nisou, ORP Liberec - VD Pastviny, k.ú. Nekoř, ORP Žamberk - VD Mšeno, k.ú. Mšeno nad Nisou, ORP Jablonec nad Nisou - VD Les Království, k.ú Bílá Třemešná, Nový Nemojov, Verdek, ORP Dvůr Králové nad Labem - VD Vrchlice, k.ú. Malešov, ORP Kutná Hora
Inventární číslo DM	
Identifikátor ISYPO	

b) „Odůvodnění účelnosti veřejné zakázky“ v souladu s § 156 zákona č.136/2006 Sb. o veřejných zakázkách, ve znění pozdějších předpisů.

1) Popis potřeb, které mají být splněním veřejné zakázky naplněny:

V rámci veřejné zakázky dojde postupně na vybraných 8 přehradách (Les Království, Rozkoš, Pastviny, Seč, Vrchlice, Josefův Důl, Mšeno, Bedřichov) k instalaci (příp. doplnění) automatického monitorovacího systému veličin technickobezpečnostního dohledu (dále AMSTBD), kamerového a zabezpečovacího systému. Stavební práce budou zahrnovat zřízení (popř. doplnění) kabelových tras ke všem hlavním objektům vodního díla (dále VD) pro napojení stávajících (nebo budoucích) řídících, kamerových nebo zabezpečovacích systémů. Dále bude zahrnuta úprava měrných míst pro osazení čidel AMSTBD a v případě VD Vrchlice i doplnění instrumentace technicko-bezpečnostního dohledu (dále TBD). Systém AMSTBD bude zakončen samostatnou centrální měřící jednotkou (měřícím automatem), ze kterého budou data předávána do nového zobrazovacího a editačního software (dále SW) monitoringu přehrad - zajišťuje v předstihu odbor vodohospodářského dispečinku (dále OVHD). V SW nového monitoringu přehrad budou měřená data TBD zpracovávána a vizualizována. V rámci akce budou na VD instalovány (resp. doplněny) kamerové a zabezpečovací systémy.

Zobrazovací a editační SW monitoringu přehrady umožní i vizualizaci online snímků z kamerového systému a stavu čidel zabezpečovacího systému. Kamerový systém bude navíc vybaven záznamovým zařízením pro uložení videosignálu z kamer na pevný disk s možností zpětného vyhledání časové sekvence videozáznamu včetně zobrazení záznamu.

Důvodem realizace investiční akce je zkvalitnění výkonu TBD a zvýšení bezpečnosti vybraných vodních děl.

2) Popis předmětu veřejné zakázky

Popis současného stavu:

V rozsahu schválených Programů TBD se na výše uvedených VD provádí pravidelná ruční měření veličin TBD obsluhou VD. V rámci běžného provozu a výkonu TBD jsou obsluhou sledovány provozní a meteorologické poměry (výška hladiny vody v hlavní nádrži, přítok a odtok z nádrže, denní srážkový úhrn, teplota vzduchu a vody v 7:00, teplota vzduchu – denní maximum a minimum, výška sněhu a tloušťka ledu), průsakové poměry, vztlakové poměry, relativní deformace atp. Dále jsou prováděna speciální měření deformací (svislé a vodorovné posuny) hlavních stavebních konstrukcí geodetickými metodami.

Vodní díla jsou vybavena automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu VD (data VHD), do kterého jsou obsluhou měřené veličiny TBD zadávány ručně. Na VD Josefův Důl byl v roce 1995 současně s monitoringem vodohospodářských veličin (monitoring VHD) zřízen i AMSTBD viz příloha č. 1.1.

Některá VD jsou vybavena lokálním kamerovým systémem (Mšeno, Seč). Na ostatních VD nejsou kamerové systémy instalovány.

Elektronické zabezpečovací systémy jsou instalovány pouze na vybraných vodních dílech a zajišťují jen některé objekty - vstupy do objektů (VD Josefův Důl, Mšeno, Les Království, Seč).

Popis cílového stavu:

Dále je obecně popsán požadovaný cílový stav (požadavky na technické provedení) pro všechna VD v kapitolách, které přibližně odpovídají předpokládanému členění stavby na stavební objekty, viz kap. h). Podrobněji jsou požadavky pro jednotlivá vodní díla uvedeny v přílohové části investičního záměru (dále IZ).

a) <u>Doplnění zařízení TBD (repase stávajících zařízení)</u>

- Kovové části budou provedeny z nekorodujícího materiálu (nerez).
- V případě prováděných vrtných prací budou tyto současně pracemi průzkumnými (jádrové vrtání, zkoušky materiálových charakteristik, vodní talkové zkoušky); bude upřesněno v projektové dokumentaci (dále PD).
- Řádně bude doloženo skutečné provedení instalovaných nebo repasovaných zařízení (jímací etáž, kóta zhlaví, kóta dna, kóta manometru, rozsah manometru, umístění čidla, typ a rozsah čidla atp.).
- Doplněná ručně měřená zařízení budou dodána vč. všech pomůcek a přístrojů pro jejich odečet a vyhodnocení měření.

b) <u>Kabelové a komunikační trasy, sítě</u>

- Propojení hlavních objektů VD páteřní optickou sítí pro přenos signálů monitoringu TBD a VHD, řídicích systémů, kamerových a zabezpečovacích systémů (pokud možno redundantní trasa pro případ přerušení, s možností budoucího připojení dalších systémů). Při složitých podmínkách lze optickou síť doplnit o metalické nebo bezdrátové komunikační trasy dle interních předpisů zadavatele viz Příloha č. 4 .
- V PD bude navrženo rozdělení připojovaných zařízení do samostatných sítí; technologické sítě (monitoringy, řídicí systémy); bezpečnostní sítě (elektronická zabezpečovací zařízení, bezpečnostní kamery).

- Páteřní optická síť bude navržena z optických kabelů o minimálně 8 až 12 vláknech podle počtu připojených kamer (každá kamera samostatně) a dalších systémů s dostatečnou rezervou pro případné připojení dalších zařízení. Stávající optická síť i jiné prvky přenosu dat na VD (pokud existují) budou zhodnocena a dle stavu a budoucí potřeby buď ponechány, nebo nahrazeny novým spojením (prioritně optická síť).
- Pro provádění výkopů platí zásady dle ČSN 733050 Zemní práce, dále platí normy a předpisy týkající se uložení podzemních vedení sítí (ČSN 736005), Kabelové komunikační a napájecí trasy uložené v zásypu budou označeny ve výkopu barevnou výstražnou fólií.
- Návrh a provedení uložení kabelových komunikačních tras v konstrukcích hrází a objektů (nebo v jejich těsné blízkosti) nesmí ovlivnit funkci konstrukčního prvku, v němž (nebo u něhož) je uložen.
- Rozmístění optických rozvaděčů bude umožňovat napojení všech automaticky měřených veličin TBD, případně VHD, řídicích systémů a dohledových a bezpečnostních kamer a čidel zabezpečovacích systémů.
- Každé zařízení, které bude vyžadovat napájení el. energií bude napájeno ze sítě VD. Požadavky na kabely a rozvaděče budou respektovat prostředí a specifika uložení na každé lokalitě (např. zaplavované pozemky při povodních, vlhké prostředí, atp.). Kabelové trasy budou vedeny přednostně v souběhu s kabelovými a komunikačními trasami.
- Bude zajištěna dostatečná ochrana kabelových tras zařízení před vandalismem, povětrnostními vlivy (déšť, mráz, blesk, sesutí sněhu, zatopení, …) a umístění sítí nebude omezovat běžnou provozní údržbu díla.
- V PD bude předepsán rozsah evidence nově budovaných sítí dle vnitřní organizační směrnice (dále OS) státního podniku Povodí Labe č.4/2016 „Tvorba a správa geodetické dokumentace“. Při realizaci budou zadokumentovány i sítě vedené v souběhu nebo v křížení s nově pokládanými kabely (v přiměřeném rozsahu v místě křížení). To znamená zaevidovat všechny vlastní sítě (monitoring, řídicí systémy, napájení, osvětlení atp.) i sítě případných jiných vlastníků na našich VD (zaměření trasy v souřadnicích JTSK a Bpv, hloubky uložení, typ označení a ochrany). Technická zpráva o nově uložených komunikačních a napájecích sítích bude spolu se geodetickým zaměřením skutečného provedení předána v elektronické formě na odbor technickoprovozní činnosti (dále OTPČ) Povodí Labe, státní podnik (dále PLA) k zaevidování do systému GISyPo.

c) <u>Automatický monitoring veličin TBD</u>

- Systém AMSTBD bude autonomní až po samostatný datalogger. TBD data budou uchovávána a zpracovávána v dataloggeru a dále předávána ke zpracování do SW VHD pro dané VD (maximum hodnot v požadovaných přepočtených veličinách nebo bude definována jasná funkční závislost pro další přepočty).
- Bude zajištěna dostatečná ochrana „venkovních“ zařízení před vandalismem a povětrnostními vlivy (déšť, mráz, blesk, sesutí sněhu, zatopení,…).
- Osazení čidel AMSTBD bude umožňovat provádění kontrolního ručního měření bez nutnosti vytažení čidla a jeho nové kalibrace.
- Měrná místa (AMSTBD i ručně) budou označena cedulkou s označením měrného místa a jedinečným kódem (čárový, QR) nebo čipem.
- Systém AMSTBD bude funkční i při výpadku el. energie na VD po dobu nejméně 3 dnů (Pozn. extrémní hodnoty jsou zaznamenávány právě při extrémních

situacích, kde je výpadek napájení pravděpodobný - zvážit napojení na náhradní zdroj VD nebo baterie).

- Systém AMSTBD bude zpracován dle rozsahu uvedeného v příloze č. 1 tohoto IZ a bude umožňovat rozšíření souboru automaticky sledovaných veličin do maximálního rozsahu předpokládaného studií „Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu“ pro jednotlivá VD viz Příloha č. 6 .
- Na všech dílech budou použita čidla a zařízení stejného výrobce popř. více výrobců (pokud to nebudou limitovat specifické podmínky a požadavky). Dodavatel bude v záruční době garantovat provoz všech čidel systému (náhrada při poruše čidla).
- Součástí AMSTBD pro každé VD bude dodávka přenosného záznamového, zobrazovacího a editačního zařízení pro zadávání ručně měřených veličin TBD (popř. i VHD) obsluhou VD; např. odolný tablet, mobilní telefon, PDA, vč. SW – mobilní aplikace pro zadávání, zobrazování a editaci zadaných veličin. Typ zařízení bude odsouhlasen odborem informatiky (dále OINF). Bude navrženo buď existující SW řešení, nebo bude vytvořena (ve spolupráci s OINF) nová mobilní aplikace dle požadavků objednatele. V případě tvorby nové SW aplikace bude v rámci přípravy akce zpracován samostatný projekt, který bude řešit bezpečnost a detaily funkčních požadavků (část viz níže). Zdrojový kód bude předán OINF a bude po dokončení zakázky duševním vlastnictvím státu s právem pro hospodaření pro Povodí Labe, státní podnik (dále PLA).
- Toto přenosné zařízení (HW+SW) bude umožňovat:
  - Dodavatel bude garantovat provoz a aktualizace SW po dobu nejméně 5 let od ukončení projektu.
  - Naprogramování ovládacího (zadávacího) SW pro více VD – zástupy v případě nepřítomnosti obsluhy VD, možnost dohrát volitelně i další ovládací SW pro další VD.
  - Naprogramování více tras obchůzky (pořadí míst se záznamem výsledku měření), nebo mimořádné měření.
  - Identifikace měrného místa pomocí kódu (čárový, QR) nebo čipu.
  - Zadání ručně změřené nebo odečtené veličiny (možnost více jednotek např. /kPa/, /m/ pod zhlavím vrtu).
  - Porovnání záznamu s přednastavenými mezními hodnotami a mezemi bdělosti, porovnání s předchozími výsledky měření (vč. grafického zobrazení), kód pro neměřitelnost nebo poruchu zařízení.
  - Kontrola překlepů (nesmyslné hodnoty, posun desetinné čárky, atp.).
  - Kontrola úplnosti měření (nelze zadat další údaj bez vyplnění předchozího v trase řádné obchůzky).
  - Po ukončení měření převod výsledků měření do SW na VD – do tabulky „ručních vstupů výsledků měření TBD“ popř. i VHD.
  - Informační část SW (např. přílohy PDF) – zobrazení rozmístění měřících zařízení TBD popř. VHD v situaci, možnost uložit ke každému měrnému místu popis, poznámku (např. kóta zhlaví vrtu, hloubka vrtu, jímací etáž, kóta terénu, atp.), servisní informace (typ čidla, umístění čidla, datum instalace, datum kalibrace, rozsah čidla, atp.).
- Jedno přenosné záznamové, zobrazovací a editační přenosné zařízení pro zadávání ručně měřených veličin TBD bude dodáno navíc i pro hlavního

pracovníka TBD a budou v něm uloženy ovládací SW pro všechna výše uvedená VD s možností dalšího rozšíření.

- Nutnou podmínkou naplnění požadovaného cílového stavu, kdy budou využívána přenosná zařízení (telefon, tablet), je implementace tzv. Mobile device management (MDM), spojeného s implementací Per-App VPN.

Parametry a požadavky na doplnění zařízení TBD popř. úpravu stávajících zařízení TBD a požadavky na zavedení sledovaných jevů do veličin AMSTBD koncepčně vychází ze zpracovaných odborných studií pro jednotlivá vodní díla „Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu“, které byly zpracovány firmou VODNÍ DÍLA – TBD a.s. v minulých letech viz Příloha č. 6 . Požadovaný rozsah vybavení a parametry zařízení AMSTBD jsou uvedeny v příloze č. 1 tohoto IZ.

d) <u>Kamerové systémy</u>

- Návrh rozmístění kamer bude zahrnovat jak bezpečnostní dohledové kamery, tak i průmyslové (technologické) kamery pro sledování technologických prvků VD. Návrh bude kromě bezpečnostních standardů respektovat i požadavky provozovatele a VHD. Veškeré zabezpečovací systémy (včetně bezpečnostních kamer) budou navrženy jako samostatná část technologie. Technologické kamery (bez záznamu) mohou být napojeny i do technologické sítě VD a budou zobrazovány ve SCADA systému VD.
- V rámci projektové přípravy budou posouzeny stávající kamerové systémy instalované na VD a přednostně bude snaha využít již existující vyhovující zařízení.
- Bezpečnostní dohledové kamerové systémy na VD budou samostatné, nezávislé na dalších systémech, vždy však připojené do sítě PLA tak, aby každá kamera měla vlastní IP adresu.
- Bezpečnostní kamery na VD budou sloužit pouze jako obecný dohled nad sledovanou oblastí s možností vyhodnocení záznamu v případě zjištěné události, trvalý dohled obsluhy nad kamerovým systémem zajišťován nebude.
- Technologické kamery budou snímat on-line obraz strojně-technologických zařízení rozvaděčů za účelem vzdálené kontroly provozu zařízení z dozorství VD.
- Předpokládá se použití IP kamer s dostatečnou citlivostí v nočním režimu.
- Záznamové zařízení pro uložení videosignálu z bezpečnostních kamer na pevný disk se bude skládat z NVR (dále Network Video Server), pevného disku o velikosti 3TB a 24“ LED monitoru pro zobrazení záznamu.
- Předmět sledování omezené části VD (zejména hráz a funkční objekty) bude upřesněn v PD (požadavek provozovatele je uveden v přílohové části IZ viz Příloha č. 1 .
- Všechny vstupy do monitorovaného prostoru budou označeny informačními tabulkami. Vzhled a obsah textu na tabulce dodá PLA.
- Umístění kamer a informačních tabulek bude respektovat kulturní ráz historických přehrad a bude navrženo s cílem minimalizovat vandalismus a omezení funkce povětrnostními vlivy (námraza, elektrický výboj, atp.).
- Data z kamerových systémů:
    - *Záznam z kamerových systémů v objektech Povodí Labe, státní podnik (tj. pořizování, uchovávání a správa audiovizuálních dat) bude v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/679 - GDPR.*

- *On-line obraz z kamerových systémů (vybrané bezpečnostní a technologické kamery) a vybraná bezpečnostní čidla budou zobrazena na VD v kanceláři obsluhy - zobrazovací technologii bude součástí úpravy vizualizační nadstavby VHD (SCADA systém).*
- *V kanceláři obsluhy bude umístěno ovládací zařízení bezpečnostního systému (pro kamerové a elektronické zabezpečovací systémy) a záznamové zařízení* NVR*. Záznamové zařízení musí být umístěno v uzamykatelné místnosti s elektronickým zabezpečovacím systémem (dále EZS) nebo bude umožňovat šifrování ukládaných dat.*
- *K uloženým datům na záznamovém zařízení NVR budou mít přístup jen oprávněné osoby PLA, tj. správce kamerového systému z hlediska nastavení systému (pracovník OINF, závodový informatik) a obsluha VD. Bude veden záznam o činnostech zpracování pro kamerový systém, který musí obsahovat následující údaje: označení správce, účel zpracování, popis kategorií subjektů údajů, popis kategorií osobních údajů, příjemci osobních údajů a informace o případném předání osobních údajů do třetích zemí, lhůta pro výmaz a technická a organizační bezpečnostní opatření.*
- *Z kamer bude zajištěn přenos ilustrativních off-line kamerových snímků v kroku cca 1-10 min. do centrální databáze ředitelství státního podniku PLA (dále ŘSP) prostřednictvím sítě PLA odkud budou snímky zobrazovány i na závodech PLA tj na provozně technickém úseku (dále PTÚ) a provozním středisku (dále PS); časový krok přenosu snímků bude nastaven v závislosti na kvalitě připojení.*

- Parametry IP kamery:
  - *IP kamera ve venkovním vyhřívaném krytu se sluneční stříškou.*
  - *Snímací čip minimálně 4Mpix, rozlišení 1920x1080 bodů, 25 snímků/s.*
  - *Citlivost v denním režimu min. 0,1 Lux, v nočním režimu min. 0,01 Lux.*
  - *Objektiv s automaticky řízenou clonou, manuální ostření.*
  - *Funkce komprese videa.*
  - *Pořizování snímků URL příkazem.*
  - *Automatický přepínač den/noc.*
  - *Napájení 12 nebo 24VDC.*
  - *Datové připojení 10/100 Mbit/s Ethernet, RJ-45.*
  - *Držák pro upevnění kamery.*
- Parametry záznamového zařízení:
  - *Minimálně 4 kanálové NVR s grafickým HDMI výstupem 1080p podle počtu dohledových kamer (bude upřesněno v PD pro každé konkrétní VD).*
  - *Datová propustnost vstup/výstup 25/80Mbps.*
  - *Slot pro 1 HDD.*
  - *HDD 3TB, SATA III, určený pro trvalý provoz v záznamovém zařízení.*

e) <u>Zabezpečovací systémy</u>

- Návrhy zabezpečovacích systémů vodního díla budou zohledňovat charakter lokality, účely VD, specifika konstrukčních řešení a uspořádání jednotlivých vodních děl nebo jejich částí vč. zohlednění významu částí VD pro jejich bezpečnost a provozuschopnost. Dále budou zohledněny požadavky provozovatele VD a VHD (dohledové nebo průmyslové kamery pro sledování technologických prvků VD).

- V projektu bude navržen systém zabezpečení hlavních objektů důležitých pro provoz vodního díla (mechanická ochrana, elektronické systémy, popř. organizační opatření):
  - *objekt obsluhy díla (kanceláře, provozní objekty – garáže, sklady, …)*
  - *vstupy a přístupy do objektů vodního díla (injekční a revizní chodby, manipulační domky a věže, odpadní tunely a štoly, atp.*
  - *přístupové komunikace na VD, přístupy do areálu obsluhy VD, vzdálené objekty VD (rozdělovací objekty, přivaděče atp.)*
- V rámci projektové přípravy budou posouzeny stávající mechanické i elektronické zabezpečovací systémy (dále EZS) instalované na VD a přednostně bude snaha využít již existující vyhovující zařízení. V rámci posouzení zabezpečení každého vodního díla (nebo jeho části) budou v PD doporučena opatření na mechanickém zabezpečení nezbytná pro zajištění bezpečnostního standardu objektu (zámky, mříže, fólie proti rozbití skleněných výplní, oplocení, bariéry, …), vč. odhadu nákladů na realizaci. Mechanické zabezpečení VD nebude v PD dále řešeno.
- Návrhy bezpečnostních standardů budou splňovat podmínky pro poskytnutí maximální (efektivní) ochrany odpovídající současné bezpečnostní situaci a případně i zvýšeným bezpečnostním hrozbám (např. nebezpečí teroristického útoku).
- Čidla a elektronické prvky zabezpečovacího systému (včetně bezpečnostních kamer) budou napojeny na komunikační síť vodního díla, viz kap. b) Kabelové a komunikační trasy. Signály budou vedeny po samostatných trasách odděleně od dalších technologických prvků.
- Elektronický zabezpečovací systém bude navržen jako samostatná část technologie zakončená vlastním ovládacím prvkem (datalogger, oddělovač, OPLC, …) s vlastní GSM bránou (zasílání alarmových SMS při aktivaci čidel). Vybrané signály z řídící jednotky EZS budou (mohou být) přebírány a zobrazovány vizualizační nadstavbou VHD (SCADA systém VD).

f) <u>Telemetrie - SW pro vizualizaci a zpracování dat z AMSTBD (kamerových a zabezpečovacích systémů)</u>

- Základem vizualizace a zpracování dat z AMSTBD, kamerových a zabezpečovacích systémů bude rozšířená aplikace VHD (dále SCADA systém VD). Tento systém bude otevřený, založený na standardních průmyslových rozhraních a protokolech a umožňuje propojení všech očekávaných informačních zdrojů a systémů. SCADA systém je komerčně rozšířený systém se zajištěným vývojem, který umožnuje tenkého i tlustého klienta, webový přístup a nastavení různých úrovní uživatelských práv.
- Systém AMSTBD bude ukončen v samostatném dataloggeru, ve kterém budou ukládány signály z čidel monitoringu, přepočítávány na příslušné fyzikální veličiny. Z datataloggeru AMSTBD budou veličiny TBD dále převáděny ke zpracování do SCADA systému VD.
- Popis SCADA systému (zatím bez úprav pro zobrazení dat z AMSTBD) je uveden v přílohové části IZ (Příloha č. 3 Popis stávající (realizované) vizualizační nadstavby VD – SCADA systém VD). Nad rámec uvedeného bude SCADA systém VD v rámci této akce dále rozšířen (dopracován) v souladu s jeho licenční politikou (předpoklad jeho původním dodavatelem) tak, aby umožňoval:
  - ruční zadávání manuálně měřených veličin TBD a dávkové přebírání dat z mobilního záznamového zařízení do SW VHD

- vizualizaci dat TBD (a vybraných dat VHD) – dopracování obrazovek pro zobrazení přehledné situace VD, situace dílčích částí VD - situace hráze, resp. objekty VD, vybrané řezy, přehledná tabulka aktuálních dat a funkčnosti čidel AMSTBD, jednotlivé grafy, sestavy grafů přednastavené a uživatelské – možnost tvorby vlastních,
- uživatelské doplnění nových ručně zadávaných veličin pro případná budoucí měření TBD, úprava mezí bdělosti, mezních hodnot, rozesílání alarmů, vč. úpravy /aktualizace hodnot SW VHD i v mobilní aplikaci přenosného záznamového zařízení (pouze metodik systému),
- prvotní kontrolu a editaci měřených dat obsluhou VD (vyřadit/označit chybné údaje) vč. archivace změny,
- zadávat do systému textové provozní poznámky obsluhy VD (k měření nebo dění na VD), slovní popis výsledků obchůzek, připomínky HPTBD, atp.,
- exportovat ze systému statistiky měření za určité období, extrémy, průměry (statistiky měření), nebo textové poznámky (přehled dění),
- automatické odesílání varovných e-mailů, SMS s při dosažení alarmových hodnot veličin TBD,
- přehledné i detailní zobrazení aktuálních on-line signálů z vybraných dohledových a technologických kamer i základních dat z elektronických zabezpečovacích systémů (např. signalizace otevřeno x zavřeno),
- při instalaci SCADA systému na závodě PL, provozním středisku PL nebo pracovišti ŘSP zobrazí přehledně vybraná základní data z více VD najednou (základní provozní údaje – hladiny, průtoky, srážky, funkčnost prvků systému atp. údaje) a přehlednou situaci soustavy VD dle působnosti PS nebo závodu,
- prokliknutím se dostat na úložiště manuálů a provozní dokumentace (provozní dokumenty, návody k použití, dokumenty TBD atp.); dokumenty budou strukturovaně uloženy na disku PC obsluhy úložiště v elektronické podobě (pdf, doc, xls).

- Kamerové systémy budou ovládány samostatným zařízení (NVR) a pouze vybraná data budou přenášena do vizualizační aplikace VHD (SCADA systém VD) nebo do sítě PLA – viz kap. d) tohoto IZ.
- Zabezpečovací systémy budou zakončeny samostatnou řídící a vyhodnocovací jednotkou s GSM bránou pro odesílání SMS z EZS viz kap. e) tohoto IZ.

Obecné požadavky na všechny výše uvedené dílčí části zakázky

- V rámci doplnění zařízení TBD a realizace AMSTBD bude vypracován i nový Program TBD pro trvalý provoz každého VD, podle kterého budou následně prováděna všechna měření TBD. Program TBD bude zpracován subjektem s pověřením k výkonu TBD nad VD příslušné kategorie. Dokument bude před vydání odsouhlasen OTPČ a dokončen k termínu předání díla.
- Součástí dokumentace skutečného provedení budou i manuály pro ovládání, obsluhu a údržbu všech nově budovaných systému a zařízení tj.:
  - Systému automatického monitoringu TBD.
  - Kamerového systému.
  - Zabezpečovacího systému.
  - Vizualizačního a ovládacího SW pro data z monitorovacích systémů (doplnění manuálu vizualizační nadstavby VD).
  - Komunikačních tras a síťových prvků.

- Nově budované kabelové trasy a upravované stavební objekty budou zaměřeny v souřadnicích JTSK (polohopis) a Bpv (výškopis) a budou předány i v elektronické podobě (formát dwg) vč. txt souboru bodových souřadnic.
- Dodavatel budovaných systémů bude garantovat jejich servis, provoz a případné aktualizace SW po dobu nejméně 5 let od předání kompletního díla (návrh servisní smlouvy bude součástí nabídky uchazeče).

3) Popis vzájemného vztahu předmětu veřejné zakázky a potřeb zadavatele:

Účelem této investiční akce je:

- ***Zlepšení a zkvalitnění výkonu TBD***

- Náhrada některých zastaralých měřících zařízení TBD za nová moderní (např. měření náklonů hráze VD Vrchlice).
- Doplnění vybraných zařízení TBD a repase některých měřících míst.
- Průběžný (tj. v krátkých časových krocích) záznam hodnot měřených veličin umožňující detailní analýzu sledovaných procesů a jevů.
- Usnadnění měření veličin TBD obsluhou VD (v zimním období jsou některá zařízení obtížně přístupná).
- Usnadnění ručního zadávání dat obsluhou a lepší vizualizace měřených dat na VD a na vybraných PC objednatele (PS, závod, ŘSP).
- Včasné rozpoznání nástupu nestandardních situací sledovaných jevů.
- Sjednocení použitých měřících zařízení, řídících jednotek, záložních zdrojů, ovládacího a vizualizačního SW na všech výše uvedených VD a vybraných pracovištích PLA (PS, závod, ŘSP).

- ***Propojení hlavních objektů VD sítí pro přenos signálů***

- Vybudování (doplnění) páteřních komunikačních tras na VD (optická síť) pro systémy monitoringů TBD a VHD, dále pro napojení kamerových a zabezpečovacích systémů, řídicích systémů VD, atp.) a případně i budoucí napojení dalších zařízení (řídicích systémů VD, atp.).

- ***Zvýšení bezpečnosti přehrad před vandalismem a terorismem***

- Odborné zhodnocení stávající míry bezpečnostní ochrany vybraných přehrad a jejich částí, vč. určení standardů fyzické ochrany objektů.
- Doplnění (instalace) kamerových systémů pro sledování činnosti na vodních dílech, objektech nebo v blízkém okolí díla.
- Instalace elektronických zabezpečovacích systémů, popř. i zavedení organizačních opatření pro zabezpečení ochrany objektů vodního díla.
- Doporučení pro dovybavení díla prvky mechanické ochrany.
- Alarmové zprávy o aktivaci bezpečnostních čidel.

4) Předpokládaný termín veřejné zakázky:

Veřejná zakázka bude soutěžena ve dvou samostatných výběrových řízeních:

1) Zpracování projektové dokumentace AMSTBD, kamerových a zabezpečovacích systémů pro uvedená VD se zahrnutím kabelových a komunikačních tras na VD, případně vč. stavebního i jiných povolení.

2) Realizace a zprovoznění automatického monitorovacího systému TBD, kamerových a zabezpečovacích systémů (postupně dle potřeb zadavatele).

V rámci projektových dokumentací pro jednotlivá VD nejprve budou vyhodnoceny a zdokumentovány stávající zařízení TBD, kamerové a zabezpečovací systémy a komunikační trasy. Následně budou vypracovány projektové dokumentace pro instalaci AMSTBD, kamerových a zabezpečovacích systémů, komunikačních tras včetně zajištění stavebního i jiných povolení a souhlasů (bude-li třeba). Po získání všech nezbytných povolení budou akce na jednotlivých dílech postupně fyzicky realizovány.

Název VD	**Závod / PTÚ**	**Termíny**		
		zpracování jednostupňové PD (DSP, DPPS)	**zajištění stavebních povolení**	**realizace**
Rozkoš	JBC / HK	09/2021	nejpozději do 01/2022	postupně dle priorit objednatele v letech 2022 až 2025
Seč	PCE / PCE			
Bedřichov	JBC / JBC			
Mšeno	JBC / JBC			
Josefův Důl	JBC / JBC			
Les Království	JBC / HK			
Pastviny	PCE / VM			
Vrchlice	PCE / PCE			

Harmonogram přípravy a realizace AMSTBD, kamerových a zabezpečovacích systémů vychází z postupné dodávky nové komunikační a vizualizační nadstavby pro přehrady (akce OVHD). Dále navazuje na plánované realizace doplnění instrumentace TBD na některých vodních dílech (Pastviny, Les Království), na rekonstrukce (resp. opravy) korun hrází (VD Bedřichov, VD Mšeno, VD Les Království).

V roce 2017 byla vypracována PD na dodávku nové komunikační a vizualizační nadstavby pro všechny přehrady (akce OVHD). V roce 2019 byla PD aktualizována a předpoklad vypsání soutěže na dodavatele je rok 2020.

5) Další informace odůvodňující účelnost veřejné zakázky:

Nejsou.

c) <u>závazný a kvalifikovaný propočet nákladů na realizaci stavby s uvedením způsobu stanovení těchto nákladů</u>

Na základě zkušeností s realizací obdobných akcí v posledních letech (VD Labská, VD Souš), dále se zohledněním technického rozsahu a množství speciálních prací je níže uveden odborný odhad ceny prací:

I. fáze – projektová příprava

- zpracování projektové dokumentace, vč. zajištění stavebního povolení (400 tis. Kč / 1VD)	3 200 000,- Kč

II. fáze – realizace externí firmou

- realizace optické sítě a AMSTBD, vč. aktualizace PTBD (2 750 tis. Kč / 1VD)	22 000 000,- Kč
- doplnění zařízení TBD na VD Vrchlice (+2 500 tis. Kč)	2 500 000,- Kč
- mobilní odečítací zařízení vč. aplikace (500 tis. Kč)	500 000,- Kč
- elektronické zabezpečovací systémy (250 tis. Kč / 1VD)	2 000 000,- Kč
- kamerové systémy vč. záznam. zařízení (250 tis. Kč / 1VD)	2 000 000,- Kč

III. fáze – realizace externí firmou (předem vybraný zhotovitel - návaznost na SCADA)

- úprava vizualizační SW na VD (100 tis. Kč / 1VD)	800 000,- Kč
Investiční náklady akce:	**33 000 000,-Kč**

IV. fáze – realizace externí firmou (servis kamerových a zabezpečovacích systémů)

- kontrola, kalibrace (12 tis. Kč / 1VD / 1rok)	96 000,- Kč
- cestovné (2,5 tis. Kč / 1VD / 1rok)	20 000,- Kč
- konzultace (30 tis. Kč / 1VD / 1rok)	240 000,- Kč

V odhadu ceny prací není uvedeno vybudování nové nebo rekonstrukce stávající mechanické ochrany vodního díla (oplocení, brány, závory, zábrany proti vjezdu vozidel atp.). V odhadu ceny nejsou zahrnuty náklady na zajištění provozu. Doporučený rozsah úprav stávající a případně dobudování mechanické ochrany vodního díla bude uveden v rámci PD pro každé VD včetně odhadu nákladů. Podrobněji (projekčně) nebudou úpravy a dobudování mechanické ochrany vodního díla dále řešeny.

d) 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.

Navržené řešení bude respektovat architektonický ráz každého vodního díla. S ohledem na charakter stavby nejsou další požadavky řešeny. Nově instalovaná zařízení (TBD, snímače, zhlaví pozorovacích sond, kabelové trasy) budou chráněny proti vnějším vlivům (klimatické vlivy, doprava, elektrický výboj). Při realizaci prací se nepředpokládá omezení provozu na koruně hráze (na veřejných komunikacích) ani změny hospodaření s vodou v nádrži. Podrobně bude řešeno v PD.

e) 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 půdního fondu apod.

napojení na rozvodné a komunikační sítě

napojení monitoringu TBD, kamerových a zabezpečovacích systémů, na rozvod elektrické energie na VD (vč. napojení na

	záložní zdroj elektrické energie) a napojení na komunikační datové kabely
napojení na kanalizaci a vodu	nebude
napojení na dopravní infrastrukturu	není třeba
zábor ZPF	nebude
zábor LPF	nebude
povodňový a havarijní plán stavby	nebude
zařízení staveniště	v místě VD
vliv stavby na životní prostředí	negativní vliv vyloučen
přeložky sítí	sítě jiných vlastníků – nepředpokládá se sítě PLA – bude upřesněno v PD

f) majetkoprávní vztahy doložené snímkem pozemkové mapy a výpisem z katastru nemovitostí

V příloze č. 2 IZ jsou situace hrází a souvisejících objektů VD se znázorněním majetkoprávních vztahů k pozemkům pod vlastním VD a v jeho širším okolí za účelem umístění kabelových a komunikačních tras monitoringů, kamerových a zabezpečovacích systémů. Návrh tras i následná pokládka kabeláže budou na pozemcích s právem hospodaření pro Povodí Labe, státní podnik, nebo můžou být navrženy a realizovány i na cizích pozemcích jako výměna stávajících napájecích nebo sdělovacích kabelů v jejich původních trasách, tj. bez územního souhlasu. Aktuální stav pozemků s právem hospodaření pro Povodí Labe, státní podnik bude předán projektantovi při zadání projektu.

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

Budoucí provoz bude podle povahy budovaného nebo modernizovaného zařízení spočívat v provádění předepsané cyklické údržby, měření a kontrolách dle provozních předpisů.

Členění z hlediska budoucího provozu se předpokládá následující:

SO 01 – Doplnění zařízení TBD (fyzické doplnění nebo úprava zařízení TBD)

- zhodnocení stávajícího majetku (vodního díla),
- metodik: OTPČ (pokyny pro opravy a výměnu)

SO 02 – Kabelové a komunikační trasy (optická páteřní síť VD vč. optických rozvaděčů pro připojení monitoringů, řídících, kamerových a zabezpečovacích systémů VD, jiné bezdrátové komunikační trasy pro přenos dat na VD)

- zhodnocení existujícího majetku (vodního díla), bezdrátové komunikační trasy samostatná technologie s vyčleněním nákladů na stavební přípravu podle objektů se samostatnými inventárními čísly
- metodik: OINF, OTPČ (uložení v konstrukcích VD)

PS 01 – Automatický monitoring veličin TBD (čidla a kabeláž čidel, napájení, datalogger, mobilní záznamové zařízení, označení měrných míst)

- samostatný majetek (samostatná technická dokumentace objektu)u VD Josefův Důl zhodnocení existujícího majetku
- metodik: OTPČ, OVHD

PS 02 – Kamerové systémy (kamery a kabeláž, uchycení a ochranné prvky kamer, informační cedule monitorované oblasti, popř. osvětlení pro kamery, záznam dat z kamer; zahrnuje propojení na zabezpečené síťové rozhraní, videoserver, monitor, …) s ohledem na GDPR.

- samostatný majetek (samostatná technická dokumentace objektu, vyčlenění nákladů na stavební přípravu podle objektů se samostatnými inventárními čísly),
- metodik: OINF

PS 03 – Zabezpečovací systémy – elektronická ochrana (čidla napájecí a komunikační kabeláž, alarmy, komunikační rozhraní pro zasílání zpráv, popř. i napojení na centrální ochranu /PCO/, ...)

- samostatný majetek (samostatná technická dokumentace objektu, vyčlenění nákladů na stavební přípravu podle objektů se samostatnými inventárními čísly),
- metodik: OINF, OVS

PS 04 – Telemetrie (SW pro dálkové zobrazení, popř. ovládání, napojených zařízení; zahrnuje vizualizaci dat ze systémů monitoringů VHD, TBD, kamerových a zabezpečovacích systémů a to jednak na VD = vizualizační nadstavba - SW VHD a dále i zobrazení souhrnných výstupů na PS, pracovišti závodu a vybraných pracovištích ŘSP tj. VHD, OTPČ, OINF, …)

- zhodnocení stávajícího majetku (vizualizační nadstavba - SW VHD),
- metodik: OVHD, OTPČ

Detailní členění PD na stavební objekty a provozní soubory bude individuálně u každého vodního díla řešeno na základě navrženého technického řešení s odsouhlasením odboru majetkoprávního (dále OMAJ) - zařazení budoucího majetku.

h) <u>rozdělení stavby na stavební objekty a provozní soubory s určením u každého z nich jednotlivě zda jde o opravu či investici (včetně uvedení DM v relevantních případech)</u>

Rozdělení stavby na stavební objekty bude řešeno pro každé VD individuálně v rámci zpracování PD. Předpokládané členění stavby na SO:

SO 01 – Doplnění zařízení TBD

SO 02 – Kabelové a komunikační trasy

PS 01 – Automatický monitoring veličin TBD

PS 02 – Kamerové systémy

PS 03 – Zabezpečovací systémy

PS 04 – Telemetrie

i) seznam příloh

Příloha č. 1 - Doplnění zařízení TBD, AMSTBD, kabelové a komunikační trasy, kamerové a zabezpečovací systémy (specifikace)

Příloha č. 2 - Situace VD s vyznačením majetkoprávních vztahů k pozemkům

Příloha č. 3 - Dokumentace vizualizační nadstavby VD (SCADA systém)

Příloha č. 4 - Standardy pro připojování IP zařízení na vodních dílech a PS do ICT PLA

Příloha č. 5 - Schéma zapojení monitoringu TBD, kamerových a zabezpečovacích systémů

Příloha č. 6 - Návrh rozšíření systému TBD a zavedení AMSTBD na VD

j) seznam zkratek

AB – asfaltobeton
ADSL – digitální uživatelská linka (Digital Subscriber Line)
AES – standardizovaný algoritmus používaný k šifrování dat v informatice (Advanced Encryption Standard)
AMSTBD – automatický monitorovací systém veličin technickobezpečnostního dohledu
APC – společnost zabývající se výrobou záložních zdrojů
BH – boční hráz
BP – bezpečnostní přeliv
Bpv – výškový systém Balt po vyrovnání
ČTÚ – Český telekomunikační úřad
EZS – elektronické zabezpečovací systémy
GDPR – obecné nařízení o ochraně osobních údajů
GISyPo – internetová aplikace pro prohlížení a správu dat na vodních tocích PLA
GMS – nejrozšířenější standard pro mobilní telefony (Groupe Spécial Mobile)
HDD – pevný disk (Hard Disk Drive)
HDMI – nekomprimovaný obrazový a zvukový signál v digitálním formátu (High-Definition Multi-media Interface)
HH – hlavní hráz
HPV – hladina podzemní vody
HW – hardware
ICH – injekční chodba
ICT – informační a komunikační technologie (Information and Communication Technologies)
IP – síťové rozhraní v počítačové síti, které používá IP protokol (Internet Protocol)
IŠ – injekční štola
IZ – investiční záměr
JTSK – systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
LB – levobřežní
LMG – limnigraf
MDM – správa mobilních zažízení (Mobile device management)
MVE – malá vodní elektrárna
NVR – nahrávací zařízení pro IP kamery (Network Video Server)
OINF – odbor informatiky
OMAJ – odbor majetku
ORP – obec s rozšířenou působností
OŠ – odvodňovací štola

OT – odpadní tunel
OTPČ – odbor technickoprovozní činnosti
OVHD – odbor vodohospodářského dispečinku
OVS – odbor vnitřní správy
PB – pravobřežní
PC – osobní počítač (personal computer)
PCO – Pult centralizované ochrany
PDA – osobní digitální pomocník (personal digital assistant)
PS – provozní středisko
PŠ – průsakoměrná šachta
PTBD – Program technickobezpečnostního dohledu
PTÚ – provozně technický úsek
QR – prostředek pro automatizovaný sběr dat (quick response)
ŘS – řídící systém
SCADA – software pro operátorské ovládání a sběr dat (Control And Data Acquisition)
SMS – služba krátkých textových zpráv (Short message service)
SNMP – slouží k výměně základních systémových informací pomocí krátkých paketů, posílaných přes UDP/IP (Simple Network Management Protocol)
SV – spodní výpust
SW – software
TBD – technickobezpečnostní dohled
TLS – kryptografické protokoly poskytující možnost zabezpečené komunikace na Internetu (Transport Layer Security)
ÚOOÚ – Úřad pro ochranu osobních údajů
UPS – zdroj nepřerušovaného napájení (Uninterruptible Power Supply)
URL – jednotná adresa zdroje (Uniform Resource Locator)
UTP – druh kabelu, nestíněná kroucená dvojlinka (unshielded twisted pair)
ÚV – úpravna vody
VD – vodní dílo
VDSL – DSL technologie umožňující rychlejší datový přenos přes existující telefonní vedení (Very High Speed DSL)
VHD – vodohospodářský dispečink
VO – věžový objekt
WiFi – bezdrátová komunikace v počítačových sítích (Wireless LAN, WLAN)
WPA – chráněný přístup k Wi-Fi (Wi-Fi Protected Access)
WSUS – služba zajišťující aktualizaci softwaru pro operační systémy Microsoft Windows (Windows Server Update Services)
YUM – open source nástroj, spouštěný z příkazové řádky, sloužící ke správě balíčků linuxových systémů (The Yellowdog Updated, Modified)

Doplnění zařízení TBD, AMSTBD, komunikační trasy, kamerové a zabezpečovací systémy - specifikace

		Počet veličin	Poznámka
název VD	**Josefův Důl**		
stávající zařízení TBD	AMSTBD je na díle provozován od roku 1995 - stávající funkční čidla budou ponechána.		
	HH - průsak do odvodňovací štoly OŠ (celkem).	1	
	HH - průsak z plošného drénu do průsakoměrné šachty PŠ1.	5	signál PRJDPRH1 až PRJDPRH5
	BH - průsak z drénu pod AB pláštěm.	3	signál PRJDPRB2, PRJDPRB3 a PRJDPRB5
	BH - průsak z plošného drénu do průsakoměrné šachty PŠ2.	2	signál PRJDPRB1 a PRJDPRB4
	BH - průsak v podhrází (jízek B a C).	2	signál PRJDPRJB a PRJDPRJC
	HH - pozorovací vrty.	14	
	BH - pozorovací vrty.	9	
	Celkem 36 hodnot zavedených do AMSTBD.	**36**	
	Další jsou v současné době jen ručně měřená zařízení TBD.		
doplnění zařízení TBD	BH PŠ2: zavedení měření výtoku z drenáže pravé vzdušní paty hráze (nyní vedeno obtokem a je sledováno pouze vizuálně)		
stavební úprava stávajících zařízení TBD			
	HH PŠ1 - úprava přepadů v průsakoměrné šachtě PŠ1 na HH pro lepší odečet působků		Vazba na výměnu schodiště do průsakoměrné šachty.
	HH PŠ1 - výměna snímačů výšky hladiny na měrných jízcích (5 ks)		
	HH OŠ - úprava jízku v odvodňovací štole - měrný přeliv nahradit Parschallovým žlabem		
	HH ICH - úpravy armatur pro měření tlaků		
	BH PŠ2 - výměna snímačů výšky hladiny na měrných jízcích (5 ks)		
AMSTBD	HH povrch - piezometrické sondy na koruně hráze (hladina, teplota)	10+10	
	HH PŠ1 - měření teploty vody na výtocích z drenážních svodů	5	
	HH OŠ - měření teploty vody u nového Parschallova žlabu	1	
	HH ICH - snímače hladiny (alarmy) na měrných přelivech pro průsaky do ICH (PN, PL, LN, LV)	4	pouze snímač hladiny ON/OFF
	HH ICH - měření tlaků za ICH (1 - 6, 0L, 0P)	8	
	HH ICH - měření tlaku na uzavřených vývodech drénu pod AB pláštěm	14	
	HH ICH - měření tlaku na vztlakoměrných vrtech (22 dvojic)	44	Projekčně připravit, zatím neosazovat.
	HH ICH - rezerva	20	
	BH PŠ2 - měření výtoku a teploty z drenáže pravé vzdušní paty hráze	2	
	BH PŠ2 - měření teploty vody na výtocích z drenážních svodů	5	
	BH PŠ2 - rezerva	24	např. pro měření průtoku a teploty na svodech z jednotlivých sekcí drenáže pod AB pláštěm

Příloha č. 1.1. - JOSEFŮV DŮL

kabelové a komunikační trasy

stávající - Stávající propojení opt. kabelem (asi 12 vláken) v trase: dozorství VD (opt. rozvaděč) - ICH - podél komunikace na lávku k VO - po lávce do horní strojovny SV (opt. rozvaděč) - dolů do dolní strojovny SV (opt. rozvaděč) - štolou k ÚV Bedřichov (příprava pro napojení na opt. síť).

Možnost využít chráničku pod parkovištěm do ICH.

nově navržené - Dopropojení objektů VD (návaznost na stávající opt. síť):
HH - připojení PŠ1 (odvodňovací štolou) k vyústění odpadního tunelu (OT).
BH - připojení PŠ2 + povrch hráze (jen u koruny).
Propojení s obytnými budovami (rekreační objekt PLA).

kamerové systémy

stávající - Není instalován žádný kamerový systém.

nově navržené - 1x střecha objektu dozorství VD:
(typ kamery otočná, záběr kamery od koruny HH až po korunu BH).
1x střecha věžového objektu:
(typ kamery otočná nebo stacionární, při otočné verzi komplet 360°, při stacionární lávka věžového objektu).
1x střecha průsakoměrné šachty PŠ1:
(typ kamery stacionární, záběr na celou plochu pod HH až po vývar, alternativně kameru umístit na střechu výstupu z odvodňovací štoly).
1x střecha průsakoměrné šachty PŠ2:
(typ kamery stacionární, záběr na přístupovou komunikaci od Josefova Dolu).
1x střecha vstupu do ICH u šachtového přelivu:
(typ kamery stacionární, záběr na přístupovou komunikaci od Hrabětic).

zabezpečovací systémy

stávající - Mechanické - zámky na provozních objektech VD, uzamykatelná branka na lávce VO.
Elektronické - zabezpečeny pouze vstupy do průsakoměrných šachet (PŠ1 a PŠ2) a vstup do limnigrafu Plavy - provedeno pomocí kontaktního čidla na dveřích objektů.

nově navržené - Dozorství VD - provozní sklady a garáže, vstupy do ICH, vstup do OŠ, vstup do OT (pohybové čidlo a alarm jen pokud nebude reagovat na proud vody), vstup na lávku VO , vstup do VO, infrazávora vstupu na korunu hráze.

Doplnění zařízení TBD, AMS TBD, komunikační trasy, kamerové a zabezpečovací systémy - specifikace

		Počet veličin	Poznámka
název VD	**Rozkoš**		
stávající zařízení TBD	Pouze ručně měřená zařízení TBD.		
doplnění zařízení TBD	Neplánují se nová zařízení TBD. Od zpracování studie "Návrh zavedení monitoringu vybraných veličin TBD" byl v roce 2017 upraven objekt NIVA (Parschallův žlab).		
stavební úprava stávajících zařízení TBD	Nové vystrojení měrných míst průsaků - průsaky do injekční chodby (Parschallův žlab), úprava profilů výústí z drenážních trubek v nové šachtici. Přestavba měrné šachty na patních drénech DL a DP. Úprava zhlaví vztlakoměrných sond - výměna manometrů (všechny), zachování možnosti provádět indikační zkoušky (3z, 4p, 21p, 22z, 27p a 28z). Úprava zhlaví pozorovacích vrtů na hrázi a v podhrází pro AMSTBD (poklopy, chráničky, kabeláže).		
AMSTBD	Monitoring provozních veličin VHD a řídídích systémů VD.	9	Počet měřených veličin je navržen dle přílohy č. 6.1 "Návrh zavedení AMSTBD na VD Rozkoš" (kapitola 4.1) kromě měření množství průsaků z podhrází (objekt NIVA).
	Průsaky v odvodňovací chodbě (množství, teplota).	1+1	
	Průsaky z patních drénů DL a DP (množství, teplota).	2+2	
	Průsak z podhrází - objekt NIVA (množství).	1	
	Pozorovací sondy na hrázi a v podhrází (hladina, teplota) - před umístěním sond pročistit vrty od kalu!!!	9+9	
	Vztlakoměrné sondy v injekční chodbě (tlak).	14	
	Rezerva (SW, i v rozvaděčích v ICH).	5	
kabelové a komunikační trasy			
stávající -	Na VD není optická síť , optikou propojen pouze jez Zlíč a služební objekt Zlíč - tyto objekty a Rovenská hráz napojeny na VD mikrovlným spojením (pouze data).		
nově navržené -	1. trasa: Dozorství VD - věžový objekt - křížení se silnicí na koruně hráze, vstup do injekční chodby - injekční chodba - odvodňovací chodbou do podhrází - objekt MVE a strojovna SV - odtokový limnigraf. 2. trasa: Dozorství VD - Rovenská hráz - Zlíč (přenos obrazu).		

kamerové systémy

stávající - Není instalován žádný kamerový systém.

nově navržené - 1x hlavní hráz.
2x MVE (spodní výpusti a technologie).
1x věžový objekt.
2x jez Zlíč včetně nadjezí a podjezí.
1x Rovenská hráz.

zabezpečovací systémy

stávající - Mechanické - oplocení a uzamykatelné branky kolem areálů provozní části Rozkoš, dozorství VD, služebního domku Zlíč, závora na vjezdu na Rovenskou hráz, zámky na provozních objektech VD.
Elektronické - pouze rekreační budova Rozkoš. Alarm s pohybovými čidly.

nově navržené - Elektronické - vstupy do ICH hlavní hráze, strojovny MVE a uzávěrů SV, věžového objektu, strojovny jezu Zlíč, přepouštěcího objektu na Rovenské hrázi, dozorství VD.

Doplnění zařízení TBD, AMS TBD, komunikační trasy, kamerové a zabezpečovací systémy - specifikace

název VD	**Seč**	Počet veličin	Poznámka
stávající zařízení TBD	Pouze ručně měřená zařízení TBD.		
doplnění zařízení TBD	Neplánují se nová zařízení TBD - **pouze měření teploty zdiva.** Od zpracování studie "Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu" byl upraven rozsah měření. Realizace akce "Doplnění zařízení TBD" v roce 2016.		
stavební úprava stávajících zařízení TBD	Není potřeba - přizpůsobeno na zavedení AMSTBD. Šikmý vrt dl. 8 až 9 m pro osazení teplotních čidel (sledování teploty hráze) - v prostoru pravé příčné chodby nebo ze střechy strojovny spodních výpustí.		
AMSTBD	Monitoring provozních veličin VHD a řídídích systémů VD.	9	
	Průsaky v injekční chodbě ICH (množství, teplota, celkový průsak).	2x2+1	Počet měřených veličin je navržen dle přílohy č. 6.6 "Návrh zavedení AMSTBD na VD Seč" (kapitola 5.1 - varianta II) kromě měření průsaků. Navíc jsou 2 veličiny u teploty zdiva a 1 veličina pro rezervu. Měření náklonů se nepožaduje.
	Vztlakoměrné sondy v ICH (tlak, teplota).	8+8	
	Teploty zdiva hráze.	2x5	
	Rezerva (SW, i v rozvaděči v ICH).	5	
kabelové a komunikační trasy			
stávající -	Vedení stávajících kabelů od kamer - optický kabel zavěšený na dozorství VD. Využitelné prázdné chráničky a souběh se silovými kabely.		
nově navržené -	1. trasa: Dozorství VD - tunelem - pod návodní římsou - strojovny uzávěrů SV a vtoku do přivaděče - pravobřežní zavázání - křížení se silnicí - pod vzdušní římsou - levé zavázání - objekt náhradního zdroje - dolů do podhrází - injekční chodba - MVE a strojovna uzávěrů spodních výpustí. 2. trasa: Dozorství VD - přemostění bezpečnostního přelivu (BP) - pouze pro kamery.		V rámci připravované modernizace silnice II/343 Vršov - Seč (investor SUS PK) budou osazeny 2 chráničky PLA do tunelu a na křížení komunikace v místě náhradního zdroje (komunikační kabel a napájení náhradního zdroje - objekt dozorství VD).

kamerové systémy

stávající - 1x levá strana koruny hráze.
1x pravá strana koruny hráze.
1x vchod do horní strojovny.

Přenos kabelem do kanceláře hrázného, stálý záběr, vysoké rozlišení, zálohování v intervalu 1 týden, možnost přehrávání zálohování v intervalu 1 týden.

nově navržené - 2x vstupy do injekční chodby.
1x spodní výpusti a vstupy do dolních strojoven.
1x vývar a brána v podhrází.
1x bezpečnostní přeliv.
1x kaskáda bezpečnostního přelivu.

zabezpečovací systémy

stávající - Mechanické - oplocení a uzamykatelné branky kolem dozorství VD a skladů, uzamykatelné branky na vstupu do podhrází a v podhrází VD, zámky na provozních objektech VD.

Elektronické - vstupy do horní a dolní strojovny SV, injekční chodby, dozorství VD.

Pohybová čidla umístněná na vstupech, alarm sirénou a odesláním tel. záznamu o místu narušení + SMS zpráva.

nově navržené - Elektronické - vstupy do skladu u dozorství VD, náhradní zdroj na koruně hráze, brána v podhrází.

Doplnění zařízení TBD, AMS TBD, komunikační trasy, kamerové a zabezpečovací systémy - specifikace

		Počet veličin	Poznámka
název VD	**Mšeno**		
stávající zařízení TBD	Pouze ručně měřená zařízení TBD.		
doplnění zařízení TBD	Neplánují se nová zařízení TBD - **pouze měření teploty zdiva.** Nepředpokládá se jiná úprava stávajícícho rozsahu měření TBD.		
stavební úprava stávajících zařízení TBD			
	Přizpůsobení zhlaví vztlakoměrných a pozorovacích vrtů na zavedení AMSTBD.		
	Zabezpečení zhlaví pozorovacích vrtů podél odpadní štoly - umístění přenosné sondy.		
	Šikmý vrt dl. 8 až 9 m pro ozazení teplotních čidel (sledování teploty hráze).		
	Krátký šikmý vrt na návodní stranu z injekční štoly dl. 1 m pro ozazení teplotních čidel.		
AMSTBD	Monitoring provozních veličin VHD a řídídích systémů VD.	9	
	Průsaky v injekční štole - PZ, PV (množství, teplota).	2+2	
	Průsak patním a plošným drénem v podhrází (množství, teplota).	2+2	Počet měřených veličin je navržen dle přílohy
	Průsak v nové odpadní štole (množství).	1	č. 6.2 "Návrh zavedení AMSTBD na VD Mšeno"
	Vztlakoměrné a pozorovací sondy u vzdušní paty a v podhrází (tlak nebo hladina, teplota).	9+9	(kapitola 5.1 - varianta III). Navíc je 1 veličina
	Vztlakoměrné sondy v injekční štole (tlak, teplota).	12+12	pro měření HPV v okolí nové odpadní štoly
	Pozorovací sonda v okolí odpadní štoly - vrty PS 501, PS 503, PS 504 (hladina, teplota).	1	(přenosná sonda).
	Teploty zdiva hráze.	2x6	
	Rezerva (SW i v rozvaděčích).	5	
kabelové a komunikační trasy			
stávající -	Využitelné prázdné chráničky, stávající sítě monitoringu VHD a řídícího systému VD (souběh se silovými kabely).		
nově navržené -	1. trasa: Dozorství VD - kolem nádrže k LB zavázání - pod návodním chodníkem do manipulačních věží SV - pravobřežní zavázání - křížení s cestou - do podhrází - dolní strojovny SV - vstupním objektem do IŠ - smyčka v IŠ a přístupové štole, podhrázím k LB zavázání hráze. 2. trasa: Od pravého zavázání hráze k vtokovému objektu nové odpadní štoly - vstupní šachta nové odpadní štoly - odpadní štolou až k vyústění štoly. 3. trasa: Připojení obou rozdělovacích objektů loučenské a pasecké štoly (optickým kabelem v záklenku štol a dále prostorem nádrže k dozorství VD).		V rámci probíhající realizace akce "VD Mšeno, oprava koruny hráze" bude uložena po celé délce jedna rezervní chránička s napojovací šachtou u manipulačních věží spodních výpustí.

kamerové systémy

stávající - 1x na RO Paseky.
1 x na RO Loučná.
1x v pravé manipulační věži na hrázi.

Kamery otočné, zoomovatelné, s IR přísvitem. Přenos je zabezpečován prostřednictvím SIM karet tel. operátora Vodafone. Zálohování v PC na dozorství VD.

nově navržené - 1-2x podhrází - vstupy do strojoven SV a domek na vstupu do injekční štoly, odtok z VD.
1x vyústění nové odpadní štoly.

zabezpečovací systémy

stávající - Mechanické - oplocení, uzamykatelné branky a pojezdová brána kolem dozorství VD, uzamykatelné branky na rozdělovacích objektech Paseky a Loučná, zámky na provozních objektech VD.

Elektronické - el. rozvaděče a vstupy do šachty nové odpadní štoly a strojovny segmentových uzávěrů na vtokovém objektu odpadní štoly, rozvaděče RO Paseky a Loučná.

Pohybová čidla umístněná na vstupech + otevření el. rozvaděče, alarm se signalizací na PC dozorství VD.

nově navržené - Elektronické - vstupy do návodních věží SV, injekční štoly, manipulačních domků SV v podhrází, dozorství VD. Vyústění nové odpadní štoly (např. pohybové čidlo a alarm jen pokud nebude reagovat na proud vody).

Doplnění zařízení TBD, AMS TBD, komunikační trasy, kamerové a zabezpečovací systémy - specifikace

		Počet veličin	Poznámka
název VD	**Bedřichov**		
stávající zařízení TBD	Pouze ručně měřená zařízení TBD.		
doplnění zařízení TBD	Neplánují se nová zařízení TBD - **pouze měření teploty zdiva.** Nepředpokládá se jiná úprava rozsahu měření. V roce 2020 probíhá rekonstrukce koruny hráze a budou zřízeny 4 nové vrty do podloží hráze - zahrnout je do AMSTBD.		
stavební úprava stávajících zařízení TBD	Úprava zhlaví pozorovacích vrtů v podhrází a v příčných hrázových chodbách. Lepší ochrany vrtů proti poškození mechanizací údržby nebo v zimních podmínkách. Šikmý vrt dl. 8 až 9 m pro ozazení teplotních čidel (sledování teploty hráze). Úprava měrných míst měření průsaků v příčné hrázové chodbě (+ odlehčovací vrt J6).		
AMSTBD	Monitoring provozních veličin VHD a řídícího systému VD.	9	Počet měřených veličin je navržen dle přílohy č. 6.7 "Návrh zavedení AMSTBD na VD Bedřichov" (kapitola 5.1 - varianta I). Navíc je 1 veličina pro rezervu.
	Pozorovací sondy na koruně hráze a u vzdušní paty (hladina, teplota).	8+8	
	Teploty zdiva hráze.	2x5	
	Rezerva (SW i v rozvaděčích).	5	
kabelové a komunikační trasy			
stávající -	1. trasa: Dozorství VD - do podhrází - dolní strojovny SV a příčné chodby - na korunu hráze - manipulační věže SV - odtokový limnigraf 2. trasa: Vtok do přivaděče Bedřichov-Rudolfov - beztlakový přivaděč - vodní zámek - tlakový přivaděč - MVE Rudolfov I. - MVE Rudolfov II.		
nově navržené -	Propojení vtoku do beztlakového přivaděče s vodním zámkem a MVE Rudolfov I. a II. bude realizováno v rámci probíhající akce "MVE Rudolfov, oprava rekonstrukce objektů soustavy Bedřichov - Rudolfov" (dokončení 07/2020).		V rámci probíhající rekonstrukce koruny hráze budou uloženy chráničky k manipulačním věžím a k pozorovacím vrtům z koruny do podloží (PD Vaner + VD TBD a.s. 2016).

kamerové systémy

stávající - 5x MVE Rudolfov I. (3 venku, 1 ve strojovně a 1 v rozvodně).
3x MVE Rudolfov II. (2 venku, 1 ve strojovně).
4x vodní zámek (2 na vstupu a 2 uvnitř).
4x vtokový objekt přivaděče Bedřichov-Rudolfov.

nově navržené - 1x koruna hráze - komunikace a hladina před BP, vstupy do manipulačních věží SV.
1x dozorství VD - vzdušní líc hráze a podhrází.

zabezpečovací systémy

stávající - Mechanické - oplocení areálu VD a závory na vjezdu, zámky na provozních objektech VD.
Elektronické - vstup do vtokového objektu přivaděče Bedřichov-Rudolfov a vodního zámku, strojovny MVE Rudolfov I. a II.

Místy chybějící oplocení areálu VD.

Alarm s pohybovými čidly.

nově navržené - Elektronická - vstupy do skladu a dozorství VD, manipulačních věží a domků SV.

Doplnění zařízení TBD, AMS TBD, komunikační trasy, kamerové a zabezpečovací systémy - specifikace

		Počet veličin	Poznámka
název VD	**Pastviny**		
stávající zařízení TBD	Pouze ručně měřená zařízení TBD. Některá zařízení budou dodělány v roce 2018.		
doplnění zařízení TBD	Doplnění nových zařizení TBD se neplánuje - **pouze měření teploty zdiva.** Všechna zařízení TBD budou instalována v rámci akcí "VD Pastviny, doplnění zařízení TBD" a "VD Pastviny, rekonstrukce koruny hráze" (předpoklad realizace 2020 - 2021).		
stavební úprava stávajících zařízení TBD	Není potřeba - přizpůsobeno na zavedení AMSTBD. Úprava měrných míst měření průsaků v horní a dolní revizní chodbě. Kabelová příprava pro telelot - automatickou měřící stanici hrázového kyvadla.		
AMSTBD	Monitoring provozních veličin VHD a řídícího systému VD. Vztlakoměrné sondy v revizní chodbě (tlak, teplota). Teploty zdiva hráze. Rezerva (SW, nebo i v rozvaděčích).	9 15+15 2x7 5	Počet měřených veličin je navržen dle přílohy č. 6.3 "Návrh zavedení AMSTBD na VD Pastviny" (kapitola 5.1 - varianta II).
kabelové a komunikační trasy			
stávající -	Využitelné prázdné chráničky a kabelová vedení monitoringů VHD a řídícího systému VD.		
nově navržené -	Dozorství VD - koruna hráze - strojovny návodních uzávěrů SV - pravobřežní zavázání - křížení se silnicí - dolů do podhrází - revizní chodby - MVE (přebíraná data ČEZu) - dolní strojovny uzávěrů SV.		Trasy částečně řešeny v rámci zpracování PD akce" VD Pastviny, rekonstrukce koruny hráze".

kamerové systémy

stávající - Kamerový systém je na VD instalován společností ČEZ. PLA a ČEZ má společné vstupy i vjezdy do podhrází (PLA na VD instalovaný kamerový systém nemá).

nově navržené - 1x koruna hráze a hladina před BP (sloup nového veřejného osvětlení - VO).
1x vstup do strojovny návodních uzávěrů SV a na korunu hráze (sloup nového VO).
1x vstup do revizní chodby hráze.
1x podhrází.

zabezpečovací systémy

stávající - Mechanické - oplocení a uzamykatelné branky rekreačních objektů a dozorství VD, oplocení a brána na vjezdu do podhrází (společně s ČEZ), zámky na provozních objektech VD.
Elektronické zabezpečení není.

nově navržené - Elektronické - vstupy do strojovny návodních uzávěrů SV, revizní chodby a šachty hráze, dolní strojovny uzávěrů SV, dozorství VD.

Doplnění zařízení TBD, AMS TBD, komunikační trasy, kamerové a zabezpečovací systémy - specifikace

		Počet veličin	Poznámka
název VD	**Les Království**		
stávající zařízení TBD	Pouze ručně měřená zařízení TBD.		
doplnění zařízení TBD	Doplnění nových zařizení TBD bude provedeno v předstihu před instalací AMSTBD, kamerových a zabezpečovacích systémů - schválený IZ akce "VD Les Království, doplnění zařízení TBD". Osazení nových kontrolních geodetických bodů pro směrové a výškové měření na koruně hráze bude řešeno v rámci akce "VD Les Království, rekonstrukce koruny hráze" - schválen IZ (předpoklad realizace 2021).		
stavební úprava stávajících zařízení TBD	Úprava stávajících zařízení pro měření a pozorování, včetně zlepšení přístupů a kamerové prohlídky svislé drenáže, bude provedena v rámci akce "VD Les Království, doplnění zařízení TBD".		
AMSTBD	Monitoring provozních veličin VHD a řídícího systému VD. Vztlakoměrné sondy v revizní chodbě (tlak, teplota). Teploty zdiva hráze. Rezerva (SW, nebo i v rozvaděčích).	9 15+15 2x6 5	Počet měřených veličin je navržen dle přílohy č. 6.4 "Návrh zavedení AMSTBD na VD Les Království" (kapitola 5.1 - varianta II). Navíc je 1 veličina pro rezervu.
kabelové a komunikační trasy			
stávající -	Využitelné prázdné chráničky a kabelová vedení monitoringů VHD a řídícího systému VD.		V rámci akce "VD Les Království, rekonstrukce koruny hráze" bude realizován dopravní kamerový systém (napájecí a komunikační kabely)!
nově navržené -	Provozní budova č.p. 384 - dozorství VD (č.p. 236) a pravá šoupátková šachta - koruna hráze - strojovny návodních uzávěrů SV a MVE - levá šoupátková šachta - štola těsnící zdi - do podhrází - dolní strojovna uzávěrů SV - dolní revizní chodba - MVE (přebíraná data ČEZu) - horní revizní chodba - šachtou zpět do pravého zavázání hráze.		

kamerové systémy

stávající - Není instalován žádný kamerový systém.

nově navržené - 1x vstup do hráze na levé straně (horní a dolní revizní chodba).
1x vstup do hráze na pravé straně (horní a dolní revizní chodba).
1x pohled do podhrází (odtok z VD).
1x vstup do levé šoupátkové šachty.
1x vstup do štoly levobřežní těsnící zdi.
1x příjezdová cesta a vstup do služební budovy (č.p. 236).
1x příjezdová cesta a vstup do provozní budovy (č.p. 384).
2x stav spláví na hladině a celkový záběr na VD včetně šachtových přelivů (obě z věže pravé šoupátkové šachty).

zabezpečovací systémy

stávající - Mechanické - vstupní brána a oplocení areálu provozní budovy (č.p. 384) a služební budovy (č.p. 236) vč. uzamykatelných branek, oplocení levého šachtového přelivu, branky na vstupech do podhrází a obtokových tunelů, zámky na provozních objektech VD.
Elektronické - služební budova (č.p.236). Pohybová čidla a systém Jablotron Oasis JA - 82 K, venkovní siréna (místní alarm).

nově navržené - Elektronické - vstupy do strojovny návodních uzávěrů SV, horní a dolní revizní chodby hráze, dolní strojovny SV, štoly těsnící zdi na LB, levé šoupátkové šachty, dozorství VD a provozní budovy. Výtoky z obtokových tunelů (např. pohybové čidlo a alarm jen pokud nebude reagovat na proud vody).

Doplnění zařízení TBD, AMS TBD, komunikační trasy, kamerové a zabezpečovací systémy - specifikace

		Počet veličin	Poznámka
název VD	**Vrchlice**		
stávající zařízení TBD	Pouze ručně měřená zařízení TBD. Náklonoměry Maihak - v rámci zpracování projektu bude moderním (na truhu dostupným odečítacím zařízením) prověřena funkčnost čidel a na základě zhodnocení budou/nebudou tato čidla začleněna do monitoringu TBD (on-line odečítací jednotka), případně budou nahrazena jinými zařízeními. Hranoly pro směrové měření (pro automatické cílení ATR) jsou osazeny pod korunou hráze (body 0a, 3a, 6a, 9a, 12a, 12á, 13a) včetně jednoho svislého profilu (body 6b – 6d). Teploměry METRA z období výstavby nejsou funkční!		
doplnění zařízení TBD	**Vzhledem k rozsahu modernizace a obnovy zařízení pro měření a pozorování TBD je nutné PD obnovy vč. části na zavedení AMSTBD zpracovat jako "Projekt kontrolních měření" v souladu s §6, vyhlášky č. 471/2001 Sb. odborně způsobilou pověřenou osobou !!!** Doplnění odrazných hranolů v 2 profilech (bloky č. 3 - 3 ks a č.9 - 2ks). Doplnění odrazných hranolů i na návodní stranu pod korunou hráze - 5ks. Krátký vrt a čidla pro **měření teploty zdiva** (ostatní s náklonoměrem). Vztlakoměrné a pozorovací sondy (6 vrtů od vzdušní paty hráze do podloží - vrty mimo strojovnu SV!!!). Extenzometr (3 násobný) z horní kobky do podloží pod gravitačními bloky v pravém zavázání (z kobky bloku č. 11 do bloku č. 12) - ručně odečítaný. Svislé in-place inklinometry - pokud nebudou funkční náklomoměry Maihak, budou instalovány 3 profily tj. 2 x v zavázání a 1x cca uprodstřed hráze (bloky č. 1 ,7, 11), dodávka odečítacího zařízení inklinometrů Reinstalace deformetrů za typ VR3D. Úprava měření množství drenážních vod v kobkách a celkem v poslední kobce.		Vrtné práce budou zároveň prácemi průzkumnými (stanovení pevnostních a materiálových charakteristik betonu, geologická dokumentace vrtů).
stavební úprava stávajících zařízení TBD	Úprava zhlaví pozorovacích vrtů v podhrází B/1, B/2 (nerez). Prověření a výměna kabeláže a rozvaděčů Maihack (funkční snímače). Poklopy a dvířka měřících kobek a výklenků (nerez), oplechování stříšek, přístupy do kobek u vzdušní paty hráze. V rámci zpracování PD ověřit stav a průchodnost drénů v PB zavázání a případně vrtů na levé straně hráze, kamerová prohlídka, čištění při realizaci vrtů v podhrází.		

AMSTBD	Monitoring provozních veličin VHD a řídících systémů VD. Vztlakoměrné sondy (tlak, teplota). Náklonoměry Maihack (pouze v případě potvrzení spolehlivé funkce a dostupného automatického odečítacího zařízení pro AMSTBD). In Place inclinometr (náklon 2 směry) Teploty betonu hráze. Rezerva (SW, nebo i v rozvaděčích).	9 8+8 10 20+20 20+2x4 6	Počet měřených veličin je navržen dle přílohy č. 6.5 "Návrh zavedení AMSTBD na VD Vrchlice" (kapitola 5.1 - kombinace variant I. a II). Navíc jsou 2+2 veličiny pro měření vztlaků a teploty (B1 a B2) a In Place inklinometr v bloku č. 11 (5+5 náklony, 5 teploty betonu).

kabelové a komunikační trasy

stávající - Využitelné prázdné chráničky a kabelová vedení monitoringů VHD a ŘS.

nově navržené - Dozorství VD - koruna hráze - strojovna návodních uzávěrů SV - brána v pravém zavázání - drenážní a měrné kobky a skříňky rozvaděčů - odtokový limnigraf - MVE a dolní strojovna SV - revizní chodba.

kamerové systémy

stávající - Není instalován žádný kamerový systém.

nově navržené - 1x koruna hráze.
1x prostor před dolní strojovnou uzávěrů SV.
2x přístup na hráz a dozorství VD.
1x situace na hladině před BP.
1x vývar a vzdušní líc (na objektu LMG).

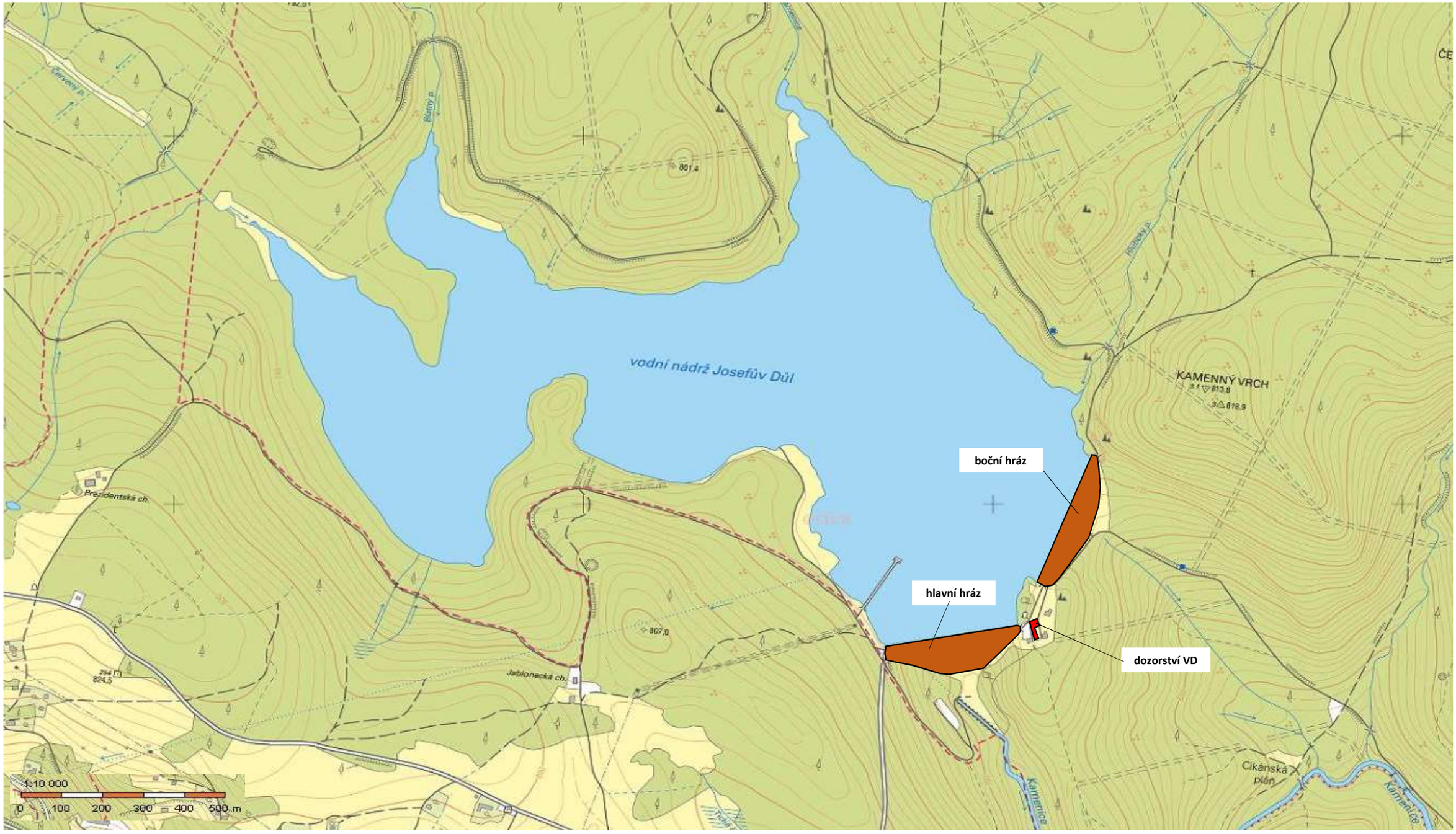
zabezpečovací systémy

stávající - Mechanické - vstupní brány v pravém a levém zavázání a v podhrází VD, uzamykatelné branky a oplocení dozorství VD, zámky na provozních objektech VD.
Elektronické - dolní strojovna SV a dozorství VD.

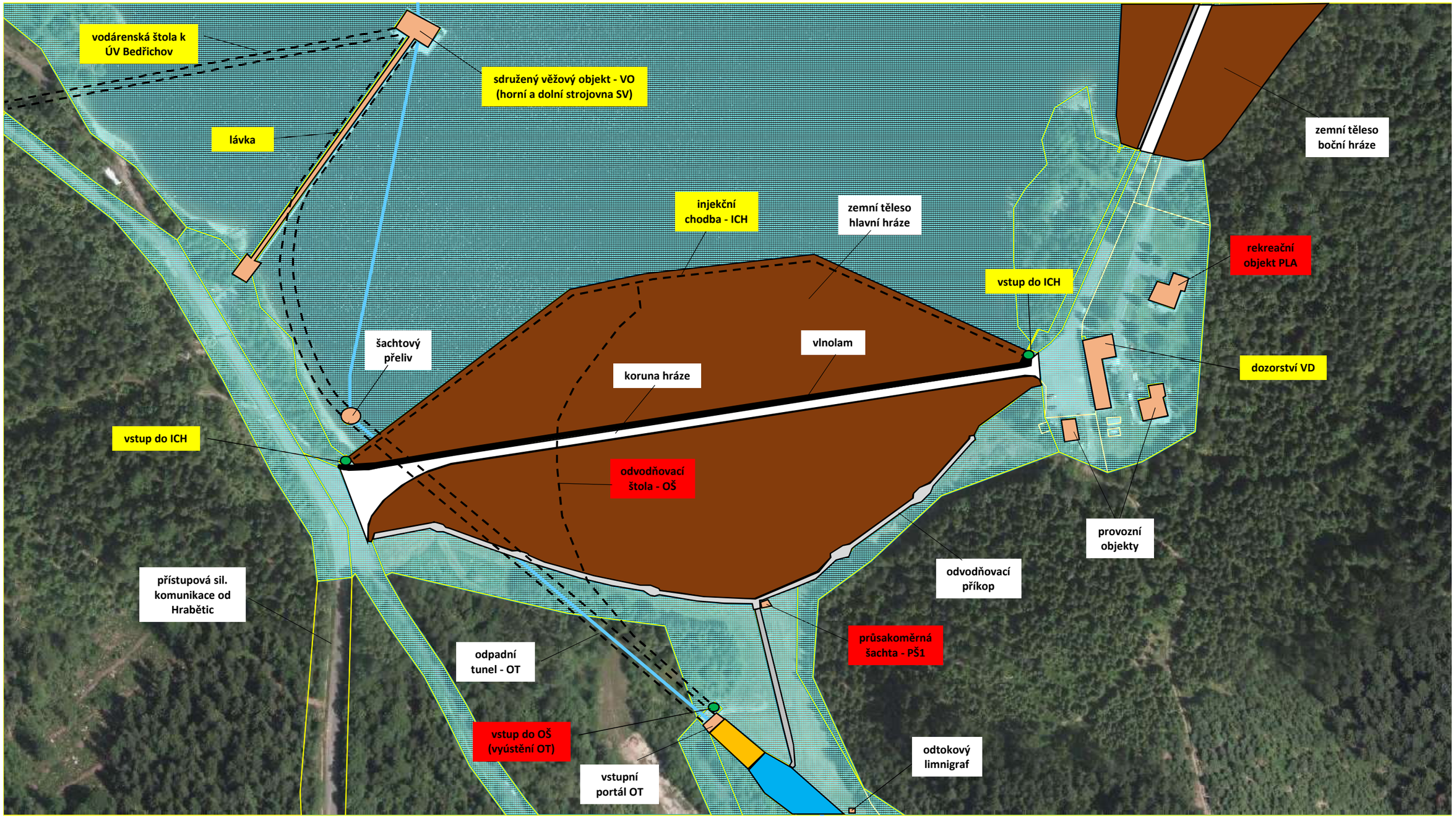
Pohybová čidla (varování místní alarm + volání na mobilní telefon).
Břehy nádrže kontrolovány bezpečnostní agenturou.

nově navržené - Brána areálu VD, vstup na schodiště do podhrází, brána v pravém zavázání, odtokový limnigraf, dvířka rozvaděčů.

VD Josefův Důl - přehledná situace (hlavní a boční hráz)



VD Josefův Důl - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy (hlavní hráz)



pozemky PLA
těleso hráze
koruna hráze
vlnolam

dozorství VD
stávající komunikační trasy
odvodňovací příkop
vývar
odpadní koryto

vstup do OŠ
navržené komunikační trasy
přístupová cesta do podhrází
objekty Povodí Labe, s.p.
cizí objekty

potrubí spodní výpusti
štoly, ICH a odpadní tunely
vstup do hráze, ICH, IŠ

Příloha č. 2.1. - VD Josefův Důl

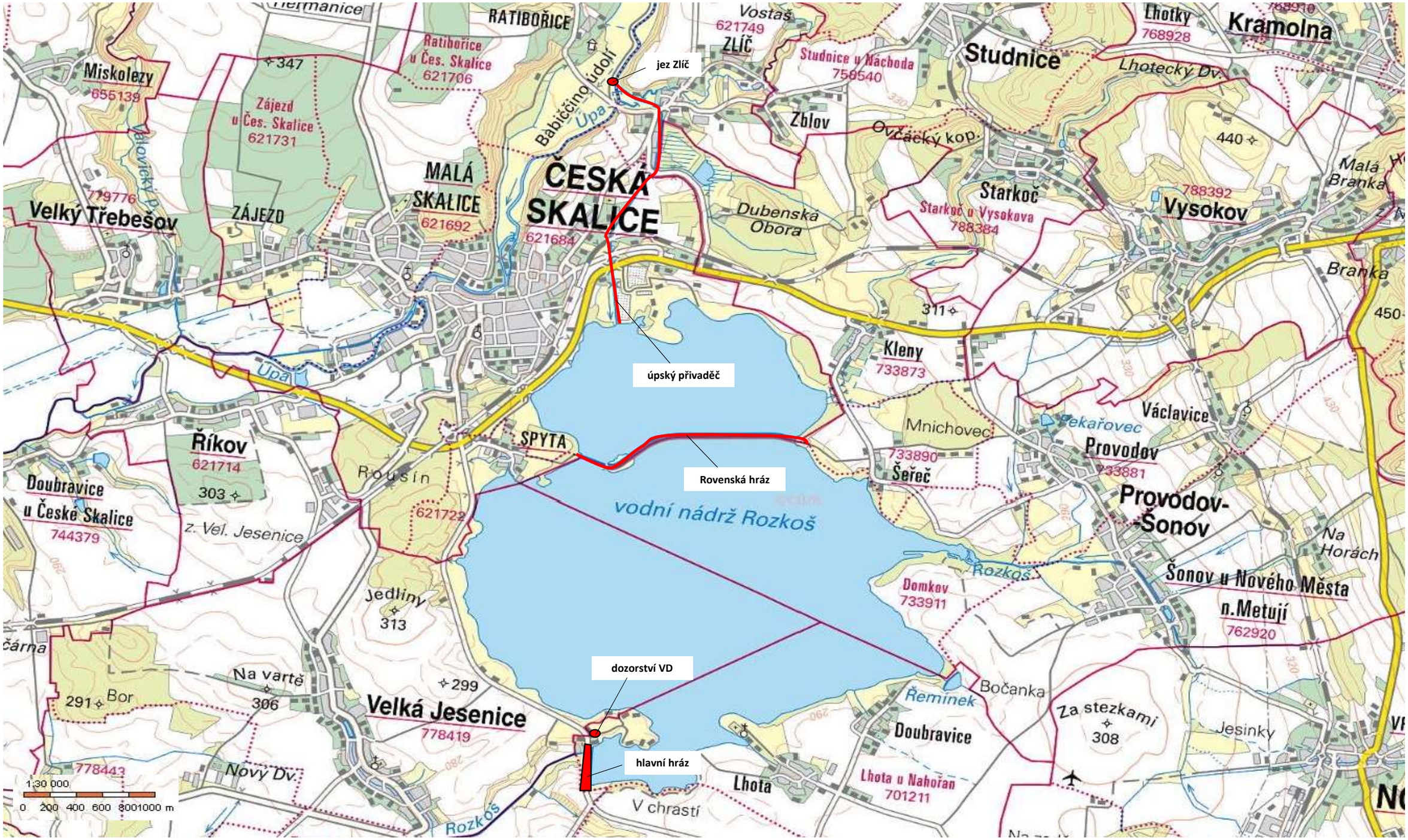
VD Josefův Důl - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy (boční hráz)

pozemky PLA
těleso hráze
koruna hráze
vlnolam

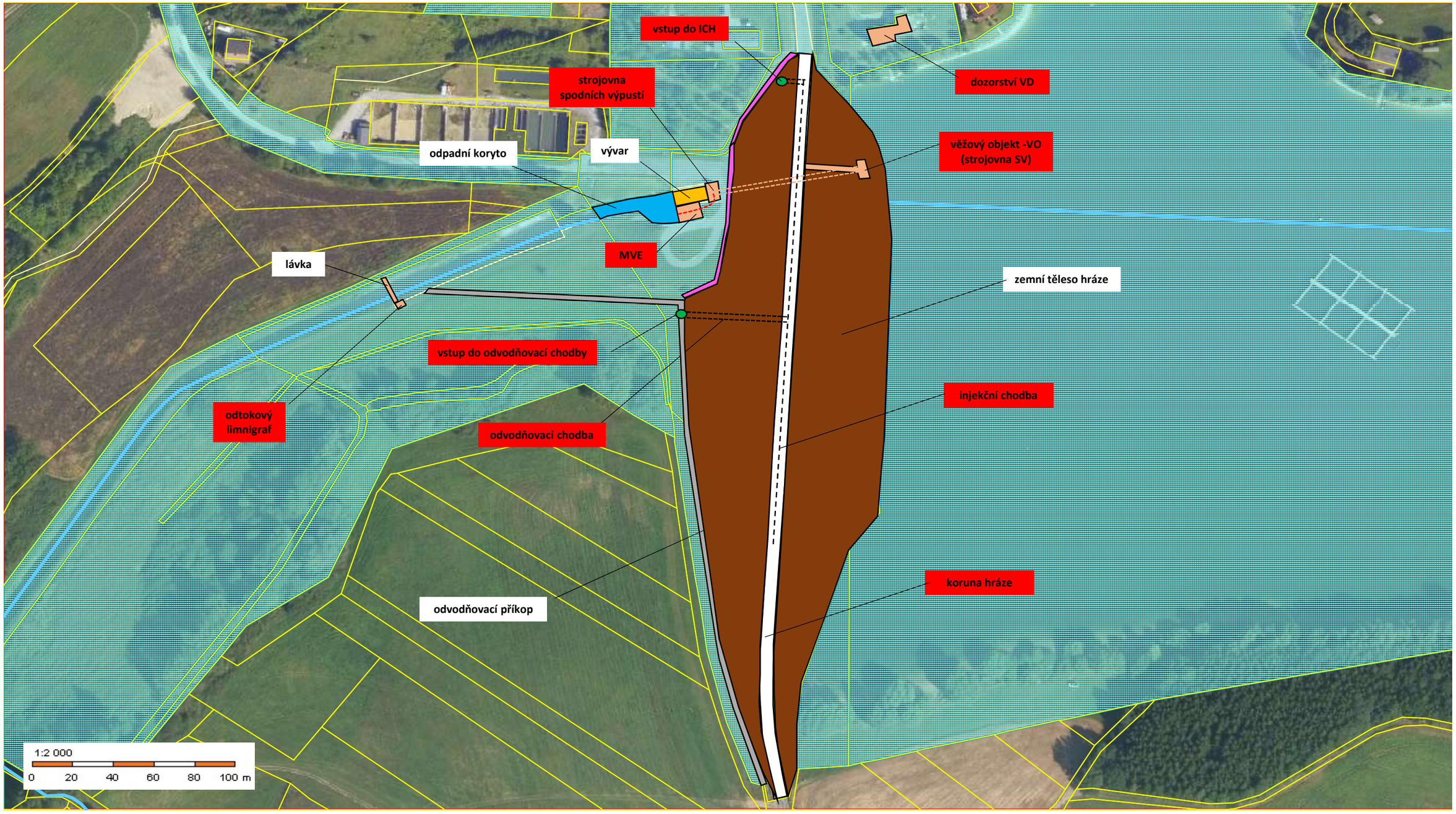
průsak. šachta
navržené komunikační trasy
odvodňovací příkop
objekty Povodí Labe, s.p.
přístupová cesta do podhrází

Příloha č. 2.1. - VD Josefův Důl

VD Rozkoš - přehledná situace (hlavní hráz, Rovenská hráz, jez Zlíč - úpský přivaděč)



VD Rozkoš - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy (Hlavní hráz)



pozemky PLA
těleso hráze
koruna hráze
vstup do hráze

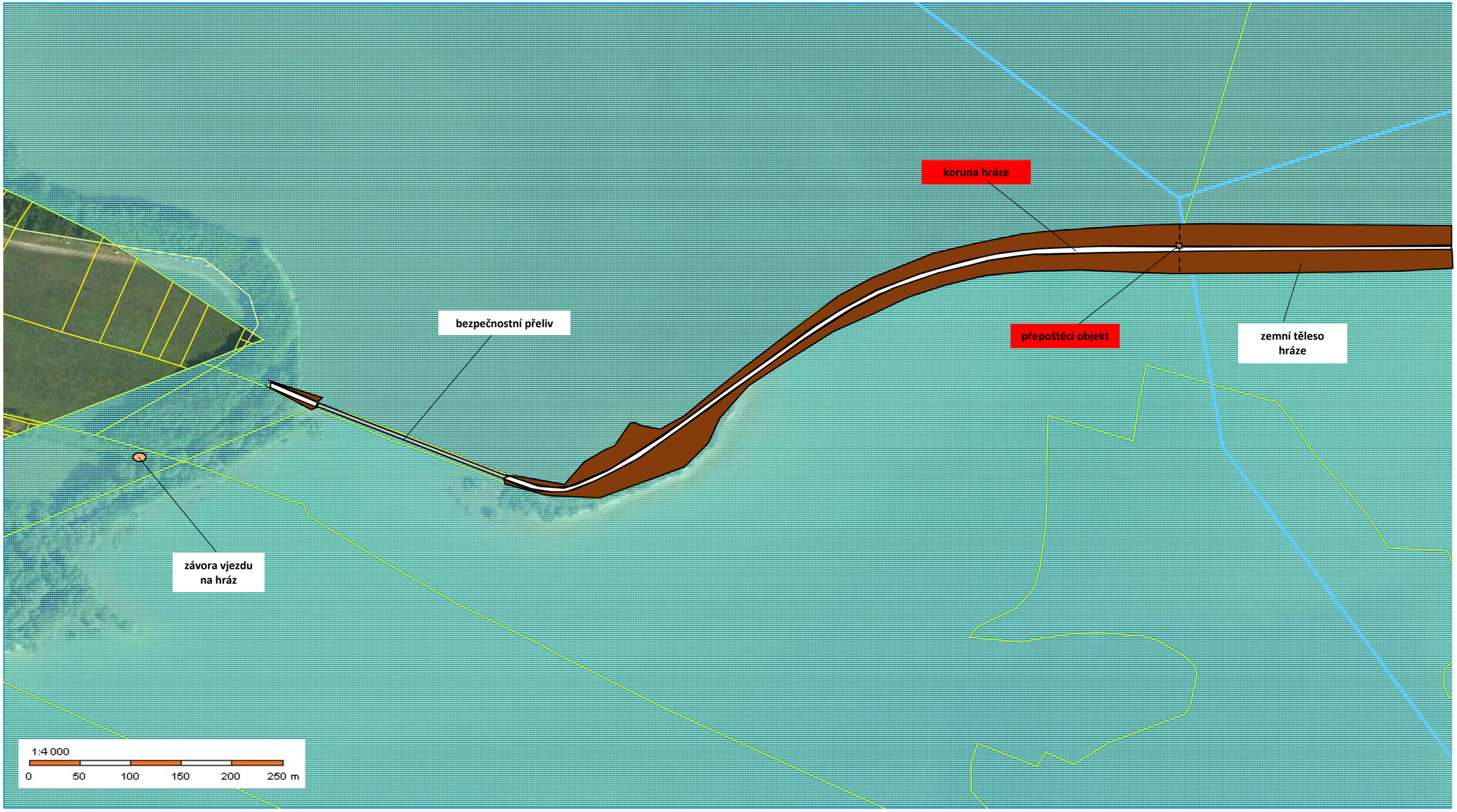
limnigraf
navržené komunikační trasy
odvodňovací příkop
vývar
odpadní koryto

přístupová cesta do podhrází
objekty Povodí Labe, s.p.
cizí objekty

potrubí MVE Rozkoš
potrubí spodní výpusti
revizní chodby

Příloha č. 2.2. - VD Rozkoš

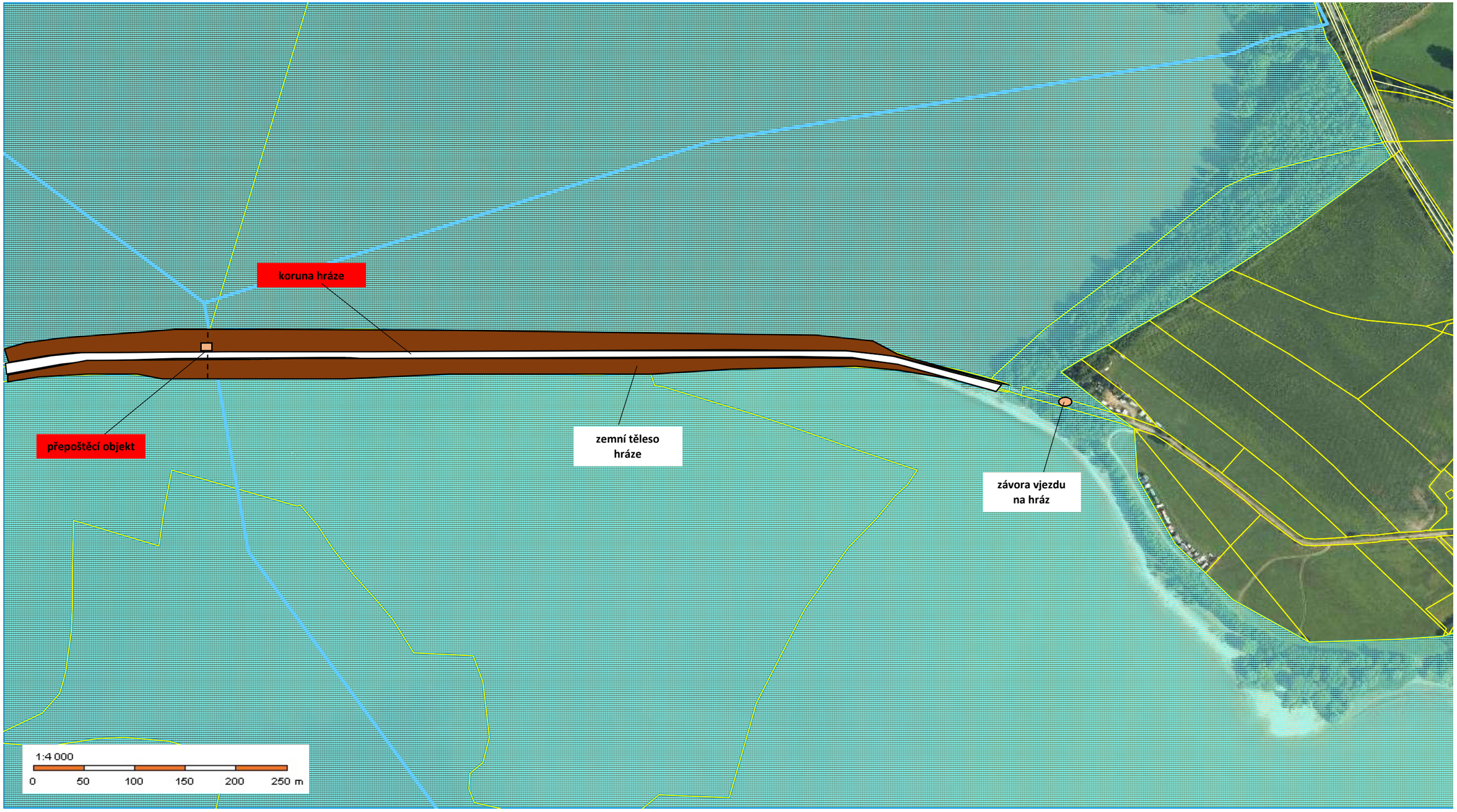
VD Rozkoš - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy (Rovenská hráz - část 1)



těleso hráze
koruna hráze
bezpečnostní přeliv
objekty Povodí Labe, s.p.

Příloha č. 2.2. - VD Rozkoš

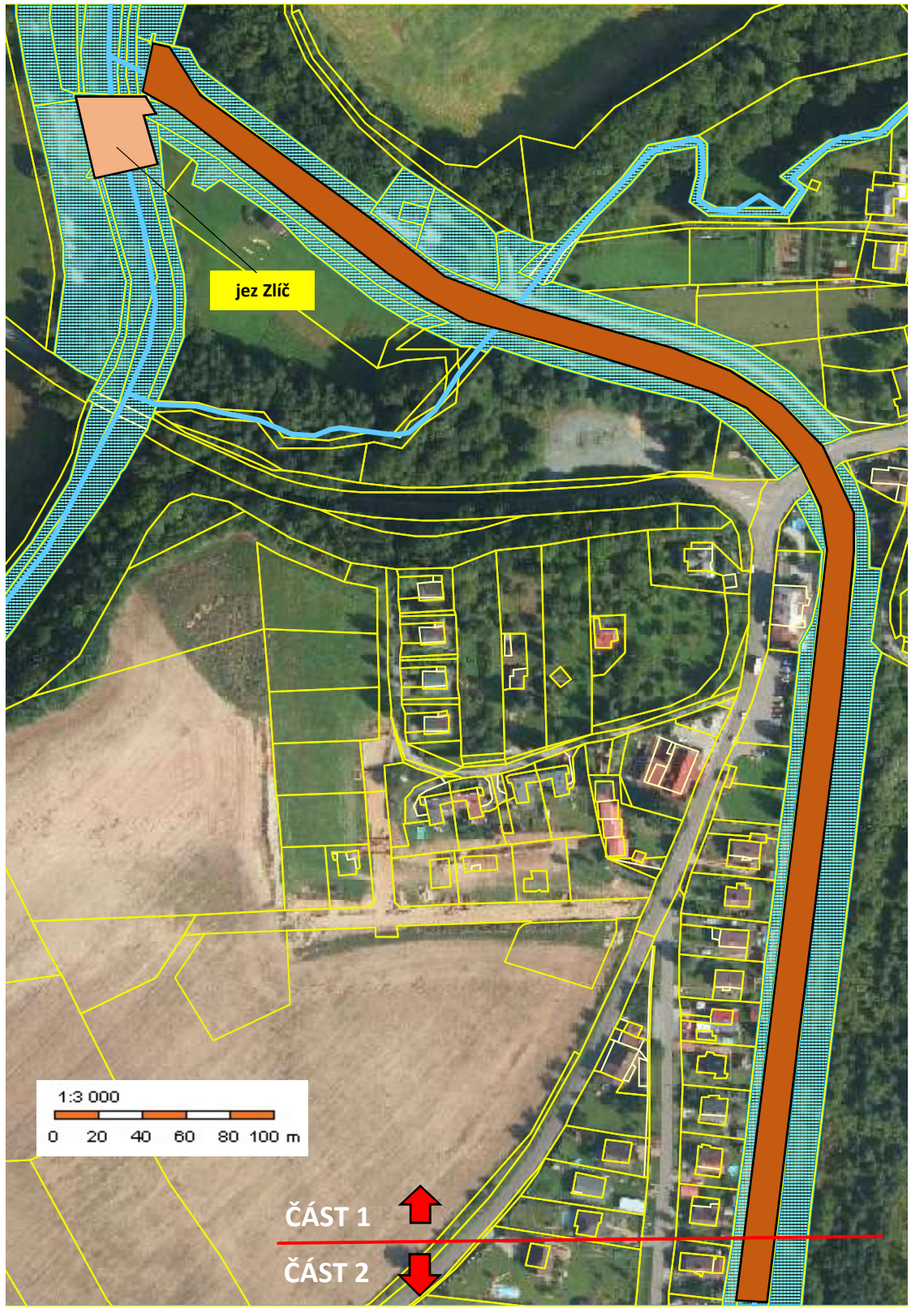
VD Rozkoš - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy (Rovenská hráz - část 2)

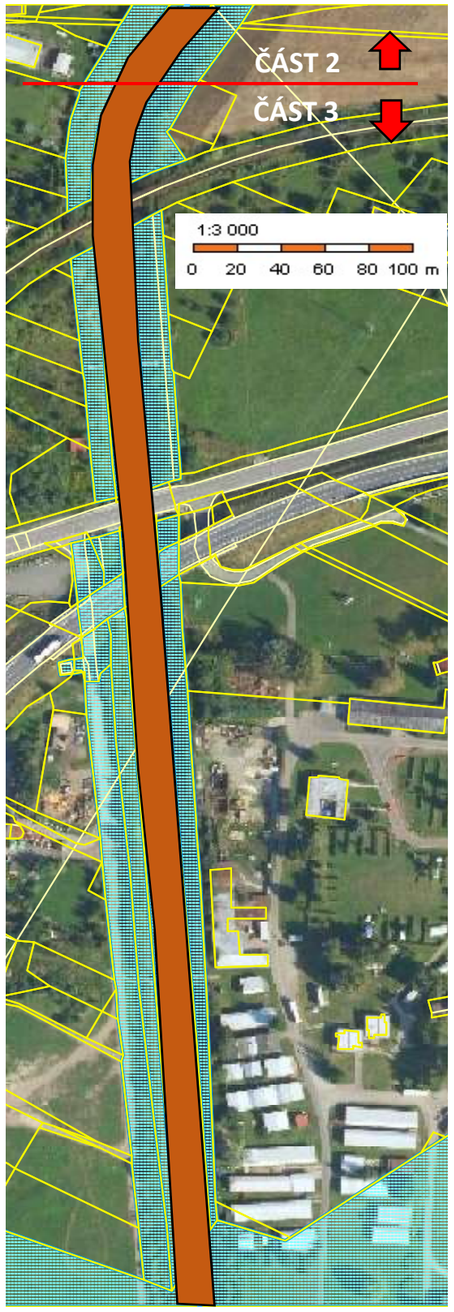


těleso hráze
koruna hráze
objekty Povodí Labe, s.p.

Příloha č. 2.2. - VD Rozkoš

VD Rozkoš - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy (jez Zlíč - přivaděč)





objekty Povodí Labe, s.p.

úpský přivaděč

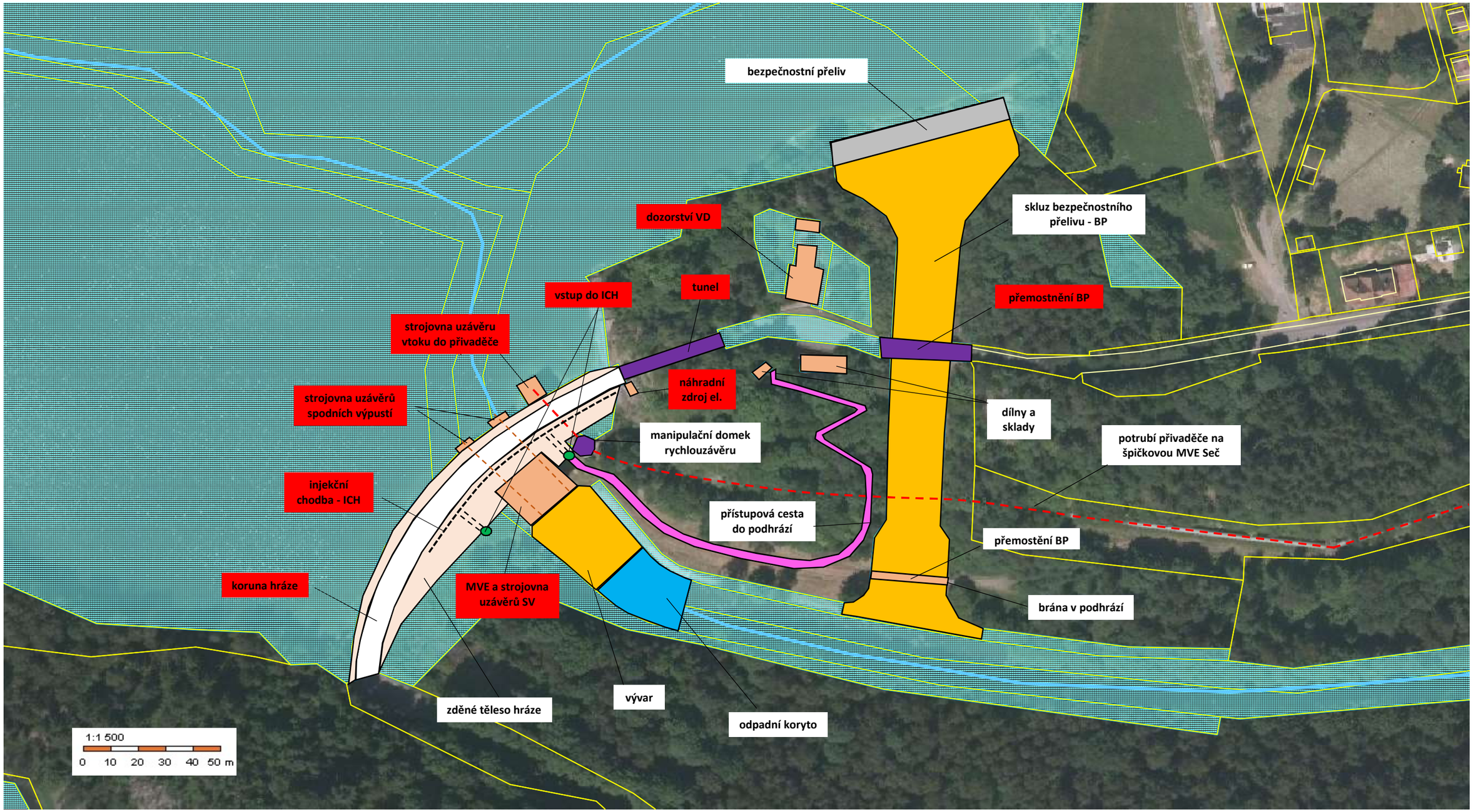
jez Zlíč

stávající komunikační trasy

Příloha č. 2.2. - VD Rozkoš

VD Seč - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy

Pozn.: Možné vypořádání částí pozemků v levém podhrází, kolem dozorství VD a provozních budov ověřuje u vlastníka pozemku, orgánu státní stávy lesů a CHKO provozovatel VD - závod Pardubice.



pozemky PLA
těleso hráze
koruna hráze
vstup do hráze

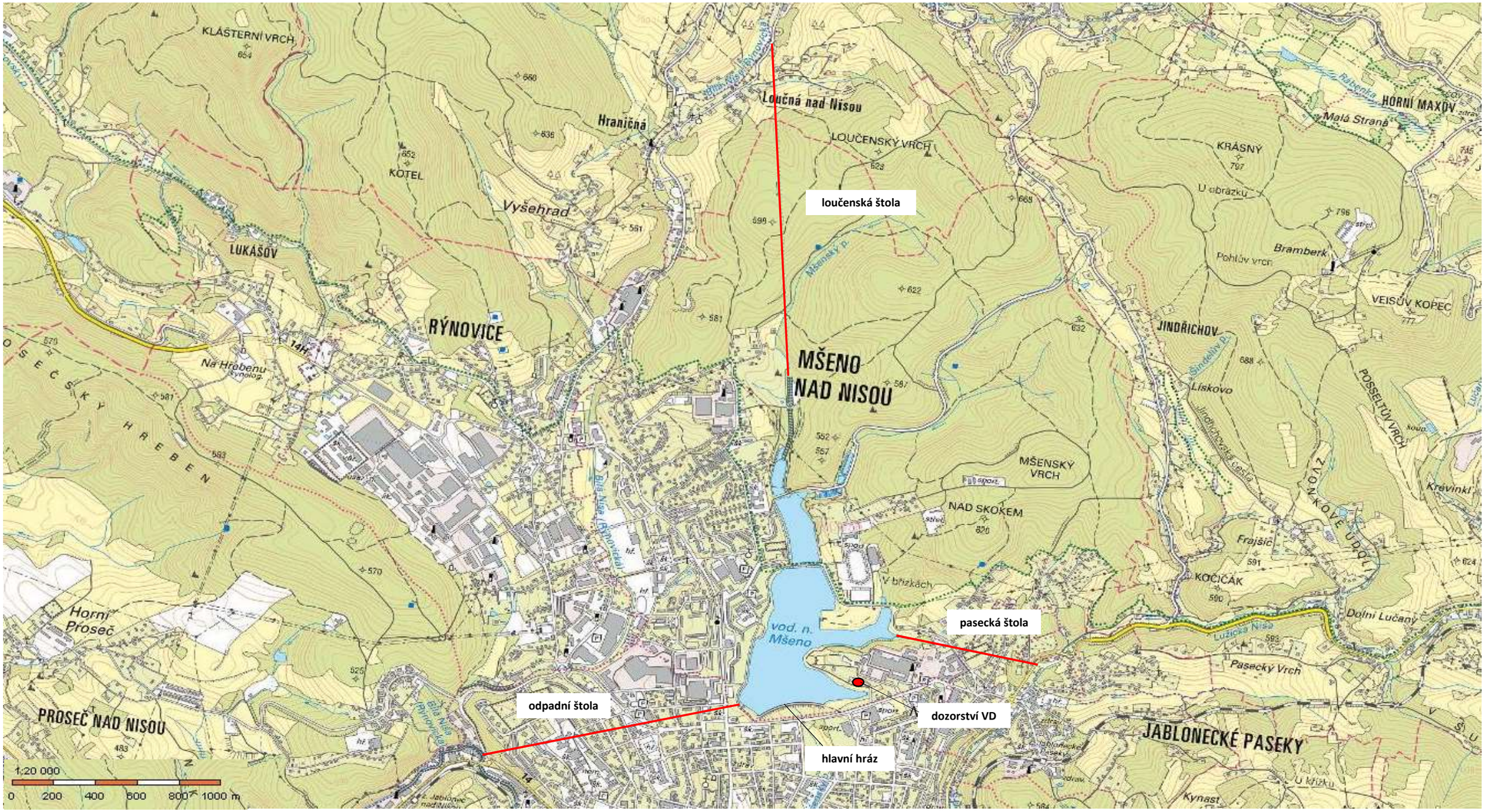
vstup do ICH — navržené komunikační trasy
bezpečnostní přeliv
vývar a skluz BP
odpadní koryto

přístupová cesta do podhrází
objekty Povodí Labe, s.p.
cizí objekty

přivaděč VD Seč-MVE Seč
potrubí spodní výpusti
injekční chodby

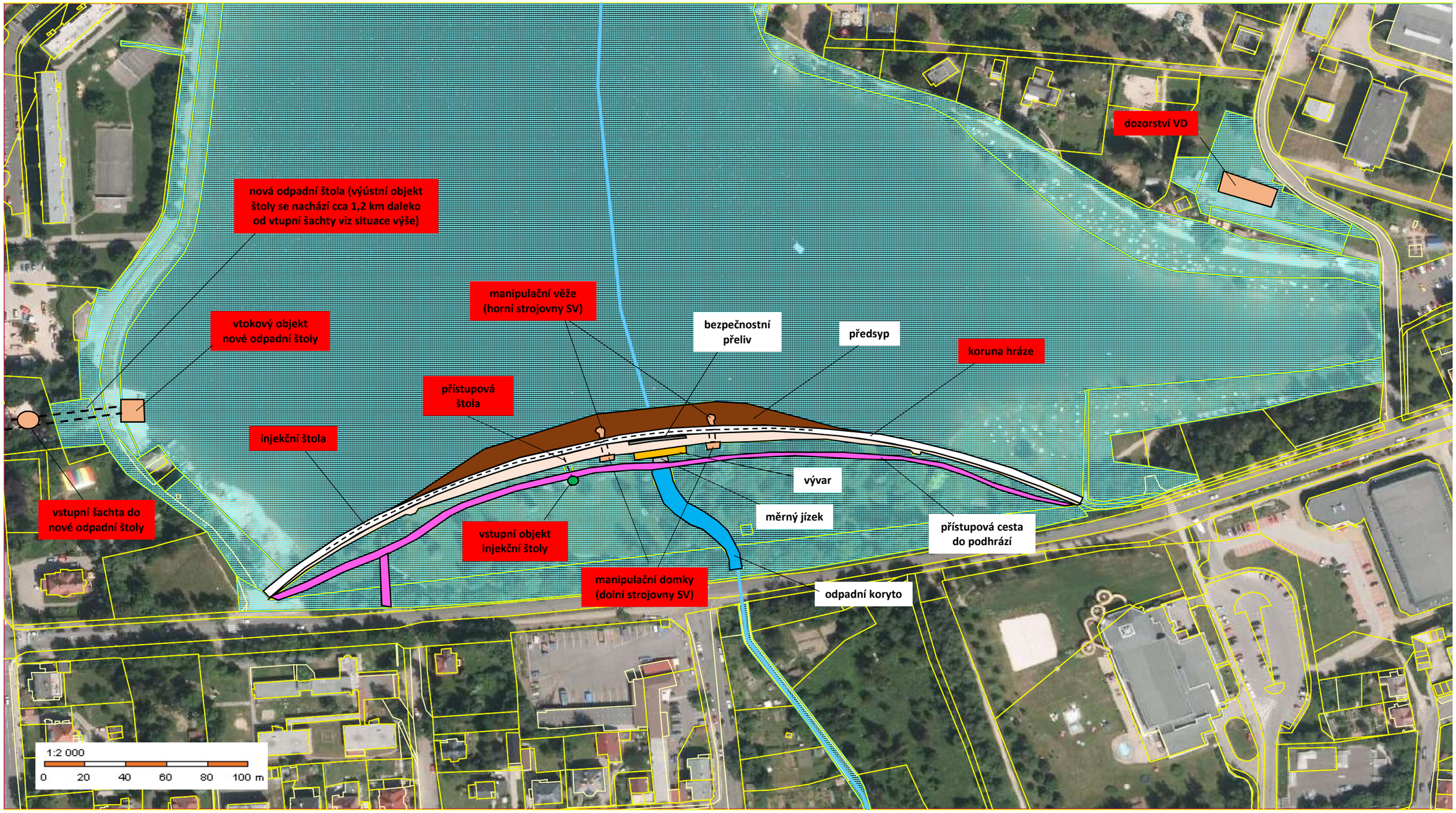
Příloha č. 2.3. - VD Seč

VD Mšeno - přehledná situace (hlavní hráz, odpadní štola, pasecká a loučenská štola)



Příloha č. 2.4. - VD Mšeno

VD Mšeno - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy (hráz)



pozemky PLA
těleso hráze
koruna hráze
předsyp hráze

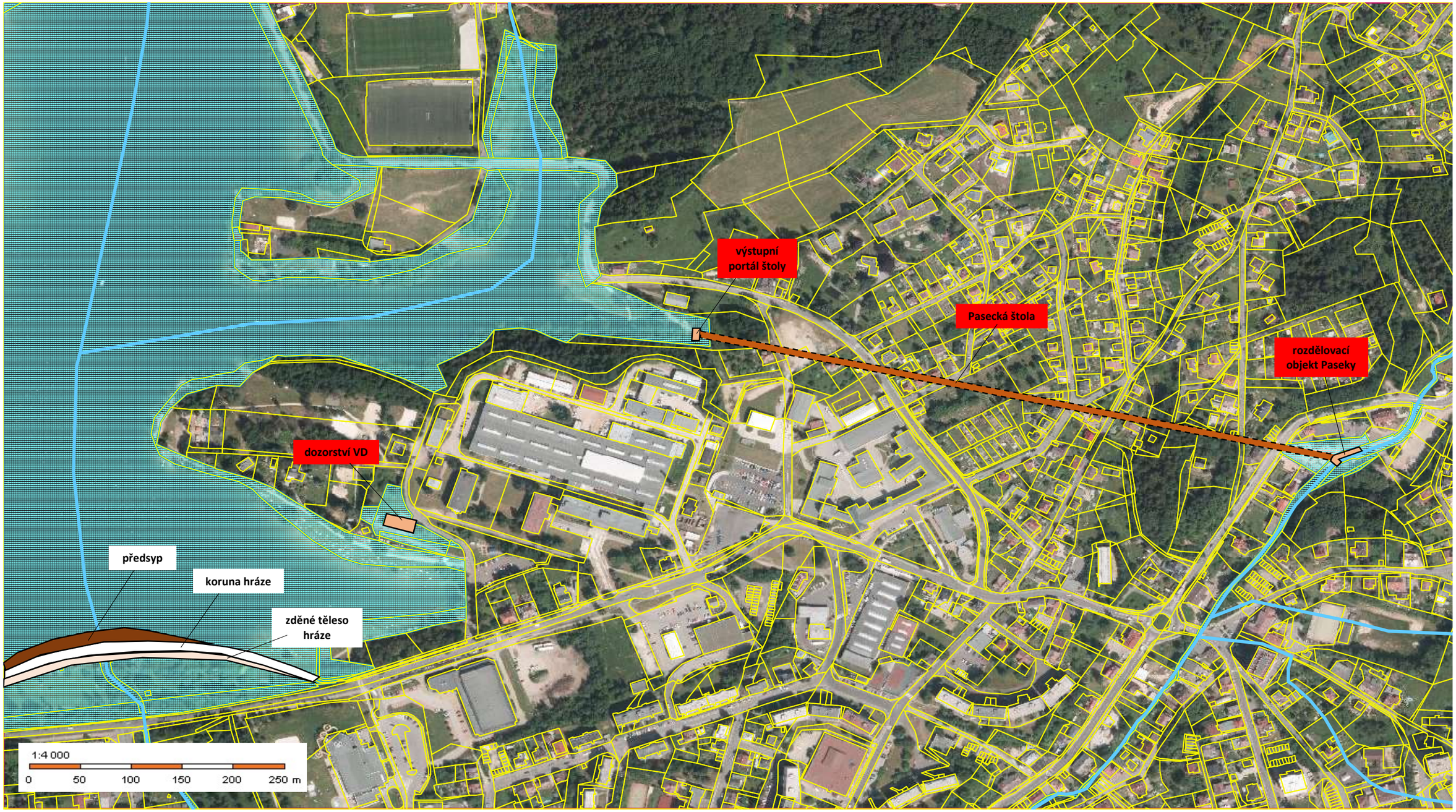
injekční štola — navržené komunikační trasy
bezpečnostní přeliv
vývar
odpadní koryto

přístupová cesta do podhrází
objekty Povodí Labe, s.p.
cizí objekty

potrubí spodní výpusti
štoly a revizní chodby
vstup do hráze

Příloha č. 2.4. - VD Mšeno

VD Mšeno - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy (Pasecká štola)

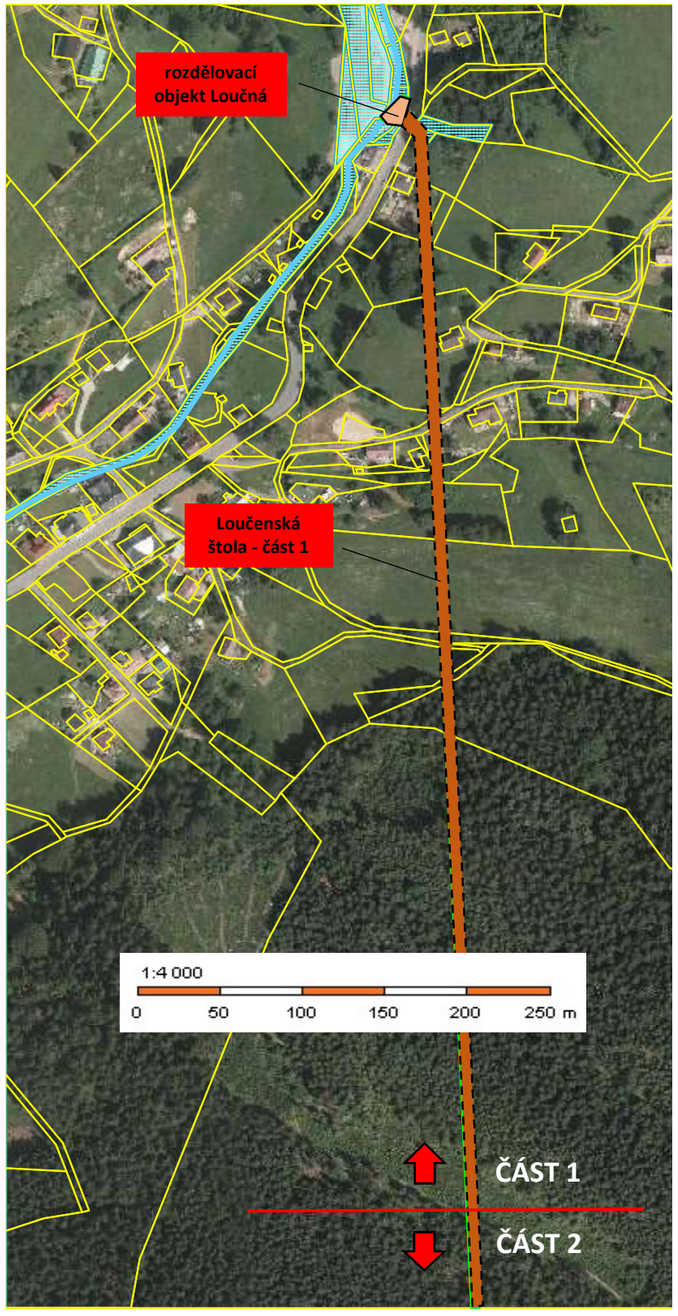


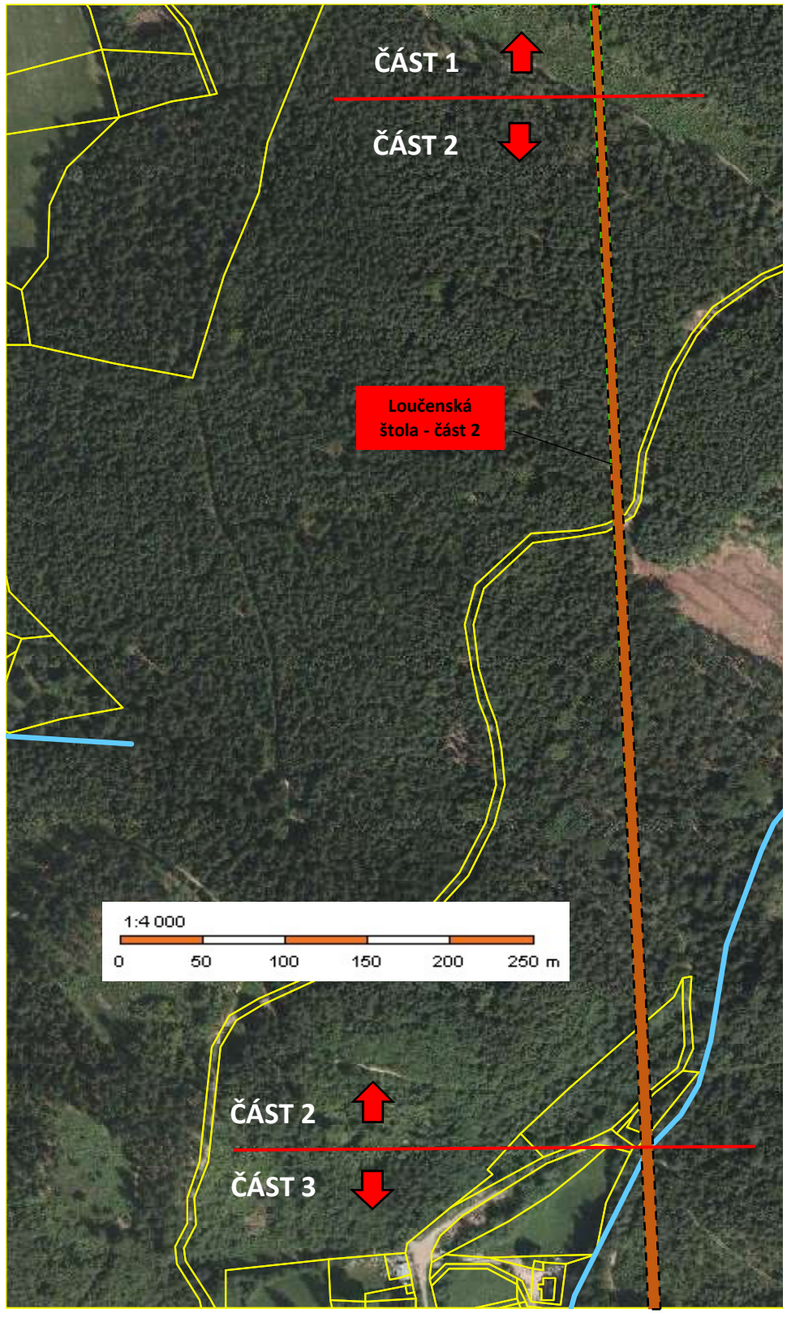
pozemky PLA
těleso hráze
koruna hráze
předsyp hráze

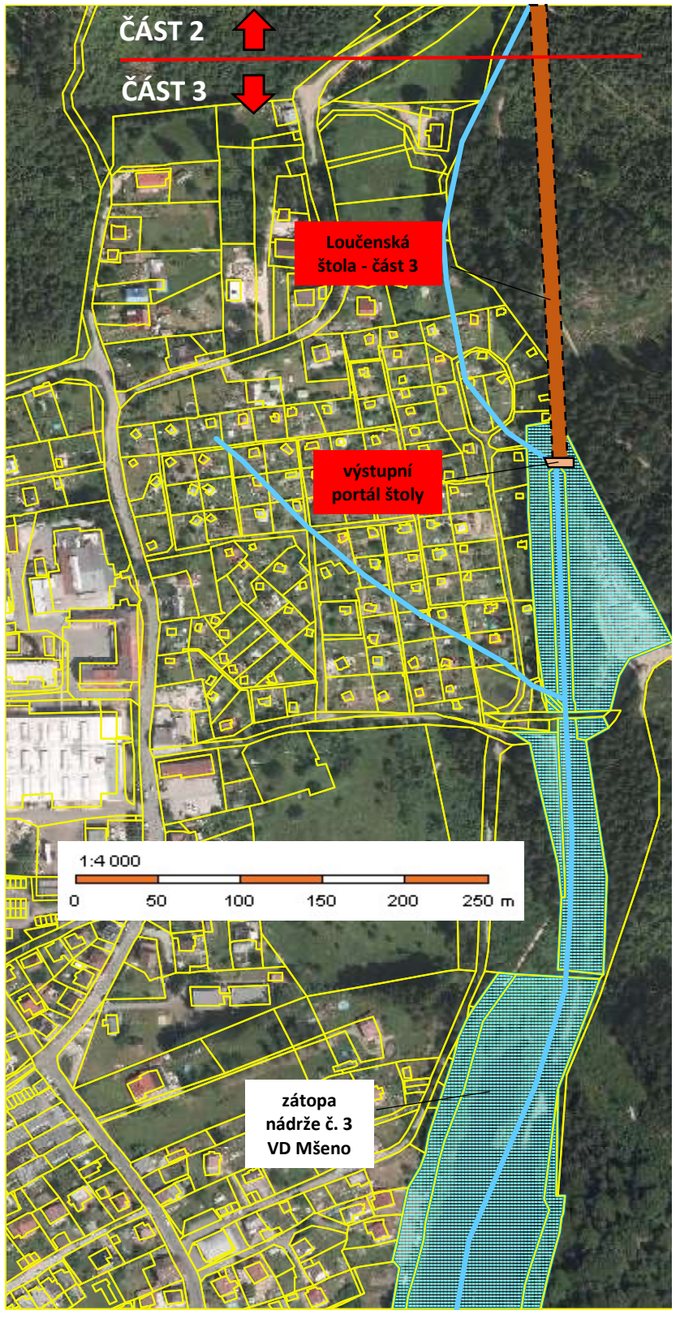
pasecká štola
navržené komunikační trasy
objekty Povodí Labe, s.p.
pasecká štola

Příloha č. 2.4. - VD Mšeno

VD Mšeno - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy (Loučenská štola)







pozemky PLA
objekty Povodí Labe, s.p.
pasecká štola

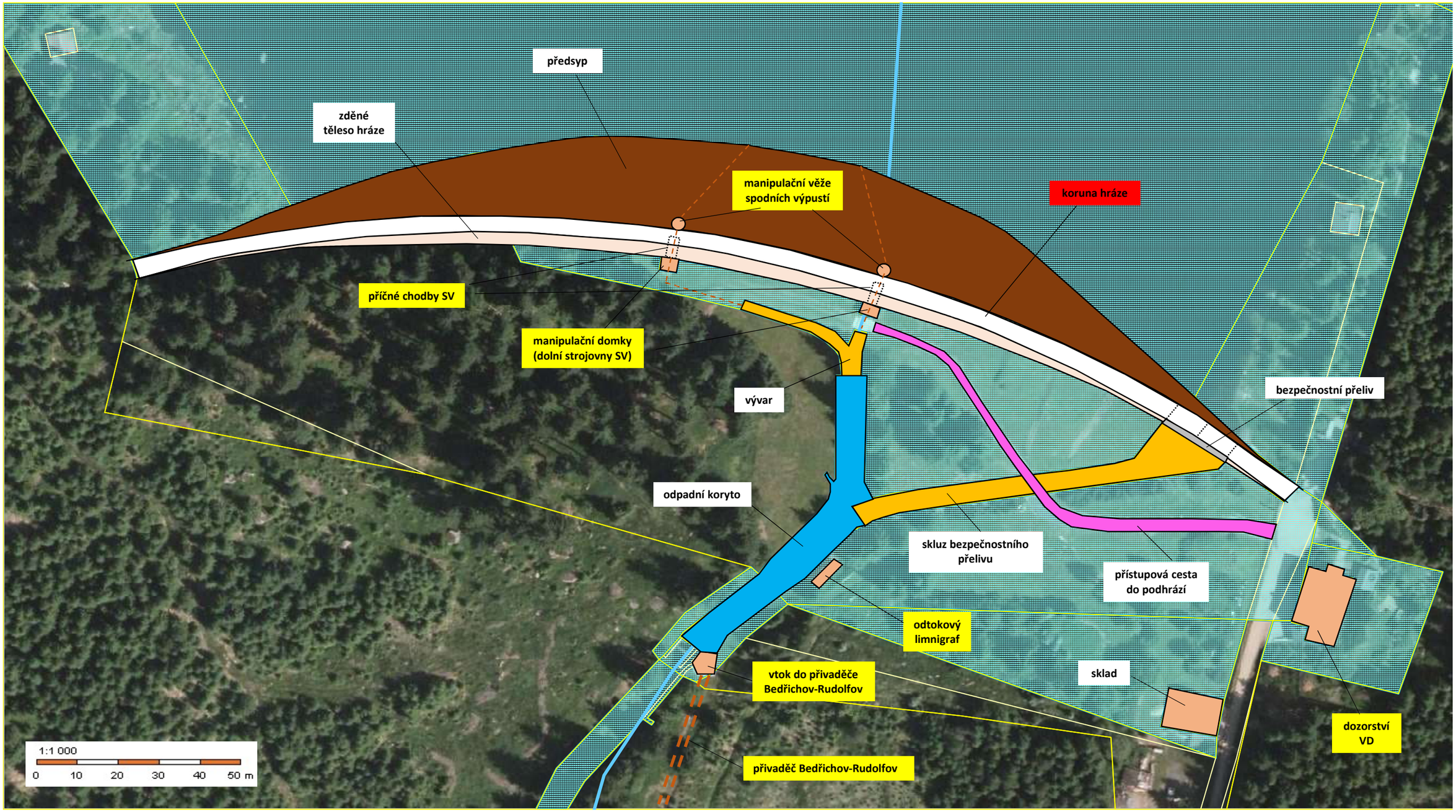
loučenská štola

navržené komunikační trasy

Příloha č. 2.4. - VD Mšeno

VD Bedřichov - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy

Pozn.: Odbor MAJ řeší v současné době převod části pozemku v pravé část podhrází (Lesy ČR --> Povodí Labe).



pozemky PLA
těleso hráze
koruna hráze
předsyp hráze

dozorství VD
stávající komunikační trasy
bezpečnostní přeliv
vývar a skluz BP
odpadní koryto

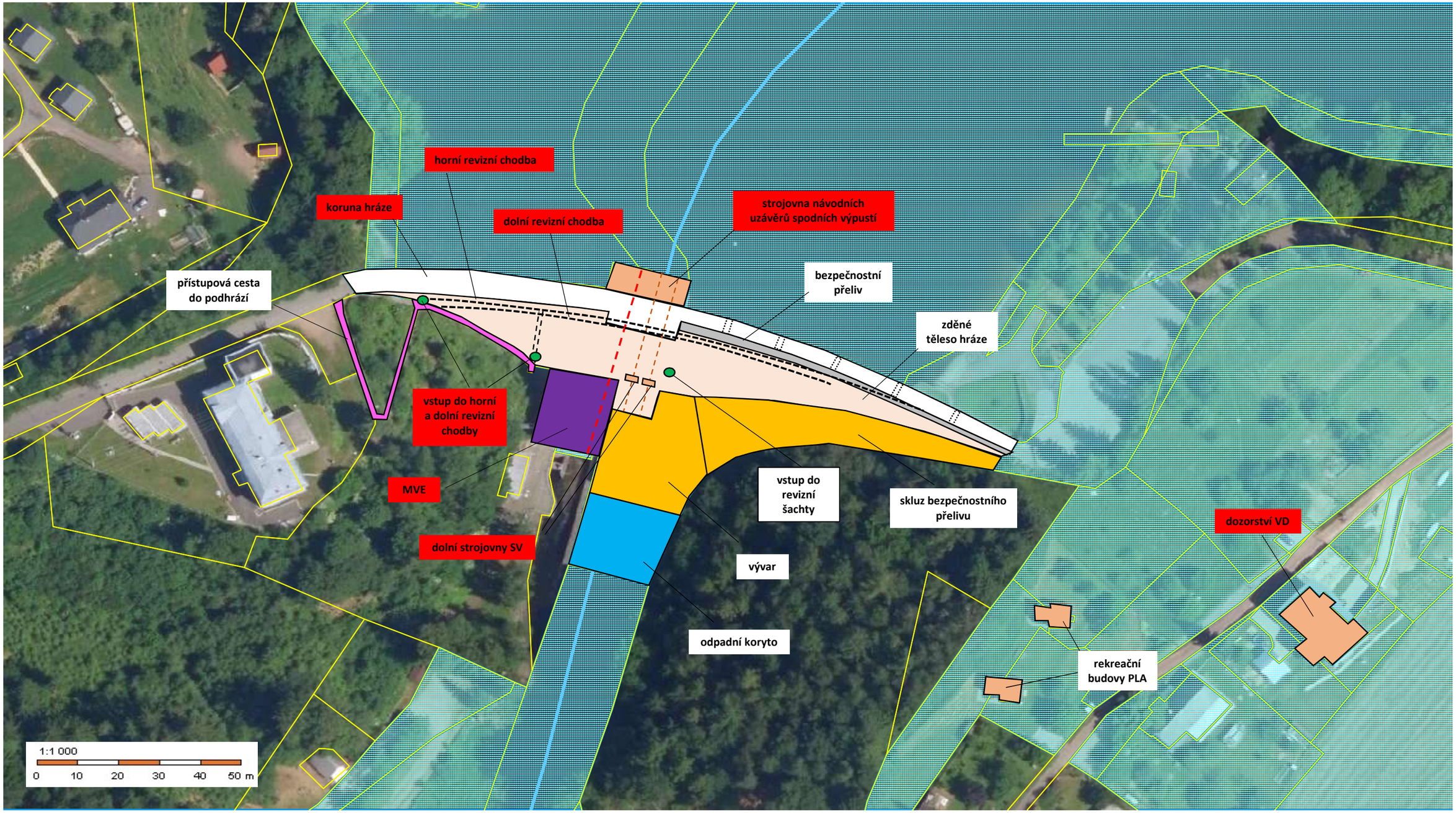
koruna hráze
navržené komunikační trasy
přístupová cesta do podhrází
objekty Povodí Labe, s.p.
cizí objekty

přivaděč Bedřichov-Rudolfov
potrubí spodní výpusti
příčné chodby SV

Příloha č. 2.5. - VD Bedřichov

VD Pastviny - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy

Pozn.: Pozemky podél skluzu od BP a u pravého zavázání hráze (LČR) se řeší v rámci akce "VD Pastviny - rekonstrukce koruny hráze"; V podhrází u MVE pozemky ve vlastnictví ČEZ OZ uzavřený investiční fond a.s.



pozemky PLA
těleso hráze
koruna hráze
vstup do hráze

dozorství VD
navržené komunikační trasy
bezpečnostní přeliv
vývar a skluz BP
odpadní koryto

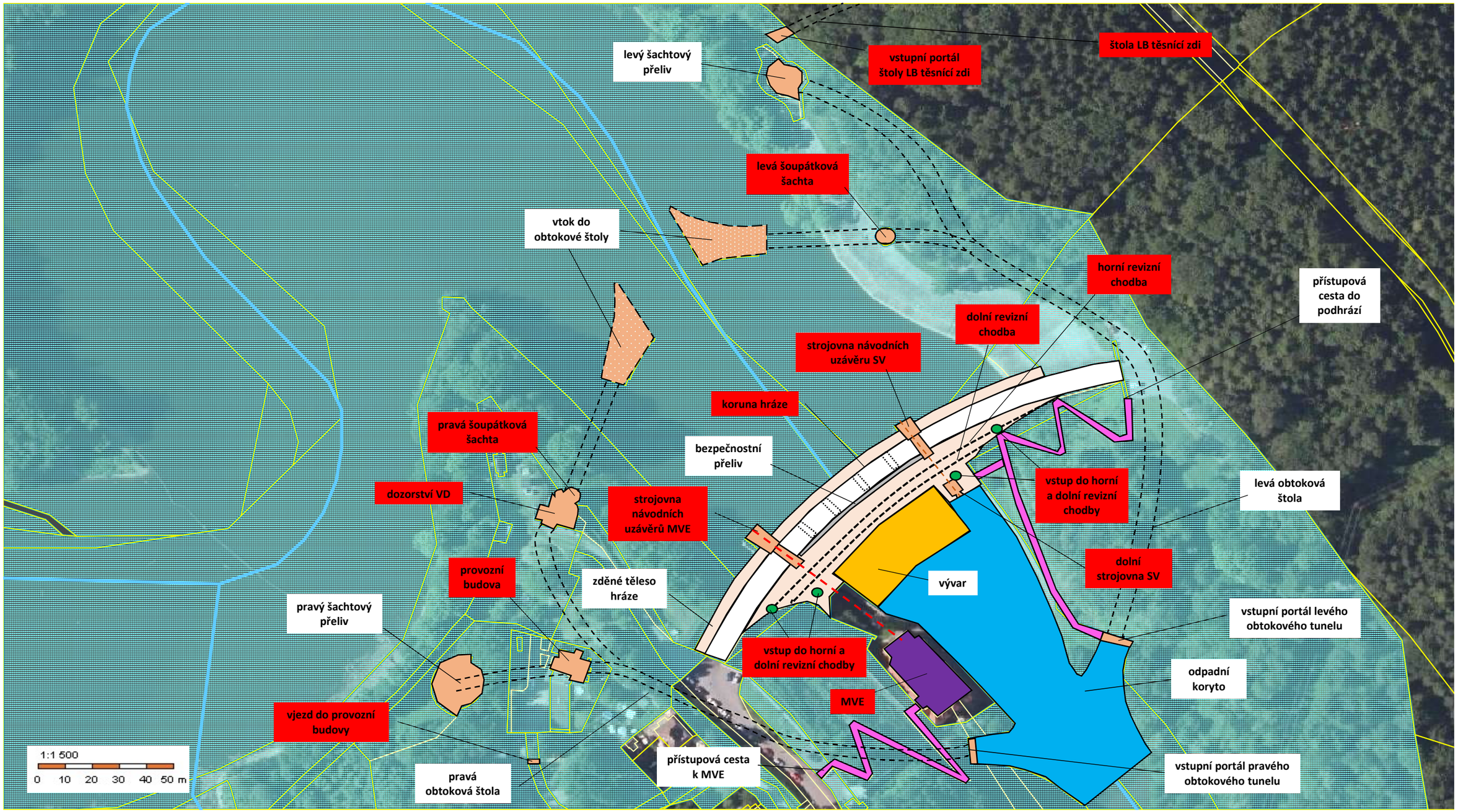
přístupová cesta do podhrází
objekty Povodí Labe, s.p.
cizí objekty

potrubí spodní výpusti
revizní chodby
potrubí MVE

Příloha č. 2.6. - VD Pastviny

VD Les Kálovství - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy

Pozn.: v podhrází u MVE pozemky ČEZ OZ uzavřený investiční fond a.s.



těleso hráze
koruna hráze
vstup do hráze

bezpečnostní přeliv
vývar
odpadní koryto

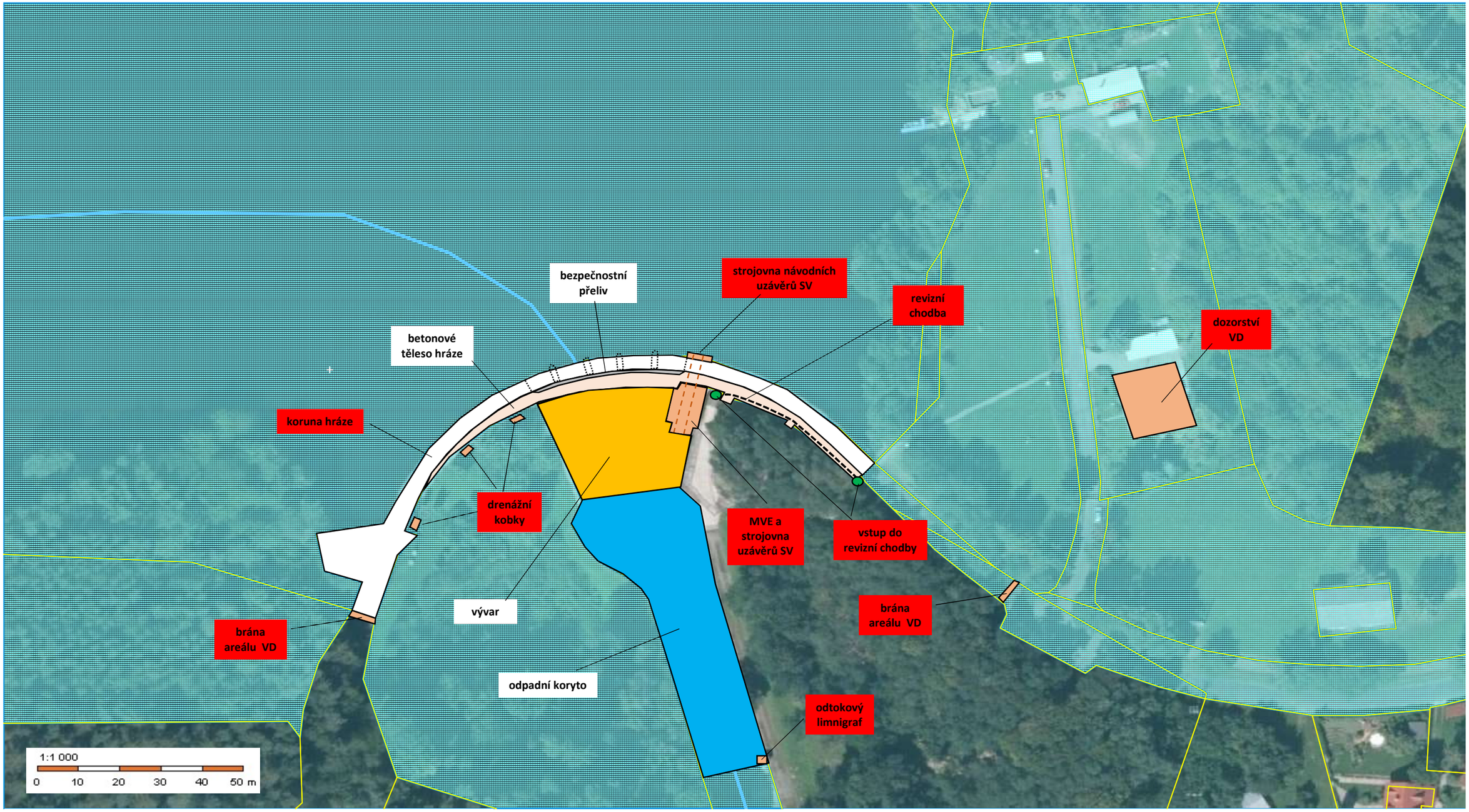
přístupová cesta do podhrází
objekty Povodí Labe, s.p.
cizí objekty

potrubí na MVE
potrubí spodní výpusti
štoly a revizní chodby

Příloha č. 2.7. - VD Les Království

VD Vrchlice - majetkoprávní vztahy - snímek z pozemkové mapy

Pozn.: Směna pozemku v levém podhrází je projednána s vlastníkem pozemku a odbor MAJ zahajuje převod na PL.



pozemky PLA
těleso hráze
koruna hráze
vstup do hráze

dozorství VD
navržené komunikační trasy
bezpečnostní přeliv
vývar
odpadní koryto

přístupová cesta do podhrází
objekty Povodí Labe, s.p.
cizí objekty

potrubí spodní výpusti
revizní chodby

Příloha č. 2.8. - VD Vrchlice

Popis stávající (realizované) vizualizační nadstavby VD - SCADA systém VD

1. Server na VD typu přehrada
    - Aplikace, pracující na serveru bude typu Client/Server.
    - K serveru i aplikaci na něm pracující je realizován přístup klientů (lokálních i vzdálených) pomocí privátní datové sítě podniku PLA
    - Klienti v této síti mají možnost přístupu k aplikaci pomocí prostředků jak SCADA systému (tlustý klient), tak i pomocí webového prohlížeče (tenký klient).
    - Napájení serveru je být řešeno tak, aby
        - mohl pracovat i při krátkodobém výpadku síťového napájení
        - byl schopen obnovit svou práci i bez přihlášeného uživatele
        - byl schopen načíst chybějící data z centrální měřící jednotky po obnovení své činnosti.
    - Operační systém Windows.
    - Připojený alarmový GSM modem, schopný:
        - odesílat alarmové SMS zprávy na základě vzniku alarmu určeného typu na určené mobilní telefony
        - přebírat SMS dotazy z určených mobilních telefonů, zpracovat je, vygenerovat a odeslat odpověď na mobil dotazujícího se oprávněného pracovníka.

2. Centrální měřící jednotka (centrální datalogger)
    - Centrální měřící jednotka a připojená měřící čidla napájená zálohovaným stejnosměrným napětím, kapacita záložní baterie bude dostatečná pro minimálně 12-ti hodinový provoz bez externího napájení.

3. Klientská stanice na VD typu přehrada
    - Standardní pracovní stanice obsluhy VD s OS Windows připojená do privátní datové sítě PLA
    - Pro práci obsluhy VD je na dané stanici být nainstalován tlustý klient aplikace monitoringu přehrady.

4. Měřící systémy VHD, pracující na vzdálené lokalitě se síťovým napětím
    - Pro modernizovaný systém je využít buď
        - stávající rozvaděč
        - stávajícího přívodu elektrické energie s jištěním a svodičem přepětí
        - stávajících čidel (které jsou periodicky ošetřeny či měněny)
        - stávajících kabelů vně rozvaděče
        - stávajícího komunikačního systému, pracujícího v privátní radiové datové síti PLA, toto bude ještě upřesněno při konzultacích
    - Pro modernizovaný monitorovací systém, kde jsou instalovány nové komponenty
        - měřící systém (datalogger)
        - pracovní baterie
        - dobíječ s odpojovačem pracovní baterie
        - veškeré ochrany
        - případně další komponenty

5. Měřící systémy, pracující na vzdálené lokalitě bez síťového napětí
    - Pro modernizovaný systém je využit buď
        - stávající rozvaděč
        - stávajících čidel (které jsou periodicky ošetřeny či měněny)
        - stávajících kabelů vně rozvaděče
        - celého stávajícího komunikačního systému, pracujícího v privátní radiové datové síti PLA, toto bude ještě upřesněno při konzultacích
    - Pro modernizovaný monitorovací systém, kde jsou instalovány nové komponenty
        - měřící systém (datalogger)
        - pracovní baterie
        - případně solární panel včetně regulátoru dobíjení
        - veškeré ochrany
        - případně další komponenty

6. Spolupracující systémy
    - Jsou od monitorovacího systému odděleny tak, aby nemohlo dojít k jejich vzájemnému ovlivnění.
    - Systémy si mohou vyměňovat aktuální data.

7. Lokální měřící systémy
    - Jsou připojeny k centrální měřící jednotce

8. Aplikace, pracující na novém serveru
    - Typ Client/Server
    - Serverová část pracuje i bez přihlášeného uživatele
    - Aplikace je přístupná pro dálkovou správu a dohled nad jejím chodem po privátní datové síti PLA

9. Speciální požadavky
    - Některé stávající měřící systémy, zakomponované do stávajících monitorovacích systémů přehrady, předávají svá data přímo na server vodohospodářského dispečinku v Hradci Králové a odtud budou jejich data ihned předávána serveru, umístěném na daném VD – to se týká měřících systémů, které komunikují s využitím GSM sítě mobilních operátorů.
    - Vybrané pracovní stanice, připojené do vnitřní datové sítě PLA, mají možnost sledovat aktuální situaci na zvoleném VD typu přehrada a mají i přístup k prezentaci v lokální databázi uložených dat pomocí grafů a tabulek.

Popis je převzat ze zadání ke zpracování dokumentu „Technické požadavky na výkon a funkci modernizace monitorovacích systémů přehrad ve správě Povodí Labe“ (zpracoval: OVHD - Ing. Michal Riegr, duben 2014)

Standardy pro připojování IP zařízení na vodních dílech a PS do ICT PLA

Jakékoli výjimky z těchto zásad musí být řádně odvůdněny a schváleny odborem informatiky. Níže popsané tytpy připojení lze na jednom vodním díle dále jen VD nebo provozním středisku dále jen PS kombinovat a různě propojovat přes switche, které vyhovují požadavkům uvedeným v bodě 5.

1. preferovaným způsobem připojení je **optický kabel**.

- Dodavatel technologie zajišťuje projektovou dokumentaci, veškerá povolení, výkopové i ostatní práce.
- Uložení optických kabelů musí odpovídat všem technickým a legislativním předpisům.
- Optický kabel musí být uložen do chráničky, aby v budoucnu bylo možné kabel vyměnit za kapacitnější, případně zafouknout kabel další.
- Optika musí být ukončena v datovém rozvaděči sítě PLA v optické vaně, odkud budou využívaná vlákna propojena propojovacími kabely s aktivním prvkem (switchem).
- Aktivní prvky v datovém rozvaděči musí mít dostatečný počet optických portů (zde nejsou přípustné samostatné optické převodníky, které je možné požít na opačném konci vlákna, kde se připojuje nějaké zařízení)
- Pokud na opačném konci optického vlákna má být zapojeno více IP zařízení, je zde nutno použít konfigurovatelný switch s vlastnostmi uvedenými v bodě 5.

2. preferovaným způsobem připojení je **metalický kabel**.

- Pokud vlivy daného prostředí umožňují (elektromagnetické rušení zejména na MVE) a za předpokladu dodržení normativní vzdálenosto od aktivního prvku
- Dodavatel technologie zajišťuje projektovou dokumentaci, veškerá povolení, výkopové i ostatní práce.
- Uložení metalických kabelů musí odpovídat všem technickým a legislativním předpisům.
- Metalický kabel musí být uložen do chráničky.
- Metalický kabel musí být ukončena v datovém rozvaděčí sítě PLA v tzv. patch panelu, odkude propojene s aktivním prvkem (switchem).
- Pokud na opačném konci metalického kabelu má být zapojeno více IP zařízení, je zde nutno použít konfigurovatelný switch s vlastnostmi uvedenými v bodě 5.

3. není-li možno zajistit propojení optikou, je možné využít **mikrovlnná pojítka.**

- Podle místních podmínek je možné vyžít volná (neplacená a neregistrovaná pásma) nebo pásma placená a registrovaná.
- Všechny případné podklady pro ČTÚ k registraci a povolení provozu mikrovlnných zařízení v placených pásmech zajišťuje dodavatel, dodavatel zodpovídá za správné nastavení mikrovlnných pojítek a to jak v licencovaném, tak nelicencovaném pásmu, aby nemohlo dojít k porušování legislativní a technických předpisů.
- Stejně jako použité switche musí být všechna mikrovlnná pojítka konfigurovatelná na IP adresu a dohledovatelná alespoň na ping.
- Umístění antén a uložení anténních vedení musí být schváleno majiteli pozemků a objektů a odpovídat veškerým technickým a legislativním předpisům.
- Mikrovlnný přenos ukončeny v datovém rozvaděči bude zapojen metalickým UTP kabelem z mikrovného pojítka do aktivního prvku (switche).
- Přenosová kapacita musí být dostatečná vzhledem k instalovaným IP zařízením a jejich potřebám datových přenosů.
- Pokud má být na opačném konci mikrovlnného spoje zapojeno více IP zařízení, je zde

nutno použít konfigurovatelný switch s vlastnostmi uvedenými v bodě 5.

4. nelze-li provést připojení ani otikou ani mikrovlnami, lze využít **techlologie ADSL/VDSL**

- Tento způsob připojení je možný jedině tam, kde je uloženo telefonní vedení ve vlastnitví PLA s volnými vodičovými páry.
- Prověření možností tohoto způsobu připojení a zjištění dostatečné potřebné kvality telefonního vedení zajišťuje dodavatel.
- Na obou koncích telefonního vedení budou ADSL/VDSL modemy, které na tomto vedení zajistí dostatečně kapacitní připojení vzhledem k instalovaným IP zařízením.
- Modem bude v datovém rozvaděčí zapojen do aktivního prvku (switche) metalickým UTP kabelem.
- Pokud má být na opačném konci telefonního vedení zapojeno více IP zařízení, je zde nutno použít konfigurovatelný switch s vlastnostmi uvedenými v bodě 5.

5. obecné požadavky na **aktivní prvky a napájení**.

- Je vyžadováno umístění ICT zařízení do datového rozvaděče.
- Napájení veškerých zařízení umístěných v datovém rozvaděči musí být z UPS, která je dohledovatelná z hlediska dodávky elektrické energie i kvality baterií.
- Pokud by kapacita stávající UPS nebyla dostatečná, zajistí dodavetel výměnu za UPS s vyšší kapacitou.
- Jakékoli jiná použitá UPS na jiných místech VD a PS než v datovém rozvaděči musí být rovněž dohledovatelná z hlediska dodávky elektrické energie a kvality baterií a zapojena do sítě PLA (např. v případě výrobce APC managemetová karta u modelu Smart UPS).
- Veškeré použité aktivní prvky (switche) musí být konfigurovatelné, musí mít vlastní IP adresu a musí být dohledovatelné pomocí SNMP (nikoli SNMP trap !!) na všechny jeho jednotlivé porty (alespoň na status UP / DOWN).
- Je-li v datovém rozvaděči více switchovaných portů nebo optické porty, kterými stávající switch vybaven není, zajsití dodavatel další switch s odpovídajícím počtem potřebných portů. PLA preferuje switche stejného výrobce a rovněž výměnu stávajícího swictche za víceportový.
- Každý zbudovaný přívod elektrické energie k dodávaným zařízením musí mít samostatný jistič s přepěťovou ochranou a musí být dodán s patřičnou revizní zprávou.

6. obecné požadavky

- Připojované zařízení, které charakterem splňuje vlastnosti PC, musí být vybaveno funkčním a aktualizovaným anti-malware řešením (v PLA - Symantec Endpoint Protection klient); musí probíhat pravidelné aktualizace operačního systému zařízení primárně připojeno k internímu WSUS PLA nebo musí aktualizace pravidelně provádět příslušný závodový informatik, YUM update nebo obdobné, kdy bude zajištěno reflektování aktuálního stavu zařízení k aktuálním ICT bezpečnostním hrozbám; zařízení musí být implementováno/provozováno minimálně v základním autentizačním režimu, tj. uživ. jméno + heslo, kde ovládání a konfigurace daného zařízení bude umožněna pouze skrze šifrovaný datový přenos využívající např. TLS.
- Zařízení, které disponují vlastním operačním systémem/firmwarem (např. PLC automaty, kamery, …), musejí být implementovány/provozovány minimálně v základním autentizačním režimu tj. uživ. jméno + heslo, kde ovládání a konfigurace daného zařízení bude umožněna pouze skrze šifrovaný datový přenos využívající např. TLS; musí být

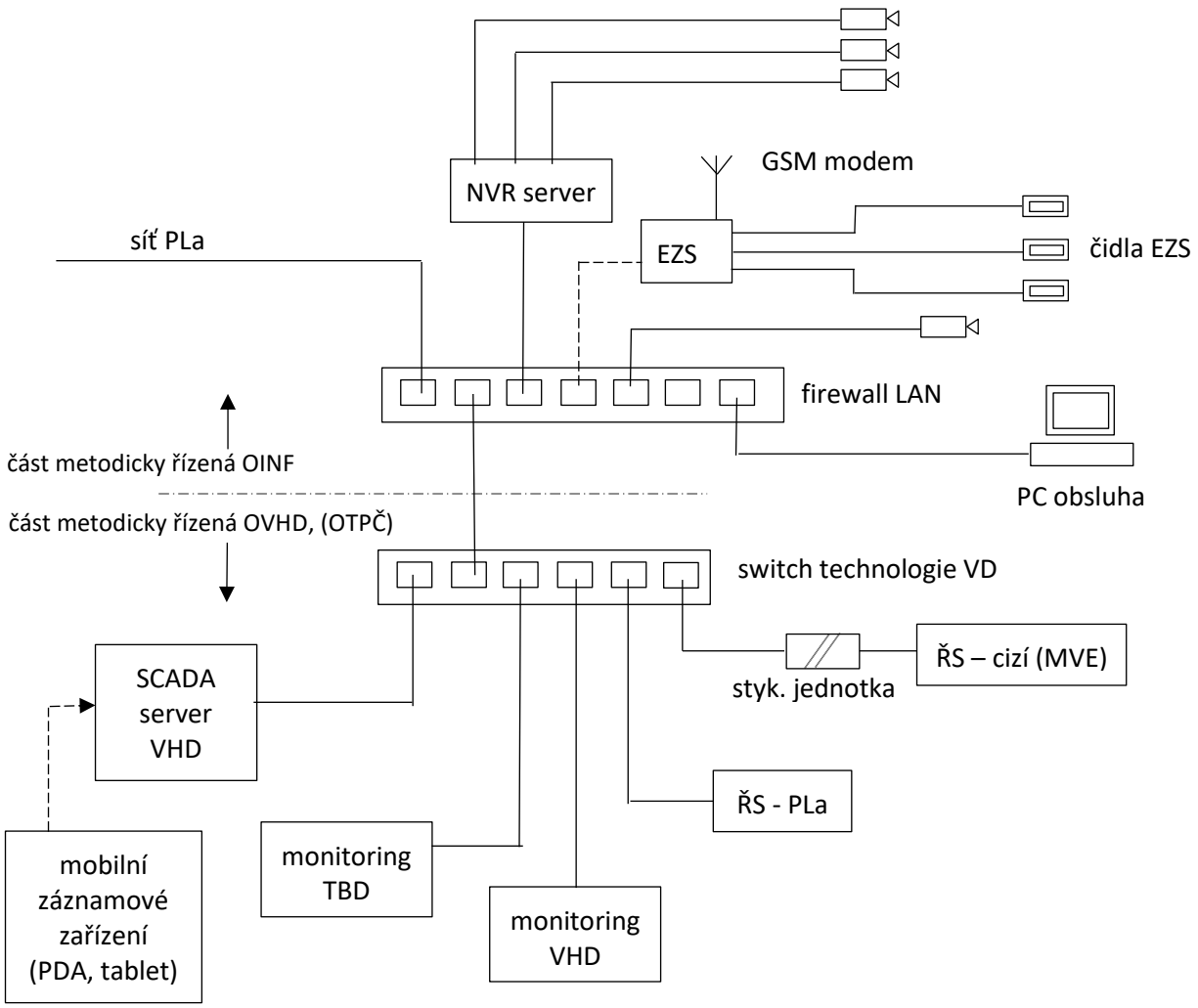
zajištěna pravidelná aktualizace operačního systému/firmwaru, aby bylo zajištěno reflektování aktuálního stavu zařízení k aktuálním ICT bezpečnostním hrozbám.

- Provoz WiFi pojítek musí být pouze v režimu WPA2-AES, všechny ostatní varianty zakázat, Pre-Shared Key musí být tvořen minimálně 8 znaky za použití velkých, malých a číslicových znaků, SW WiFi zařízení (firmware) musí být pravidelně aktualizovaný (odolný např. proti zranitelnosti "WPA2 KRACK"), provoz WiFi pojítek musí vyhovovat všeobecnému oprávnění č. VO-R/12/09.2010-12 vydaného ČTU k využívání rádiových kmitočtů a k provozování zařízení pro širokopásmový přenos dat v pásmech 2,4 GHz až 66 GHz.

Jakýkoli návrh zapojení IP zařízení včetně zajištění jejich napájení musí být projednán a odsouhlasemn odborem informatiky Povodí Labe, státní podnik.

Zpracoval: Ing. Navrátil + p. Prause (aktualizace p. Plch) - OINF
Poslední aktualizace: 5. 2. 2020

Schéma zapojení monitoringu TBD, kamerových a zabezpečovacích systémů



Použité zkratky

NVR server - záznamové zařízení pro uložení videosignálu z bezpečnostních kamer

EZS – elektronický zabezpečovací systém

SCADA server VHD - nová komunikační a vizualizační nadstavba (nová aplikace VHD)

ŘS – řídicí systém

VODNÍ DÍLA - TBD a. s.®

VD Rozkoš

Návrh zavedení automatického monitoringu vybraných veličin TBD

V Praze, červenec 2009 Výtisk č.

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 402 Ing. Libor Macháček
Vedoucí projektu Ing. Ludevít Vlk
Vypracoval Ing. Ludevít Vlk
Spolupráce Ing. Radek Vlasák

VD ROZKOŠ
NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD

Objednatel Povodí Labe, státní podnik
Číslo projektu P1128/09
Archivní číslo 2009/125
Vypracováno V Praze, červenec 2009

Obsah

stránka

1 ÚVOD 1
1.1 Související dokumenty a použité podklady 1
1.2 Použité značení a zkratky 2
2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD 2
3 INVENTARIZACE STÁVAJÍCÍCH KONTROLNÍCH ZAŘÍZENÍ TBD 4
3.1 Zhodnocení funkčnosti instalovaných zařízení TBD 10
3.2 Návrhy na obnovu nebo doplnění zařízení TBD 10
3.2.1 Provozní a meteorologické veličiny 11
3.2.2 Průsaky 11
3.2.3 Hladiny v pozorovacích vrtech 12
3.2.4 Vztlakoměrné dvojice v injekční chodbě 12
4 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD 13
4.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů 13
4.2 Provozní a meteorologické poměry 14
4.3 Průsakové poměry 15
4.4 Teploty průsakových vod 17
4.5 Průsakový a tlakový režim v tělesu hráze 17
4.6 Teploty vody prosakující tělesem hráze 19
4.7 Vztlaky v oblasti napojení injekční clony na injekční chodbu 19
5 STANOVENÍ POŽADAVKŮ NA MONITOROVACÍ SYSTÉM TBD 20
5.1 Návrh systému a výběr dodavatele 22
6 ZÁVĚR 22
7 ROZDĚLOVNÍK 23
8 SEZNAM TABULEK V TEXTU 23
9 SEZNAM PŘÍLOH 23

1 ÚVOD

Na základě požadavku Povodí Labe, s. p. a podle dohodnuté specifikace prací, uvedených v uzavřené smlouvě A584/09 se zhotovitelem VODNÍ DÍLA–TBD a. s., byla zpracována koncepce a návrh zavedení automatického monitoringu vybraných veličin technickobezpečnostního dohledu (TBD) v podmínkách vodního díla (VD) Rozkoš na Rozkošském potoce.

Cílem návrhu automatického monitorovacího systému TBD na VD Rozkoš (dále jen zkráceně AMSTBD) je usnadnění a zkvalitnění fáze pořízení měřených veličin TBD na díle a následně i vyplývající možný další systematický rozvoj systému TBD. Tento materiál v rámci první etapy prací budování AMSTBD zahrnuje:

1. inventarizaci stávajících kontrolních zařízení pro měření technickobezpečnostního dohledu (TBD) včetně zhodnocení jejich funkčnosti a technického stavu (kapitola 3.1);
2. návrh na obnovu, případně doplnění rozšíření systému TBD (úpravy stávajících, nová měřící zařízení apod.– kapitola 3.2);
3. výběr kontinuálně sledovaných jevů (kapitola 4);
4. návrh měřených veličin, stanovení požadavků na měřící zařízení a popis vyplývajících stavebních úprav (kapitola 4);
5. stanovení požadavků na automatický monitorovací systém TBD (kapitola 5).

Hlavní požadavky na AMSTBD byly formulovány na podkladě dosavadních zkušeností s výkonem TBD, trvajícím již čtyřicet let. Jako zásadní hledisko pro výběr monitorovaných veličin TBD byla volena bezpečnost přehrady.

Vybudováním monitorovacího systému s automatickým sledováním vybraných jevů TBD se sleduje hlavně zkvalitnění výkonu TBD:

- usnadnění měření veličin TBD obsluhou díla,
- včasné rozpoznání nástupu nestandardních situací sledovaných jevů a procesů,
- průběžný záznam hodnot měřených veličin umožňující detailní analýzu sledovaných jevů a procesů,
- předsunuté testování hodnot měřených veličin přímo na díle a to i nezávisle od přítomnosti obsluhy díla a bez zásadního ovlivnění lidským činitelem,
- operativní předávání výsledků měření TBD hlavním pracovníkům TBD (HP TBD),
- sjednocením datového formátu pro přenos hodnot měření TBD.

Tento návrh je zaměřen především na zajištění a zkvalitnění výkonu odborného TBD na díle a jeho součástí není řešení ostatních souvisejících odborných a administrativních agend, jako je např. plánování prohlídek a revizí, evidence písemností, dokladů a odborné dokumentace, evidence závad apod.

1.1 Související dokumenty a použité podklady

(1) vyhláška č. 471/2001 Sb. o TBD nad vodními díly

(2) Program TBD č. 3 platný pro provoz trvalý od 1.10. 1998

(3) 13. EZ o TBD za období 06/2006 až 04/2008 (arch.č. 2008/073)

(4) SEZ o TBD za období od 01/1977 do 09/1982 (arch. č. 40/15-737-82)
(5) výsledky měření vybraných provozních veličin a veličin TBD a výsledky periodických měření, prohlídek a obchůzek, prováděných obsluhou díla podle Programu TBD
(6) výsledky prohlídek prováděných pracovníky organizace pověřené výkonem TBD (HPTBD a specialisté VD–TBD)
(7) matriční data TBD uložená v databázích veličin TBD VD–TBD (DZdbf a DzTBD)
(8) dosavadní zkušenosti TBD na VD Rozkoš
(9) informace z internetu (www.pars-aqua.cz)

1.2 Použité značení a zkratky

AMSTBD	automatický monitorovací systém technickobezpečnostního dohledu
HPTBD	hlavní pracovník technickobezpečnostního dohledu
MH	mezní hodnota (limitní očekávaná hodnota sledovaného jevu pro určitý zatěžovací stav vodního díla)
PLa	Povodí Labe, s. p.
PTBD	Program TBD
TBD	technickobezpečnostní dohled
VD	vodní dílo
VD–TBD	VODNÍ DÍLA – TBD a. s.
VHD	centrální vodohospodářský dispečink Povodí Labe, s. p.

2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD

VD Rozkoš na Rozkošském potoce je ve vlastnictví státu ČR a právo hospodařit s majetkem státu včetně práva operativního hospodaření má organizace Povodí Labe, s. p. Vzhledem k zařazení VD Rozkoš do II. kategorie TBD je provádění TBD nad dílem zajištěno prostřednictvím pověřené odborné organizace VODNÍ DÍLA – TBD a. s., Hybernská 40, Praha 1. Základní obecný rozsah a četnost provádění TBD pro VD II. kategorie předepisuje § 5 vyhlášky (1). Zásady a principy provádění kontroly bezpečnosti a stability VD Rozkoš v jeho konkrétních podmínkách obsahuje Program TBD č. 3 pro provoz trvalý s platností od 1. 10. 1998 (PTBD). Sledování a hodnocení vybraných jevů se provádí na podkladě výsledků pravidelných pozorování a měření, na kterých se podílejí obě zúčastněné organizace v předepsaném rozsahu. PTBD byl zpracován podle příslušných ustanovení vyhlášky č. 62/75 Sb. a následně v souladu podle § 13 vyhlášky č. 471/2001 Sb. byl doplněn o údaje o parametrech zvláštních povodní (ZPV) a souvisejících stupních povodňové aktivity ZPV vydáním Dodatku č. 1 k Programu TBD č. 3 v říjnu 2000.

Podle platného PTBD se v příslušných četnostech měří celkem 84 veličin TBD a 11 veličin provozních. Provozní veličiny vedle výkonu TBD též využívají pracovníci centrálního vodhospodářského dispečinku PLa (VHD).

V rámci běžného provozu díla a zajištění a výkonu TBD je obsluhou díla v příslušných četnostech měřeno celkem 95 veličin, které jsou organizovány do pěti typů souborů měření:

- provozní a meteorologické poměry se měří prostřednictvím jedenácti veličin (výška hladiny vody v hlavní nádrži, výška hladiny vody v Rovenské nádrži, přítok do nádrže, odtok z nádrže, denní srážkový úhrn, teplota vzduchu a vody v 7:00 hod., teplota vzduchu – denní maximum a minimum, výška sněhu a tloušťka ledu),
- průsakový režim hráze (celkový průsak „niva“, celkový průsak a šest dílčích průsaků v injekční chodbě, tři průsaky z drénů – pravé a levé dvojče a samostatný drén a osm výtoků z odlehčovacích studní),
- teplotní poměry podloží hráze (teplota průsaků ze 2 drénů – pravé a levé dvojče, celkového a dvou dílčích průsaku v injekční chodbě, vytékající vody ze 6 vztlakoměrných vrtů a z 8 odlehčovacích studní),
- hladiny vody ve třinácti pozorovacích vrtech (2 na koruně hráze, 3 na vzdušním svahu a 4 při patě hráze, 4 v pravobřežním ostrohu),
- tlakový režim v oblasti napojení injekční clony na betony injekční chodby v sedmi dvojicích vztlakoměrných vrtů, vždy jeden před a jeden za injekční clonou.

Z výše uvedených veličin je v současné době kontinuálně měřena hladina v hlavní a Rovenské nádrži, odtok z nádrže, denní srážkový úhrn a teploty vzduchu a vody v 7:00 hod. Žádná provozní veličina není automaticky přenášena na VHD, ale obsluha každý den v 7:00 zapisuje snímané hodnoty do formuláře na počítači a odesílá na VHD v elektronické podobě.

Obsluha díla dále stanovuje velikost přítoku do nádrže z rozdílu průtoku na limnigrafu Slatina a limnigrafu na odtoku pod jezem ve Zliči se zahrnutím odhadnutého přítoku z Olešenky do přivaděče. Navíc pro potřeby VHD zjišťuje aktuální naplnění nádrže a měří průhlednost (v období mimo zámrz nádrže).

Další měřené veličiny TBD, jako je stabilita pevných výškových bodů, svislé posuny kontrolních bodů na povrchu a v injekční chodbě hráze, posuny na trojúhelníkových deformetrických základnách v injekční chodbě hráze, nebo výtokové zkoušky ze vztlakoměrných vrtů zastupují výstupy speciálních měření, které jsou zajišťovány s nižší četností (nap. roční, čtvrtletní apod.) příslušnými specialisty (tj. odpovědným geodetem nebo technikem TBD). Výsledky těchto specializovaných měření nejsou předmětem navrhovaného AMSTBD a k hodnocení HPTBD se předávají individuálně v příslušných protokolech a datových souborech.

Vedle numerických měření obsluha díla provádí další pozorování a sledování v rámci předepsaných prohlídek, zaměřených na různé skutečnosti s předepsanou četností (denně, třikrát nebo jednou týdně, měsíčně a čtvrtletně) v rámci obchůzek předepsaných PTBD. Zjištěné výsledky ve formě hlášení TBD zasílá oběma HPTBD k rozboru a posouzení.

Výsledky měření a obchůzek prováděných obsluhou díla jsou zasílány oběma HPTBD, standardně pravidelně jako čtrnáctidenní hlášení výsledků měření TBD ve formuláři formátu .xls v datovém souboru v příloze elektronické pošty.

Hodnoty pravidelných měření shromažďované obsluhou díla a VHD jsou pověřené organizaci VD–TBD dostupné z databáze PLa.

3 INVENTARIZACE STÁVAJÍCÍCH KONTROLNÍCH ZAŘÍZENÍ TBD

Podle platného PTBD se na VD Rozkoš sledují vybrané jevy pro které obsluha díla provádí měření adekvátních veličin. Jejich přehled s rozdělením do logických skupin souborů měření včetně uvedení kódového značení, popisu (zkráceného i plného), fyzikálních jednotek a četností měření je uvedeno dále v tabulce 1 – 14. Každá veličina je navíc doplněna i rozpětím vyskytujících se hodnot (minimum a maximum), průměrnou hodnotou a počtem výskytu měření za osmadvacetileté období od 1. 4. 1981 do 1. 7. 2009.

Provozní a meteorologické veličiny Tabulka 1

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost měření	MIN	MAX	PRUM	N
0101101	01_1	výška hladiny vody v nádrži	m n. m.	denně	272,66	281,56	278,50	10233
0101102	01_2	hladina v Rovenské nádrži	m n. m.	denně	276,00	281,56	280,14	10202
0301101	03_1	přítok do nádrže	m^3/s	denně	-6,0	60,00	1,007	6934
0401101	04_1	odtok z nádrže	m^3/s	denně	0	15,295	0,635	9224
0501101	05_1	denní srážkový úhrn	mm	denně	0	84,7	3,55	4672
0601101	06_1	teplota vzduchu v 7:00 hod.	°C	denně	-24	25	6,2	10223
0701101	07_1	teplota vzduchu max. denní	°C	denně	-18	39	13,7	10223
0801101	08_1	teplota vzduchu min. denní	°C	denně	-25	23	4,6	10223
0901101	09_1	teplota vody v 7:00 hod.	°C	denně	0	27	10,4	7205
1001101	10_1	výška sněhu	cm	denně	0	35	5,4	1405
1101101	11_1	tloušťka ledu	cm	denně	0	50	17,5	2162

Celkové průsaky Tabulka 2

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost mě-ření	MIN	MAX	PRUM	N
1601101	NIVA	celkový průsak niva	l/s	denně	0,700	31,4	5,44	8583
1601102	CHODBA	celkový průsak v injekční chodbě	l/s	denně	0,29	0,68	0,45	10318

Průsaky – injekční chodba Tabulka 3

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost měření	MIN	MAX	PRUM	N
1602101	1	průsak injekční chodba 1	l/s	1 × týdně, út	0,20	0,37	0,259	1472
1602102	2	průsak injekční chodba 2	l/s	1 × týdně, út	0,08	0,32	0,196	1472
1602103	3	průsak injekční chodba 3	l/s	1 × týdně, út	0,20	0,37	0,260	1472
1602104	4	průsak injekční chodba 4	l/s	1 × týdně, út	0,08	0,33	0,196	1472
1602105	5	průsak injekční chodba 5	l/s	1 × týdně, út	0,002	0,002	0,002	17
1602106	6	průsak injekční chodba 6	l/s	1 × týdně, út	0,005	0,005	0,005	65

Průsaky – drény Tabulka 4

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost měření	MIN	MAX	PRUM	N
1603101	DL	průsak – drén – dvojče levé	l/s	1 × týdně, út	0	0,28	0,139	1439
1603102	DP	průsak – drén – dvojče pravé	l/s	1 × týdně, út	0	0,30	0.011	1435

Průsaky – odlehčovací studny Tabulka 5

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost měření	MIN	MAX	PRUM	N
1604101	I	průsak odlehčovací studna I	l/s	1 × týdně, út	0,001	0,440	0,082	1265
1604102	II	průsak odlehčovací studna II	l/s	1 × týdně, út	0	0,020	0,008	315
1604103	III	průsak odlehčovací studna III	l/s	1 × týdně, út	zatím prázdný soubor			
1604104	IV	průsak odlehčovací studna IV	l/s	1 × týdně, út	0,001	0,12	0,027	1278
1604105	V	průsak odlehčovací studna V	l/s	1 × týdně, út	0,001	0,23	0,045	1167
1604106	VI	průsak odlehčovací studna VI	l/s	1 × týdně, út	0	0,16	0,032	187
1604107	VII	průsak odlehčovací studna VII	l/s	1 × týdně, út	zatím prázdný soubor			
1604108	VIII	průsak odlehčovací studna VIII	l/s	1 × týdně, út	zatím prázdný soubor			

Teploty – odlehčovací studny Tabulka 6

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost mě-ření	MIN	MAX	PRUM	N
1701101	I	teplota odlehčovací studna I	°C	1 × týdně, út	3,2	11,7	8,84	1264
1701102	II	teplota odlehčovací studna II	°C	1 × týdně, út	5,6	13,6	9,88	229
1701103	III	teplota odlehčovací studna III	°C	1 × týdně, út	zatím prázdný soubor			
1701104	IV	teplota odlehčovací studna IV	°C	1 × týdně, út	2,8	15,6	8,97	1278
1701105	V	teplota odlehčovací studna V	°C	1 × týdně, út	3,7	14,8	9,10	1174
1701106	VI	teplota odlehčovací studna VI	°C	1 × týdně, út	5,5	14,4	9,24	192
1701107	VII	teplota odlehčovací studna VII	°C	1 × týdně, út	zatím prázdný soubor			
1701108	VIII	teplota odlehčovací studna VIII	°C	1 × týdně, út	zatím prázdný soubor			

Teploty – vztlakoměrné dvojice v injekční chodbě Tabulka 7

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost mě-ření	MIN	MAX	PRUM	N
1702101	3p	teplota – vztlak. vrt ICH 3p	°C	1 × týdně, út	7,8	11,2	9,50	1470
1702102	4z	teplota – vztlak. vrt ICH 4z	°C	1 × týdně, út	7,4	11,8	9,62	1470
1702103	23p	teplota – vztlak. vrt ICH 23p	°C	1 × týdně, út	6,2	13,1	9,43	1469
1702104	24z	teplota – vztlak. vrt ICH 24z	°C	1 × týdně, út	6,4	13,1	9,59	927
1702105	25p	teplota – vztlak. vrt ICH 25p	°C	1 × týdně, út	5,7	14,3	9,88	1468
1702106	26z	teplota – vztlak. vrt ICH 26z	°C	1 × týdně, út	7,0	12,1	9,42	1470

Teploty – průsaky v injekční chodbě Tabulka 8

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost měření	MIN	MAX	PRUM	N
1703101	1	teplota průsaku na měr. jízku 1	°C	1 × týdně, út	8,4	12,1	9,75	820
1703102	2	teplota průsaku na měr. jízku 2	°C	1 × týdně, út	8,2	11,4	9,68	825
1703107	CHODBA	teplota celkového průsaku CHODBA	°C	1 × týdně, út	7,8	10,0	9,18	823

Teploty - průsaky z drénů Tabulka 9

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost mě-ření	MIN	MAX	PRUM	N
1704101	DL	teplota průsaku drén dvojče levé	°C	1 × týdně, út	4,4	12,4	9,35	796
1704102	DP	teplota průsaku drén dvojče pravé	°C	1 × týdně, út	3,3	12,9	9,36	793

Pozorovací vrty na hrázi Tabulka 10

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost mě-ření	MIN	MAX	PRUM	N
1801101	1a	hladina ve vrtu 1a na hrázi	m n. m.	1 × týdně, út	269,84	270,29	270,06	1470
1801102	1b	hladina ve vrtu 1b na hrázi	m n. m.	1 × týdně, út	265,77	267,47	266,81	1470
1801103	1c	hladina ve vrtu 1c na hrázi	m n. m.	1 × týdně, út	265,73	266,50	266,17	1470
1801104	1d	hladina ve vrtu 1d na hrázi	m n. m.	1 × týdně, út	265,45	267,27	266,54	1453
1801105	2a	hladina ve vrtu 2a na hrázi	m n. m.	1 × týdně, út	273,31	274,09	273,60	1469
1801106	2b	hladina ve vrtu 2b na hrázi	m n. m.	1 × týdně, út	266,81	268,27	267,64	1411
1801107	2c	hladina ve vrtu 2c na hrázi	m n. m.	1 × týdně, út	266,40	268,29	267,54	1470
1801108	3b	hladina ve vrtu 3b na hrázi	m n. m.	1 × týdně, út	269,89	273,05	270,97	1342
1801109	3c	hladina ve vrtu 3c na hrázi	m n. m.	1 × týdně, út	268,27	272,93	270,80	1470

Pozorovací vrty – ostroh Tabulka 11

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost mě-ření	MIN	MAX	PRUM	N
1802101	2001	hladina ve vrt 2001 – prav. zaváz.	m n. m.	1 × týdně, út	270,59	281,66	277,85	1473
1802102	2002	hladina ve vrt 2002 – prav. zaváz.	m n. m.	1 × týdně, út	270,99	281,30	277,39	1473
1802103	2003	hladina ve vrt 2003 – prav. zaváz.	m n. m.	1 × týdně, út	270,02	275,29	273,28	1473
1802104	2004	hladina ve vrt 2004 – prav. zaváz.	m n. m.	1 × týdně, út	265,90	269,56	267,83	1473

Hladiny – odlehčovací studny Tabulka 12

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost mě-ření	MIN	MAX	PRUM	N
1803101	I	hladina v odlehčovací studni I	m n. m.	1 × týdně, út	265,69	266,49	266,32	182
1803102	II	hladina v odlehčovací studni II	m n. m.	1 × týdně, út	265,64	266,74	266,52	767
1803103	III	hladina v odlehčovací studni III	m n. m.	1 × týdně, út	265,69	266,92	266,63	1004
1803104	IV	hladina v odlehčovací studni IV	m n. m.	1 × týdně, út	266,41	267,01	266,80	104
1803105	V	hladina v odlehčovací studni V	m n. m.	1 × týdně, út	266,65	267,26	267,04	257
1803106	VI	hladina v odlehčovací studni VI	m n. m.	1 × týdně, út	266,57	268,01	267,58	1260
1803107	VII	hladina v odlehčovací studni VII	m n. m.	1 × týdně, út	266,55	268,29	267,60	1471
1803108	VIII	hladina v odlehčovací studni VIII	m n. m.	1 × týdně, út	266,51	268,27	267,56	1471

Tlaky – vztlakoměrné dvojice v ICH

Tabulka 13

Kód veličiny	zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost mě-ření	MIN	MAX	PRUM	N
1901101	3z	vztlakoměrný vrt 3z	kPa	1 × týdně, út	97	124	114	1436
1901102	4p	vztlakoměrný vrt 4p	kPa	1 × týdně, út	122	192	160	1436
1901103	7z	vztlakoměrný vrt 7z	kPa	1 × týdně, út	93	109	103	1436
1901104	8p	vztlakoměrný vrt 8p	kPa	1 × týdně, út	149	226	201	1436
1901105	11z	vztlakoměrný vrt 11z	kPa	1 × týdně, út	53	73	64	1436
1901106	12p	vztlakoměrný vrt 12p	kPa	1 × týdně, út	113	201	171	1436
1901107	21p	vztlakoměrný vrt 21p	kPa	1 × týdně, út	176	258	228	1436
1901108	22z	vztlakoměrný vrt 22z	kPa	1 × týdně, út	105	126	118	1436
1901109	23p	vztlakoměrný vrt 23p	kPa	1 × týdně, út	100	187	154	1436
1901110	24z	vztlakoměrný vrt 24z	kPa	1 × týdně, út	40	53	47	845
1901111	25p	vztlakoměrný vrt 25p	kPa	1 × týdně, út	141	204	180	1436
1901112	26z	vztlakoměrný vrt 26z	kPa	1 × týdně, út	82	109	99	1436
1901113	27p	vztlakoměrný vrt 27p	kPa	1 × týdně, út	183	260	232	1436
1901114	28z	vztlakoměrný vrt 28z	kPa	1 × týdně, út	100	126	116	1436

Tlaky – piezokrabice v náv. stabilizaci

Tabulka 14

Kód veličiny	zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Fyzikál-ní jed-notky	Četnost mě-ření	MIN	MAX	PRUM	N
1901101	1	tlak v piezokrabici 1 v náv. stabil.	kPa	1 × týdně, út	47	121	96	1432
1901102	2	tlak v piezokrabici 2 v náv. stabil.	kPa	1 × týdně, út	55	123	100	1432
1901103	5	tlak v piezokrabici 5 v náv. stabil.	kPa	1 × týdně, út	zatím prázdný soubor			
1901104	6	tlak v piezokrabici 6 v náv. stabil.	kPa	1 × týdně, út	60	119	99	1432
1901105	9	tlak v piezokrabici 9 v náv. stabil.	kPa	1 × týdně, út	49	120	93	1432
1901106	10	tlak v piezokrabici 10 v náv. stabil.	kPa	1 × týdně, út	74	160	131	1432

3.1 Zhodnocení funkčnosti instalovaných zařízení TBD

Ověření funkčnosti jednotlivých instalovaných zařízení TBD se provádí průběžně při měření TBD obsluhou díla nebo kontrolním měřením při kontrolních prohlídkách HPTBD. Inventarizace a zhodnocení stavu zařízení se provádí pravidelně v rámci písemných hodnotících dvouletých zpráv TBD. Podle poslední zprávy (3) jsou všechna zařízení a instalace TBD v pořádku a plně funkční.

Situační rozmístění stávajících instalovaných zařízení TBD je uvedeno na schématu v přílohách č. 1 a 2.

Soubor stávajících devíti piezometrických sond, využívaných pro sledování tlaku vody v tělese hráze je plně funkční, sondy reagují na změny hladiny v nádrži a poskytují dobrý obrázek o úrovni vody v tělese hráze.

V osmi odlehčovacích studnách u paty hráze se sleduje buďto úroveň hladiny ve studních, je-li zaklesnuta pod výtokový otvor, nebo výtokové množství a teplota vytékající vody, jestliže ze studny voda vytéká. Tato kombinace sledování poskytuje dobrý obraz o proudění v oblasti paty a v levém zavázání hráze za ukončením injekční clony.

Měrných míst, ve kterých se sledují průsaky, je několik, jednak v injekční chodbě, kde se sleduje několik dílčích a celkový průsak, dále se sledují výtoky z levé a pravé větve patní drenáže a naposled se sleduje průsak do údolní nivy v podhrází v měrném objektu na vyústění odvodňovacích kanálů nivy do koryta Rozkošského potoka za limnigrafem.

Vztlaky v oblasti základové spáry hráze jsou sledovány v sedmi dvojicích vztlakoměrných vrtů (č. 3, 4, 7, 8, 11, 12, a 21 – 28), vždy jeden vrt před a druhý za injekční clonou (slouží k hodnocení její účinnosti) a v šesti vztlakoměrných krabicích (č. 1, 2, 5, 6, 9 a 10, z nichž krabice 5 nikdy nefungovala), umístěných na základové spáře pod návodní stabilizační částí hráze. Měření v krabicích je dnes již chápáno pouze jako doplňkové.

Stejně tak je již jen za doplňkové měření považováno měření vztlaků v dilatometrických spárách potrubí spodních výpustí (č. 13 – 18)

Charakter doplňkového měření má i sledování úrovně podzemní vody v pravobřežním ostrohu (ve čtyřech vrtech č. 2001 – 2004).

Dilatometrická měření na čtyřech základnách na zdech vývaru spodních výpustí byla zavedena a sledována jen krátkodobě po dobu výstavby malé vodní elektrárny od 04/2007 do 08/2008 a v současné době jsou z měření vyřazeny a do AMSTBD je nenavrhujeme.

3.2 Návrhy na obnovu nebo doplnění zařízení TBD

Všechna instalovaná zařízení TBD jsou plně funkční. Technický stav a provedení používaných zařízení odpovídají době instalace (většina zařízení TBD je ze sedmdesátých let, posledními významnými instalacemi bylo vybudování měrného objektu „NIVA“ a osazení deformetrických základen v injekční chodbě). V rámci návrhu a budování AMSTBD předpokládáme, že dosluhující zařízení budou vyměněna nebo nahrazena novými.

3.2.1 Provozní a meteorologické veličiny

Soubor současně sledovaných a měřených veličin TBD pokládáme jak z hlediska vlastní konstrukce hráze, jejího založení a funkčních objektů a poznatků z dosavadního výkonu TBD tak pro provozní podmínky nezměněného dalšího využívání a účelu VD Rozkoš za plně dostatečný a vypovídající. Další rozšiřující nebo nová doplňující měření nenavrhujeme.

Pomůcky a přístroje pro měření povětrnostních a provozních poměrů jsou plně funkční a jsou průběžně udržovány v rámci chodu monitorovacího systému VHD.

3.2.2 Průsaky

Průsakový režim na vlastním VD Rozkoš navrhujeme sledovat pomocí měření na současně provozovaných měrných místech.

V injekční chodbě v měrném místě „Celkový průsak CHODBA“ doporučujeme, vzhledem k doposud zaznamenaným množstvím a prostorovým a sklonovým poměrům, osadit hydraulicky vhodné a spolehlivé měřící zařízení, Parshallův žlab. Pro běžně se vyskytující průtoková množství by vyhovoval typ P1 od výrobce Pars aqua s.r.o. s měřitelným rozsahem 0,26 až 6,22 $l.s^{-1}$ (adresa výrobce: Strojírenská 260, 155 21 Praha 5, tel.: 251 615 718, e-mail: pars@pars-aqua.cz – viz foto na obálce). Průtokoměr Parshallův žlab je schválen jako pracovní měřidlo pod úřední značkou TCM 142/95-2075 s maximální chybou měření ± 1,5 % (10). Nižší průtoky než 0,26 $l.s^{-1}$ je zařízení schopno měřit též, avšak není schopno dosáhnout uváděnou přesnost. To však, vzhledem k charakteru sledování pro potřeby TBD, není na závadu. Pro osazení měrného žlabu bude třeba prohloubit asi o 6 cm odvodňovací žlábek v délce 2 m.

Pro měření průsaků z trubek drénů navrhujeme stavební úpravu jejich vyústění do odpadního kanálku s ostrohrannými trojúhelníkovými měrnými přepady s úhlem 15° a měřitelným rozsahem 0,101 až 5,5 $l.s^{-1}$ (tomu odpovídá přepadová výška 50 až 250 mm) pro každou trubku zvlášť. I zde je třeba podotknout, že nižší průtoky než 0,101 $l.s^{-1}$ je zařízení schopno měřit, avšak není schopno dosáhnout přesnost požadovanou pro certifikované měření. To však, vzhledem k charakteru sledování pro potřeby TBD, není na závadu.

S ohledem na význam a hodnocení průsakového režimu patních drénů doporučujeme vedle měření průtokového množství z trubek drénů přidat a zavést sledování výskytu rozptýlených a unášených pevných látek postupem kontinuálního měření zákalu protékající vody.

Vyvolané stavební úpravy vyústění drénů zahrnují:

1. vybudování betonové obdélníkové šachtice s dvěma oddělenými sekcemi, navazující na vyústění trub drénů,
2. zabudování dvou měrných ostrohranných přepážek (z nerezového plechu) s trojúhelníkovým výřezem s vrcholovým úhlem 15°,
3. osazení odečítacích zařízení pro měření hladin,
4. zakrytí šachtice poklopem,
5. konečné terénní úpravy s přemístěním a uložením materiálu a odvoz přebytečného výkopku na skládku (celkově o kubatuře do 1 m^3).

S dalšími stavebními úpravami není třeba počítat.

U navrhovaných měrných zařízení pro měření průsaků (Parshallova žlabu a trojúhelníkových přelivů) lze úroveň hladiny horní vody snímat dvěma způsoby, buď ultrazvukovým čidlem, nebo před tělesem žlabu pomocí tlakového čidla, nebo pneumatického čidla. Protože nedílnou součástí měření průtokového množství průsaků v měrném místě „Celkový průsak CHODBA“ je i sledování teplotního režimu, doporučujeme pro měření hladiny přednostně používat tlaková čidla příslušného rozsahu se zabudovanou automatickou kompenzací teploty měřeného média.

Výtoky z odlehčovacích studní jsou dobře ručně měřitelné a vzhledem k tomu, že nepočítáme s jejich automatickým sledováním, nejsou nutné žádné úpravy zhlaví odlehčovacích studní.

3.2.3 Hladiny v pozorovacích vrtech

Současný systém pozorovacích vrtů pro sledování a hodnocení úrovně depresní křivky prosakujích vod hrázovým tělesem hodnotíme za dostatečný a plně reprezentativní. S ohledem na vyhovující vypovídací schopnosti vrtů nepokládáme za nutné jejich rozšiřování. Pro možné osazení čidel snímajících úroveň hladiny ve vrtu bude třeba počítat s unifikovanou úpravou zhlaví všech vrtů (vnitřní průměr 52 mm), umožňující provádění ručních kontrolních měření Rangovou píšťalou (tj. úprava vedení a zakotvení kabeláže a závěsu čidla pro možné spuštění pásma s píšťalou, pokud možno bez vyvolané demontáže sondy). Poklop zhlaví vrtu s odnímatelným krytem pro ruční měření musí být zabezpečen proti neoprávněné manipulaci a připojovací kabeláž bude vedena v chráničce do pevné, bytelné a vodotěsné rozvodné krabice. V rámci AMSTBD bude monitorování průběhů hladin u všech vrtů doplněno o průběžné měření teplot vody ve vrtu.

Do monitorovacího systému navrhujeme zapojit všech devět vrtů (1a – 3d). Použité technické řešení snímačů hladiny musí umožnit spolehlivou funkci i při krátkodobém i dlouhodobém zaklesnutí hladiny pod úroveň dna vrtu (tj. při jeho „vyschnutí“).

Propojující kabeláž od jednotlivých měrných míst do telemetrických centrál se předpokládá v prostoru hrázového tělesa vést pod povrchem terénu v rýhách.

Hladiny v odlehčovacích studnách jsou dobře ručně měřitelné a vzhledem k tomu, že nepočítáme s jejich automatickým sledováním, nejsou nutné žádné úpravy zhlaví odlehčovacích studní.

3.2.4 Vztlakoměrné dvojice v injekční chodbě

Sedm dvojic vrtů nám dává dobrý přehled o proudění v oblasti napojení injekční clony na injekční chodbu. Manometry jsou v dobrém stavu, při jejich poruchách jsou průběžně měněny. Protože navrhujeme využít všechny profily pro zapojení do AMSTBD, bude potřeba rekonstruovat armatury vrtů. U vrtů 3z, 4p, 21p, 22z, 27p a 28z je nutné úpravu provést tak, aby po nainstalování zařízení pro monitoring zůstala zachována možnost provádět indikační zkoušky (zachovat možnost připojit šroubení 1’’ a tuto odbočku samostatně uzavřít, zároveň umožnit uzavření tlakového čidla).

Podmínky pro instalaci AMSTBD jsou na VD Rozkoš dobré, prostor hráze a podhrází je přiměřeně rozsáhlý, není členitý.

4 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD

Automaticky měřené veličiny budou vytvářet základní soubor hodnot hlášení měření TBD, kvantifikovaných kontinuálně v konstantním časovém kroku, a k němu se budou připojovat v čase proměnná množství dalších hodnot měření, pořizovaných nebo odečítaných ručně obsluhou VD podle platného PTBD v souladu s nastalou situací (rozumí se vedle předpokládané standardní provozní situace, nebo jako kontrolní pro ověření správnosti funkce automatického monitorování či mimořádné a zpodrobňující v důsledku situace mimořádné).

Koncepce zavádění automatického monitoringu vychází z obecných postupů a požadavků rozvoje TBD na VD při zahrnutí logických postupů ve sledu:

A. Inventarizace systému zařízení pro kontrolní měření, jejich revize, opravy, redukce, případně doplnění (viz předchozí kapitola).
B. Výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení pořadí jejich důležitosti.
C. Stanovení obecných požadavků na monitorovací systém.
D. Volba koncepce systému a výběr dodavatele pro projekt a dodávku.

4.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů

Výběr kontinuálně sledovaných jevů do návrhu AMSTBD byl proveden s ohledem na typ konstrukce přehrady a dosavadní zkušenosti z výkonu TBD. Při výběru byly zhodnoceny dosavadní zkušenosti z výkonu TBD a výsledky provedených analýz shromážděných hodnot měření za dlouhé období 28 let.

Definitivní rozsah a doba realizace jsou závislé na finančních možnostech správce VD. Dále navržený rozsah považujeme za současných podmínek za optimální, odpovídající významu VD. Nevylučujeme však jeho rozšíření při případném zvyšování nároků na TBD v následujících letech nebo přípravy a rozšíření požadavku na monitorování dalších provozních veličin podle potřeb správce a provozovatele díla.

Tabulka 15

Sledovaný jev	Jednotky	AMSTBD
Provozní a meteorologické veličiny (hodnoty jsou přebírány ze systému VHD)	různé	9
Průsaky – celkový průsak „CHODBA“	$l.s^{-1}$	1
Průsaky – drény	$l.s^{-1}$	2
Průsaky – drény	zákal	2
Teploty prosakující vody – celkový průsak „CHODBA“	°C	1
Hladiny v pozorovacích vrtech	m n.m.	9
Teploty vody v pozorovacích vrtech	°C	9
Tlak ve vztlakoměrných vrtech	kPa	14
Reserva	–	5
Celkem		**52**

AMSTBD na VD Rozkoš na Rozkošském potoce navrhujeme realizovat v jedné etapě.

Jako součást budovaného AMSTBD lze doporučit jeho rozšíření o dva blízké aspekty:

1. bezpečnostní alarmové zajištění vstupů do objektů VD (věžový objekt, injekční chodba),
2. dohlížecí kamerový systém, který by obsluze díla umožnil operativní vizuální kontrolu stavu vybraných částí a objektů VD, případně pohybu nepovolaných osob; jako příklad stěžejních vizuálně kontrolovaných míst uvádíme:
   – věžový objekt (otočný bod kamery umístěný na sloupu veřejného osvětlení zhruba v úrovni vstupu do injekční chodby),
   – prostor podhrází, ovládacích mechanizmů spodních výpustí, vývaru a MVE (otočný bod umístěný na sloupu veřejného osvětlení v areálu sádek),
   – vstupní portál injekční chodby (z jednoho pevného bodu v areálu garáží).

4.2 Provozní a meteorologické poměry

VD Rozkoš není vybaveno žádným automatickým monitorovacím systémem. Pět sledovaných provozních veličin je vybaveno měřením s dálkovým přenosem do domku hrázného (výška hladiny vody v hlavní nádrži, výška hladiny vody v Rovenské nádrži, vodní stav na odtoku z nádrže, denní srážkový úhrn, teplota vzduchu a vody v 7:00 hod.) Do systému pro přenos těchto dat na VHD tyto údaje obsluha díla vkládá ručně v 7:00 hod se zbývajícími pěti ručně měřenými provozními veličinami. jednou z těchto veličin je kódování počasí, při kterém s ohledem na zachování předchozího číselníku podle ČHMÚ se navrhuje pokračovat v kódu pomocí desetinného čísla (celá část je vyhrazena pro kód počasí, desetinné číslo pro oblačnost).

Vybrané údaje VHD bude účelné přenášet i do systému TBD, tak aby pro stejné veličiny nebylo nutno zřizovat v novém monitorovacím systému další signály. Jednou na díle pořízené hodnoty tak budou k dispozici na různých pracovištích formou sdílení shodných dat.

V rámci sledovaných desíti provozních veličin se počítá se sdílením devíti veličin: výška hladiny vody v hlavní a Rovenské nádrži, přítok do nádrže, odtok z nádrže, denní srážkový úhrn, teplota vzduchu v 7:00 hod, teplota vody v hlavní nádrži v 7:00 hod, výška sněhu, tloušťka ledu.

4.3 Průsakové poměry

Průsakové poměry navrhujeme automaticky sledovat dvou souborech: celkový průsak „CHODBA“ a drény.

Měrné místo:	**celkový průsak „CHODBA“**
Sledované veličiny:	průsakové množství
Primárně měřené veličiny:	**a) kontinuální měření úrovně hladiny „h“ v metrech (jako hloubka vody v měrném profilu žlabu ve pevně dané konstantní vzdáleností před měřícím hrdlem)** b) ruční náhradní nebo kontrolní měření průsaku pomocí objemové měření průtoku, měří se doba plnění ve vteřinách nádoby známého objemu v litrech – provede se součet průsaků měrných míst 3, 4, 5 a 6 v injekční chodbě
Výsledná přepočtená veličina:	**a) přepočet průtočného množství podle rovnice konzumpční křivky: průtok [$l.s^{-1}$] = 1000 * a *h^b** **kde a, b jsou parametry použitého Parshallova žlabu** **(např. a= 0,0609 ; b= 1,552 pro typ P1)** **h je hloubka vody v měrném profilu žlabu v metrech** b) počítaný dílčí průtok [$l.s^{-1}$] je roven podílu naplněného objemu měrné nádoby [l] a doby trvání plnění [sec] pro každé měrné místo a výsledkem je součet jednotlivých dílčích průtoků
Měřící zařízení, čidla:	**a) měrný Parshallův žlab typu P1 s gravírovaným měřítkem průtoku,** **tlaková sonda s automatickou kompenzací teploty,** b) měrná nádoba o objemu 1,5 až 2,5 litru, stopky

Nároky na měřící zařízení:	**a) pro umístění měřícího žlabu je třeba stavebně upravit stávající odtokový žlábek jeho prohloubením o asi 6 cm na délku 2 – 3 m,** **pracovní rozsah tlakové sondy: 0 až 25 mm,** **automatická kompenzace teploty, přesnost určení průtoku je garantována výrobcem ve výši ± 1,5 % okamžitého průtoku** b) budou využita stávající měrná místa průsaků v ICH 3, 4, 5 a 6
Minimální vzorkovací interval:	a) 15 min, pravidelně denně odečet a úschova jedné hodnoty v 7 hod, další platné hodnoty se uchovávají jako změnové při překročení změny průtoku o nastavenou pevnou hodnotu (stejnou pro pokles i nárůst) b) při ručním měření jedna hodnota s četností 1× za dva týdny
Počet sledovaných veličin:	a) 2+1 (hloubka vody ve žlabu, aktuální teplota vody a vypočtený průtok) b) 1

Měrné místo	**Výtok vody z drénů (DL a DP)**
Sledované veličiny:	A) výtoková množství B) zákal průsaků z drénů
A) Primárně měřené veličiny:	**a) kontinuální měření úrovně hladiny „h“ na měrném trojúhelníkovém ostrohranném přepadu v cm** b) ruční náhradní nebo kontrolní měření průsaku pomocí objemového měření průtoku v jednotlivých drenážních výustích, měří se doba plnění ve vteřinách nádoby známého objemu v litrech
B) Primárně měřené veličiny:	**kontinuální sledování zákalu a nesených pevných látek**
A) Výsledná přepočtená veličina:	a) **přepočet průtočného množství podle rovnice konzumpční křivky trojúhelníkového přepadu s vrcholovým úhlem 15°: průtok [$l.s^{-1}$] = 180 * (h *0,01)^{2,5}** **kde h je hloubka vody (přepadová výška) v cm** b) výtok je počítán v [$l.s^{-1}$] jako podílu naplněného objemu měrné nádoby [l] a doby trvání plnění [sec]
B) Výsledná přepočtená veličina:	**hodnota zákalu charakterizovaná celým bezrozměrným číslem**
A) Měřící zařízení, čidla:	a) měrný trojúhelníkový přepad s vrcholovým úhlem 15°, tlaková sonda s automatickou kompenzací teploty, b) měrná nádoba o objemu 1,5 až 2,5 litru, stopky a teploměr
B) Měřící zařízení, čidla:	**Snímač zákalu:** **Na základě dobrých zkušeností se zákaloměry používanými při monitoringu na VD ve správě POh doporučujeme použití snímače zákalu s integrovaným stíráním CUS 31-W od firmy Endress+Hauser Czech s.r.o., Olbrachtova 2006/9, 140 00 Praha 4** **E-mail:** info@cz.endress.com **(cena v roce 2006 asi 27 000 Kč)**

A) Nároky na měřící zařízení:	a) měrné přepady se umístí do nově vybudované měrné šachty na samostatná vyústění trub z pravé a levé větve drenáží, pracovní rozsah tlakové sondy: 0 až 250 mm, automatická kompenzace teploty, přesnost určení průtoku vyplývá z konstrukčního provedení přelivu, prakticky využitelný rozsah hloubek hladin je od 30 do 250 mm (odpovídá průtok 0,028 až 5,50 $l.s^{-1}$), při hladině pod úrovní 30 mm je přesnost měření nižší, ale pro potřeby TBD dostatečná b) pro objemové měření je třeba umožnit plnit měrnou nádobu od každé výusti samostatně (zvlášť)
B) Nároky na měřící zařízení:	bezobslužné zařízení s automatickou kalibrací a integrovaným měřením teploty
A) Minimální vzorkovací interval:	a) 15 min, pravidelně denně odečet a úschova jedné hodnoty v 7 hod, další platné hodnoty se uchovávají jako změnové při překročení

	změny průtoku o nastavenou pevnou hodnotu (stejnou pro pokles i nárůst) b) při ručním měření jedna hodnota s četností 1× za dva týdny
B) Minimální vzorkovací interval:	15 min, pravidelně denně odečet a úschova jedné hodnoty v 7 hod, další platné hodnoty se uchovávají jako změnové při překročení změny jednotek zákalu o nastavenou pevnou hodnotu (stejnou pro pokles i nárůst)
A) Počet sledovaných veličin:	a) 2+1, hloubka vody ve žlabu, aktuální teplota vody a vypočtený průtok b) 1
B) Počet sledovaných veličin:	1

4.4 Teploty průsakových vod

Automaticky se sleduje teplota průsakových vod v injekční chodbě v měrném místě „celkový průsak CHODBA“ a průsak – drény v měrných místech „DL“ a „DP“. Při kontinuálním měření se využije signálu z použité tlakové sondy s automatickou kompenzací teploty, u měření výtoků z drénů je k dispozici i měření teploty ve snímači zákalu. Při ručním kontrolním nebo doplňkovém měření se teplota vody odečítá pomocí teploměru. Umístění a požadavky na měřící zařízení jsou shodné jako při měření průsakových množství.

4.5 Průsakový a tlakový režim v tělesu hráze

Režim průsakových vod v tělese hráze se sleduje pomocí devíti pozorovacích vrtů v tělese hráze a v podhrází za účelem stanovení průběhu depresní křivky těchto vod.

Měrné místo	**Vrty na povrchu hráze a v podhrází (1a, 1b, 1c, 1d, 2a, 2b, 2c, 3b a 3d)**
Sledované veličiny:	úroveň hladiny vody v pozorovacích vrtech
Primárně měřené veličiny:	**a) kontinuální měření tlaku vody ve vrtu se vztažením k výškovému horizontu zanoření tlakové sondy** c) ruční náhradní nebo kontrolní měření vzdálenosti hladiny vody ve vrtu od jeho zhlaví
Výsledná přepočtená veličina:	**a) přepočet tlaku vody na výšku vodního sloupce v metrech a jeho přičtení ke známé nadmořské výšce polohy sondy ve vrtu ve výškovém systému Bpv** b) jako výsledek z ručního měření se předává primární hodnota vzdálenosti hladiny vody od zhlaví vrtu v metrech; výpočet nadmořské kóty hladiny ve vrtu v systému Bpv pomocí známé kóty zhlaví vrtu a odečtením vzdálenosti hladiny vody ve vrtu od zhlaví se provádí až při převzetí hlášení měření TBD; Odečtená vzdálenost na měřící soupravě se případně koriguje o hodnotu doměrku (tj. konstantu prodloužení či zkrácení pásma v důsledku upevnění závěsu píšťaly)

Měřící zařízení, čidla:	**a) vystrojený pozorovací vrt s pevně osazenou tlakovou sondou (vnitřní průměr vrtů je 52 mm),** b) měřící souprava složená z Rangovy píšťaly, závěsu a pásma; každé soupravě přísluší pevná délková konstanta, doměrek
Nároky na měřící zařízení:	**a) tlaková sonda s automatickou kompenzací teploty s potřebným rozsahem a přesností měření podle hloubky každého vrtu; nadmořské kóty zhlaví a dna vrtů jsou uvedeny v následující tabulce č. 16** **přesnost určení polohy hladiny ± 10 mm** b) při ručním měření se pravidelně používá jedna měřící souprava s uloženou platnou konstantou doměrku
Minimální vzorkovací interval:	a) 15 min, pravidelně denně odečet a úschova jedné hodnoty v 7 hod, další platné hodnoty se uchovávají jako změnové při překročení změny průtoku o nastavenou pevnou hodnotu (stejnou pro pokles i nárůst) b) při ručním měření jedna hodnota s četností jednou týdně
Počet sledovaných veličin:	Při kontinuálním monitorování 9 nadmořských hloubek a 9 příslušných teplot vody. Při ručním kontrolním nebo doplňkovém měření se vyčíslí jen 9 hodnot vzdáleností hladiny od zhlaví.

Pozn.: před osazením tlakových sond doporučujeme pročištění všech pozorovacích vrtů tlakovou vodou. Ve spodních partiích většiny vrtů je vrstva sedimentů.

Matriční údaje pozorovacích vrtů na hrázi Tabulka 16

Kód veličiny	Zkratka	Název měřené veličiny nebo měrného místa	Kóta zhlaví vrtu v m n.m.	Kóta dna vrtu v m n.m.	Hloubka vrtu v m
1801101	1a	hladina ve vrtu 1a	772.3	755.75	16.55
1801102	1b	hladina ve vrtu 1b	772.4	749.42	22.98
1801103	1c	hladina ve vrtu 1c	772.42	748.63	23.79
1801104	1d	hladina ve vrtu 1d	759.7	750.14	9.56
1801105	2a	hladina ve vrtu 2a	755.1	748.41	6.69
1801106	2b	hladina ve vrtu 2b	758.8	751.6	7.2
1801107	2c	hladina ve vrtu 2c	758.8	751.19	7.61
1801108	3b	hladina ve vrtu 3b	759.03	751.8	7.23
1801109	3c	hladina ve vrtu 3c	762.19	756.39	5.8

4.6 Teploty vody prosakující tělesem hráze

V případě kontinuálního měření úrovně hladin vody v pozorovacích vrtech pomocí tlakové sondy s automatickou teplotní kompenzací se využije teplotního signálu s hodnotou teploty prostředí sondy k monitorování teplotních poměrů prosakujících vod v situačním umístění devíti pozorovacích vrtů. Četnost měření a způsob předávání je shodný jako u předchozí spřažené veličiny (kóta hladiny vody ve vrtu). Při ručním kontrolním nebo doplňkovém měření úrovní hladin se teplota vody ve vrtech nezjišťuje.

4.7 Vztlaky v oblasti napojení injekční clony na injekční chodbu

Vztlaky v místě napojení injekční clony na injekční chodbu se sledují v sedmi profilech, vždy jeden vrt před clonu a jeden za clonou. Do AMSTBD navrhujeme zařadit všech sedm profilů.

Měrné místo	**Vrty v injekční chobě (3z, 4p, 7z, 8p, 11z, 12p, 21p, 22z, 23p, 24z, 25p, 26z,27p a 28z)**
Sledované veličiny:	tlak ve vztlakoměrných vrtech
Primárně měřené veličiny:	**a) kontinuální měření tlaku vody ve vrtu** d) ruční náhradní nebo kontrolní odečet na manometru
Výsledná přepočtená veličina:	**a) veličina se nepřepočítává** b) jako výsledek z ručního měření se předává primární hodnota odečtená na manometru vrtu
Měřící zařízení, čidla:	**c) vystrojený pozorovací vrt s pevně osazenou tlakovou sondou** d) manometr osazený na armatuře vrtu
Nároky na měřící zařízení:	**a) tlaková sonda s automatickou kompenzací teploty s potřebným rozsahem a přesností měření (rozsah dosavadních měření je uveden v tabulce č. 13)** **přesnost určení tlaku ± 1 kPa** b)
Minimální vzorkovací interval:	a) 15 min, pravidelně denně odečet a úschova jedné hodnoty v 7 hod, další platné hodnoty se uchovávají jako změnové při překročení změny tlaku o nastavenou pevnou hodnotu (stejnou pro pokles i nárůst) b) při ručním měření jedna hodnota s četností jednou měsíčně
Počet sledovaných veličin:	a) Při kontinuálním monitorování 14× tlak b) Při ručním kontrolním nebo doplňkovém měření 14 hodnot tlaku

5 STANOVENÍ POŽADAVKŮ NA MONITOROVACÍ SYSTÉM TBD

Monitorovací systém by měl zajistit následující úlohy a a splňovat některé základní vlastnosti:

- modulárnost a otevřenost. Systém by měl být modulární, složený z jednotlivých telemetrických centrál (datakoncentrátorů), ke kterým jsou v příslušném počtu připojeny snímače (senzory) jednotlivých měrných míst s analogovým nebo digitálním signálem. Systém by měl být adaptabilní na údržbu systému (jak na redukce tak na rozšiřování měrných míst) vlastními silami pomocí vyškoleného pracovníka správce systému,
- adaptabilní s možností ručního vkládání ostatních ručně odečítaných výsledků měření a textových zpráv, výsledků obchůzek,
- měla by být umožněna editace, testování, oprava a prohlížení ručně měřených veličin a výsledků obchůzek,
- průběžné měření snímačů v časové smyčce určené použitými technickými prostředky, ukládání hodnot se však řídí zvoleným režimem vzorkování,
- průběžnou kontrolu funkce všech čidel, komunikačních cest a ostatních komponentů. Interval kontroly je determinován použitou technologií. Vzorkovací interval pro popis monitorovaného jevu navrhujeme od 15 min. výše. Kratší doba není vzhledem k charakteru sledovaných veličin nutná.
- spolehlivost řídící jednotky zajistí jednoúčelová telemetrická centrála, která nebude využívána k jiným účelům (jako osobní počítač).
- požadavky na periferie za účelem operativního archivace, ukládání a přenosu nebo prezentace dat (USB Flash disky, CD a DVD nosiče, tiskárny apod.).
- úsporu objemu zaznamenávaných a přenášených dat. Vzhledem k charakteru monitorovaných procesů je účelné používat pro záznam dat změnový systém. Ten znamená, že pokud se měřená veličina pohybuje v zadaném rozpětí OD – DO, tak se bez ohledu na čas žádná hodnota neukládá a platí poslední zaznamenaná hodnota včetně časové identifikace. Při překročení předem nastaveného pásu systém může setrvat ve změnovém režimu do doby další změnu hodnoty, která je v absolutní hodnotě větší než nastavená DELTA, nebo systém přejde na vzorkování v nastaveném diskrétním čase, např. 15 min (ukládá čas a hodnotu). Po návratu hodnoty veličiny do nastaveného rozpětí zaznamená čas a tuto hodnotu a čeká na další stav překročení platného rozpětí. Tento obecně výhodný způsob však vyžaduje podpůrné programové vybavení, které umí ze změnových hodnot vygenerovat časovou řadu ve zvoleném ekvidistantním kroku,
- poznámka: tento bod lze brát jako doporučení, aplikace změnového systému pro záznam dat závisí především na dostupnosti potřebného software.
- vzhledem k vesměs nízké rychlosti změn hodnot sledovaných procesů nejsou v našich podmínkách vhodné a bez výhrad využitelné další systémy pro úsporu dat využívající algoritmické selekce „nezajímavých dat“.

- i když bude pro záznam dat použit změnový systém, měl by být nastaven i „pevný“ záznam dat vždy 1x denně (např. v 7 hod.) bez ohledu na naměřené hodnoty a jejich změny.
- Je třeba umožnit a podporovat průběžné testování snímaných dat na pevné případně i dynamické meze. Při jejich dosažení bude v prvé řadě alarmem vyrozuměna obsluha díla. Mezní hodnoty se budou skládat z omezeného počtu stavů (max. asi ze tří hodnot: meze bdělosti, mezní hodnoty a rozdílové meze vývoje). Do budoucna je třeba počítat s možným rozšířením testování z uchovávaných konstant na proměnné hodnoty, funkčně odvozené z nezávislých měření (funkce pro dynamické meze),
- automatický záznam dat na magnetické, nebo jiné vhodné paměťové medium pro možnost jejich dalšího zpracování a zabezpečení proti ztrátě,
- přenos naměřených hodnot k hodnotiteli, tj. oběma hlavním pracovníkům TBD operativně dle potřeby a ve vhodném formátu. Vzhledem k průběžnému testování výsledků měření v monitorovacím systému se předpokládá dávkový přenos dat v intervalu jednoho až dvou týdnů, u méně významných děl i měsíčně. V případě mimořádné situace je nutné umožnit operativní přenos dat. Organizace pověřená výkonem TBD (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.) je v současné době zavedena na přenos dat pomocí veřejné internetové sítě (kontaktní e-mail adresa: na VD-TBD: na správu datové základny veličin TBD: zapotocka@vdtbd.cz; hlavaty@vdtbd.cz),
- systém ověřování, kontroly a doplňování chybějících hodnot měření, které mohou vzniknout výpadkem el. energie, závadou na přenosu nebo čidla,
- automatická evidence alarmů a výpadků systému,
- zpracování dat, umožnění výběru veličiny (skupin veličin) ve zvoleném časovém období, tabulka, graf,
- možnost zavedení „ručního“ měření při poruše systému a zpětné začlenění výsledků měření do již vytvořených dat,

Dále je třeba schematicky připomenout princip monitoringu

$\Rightarrow$ data z automatického přenosu

$\Rightarrow$ data ručně vkládaná

$\Downarrow$

měřená veličina $\Rightarrow$ přepočet $\Rightarrow$ veličina TBD

Pro jednotlivé přepočty je třeba definovat matriční údaje jednotlivých veličin měření. Tyto údaje jsou v archivu VD - TBD a.s. a jsou v případě realizace monitoringu k dispozici.

V příloze č. 3 je uveden výpis aktuálních matričních dat pro VD Rozkoš na Rozkošském potoce včetně identifikátorů jednotlivých měrných míst podle zvyklostí jednotlivých stran (PLa a VD-TBD).

5.1 Návrh systému a výběr dodavatele

Pro návrh systému a výběr dodavatele je třeba vybrat celou řadu hodnotících výběrových kritérií (např. splnění výše uvedených požadavků na monitorovací systém, cena a doba dodávky, záruky, provozní náklady, požadované technické prostředky, spolehlivost, operativní servis, reference apod.).

Zajištěna by měla být i návaznost na stávající měření pro zajištění homogenity časových řad (zejména při stavebních úpravách měrných míst).

Obecně při výběru dodavatele doporučujeme preferovat firmy, které jsou schopné provést celou zakázku „na klíč“ včetně dodávky měřících zařízení, čidel, hardwarového a softwarového vybavení.

6 ZÁVĚR

Vzhledem k významu vodního díla Rozkoš na Rozkošském potoce, jeho zařazení do II. kategorie z hlediska TBD a konstrukčnímu typu hráze a použitých objektů považujeme další zkvalitnění výkonu TBD rozšířením systému měření veličin pomocí zavedení a realizace automatického monitorování za velmi žádoucí.

V předkládaném dokumentu jsme specifikovali rozsah zavádění kontinuálního sledování, přípravné práce a postupy realizace s cílovým nasazením 52 veličin. Přitom množinu kontinuálně měřených veličin bude i nadále doplňovat soubor ručně pořizovaných a měřených veličin. A v postupujícím čase budou na významu nabývat sledování a činnosti vykonávané při předepsaných obchůzkách obsluhy díla.

Zpracovaný materiál bude využit jako jeden z podkladů pro rozhodnutí správce a provozovatele VD při budování automatického monitorovacího systému TBD. Při přípravě případné realizace akce jsme připraveni dále spolupracovat. Podrobné matriční údaje, identifikační kódy veličin, požadavky na přesnost, definiční obory hodnot, změnové meze, meze bdělosti, mezní hodnoty a další potřebné údaje pro vytvoření softwarové aplikace jsme připraveni podle potřeby shromáždit, aktualizovat a předat v pracovním XLS souboru.

Praha, červenec 2009

Vypracoval: Ing. Ludevít Vlk
hlavní pracovník TBD

Za VD-TBD a.s.: Ing. Libor Macháček
vedoucí útvaru 402

7 ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č.	
1 až 4	Povodí Labe, s.p., HP TBD Ing. P.Svatoš, Víta Nejedlého 951, 500 03 Hradec Králové
5	VODNÍ DÍLA – TBD a. s., HP TBD Ing. L. Vlk, Hybernská 40, 110 00 Praha 1
6	VODNÍ DÍLA – TBD a. s., ADIS, Hybernská 40, 110 00 Praha 1

8 SEZNAM TABULEK V TEXTU

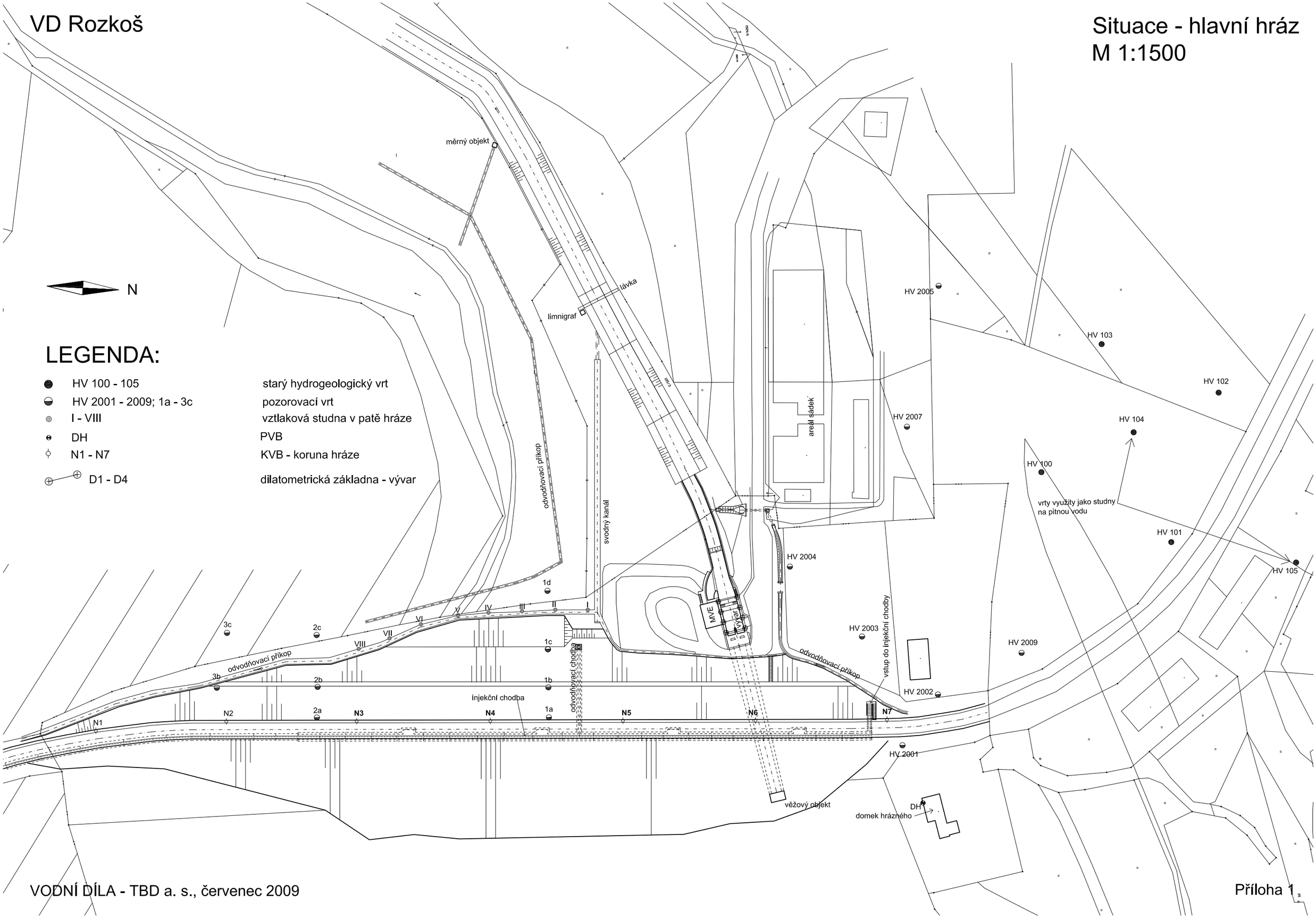
1 Provozní a meteorologické veličiny (str. 4)
2 Celkové průsaky (str. 5)
3 Průsaky – injekční chodba (str. 5)
4 Průsaky – drény (str. 5)
5 Průsaky – odlehčovací studny (str. 6)
6 Teploty – odlehčovací studny (str. 6)
7 Teploty – vztlakoměrné dvojice v injekční chodbě (str. 7)
8 Teploty – průsaky v injekční chodbě (str. 7)
9 Teploty - průsaky z drénů (str. 7)
10 Pozorovací vrty na hrázi (str. 8)
11 Pozorovací vrty – ostroh (str. 8)
12 Hladiny – odlehčovací studny (str. 8)
13 Tlaky – vztlakoměrné dvojice v ICH (str. 9)
14 Tlaky – piezokrabice v náv. stabilizaci (str. 9)
15 Veličiny navrhované pro AMSTBD na VD Rozkoš na Rozkošském potoce (str. 13)
16 Matriční údaje pozorovacích vrtů na hrázi (str. 18)

9 SEZNAM PŘÍLOH

1 Situace hlavní hráz, M 1 : 1500
2 Schéma instalovaných zařízení TBD na hlavní hrázi VD Rozkoš, M 1 : 1000
3 Tabulka matričních hodnot veličin TBD pro VD Rozkoš na Rozkošském potoce

VD Rozkoš

Situace - hlavní hráz
M 1:1500

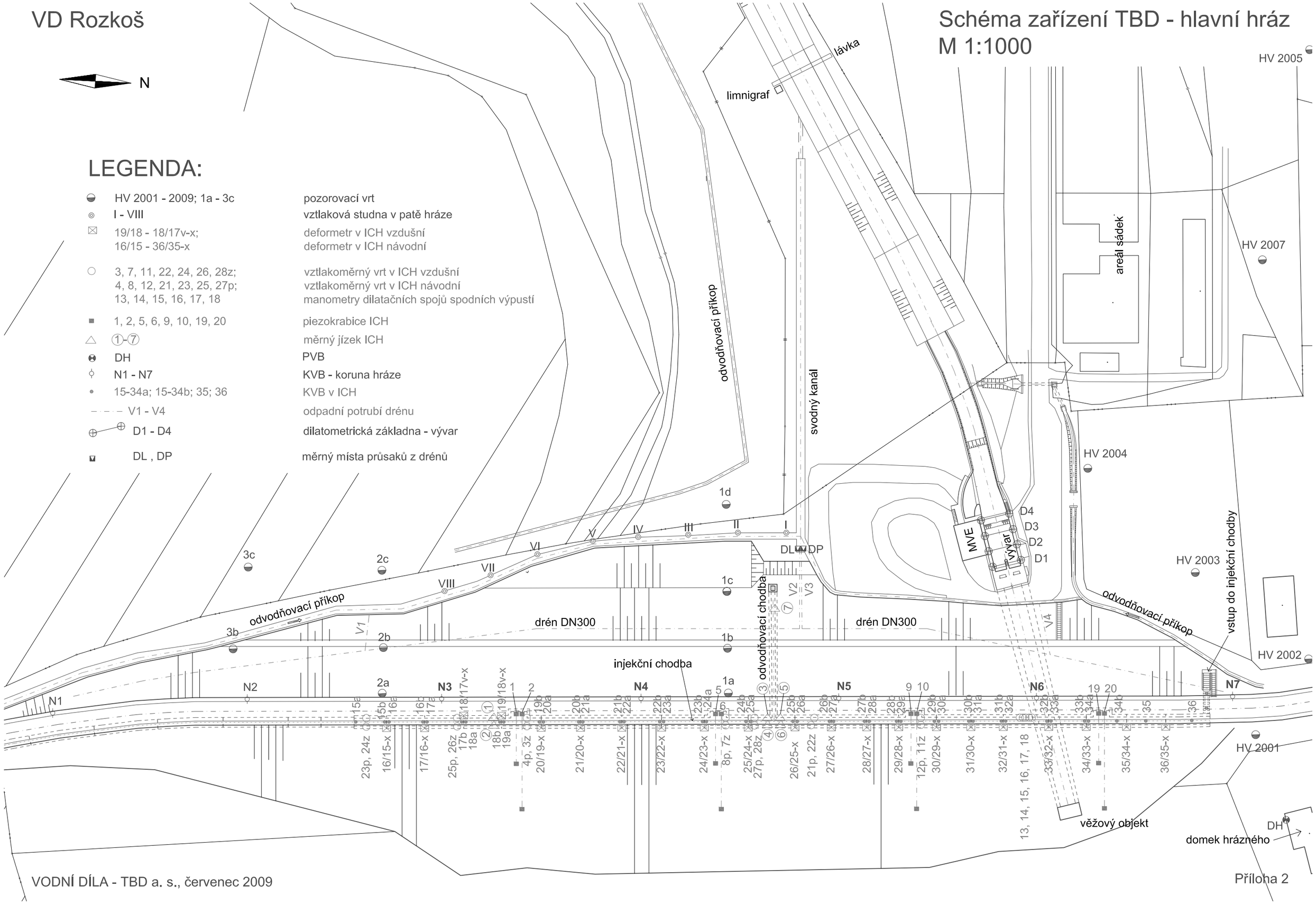


LEGENDA:

HV 100 - 105	starý hydrogeologický vrt
HV 2001 - 2009; 1a - 3c	pozorovací vrt
I - VIII	vztlaková studna v patě hráze
DH	PVB
N1 - N7	KVB - koruna hráze
D1 - D4	dilatometrická základna - vývar

VD Rozkoš

Schéma zařízení TBD - hlavní hráz
M 1:1000



Identifikátor podle VDTBD	Identifikátor podle PLa	Zkratka	Nazev měřené veličiny / měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost měření	Definiční Obor Dolní	Definiční Obor Horní	Matriční data 2	Matriční data 3	Matriční data 4	Poznámka
0101101	PRROKH05	HlaNad	výška hladiny vody v nádrži	m n.m.	denně	265.00	285.00				
0101102	nestanoveno	HlaRov	hladina vody v Rovenské nádrži	m n.m.	denně	265.00	285.00				
0301101	PRROQP05	P	přítok do nádrže	m^3/s	denně	-10.00	160.00				
0401101	PRROQO05	O	odtok z nádrže	m^3/s	denně	0.00	20.00				
0501101	PRROSD05	Sra	denní srážkový úhrn	mm	denně	0	100				
0601101	PRROTO05	Tvzd7	teplota vzduchu v 7:00 hod.	°C	denně	-30.0	30.0				
0701101	nestanoveno	TvzdMax	teplota vzduchu max. denní	°C	denně	-30.0	50.0				
0801101	nestanoveno	TvzdMin	teplota vzduchu min. denní	°C	denně	-40.0	30.0				
0901101	PRROTV05	Tvod7	teplota vody v 7:00 hod.	°C	denně	-2.0	30.0				
1001101	PRROHS05	Sníh	výška sněhu	cm	denně	0	180				
1101101	PRROTL05	Led	tloušťka ledu	cm	denně	0	100				
1601101	PRROPR01	NIVA	celkový průsak niva	l/s	denně	0.0	50.0	0			
1601102	PRROPR02	CHODBA	celkový průsak injekční chodba	l/s	denně	0.00	2.00	0			
1602101	PRROPR03	P1	průsak injekční chodba 1	l/s	1× týdně, v úterý	0.00	0.50	0			
1602102	PRROPR04	P2	průsak injekční chodba 2	l/s	1× týdně, v úterý	0.00	0.50	0			
1602103	PRROPR05	P3	průsak injekční chodba 3	l/s	1× týdně, v úterý	0.00	0.50	0			
1602104	PRROPR06	P4	průsak injekční chodba 4	l/s	1× týdně, v úterý	0.00	0.50	0			
1602105	PRROPR07	P5	průsak injekční chodba 5	l/s	1× týdně, v úterý	0.00	0.05	0			
1602106	PRROPR08	P6	průsak injekční chodba 6	l/s	1× týdně, v úterý	0.00	0.05	0			
1602107	PRROPR09	P7	průsak injekční chodba 7	l/s		0.00	2.00				Měrné místo "7" je totožné s celkovým průsakem CHODBA - nezavádět do systému zdvojeně
1603101	PRROPR10	DL	průsak drén dvojče levé	l/s	1× týdně, v úterý	0.0	1.0	0			
1603102	PRROPR11	DP	průsak drén dvojče pravé	l/s	1× týdně, v úterý	0.0	0.5	0			
1603103	PRROPR12	S	Rozkoš-průsak-drén-samost.	l/s							Samostatný drén je již dlouho nefunkční - nezavádět do systému
1604101	PRROPR13	I	průsak odl. stud.I	l/s	1× týdně, v úterý	0	1	0			
1604102	PRROPR14	II	průsak odl. stud.II	l/s	1× týdně, v úterý	0	0.5	0			
1604103	PRROPR15	III	průsak odl. stud.III	l/s	1× týdně, v úterý	0	0.5	0			
1604104	PRROPR16	IV	průsak odl. stud.IV	l/s	1× týdně, v úterý	0	0.3	0			
1604105	PRROPR17	V	průsak odl. stud.V	l/s	1× týdně, v úterý	0	0.5	0			
1604106	PRROPR18	VI	průsak odl. stud.VI	l/s	1× týdně, v úterý	0	0.3	0			
1604107	PRROPR19	VII	průsak odl. stud.VII	l/s	1× týdně, v úterý	0	0.1	0			
1604108	PRROPR20	VIII	průsak odl. stud.VIII	l/s	1× týdně, v úterý	0	0.1	0			
1701101	PRROTV21	I	teplota odl.stud. I	°C	1× týdně, v úterý	0	25.00	0			
1701102	PRROTV22	II	teplota odl.stud. I	°C	1× týdně, v úterý	0	25.00	0			
1701103	PRROTV23	III	teplota odl.stud. I	°C	1× týdně, v úterý	0	25.00	0			
1701104	PRROTV24	IV	teplota odl.stud. I	°C	1× týdně, v úterý	0	25.00	0			
1701105	PRROTV25	V	teplota odl.stud. I	°C	1× týdně, v úterý	0	25.00	0			
1701106	PRROTV26	VI	teplota odl.stud. I	°C	1× týdně, v úterý	0	25.00	0			
1701107	PRROTV27	VII	teplota odl.stud. I	°C	1× týdně, v úterý	0	25.00	0			
1701108	PRROTV28	VIII	teplota odl.stud. I	°C	1× týdně, v úterý	0	25.00	0			
1702101	PRROTV29	3z	Rozkoš-poz.vrt-tepl vyt.vody-3	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1702102	PRROTV30	4p	Rozkoš-poz.vrt-tepl vyt.vody-4	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1702103	PRROTV31	23p	Rozkoš-poz.vrt-tepl vyt.vody-23	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1702104	PRROTV32	24z	Rozkoš-poz.vrt-tepl vyt.vody-24	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1702105	PRROTV33	25p	Rozkoš-poz.vrt-tepl vyt.vody-25	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1702106	PRROTV34	26z	Rozkoš-poz.vrt-tepl vyt.vody-26	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1703101	PRROTV11	T1	teplota injekční chodba 1	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1703102	PRROTV12	T2	teplota injekční chodba 2	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1703103	PRROTV13	T3	teplota injekční chodba 3	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1703104	PRROTV14	T4	teplota injekční chodba 4	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1703105	PRROTV15	T5	teplota injekční chodba 5	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1703106	PRROTV16	T6	teplota injekční chodba 6	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1703107	PRROTV17	T7	teplota injekční chodba 7	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1704101	PRROTV18	DL	teplota drén dvojče levé	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1704102	PRROTV19	DP	teplota drén dvojče pravé	°C	1× týdně, v úterý	0	25	0			
1704103	PRROTV20	S	Rozkoš-teplota-drén-samost.	°C							Samostatný drén je již dlouho nefunkční - nezavádět do systému

Identifikátor podle VDTBD	Identifikátor podle PLa	Zkratka	Nazev měřené veličiny / měrného místa	Fyzikální jednotky	Četnost měření	Definiční Obor Dolní	Definiční Obor Horní	Matriční data 2	Matriční data 3	Matriční data 4	Poznámka
1801101	PRROVZ09	1a	hladina ve vrtu na hrázi 1a	m n. m.	1× týdně, v úterý	269,81	285,56	285,56	269,81	0,00	
1801102	PRROVZ10	1b	hladina ve vrtu na hrázi 1b	m n. m.	1× týdně, v úterý	264,34	276,77	276,77	264,34	0,00	
1801103	PRROVZ11	1c	hladina ve vrtu na hrázi 1c	m n. m.	1× týdně, v úterý	265,30	269,37	269,37	265,30	0,00	
1801104	PRROVZ12	1d	hladina ve vrtu na hrázi 1d	m n. m.	1× týdně, v úterý	259,88	267,51	267,51	259,88	0,00	
1801105	PRROVZ13	2a	hladina ve vrtu na hrázi 2a	m n. m.	1× týdně, v úterý	270,03	285,46	285,46	270,03	0,00	
1801106	PRROVZ14	2b	hladina ve vrtu na hrázi 2b	m n. m.	1× týdně, v úterý	266,94	276,92	276,92	266,94	0,00	
1801107	PRROVZ15	2c	hladina ve vrtu na hrázi 2c	m n. m.	1× týdně, v úterý	264,35	272,70	272,70	264,35	0,00	
1801108	PRROVZ16	3b	hladina ve vrtu na hrázi 3b	m n. m.	1× týdně, v úterý	270,04	278,64	278,64	270,04	0,00	
1801109	PRROVZ17	3c	hladina ve vrtu na hrázi 3c	m n. m.	1× týdně, v úterý	268,82	277,22	277,22	268,82	0,00	
1802101	PRROVZ18	2001	hladina vrt prav. zav. 2001	m n. m.	1× týdně, v úterý	274,76	288,20	288,20	274,76	0,00	
1802102	PRROVZ19	2002	hladina vrt prav. zav. 2002	m n. m.	1× týdně, v úterý	264,89	288,39	288,39	264,89	0,00	
1802103	PRROVZ20	2003	hladina vrt prav. zav. 2003	m n. m.	1× týdně, v úterý	265,89	286,29	286,29	265,89	0,00	
1802104	PRROVZ21	2004	hladina vrt prav. zav. 2004	m n. m.	1× týdně, v úterý	262,35	271,35	271,35	262,35	0,00	
1803101	PRROVZ01	I	hladina odl.stud. I	m n. m.	1× týdně, v úterý	258,42	266,78	266,78	258,42	0,00	
1803102	PRROVZ02	II	hladina odl.stud. II	m n. m.	1× týdně, v úterý	260,22	266,99	266,99	260,22	0,00	
1803103	PRROVZ03	III	hladina odl.stud. III	m n. m.	1× týdně, v úterý	263,52	267,09	267,09	263,52	0,00	
1803104	PRROVZ04	IV	hladina odl.stud. IV	m n. m.	1× týdně, v úterý	259,52	267,29	267,29	259,52	0,00	
1803105	PRROVZ05	V	hladina odl.stud. V	m n. m.	1× týdně, v úterý	259,51	267,56	267,56	259,51	0,00	
1803106	PRROVZ06	VI	hladina odl.stud. VI	m n. m.	1× týdně, v úterý	260,68	268,30	268,30	260,68	0,00	
1803107	PRROVZ07	VII	hladina odl.stud. VII	m n. m.	1× týdně, v úterý	261,67	269,39	269,39	261,67	0,00	
1803108	PRROVZ08	VIII	hladina odl.stud. VIII	m n. m.	1× týdně, v úterý	262,69	270,78	270,78	262,69	0,00	
1901101	PRROVZ24	3z	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.3z	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	260,93	257,20	0,00	
1901102	PRROVZ25	4p	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.4p	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	260,89	257,20	0,00	
1901103	PRROVZ28	7z	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.7z	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	260,08	256,40	0,00	
1901104	PRROVZ29	8p	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.8p	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	259,96	256,40	0,00	
1901105	PRROVZ32	11z	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.11z	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	264,01	260,30	0,00	
1901106	PRROVZ33	12p	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.12p	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	263,99	260,30	0,00	
1901107	PRROVZ42	21p	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.21p	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	260,02	252,60	0,00	
1901108	PRROVZ43	22z	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.22z	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	260,11	255,60	0,00	
1901109	PRROVZ44	23p	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.23p	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	267,46	260,00	0,00	
1901110	PRROVZ45	24z	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.24z	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	267,72	263,70	0,00	
1901111	PRROVZ46	25p	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.25p	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	262,79	255,30	0,00	
1901112	PRROVZ47	26z	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.26z	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	262,81	258,80	0,00	
1901113	PRROVZ48	27p	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.27p	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	259,77	252,30	0,00	
1901114	PRROVZ49	28z	tlak ve vztlakoměrném vrtu č.28z	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	259,79	255,80	0,00	
1902101	PRROVZ22	1	tlak v piezokrabici v náv. stab. č.1	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	261,56	264,10	0,00	
1902102	PRROVZ23	2	tlak v piezokrabici v náv. stab. č.2	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	261,54	264,10	0,00	
1902103	PRROVZ26	5	tlak v piezokrabici v náv. stab. č.5	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	260,35	264,10	0,00	
1902104	PRROVZ27	6	tlak v piezokrabici v náv. stab. č.6	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	260,32	264,10	0,00	
1902105	PRROVZ30	9	tlak v piezokrabici v náv. stab. č.9	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	263,80	264,10	0,00	
1902106	PRROVZ31	10	tlak v piezokrabici v náv. stab. č.10	kPa	1× týdně, v úterý	0	250	263,82	264,10	0,00	
neexistuje	PRROVZ40	19	Rozkoš-poz.vrt-tlak man. č.19	kPa		0	250				vrt nikdy neexistoval
neexistuje	PRROVZ41	20	Rozkoš-poz.vrt-tlak man. č.20	kPa		0	250				vrt nikdy neexistoval
nezařazeno do DTBD	PRROVZ34	13	tlak v dilataci SV - man. č.13	kPa		0	250				pouze pomocná hodnota - v systému TBD se dlouhodobě nesleduje
nezařazeno do DTBD	PRROVZ35	14	tlak v dilataci SV - man. č.14	kPa		0	250				pouze pomocná hodnota - v systému TBD se dlouhodobě nesleduje
nezařazeno do DTBD	PRROVZ36	15	tlak v dilataci SV - man. č.15	kPa		0	250				pouze pomocná hodnota - v systému TBD se dlouhodobě nesleduje
nezařazeno do DTBD	PRROVZ37	16	tlak v dilataci SV - man. č.16	kPa		0	250				pouze pomocná hodnota - v systému TBD se dlouhodobě nesleduje
nezařazeno do DTBD	PRROVZ38	17	tlak v dilataci SV - man. č.17	kPa		0	250				pouze pomocná hodnota - v systému TBD se dlouhodobě nesleduje
nezařazeno do DTBD	PRROVZ39	18	tlak v dilataci SV - man. č.18	kPa		0	250				pouze pomocná hodnota - v systému TBD se dlouhodobě nesleduje

VODNÍ DÍLA - TBD

VD MŠENO

Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu

V Praze, září 2018

Výtisk č. **pdf**

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 401	Ing. David Richtr
Vedoucí projektu	Ing. Tomáš Klemša
Vypracoval	Ing. Tomáš Klemša
Spolupráce	Ing. David Richtr

VD MŠENO
NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD A ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU

Objednatel	Povodí Labe, státní podnik
Číslo projektu	P126/18
Archivní číslo	2018/170
Vypracováno	V Praze, září 2018

OBSAH

1 ÚVOD 2
2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD 4
3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ 6
3.1 Měření teploty a vlhkosti vzduchu ve stavebních konstrukcích 6
3.2 Měrná místa průsaků 6
3.3 Vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy 7
3.4 Zařízení pro měření deformací hráze 7
3.5 Zařízení pro měření deformací souvisejících objektů 10
3.6 Zařízení pro měření a sledování provozních poměrů na rozdělovacích objektech 14
3.6.1 Vtokový objekt do odpadní štoly 14
3.6.2 Převod vod z Lužické Nisy 15
3.6.3 Převod vody z Bílé Nisy 16
3.7 Zařízení TBD modernizovaná v rámci rekonstrukce koruny hráze 17
4 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD 17
4.1 Doplnění zařízení pro sledování vodorovnýcha a svislých posunů na koruně hráze 17
4.2 Měření teploty zdiva 17
4.3 Návrh etapizace doplnění a obnovy zařízení TBD 18
5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD 19
5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů 19
5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry 20
5.1.2 Tlakové poměry 21
5.1.3 Průsaky 22
5.1.4 Teploty zdiva 23
5.1.5 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu 24
5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém 24
5.3 Návrh systému a výběr dodavatele 26
6 ZÁVĚR 26
7 ROZDĚLOVNÍK 28
8 SEZNAM PŘÍLOH 28

1 ÚVOD

Návrh rozšíření systému měření TBD a zavedení automatického monitoringu vybraných veličin TBD na VD Mšeno byl vypracován na základě smlouvy o dílo evidované u zhotovitele pod č. A1675/16 u objednavatele pod číslem D911160014 a mezi společností VODNÍ DÍLA – TBD a.s. a státním podnikem Povodí Labe. Tento návrh vychází ze zkušeností z dlouholetého sledování a hodnocení díla v rámci technickobezpečnostního dohledu (dále také TBD) a navazuje na předchozí doporučení v dokumentech TBD (etapové zprávy).

Cílem návrhu je:

- provést inventarizaci kontrolních zařízení pro měření TBD včetně zhodnocení jejich funkčnosti a technického stavu,
- navrhnout rozšíření systému TBD, nová měřící zařízení nebo úpravy stávajících,
- vybrat kontinuálně sledované jevy,
- stanovit požadavky na měřící zařízení (čidla) a popis vyplývajících stavebních úprav,
- stanovit požadavky na monitorovací systém.

Účelem návrhu rozšíření systému TBD na VD Mšeno je zkvalitnění této odborné činnosti na vodním díle. Tato činnost je z praktických důvodů spojena i se zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD tak, aby dílo bylo v tomto pohledu modernizováno komplexně a systematicky.

Účelem návrhu monitoringu je specifikovat rozsah jeho zavádění, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Základním bodem je stanovení nejdůležitějších sledovaných veličin z hlediska bezpečnosti vodního díla. V dalších bodech jsou pak stanoveny požadavky na monitorovací systém a návrh systému, jako podklad pro výběr dodavatele.

Vybudováním monitorovacího systému s automatickým sledováním vybraných jevů TBD se sleduje hlavně zkvalitnění výkonu TBD:

- předsunutým testováním hodnot měřených veličin přímo na díle bez zásadního ovlivnění lidským činitelem,
- včasným rozpoznáním nástupu a vývoje případných nestandartních situací v „chování“ díla,
- zdokonalením výkonu TBD obsluhou díla,
- sjednocením datového formátu pro přenos výsledků měření k hlavním pracovníkům TBD (HP TBD).

Na základě současného stavu měření a pozorování TBD (organizace TBD, přehled sledovaných jevů a popis příslušných měřených veličin včetně četností měření) a koncepčních zásad pro zavádění automatického monitoringu TBD na VD je navržen cílový soubor veličin, vhodných pro kontinuální sledování vybraných jevů na VD Mšeno.

Předmět zájmu tohoto návrhu je zúžen na problematiku zajištění a výkonu TBD nad vodním dílem. Součástí návrhu není řešení dalších souvisejících odborných a administrativních agend (např. plánování prohlídek a revizí, evidence písemností, dokladů a odborné dokumentace, evidence závad …atd.).

Použité podklady

1) VD Mšeno - Program TBD pro provoz trvalý - platný od 1.1.2014, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., listopad 2013,
2) VD Mšeno, Dodatek č. 1 k Programu TBD (platný po dobu stavby: „Zvýšení ochrany města převodem povodňových průtoků přes VD Mšeno“), VODNÍ DÍLA – TBD a.s., březen 2011
3) Manipulační řád pro vodní dílo Mšeno na Mšenském potoce v ř.km 1,500, Povodí Labe státní podnik, listopad 2013,
4) Souhrnná etapová zpráva o výsledcích technickobezpečnostního dohledu za období od 1.5.2003 do 30.4.2013, Archivní číslo: 2013/079, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., květen 2013,
5) Etapová zpráva o TBD za období od 1.5.2015 do 30.4.2017, Archivní číslo: 2017/077, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., květen 2017
6) Dílčí zprávy o TBD při výstavbě
7) Dokumentace skutečného provedení Sanace průsaků podložím VD Mšeno,
8) Informativní zprava o průběhu TBD během sanace průsaků podložím hráze v období od října 1998 do prosince 2000, Archivní číslo: VD/15-580-01, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., leden 2001,
9) Celková zpráva o technickobezpečnostním dohledu při ověřovacím provozu v období od 1.1.2001 do 30.4.2003, Archivní číslo: VD/15-151-03, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., červen 2003,
10) Posouzení bezpečnosti vodního díla za při povodních, Archivní číslo: VD/15-59-05, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., prosinec 2004,
11) Lužická Nisa Jablonec n. N., zvýšení ochrany města převodem povodňových průtoků přes VD Mšeno, projektová dokumentace k žádosti o stavební povolení (dále také DSP), sdružení, Pöyry – Valbek - AZ Conzult, Brno 10/2010,
12) VD Mšeno, Lužická Nisa, Jablonec nad Nisou, Zvýšení ochrany města převodem povodňových průtoků přes VD Mšeno, Souhrnná zpráva o TBD během výstavby (1.4.2012 - 30.11.2013), Archivní číslo: 2013/293, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., prosinec 2013,
13) Výsledky měření vybraných provozních veličin a veličin TBD a výsledky periodických měření, prohlídek a obchůzek, prováděných obsluhou díla podle PTBD
14) Výsledky prohlídek prováděných HPTBD a specialisty a.s. VODNÍ DÍLA – TBD v rámci výkonu TBD
15) Archivní dokumentace přehrady Mšeno (dochovaná část, uložená na díle)

2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD

Správce vodního díla - Povodí Labe, s.p. zajišťuje provádění TBD prostřednictvím pověřené odborné organizace VODNÍ DÍLA - TBD a.s. Na výkonu pravidelných pozorování a měření se podílejí obě zúčastněné organizace v rozsahu stanoveném Programem TBD. Program TBD pro provoz trvalý - platný od 1.1.2014 byl zpracován podle příslušných ustanovení zákona č.254/2001 Sb., o vodách a změně některých předpisů (vodní zákon) a vyhlášky č.471/2001 Sb. o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly, ve znění vyhlášky č. 255/210 Sb.

TBD je realizován soubory pozorování a měření prováděnými pracovníky správce a pověřené organizace. Jejich výčet, účel, systém měření a hodnocení výsledků jsou obsahem kapitoly 3.

V rámci běžného provozu a výkonu TBD jsou obsluhou díla sledovány provozní a meteorologické poměry (stav hladiny vody v nádrži, odtok a přítok do nádrže, teplota vzduchu, teplota vody v nádrži, denní srážkový úhrn, výška sněhu a tloušťka ledu, stav hladiny vody u rozdělovacích objektů na Lužické a Bílé Nise a z přepadové výšky dopočítávaný průtok). Pro tato měření jsou využívány údaje z monitorovacího systému vodohospodářského dispečinku (VDH PL). Dále jsou sledovány průsakové poměry a vztlakové poměry.

Specializovaná měření deformací provádí geodetická skupina Povodí Labe, státní podnik případně VODNÍ DÍLA – TBD a.s.). Pracovníci pověřené organizace (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.) zajišťují i hodnocení těchto specializovaných měření.

V současné době jsou na vodním díle Mšeno v rámci monitorovacího systému VHD PL nebo obsluhou pravidelně měřeny následující vodohospodářská měření a pozorování, potřebná pro řízení a kontrolu provozu díla:

Za normálního provozu se sleduje a zaznamenává denně v 7,00 hod.:

- kóta hladiny vody v nádrži, objem vody v nádrži,
- přítok do nádrže (bilanční),
- odtok z nádrže
- teplota vzduchu, teplota vody v nádrži,
- max. – min. denní teplota vzduchu,
- denní úhrn srážek + intenzita srážek,
- počasí,
- průhlednost vody.

V zimním období se dále sleduje:

- výška sněhové pokrývky a vodní hodnoty sněhu,
- tloušťka ledu na hladině nádrže.

Měření prováděná obsluhou jsou realizována denně v 7,00 hod. Automaticky sledované veličiny jsou zaznamenávány v intervalech nastavených z VHD PL (zpravidla 15 min.).

Všechna měřící zařízení, pomůcky a přístroje pro měření povětrnostních a provozních poměrů jsou funkční. Vodní dílo Mšeno je vybaveno automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu vodního díla. Aplikace, sloužící jednak

k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na přehradě Mšeno a v jejím blízkém okolí, jednak k řízení a monitorování technologie VD Mšeno, byla pro obsluhu vodního díla vytvořena pomocí vizualizačního systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Všechna tato data jsou na vyžádání VHD PL přenášena do srážko-odtokového modelu HYDROG určeného pro operativní řízení vodního díla. Celý systém tak zajišťuje předpověď možného očekávaného vývoje hydrologické situace a dává doporučení k řízení vodního díla.

Většina údajů z monitorovacího systému provozních veličin VHD PL je využívána i pro potřeby TBD. Údaje jsou uváděny do pravidelných hlášení TBD.

Významnou součástí měření TBD je i měření vztlakových a průsakových poměrů. S týdenní četností jsou obsluhou díla měřeny průsaky (respektive výtoky z drenážního systému) v revizních chodbách spodních výpustí v injekční štole, v podhrází, v přívodní štole z Lužické Nisy a v nové odpadní štole. S četností 1x týdně jsou měřeny tlaky v podloží a hladina podzemní vody v podhrází.

S četností 2x ročně za období dvou let jsou měřeny vodorovné posuny kontrolních bodů na koruně hráze a vzdušním líci hráze metodou měření deviačního úhlu. Svislé posuny kontrolních bodů na koruně hráze, u paty hráze, v přístupové a injekční štole měřené metodou velmi přesné nivelace (VPN), jsou určovány s četnostní 1x za 2 roky. Svislé posuny kontrolních bodů na rozdělovacích objektech, vtokovém objektu, výustním objektu, v přívodní štole z Lužické Nisy a v nové odpadní štole měřené metodou velmi přesné nivelace (VPN), jsou určovány s četnostní 1x za 4 roky. Tato měření provádí geodetická skupina Povodí Labe, s.p.

Pracovníci Povodí Labe, s.p. dále s četností 2x ročně provádějí měření relativních pohybů na dilatačních sparách v injekční chodbě a měření relativních pohybů na dilatačních sparách výustního objektu.

S četností 1x za čtyři roky pak provádí pracovníci firmy VODNÍ DÍLA – TBD a.s. měření relativní svislé vzdálenosti distometrem pro připojení nivelačních pořadů v přístupové šachtě a v revizní šachtě.

Dalším prvkem TBD jsou pravidelné prohlídky konané obsluhou díla s denní četností. Výsledky z těchto prohlídek jsou ve formě hlášení zasílány oběma hlavním pracovníkům TBD k rozboru a posouzení.

Náležitá pozornost je věnována i stavu technologických zařízení na VD a jejich bezpečnému provozu. V rámci TBD jsou zajištěny pravidelné kontroly, které jsou rozděleny na 4 stupně významu. I. stupeň - funkční zkouška provádí obsluha díla (hrázný) při pravidelných obchůzkách díla; II. stupeň – provozní zkouška prováděná strojním odborníkem závodu Hradec Králové 1x ročně; III. stupeň – provozní prohlídka technologických zařízení za účasti strojního odborníka správce VD Povodí Labe, s.p. s četností 1x za 2 roky; IV. stupeň – komplexní prohlídka technologických zařízení za účasti strojních techniků správce díla Povodí Labe s.p. a pověřené organizace VD-TBD a.s. s nepravidelnou četností (přibližně 1x za 4 až 6 let), minimálně však 1x za 10 let. Tyto jsou případně podle nutnosti doplňovány prohlídkami mimořádnými. Tento systém byl zaveden podle Organizační směrnice generálního ředitele s.p. Povodí Labe (OS 02/1999), s platností od 1.3. 1999. Zápis z provozních, komplexních a mimořádných prohlídek technologických zařízení je zasílán oběma HP TBD.

Nedílnou součástí TBD jsou pravidelné prohlídky díla (technickobezpečnostní prohlídky - TBP) svolávané dle § 62 zákona č. 254/2001 Sb. HP TBD správce.

3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ

V únoru a březnu 2018 jsme provedli vlastní inventarizaci kontrolních zařízení pro měření na hrázi a všech souvisejících objektech v okolí přehrady. Průběžná inventarizace a ověření funkčnosti jednotlivých zařízení byla realizována v rámci TBD již v průběhu minulých let. Je potřeba poznamenat, že se v současné době připravuje správce vodního díla rekonstrukci koruny hráze, při níž budou ovlivněna zařízení TBD na koruně hráze (nivelační body).

3.1 Měření teploty a vlhkosti vzduchu ve stavebních konstrukcích

V současné době se měří teplota a vlhkost s četností 1x týdně v:

1. **Injekční štole**

- v místě křížení s přístupovou štolou (T1),
- na konci pravé větvě (T2).

3.2 Měrná místa průsaků

Sledování průsakového režimu na díle probíhá jednak vizuálně a jednak měřením.
Průsaky hrázovým tělesem a podložím hráze jsou měřeny obsluhou díla, s četností 1x týdně, na těchto místech:

1. **Průsaky do hráze:**

- pravé chodbě spodních výpustí na vyústění svislého drenážního systému u drénů Pl a Pp,
- v levé chodbě spodních výpustí na vyústění svislého drenážního systému u drénů Ll a Lp.

2. **Průsaky v injekční štole**

- z levé i pravé větvě injekční štoly, v místě měrného žlábku na konci přístupové štoly v místě vtoku do čerpací jímky (PZ, PV),
- čerpací jímka v přístupové štole (J, měření celkového množství vody se bude provádět pouze při dosažení větších průsaků – intervalové spínání čerpadla).

3. **Průsaky na plošném a patním drénu**

- Celkové množství průsakových vod v podhrází v místě měrné šachtice z plastu (patní plošný drén). Trojúhelníkový přeliv na vyústění obou drénů.

Jedná se o měření objemové (měrná nádoba, stopky). Vzhledem k měřeným velikostem průsaků a ke zkušenostem z obdobných typů hrází nepokládáme za nutné objemové měření průsaků zavádět do AM.

Dále je při obchůzkách sledován případný výskyt nových průsaků, vývěrů vody či podmáčených míst na vodním díle i v celém jeho okolí.

Zavedení automatického monitoringu se nepředpokládá.

3.3 Vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy

V současné době se hladina podzemní vody měří s četností 1x týdně na měrných místech:

1. **Vrty na terénu v okolí hráze:**

- pozorovací sondy, svislé do podloží (H3, H4, H8, H14, H15, H16, H21, J1045, J111)
- vztlakoměrné vrty šikmé do podloží pod základovou spáru hráze (Hš7, Hš13)

2. **Vrty v injekční štole:**

- na 5-ti šikmých dovrchních vrtech umístěných na čelbě na konci pravé větvě, provedených původně pro odlehčení vztlaku v oblasti základové spáry hráze v místě pravého zavázání,
- na 9-ti profilech v injekční štole, umístěných v návaznosti na dříve provedené vrty ze vzdušní paty hráze. Vrty s označení N a V jsou šikmé dovrchní do oblasti základové spáry před a za těsnící prvek, vrty s označením NN a VV jsou šikmé s jímáním před a za injekční clonou a doplňují měření v profilech (2, 4, 9),

Zavedení automatického monitoringu se navrhuje.

3.4 Zařízení pro měření deformací hráze

Pro zjištění deformací hrázového tělesa jsou v současné době zavedeny následující způsoby měření:

- měření vodorovných posunů kontrolních bodů na koruně hráze a vzdušním líci metodou deviačního úhlu (četnost 2x do roka s periodou měření 2 roky),
- měření svislých posunů kontrolních bodů na koruně hráze, u paty hráze, v přístupové a injekční štole metodou VPN (četnost měření 1x za 2 roky),
- měření relativní svislé vzdálenosti distometrem pro připojení nivelačních pořadů v přístupové šachtě (četnost měření 1x za 4 roky),
- měření relativních pohybů na dilatačních sparách v injekční chodbě (četnost měření 2x ročně).

Schéma stávajícího rozmístění zařízení pro měření deformací hráze je uvedeno v situacích v Programu TBD [1].

Přehled zabudovaných měřících zařízení pro sledování deformací hráze

Vodorovné posuny

Druh a typ zařízení	počet	označení, umístění	rok instalace	stav
pozorovací (pevné) pilíře	2	P, L ….na každém břehu cca 50 m před hrází	1909	Vyhovující, u levého pilíře je vhodné provést opravu spárování podezdívky
kontrolní směrové body – zděře s vývrtem prům. 5 mm	8	1 až 8 … osazeny na kamenných pilířích zábradlí koruny hráze	1997	vyhovující, v rámci rekonstrukce koruny doporučujeme provést výměnu
směrové zajišťovací body		nejsou		měření se provádí kontrolou osnovy směrů na objekty občanské výstavby v okolí (antény atd.

Svislé posuny

Druh a typ zařízení	počet	označení, umístění	rok instalace	stav
základní pevné body - čepová značka - zarážená nivelační značka	 4 3	okolí hráze (viz. PTBD)	 1949 1998	 vyhovující vyhovující
kontrolní výškové body - hřebové značky	10	body č. 11 až 101…osazeny v parapetních kvádrech na koruně hráze na návodní straně	1998 a 1999	vyhovující - při rekonstrukci koruny hráze hrozí nebezpečí poškození bodů!
kontrolní výškové body - hřebové značky	10	označení 1A až 10A… osazeny v parapetních kvádrech na koruně hráze na návodní straně	2007	vyhovující - při rekonstrukci koruny hráze hrozí nebezpečí poškození bodů!
kontrolní výškové body - čepová značka, typ V, roxor s čípkem	10	označení 1 až 10…body u paty hráze na vzdušní straně	1999	vyhovující
Přestavové body - roxor s čípkem	7	N1-N9 – u vzdušní paty, mezi body 10-9, 8-7, 4-3, 3-2, 2-1, 0	2008	vyhovující

kontrolní výškové body - roxor s čípkem	2	L1, P1….v levé a pravé věži spodní výpusti	1999	vyhovující
kontrolní výškový bod – speciální hřebová značka	24	1a,b až 12 a,b,c….. do dna injekční štoly	2000	vyhovující
kontrolní výškový bod – speciální hřebová značka	3	P1,2,3… přestavové body na schodech injekční štoly	2000	vyhovující
kontrolní výškový bod – speciální hřebová značka	1	NB0….dno přístupové štoly	2000	vyhovující

Relativní deformace na dilatačních sparách IŠ

Druh a typ zařízení	**počet**	**označení, umístění**	**rok instalace**	**stav**
vodorovná trojúhelníková základna – deformetrické čepy	11+1	DV1 až DV11…na dilatačních sparách v podlaze injekční štoly (na povodní straně) DVP…na dilatační spáře v podlaze v křížení injekční a přístupové štoly	2000	vyhovující
svislá trojúhelníková základna – deformetrické čepy	12+1	DS0 až DS11…na dilatačních sparách stěny injekční štoly (na povodní straně) DVP…na dilatační spáře stěny v křížení injekční a přístupové štoly	2000	vyhovující

Relativní vzdálenost pro připojení nivelačních pořadů

Druh a typ zařízení	**počet**	**označení, umístění**	**rok instalace**	**stav**
Distometrické body – upravená čepová značka	2	I,II …v přístupové šachtě nad sebou	2000	vyhovující

3.5 Zařízení pro měření deformací souvisejících objektů

Pro zjištění deformací objektů vodního díla jsou v současné době zavedeny následující způsoby měření:

- měření svislých posunů kontrolních bodů na rozdělovacích objektech, vtokovém objektu, výustním objektu, v přívodní štole z Lužické Nisy a v nové odpadní štole metodou VPN (četnost měření 1x za 4 roky),
- měření relativní svislé vzdálenosti distometrem pro připojení nivelačních pořadů v revizní šachtě (četnost měření 1x za 4 roky),
- měření relativních pohybů na dilatačních sparách výustního objektu (četnost měření 2x ročně).

Schéma stávajícího rozmístění zařízení pro měření deformací hráze je uvedeno v situacích v Programu TBD [1].

Přehled zabudovaných měřících zařízení pro sledování deformací hráze

Svislé posuny rozdělovacího objektu na Lužické Nise

Druh a typ zařízení	počet	označení, umístění	rok instalace	stav
základní pevné body čepová značka - body státní nivelační sítě	3	DZ4-42.2 - Jablonecké paseky, skála, značka 0,4 m nad zemí, rostlá skála. DZ4-42.3 - Jablonecké paseky, dům čp. 420, značka na soklu 0,4m nad zemí, (stavba z roku 1930) Jablonecké paseky, skála, značka nad zemí, rostlá skála, poblíž bodu DZ4-42.2.	neznámo	vyhovující
kontrolní výškové body - hřebové značky	9	N101- N109, v blocích pilíře	2013	vyhovující

Svislé posuny rozdělovacího objektu na Bílé Nise

Druh a typ zařízení	počet	označení, umístění	rok instalace	stav
základní pevné body- čepová značka	4	PN301a, 301b - ve skále u cesty PN302 - ve skále u domu č.p. 77 PN303 - v soklu domu č.p. 60	2013	vyhovující
kontrolní výškové body - hřebové značky	5	N301-N305….v blocích pilíře	2013	vyhovující

Svislé posuny přívodní štoly z Lužické Nisy

Druh a typ zařízení	počet	označení, umístění	rok instalace	stav
kontrolní výškové body - reverzní nivelační značka,	1	N201….. v revizním vstupu do přívodní štoly	2013	vyhovující
kontrolní výškové body - závěsná nivelační značka	15	N202 – N216…….v záklenku štoly v definitivní obezdívce po 50 m	2013	vyhovující

Svislé posuny vtokového objektu

Druh a typ zařízení	počet	označení, umístění	rok instalace	stav
kontrolní výškové body - hřebové značky	6	N401 – 404……. v rozích objektu v horním líci bloků N405 a N406……. v zavazujících zdech	2013	vyhovující
základní (pevné) body, nivelační řad - čepová značka	2	Bod č. 81 ……. Bod č. 90 …….	1949	vyhovující

Svislé posuny nové odpadní štoly

Druh a typ zařízení	**počet**	**označení, umístění**	**rok instalace**	**stav**
kontrolní bod - hřebová nivelační značka,	1	N501 - v horním bloku revizní šachty v blízkosti základny distometrického drátu DZ_H	2013	vyhovující
kontrolní bod - závěsná nivelační značka	30	N502 – N531….v záklenku štoly v definitivní obezdívce po 50 m	2013	vyhovující

Svislé posuny výústního vtokového objektu

Druh a typ zařízení	**počet**	**označení, umístění**	**rok instalace**	**stav**
základní (pevné) body – čepová značka	3	PN601 - v soklu domu č.p. 77 (st. parcela č.588) PN602 - ve skále u cesty PN603 - ve skále (poz. par. 645/1)	2011	vyhovující
kontrolní bod - hřebová nivelační značka	1	N601 - v římse nad výtokem (nad blokem 22) v blízkosti závěsné nivelační značky N602	2013	vyhovující
kontrolní bod - závěsná nivelační značka	5	N602 – N606….ve stropu výpustního objektu	2013	vyhovující

Relativní deformace na dilatačních sparách výústního objektu

Druh a typ zařízení	**počet**	**označení, umístění**	**rok instalace**	**stav**
svislá trojúhelníková základna - deformetrické čepy	3	DZ1 – DZ3….základny osazené na pravé straně svislé zdi profilu výustního objektu	2013	vyhovující

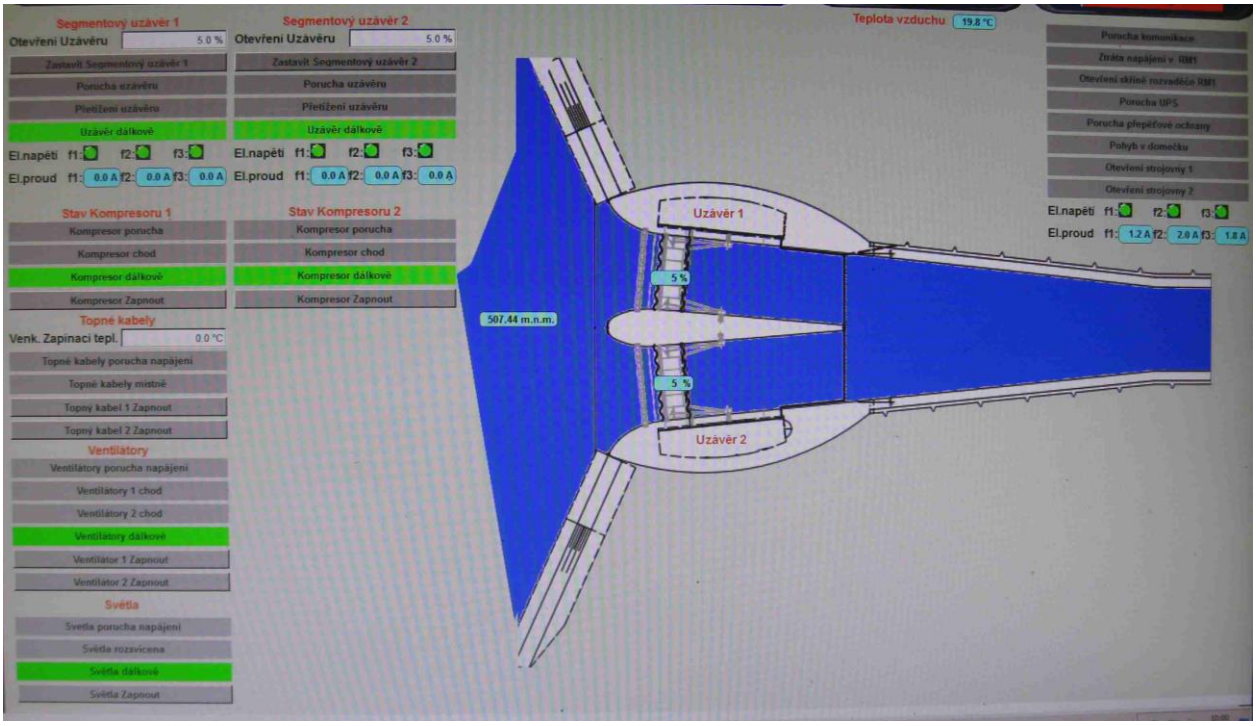
Relativní vzdálenost pro připojení nivelačních pořadů (revizní šachta do nové odpadní štoly)

Druh a typ zařízení	**počet**	**označení, umístění**	**rok instalace**	**stav**
Základna distometrického drátu – upravená čepová značka	2	DZ_H …..spodní část zákrytové desky DZ_D – dolní část konstrukce šachty (podlaha)	2013	vyhovující
Identický bod pro nivelační pořad – hřebová nivelační značka, závěsná nivelační značka	2	N 501….horní část zákrytové desky N529 - dolní část konstrukce šachty (ostění štoly)	2013	vyhovující

3.6 Zařízení pro měření a sledování provozních poměrů na rozdělovacích objektech

3.6.1 Vtokový objekt do odpadní štoly

Pohled na monitor:



Měří se (co se sleduje a jak se přenáší):

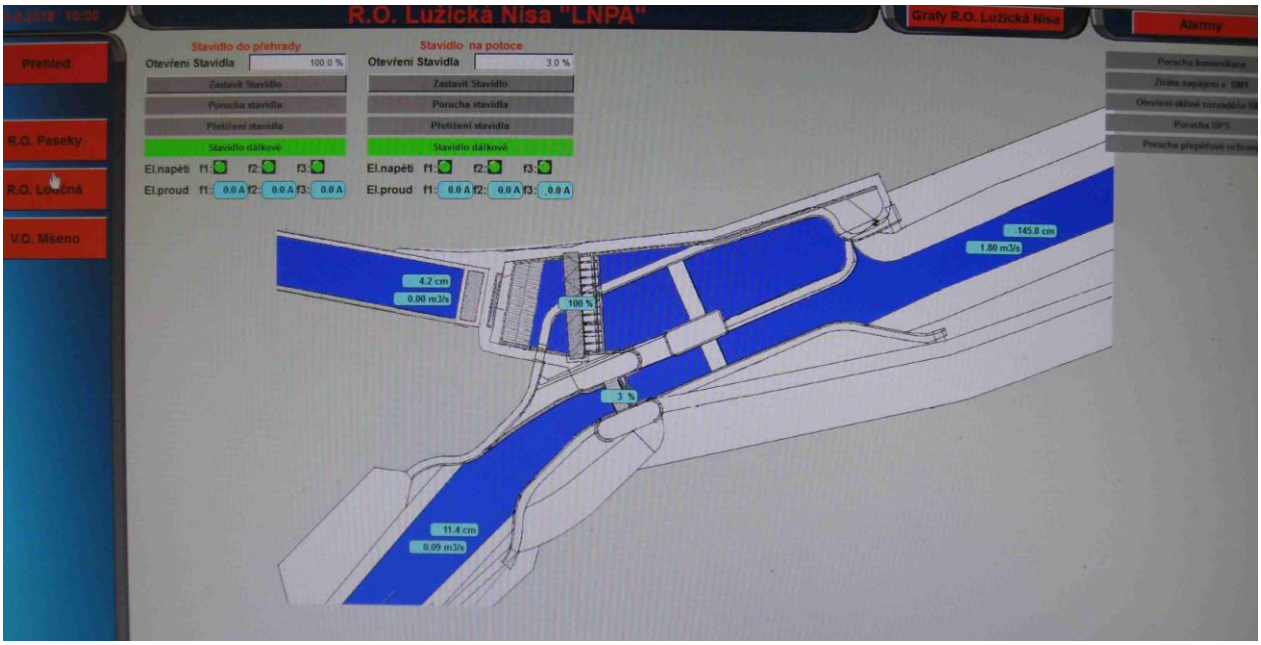
- poloha otevření a uzavření obou segmentových uzávěrů odtoku z přehrady (procenta)
- hodnoty el.napětí a proudu pro oba segmentové uzávěry
- teplota vzduchu
- otevření se měří od kóty prahu vtoku 510,00 m n.m.
- kamerové pozorování objektu s přenosem přes mobilního operátora

Zkušenosti z provozu:

- kamerový systém má výpadky, pro monitorování v době povodně je nedostačující

3.6.2 Převod vod z Lužické Nisy

Pohled na monitor:



Měří se (co se sleduje a jak se přenáší):

- poloha otevření a uzavření stavidlového uzávěru do nádrže (procenta)
- poloha otevření a uzavření stavidlového uzávěru na Lužické Nise (procenta)
- hodnoty el.napětí a proudu pro oba stavidlové uzávěry
- průtokové hodnoty v korytě Lužické Nisy nad stavidlem a pod stavidlem (vodní sloupec v cm, průtok v m^3/s)
- průtokové hodnoty za stavidlovým uzávěrem v převodní štole (vodní sloupec v cm, průtok v m^3/s)
- kamerové pozorování objektu s přenosem přes mobilního operátora

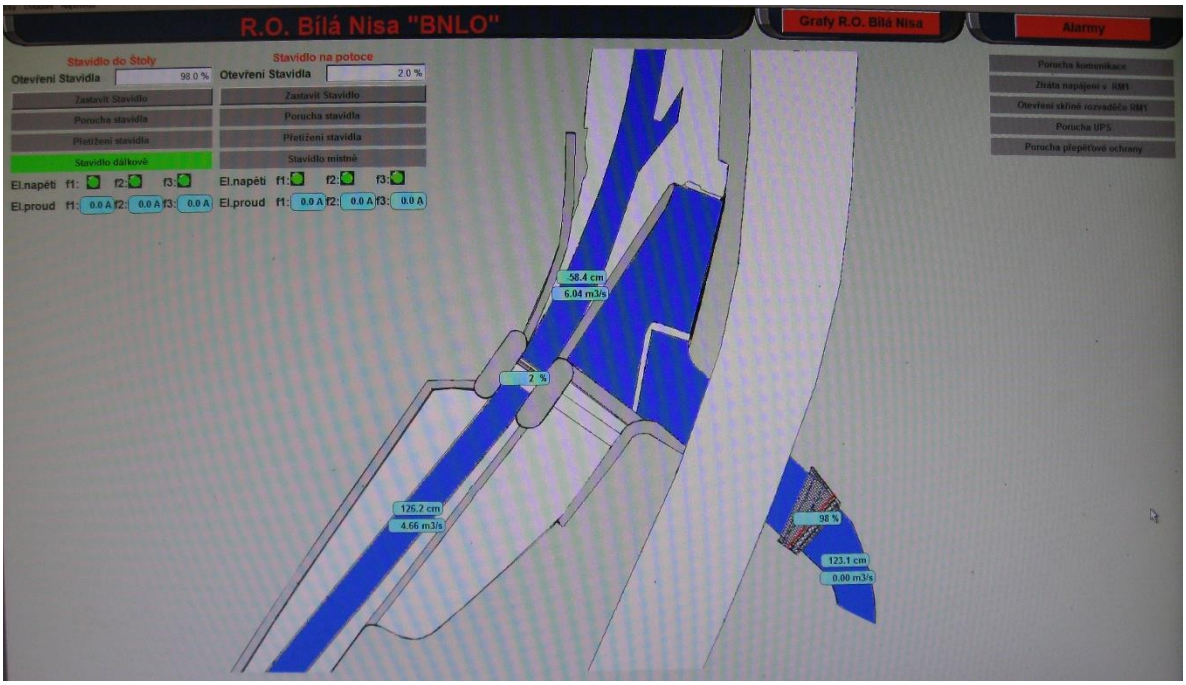
Zkušenosti z provozu:

- hodnoty uváděné na tlakových sondách (výška vodního sloupce v cm) nekoresponduje s měřenými průtoky
- v MŘ není uvedena měrná křivka pro množství vody převáděné štolou
- kamerový systém má výpadky, pro monitorování v době povodně je nedostačující

Objekt je vybavený vodočetnou latí 2x a to v korytě toku před a za stavidlovým uzávěrem.

3.6.3 Převod vody z Bílé Nisy

Pohled na monitor:



Měří se (co se sleduje a jak se přenáší):

- poloha otevření a uzavření stavidlového uzávěru do nádrže (procenta)
- poloha otevření a uzavření stavidlového uzávěru na Bílé Nise (procenta)
- hodnoty el.napětí a proudu pro oba stavidlové uzávěry
- průtokové hodnoty v korytě Bílé Nisy nad stavidlem a pod stavidlem (vodní sloupec v cm, průtok v m^3/s)
- průtokové hodnoty za stavidlovým uzávěrem v převodní štole (vodní sloupec v cm, průtok v m^3/s)
- kamerové pozorování objektu s přenosem přes mobilního operátora

Zkušenosti z provozu:

- hodnoty uváděné na tlakových sondách (výška vodního sloupce v cm) nekoresponduje s měřenými průtoky
- v MŘ není uvedena měrná křivka pro množství vody převáděné štolou
- kamerový systém má výpadky, pro monitorování v době povodně je nedostačující

Objekt je vybavený vodočetnou latí 2x a to v korytě toku před a za stavidlovým uzávěrem.

3.7 Zařízení TBD modernizovaná v rámci rekonstrukce koruny hráze

V současné době probíhá dopracování a schválení projektové dokumentace pro akci: VD Mšeno, oprava koruny hráze bez přemostění přelivu, stupeň DSJ. Zpracovatel dokumentace je HG partner s.r.o.
Lze předpokládat, že při opravě koruny hráze může dojít ke zničení minimálně výškových bodů, umístěných v parapetních kvádrech na koruně hráze.
Projektová dokumentace obnovu zařízení TBD předpokládá pouze položkou v rozpočtu.
Doporučujeme dle technologie realizace opravy koruny hráze konzultovat využití nebo náhradu KB s odpovědným pracovníkem pověřené organizace.
Realizace stavebních prací se předpokládá v roce 2019-2020.

4 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD

4.1 Doplnění zařízení pro sledování vodorovnýcha a svislých posunů na koruně hráze

Na akci **VD Mšeno oprava koruny hráze bez přemostění přelivu** by měla navazovat opatření popsaná v tomto Návrhu rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu. Jedná se zejména o**:**

- případnou obnovu poničených nivelačních bodů na koruně hráze při staveních pracích,
- doplnění pevného výškového bodu na levé straně – roxor s čípkem do levého pilíře,
- výstavbu nového pevného bodu pro směrové měření – pevný pilíř,
- instalaci nových bodů směrového měření.

Situační schéma nového rozmístění popisovaných zařízení je uvedeno v situaci na příloze č.**1**.

Návrh rozmístění nových směrových bodů a pevného pilíře je uveden na příloze č.**2**.

4.2 Měření teploty zdiva

V současné době neexistuje žádné měření teploty zdiva. Měření teploty zdiva hráze považujeme pro potřeby TBD za účelné. Teplotní režim v různé míře ovlivňuje deformace hrázového tělesa, které sledujeme v rámci TBD pomocí měření vodorovných a svislých posunů. Deformace hráze jsou přímo závislé na teplotě hrázového zdiva v různých úrovních od obou líců, které jsou od průběhu teplot vzduchu významně fázově posunuty. Doporučujeme proto v profilu hráze zavést měření teplot hrázového zdiva.

Teplotní čidla by byla osazena do vrtu realizovaného ze vzdušního líce. Schéma umístění v příčném řezu hrází je uvedeno na příloze č. **3**.

Vrt bude proveden v profilu pravé spodní výpusti, z provizorní pracovní plošiny kolmo ze vzdušního líce směrem do středu zdiva hráze. Průměr vrtu bude min. 80 mm. Do vrtu bude umístěno 5 teplotních čidel do hloubek od vzdušního líce: 0,1 m, 0,25 m, 0,5m, 1,0m a 3,0m (T1, T2, T3, T4 a T5).

Dále bude proveden dovrchní vrt délky 2 m v obdobných parametrech, ve vzdálenosti 2,0 m od cihelné obezdívky směrem po vodě. Do vrtu bude osazeno 1 teplotní čidlo (T6).

Do vrtů budou vložena teplotní čidla ve výše navržených pozicích s vyústěním kabelů na vzdušním líci. Kabely budou vedeny po vzdušním líci ve vysekaných spárách. Snímače budou zality vhodnou cementovou směsí nebo zálivkou.

Vrtání doporučujeme jádrové tak, aby mohly být jádrové vývrty použity pro posouzení kvality a pevnostních charakteristik zdiva hráze.

Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Ruční měření těchto veličin není efektivní. Určitou alternativou může být jedině využití datalogerů k uchování naměřených dat a jejich stahování ke zpracování s předem danou četností (např. 4x ročně).

4.3 Návrh etapizace doplnění a obnovy zařízení TBD

Navržené zařízení TBD je vhodné etapizovat podle důležitosti a připravenosti pro realizaci. V první etapě by měla být instalována zařízení související s rekonstrukcí koruny hráze.

I. Etapa	- zařízení osazené v souvislosti s rekonstrukcí koruny hráze – výstavba nového pevného bodu pro směrové měření – pevný pilíř, instalace nových bodů směrového měření, doplnění pevného výškového bodu na levé straně – roxor s čípkem do levého pilíře, případná obnova poničených nivelačních bodů na koruně hráze při staveních pracích,
II. etapa	- měření teploty zdiva v příčném profilu, - úpravy zhlaví stávajících vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond na terénu,
III. etapa	- úprava zhlaví u vztlakoměrných vrtů v injekční chodbě

5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD

Koncepce zavádění automatického monitoringu vychází z obecných postupů a požadavků rozvoje TBD na vodních dílech a zahrnuje následující postup:

1) inventarizace systému zařízení pro kontrolní měření, jejich revize, opravy, redukce, případně doplnění, viz kapitoly 3 a 4.
2) výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení pořadí jejich důležitosti,
3) stanovení požadavků na monitorovací systém,
4) návrh systému a výběr dodavatele.

5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů

Výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení jejich důležitosti byl proveden podle typu a konstrukce vodního díla. Při výběru byly zhodnoceny dosavadní zkušenosti z výkonu TBD. Definitivní rozsah a doba realizace je závislá na finančních možnostech Povodí Labe, s.p. Dále uvedený rozsah považujeme za optimální, odpovídající významu vodního díla a potřebám TBD. Nevylučujeme však jeho eventuální úpravy při případném zvyšování nároků na TBD v následujících letech ani úpravy k monitorování provozních veličin a skutečností významných pro provozovatele vodního díla. Varianta II, případně III pak obsahuje předpokládaný stav v budoucnosti, na který by se mohla navržená optimální varianta I rozšířit.

Sledovaný jev	jednotky	Monitoring, celkový počet		
		varianta I	**varianta II**	**varianta III**
- průsaky	[l/s]	-	-	2+2+1 = **5** průsaky z levé a pravé větvě injekční štoly, patní a plošný drén v podhrází, průsak novým odpadním tunelem
- teplota průsaků	[°C]	-	-	2+2 = **4** průsaky z levé a pravé větvě injekční štoly, patní a plošný drén v podhrází

Sledovaný jev	jednotky	Monitoring, celkový počet		
		varianta I	**varianta II**	**varianta III**
- tlak nebo úroveň vody ve vztlakoměrných vrtech a sondách	[kPa, m]	9+2 = **11** vrty u vzdušní paty a v zavázání	9+2+25+5 = **41** vrty u vzdušní paty, v zavázání a v injekční a přístupové štole	9+12 = **21** vrty u vzdušní paty (bez vrtů v zavázání), a v injekční a přístupové štole (3 profily – čtveřice vrtů)
- teploty vody ve vrtech (součást tlakových sond)	[°C]	9+2 = **11** vrty u vzdušní paty a v zavázání	9+2+25+5 = **41** vrty u vzdušní paty, v zavázání a v injekční a přístupové štole	9+12 = **21** vrty u vzdušní paty (bez vrtů v zavázání), a v injekční a přístupové štole (3 profily – čtveřice vrtů)
- teploty zdiva	[°C]	**5+1 = 6** teploty zdiva v příčném profilu ze vzdušního líce+ z příčné chodby spodní výpusti	**5+1 = 6** teploty zdiva v příčném profilu ze vzdušního líce+ z příčné chodby spodní výpusti	**5+1 = 6** teploty zdiva v příčném profilu ze vzdušního líce+ z příčné chodby spodní výpusti
- reserva		5	5	5
celkem		28 + 5	88 + 5	57+5

Automatický monitoring TBD doporučujeme realizovat nejprve v rozsahu navrženém ve variantě I, kde je zohledněno i rozšíření zařízení TBD o zavedení měření teplot zdiva v příčném profilu hráze. S variantou II nebo III, by mohlo být uvažováno jako s dalším rozšířením v delším časovém horizontu.

5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry

Vodní dílo Mšeno je vybaveno automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu VH provozu vodního díla.

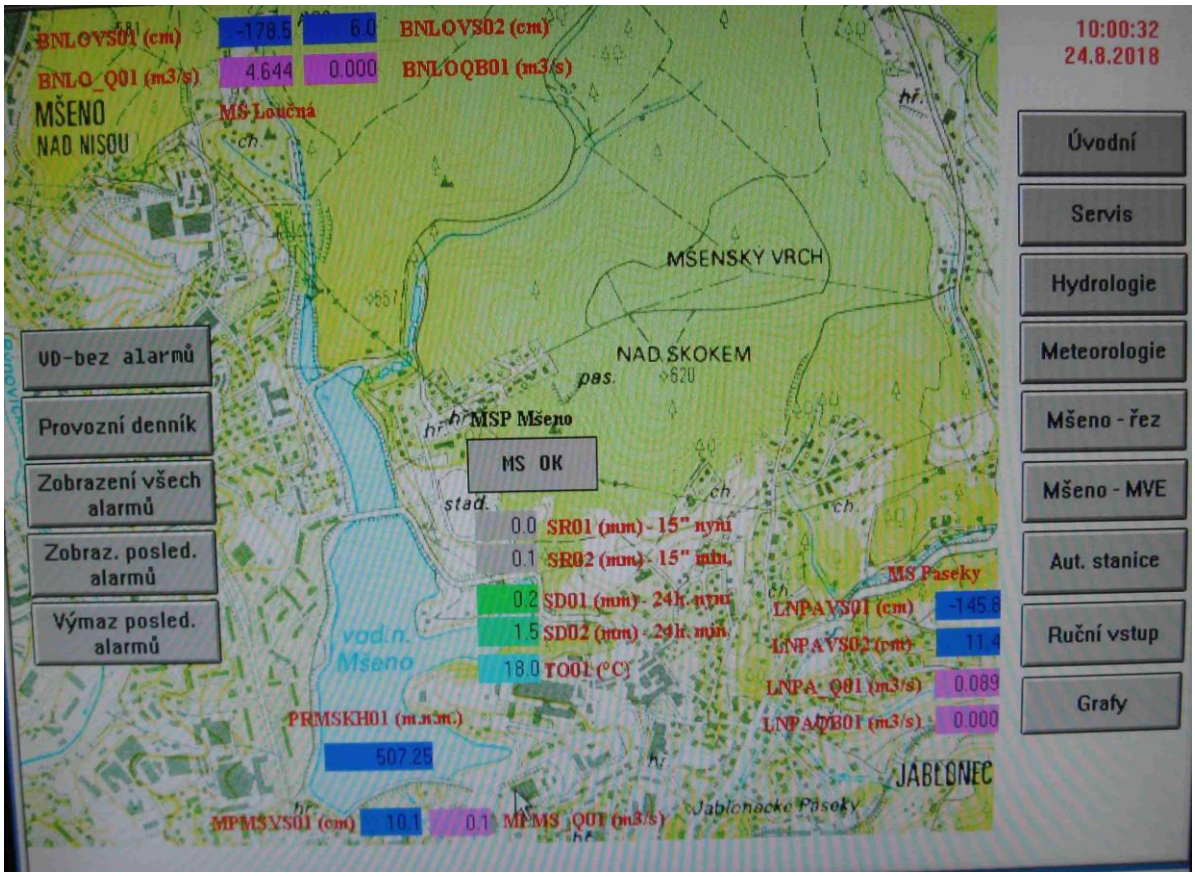
Aplikace sloužící jednak k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na vodním díle a v jejím blízkém okolí, jednak k řízení a monitorování technologie VD Mšeno, byla pro obsluhu vodního díla vytvořena pomocí vizualizačního systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Vybrané údaje by bylo vhodné přenášet i do systému TBD tak, aby pro stejné veličiny nebylo nutno zřizovat v novém monitorovacím systému další čidla. Jednalo by se tedy o sdílení asi 10 naměřených hodnot (hladina vody v nádrži, objem vody v nádrži, přítok do nádrže z Bílé Nisy, přítok do nádrže z Lužické Nisy, celkový přítok do nádrže, odtok z nádrže, srážkový úhrn na přítoku z Bílé Nisy, srážkový úhrn na přítoku z Lužické Nisy, teplota vzduchu, teplota vody).

5.1.2 Tlakové poměry

Doporučujeme automaticky monitorovat veličiny vybrané ve variantě I.

Zhlaví vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond musí být upraveno pro automatické měření. Přitom musí byt zachována i možnost „ručního měření“. U vrtů v podhrází a v zavázání se předpokládá měření úrovně vody ve vrtu. U vrtů v injekční a přístupové štole bude tlakový horizont výše než zhlaví vrtu a použity budou tlakové snímače u zhlaví vrtu.



Pohled na schéma obrazovky (měřené údaje)

sledované veličiny:	tlak ve vrtu, poloha hladiny ve vrtu
měřící zařízení, čidla:	9 svislé vrty u vzdušní paty a v zavázání hráze (hladina vody ve vrtu) 2 šikmé vrty u vzdušní paty hráze (hladina vody ve vrtu, tlak u zhlaví vrtu) tlakový snímač, např. strunový, odporový
nároky na měřící zařízení:	**tlaková čidla na zhlaví vrtu** - rozsah měření hladiny do 250 kPa, - přesnost určení tlaku ± 1kPa, **tlaková čidla do vrtu** - automatická kompenzace teploty, - rozsah měření hladiny do 10 m (hloubky vrtů do 20 m), - přesnost určení hladiny ± 1cm
nároky na úpravu zhlaví vrtů a sond:	otevíratelnost zhlaví pro případnou kontrolu vystavení hladiny vody ve vrtu (měření rangovou píšťalou), trvalé osazení manometru pro kontrolu vystavení vztlakové úrovně u vztlakoměrného vrtu, odvzdušnění, zateplení zhlaví u vnějších vztlakoměrných vrtů (teplotní kabel) ochrana zhlaví proti vnějšímu opotřebení a poškození.
minimální vzorkovací interval:	15 min, archivace dat 1x denně v 7 hod, jinak jen změnový systém
počet sledovaných veličin:	9 svislé vrty u vzdušní paty a v zavázání hráze (hladina vody ve vrtu) 2 šikmé vrty u vzdušní paty hráze (hladina vody ve vrtu, tlak u zhlaví vrtu) Teploty vody ve vrtu jako součást tlakových čidel

5.1.3 Průsaky

Měření průsaků u malých hodnot je zpravidla lepší provádět ručně pomocí objemového měření.

Měření průsaků pomocí tlakového čidla se na většině hrazí projevuje velkých rozptylem, dochází k zarůstání systému a zavádění chyb. Dle našeho názoru je výhodnější měření pomocí ultrazvuku.

Měření průsaků jsme u VD Mšeno zavedli pouze jako doplňkové u varianty III.

5.1.4 Teploty zdiva

Teploty zdiva zatím nejsou na VD Mšeno měřeny. Doporučujeme zavedení tohoto měření. Návrh umístění kontrolního profilu pro zavedení měření teplot zdiva v charakteristickém hrázovém profilu je uveden na příloze č. **3**. Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude účelné zahrnout toto měření do automatického monitoringu.

V návrhu předpokládáme užití 5+1 snímačů, trvale umístěných ve vrtu ve zdivu hráze. Do vrtu budou vloženy v předepsaných vzdálenostech teplotní snímače s vhodným vyústěním kabelů. Po instalaci budou snímače ve vrtu zality vhodnou cementovou směsí.

Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Ruční měření těchto veličin není efektivní. Určitou alternativou může být jedině využití datalogerů k uchování naměřených dat a jejich stahování ke zpracování s předem danou četností (např. 4x ročně).

sledované veličiny:	teplota zdiva
měřící zařízení, čidla:	např. strunové, odporové PT100 nebo ekvivalentní s kabelem a chráničkou
nároky na měřící zařízení:	přesnost měření min ± 0,1°C, vyšší životnost a odolnost
minimální vzorkovací interval:	15 min
počet sledovaných veličin:	5

Snímače teploty

V návrhu předpokládáme s využitím celkem 5+1 snímačů teploty (teplotních čidel) trvale instalovaných ve vrtech. Pro měření teploty vody, vzduchu i betonu existuje na trhu poměrně velký výběr typů čidel od nejrůznějších výrobců.

Základní roztřídění teplotních čidel:

- aktivní – výstupy proudové, či napěťové
- odporové – výstup odporový
- frekvenční – dálkové odečítání, nutný pouze přívod zdroje energie
- digitální – číslicový odečet
- některé další specifické typy (s rychlou odezvou, sběrnicové aj.)

Nejvíce využívané jsou první tři druhy. Vzhledem ke konstrukci čidla jsou tato u některých typů ukládána do ochranných pouzder, které chrání vlastní čidlo. V pouzdře je čidlo uloženo v transportním médiu, nejčastěji na bázi oleje.

Při měření teploty betonu budou čidla umístěna do vrtů. Z ekonomického i provozního hlediska je výhodné vrtat nepříliš velké průměry. Z tohoto důvodu se jeví jako nejvhodnější snímače teploty s kabelovým vývodem. U tohoto typu čidel odpadá hlavice snímače, která má větší průměr než vlastní čidlo a zvyšuje průměr vrtu. V tomto případě jsou napájení i výstupní signál vedeny již pevně vloženým a zaizolovaným kabelem a je proto třeba zohlednit jeho délku při vkládaní do vrtu tak, aby další napojení bylo možno provést již mimo vlastní vrt. Izolace kabelu

na výstupu z čidla musí splňovat nároky prostředí, ve kterém je čidlo umístěno. Čidla bez hlavic (sondy) se jeví jako výhodnější i z hlediska následného zabetonování vrtů.

Volba typu čidla z hlediska druhu výstupu nebude podle našeho názoru tak významná. Jak odporové, aktivní i strunové výstupy jsou běžně používány. Praktické zkušenosti dodavatelů systému jsou v tomto ohledu rozhodující. V případě odporových snímačů je potřeba minimálně třívodičové zapojení – kompenzuje vliv změny odporu vedení působením teploty.

Zásadním faktorem jsou vstupní parametry měřené veličiny. Měřené teploty budou dosahovat podle lokalizace každého čidla teplot rozmezí max. – 30°C až + 60°C, jednotlivá čidla asi není vhodné odlišovat z hlediska rozsahu velikosti naměřené teploty jednotlivých sledovaných médií, resp. prostředí.

Významným faktorem je i doba záruky. Někteří dodavatelé čidel nabízejí delší záruku na odporové teplotní snímače (v některých případech i 48 měsíců. Je potřeba tento stav ověřit, resp. při zadání zakázky požadovat. Jelikož se jedná o čidla bez případné výměny či náhrady doporučujeme upřednostnit ty s vyšší zaručenou životností nebo případné zdvojení.

5.1.5 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu

V současné době nám nejsou známy další veličiny (mimo výše uvedené), které by bylo účelné automaticky monitorovat. Přesto se může v průběhu dalšího provozu VD aktuální potřeba změnit (rozšíření měření, zvýšení požadavků na měření, atp.). Monitorovací systém by měl být proto modulární a otevřený, měl by umožnit další rozšíření.

5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém

Monitorovací systém by měl zajistit následující úlohy:

- modulárnost a otevřenost. Systém by měl být modulární, složený z jednotlivých telemetrických centrál (datakoncentrátorů, datalogrů), ke kterým jsou v příslušném počtu připojeny snímače (senzory) jednotlivých měrných míst s analogovým nebo digitálním signálem. Systém by měl být adaptabilní na údržbu systému (redukce a rozšiřování měrných míst) vlastními silami (vyškolený pracovník správce systému),
- adaptabilitu i na možnosti ručního vkládání ostatních vizuálně odečítaných výsledků měření a textových zpráv, výsledků obchůzek,
- měla by být umožněna editace, testování, oprava a prohlížení ručně měřených veličin a výsledků obchůzek,
- průběžné měření snímačů v časové smyčce určené použitými technickými prostředky, ukládání hodnot se však řídí zvoleným režimem vzorkování,
- průběžnou kontrolu funkce všech čidel, komunikačních cest a ostatních komponentů. Interval kontroly je determinován použitou technologií. Vzorkovací interval pro popis monitorovaného jevu navrhujeme od 60 min. výše. Kratší doba není vzhledem k charakteru sledovaných veličin nutná,

- spolehlivost řídící jednotky. Řídící jednotkou by měla být telemetrická centrála, která nebude využívána k jiným účelům (jako osobní počítač),
- požadavky na periferie: USB, nebo sloty na karty, CD ROM, tiskárna,
- úsporu objemu zaznamenávaných a přenášených dat. Vzhledem k charakteru monitorovaných procesů je účelné používat pro záznam dat změnový systém. Ten znamená, že pokud se měřená veličina pohybuje v zadaném rozpětí OD – DO, tak se bez ohledu na čas žádná hodnota neukládá a platí poslední zaznamenaná hodnota včetně časové identifikace. Při překročení předem nastaveného pásu systém přejde na vzorkování v nastaveném čase, např. 15 min (ukládá čas a hodnotu). Po návratu hodnoty veličiny do nastaveného rozpětí zaznamená čas a tuto hodnotu a čeká na další stav překročení platného rozpětí. Tento obecně výhodný způsob však vyžaduje podpůrné programové vybavení, které umí ze změnových hodnot vygenerovat časovou řadu ve zvoleném ekvidistantním kroku,
- Poznámka: tento bod lze brát jako doporučení, aplikace změnového systému pro záznam dat závisí především na dostupnosti potřebného software. Při aplikaci změnového systému by bylo možno použít kratší vzorkovací interval (např. 15 min místo 60 min).
- existují i další systémy pro úsporu dat využívající softwarové selekce „nezajímavých dat“.
- i když bude pro záznam dat použit změnový systém, měl by být nastaven i „pevný“ záznam dat vždy 1x denně (např. v 7 hod.) bez ohledu na naměřené hodnoty a jejich změny.
- průběžné testování snímaných dat na pevné případně dynamické meze. Při jejich dosažení bude v prvé řadě alarmem vyrozuměna obsluha díla. Mezní hodnoty se budou skládat max. ze 3 hodnot (mez bdělosti, mezní hodnota, konstanta - funkce pro dynamické meze),
- přenos naměřených hodnot k hodnotiteli, tj. oběma hlavním pracovníkům TBD. Vzhledem k průběžnému testování výsledků měření v monitorovacím systému se předpokládá dávkový přenos dat v intervalu až dvou týdnů. V případě mimořádné situace je nutné umožnit operativní přenos dat. Organizace pověřená výkonem TBD (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.) je v současné době zavedena na přenos dat pomocí veřejné telefonní sítě prostřednictvím technologie Internetu,
- systém ověřování, kontroly a doplňování chybějících hodnot měření, které mohou vzniknout výpadkem el. energie, závadou na přenosu nebo čidla,
- automatická evidence alarmů a výpadků systému,
- zpracování dat, umožnění výběru veličiny (skupin veličin) ve zvoleném časovém období, tabulka, graf,
- možnost zavedení „ručního“ měření při poruše systému a zpětné začlenění výsledků měření do již vytvořených dat
- systém musí být funkční i při mimořádných událostech (výpadek el. energie 48 hodin), napojení na záložní zdroje. výpadek internetu – nepřebírat žádná data z databáze VHD v HK atp. – to bude zadání pro případný projekt

Dále je třeba schematicky připomenout princip monitoringu
⇒ data z automatického přenosu
⇒ data ručně vkládaná
⇓
měřená veličina ⇒ přepočet ⇒ veličina TBD
Pro jednotlivé přepočty je třeba definovat matriční údaje jednotlivých veličin měření. Tyto údaje jsou v archivu VD - TBD a.s. a jsou v případě realizace monitoringu k dispozici.

5.3 Návrh systému a výběr dodavatele

Pro návrh systému a výběr dodavatele je třeba posuzovat tato kritéria: splnění výše uvedených požadavků na monitorovací systém, cena a doba dodávky, záruky, provozní náklady, požadované technické prostředky, spolehlivost, operativní servis, …

Zajištěna by měla být i návaznost na stávající měření pro zajištění homogenity časových řad (zejména při stavebních úpravách měrných míst).

Pro zpracování projektu a následnou realizaci lze doporučit kvalitní zasíťování, propojení hráze s domkem obsluhy pomocí optických kabelů (redundantní trasa), propojení všech objektů, budoucí možné rozšiřování systému (kamery, provozní veličiny VHD, řídící systémy, zabezpečovací zařízení atp.).

6 ZÁVĚR

Vzhledem k významu vodního díla Mšeno (dílo II. kategorie z hlediska TBD) a konstrukčnímu typu hráze považujeme další zkvalitnění výkonu TBD rozšířením systému měření TBD a zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD za žádoucí. V předkládaném dokumentu jsme specifikovali potřeby rozšíření systému TBD o nová zařízení a rozsah zavádění kontinuálního sledování, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Zavedení automatického monitoringu představuje prakticky kontinuální měření jen stanoveného počtu vybraných veličin TBD. Kontinuálně měřené veličiny bude dále doplňovat soubor hodnot měřených a odečítaných manuálně.

Stávající systém měření a sledování TBD doporučujeme rozšířit o následující zařízení:

- 1 pevný bod pro směrové měření (železobetonový pilíř, obložený kamenem),
- 10 bodů směrového měření (trvale osazené odrazné terče pod parapetními kvádry na návodní straně),
- 1 pevný bod pro výškové měření (roxor s čípkem do levého pilíře),
- 5+1 teplotních čidel ve vrtu v příčném profilu hráze.

Do automatického monitorovacího systému TBD doporučujeme zavádět:

- 9+2 tlakových snímačů pro vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy na terénu (u paty hráze, v zavázání hráze),
- 5+1 teplotních čidel ve vrtu v příčném profilu hráze,

- přejímat provozní a meteorologické veličiny ze systému VHD PL.

Uvedený materiál může být využit jako jeden z podkladů pro rozhodnutí správce díla Povodí Labe, státní podnik ohledně vybudování monitorovacího systému veličin TBD. Předložený návrh se dále předpokládá využít pro vypracování zadání a soutěžních podmínek na zhotovení projektu a dodávku technických a programových prostředků monitorovacího systému pro vodní dílo Mšeno. Použit bude také pro projekční řešení a dodávku nových kontrolních zařízení. Při přípravě případné realizace akcí jsme připraveni dále spolupracovat. Podrobné matriční údaje, identifikační kódy veličin, požadavky na přesnost, definiční obory hodnot, změnové meze, meze bdělosti, mezní hodnoty a další potřebné údaje pro vytvoření softwarové aplikace bude zpracováno přehledné tabulce jako nezbytná součást projektu.

Práce je možné etapizovat a to jak rozšíření zařízení TBD tak zavedení automatického monitoringu. Návrhy etapizace jsou uvedeny v předcházejících kapitolách.

V Praze, září 2018

Vypracoval: Ing. Tomáš Klemša
hlavní pracovník TBD

Schválil: Ing. David Richtr
vedoucí útvaru 401

7 ROZDĚLOVNÍK

1 - 4 Povodí Labe, státní podnik

5 - 6 VODNÍ DÍLA - TBD a.s.

8 SEZNAM PŘÍLOH

1 Stávající situace kontrolních bodů pro měření vodorovných a svislých posunů hráze a rozmístění vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond v okolí hrázového tělesa, M 1: 650

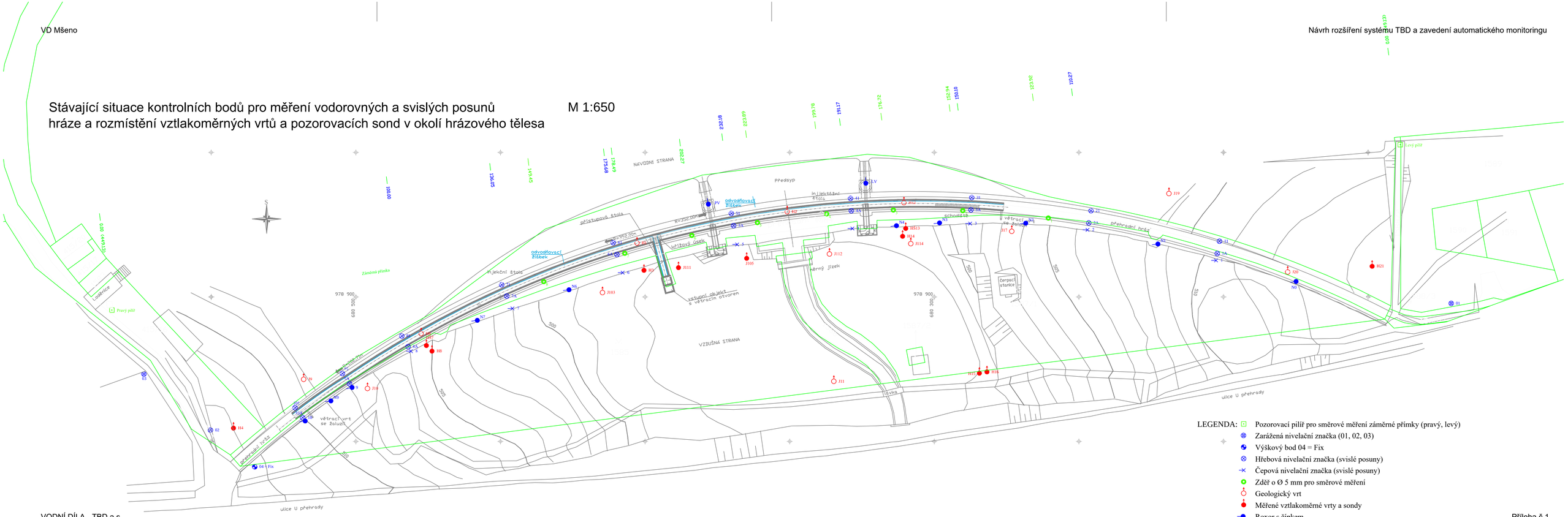
2 Návrh rozmístění nových bodů směrového měření (vodorovné posuny), M 1:1500

3 Schéma umístění měřických zařízení v příčném řezu, M 1:100.

Návrh umístění teplotních čidel

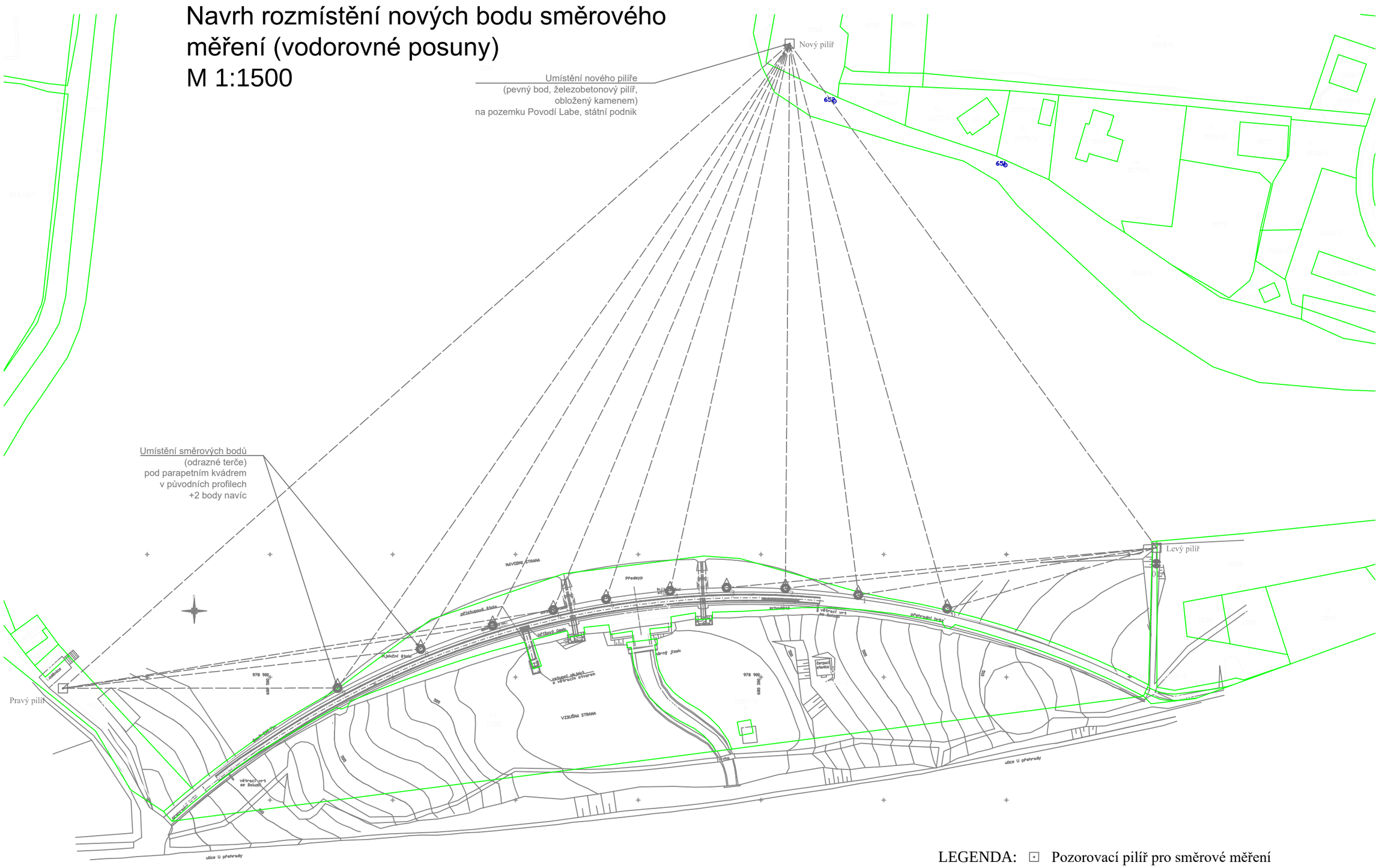
Stávající situace kontrolních bodů pro měření vodorovných a svislých posunů hráze a rozmístění vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond v okolí hrázového tělesa

M 1:650



LEGENDA:
- Pozorovací pilíř pro směrové měření záměrné přímky (pravý, levý)
- Zarážená nivelační značka (01, 02, 03)
- Výškový bod 04 = Fix
- Hřebová nivelační značka (svislé posuny)
- Čepová nivelační značka (svislé posuny)
- Zděř o Ø 5 mm pro směrové měření
- Geologický vrt
- Měřené vztlakoměrné vrty a sondy
- Roxor s čípkem

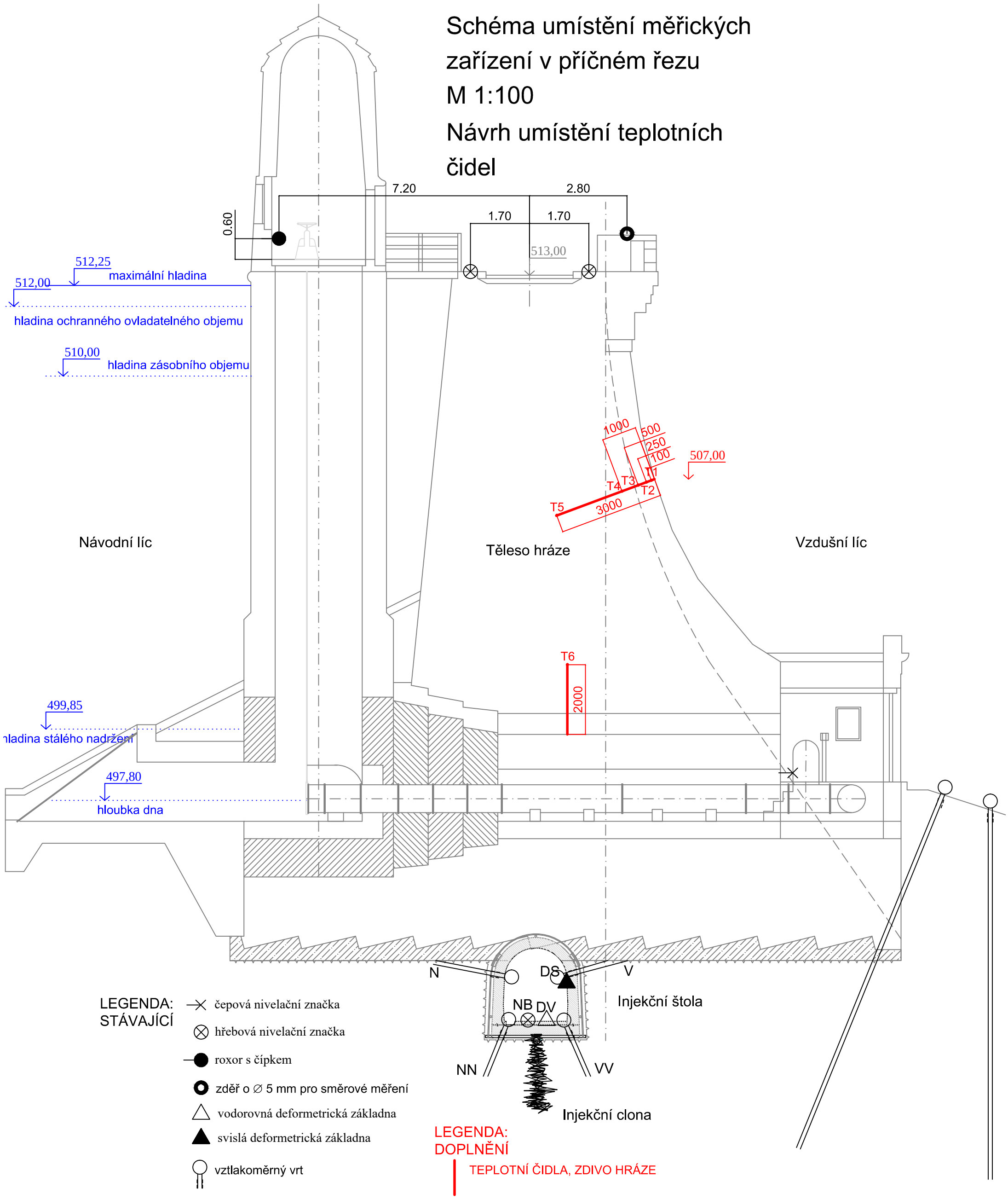
Navrh rozmístění nových bodu směrového měření (vodorovné posuny)
M 1:1500



LEGENDA:
- Pozorovací pilíř pro směrové měření
- Odrazný terč
- Roxor s čípkem

Schéma umístění měřických zařízení v příčném řezu
M 1:100

Návrh umístění teplotních čidel



VODNÍ DÍLA - TBD

VD PASTVINY

Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu

V Praze, říjen 2012

Výtisk č.

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 401	Ing. David Richtr
Vedoucí projektu	Ing. David Richtr
Vypracoval	Ing. David Richtr
Spolupráce	Ing. Ondřej Půbal

VD PASTVINY

NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD A ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU

Objednatel	Povodí Labe, státní podnik
Číslo projektu	P1721/12
Vypracováno	V Praze, říjen 2012
Archivní číslo	2012/213

OBSAH

1 ÚVOD 2
2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD 3
3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ 6
3.1 Měrná místa průsaků 6
3.2 Vztlakoměrné sondy 6
3.3 Hrázová kyvadla 7
3.4 Zařízení pro měření vodorovných posunů koruny hráze 8
3.5 Zařízení pro měření svislých posunů hráze a VE 9
3.6 Zařízení pro měření relativních pohybů na trhlinách ve zdivu hráze 9
4 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU MĚŘENÍ TBD 10
4.1 Doplnění vztlakoměrných vrtů 10
4.2 Měření teploty zdiva 10
4.3 Měření deformací 11
5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD 12
5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů 12
5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry 13
5.1.2 Tlakové poměry 13
5.1.3 Teplota zdiva 14
5.1.4 Náklony tělesa hráze 16
5.1.5 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu 16
5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém 17
5.3 Návrh systému a výběr dodavatele 18
6 ZÁVĚR 19
7 SEZNAM PŘÍLOH 20

1 ÚVOD

Návrh rozšíření systému měření TBD a zavedení automatického monitoringu na VD Pastviny byl vypracován na základě smlouvy o dílo evidované u zhotovitele pod č. A 1145/12 a u objednatele pod č. D911120031 a mezi společností VODNÍ DÍLA – TBD a.s. a státním podnikem Povodí Labe. Tento návrh vychází ze zkušeností z dlouholetého sledování a hodnocení díla v rámci technickobezpečnostního dohledu (dále také TBD) a navazuje na předchozí doporučení hodnotících etapových zpráv TBD.

Cílem návrhu je:

- provést inventarizaci kontrolních zařízení pro měření TBD včetně zhodnocení jejich funkčnosti a technického stavu,
- navrhnout rozšíření systému TBD, nová měřící zařízení nebo úpravy stávajících,
- vybrat kontinuálně sledované jevy,
- stanovit požadavky na měřící zařízení (čidla) a popis vyplývajících stavebních úprav,
- stanovit požadavky na monitorovací systém.

Účelem návrhu rozšíření systému TBD na VD Pastviny je zvýšení kvality této odborné činnosti na vodním díle. Tato činnost je z praktických důvodů spojena i se zavedením kontinuálního sledování vybraných veličin vybraných veličin TBD, tak aby dílo bylo v tomto pohledu modernizováno komplexně a systematicky.

Účelem návrhu monitoringu je specifikovat jeho rozsah, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Základním bodem je stanovení nejdůležitějších sledovaných veličin z hlediska bezpečnosti vodního díla. V dalších bodech jsou pak stanoveny požadavky na monitorovací systém a návrh systému, jako podklad pro výběr dodavatele.

Vybudováním monitorovacího systému s automatickým sledováním vybraných jevů TBD se sleduje hlavně zkvalitnění výkonu TBD:

- předsunutým testováním hodnot měřených veličin přímo na díle bez zásadního ovlivnění lidským činitelem,
- včasným rozpoznáním nástupu a vývoje případných nestandartních situací v „chování“ díla,
- zdokonalením výkonu TBD obsluhou díla,
- sjednocením datového formátu pro přenos výsledků měření k hlavním pracovníkům TBD (HP TBD).

Na základě současného stavu měření a pozorování TBD (organizace TBD, přehled sledovaných jevů a popis příslušných měřených veličin včetně četností měření) a koncepčních zásad pro zavádění automatického monitoringu TBD na VD je navržen cílový soubor veličin, vhodných pro kontinuální sledování vybraných jevů na VD Pastviny.

Předmět zájmu tohoto návrhu je zúžen na problematiku zajištění a výkonu odborného TBD na díle. Součástí návrhu není řešení dalších souvisejících odborných a administrativních agend (např. plánování prohlídek a revizí, evidence písemností, dokladů a odborné dokumentace, evidence závad …atd.).

Použité podklady

1) Program TBD pro provoz trvalý VD Pastviny - platný od 1.7. 2008.
2) 4. souhrnná etapová zpráva o TBD za období od 1.7.2002 do 30.4.2012, a.č. 2012/063, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., květen 2012.
3) 24. etapová zpráva o TBD za období od 1.4.2008 do 30.4.2010, a.č. 2010/069, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., květen 2010.
4) Manipulační řád vodního díla Pastviny I, Povodí Labe, s.p., květen 2009.
5) VD Pastviny, Stanovení mezní bezpečné hladiny vody v nádrži, Archivní číslo: 2007/320, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., prosinec 2007.
6) VD Pastviny, Posudek bezpečnosti vodního díla při povodních, Archivní číslo: 2010/055, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., červen 2010.
7) Výsledky měření vybraných provozních veličin a veličin TBD a výsledky periodických měření, prohlídek a obchůzek, prováděných obsluhou díla podle PTBD.
8) Výsledky prohlídek prováděných HP TBD a specialisty a.s. VODNÍ DÍLA – TBD v rámci výkonu TBD.
9) Archivní dokumentace přehrady Pastviny (dochovaná část)

2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD

Správce vodního díla - Povodí Labe, s.p. zajišťuje provádění TBD prostřednictvím pověřené odborné organizace VODNÍ DÍLA - TBD a.s. Na výkonu pravidelných pozorování a měření se podílejí obě zúčastněné organizace v rozsahu stanoveném Programem TBD. Program TBD pro provoz trvalý - platný od 1.7. 2008 byl zpracován podle příslušných ustanovení zákona č.254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a vyhlášky č.471/2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly.

TBD je realizován soubory pozorování a měření prováděnými pracovníky správce a pověřené organizace. Jejich výčet, účel, systém měření a hodnocení výsledků jsou obsahem kapitoly 3.

V rámci běžného provozu a výkonu TBD jsou obsluhou díla sledovány hydrologické, meteorologické a provozní poměry. Dále průsakové a vztlakové poměry a deformace hráze (náklony hrázových kyvadel, původní záměrná přímka).

Další specializovaná měření deformací provádí geodetická skupina Povodí Labe, s.p. a pracovníci pověřené organizace (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.).

Pro potřeby TBD jsou využívány i údaje z motitorovacího systému vodohospodářského dispečinku (VDH PL).

V současné době jsou na vodním díle Pastviny v rámci monitorovacího systému VHD PL nebo obsluhou pravidelně měřeny následující **vodohospodářská měření a pozorování**, potřebná pro řízení a kontrolu provozu díla.

Za normálního provozu sleduje a zaznamenává:

- kótu hladiny vody v nádrži,
- kótu hladiny vody ve vyrovnávací nádrži VD Pastviny II (Nekoř),
- přítok do nádrže,
- odtok z nádrže,
- teplotu vzduchu,
- max. - min. denní teplotu vzduchu,
- teplotu vody v nádrži,
- denní úhrn srážek VD (srážkoměrná stanice u domku hrázného),
- denní úhrn srážek okolí (srážkoměrné stanice Orlické záhoří, Hanička a Zakletý vrch),
- počasí,
- průhlednost.

V zimním období dále sleduje:

- výšku sněhové pokrývky a vodní hodnoty sněhu,
- tloušťku ledu na hladině nádrže.

Za zvýšených průtoků a za povodní, případně i v jiných mimořádných situacích sleduje vše dle výše uvedeného a dále zaznamenává:

- údaje kapacitě a době převádění průtoků spodními výpustmi případně i přelivy,
- mimořádná zjištění.

Měření prováděná obsluhou jsou realizována denně v 7,00 hod. Automaticky sledované veličiny jsou zaznamenávány v intervalech nastavených z VHD PL.

Všechna měřící zařízení, pomůcky a přístroje pro měření povětrnostních a provozních poměrů jsou funkční. Vodní dílo Pastviny je vybaveno systémem k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na přehradě Pastviny a v jejím blízkém okolí a k řízení a monitorování technologie. Pro obsluhu vodního díla byl vytvořen vizualizační systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Tento systém zajišťuje sběr a prezentaci všech aktuálních okamžitých dat z měřících stanic a provádí jejich archivaci v definovaných intervalech. Takto je zajištěn sběr a prezentace dat z limnigrafických stanic Orlické záhoří a Klášterec nad Orlicí, dále je sledována hladina vody v nádrži a limnigraf v Nekoři.

Všechna tato data jsou na vyžádání VHD PL přenášena do srážko-odtokového modelu HYDROG určeného pro operativní řízení vodního díla. Celý systém tak zajišťuje předpověď možného očekávaného vývoje hydrologické situace a dává doporučení k řízení vodního díla.

Většina údajů z monitorovacího systému provozních veličin VHD PL je využívána i pro potřeby TBD. Údaje jsou uváděny do pravidelných hlášení TBD.

Významnou součástí měření TBD je i měření **vztlakových a průsakových poměrů**. S denní četností jsou obsluhou díla měřeny základní průsaky v dolní a horní revizní chodbě. S četností 3x týdně jsou měřeny tlaky na základové spáře a v oblasti poruchového pásma.

Od března 2011 bylo zavedeno na všech drénech v dolní i horní revizní chodbě měření výtokového množství. Toto měření bylo možné zavést až po osazení vyústění všech drénů v revizních chodbách zátkami a sifony omezující zarůstání drénů. Úprava drénů byla provedena tak, že umožňuje zároveň i měření výtokového množství. Četnost měření byla v prvním zkušebním roce 1 x za 14 dní a dále pak 1x za měsíc.

Dále jsou obsluhou díla s četností 1x týdně měřeny **náklony hrázových kyvadel** v profilech +24 a -18 a s četností 1x týdně **deformace na koruně hráze**. S četností 2x ročně jsou při prohlídkách hlavním pracovníkem pověřené organizace měřeny **relativní deformace na trhlinách**.

S četností 2x ročně za období dvou let jsou měřeny **vodorovné deformace** kontrolních bodů na koruně hráze metodou deviačních úhlů a **svislé deformace** hlavních stavebních konstrukcí hráze a vodní elektrárny metodou velmi přesné nivelace (VPN). Toto měření provádí **geodetická skupina** Povodí Labe, s.p.

Dalším prvkem TBD jsou pravidelné prohlídky konané obsluhou díla s denní četností. Výsledky z těchto prohlídek jsou ve formě hlášení zasílány oběma hlavním pracovníkům TBD k rozboru a posouzení.

Náležitá pozornost je věnována i stavu technologických zařízení na VD a jejich bezpečnému provozu. V rámci TBD jsou zajištěny pravidelné kontroly, které jsou rozděleny na 4 stupně významu. I. stupeň - funkční zkouška provádí obsluha díla (hrázný) při pravidelných obchůzkách díla; II. stupeň – provozní zkouška prováděná strojním odborníkem závodu Hradec Králové 1x ročně; III. stupeň – provozní prohlídka technologických zařízení za účasti strojního odborníka správce VD Povodí Labe, s.p. s četností 1x za 2 roky; IV. stupeň – komplexní prohlídka technologických zařízení za účasti strojních techniků správce díla Povodí Labe s.p. a pověřené organizace VD-TBD a.s. s nepravidelnou četností (přibližně 1x za 4 až 6 let), minimálně však 1x za 10 let. Tyto jsou případně podle nutnosti doplňovány prohlídkami mimořádnými. Tento systém byl zaveden podle Organizační směrnice generálního ředitele s.p. Povodí Labe (OS 02/1999), s platností od 1.3. 1999. Zápis z provozních, komplexních a mimořádných prohlídek technologických zařízení je zasílán oběma HP TBD.

Nedílnou součástí TBD jsou pravidelné prohlídky díla (technickobezpečnostní prohlídky - TBP) svolávané dle § 62 zákona č. 254/2001 Sb. HP TBD správce.

3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ

V říjnu 2012 jsme provedli vlastní inventarizaci kontrolních zařízení pro měření v prostorech hráze a v okolí přehrady. Průběžná inventarizace a ověření funkčnosti jednotlivých zařízení byla realizována v rámci TBD již v průběhu minulých let.

3.1 Měrná místa průsaků

Průsaky vody do vnitřních prostor hráze jsou měřeny na jednotlivých měrných místech. Měrný profil pro měření celkového průsaku vody hrází (označení jako „průsaky celkem“) je na zaústění přístupové a dolní revizní chodby. Průsaky z horní chodby (označení „průsaky horní“) jsou měřeny na svodu umístěném v dolní chodbě. Hodnota průsakového množství je v obou případech zjišťována přímým objemovým měřením.

Zařízení pro měření celkových průsaků jsou pro ruční objemová měření funkční a ve vyhovujícím stavu.

V březnu 2011 bylo dokončeno osazení **vyústění** všech **drénů** v revizních chodbách zátkami a sifony omezující zarůstání drénů. Tato úprava drénů umožňuje zároveň i měření výtokového množství. Toto měření bylo zavedeno na všech drénech v dolní i horní revizní chodbě. Četnost měření byla v prvním zkušebním roce 1 x za 14 dní a dále pak 1x za měsíc. Toto zařízení je také funkční a nevyžaduje žádné úpravy.

Vyústění drénu v revizní chodbě

3.2 Vztlakoměrné sondy

Na vodním díle je již od výstavby měřen tlak vody v oblasti sanované poruchy v podloží (vztlakoměrné sondy **a, b, c**) a v oblasti základové spáry hráze v jednom příčném profilu (vztlakoměrné sondy **d, e**). Vztlakoměrná sonda **f** u vzdušní paty hráze byla dlouhodobě nefunkční a byla zrušena.

Dále se sleduje výtok vody z šachty poruchové zóny. Toto měření je však mimořádné a je prováděno v nepravidelných intervalech. Šachta v oblasti poruchové zóny je situovaná u vzdušního líce hráze v oblasti spodních výpustí.

Současné vztlakoměrné zařízení je původní od dob výstavby. Nejedná se o vrty, ale o vztlakoměrné trubky vyvedené z oblasti měření vztlaku již při výstavbě. Současný stav tohoto zařízení odpovídá stáří, oblast jímání není možno kontrolovat a není ani znám způsob provedení jímání, nelze provádět výtokové zkoušky. Měřen je vztlak v oblasti geologické poruchy (3 sondy) a vztlak v jednom příčném profilu (2 sondy). Rozsah tohoto měření považujeme za nedostatečný. Navrhujeme proto zřízení nových vztlakoměrných vrtů pro získání systematické a ucelené informace o působení vztlaku na těleso hráze.

Původní vztlakoměrné sondy bude možné pro potřeby TBD využít. Pro zavedení automatického měření však bude nutná úprava jejich zhlaví.

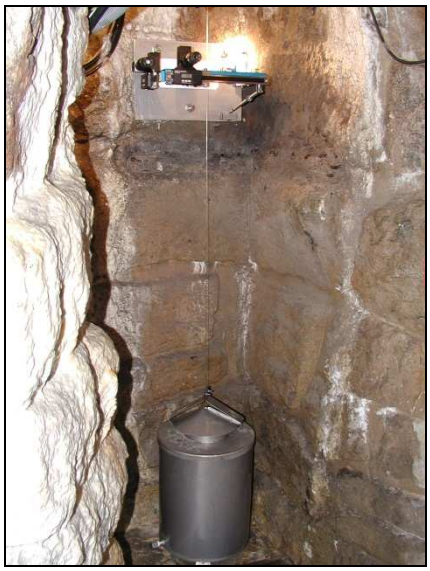
Vyustění vztlakoměrných sond ***a, b, c***

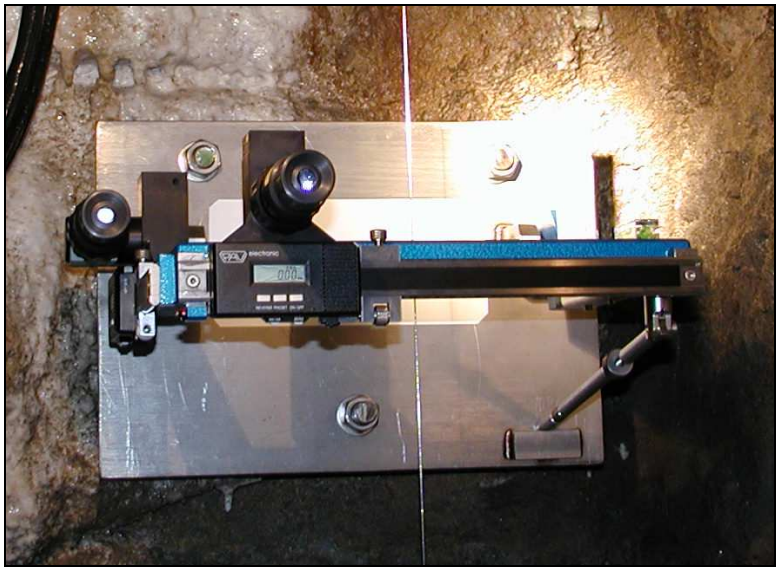
d, e *v dolní revizní chodbě*

3.3 Hrázová kyvadla

Na vodním díle Pastviny jsou náklony (respektive průhyby) tělesa hráze dlouhodobě sledovány (od výstavby) pomocí dvou hrázových kyvadel v profilech -18 v pravé části a +24 v levé části hráze. V pravé části v profilu -18 bylo instalováno kyvadlo typu Metra, v levé části v profilu +24 bylo instalováno kyvadlo typu Petzny-Losman.

V listopadu 2006 byla provedena zásadní modernizace zařízení pro měření náklonů. Ta spočívala v tom, že původní kyvadla Metra a Petzny-Losman byly nahrazeny zařízením f. HUGGENBERGER AG. Odečítací základny v dolní chodbě byly nahrazeny usazovacími základnami pro Koordioscop KK84D. Dále bylo zavedeno měření polohy závěsu i v horní revizní chodbě, pro bližší definování náklonu respektive průhybu hráze. V této úrovni se osadily další dvě usazovací základny. Odečet polohy drátu je prováděn pomocí optického přístroje Koordioscop KK84D. Komparace a ověřování přesnosti přístroje je prováděno na speciální invarové základně osazené v dolní revizní chodbě.





Hrázové kyvadlo Huggenberger *Nasazený Koordioscop KK 84D pro odečet polohy drátu*

3.4 Zařízení pro měření vodorovných posunů koruny hráze

Sledování deformací koruny hráze se provádí dvěma metodami.

První metodou určení vodorovných posunů kontrolních bodů je měření záměrnou soupravou Nušl – Frič. Toto měření bylo prováděno již od doby výstavby hráze. V současné době měření provádí s četností 1x týdně obsluha díla. Zaměřovány jsou dva kontrolní body na koruně hráze ze dvou pozorovacích stanovišť na březích. Toto měření je poměrně přesné a operativní. Nevýhodou je problematická údržba „historického“ měřícího přístroje, pro který již neexistuje autorizovaný servis.

Záměrná souprava Nušl – Frič, optické záměrné zařízení, cílové zařízení

Druhou metodou je měření metodou deviačních úhlů u kontrolních bodů na koruně hráze. Pro tuto geodetickou metodu měření je využívána totální stanice WILD TC 2002. Zaměřováno je

pět kontrolních bodů (směrových značek) na koruně hráze. Jako pevné body jsou využívány pozorovací pilíře na pravém a levém břehu. Měření provádí od roku 2004 geodetická skupina Povodí Labe, s.p. s četností 2x ročně za období dvou let. Tato metoda měření však byla zavedena od roku 1985. Dřívější etapy měření prováděla geodetická skupina firmy VODNÍ DÍLA – TBD a.s.

Zařízení pro měření vodorovných posunů koruny hráze považujeme za dostatečné. Jeho stav je vyhovující.

3.5 Zařízení pro měření svislých posunů hráze a VE

Svislé posuny hráze a VE jsou sledovány zaměřováním kontrolních bodů metodou velmi přesné nivelace (VPN). Měření je prováděno s minimální četností 1x za 2 roky. Měření prováděná měřickou skupinou VODNÍ DÍLA - TBD a.s. od roku 2004 převzala měřická skupina Povodí Labe, s.p.

Celkem je v dolní revizní chodbě umístěno 10 kontrolních bodů. Devět kontrolních bodů je rovnoměrně rozmístěno ve vlastní revizní chodbě. Kontrolní bod č.1 je v přístupové chodbě poblíže vstupu. Z vnější strany budovy VE jsou umístěny čtyři kontrolní body č. 11 – 14. Jako výchozí „pevné“ body jsou využívány body I. – IV. Rozmístění jednotlivých kontrolních bodů je uvedeno v Programu TBD.

Vybavení vodního díla pro sledování stability podloží a tím i celé hráze a budovy VE považujeme za dostatečné. Nevyhovující je však pro sledování zdiva hráze jako celku a to zejména pro sledování objemových změn. Navrhujeme proto zařízení doplnit o nivelační body na koruně hráze a přesnou hydrostatickou nivelaci v dolní revizní chodbě.

3.6 Zařízení pro měření relativních pohybů na trhlinách ve zdivu hráze

Relativní deformace na trhlinách jsou od roku 1997 měřeny na čtyřech deformetrických základnách sázecím deformetrem. Tři základny (označení A, B a C) jsou na vodorovné vlasové trhlině v hrázovém zdivu v záklenku horní revizní chodby na vzdušní straně. Čtvrtá měřická základna (označení D) je na trhlince na betonové zdi ve strojovně návodních uzávěrů.

Od roku 2011 je měřeno na dalších pěti deformetrických základnách. Dvě jsou na trhlině na návodní straně horní revizní chodby AN, CN, a tři na trhlinách pod strojovnou návodních uzávěrů E, F, G.

Měření relativních deformací na těchto trhlinkách je prováděno s četností 2x ročně při pravidelných prohlídkách pracovníky pověřené organizace (VODNÍ DÍLA - TBD a.s.). Měření se provádí deformetrem fy. Huggenberger D250 s přesností + 0,05 mm ve dvou směrech.

- dx ..... vzájemné posuny ("dýchání spár") rozevření a sevření
- dy, (dz) ..... vzájemné vodorovné (svislé) posuny trhlinou oddělených částí (u svislých základen rep. u základen se svislou trhlinou)

Zařízení pro měření relativních posunů považujeme za dostatečné. Jeho stav je vyhovující.

4 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU MĚŘENÍ TBD

Pro zkvalitnění výkonu TBD na VD Pastviny doporučujeme provést úpravy a doplnění stávajícího systému měření TBD.

4.1 Doplnění vztlakoměrných vrtů

Současné vztlakoměrné zařízení je původní od dob výstavby. Nejedná se o vrty, ale o vztlakoměrné trubky vyvedené z oblasti měření vztlaku již při výstavbě. Současný stav tohoto zařízení odpovídá stáří, oblast jímání není možno kontrolovat a není ani znám způsob provedení jímání, nelze provádět výtokové zkoušky. Měřen je vztlak v oblasti geologické poruchy (3 sondy) a vztlak v jednom příčném profilu (2 sondy). Rozsah tohoto měření považujeme za nedostatečný. Navrhujeme proto zřízení nových vztlakoměrných vrtů pro získání systematické a ucelené informace o působení vztlaku na těleso hráze.

Navrhujeme zřídit deset vztlakoměrných vrtů do oblasti základové spáry hráze a jejího podloží. Situování jednotlivých vrtů je dobře patrné z přílohy č. 1, kde jsou zakresleny v podélném řezu hrází a z příloh č. 2 – 8, kde jsou zakresleny v příčných řezech.

- v profilu dolní přístupové chodby je navržen vrt 1N, vedený směrem k návodnímu líci a vrt 1V u vzdušního líce,
- u vzdušního líce v profilu původních vztlakových trubek d, e je umístěn vrt 2V,
- v místě geologické poruchy je pak umístěno sedm vrtů, vrty 3N, 5N a 6N jsou vedeny z dolní revizní chodby k návodnímu líci a vrty 3V, 4V, 5V a 7V jsou vedeny k vzdušnímu líci.

Vztlakoměrné vrty by měly zasahovat až cca 3m do skalného podloží. V místě geologické poruchy budou zároveň procházet původním betonem vyplnění poruchy. Skutečná délka vrtů bude závislá na úrovni zastiženého podloží. Lze předpokládat vrty délky 10 – 25m.

Vrtné práce by byly zároveň pracemi průzkumnými. Předpokládáme jádrové vrtání a provedení vodních tlakových zkoušek (VTZ) v sestupném uspořádání. Jádrové vývrty by byly použity pro stanovení pevnostních a materiálových charakteristik zdiva.

4.2 Měření teploty zdiva

V současné době neexistuje žádné měření teploty zdiva. Měření teploty zdiva hráze považujeme pro potřeby TBD za účelné. Teplotní režim v různé míře ovlivňuje deformace hrázového tělesa, které sledujeme v rámci TBD pomocí měření náklonů hrázových kyvadel, nebo vodorovných a svislých posunů. Deformace hráze jsou přímo závislé na teplotě hrázového zdiva v různých úrovních od obou líců, které jsou od průběhu teplot vzduchu významně fázově posunuty. Doporučujeme proto v profilu dolní vstupní chodby zavést měření teplot hrázového zdiva.

Teplotní čidla by byla osazena do vrtů (viz příloha č. 2), realizovaných z horní a dolní revizní chodby do tělesa hráze.

- Jeden vrt bude proveden z horní revizní chodby směrem k vzdušnímu líci hráze. Sklon vrtu bude volen tak, aby při vyústění byl kolmý na vzdušní líc. Průměr vrtu bude min. 80 mm. Do vrtu budou umístěna 4 teplotní čidla do hloubek od vzdušního líce: 0,1 m, 0,25 m, 0,5m, 1,0 m (T1, T2, T3, T4). Alternativně lze vrt provést i ze vzdušního líce směrem k chodbě při využití horolezecké techniky.
- Druhý vrt bude proveden také z horní revizní chodby, ale směrem k návodnímu líci hráze. Délka vrtu bude 1m a průměr vrtu bude postačující min. 40 mm. Do vrtu bude umístěno jedno teplotní čidlo (T5) do hloubky 1,0 m od stěny chodby.
- Další dva vrty budou provedeny z dolní přístupové chodby. Jeden směrem k návodnímu líci hráze a druhý do středu hráze. Délka vrtů bude 1m a průměr vrtu bude postačující min. 40 mm. Do vrtů bude umístěno vždy jedno teplotní čidlo (T6 a T7) do hloubky 1,0 m od stěny a podlahy chodby.

Do vrtů budou vložena teplotní čidla ve výše navržených pozicích s vyústěním kabelů do revizních chodeb. Snímače budou zality vhodnou cementovou směsí.

Vrtání doporučujeme jádrové, tak aby mohly být jádrové vývrty použity pro posouzení kvality a pevnostních charakteristik zdiva hráze.

Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Ruční měření těchto veličin není efektivní. Určitou alternativou může být jedině využití datalogerů k uchování naměřených dat a jejich stahování ke zpracování s předem danou četností (např. 4x ročně).

4.3 Měření deformací

Pro měření deformací doporučujeme doplnit kontrolní body na koruně hráze a rozšířit měření svislých posunů i na tuto oblast. Dále doporučujeme zavedení přesného měření svislých posunů profilu v přístupové chodbě do dolní revizní chodby přesnou hydrostatickou nivelací.

Kontrolní nivelační body na koruně hráze

Na koruně hráze by bylo osazeno cca 8 kontrolních nivelačních bodů. Stabilizaci bodů doporučujeme provést na vzdušním líci pod korunou hráze, tak aby body nebyly ovlivněny deformacemi vozovky ani případnou rekonstrukcí koruny hráze.

Pro zajištění měření svislých posunů na koruně hráze metodou VPN bude nutné vybudovat i několik „pevných“ vztažných bodů (např. ve skalních výchozech v břehových zavázáních). Body na koruně hráze by byly zaměřovány v samostatném uzavřeném nivelačním pořadu.

Sledování relativních svislých posunů v přístupové chodbě

Pro sledování relativních svislých posunů doporučujeme v dolní přístupové chodbě a části dolní revizní chodby zavést měření pomocí hydrostatické nivelace. Pro toto měření je potřeba osadit 3 speciální výškové body v prostoru dolní přístupové chodby a části dolní revizní chodby, tak aby tvořily dva měrné profily. Jeden rovnoběžný s tokem a jedem kolmý na tok. Měrný profil budou tvořit pevné (stálé) základny s hadicemi se speciální směsí a uzávěry. Vlastní

měření hydrostatické nivelace by pak bylo prováděno k tomu určenou soupravou, kterou je prakticky velice přesná hadicová vodováha. Při určení svislých posunů kontrolních bodů je prakticky možné (podle použitého přístroje příslušného výrobce) dosáhnout přesnosti 0,01 mm. Tímto způsobem, by byla umožněna kontrola výškových deformací chodby hrázového tělesa.

Body hydrostatické nivelace je možno současně zaměřovat i při klasickém měření svislých posunů kontrolních bodů v dolní revizní chodbě metodou VPN. K tomuto bude nutné dovybavit měřickou skupinu o krátké invarové měřítko (lať).

Schéma umístění bodů hydrostatické nivelace je uvedeno na přílohách č. 1 a 2.

5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD

Koncepce zavádění automatického monitoringu vychází z obecných postupů a požadavků rozvoje TBD na vodních dílech a zahrnuje následující postup:

1) inventarizace systému zařízení pro kontrolní měření, jejich revize, opravy, redukce, případně doplnění, viz kapitoly 3 a 4.
2) výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení pořadí jejich důležitosti,
3) stanovení požadavků na monitorovací systém,
4) návrh systému a výběr dodavatele.

5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů

Výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení jejich důležitosti byl proveden podle typu a konstrukce vodního díla. Při výběru byly zhodnoceny dosavadní zkušenosti z výkonu TBD. Definitivní rozsah a doba realizace je závislá na finančních možnostech Povodí Labe, s.p. Dále uvedený rozsah považujeme za optimální, odpovídající významu vodního díla a potřebám TBD. Nevylučujeme však jeho eventuelní úpravy při případném zvyšování nároků na TBD v následujících letech ani úpravy k monitorování provozních veličin a skutečností významných pro provozovatele vodního díla.

sledovaný jev	jednotky	celkový počet	monitoring		
			varianta I	varianta II	varianta III
- tlak nebo úroveň vody ve vztlakoměrných vrtech a sondách	[kPa, m]	5 + 10	8	15	15
- celkové průsaky do hráze	[l/s]	2	0	0	0
- teploty zdiva	[°C]	7	7	7	7
- náklony hrázových kyvadel	[mm]	2 x 2	0	0	2 x 2
- reserva		5	5	5	5
celkem		33 + 5	15 + 5	27+ 5	31 + 5

Automatický monitoring TBD doporučujeme realizovat v rozsahu navrženém ve variantě II, kde je zohledněno i navržené rozšíření zařízení TBD o nové vztlakoměrný vrty. Tuto variantu považujeme za optimální. Variantu III považujeme za „cílovou“. Práce je možno etapizovat.

5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry

Vodní dílo Pastviny je vybaveno automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu VH provozu vodního díla.

Aplikace Pastviny, sloužící jednak k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na vodním díle a v jejím blízkém okolí, jednak k řízení a monitorování technologie VD Pastviny, byla pro obsluhu vodního díla vytvořena pomocí vizualizačního systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Vybrané údaje by bylo vhodné přenášet i do systému TBD, tak aby pro stejné veličiny nebylo nutno zřizovat v novém monitorovacím systému další čidla. Jednalo by se tedy o sdílení asi 10 naměřených hodnot.

5.1.2 Tlakové poměry

Na vodním díle je již od výstavby měřen tlak vody v oblasti sanované poruchy v podloží (vztlakoměrné sondy a, b, c) a v oblasti základové spáry hráze v jednom příčném profilu (vztlakoměrné sondy d, e).

Rozsah tohoto měření považujeme za nedostatečný. Navrhujeme proto zřídit deset vztlakoměrných vrtů do oblasti základové spáry hráze a jejího podloží pro získání systematické a ucelené informace o působení vztlaku na těleso hráze (viz kapitola 4.1.).

Automatický monitoring doporučujeme zavést na všech nových vrtech. Již při zřízení vrtů by bylo jejich zhlaví vystrojeno, tak aby byla umožněna instalace tlakových čidel.

Tlak vody v původních vztlakoměrných sondách bude vhodné také automaticky monitorovat. Pro zavedení automatického měření však bude nutná úprava jejich zhlaví.

sledované veličiny:	tlak ve vrtu, poloha hladiny ve vrtu
měřící zařízení, čidla:	5 - stávající vztakoměrné sondy, 10 - nové vztlakoměrné vrty, tlakový snímač, např. strunový, odporový
nároky na měřící zařízení:	**tlaková čidla na zhlaví vrtu** - rozsah měření hladiny do 500 kPa, - přesnost určení tlaku ± 1kPa, **tlaková čidla do vrtu** - automatická kompenzace teploty, - rozsah měření hladiny do 20 m (hloubky vrtů do 30 m), - přesnost určení hladiny ± 1cm
nároky na úpravu zhlaví vrtů a sond:	otevíratelnost zhlaví pro případnou kontrolu vystavení hladiny vody ve vrtu (měření rangovou píšťalou), trvalé osazení manometru pro kontrolu vystavení vztlakové úrovně u vztlakoměrného vrtu, odvzdušnění, ochrana zhlaví proti vnějšímu opotřebení a poškození.
minimální vzorkovací interval:	1 hod, archivace dat 1x denně v 7 hod, jinak jen změnový systém
počet sledovaných veličin:	5 - stávající vztakoměrné sondy, 10 - nové vztlakoměrné vrty,

Variantně lze uvažovat se zavedením omezeného počtu automaticky měřených vztlakoměrných vrtů a sond. Vybráno by mohlo být například 8 nejvýznamějších vrtů. Tato varianta by přicházela v úvahu při omezených finančních možnostech, nelze ji však doporučit jako „cílový“ stav.

5.1.3 Teplota zdiva

Teploty zdiva zatím nejsou na VD Pastviny měřeny. Doporučujeme zavést měření teplot hrázového zdiva v profilu dolní vstupní chodby.

Teplotní čidla by byla osazena do vrtů (viz příloha č. 2), realizovaných z horní a dolní revizní chodby do tělesa hráze.

V návrhu předpokládáme užití 7 snímačů, trvale umístěných ve vrtu ve zdivu hráze. Do vrtu budou vloženy v předepsaných vzdálenostech teplotní snímače s vhodným vyústěním kabelů. Po instalaci budou snímače ve vrtu zality vhodnou cementovou směsí.

Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Ruční měření těchto veličin není efektivní.

Pro eliminování případných důsledků při poškození snímačů doporučujeme všechny snímače osadit jako zdvojené. Jednalo by se tedy o 14 snímačů. Současně zapojených by však bylo jen sedm.

sledované veličiny:	teplota zdiva
měřící zařízení, čidla:	např. strunové, odporové PT100 nebo ekvivalentní s kabelem a chráničkou
nároky na měřící zařízení:	přesnost měření min ± 0,1°C, vyšší životnost a odolnost
minimální vzorkovací interval:	1 hod
počet sledovaných veličin:	7

Snímače teploty

V návrhu předpokládáme s využitím celkem 7 snímačů teploty (teplotních čidel) trvale instalovaných ve vrtech. Pro měření teploty vody, vzduchu i betonu existuje na trhu poměrně velký výběr typů čidel od nejrůznějších výrobců.

Základní roztřídění teplotních čidel:

aktivní – výstupy proudové, či napěťové
odporové – výstup odporový
frekvenční – dálkové odečítání, nutný pouze přívod zdroje energie
digitální – číslicový odečet
některé další specifické typy (s rychlou odezvou, sběrnicové aj.)

Nejvíce využívané jsou první tři druhy. Vzhledem ke konstrukci čidla jsou tato u některých typů ukládána do ochranných pouzder, které chrání vlastní čidlo. V pouzdře je čidlo uloženo v transportním médiu, nejčastěji na bázi oleje.

Při měření teploty betonu budou čidla umístěna do vrtů. Z ekonomického i provozního hlediska je výhodné vrtat nepříliš velké průměry. Z tohoto důvodu se jeví jako nejvhodnější snímače teploty s kabelovým vývodem. U tohoto typu čidel odpadá hlavice snímače, která má větší průměr než vlastní čidlo a zvyšuje průměr vrtu. V tomto případě jsou napájení i výstupní signál vedeny již pevně vloženým a zaizolovaným kabelem a je proto třeba zohlednit jeho délku při vkládaní do vrtu tak, aby další napojení bylo možno provést již mimo vlastní vrt. Izolace kabelu na výstupu z čidla musí splňovat nároky prostředí, ve kterém je čidlo umístěno. Čidla bez hlavic (sondy) se jeví jako výhodnější i z hlediska následného zabetonování vrtů.

Volba typu čidla z hlediska druhu výstupu nebude podle našeho názoru tak významná. Jak odporové, aktivní i strunové výstupy jsou běžně používány. Praktické zkušenosti dodavatelů systému jsou v tomto ohledu rozhodující. V případě odporových snímačů je potřeba minimálně třívodičové zapojení – kompenzuje vliv změny odporu vedení působením teploty.

Zásadním faktorem jsou vstupní parametry měřené veličiny. Měřené teploty budou dosahovat podle lokalizace každého čidla teplot rozmezí max. – 30°C až + 60°C, jednotlivá čidla asi není vhodné odlišovat z hlediska rozsahu velikosti naměřené teploty jednotlivých sledovaných médií, resp. prostředí.

Významným faktorem je i doba záruky. Někteří dodavatelé čidel nabízejí delší záruku na odporové teplotní snímače (v některých případech i 48 měsíců. Je potřeba tento stav ověřit, resp.

při zadání zakázky požadovat. Jelikož se jedná o čidla bez případné výměny či náhrady doporučujeme upřednostnit ty s vyšší zaručenou životností.

5.1.4 Náklony tělesa hráze

Tato veličina je bezesporu jednou z nejvýznamnějších sledovaných veličin sloužících pro operativní hodnocení stability a bezpečnosti hráze. Zavedení automatického monitoringu (snímání, měření) polohy závěsu hrázových kyvadel a tedy zvýšení četnosti měření umožní operativnější kontrolu deformací hráze.

Na vodním díle Pastviny jsou sledovány náklony hráze ručním měřením na dvou hrázových kyvadlech v profilech -18 a +24. Získávány jsou hodnoty náklonů ve dvou úrovních (horní a dolní chodba) a ve směrech dx – rovnoběžně s tokem a dy - kolmo na tok. Zařízení pro automatické měření by postačilo osadit do dolní chodby, konkrétně mezi odečítací základnu pro ruční měření a tlumící nádobu. Automaticky by byl měřen tedy celkový náklon hráze.

sledované veličiny:	poloha drátu
měřící zařízení, čidla:	TELELOT VDD2E f. Huggenberger AG nebo jiné zařízení specializovaných výrobců měřící techniky pro přehrady
nároky na měřící zařízení:	měřící rozsah min. 50 mm x 50 mm (dva směry X a Y) přesnost určení polohy min. ± 0,05 mm zabezpečení měřícího zařízení proti vlhkosti, ochrana proti předpětí
minimální vzorkovací interval:	1 hod
počet sledovaných veličin:	2 x 2

5.1.5 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu

V současné době nám nejsou známy další veličiny (mimo výše uvedené), které by bylo účelné automaticky monitorovat. Přesto se může v průběhu dalšího provozu VD aktuální potřeba změnit (rozšíření měření, zvýšení požadavků na měření, atp.). Monitorovací systém by měl být proto modulární a otevřený, měl by umožnit další rozšíření.

Výhledově je možno uvažovat např. i s automatickým měření relativních deformací na trhlině v horní chodbě.

5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém

Monitorovací systém by měl zajistit následující úlohy:

- modulárnost a otevřenost. Systém by měl být modulární, složený z jednotlivých telemetrických centrál (datakoncentrátorů), ke kterým jsou v příslušném počtu připojeny snímače (senzory) jednotlivých měrných míst s analogovým nebo digitálním signálem. Systém by měl být adaptabilní na údržbu systému (redukce a rozšiřování měrných míst) vlastními silami (vyškolený pracovník správce systému),
- adaptabilitu i na možnosti ručního vkládání ostatních vizuálně odečítaných výsledků měření a textových zpráv, výsledků obchůzek,
- měla by být umožněna editace, testování, oprava a prohlížení ručně měřených veličin a výsledků obchůzek,
- průběžné měření snímačů v časové smyčce určené použitými technickými prostředky, ukládání hodnot se však řídí zvoleným režimem vzorkování,
- průběžnou kontrolu funkce všech čidel, komunikačních cest a ostatních komponentů. Interval kontroly je determinován použitou technologií. Vzorkovací interval pro popis monitorovaného jevu navrhujeme od 60 min. výše. Kratší doba není vzhledem k charakteru sledovaných veličin nutná,
- spolehlivost řídící jednotky. Řídící jednotkou by měla být telemetrická centrála, která nebude využívána k jiným účelům (jako osobní počítač),
- požadavky na periferie: USB, nebo sloty na karty, CD ROM, tiskárna,
- úsporu objemu zaznamenávaných a přenášených dat. Vzhledem k charakteru monitorovaných procesů je účelné používat pro záznam dat změnový systém. Ten znamená, že pokud se měřená veličina pohybuje v zadaném rozpětí OD – DO, tak se bez ohledu na čas žádná hodnota neukládá a platí poslední zaznamenaná hodnota včetně časové identifikace. Při překročení předem nastaveného pásu systém přejde na vzorkování v nastaveném čase, např. 15 min (ukládá čas a hodnotu). Po návratu hodnoty veličiny do nastaveného rozpětí zaznamená čas a tuto hodnotu a čeká na další stav překročení platného rozpětí. Tento obecně výhodný způsob však vyžaduje podpůrné programové vybavení, které umí ze změnových hodnot vygenerovat časovou řadu ve zvoleném ekvidistantním kroku,

  Poznámka: tento bod lze brát jako doporučení, aplikace změnového systému pro záznam dat závisí především na dostupnosti potřebného software. Při aplikaci změnového systému by bylo možno použít kratší vzorkovací interval (např. 15 min místo 60 min).
- existují i další systémy pro úsporu dat využívající softwarové selekce „nezajímavých dat“.
- i když bude pro záznam dat použit změnový systém, měl by být nastaven i „pevný“ záznam dat vždy 1x denně (např. v 7 hod.) bez ohledu na naměřené hodnoty a jejich změny.

- průběžné testování snímaných dat na pevné případně dynamické meze. Při jejich dosažení bude v prvé řadě alarmem vyrozuměna obsluha díla. Mezní hodnoty se budou skládat max. ze 3 hodnot (mez bdělosti, mezní hodnota, konstanta - funkce pro dynamické meze),
- přenos naměřených hodnot k hodnotiteli, tj. oběma hlavním pracovníkům TBD. Vzhledem k průběžnému testování výsledků měření v monitorovacím systému se předpokládá dávkový přenos dat v intervalu až dvou týdnů. V případě mimořádné situace je nutné umožnit operativní přenos dat. Organizace pověřená výkonem TBD (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.) je v současné době zavedena na přenos dat pomocí veřejné telefonní sítě prostřednictvím technologie Internetu,
- systém ověřování, kontroly a doplňování chybějících hodnot měření, které mohou vzniknout výpadkem el. energie, závadou na přenosu nebo čidla,
- automatická evidence alarmů a výpadků systému,
- zpracování dat, umožnění výběru veličiny (skupin veličin) ve zvoleném časovém období, tabulka, graf,
- možnost zavedení „ručního“ měření při poruše systému a zpětné začlenění výsledků měření do již vytvořených dat ,
- systém musí být funkční i při mimořádných událostech (výpadek el. energie 48 hodin), napojení na záložní zdroje. výpadek internetu – nepřebírat žádná data z databáze VHD v HK atp. – to bude zadání pro případný projekt

Dále je třeba schematicky připomenout princip monitoringu

⇒ data z automatického přenosu

⇒ data ručně vkládaná

⇓

měřená veličina ⇒ přepočet ⇒ veličina TBD

Pro jednotlivé přepočty je třeba definovat matriční údaje jednotlivých veličin měření. Tyto údaje jsou v archivu VD - TBD a.s. a jsou v případě realizace monitoringu k dispozici.

5.3 Návrh systému a výběr dodavatele

Pro návrh systému a výběr dodavatele je třeba posuzovat tato kritéria: splnění výše uvedených požadavků na monitorovací systém, cena a doba dodávky, záruky, provozní náklady, požadované technické prostředky, spolehlivost, operativní servis, …

Zajištěna by měla být i návaznost na stávající měření pro zajištění homogenity časových řad (zejména při stavebních úpravách měrných míst).

Pro zpracování projektu a následnou realizaci lze doporučit kvalitní zasíťování, propojení hráze s domkem obsluhy pomocí optických kabelů (redundantní trasa), propojení všech objektů, budoucí možné rozšiřování systému (kamery, provozní veličiny VHD, řídící systémy atp.).

6 ZÁVĚR

Vzhledem k významu vodního díla Pastviny (dílo II. kategorie z hlediska TBD) a konstrukčnímu typu hráze považujeme další zkvalitnění výkonu TBD rozšířením systému měření TBD a zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD za žádoucí. V předkládaném dokumentu jsme specifikovali potřeby rozšíření systému TBD o nová zařízení a rozsah zavádění kontinuálního sledování, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Zavedení automatického monitoringu představuje prakticky kontinuální měření jen stanoveného počtu vybraných veličin TBD. Kontinuálně měřené veličiny bude dále doplňovat soubor hodnot měřených a odečítaných manuálně.

Stávající systém měření a sledování TBD doporučujeme rozšířit o následující zařízení:

- deset nových vztlakoměrných vrtů,
- sedm teplotních čidel ve vrtech pro sledování teplotních změn tělesa hráze,
- kontrolní nivelační body na koruně hráze (cca 8 ks) a zajišťovací pevné body (cca 3 ks) v okolí.

Do automatického monitorovacího systému TBD doporučujeme zavádět:

- 10 + 5 tlakové snímače pro vztlakoměrné vrty a původní vztlakoměrné sondy,
- 7 teplotních čidel pro sledování teplotních změn tělesa hráze,
- 2 x náklony hrázových kyvadel,
- přejímat pracovní a meteorologické veličiny ze systému VHD PL.

Uvedený materiál může být využit jako jeden z podkladů pro rozhodnutí správce díla Povodí Labe, s.p. ohledně vybudování monitorovacího systému veličin TBD. Předložený návrh se dále předpokládá využít pro vypracování zadání a soutěžních podmínek na zhotovení projektu a dodávku technických a programových prostředků monitorovacího systému pro vodní dílo Pařížov. Použit bude také pro projekční řešení a dodávku nových kontrolních zařízení a úpravu stávajících. Při přípravě případné realizace akcí jsme připraveni dále spolupracovat. Podrobné matriční údaje, identifikační kódy veličin, požadavky na přesnost, definiční obory hodnot, změnové meze, meze bdělosti, mezní hodnoty a další potřebné údaje pro vytvoření softwarové aplikace jsme připraveni zpracovat v přehledné tabulce.

Celkové náklady na rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu vybraných veličin v doporučované variantě II odhadujeme na 3 500 – 4 000 tis. Kč bez DPH. Celkové náklady je nutno považovat za velice orientační, vycházejí z obdobných akcí na jiných vodních dílech. Pro bližší specifikaci nákladů je nutno upřesnit jednotlivé položky v rámci projekčního řešení.

Práce je účelné etapizovat. Navrhujeme následující postup:

1 etapa – doplnění zařízení TBD a úprava stávajícího (vztlakoměrné vrty, nivelační body, hydrostatická nivelace).

2 etapa – doplnění o teplotní čidla, automatický monitoring podle varianty II.

3 etapa – doplnění automatického monitoringu o automatický odečet náklonů kyvadel podle varianty III.

Praha, říjen 2012

Zpracoval: Ing. David Richtr
HP TBD
vedoucí útvaru 401

Schválil: Ing. Miloš Sedláček
ředitel

Rozdělovník
1 - 4 Povodí Labe, státní podnik

5 – 6 VODNÍ DÍLA - TBD a.s.

7 SEZNAM PŘÍLOH

1. Podélný řez hrází - Schéma rozmístění zařízení TBD
2. Příčný řez hrází, profil -20,0 - Schéma rozmístění zařízení TBD
3. Příčný řez hrází, profil +0,0 - Schéma rozmístění zařízení TBD
4. Příčný řez hrází, profil +7,5 - Schéma rozmístění zařízení TBD
5. Příčný řez hrází, profil +12,5 - Schéma rozmístění zařízení TBD
6. Příčný řez hrází, profil +15,0 - Schéma rozmístění zařízení TBD
7. Příčný řez hrází, profil +20,0 - Schéma rozmístění zařízení TBD
8. Příčný řez hrází, profil +22,5; - Schéma rozmístění zařízení TBD

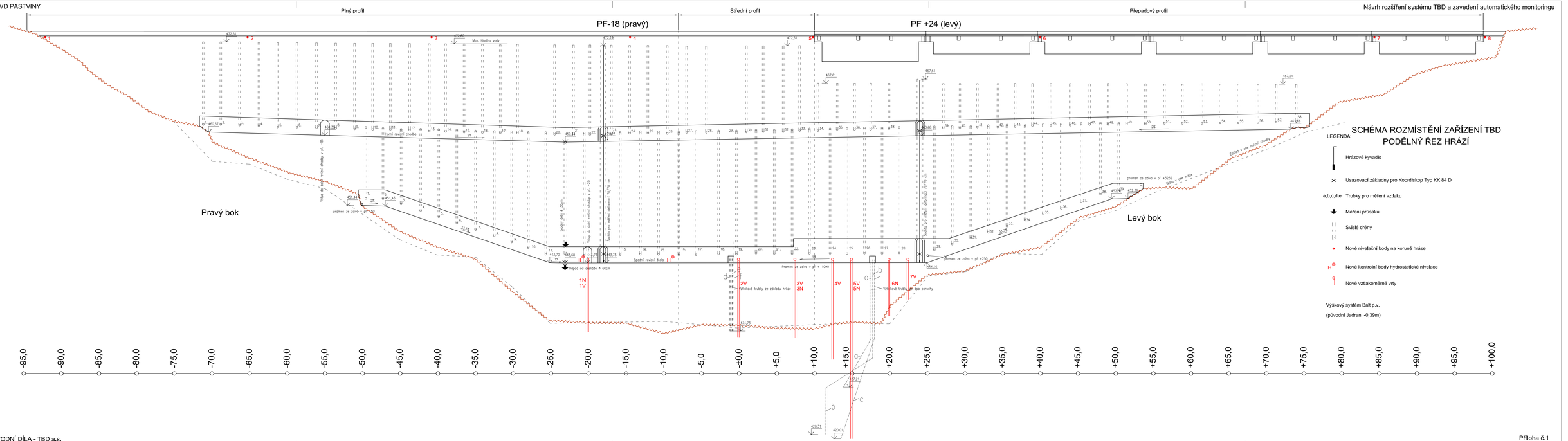


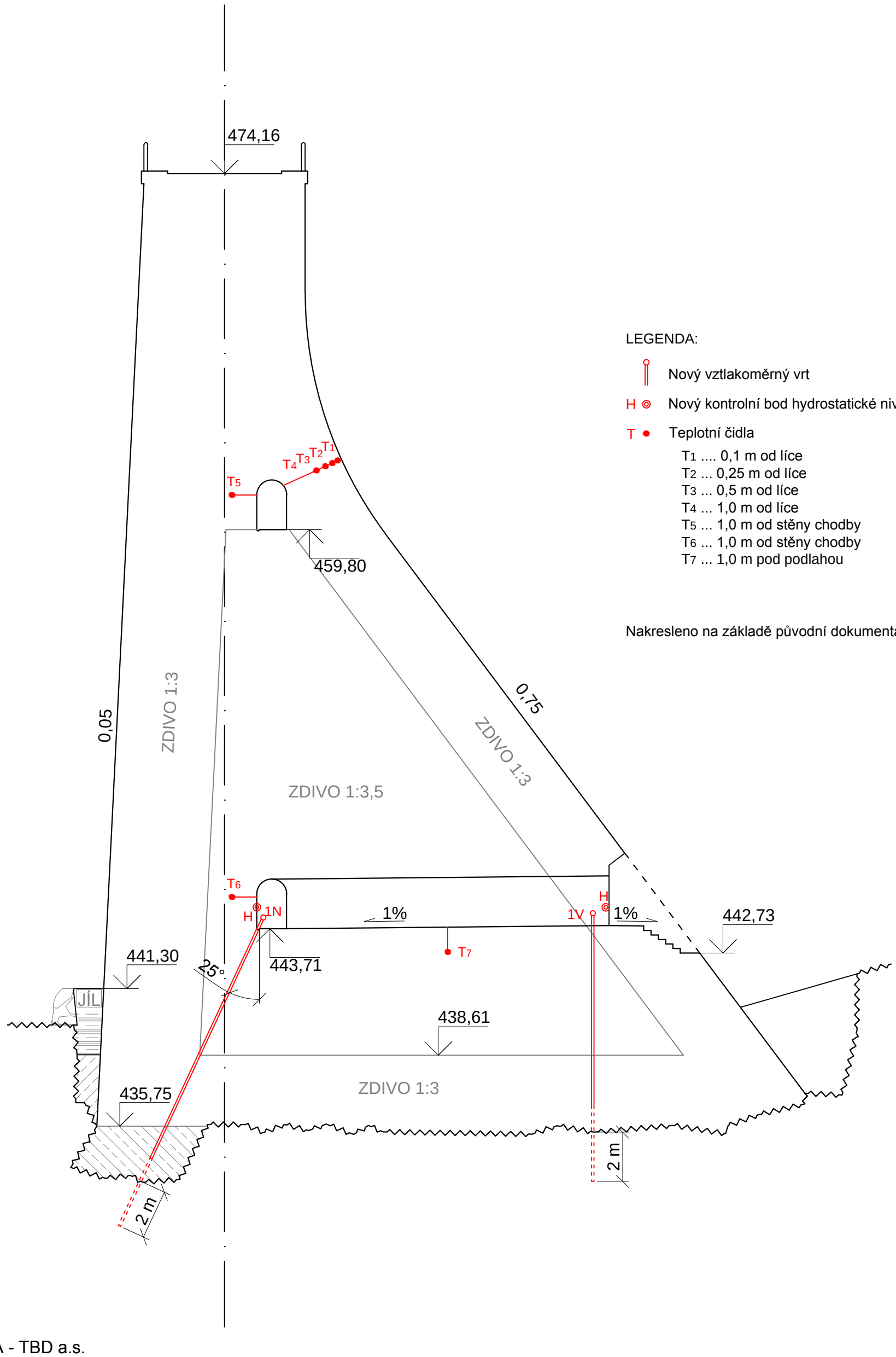
SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ TBD
PODÉLNÝ ŘEZ HRÁZÍ

LEGENDA:

- Hrázové kyvadlo
- Usazovací základny pro Koordiskop Typ KK 84 D
- a,b,c,d,e Trubky pro měření vztlaku
- Měření průsaku
- Svislé drény
- Nové nivelační body na koruně hráze
- Nové kontrolní body hydrostatické nivelace
- Nové vztlakoměrné vrty

Výškový systém Balt p.v.
(původní Jadran -0,39m)

PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, PROFIL -20,0
SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ TBD



LEGENDA:

Nový vztlakoměrný vrt

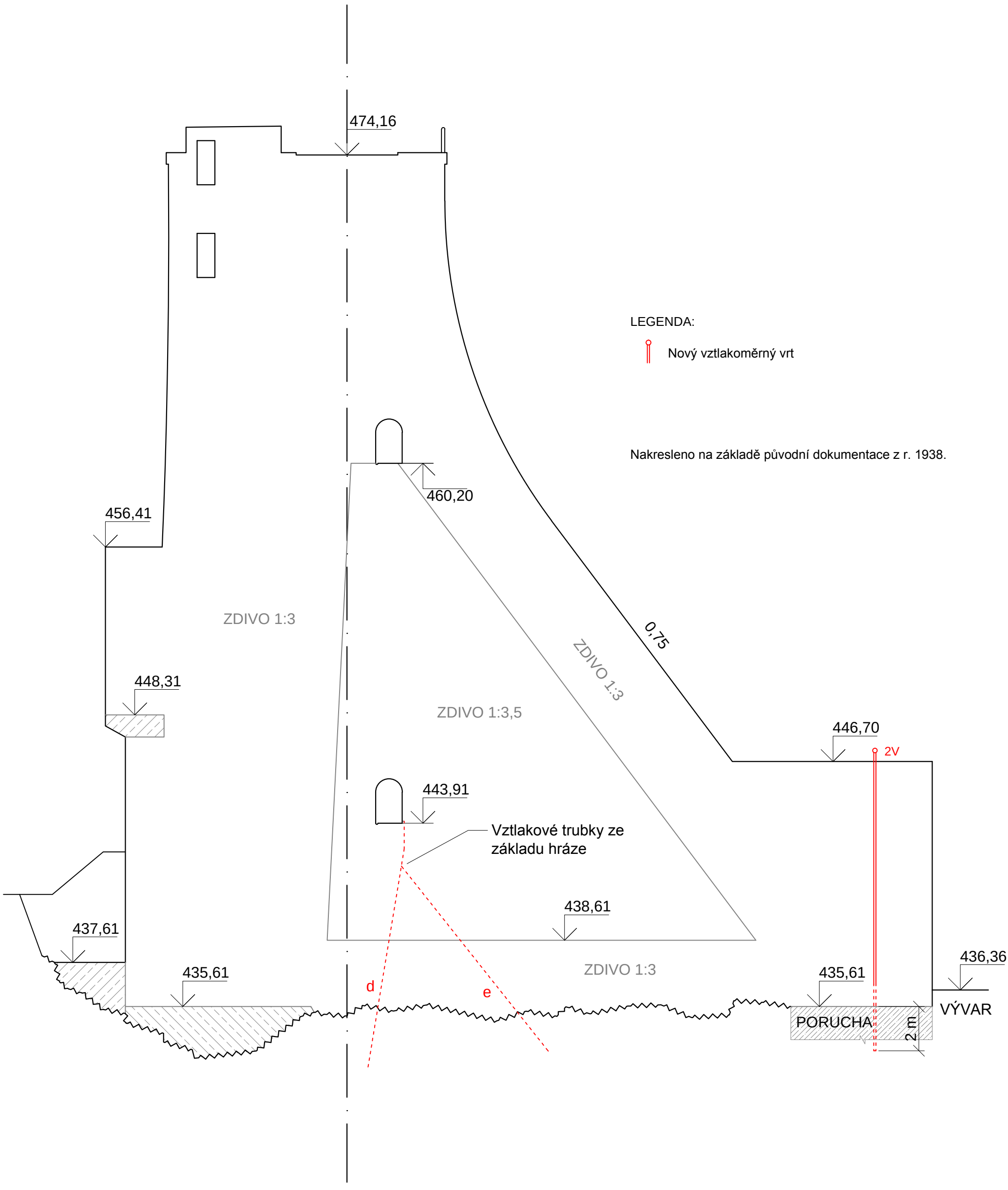
H Nový kontrolní bod hydrostatické nivelace

T Teplotní čidla

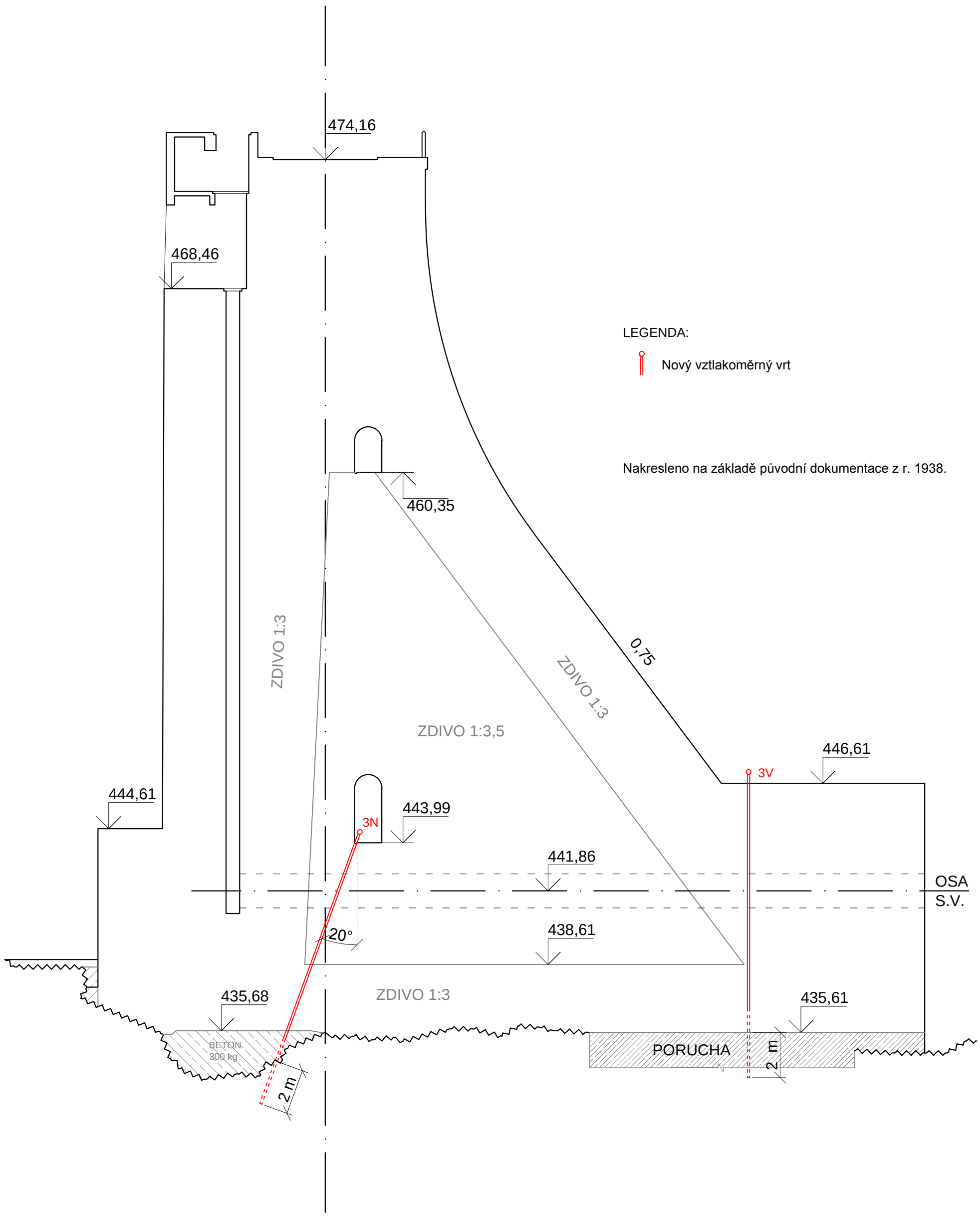
- T_1 .... 0,1 m od líce
- T_2 ... 0,25 m od líce
- T_3 ... 0,5 m od líce
- T_4 ... 1,0 m od líce
- T_5 ... 1,0 m od stěny chodby
- T_6 ... 1,0 m od stěny chodby
- T_7 ... 1,0 m pod podlahou

Nakresleno na základě původní dokumentace z r. 1938.

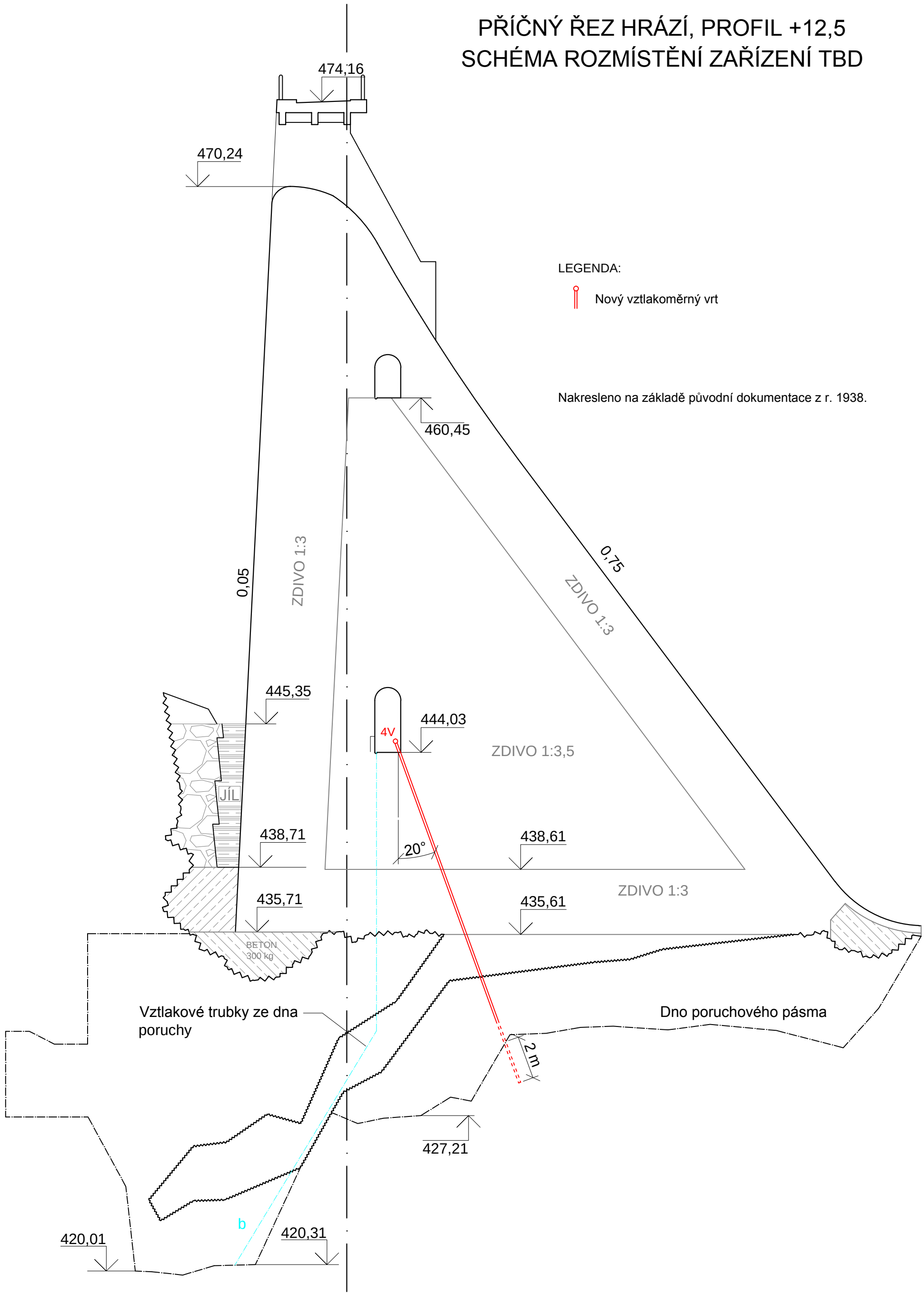
PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, PROFIL ±0,0
SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ TBD



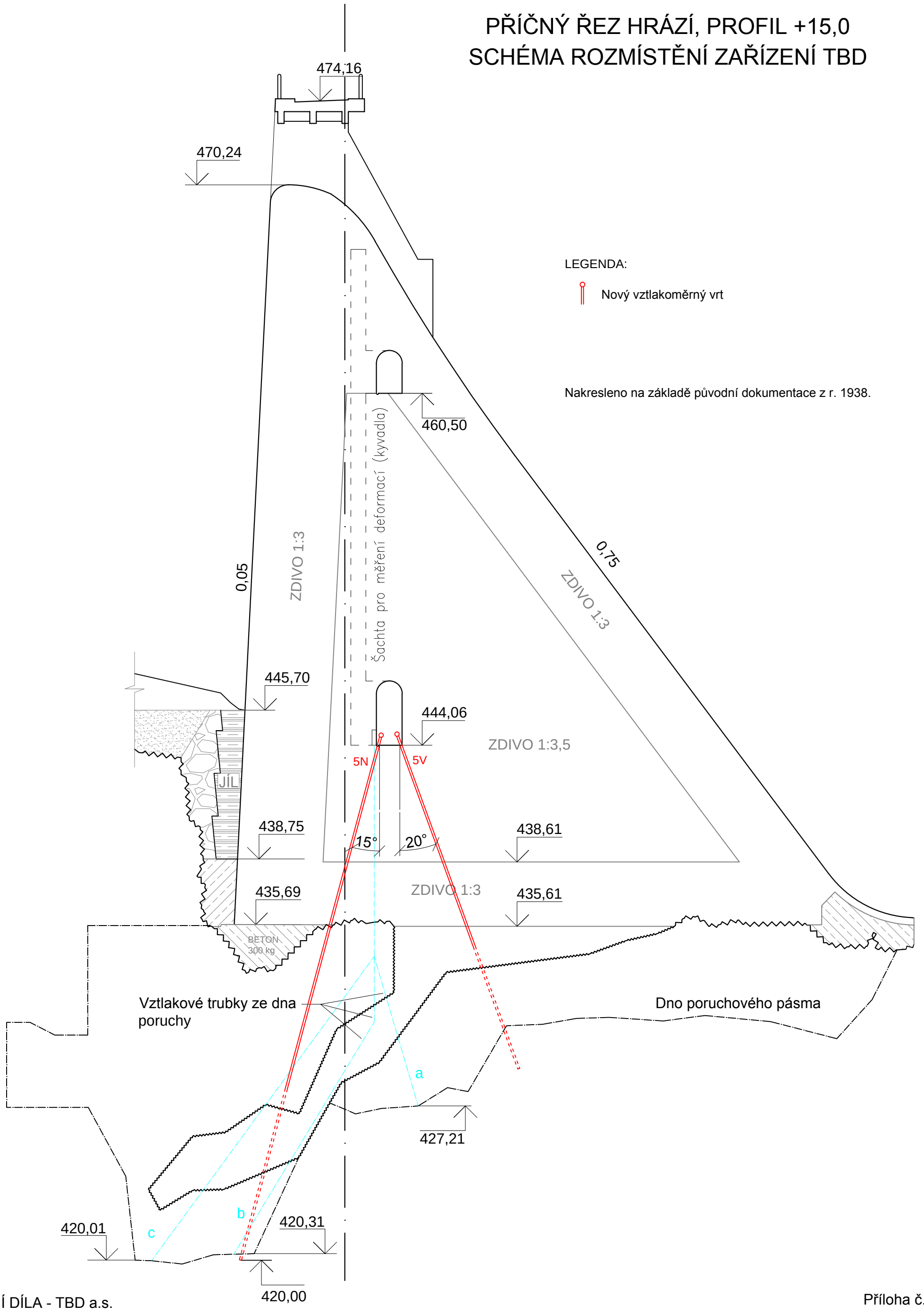
PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, PROFIL +7,5
SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ TBD



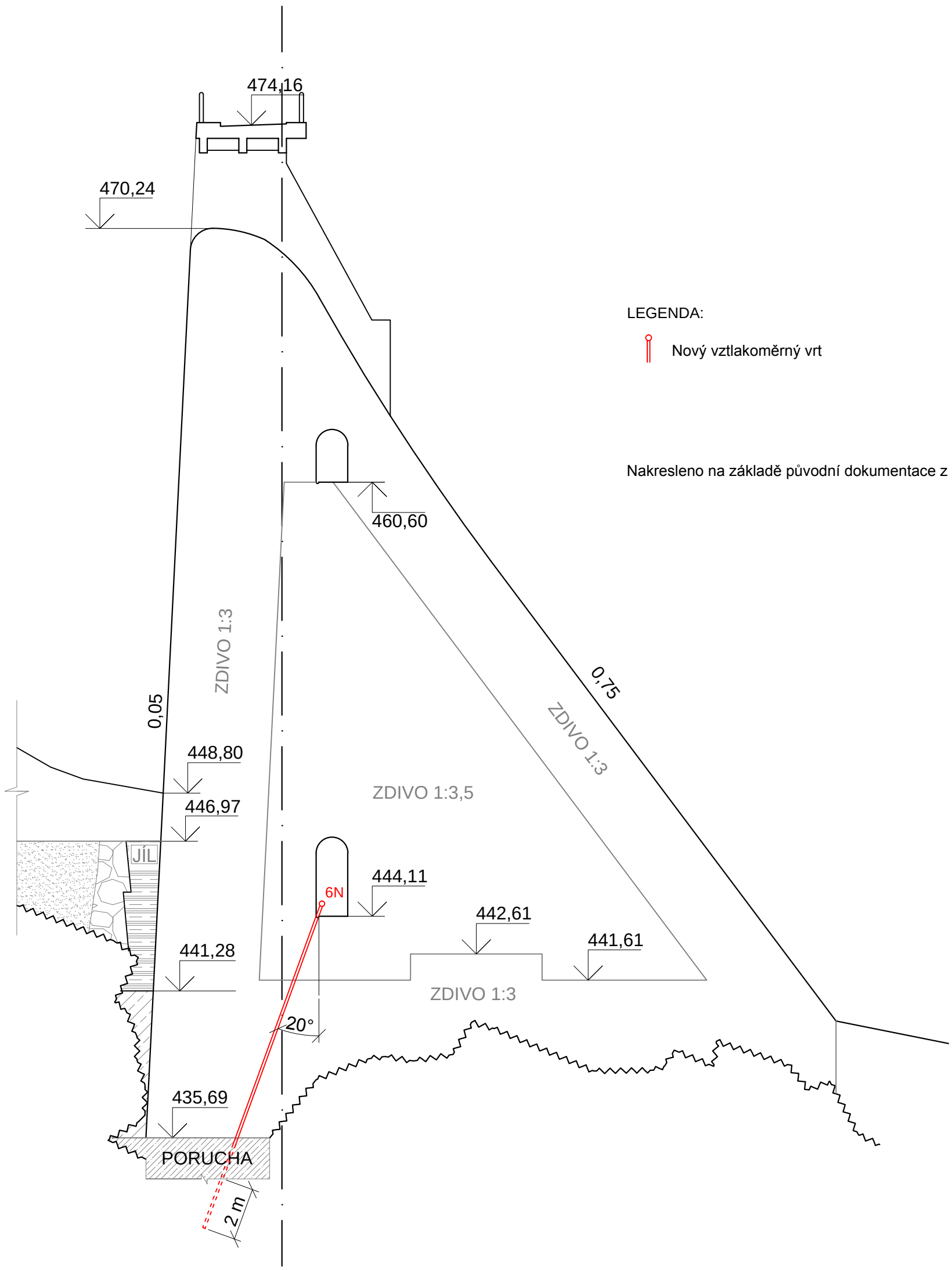
PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, PROFIL +12,5
SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ TBD



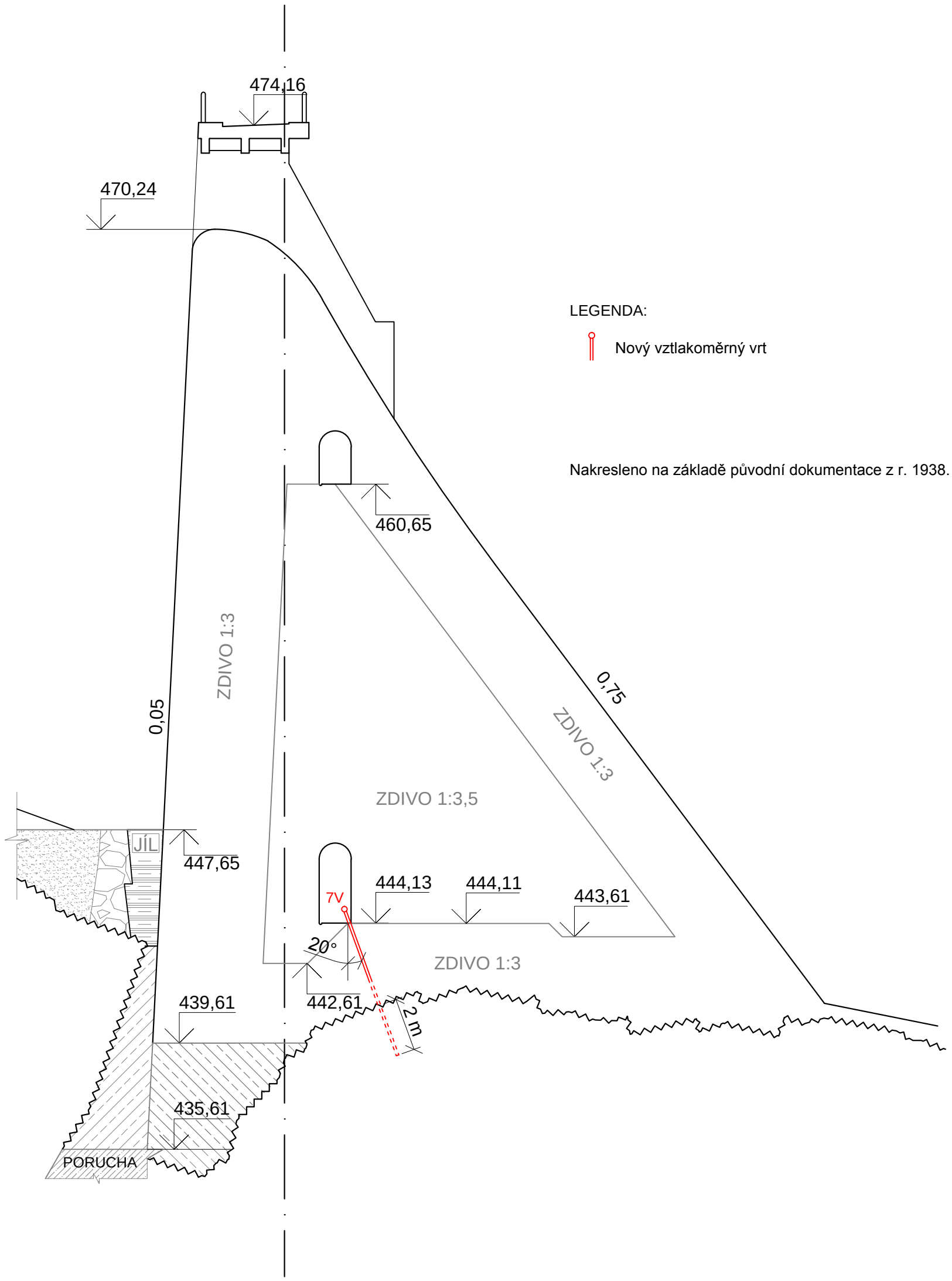
PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, PROFIL +15,0
SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ TBD



PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, PROFIL +20,0
SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ TBD



PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, PROFIL +22,5
SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ TBD



VODNÍ DÍLA - TBD

VD LES KRÁLOVSTVÍ

Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu

V Praze, září 2014

Výtisk č. **pdf**

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 401	Ing. David Richtr
Vedoucí projektu	Ing. Tomáš Klemša
Vypracoval	Ing. Tomáš Klemša
Spolupráce	Renata Maxová

VD LES KRÁLOVSTVÍ
NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD A ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU

Objednatel	Povodí Labe, státní podnik
Číslo projektu	P122/14
Archivní číslo	2014/188
Vypracováno	V Praze, září 2014

OBSAH

1 ÚVOD 2
2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD 4
3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ 6
3.1 Měrná místa průsaků 6
3.2 Vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy 8
3.3 Zařízení pro měření deformací vzdušního líce hráze 10
3.4 Zařízení pro měření svislých posunů hráze 11
3.5 Vodorovné a svislé posuny na levé a dělící zdi vývaru 11
3.6 Zařízení pro měření relativních pohybů na dilatačních sparách 12
4 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD 12
4.1 Doplnění měření vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond 12
4.2 Měření teploty zdiva 13
4.3 Měření deformací pomocí náklonoměru 14
4.4 Měření svislých posunů hráze 15
5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD 16
5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů 16
5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry 17
5.1.2 Tlakové poměry 17
5.1.3 Teploty zdiva 19
5.1.4 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu 20
5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém 21
5.3 Návrh systému a výběr dodavatele 23
6 ZÁVĚR 23
7 ROZDĚLOVNÍK 25
8 SEZNAM PŘÍLOH 25

1 ÚVOD

Návrh rozšíření systému měření TBD a zavedení automatického monitoringu vybraných veličin TBD na VD Les Království byl vypracován na základě smlouvy o dílo evidované u zhotovitele pod č. A1333/14 u objednavatele pod číslem D911130055 a mezi společností VODNÍ DÍLA – TBD a.s. a státním podnikem Povodí Labe. Tento návrh vychází ze zkušeností z dlouholetého sledování a hodnocení díla v rámci technickobezpečnostního dohledu (dále také TBD) a navazuje na předchozí doporučení v dokumentech TBD (etapové zprávy).

Cílem návrhu je:

- provést inventarizaci kontrolních zařízení pro měření TBD včetně zhodnocení jejich funkčnosti a technického stavu,
- navrhnout rozšíření systému TBD, nová měřící zařízení nebo úpravy stávajících,
- vybrat kontinuálně sledované jevy,
- stanovit požadavky na měřící zařízení (čidla) a popis vyplývajících stavebních úprav,
- stanovit požadavky na monitorovací systém.

Účelem návrhu rozšíření systému TBD na VD Les Království je zkvalitnění této odborné činnosti na vodním díle. Tato činnost je z praktických důvodů spojena i se zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD, tak aby dílo bylo v tomto pohledu modernizováno komplexně a systematicky.

Účelem návrhu monitoringu je specifikovat rozsah jeho zavádění, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Základním bodem je stanovení nejdůležitějších sledovaných veličin z hlediska bezpečnosti vodního díla. V dalších bodech jsou pak stanoveny požadavky na monitorovací systém a návrh systému, jako podklad pro výběr dodavatele.

Vybudováním monitorovacího systému s automatickým sledováním vybraných jevů TBD se sleduje hlavně zkvalitnění výkonu TBD:

- předsunutým testováním hodnot měřených veličin přímo na díle bez zásadního ovlivnění lidským činitelem,
- včasným rozpoznáním nástupu a vývoje případných nestandartních situací v „chování“ díla,
- zdokonalením výkonu TBD obsluhou díla,
- sjednocením datového formátu pro přenos výsledků měření k hlavním pracovníkům TBD (HP TBD).

Na základě současného stavu měření a pozorování TBD (organizace TBD, přehled sledovaných jevů a popis příslušných měřených veličin včetně četností měření) a koncepčních zásad pro zavádění automatického monitoringu TBD na VD je navržen cílový soubor veličin, vhodných pro kontinuální sledování vybraných jevů na VD Les Království.

Předmět zájmu tohoto návrhu je zúžen na problematiku zajištění a výkonu TBD nad vodním dílem. Součástí návrhu není řešení dalších souvisejících odborných a administrativních agend (např. plánování prohlídek a revizí, evidence písemností, dokladů a odborné dokumentace, evidence závad …atd.).

Použité podklady

1) Program TBD pro provoz trvalý - platný od 1.1.2002
2) 4. Souhrnná etapová zpráva o TBD za období od 1.10.2001 do 31.5. 2011, Archivní číslo: 2011/135, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., červenec 2011
3) Etapová zpráva TBD za období od 1.6.2011 do 31.5.2013, Archivní číslo: 2013/097, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., červen 2013
4) Revidovaný Manipulační řád vodního díla Les Království, Vypracoval: Povodí Labe, státní podnik, Víta Nejedlého 951, 500 03 Hradec Králové 3 v červnu 2007
5) VD Les Království, Stanovení mezní bezpečné hladiny vody v nádrži, Archivní číslo: 2007/371, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., prosinec 2007
6) VD Les Království, Posudek bezpečnosti vodního díla při povodních, Archivní číslo: 2008/126, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., listopad 2008
7) Výsledky měření vybraných provozních veličin a veličin TBD a výsledky periodických měření, prohlídek a obchůzek, prováděných obsluhou díla podle PTBD
8) Výsledky prohlídek prováděných HPTBD a specialisty a.s. VODNÍ DÍLA – TBD v rámci výkonu TBD
9) Archivní dokumentace přehrady Les Království (dochovaná část, uložená na díle)

2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD

Správce vodního díla - Povodí Labe, s.p. zajišťuje provádění TBD prostřednictvím pověřené odborné organizace VODNÍ DÍLA - TBD a.s. Na výkonu pravidelných pozorování a měření se podílejí obě zúčastněné organizace v rozsahu stanoveném Programem TBD. Program TBD pro provoz trvalý - platný od 1.1.2002 byl zpracován podle příslušných ustanovení zákona č.254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a vyhlášky č.471/2001 Sb. o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly.

TBD je realizován soubory pozorování a měření prováděnými pracovníky správce a pověřené organizace. Jejich výčet, účel, systém měření a hodnocení výsledků jsou obsahem kapitoly 3.

V rámci běžného provozu a výkonu TBD jsou obsluhou díla sledovány provozní a meteorologické poměry (stav hladiny vody v nádrži, odtok a přítok do nádrže, teplota vzduchu v 7 hodin, srážky, sníh). Pro tato měření jsou využívány údaje z monitorovacího systému vodohospodářského dispečinku (VDH PL). Dále jsou sledovány průsakové poměry a vztlakové poměry.

Specializovaná měření deformací provádí geodetická skupina Povodí Labe, státní podnik a pracovníci pověřené organizace (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.), kteří zajišťují i hodnocení těchto spec. měření.

V současné době jsou na vodním díle Les Království v rámci monitorovacího systému VHD PL nebo obsluhou pravidelně měřeny následující vodohospodářská měření a pozorování, potřebná pro řízení a kontrolu provozu díla:

Za normálního provozu se sleduje a zaznamenává denně v 7,00 hod.:

- kóta hladiny vody v nádrži, objem vody v nádrži,
- přítok do nádrže (bilanční),
- odtok z nádrže (včetně manipulací s uzávěry výpustných zařízení v čase provedení, respektive vodní elektrárnou),
- teplota vzduchu, teplota vody v nádrži,
- max. – min. denní teplota vzduchu,
- denní úhrn srážek + intenzita srážek,
- počasí,
- průhlednost vody.

V zimním období se dále sleduje:

- výška sněhové pokrývky a vodní hodnoty sněhu,
- tloušťka ledu na hladině nádrže.

Za zvýšených průtoků a za povodní, případně i v jiných mimořádných situacích sleduje obsluha VD vše dle výše uvedeného a dále zaznamenává:

- údaje o kapacitě a době převádění průtoků spodními výpustmi, případně i přelivy,
- jiná mimořádná zjištění.

Měření prováděná obsluhou jsou realizována denně v 7,00 hod. Automaticky sledované veličiny jsou zaznamenávány v intervalech nastavených z VHD PL (zpravidla 15 min.).

Všechna měřící zařízení, pomůcky a přístroje pro měření povětrnostních a provozních poměrů jsou funkční. Vodní dílo Les Království je vybaveno automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu vodního díla. Aplikace, sloužící jednak k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na přehradě Les Království a v jejím blízkém okolí, jednak k řízení a monitorování technologie VD Les Království, byla pro obsluhu vodního díla vytvořena pomocí vizualizačního systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Všechna tato data jsou na vyžádání VHD PL přenášena do srážko-odtokového modelu HYDROG určeného pro operativní řízení vodního díla. Celý systém tak zajišťuje předpověď možného očekávaného vývoje hydrologické situace a dává doporučení k řízení vodního díla.

Většina údajů z monitorovacího systému provozních veličin VHD PL je využívána i pro potřeby TBD. Údaje jsou uváděny do pravidelných hlášení TBD.

Významnou součástí měření TBD je i měření vztlakových a průsakových poměrů. S týdenní četností jsou obsluhou díla měřeny základní průsaky v dolní a horní revizní chodbě. S četností 1x týdně jsou měřeny tlaky na základové spáře a s četností 1 x měsíčně hladiny ve vrtech v levobřežní těsnící zdi.

S četností 2x ročně za období dvou let jsou měřeny vodorovné a svislé deformace kontrolních bodů na vzdušním líci hráze metodou protínání vpřed. Svislé deformace pravého zavázání hráze a levobřežní zdi vývaru měřené metodou velmi přesné nivelace (VPN), jsou určovány s četnostní 1x za 5 let. Tato měření provádí geodetická skupina Povodí Labe, s.p.

Dalším prvkem TBD jsou pravidelné prohlídky konané obsluhou díla s denní četností. Výsledky z těchto prohlídek jsou ve formě hlášení zasílány oběma hlavním pracovníkům TBD k rozboru a posouzení.

Náležitá pozornost je věnována i stavu technologických zařízení na VD a jejich bezpečnému provozu. V rámci TBD jsou zajištěny pravidelné kontroly, které jsou rozděleny na 4 stupně významu. I. stupeň - funkční zkouška provádí obsluha díla (hrázný) při pravidelných obchůzkách díla; II. stupeň – provozní zkouška prováděná strojním odborníkem závodu Hradec Králové 1x ročně; III. stupeň – provozní prohlídka technologických zařízení za účasti strojního odborníka správce VD Povodí Labe, s.p. s četností 1x za 2 roky; IV. stupeň – komplexní prohlídka technologických zařízení za účasti strojních techniků správce díla Povodí Labe s.p. a pověřené organizace VD-TBD a.s. s nepravidelnou četností (přibližně 1x za 4 až 6 let), minimálně však 1x za 10 let. Tyto jsou případně podle nutnosti doplňovány prohlídkami mimořádnými. Tento systém byl zaveden podle Organizační směrnice generálního ředitele s.p. Povodí Labe (OS 02/1999), s platností od 1.3. 1999. Zápis z provozních, komplexních a mimořádných prohlídek technologických zařízení je zasílán oběma HP TBD.

Nedílnou součástí TBD jsou pravidelné prohlídky díla (technickobezpečnostní prohlídky - TBP) svolávané dle § 62 zákona č. 254/2001 Sb. HP TBD správce.

3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ

V březnu 2014 jsme provedli vlastní inventarizaci kontrolních zařízení pro měření v prostorech hráze a v okolí přehrady. Průběžná inventarizace a ověření funkčnosti jednotlivých zařízení byla realizována v rámci TBD již v průběhu minulých let.

3.1 Měrná místa průsaků

Průsakový režim na díle je sledován vizuálně a zavedeným systematickým měřením. Podle umístění rozdělujeme sledované průsaky do následujících oblastí:

- průsaky pravobřežním zavázáním,
- průsaky hrázovým tělesem,
- průsaky levobřežním zavázáním,
- nově zjištěné průsaky v roce 2006.

Schéma rozmístění měřených a pozorovaných průsaků je uvedeno v situaci na příloze č.**1**.

Schéma rozmístění průsakoměrných míst a odvodňovacích vrtů v podélném řezu hrázovým tělesem je obsahem přílohy č.**2**.

V pravobřežním zavázání hráze se sledují tyto průsaky:

- celkový průsak v pravém obtokovém tunelu je možno případně měřit přepadem na konci tunelu (zasunutý plech do ocel. drážek). Toto měření není však už v běžném provozu VD prováděno. Mělo využití pro měření celkových průsaků až do roku 2006. Před započetím akce „VD Les Království, zvýšení ochranné funkce nádrže“ byl měrný profil (plech) odstraněn a po dokončení už nebyl zpětně instalován. Po obnovení pravé spodní výpusti v obtokovém tunelu by musel být obnovován po každém převedení zvýšených průtoků. Nadále je sledování průsaků hodnoceno pouze vizuálně při pravidelných prohlídkách,
- drén v pravém obtokovém tunelu; měření bylo ukončeno ze stejných důvodů. Nadále je hodnoceno pouze vizuálně,
- několik lokalit vizuálně sledovaných průsaků v pravém obtokovém tunelu,
- odlehčovací vrty V_1, V_2 a V_3 v pravém čele dolní revizní chodby; průsaky jsou minimální a jsou měřeny objemově,
- sběrný žlábek odlehčovacích vrtů $V_{4\text{-}7}$ v pravé opěrné zdi; průsaky zmizely po injektáži a utěsnění pravého zavázání, případný výskyt průsaků v žlabu je kontrolovaný pouze vizuálně,
- drén od potrubí VE; je vizuálně sledován, hodnoty jsou prakticky neměřitelné,
- vývěr za VE; je vizuálně sledován pouze případný výskyt, hodnoty jsou, po utěsnění pravého zavázání neměřitelné.

Průsaky hrázovým tělesem jsou sledovány na vyústění svislých drénů návodní drenáže:

- horní revizní chodba (drény 1 až 87); výtoky z drénů v horní revizní chodbě jsou při běžném provozním stavu a při stavu zvýšených průtoků do nádrže (krátkodobé zatížení

vodního díla povodňovou situací) suché. K výtoku z drénů dochází po dosažení hladiny vody v nádrži na kótě 317,76 m n.m. a vyšší. Měření se potom provádí objemovým měřením na jednotlivých vyústěních drenáže a počítá se jejich celková velikost v součtu.

- dolní revizní chodba (drény 1 až 53); vydatnost výtoků z drénu dána závislostí na hladině vody v nádrži. Drény kapou a nebo z nich vytéká voda a to prakticky celý rok, v závislosti na hladině vody v nádrži. Na jednotlivých vyústěních svislé drenáže se provádí objemové měření a určuje je celková velikost v součtu.

Průsaky levobřežním zavázáním hráze jsou sledovány na těchto místech:

- boční vývěry v obezdívce levého tunelu jsou sledovány pouze vizuálně,
- průsaky na dvou drénech vedle segmentového uzávěru.
- drén v levé šoupátkové šachtě.

Vývěry v obezdívce levého tunelu

Průsaky vedle segmentového uzávěru

Nově zjištěné průsaky v roce 2006

Při provádění funkčních zkoušek nové spodní výpusti v pravém obtoku, se v listopadu 2006 po dobu mimořádného napouštění nádrže, objevily následující průsaky a tlakové vývěry:

- soustředěný tlakový vývěr ze stěny levého šachtového přepadu ve výšce cca 3 až 4 m pod horní přelivnou hranou směrem po toku, tlakový vývěr zmizel a místo je pouze vizuálně sledováno,
- silný vývěr na levé straně v prostoru sjezdu cesty do řečiště pod koncovým prahem; v závislosti na hladině vody v nádrži se vývěr zvyšoval a postupně se objevují i další vývěry ze břehu koryta v prostoru cca 25 m od tohoto místa; průsak byl zjištěn 1.11.06 při hladině 317,61 m n.m. a zmizel 30.12.06 při hladině vody v nádrži na kótě 314,54 m n.m. Při běžném provozu se průsaky v tomto místě nevyskytují a místo je při zvýšené hladině vody v nádrži pouze vizuálně sledováno,
- několik vývěrů ze spár opěrných zdí za výtokem levého obtoku až po koncový práh. Průsaky po snížení hladiny zmizely a místo je pouze vizuálně sledováno.

3.2 Vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy

Tlakové poměry se na vodním díle Les Království sledují v jeho bočních zavázáních.

Schéma rozmístění vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond (netlakové vrty) je uvedeno v situaci na příloze č.**1**.

V pravobřežním zavázání hráze jsou tlakové poměry sledovány ve vrtu J_2 a pomocí tří dvojic vztlakoměrných vrtů, které slouží ke kontrole vztlaků v podloží a hlavně pro kontrolu injekční clony.

Vrt J_2 byl zřízen v rámci geologického průzkumu, v provozu je od prosince 1994. Vztlakoměrné vrty jsou ve funkci od července 1997.

Měření na vrtech probíhá s četností 1x za týden.

Schéma rozmístění vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond v pravém zavázání v podélném řezu hrázovým tělesem je obsahem přílohy č.**3**. V příčných řezech hrází jsou vykresleny na příloze č.**4**.

Vrt J2 (sonda)

Vrty v injekční chodbě V1n a V1v (sondy)

Zhlaví vrtu V3n

Zhlaví vrtu V3v

V levém zavázání hráze je kontrolován účinek těsnící zdi. V revizní chodbě jsou umístěny tři dvojice sond (návodní x vzdušní) a dvě šachty. V nich je sledována úroveň depresní křivky prosakující vody s četností 1x za měsíc.

Schéma rozmístění sond a šachtě v podélném řezu a v půdoryse, v místě těsnící zdi, je uvedeno na příloze č.**5**.

Pohled do chodby těsnící zdi v místě profilu I

Zhlaví vrtu I.v (vzdušní strana, za těsnící zdí)

Nové vrty v těsnící zdi z průzkumu provedeného v roce 2009

Z důvodů ověření geologických poměrů v místě za těsnící zdí, bylo v listopadu 2009 provedeno 6 nových inženýrsko-geologických vrtů, z toho vrty J1-J4 byly uzpůsobeny jako pozorovací pro následná měření. Konečná hloubka vrtů byla korigována na základě dosažení nepropustného podloží (pikrit) kvádrových pískovců. Průměrná hloubka vrtů se pohybovala v rozmezí 20 – 22 m. Výjimku tvořil vrt J1 situovaný nejblíže hrázi, kdy z důvodu hroucení stěn vrtu byly práce ukončeny v 12,7 m. Vrty byly definitivně vystrojeny PE HD tlakovou výpažnicí (zárubnicí) průměr 90 mm, Js 79,8 mm (výr. Pumpenboese, SRN). Jednotlivé díly výstroje jsou spojeny závitovými spoji.

Perforace výstroje je příčně řezaná, světlost řezů je 1,0 mm, plocha perforace v perforované části je 10 %. Perforovaná část výstroje byla ponechána volná, plná část výstroje byla těsněna v ústťové části vrtů v rámci betonáže ochranného zhlaví. Technická ocelová pažení vrtů byla po jejich vystrojení vytěžena. Zhlaví vrtů J – 1,2,3,4 tvoří litinový šoupátkový poklop betonovaný zároveň s terénem.

Měření těchto vrtů není v současném stavu obsluhou díla prováděno, protože za extrémních průtoků, při zvýšené hladině vody v nádrži nad kótu cca 321,50 m n.m. dochází k jejich zatopení, navíc byla prokázána přímá spojitost hladiny vody ve vrtech s hladinou v nádrži.

Zavedení tohoto měření by mělo smysl po zatěsnění levobřežní zdi.

3.3 Zařízení pro měření deformací vzdušního líce hráze

Polohová stálost hrázového tělesa a jeho podloží je kontrolována měřením deformací na vzdušním líci a sledováním svislých posunů v pravém zavázání na koruně hráze.

V srpnu 2003 byla provedena instalace nových značek na vzdušním líci pro směrové měření deformací hrázového tělesa. Instalaci provedla firma VODNÍ DÍLA – TBD a.s. z důvodů porušení (zkorodování) původních bodů a jejich špatné „čitelnosti“ při cílení. Při měřeních v roce 2004 byly kontrolně měřeny nové i staré body. Výsledky měření ukázaly dobrou shodu. Proto bylo další měření už prováděno pouze na nových bodech.

Schéma umístění bodů je uvedeno na příloze č.**6**.

Detail starého a nového bodu na vzdušním líci

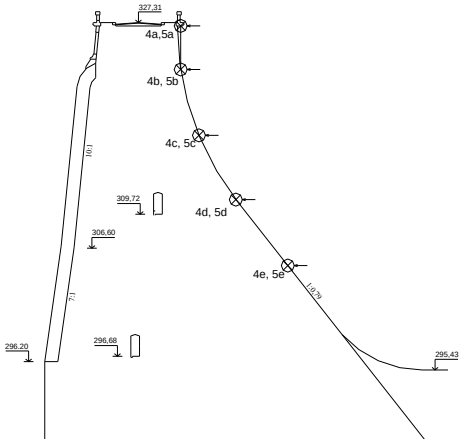


Schéma umístění bodů v příčném řezu

Posuny jsou sledovány na bodech (jednostranných terčích) v oblasti pod korunní římsou (body 1 až 7) a ve dvou svislých profilech (body 4_a až 4_e a 5_a až 5_e). Metoda měření umožňuje zjistit posuny na kontrolních bodech ve směrech:

- „dx“ rovnoběžně s tokem
- „dy“ kolmo na tok
- „dz“ ve svislém směru

Do roku 2001 probíhalo měření s četností 1x za rok, od roku 2002 2x ročně (jaro x podzim) s periodou měření každý druhý rok. Tímto způsobem je zachycený maximální posun při ochlazení a oteplení hráze během roku. Od srpna 2001 provádí měření geodetická skupina Povodí Labe, státní podnik pod vedením Ing. A. Michálka. Měření je prováděno theodolitem, totální stanicí Leica TC2003, č. stroje 440 901, trigonometrickou metodou (protínání vpřed) z pevných pilířů umístěných pod hrázovým tělesem.

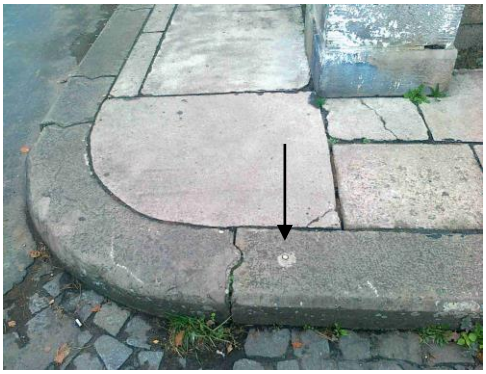
Zařízení pro měření deformací vzdušního líce hráze považujeme v současné době za vyhovující. Výhledově, v intervalu 5 až 10 let, považujeme za vhodné provést reinstalaci kontrolní bodů (hranoly) pro zajištění možnosti měření pomocí přesné totální stanice s automatickým cílením (ATR). V současné době probíhá testování tohoto zařízení na vybraných hrázích (Vrchlice, Římov, Stanovice, Nechranice, Josefův Důl).

3.4 Zařízení pro měření svislých posunů hráze

Na VD Les Království se měření svislých posunů metodou VPN (velmi přesná nivelace) provádí v oblasti pravého zavázání hráze a bylo zavedeno v roce 1996 z důvodu monitorování možného negativní vlivu sanačních prací na těleso hráze. Pod dokončení stavby byla stanovena četnost měření a to za 1x za 5 let.

Celkem je osazeno 6 hřebových nivelačních značek (3 na návodní straně přibetonovaný chodník, 3 na vzdušní straně koruny hráze). Pro velmi přesnou nivelaci je v současné době používán stroj velmi přesná nivelace, Leica DNA03 - č. stroje 330 791 a pár 2 m kódových invarových latí č. 23161 a 23178.

Výškový bod 2, vzdušní strana koruny hráze



Výškový bod 1, vzdušní strana konec hráze, obrubník chodníku

V roce 2009 došlo k poškození bodu číslo 5 (návodní strana hráze). Výchozí pevné body jsou bez porušení.

Stávající body na koruně hráze jsou nevhodně umístěny v chodníku a obrubě (toto osazení bylo postačující v období ražby nové štoly v levém zavázání, kdy byly hodnoceny celkové poklesy nad výrubem, pro sledování deformací hráze jsou však nevhodné). Proto vybavení vodního díla pro měření svislých posunů doporučujeme nahradit a vybavit párovými značkami (body ve stejných profilech) pro celou délku koruny hráze a přístupná místa u vzdušního líce.

3.5 Vodorovné a svislé posuny na levé a dělící zdi vývaru

Měření vodorovných a svislých posunů na levé a dělící zdi vývaru bylo zavedeno a prováděno v průběhu stavební akce „Oprava vývaru a koncového prahu“ v roce 1998. Po ukončení akce byla stanovena četnost kontrolního měření na 1x za 5 let.

Vodorovné posuny jsou vyhodnocovány metodou měření šikmé vzdálenosti z pilíře (pevného) bodu na pravé straně. Měření je prováděno theodolitem, totální stanicí Leica TC2003.

Svislé posuny jsou určovány metodou VPN. Pro velmi přesnou nivelaci je v současné době používán stroj velmi přesné nivelace, Leica DNA03 - č. stroje 330 791 a pár 2 m kódových invarových latí č. 23161 a 23178.

Na levobřežní zdi osazeno 8 kontrolních bodů a na dělící zdi jsou osazeny 2 kontrolní body (univerzální zděře s otvorem o prům. 5 mm).

Vybavení této části vodního díla považujeme za dostatečné.

3.6 Zařízení pro měření relativních pohybů na dilatačních sparách

Na vodním díle Les Království jsou osazeny na dilatační spáře betonového vtokového objektu na VE dvě svislé trojúhelníkové deformetrické základny a to na levé i pravé straně. Měření bylo zavedeno v březnu 2002 pro výkon TBD na MVE Les Království (důvody vlastnictví této části vodního díla – ČEZ Obnovitelné zdroje, ale výsledky prakticky slouží i pro hodnocení bezpečnosti vodního díla jako celku.

Měření je prováděno deformetrem od firmy Huggenberger s přesností 0,1 mm s četností 2x ročně.

Osazené body jsou bez poškození a není nutné provádět jejich obnovu.

4 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD

4.1 Doplnění měření vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond

V současné době schází informace k hodnocení a posuzování vztlaku v oblasti základové spáry hráze ve střední části a v levém zavázání. Vztlakové poměry jsou určovány prakticky pouze v pravém zavázání hráze.

Tato situace je daná především sníženou přístupností pro vrtnou soupravu a využití horní i spodní chodby hráze (šířka horní i spodní chodby 80 cm, omezený prostor v místě vstupu do spodní chodby v místě potrubí spodní výpusti a nátoku na VE).

Proto navrhujeme zřídit tři páry vztlakoměrných vrtů do oblasti základové spáry hráze a jejího podloží ze vzdušní paty **v levém zavázání hráze**. Situování jednotlivých vrtů je dobře patrné z přílohy č.**7**, kde jsou zakresleny v situaci a z přílohy č.**8**, kde jsou zakresleny v podélném řezu hrází. Na příloze č.**9** je pak proveden návrh vrtů v jednotlivých příčných řezech hrází.

- první pár v profilu levé spodní výpusti, vrty budou vedené pod odlišným sklonem k základové spáře hráze (profil 1),
- druhý pár v levém zavázání je situován v profilu vstupu do hráze (horní revizní chodby), vrty budou vedené pod odlišným sklonem k základové spáře hráze (profil 2),
- třetí pár je navržen za profilem návodní těsnící zdi, vrty budou také odlišného sklonu (profil 3).

Pro doplnění měření vztlaku **v pravém zavázání** a pro postihnutí oblasti nejhlubšího založení hráze s nejmocnější vrstvou vyrovnávacího betonu navrhujeme zřídit:

- jeden pár v profilu pravé spodní výpusti, vrty budou vedené pod odlišným sklonem k základové spáře hráze (profil 4),

Zákres doplnění vrtů v příčném řezu je uvedený na příloze č.**10**.

Vztlakoměrné vrty by měly zasahovat až cca 2m do skalního podloží a 1 m do zdiva (oblast jímání).

Skutečná délka vrtů bude závislá na úrovni zastiženého podloží.

Lze předpokládat vrty délky 11 – 30 m, ve sklonu od svislice v rozmezí 0 - 60°.

Vrtné práce by byly zároveň pracemi průzkumnými. Předpokládáme jádrové vrtání a provedení vodních tlakových zkoušek (VTZ) v sestupném uspořádání. Jádrové vývrty by byly použity pro stanovení pevnostních a materiálových charakteristik zdiva.

V případě přijetí a realizace vztlakoměrných vrtů v pravém zavázání by bylo vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. V případě ručního měření a vizuálního sledování by se četnost předpokládala v rozmezí 1 - 2x týdně.

Pozorovací sondy a šachty v levém zavázání pro sledování účinků těsnící zdi nepovažujeme za stávajícího stavu (propustná těsnící zeď, plošná kaverna pod obezdívkou) za účelné do automatického monitoringu zavádět. Postačí ruční a vizuální sledování s max. četností 1x týdně. Měření vrtů by mělo smysl v případě provedení komplexní sanace těsnící zdi, pro hodnocení její funkčnosti. Protože není znám případný termín provedení prací, byly variantně zařazeny do měření automatického monitoringu i vrty a šachty v levém zavázání (revizní chodba, těsnící zeď).

4.2 Měření teploty zdiva

V současné době neexistuje žádné měření teploty zdiva. Měření teploty zdiva hráze považujeme pro potřeby TBD za účelné. Teplotní režim v různé míře ovlivňuje deformace hrázového tělesa, které sledujeme v rámci TBD pomocí měření vodorovných a svislých posunů. Deformace hráze jsou přímo závislé na teplotě hrázového zdiva v různých úrovních od obou líců, které jsou od průběhu teplot vzduchu významně fázově posunuty. Doporučujeme proto v profilu levé spodní výpusti zavést měření teplot hrázového zdiva.

Návrh umístění profilů pro teplotní čidla v situaci je uvedený na příloze č.**7**. Teplotní čidla by byla osazena do vrtů realizovaných ze vzdušního líce a z horní revizní chodby do tělesa hráze. Schéma umístění v příčných řezech hrází je uvedeno na příloze č.**9** a **10**.

- jeden vrt bude proveden v profilu levé spodní výpusti z provizorní pracovní plošiny kolmo ze vzdušního líce směrem k potrubí spodní výpusti. Průměr vrtu bude min. 80 mm. Do vrtu budou umístěna 4 teplotní čidla do hloubek od vzdušního líce: 0,25 m, 0,5m, 1,0 m, 2,0 m a 4,0 m (T1, T2, T3, T4 a T5).
- druhý vrt bude proveden z horní revizní chodby, ale směrem k návodnímu líci hráze. Délka vrtu bude 1m a průměr vrtu bude postačující min. 40 mm. Do vrtu bude umístěno jedno teplotní čidlo (T6) do hloubky 1,0 m od stěny chodby.

Do vrtů budou vložena teplotní čidla ve výše navržených pozicích s vyústěním kabelů do revizních chodby (čidla osazená ze vzdušního líce budou vedeny po vzdušním líci). Snímače budou zality vhodnou cementovou směsí nebo zálivkou.

Vrtání doporučujeme jádrové tak, aby mohly být jádrové vývrty použity pro posouzení kvality a pevnostních charakteristik zdiva hráze.

Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Ruční měření těchto veličin není efektivní. Určitou alternativou může být jedině využití datalogerů k uchování naměřených dat a jejich stahování ke zpracování s předem danou četností (např. 4x ročně).

4.3 Měření deformací pomocí náklonoměru

Na vodním díle bohužel není vhodný profil pro osazení hrázového kyvadla (pro sledování náklonů resp. průhybů hráze snazší a operativnější měření místo měření geodetického). Chodby nejsou nad sebou. V případě osazení kyvadla do vrtu, vyústěného ve spodní revizní chodbě, v době povodňové situace, kdy dochází k zatápění spodní chodby, by bylo zařízení neměřitelné (nepřístupné). V případě osazení plovákového kyvadla, zakotveného ve spodní části, není na hrázi vhodný prostor pro odečítání hodnot v horní části. Z tohoto důvodu je navrženo osazení náklonoměru.

Osazení předpokládáme ve dvou profilech hráze. Schéma umístění v situaci je uvedeno na příloze č.**7**. V příčných řezech hrází je návrh umístění zakreslený na příloze č.**10**.

- Dvě základny budou umístěny v horní části hráze pod korunou, ve výklenku ve zdivu hráze pod věží mezi kótami 323,79 - 325,79 m n.m. (levá 1x, pravá 1x),
- Dvě základny budou umístěny na čelní svislé stěně ve zdivu hráze v prostoru domků spodních výpustí (levá 1x, pravá 1x),

Pro komplexní doplnění systému měření a využití odečítacího zařízení je navrženo osazení i na věži pravého a levého obtokového tunelu. Na šoupátkových šachtách je zákres uvedený na přílohách č.**11** a **12**.

- Jedna základna bude instalována v horní části šachty nad pravým obtokovým tunelem (původní pravá šoupátková šachta), na výškové úrovni podesty nad kótou 318,50 m n.m.
- Jedna základna bude instalována v horní části levé šoupátkové šachty na výškové úrovni podesty nad kótou 319,98 m n.m.

Každá náklonoměrná základna bude tvořena dvojicí kulových čepů, které budou pevně zakotveny přes konzolu, svisle proti toku. Čepy jsou od sebe vzdáleny 1,0 m. Jelikož se jedná o velmi citlivé zařízení náchylné na jakékoliv nárazy a jiná poškození, budou chráněny hliníkovými poklopy samostatně zakotvenými do zdi.

Jako odečítací zařízení bude využíván Clinometr Huggenberger AG, typ ECS1000VD, který bude předmětem dodávky celého zařízení. Odečítací zařízení má dvě volitelné úrovně přesnosti. Vzhledem k sledované konstrukci a dovolené mezní odchylce bude přednostně používán rozsah II. Rozsah měření je +2mm/m, s citlivostí 1μm/m a přesností 0,001 mm/m.

Četnost měření by byla první rok 6x ročně. Po té by mohla být snížena na 4x ročně a v případě převádění zvýšených průtoků.

4.4 Měření svislých posunů hráze

Stávající body na koruně hráze jsou nevhodně umístěny v chodníku a obrubě (toto osazení bylo postačující v období ražby nové štoly v levém zavázání, kdy byly hodnoceny celkové poklesy nad výrubem, pro sledování deformací hráze jsou však nevhodné). Foto a popis umístění stávajících nivelačních bodů je uvedeno v kapitole 3.4.

Vybavení vodního díla pro měření svislých posunů doporučujeme nahradit a vybavit párovými značkami (body ve stejném profily) pro celou délku koruny hráze a přístupná místa u vzdušního líce. Pro umístění bodu na koruně navrhujeme využít především lícových parapetních kvádrů, zavázaných do koruny hráze (za kamenným zábradlím), na vzdušní straně viz. foto:

Pohled na římsové parapetní kvádry koruny hráze, návodní strana

Profil vhodný pro sazení výškového bodu na koruně hráze, vzdušní strana

Situování jednotlivých nivelačních bodů je dobře patrné z přílohy č.**7**, kde jsou zakresleny v situaci a z přílohy č.**8**, kde jsou zakresleny v podélném řezu hrází. Na příloze č.**9** je proveden schématický zákres umístění nivelačních bodů v jednotlivých příčných řezech hrází.

- na koruně hráze je navrženo celkem 10 profilů (20 ks hřebových nivelačních značek),
- u vzdušní paty je navrženo 6 profilů (6 ks čepových nivelačních značek) a šest přestavových bodů (6 ks čepových nivelačních značek).

Četnost měření by byla první rok 2x ročně společně s měřením deformací vzdušního líce. Po té by mohla být snížena na 1x 2 za roky.

Pozn.:

V případě osazení bodu do navržených míst (vrcholové klenáky a zároveň parapetní kvádry za zábradlím) není doba jejich instalace limitovana termínem rekonstrukce koruny hráze, která přichází v úvahu v časovém rozpětí 5-ti až 10-ti let.

5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD

Koncepce zavádění automatického monitoringu vychází z obecných postupů a požadavků rozvoje TBD na vodních dílech a zahrnuje následující postup:

1) inventarizace systému zařízení pro kontrolní měření, jejich revize, opravy, redukce, případně doplnění, viz kapitoly 3 a 4.
2) výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení pořadí jejich důležitosti,
3) stanovení požadavků na monitorovací systém,
4) návrh systému a výběr dodavatele.

5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů

Výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení jejich důležitosti byl proveden podle typu a konstrukce vodního díla. Při výběru byly zhodnoceny dosavadní zkušenosti z výkonu TBD. Definitivní rozsah a doba realizace je závislá na finančních možnostech Povodí Labe, s.p. Dále uvedený rozsah považujeme za optimální, odpovídající významu vodního díla a potřebám TBD. Nevylučujeme však jeho eventuální úpravy při případném zvyšování nároků na TBD v následujících letech ani úpravy k monitorování provozních veličin a skutečností významných pro provozovatele vodního díla.

Sledovaný jev	jednotky	Monitoring, celkový počet		
		varianta I	varianta II	varianta III
- tlak nebo úroveň vody ve vztlakoměrných vrtech a sondách	[kPa, m]	**8** Nové vrty v pravé a levém zavázání u paty hráze	8+7=**15** Doplněno o stávající vrty a sondy v pravém zavázání	8+7+6+2+4=**27** Doplněno o stávající vrty a šachty v levém zavázání (těsnící zeď, revizní chodba)
- teploty zdiva	[°C]	6	6	6
- reserva		4	4	4
celkem		14 + 4	21+ 4	33+4

Automatický monitoring TBD doporučujeme realizovat v rozsahu navrženém min. ve variantě II, kde je zohledněno i navržené rozšíření zařízení TBD o vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy v pravém zavázání. Tuto variantu považujeme za optimální. Práce je možno etapizovat.

5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry

Vodní dílo Les Království je vybaveno automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu VH provozu vodního díla.

Aplikace sloužící jednak k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na vodním díle a v jejím blízkém okolí, jednak k řízení a monitorování technologie VD Les Království, byla pro obsluhu vodního díla vytvořena pomocí vizualizačního systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Vybrané údaje by bylo vhodné přenášet i do systému TBD, tak aby pro stejné veličiny nebylo nutno zřizovat v novém monitorovacím systému další čidla. Jednalo by se tedy o sdílení asi 10 naměřených hodnot.

5.1.2 Tlakové poměry

Na vodním díle je tlak vody v oblasti základové spáry měřený pouze v pravém zavázání a v místě nové štoly. V místě nejvyššího profilu a v levém zavázání není vztlak určován.

Nové vrty v levém a pravém zavázání u paty hráze

Rozsah tohoto měření proto považujeme za nedostatečný. Navrhujeme zřídit čtyři páry vztlakoměrných vrtů do oblasti základové spáry hráze a jejího podloží pro získání systematické a ucelené informace o působení vztlaku na těleso hráze (viz kapitola 4.1). Ty navrhujeme i zařadit do automatického monitoringu (varianta I.).

Stávající vrty a sondy v pravém zavázání

Za vhodné považujeme zahrnout do automatického monitoringu i stávající tři páry vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond v pravém zavázání hráze a v nové štole ($V1_{n,v}$; $V1_{n,v}$; $V1_{n,v}$). Stejně tak i pozorovací vrt J_2 (viz. varianta II.)

Stávající vrty, sondy a šachty v levém zavázání

V rámci doplnění celé koncepce je možné zahrnout do automatického monitoringu i stávající tři dvojice sond (I.n, I.v, II.n, II.v, III.n, III.v) a dvě šachty (Šk a Šz) v levém zavázání v revizní chodbě těsnící zdi, případně doplnit i monitorování čtyř vrtů (J1-J4) umístěných za cihelnou obezdívkou těsnící zdi. Zde je však nutné požadovat vodotěsnou úpravu zhlaví! (varianta III.).

Pro zavedení automatického měření však bude nutná úprava jejich zhlaví.

sledované veličiny:	tlak ve vrtu, poloha hladiny ve vrtu
měřící zařízení, čidla:	7 - stávající vztakoměrné vrty a pozorovací sondy v pravém zavázání, 8 - nové vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy v levém a pravém zavázání u paty hráze, 8 - stávající šachty a pozorovací sondy v levém zavázání, v revizní chodbě těsnící zdi, 4 - stávající pozorovací sondy za cihelnou obezdívkou levé těsnící zdi tlakový snímač, např. strunový, odporový
nároky na měřící zařízení:	**tlaková čidla na zhlaví vrtu** - rozsah měření hladiny do 500 kPa, - přesnost určení tlaku ± 1kPa, **tlaková čidla do vrtu** - automatická kompenzace teploty, - rozsah měření hladiny do 20 m (hloubky vrtů do 30 m), - přesnost určení hladiny ± 1cm
nároky na úpravu zhlaví vrtů a sond:	otevíratelnost zhlaví pro případnou kontrolu vystavení hladiny vody ve vrtu (měření rangovou píšťalou), trvalé osazení manometru pro kontrolu vystavení vztlakové úrovně u vztlakoměrného vrtu, odvzdušnění, zateplení zhlaví u vnějších vztlakoměrných vrtů (teplotní kabel) ochrana zhlaví proti vnějšímu opotřebení a poškození.
minimální vzorkovací interval:	15 min, archivace dat 1x denně v 7 hod, jinak jen změnový systém
počet sledovaných veličin:	14 - stávající vztakoměrné vrty a pozorovací sondy v pravém zavázání (úroveň hladiny ve vrtu, teplota vody ve vrtu), 16 - nové vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy v levém a pravém zavázání u paty hráze (úroveň hladiny ve vrtu, teplota vody ve vrtu), 16 - stávající šachty a pozorovací sondy v levém zavázání, v revizní chodbě těsnící zdi (úroveň hladiny ve vrtu a v šachtě, teplota vody ve vrtu a v šachtě), 8 - stávající pozorovací sondy za cihelnou obezdívkou v levé těsnící zdi (úroveň hladiny ve vrtu, teplota vody ve vrtu)

Variantně lze uvažovat se zavedením omezeného počtu automaticky měřených vztlakoměrných vrtů a sond. Vybrány by mohlo být například pouze nové vrty v levém a pravém zavázání u paty hráze. Tato varianta by přicházela v úvahu při omezených finančních možnostech, nelze ji však doporučit jako „cílový“ stav.

5.1.3 Teploty zdiva

Teploty zdiva zatím nejsou na VD Les Království měřeny. Doporučujeme zavést měření teplot hrázového zdiva v profilu levé vstupní chodby u spodní výpusti.

Teplotní čidla by byla osazena do vrtů (viz příloha č.**9** a **10**), realizovaných ze vzdušního líce a horní revizní chodby do tělesa hráze.

V návrhu předpokládáme užití 6 zdvojených snímačů, trvale umístěných ve vrtu ve zdivu hráze. Do vrtu budou vloženy v předepsaných vzdálenostech teplotní snímače s vhodným vyústěním kabelů. Po instalaci budou snímače ve vrtu zality vhodnou cementovou nebo zálivkovou směsí.

Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Ruční měření těchto veličin není efektivní.

Zdvojení snímačů je navrženo pro případ jejich poškození. Jednalo by se tedy celkem o 12 snímačů. Současně zapojených by však bylo jen šest.

sledované veličiny:	teplota zdiva
měřící zařízení, čidla:	např. strunové, odporové PT100 nebo ekvivalentní s kabelem a chráničkou
nároky na měřící zařízení:	přesnost měření min ± 0,1°C, vyšší životnost a odolnost
minimální vzorkovací interval:	15 min
počet sledovaných veličin:	6

Snímače teploty

V návrhu předpokládáme s využitím celkem 6 snímačů teploty (teplotních čidel) trvale instalovaných ve vrtech. Pro měření teploty vody, vzduchu i betonu existuje na trhu poměrně velký výběr typů čidel od nejrůznějších výrobců.

Základní roztřídění teplotních čidel:

- aktivní – výstupy proudové, či napěťové
- odporové – výstup odporový
- frekvenční – dálkové odečítání, nutný pouze přívod zdroje energie
- digitální – číslicový odečet
- některé další specifické typy (s rychlou odezvou, sběrnicové aj.)

Nejvíce využívané jsou první tři druhy. Vzhledem ke konstrukci čidla jsou tato u některých typů ukládána do ochranných pouzder, které chrání vlastní čidlo. V pouzdře je čidlo uloženo v transportním médiu, nejčastěji na bázi oleje.

Při měření teploty betonu budou čidla umístěna do vrtů. Z ekonomického i provozního hlediska je výhodné vrtat nepříliš velké průměry. Z tohoto důvodu se jeví jako nejvhodnější snímače teploty s kabelovým vývodem. U tohoto typu čidel odpadá hlavice snímače, která má

větší průměr než vlastní čidlo a zvyšuje průměr vrtu. V tomto případě jsou napájení i výstupní signál vedeny již pevně vloženým a zaizolovaným kabelem a je proto třeba zohlednit jeho délku při vkládaní do vrtu tak, aby další napojení bylo možno provést již mimo vlastní vrt. Izolace kabelu na výstupu z čidla musí splňovat nároky prostředí, ve kterém je čidlo umístěno. Čidla bez hlavic (sondy) se jeví jako výhodnější i z hlediska následného zabetonování vrtů.

Volba typu čidla z hlediska druhu výstupu nebude podle našeho názoru tak významná. Jak odporové, aktivní i strunové výstupy jsou běžně používány. Praktické zkušenosti dodavatelů systému jsou v tomto ohledu rozhodující. V případě odporových snímačů je potřeba minimálně třívodičové zapojení – kompenzuje vliv změny odporu vedení působením teploty.

Zásadním faktorem jsou vstupní parametry měřené veličiny. Měřené teploty budou dosahovat podle lokalizace každého čidla teplot rozmezí max. – 30°C až + 60°C, jednotlivá čidla asi není vhodné odlišovat z hlediska rozsahu velikosti naměřené teploty jednotlivých sledovaných médií, resp. prostředí.

Významným faktorem je i doba záruky. Někteří dodavatelé čidel nabízejí delší záruku na odporové teplotní snímače (v některých případech i 48 měsíců. Je potřeba tento stav ověřit, resp. při zadání zakázky požadovat. Jelikož se jedná o čidla bez případné výměny či náhrady doporučujeme upřednostnit ty s vyšší zaručenou životností.

5.1.4 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu

V současné době nám nejsou známy další veličiny (mimo výše uvedené), které by bylo účelné automaticky monitorovat. Přesto se může v průběhu dalšího provozu VD aktuální potřeba změnit (rozšíření měření, zvýšení požadavků na měření, atp.). Monitorovací systém by měl být proto modulární a otevřený, měl by umožnit další rozšíření.

Výhledově je možno uvažovat např. s doplněním nebo obnovou vztlakoměrných vrtů v případě dotěsnění levého zavázání injektáží. Zavést lze např. i automatické měření relativních deformací na trhlině přibetonovaného vtokového objektu nebo náklonů hráze.

5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém

Monitorovací systém by měl zajistit následující úlohy:

- modulárnost a otevřenost. Systém by měl být modulární, složený z jednotlivých telemetrických centrál (datakoncentrátorů, datalogrů), ke kterým jsou v příslušném počtu připojeny snímače (senzory) jednotlivých měrných míst s analogovým nebo digitálním signálem. Systém by měl být adaptabilní na údržbu systému (redukce a rozšiřování měrných míst) vlastními silami (vyškolený pracovník správce systému),
- adaptabilitu i na možnosti ručního vkládání ostatních vizuálně odečítaných výsledků měření a textových zpráv, výsledků obchůzek,
- měla by být umožněna editace, testování, oprava a prohlížení ručně měřených veličin a výsledků obchůzek,
- průběžné měření snímačů v časové smyčce určené použitými technickými prostředky, ukládání hodnot se však řídí zvoleným režimem vzorkování,
- průběžnou kontrolu funkce všech čidel, komunikačních cest a ostatních komponentů. Interval kontroly je determinován použitou technologií. Vzorkovací interval pro popis monitorovaného jevu navrhujeme od 60 min. výše. Kratší doba není vzhledem k charakteru sledovaných veličin nutná,
- spolehlivost řídící jednotky. Řídící jednotkou by měla být telemetrická centrála, která nebude využívána k jiným účelům (jako osobní počítač),
- požadavky na periferie: USB, nebo sloty na karty, CD ROM, tiskárna,
- úsporu objemu zaznamenávaných a přenášených dat. Vzhledem k charakteru monitorovaných procesů je účelné používat pro záznam dat změnový systém. Ten znamená, že pokud se měřená veličina pohybuje v zadaném rozpětí OD – DO, tak se bez ohledu na čas žádná hodnota neukládá a platí poslední zaznamenaná hodnota včetně časové identifikace. Při překročení předem nastaveného pásu systém přejde na vzorkování v nastaveném čase, např. 15 min (ukládá čas a hodnotu). Po návratu hodnoty veličiny do nastaveného rozpětí zaznamená čas a tuto hodnotu a čeká na další stav překročení platného rozpětí. Tento obecně výhodný způsob však vyžaduje podpůrné programové vybavení, které umí ze změnových hodnot vygenerovat časovou řadu ve zvoleném ekvidistantním kroku,
- Poznámka: tento bod lze brát jako doporučení, aplikace změnového systému pro záznam dat závisí především na dostupnosti potřebného software. Při aplikaci změnového systému by bylo možno použít kratší vzorkovací interval (např. 15 min místo 60 min).
- existují i další systémy pro úsporu dat využívající softwarové selekce „nezajímavých dat“.
- i když bude pro záznam dat použit změnový systém, měl by být nastaven i „pevný“ záznam dat vždy 1x denně (např. v 7 hod.) bez ohledu na naměřené hodnoty a jejich změny.

- průběžné testování snímaných dat na pevné případně dynamické meze. Při jejich dosažení bude v prvé řadě alarmem vyrozuměna obsluha díla. Mezní hodnoty se budou skládat max. ze 3 hodnot (mez bdělosti, mezní hodnota, konstanta - funkce pro dynamické meze),
- přenos naměřených hodnot k hodnotiteli, tj. oběma hlavním pracovníkům TBD. Vzhledem k průběžnému testování výsledků měření v monitorovacím systému se předpokládá dávkový přenos dat v intervalu až dvou týdnů. V případě mimořádné situace je nutné umožnit operativní přenos dat. Organizace pověřená výkonem TBD (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.) je v současné době zavedena na přenos dat pomocí veřejné telefonní sítě prostřednictvím technologie Internetu,
- systém ověřování, kontroly a doplňování chybějících hodnot měření, které mohou vzniknout výpadkem el. energie, závadou na přenosu nebo čidla,
- automatická evidence alarmů a výpadků systému,
- zpracování dat, umožnění výběru veličiny (skupin veličin) ve zvoleném časovém období, tabulka, graf,
- možnost zavedení „ručního“ měření při poruše systému a zpětné začlenění výsledků měření do již vytvořených dat
- systém musí být funkční i při mimořádných událostech (výpadek el. energie 48 hodin), napojení na záložní zdroje. výpadek internetu – nepřebírat žádná data z databáze VHD v HK atp. – to bude zadání pro případný projekt

Dále je třeba schematicky připomenout princip monitoringu
⇒ data z automatického přenosu
⇒ data ručně vkládaná
⇓
měřená veličina ⇒ přepočet ⇒ veličina TBD
Pro jednotlivé přepočty je třeba definovat matriční údaje jednotlivých veličin měření. Tyto údaje jsou v archivu VD - TBD a.s. a jsou v případě realizace monitoringu k dispozici.

5.3 Návrh systému a výběr dodavatele

Pro návrh systému a výběr dodavatele je třeba posuzovat tato kritéria: splnění výše uvedených požadavků na monitorovací systém, cena a doba dodávky, záruky, provozní náklady, požadované technické prostředky, spolehlivost, operativní servis, …

Zajištěna by měla být i návaznost na stávající měření pro zajištění homogenity časových řad (zejména při stavebních úpravách měrných míst).

Pro zpracování projektu a následnou realizaci lze doporučit kvalitní zasíťování, propojení hráze s domkem obsluhy pomocí optických kabelů (redundantní trasa), propojení všech objektů, budoucí možné rozšiřování systému (kamery, provozní veličiny VHD, řídící systémy, zabezpečovací zařízení atp.).

6 ZÁVĚR

Vzhledem k významu vodního díla Les Království (dílo II. kategorie z hlediska TBD) a konstrukčnímu typu hráze považujeme další zkvalitnění výkonu TBD rozšířením systému měření TBD a zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD za žádoucí. V předkládaném dokumentu jsme specifikovali potřeby rozšíření systému TBD o nová zařízení a rozsah zavádění kontinuálního sledování, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Zavedení automatického monitoringu představuje prakticky kontinuální měření jen stanoveného počtu vybraných veličin TBD. Kontinuálně měřené veličiny bude dále doplňovat soubor hodnot měřených a odečítaných manuálně.

Stávající systém měření a sledování TBD doporučujeme rozšířit o následující zařízení:

- osm nových vztlakoměrných vrtů ze vzdušní paty hráze,
- šest teplotních čidel ve vrtech pro sledování teplotních změn tělesa hráze,
- 26 kontrolních výškových nivelačních bodů.

Do automatického monitorovacího systému TBD doporučujeme zavádět:

- 8+7 tlakových snímačů pro nové vztlakoměrné vrty v pravém zavázání a původní vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy v levém zavázání,
- 6 teplotních čidel pro sledování teplotních změn tělesa hráze,
- přejímat provozní a meteorologické veličiny ze systému VHD PL.

Uvedený materiál může být využit jako jeden z podkladů pro rozhodnutí správce díla Povodí Labe, státní podnik ohledně vybudování monitorovacího systému veličin TBD. Předložený návrh se dále předpokládá využít pro vypracování zadání a soutěžních podmínek na zhotovení projektu a dodávku technických a programových prostředků monitorovacího systému pro vodní dílo Les Království. Použit bude také pro projekční řešení a dodávku nových kontrolních zařízení. Při přípravě případné realizace akcí jsme připraveni dále spolupracovat. Podrobné matriční údaje, identifikační kódy veličin, požadavky na přesnost, definiční obory hodnot, změnové meze, meze bdělosti, mezní hodnoty a další potřebné údaje pro vytvoření softwarové aplikace bude zpracováno přehledné tabulce jako nezbytná součást projektu.

Celkové náklady na rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu vybraných veličin v doporučované variantě II odhadujeme na 3.400 tis. Kč bez DPH. Celkové náklady je nutno považovat za velice orientační, vycházejí z obdobných akcí na jiných vodních dílech. Pro bližší specifikaci nákladů je nutno upřesnit jednotlivé položky v rámci projekčního řešení.

Práce je možné etapizovat. Navrhujeme následující postup:

1 etapa – doplnění zařízení TBD a úprava stávajícího (vztlakoměrné vrty, doplnění a obnova nivelačních bodů).

2 etapa – doplnění o vztlakoměrná a teplotní čidla, realizace automatického monitoringu podle varianty.

V Praze, září 2014

Vypracoval: Ing. Tomáš Klemša

Schválil: Ing. David Richtr
vedoucí útvaru 401

7 ROZDĚLOVNÍK

1 - 4 Povodí Labe, státní podnik

5 – 6 VODNÍ DÍLA - TBD a.s.

8 SEZNAM PŘÍLOH

Stávající instalace a zařízení TBD

1 Situace rozmístění stávajících zařízení TBD

2 Schématický řez horní a dolní kontrolní chodbou a nově vybudovanou injekční štolou s vyznačením průsakoměrných míst (vyústění drenážního systému)

3 Schématický řez injekční chodbou s vyznačením kontrolních a vztlakoměrných vrtů, M 1:300

4.1 Příčný řez hrází, rozmístění vztlakoměrných vrtů V1n, V1v, M 1:200

4.2 Příčný řez hrází, rozmístění vztlakoměrných vrtů V2n, V2v, M 1:200

4.3 Příčný řez hrází, rozmístění vztlakoměrných vrtů V3n, V3v, M 1:200

5 Podélný řez těsnící zdí, M 1:400

6 Pohled na vzdušní líc hráze, Schéma rozmístění geodetických bodů

Nové (navrhované) instalace a zařízení TBD

7 Situace rozmístění nově navrhovaných zařízení TBD

8 Pohled na vzdušní líc se zákresem základové spáry

Schématické rozmístění nových vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond v podélném směru, Zákres návrhu teplotních profilů, Návrh rozmístění nivelačních bodů

9 Příčné řezy hrází, profil 1, 2, 3

Návrh rozmístění vrtu ze vzdušní paty hráze (levé zavázání), Zákres vrtu pro teplotní čidlo z horní revizní chodby, Návrh rozmístění nivelačních bodů

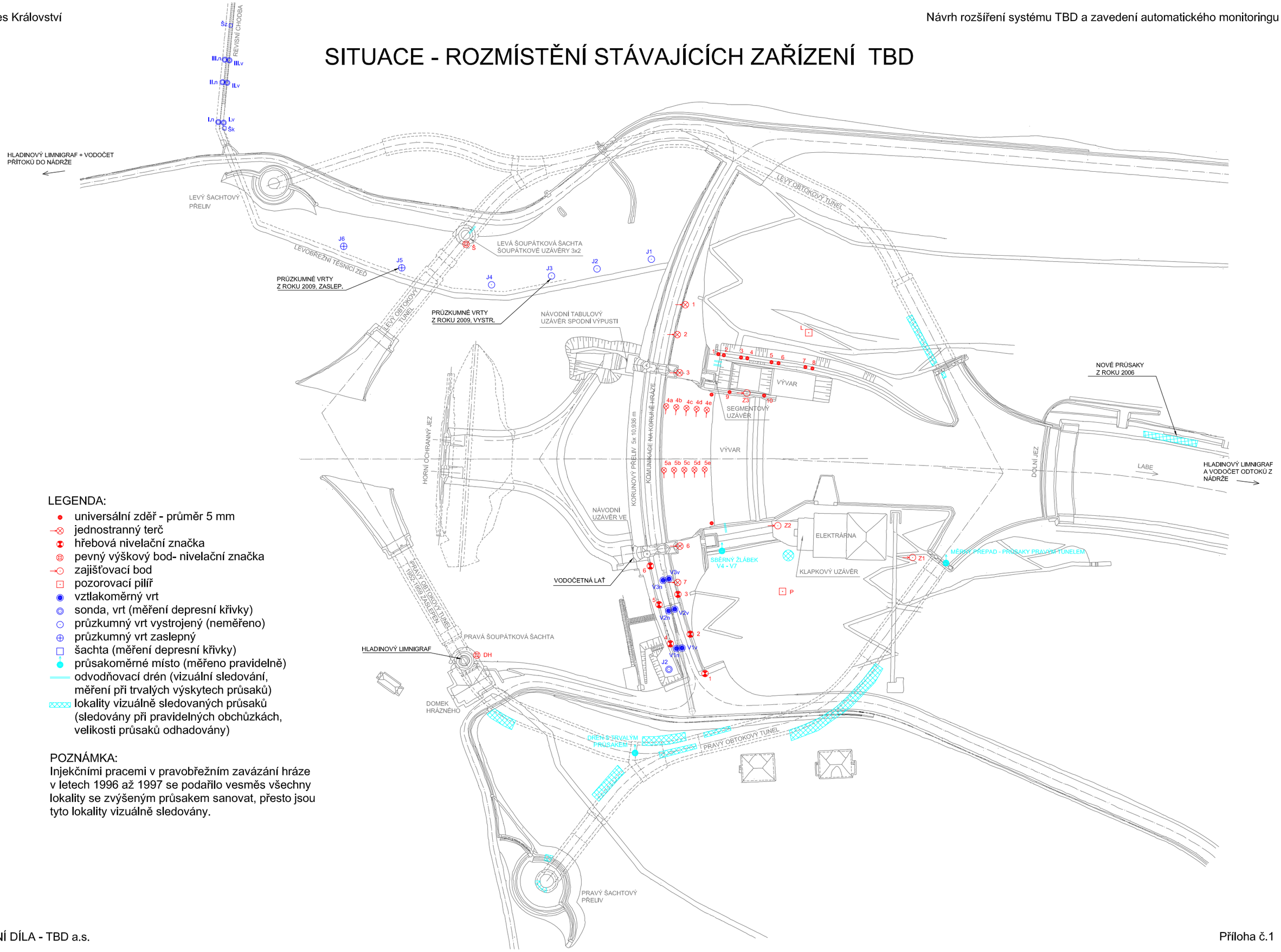
10 Příčné řezy hrází

Návrh rozmístění náklonoměrů v hrázovém tělese, Návrh profilu pro osazení teplotních čidel, Doplnění vrtů v pravém zavázání

11 Schéma návrhu umístění náklonoměru v šachtě nad pravým obtokovým tunelem

12 Schéma návrhu umístění náklonoměru v levé šoupátkové šachtě

SITUACE - ROZMÍSTĚNÍ STÁVAJÍCÍCH ZAŘÍZENÍ TBD

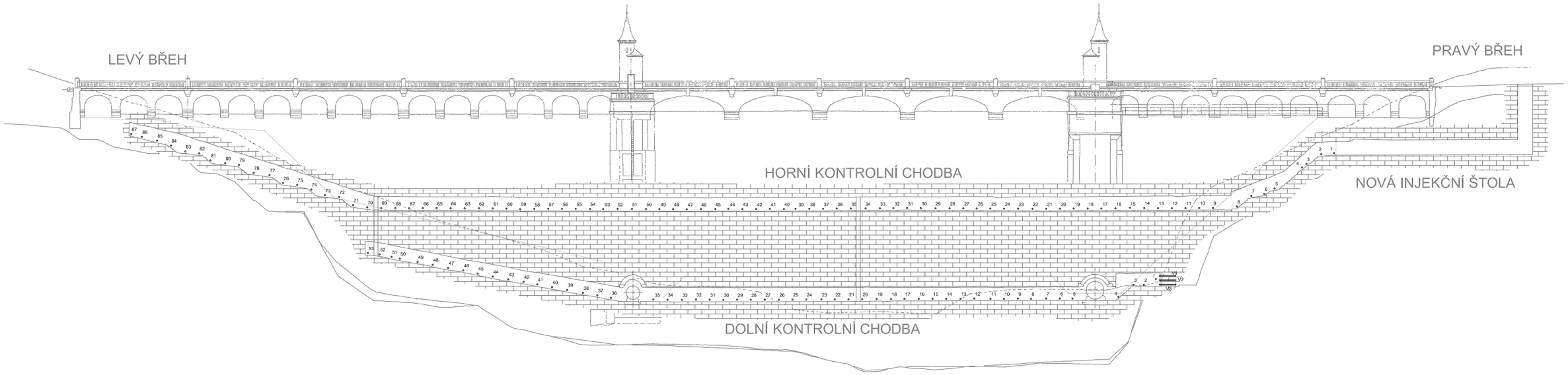


LEGENDA:

- universální zděř - průměr 5 mm
- jednostranný terč
- hřebová nivelační značka
- pevný výškový bod- nivelační značka
- zajišťovací bod
- pozorovací pilíř
- vztlakoměrný vrt
- sonda, vrt (měření depresní křivky)
- průzkumný vrt vystrojený (neměřeno)
- průzkumný vrt zaslepný
- šachta (měření depresní křivky)
- průsakoměrné místo (měřeno pravidelně)
- odvodňovací drén (vizuální sledování, měření při trvalých výskytech průsaků)
- lokality vizuálně sledovaných průsaků (sledovány při pravidelných obchůzkách, velikosti průsaků odhadovány)

POZNÁMKA:
Injekčními pracemi v pravobřežním zavázání hráze v letech 1996 až 1997 se podařilo vesměs všechny lokality se zvýšeným průsakem sanovat, přesto jsou tyto lokality vizuálně sledovány.

SCHEMATICKÝ ŘEZ HORNÍ A DOLNÍ KONTROLNÍ CHODBOU A NOVĚ VYBUDOVANOU INJEKČNÍ ŠTOLOU S VYZNAČENÍM PRŮSAKOMĚRNÝCH MÍST (VYÚSTĚNÍ DRENÁŽNÍHO SYSTÉMU)



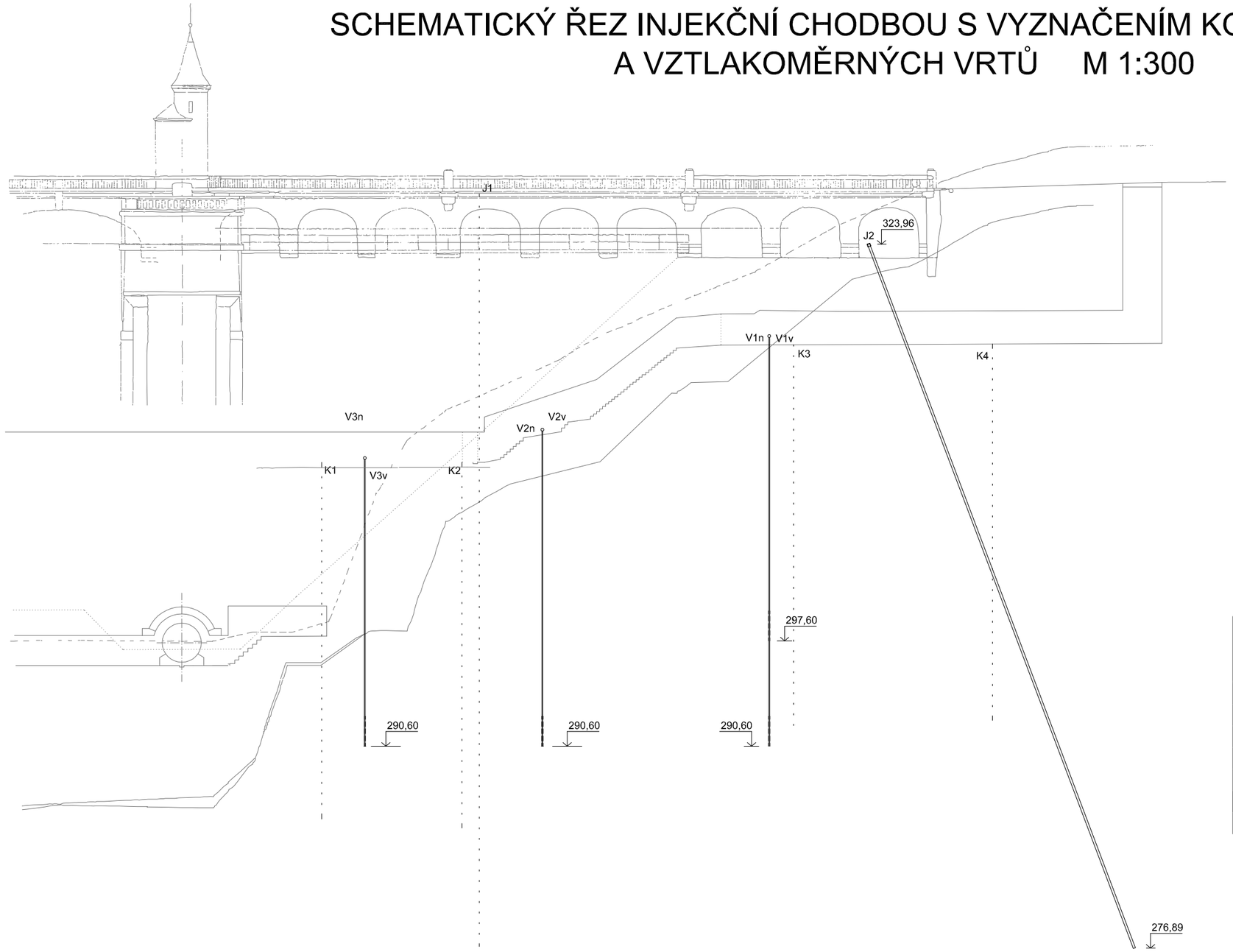
LEGENDA:

— odvodňovací vrty z pravobřežního zavázání hráze
○ vyústění svislých drénu - průměr 0,2 m

POZNÁMKA:

Drenážní soustava vyústěná do horní kontrolní chodby (D1- D87) zachytává průsakovou vodu z úrovní mezi kótami 321,60 m n.m. a 309,60 m n.m.
Do dolní kontrolní chodby je vyústěná drenáž (D1-D53) zachytávající prosakující vody z úrovní mezi kótami 310,60 m n.m. a 296,60 m n.m.

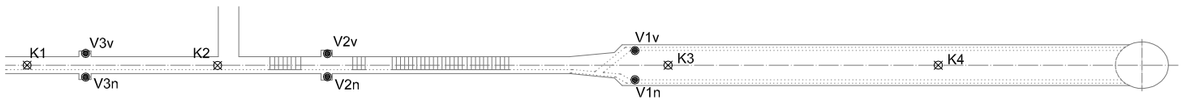
SCHEMATICKÝ ŘEZ INJEKČNÍ CHODBOU S VYZNAČENÍM KONTROLNÍCH A VZTLAKOMĚRNÝCH VRTŮ M 1:300



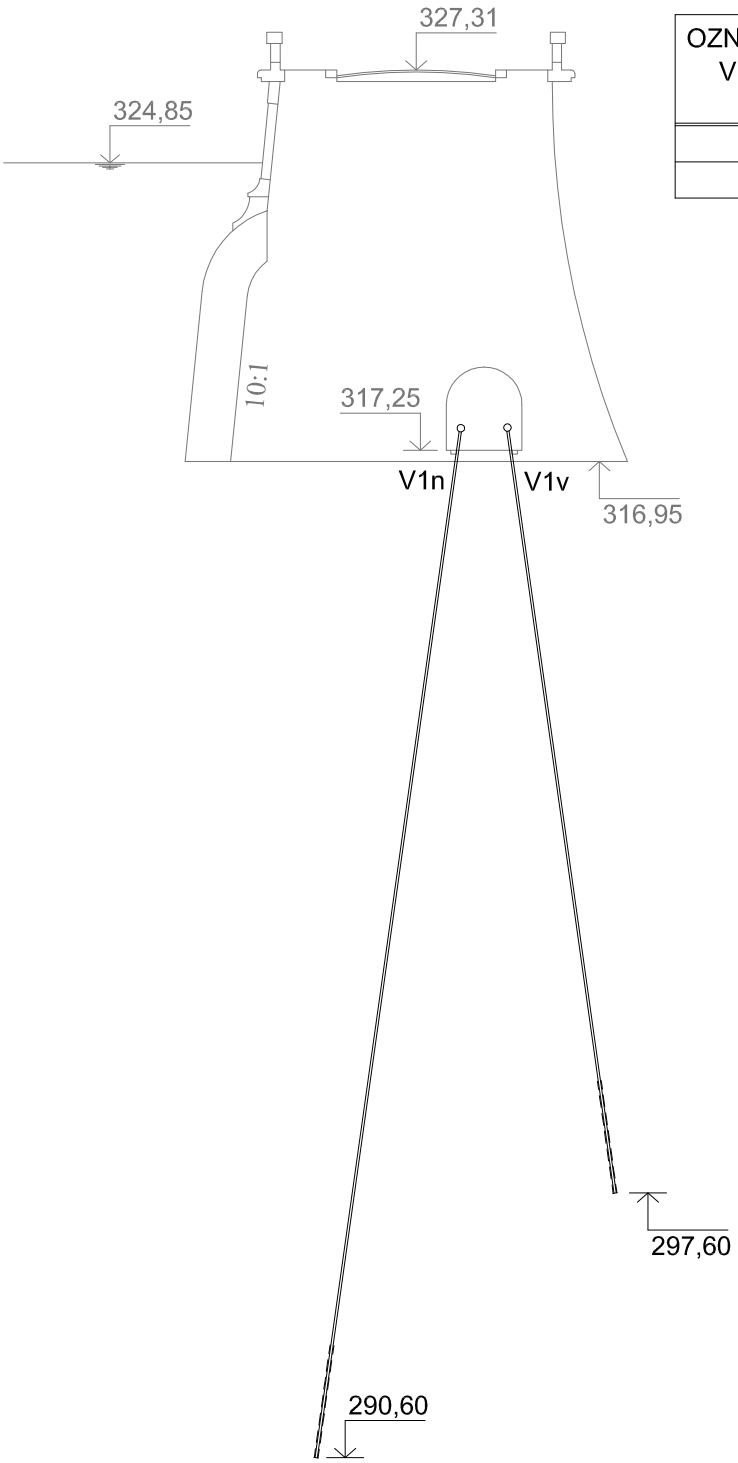
- vztlakoměrný vrt (půdorys)
- vztlakoměrný vrt (řez)
- zainjektovaný kontrolní vrt, sonda (půdorys)
- zrušený, nefunkční kontrolní vrt, sonda (řez)
- kontrolní vrt, sonda (řez)

OZNAČENÍ VRTU	KÓTA ZHLAVÍ	KÓTA JÍMÁNÍ	KÓTA ZÁKL. SPÁRY	ODKLON VRTU
	m n.m.	m n.m.	m n.m.	°
V1n	317,83	290,60	316,95	8,00
V1v	317,85	297,60	316,95	8,00
V2n	311,62	290,60	309,53	10,00
V2v	311,63	290,60	309,53	10,00
V3n	309,75	290,60	298,67	10,00
V3v	309,68	290,60	298,67	10,00
J-2	323,96	276,89	-	20,70

PŮDORYS INJEKČNÍ CHODBY

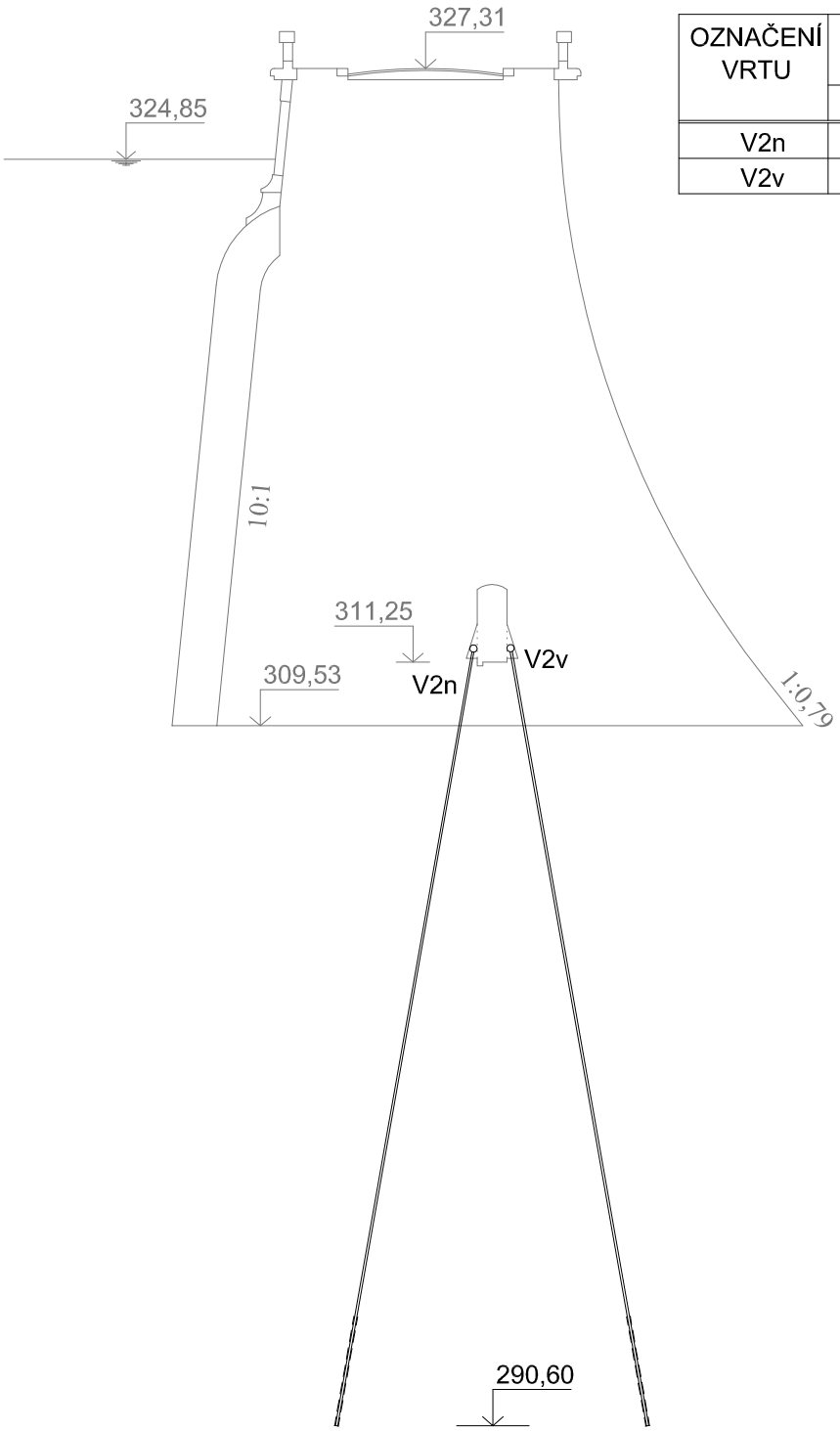


PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, ROZMÍSTĚNÍ VZTLAKOMĚRNÝCH VRTŮ V1n, V1v
M 1:200



OZNAČENÍ VRTU	KÓTA ZHLAVÍ	KÓTA JÍMÁNÍ	KÓTA ZÁKL. SPÁRY	ODKLON VRTU
	m n.m.	m n.m.	m n.m.	°
V1n	317,83	290,60	316,95	8,00
V1v	317,85	297,60	316,95	8,00

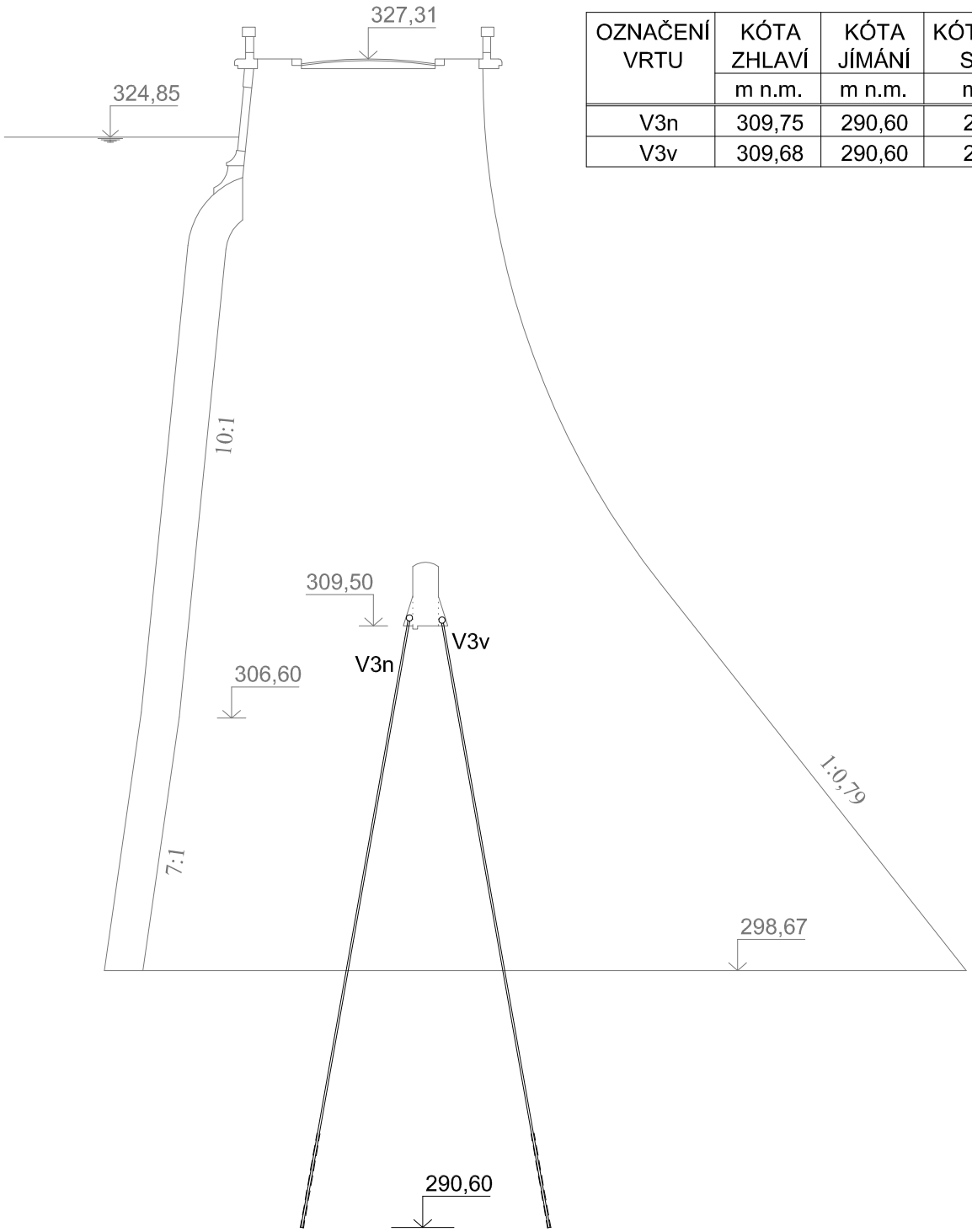
PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, ROZMÍSTĚNÍ VZTLAKOMĚRNÝCH VRTŮ V2n, V2v
M 1:200



OZNAČENÍ VRTU	KÓTA ZHLAVÍ	KÓTA JÍMÁNÍ	KÓTA ZÁKL. SPÁRY	ODKLON VRTU
	m n.m.	m n.m.	m n.m.	°
V2n	311,62	290,60	309,53	10,00
V2v	311,63	290,60	309,53	10,00

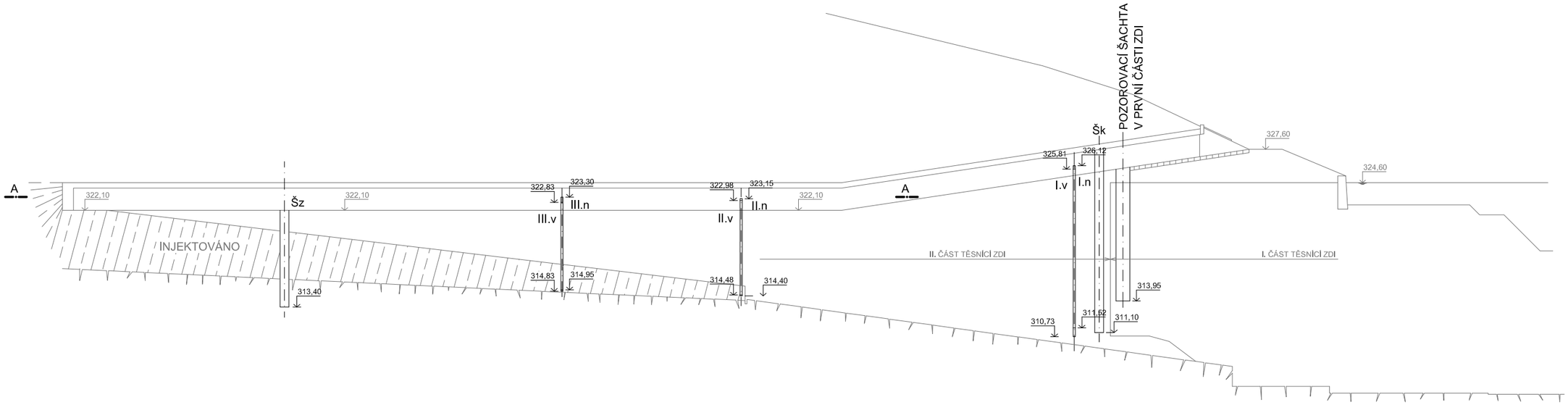
PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ, ROZMÍSTĚNÍ VZTLAKOMĚRNÝCH VRTŮ V3n, V3v
M 1:200

OZNAČENÍ VRTU	KÓTA ZHLAVÍ	KÓTA JÍMÁNÍ	KÓTA ZÁKL. SPÁRY	ODKLON VRTU
	m n.m.	m n.m.	m n.m.	°
V3n	309,75	290,60	298,67	10,00
V3v	309,68	290,60	298,67	10,00

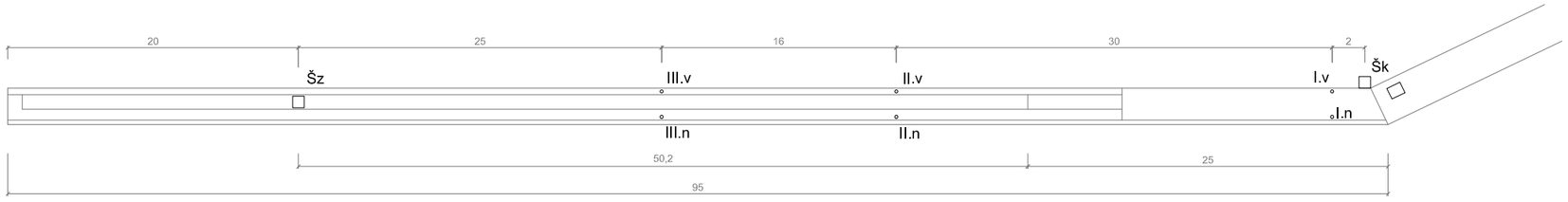


PODÉLNÝ ŘEZ TĚSNÍCÍ ZDÍ
M 1:400

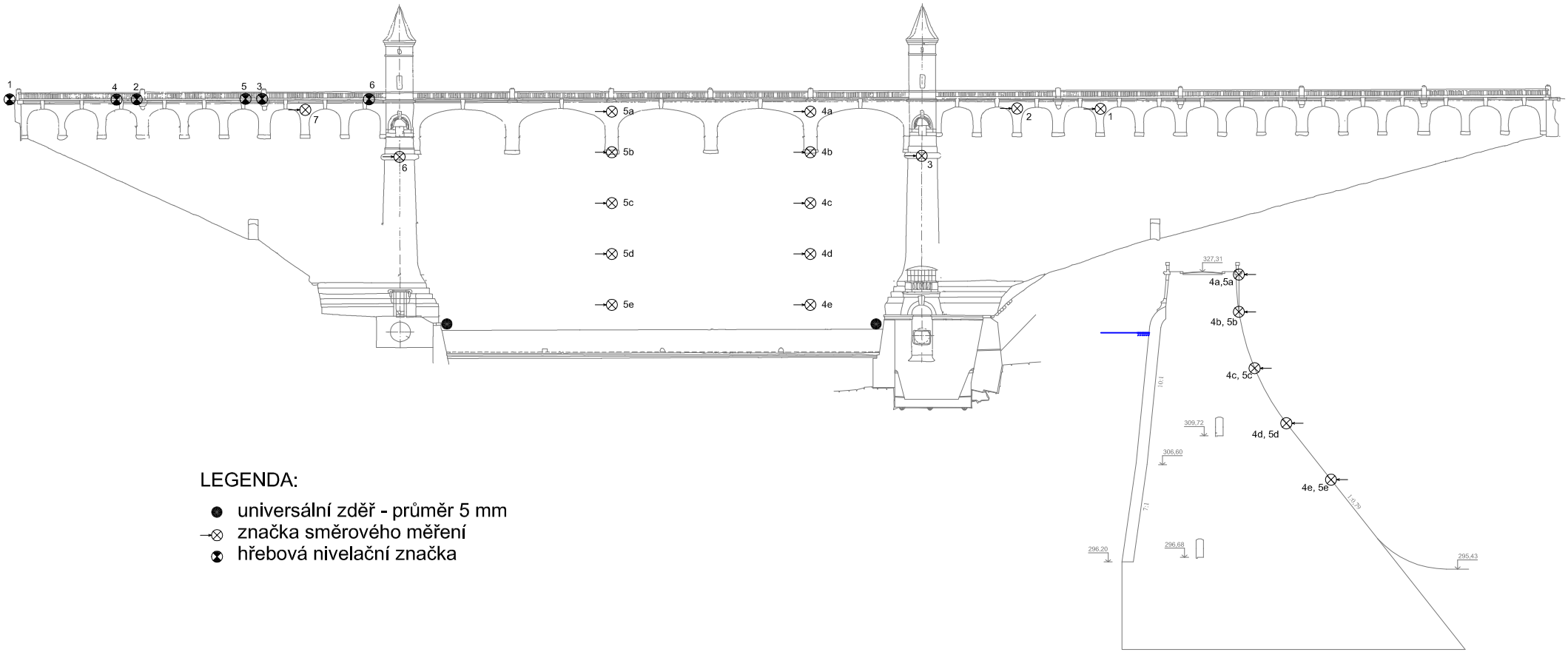
OZNAČENÍ SONDY, ŠACHTY	KÓTA ZHLAVÍ m n.m.	KÓTA DNA m n.m.
I.n	326,12	311,52
I.v	325,81	310,73
II.n	323,15	314,40
II.v	322,98	314,48
III.n	323,30	314,95
III.v	322,83	314,83
Šk	325,55	311,10
Šz	322,10	313,40



PŮDORYS - ŘEZ A-A



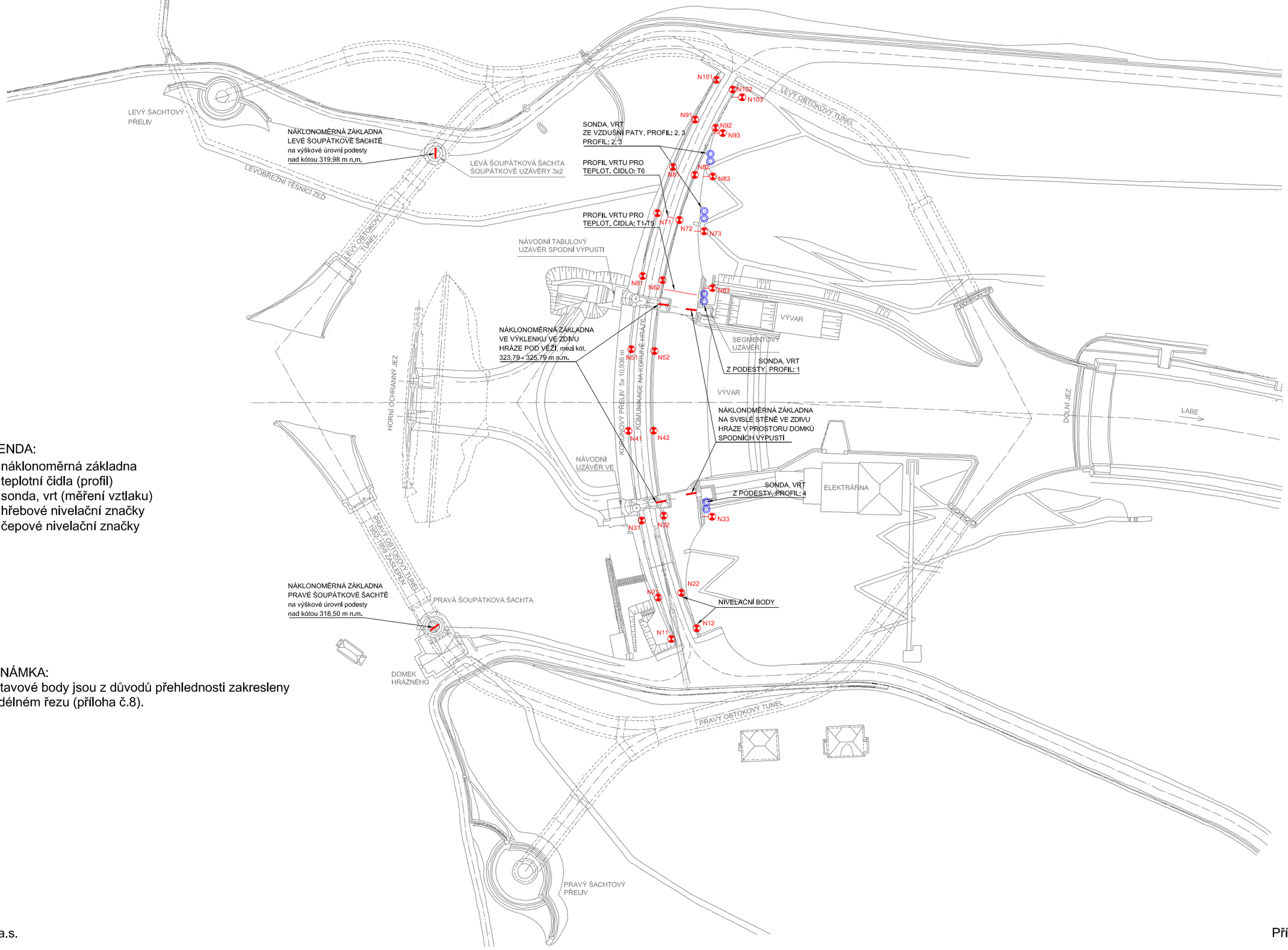
POHLED NA VZDUŠNÍ LÍC HRÁZE
SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ GEODETICKÝCH BODŮ



LEGENDA:

- universální zděř - průměr 5 mm
- značka směrového měření
- hřebová nivelační značka

SITUACE - ROZMÍSTĚNÍ NOVĚ NAVRHOVANÝCH ZAŘÍZENÍ TBD

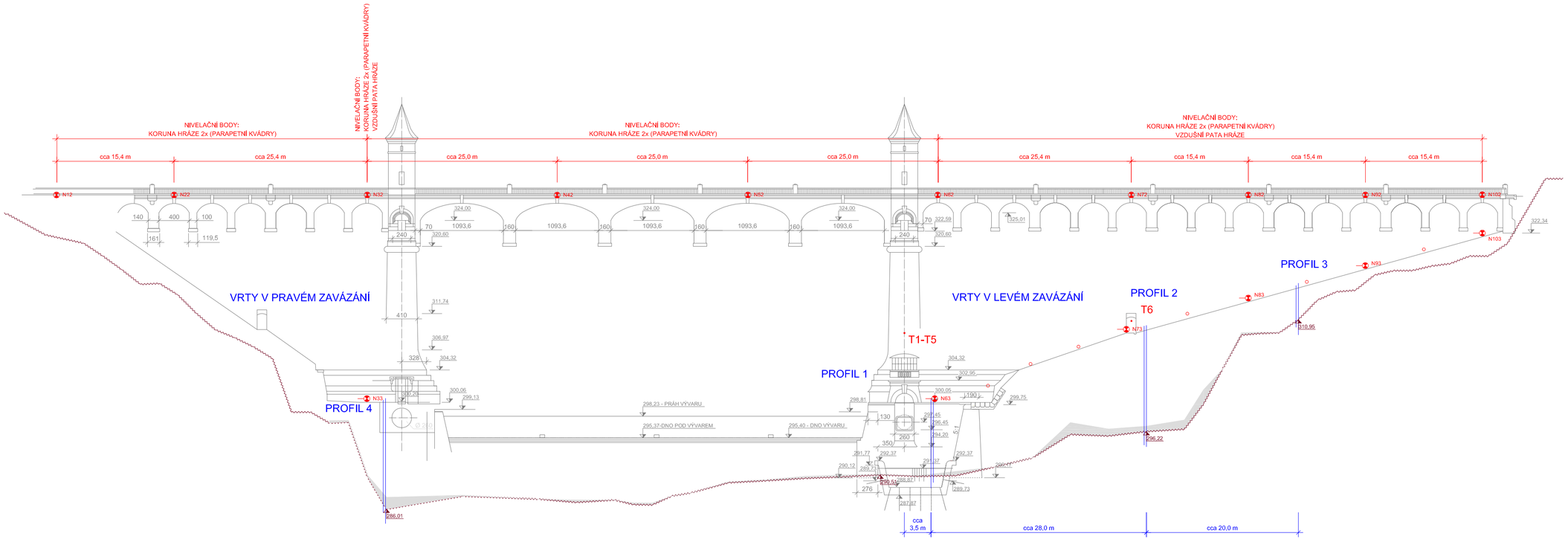


LEGENDA:

- náklonoměrná základna
- teplotní čidla (profil)
- sonda, vrt (měření vztlaku)
- hřebové nivelační značky
- čepové nivelační značky

POZNÁMKA:
Přestavové body jsou z důvodů přehlednosti zakresleny v podélném řezu (příloha č.8).

POHLED NA VZDUŠNÍ LÍC SE ZÁKRESEM ZÁKLADOVÉ SPÁRY
SCHÉMATICKÉ ROZMÍSTĚNÍ NOVÝCH VZTLAKOMĚRNÝCH VRTŮ A POZOROVACÍCH SOND
ZÁKRES NÁVRHU TEPLOTNÍCH PROFILŮ, NÁVRH ROZMÍSTĚNÍ NIVELAČNÍCH BODŮ



LEGENDA:

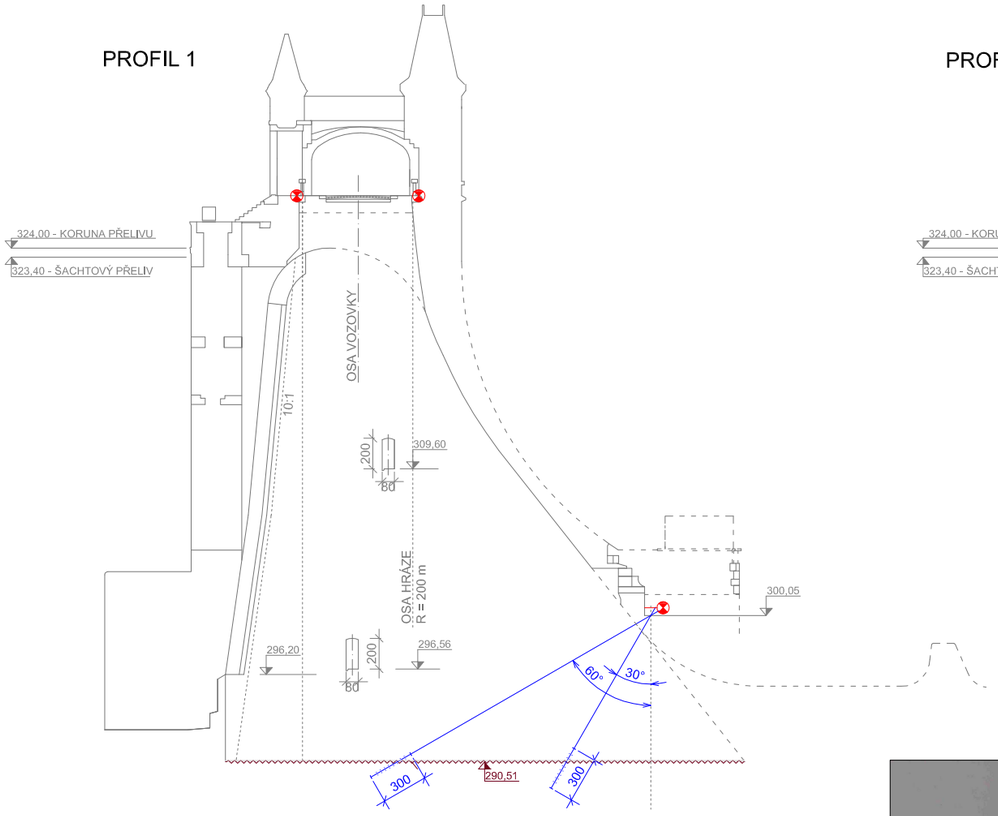
- vrt nebo profil pro osazení teplotních čidel
- vztlakoměrný vrt, pozorovací sonda
- průběh základové spáry v ose hráze
- vyrovnávací beton
- hřebová nivelační značka
- čepová nivelační značka
- přestavový bod

POZNÁMKA:

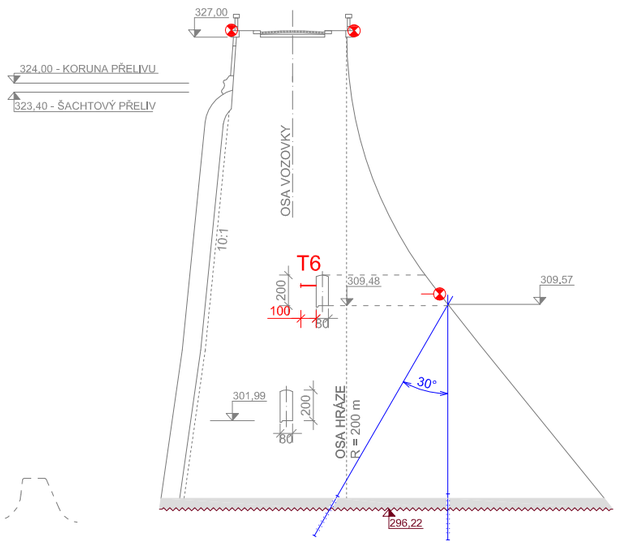
Průběh základové spáry a vyrovnávacího betonu v ose hráze byl odvozený z podélného řezu původní dokumentace (skutečné provedení).

PŘÍČNÉ ŘEZY HRÁZÍ, M 1:200
NÁVRH ROZMÍSTĚNÍ VRTŮ U VZDUŠNÍ PATY HRÁZE (LEVÉ ZAVÁZÁNÍ)
ZÁKRES VRTŮ PRO TEPLOTNÍ ČIDLO Z HORNÍ REVZNÍ CHODBY
NÁVRH ROZMÍSTĚNÍ NIVELAČNÍCH BODŮ

PROFIL 1

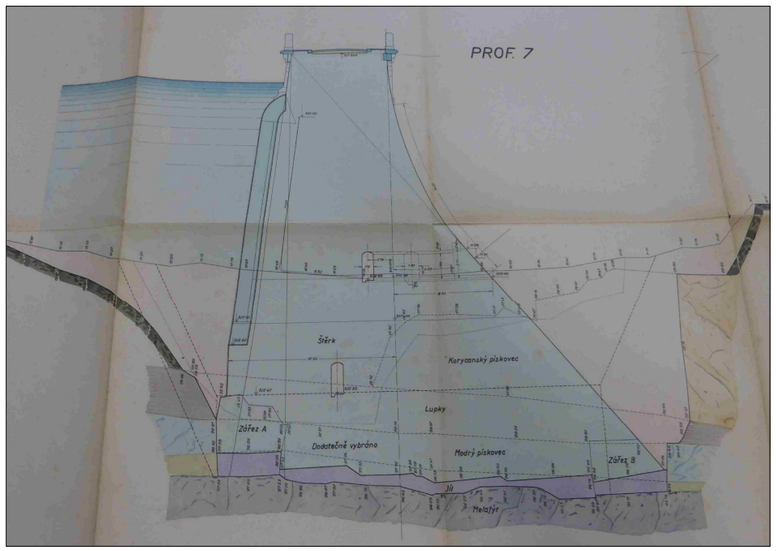


PROFIL 2



PROFIL 3

PROFIL 2 NÁVRHU ODPOVÍDÁ PROF. 7 PŮVODNÍ DOKUMENTACE



Levé zavázání	Délka vrtu [m]	Odklon od svislice [°C]
Profil 1, návodní	21.7	60
Profil 1, vzdušní	13.6	30
Profil 2, návodní	18.0	30
Profil 2, vzdušní	16.0	0
Profil 3, návodní	11.0	60
Profil 3, vzdušní	6.8	0
Délka vrtů celkem cca	**87.1**	**m**

LEGENDA:

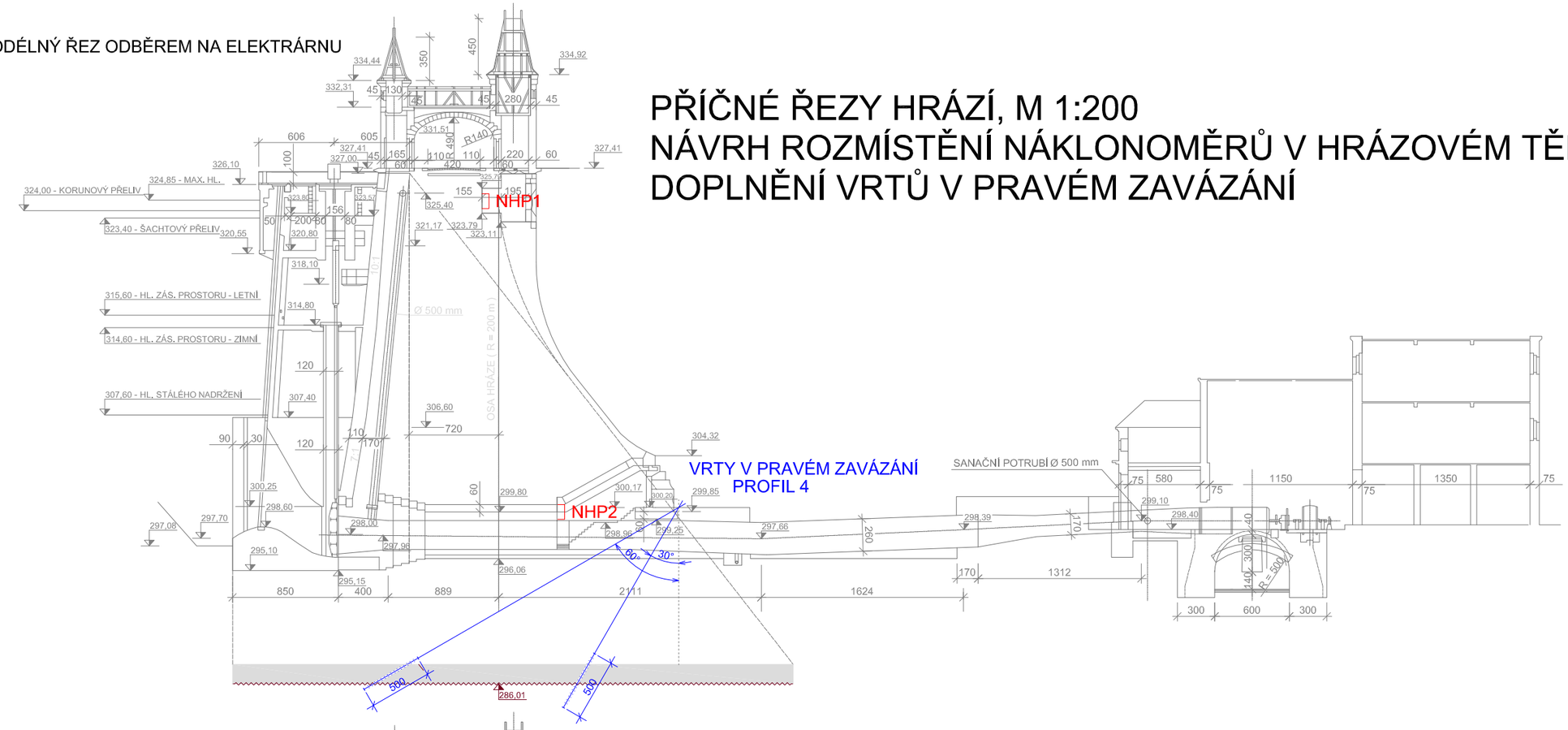
- vrt nebo profil pro osazení teplotních čidel
- vztlakoměrný vrt, pozorovací sonda
- průběh základové spáry v ose hráze
- vyrovnávací beton
- hřebová nivelační značka
- čepová nivelační značka

POZNÁMKA:

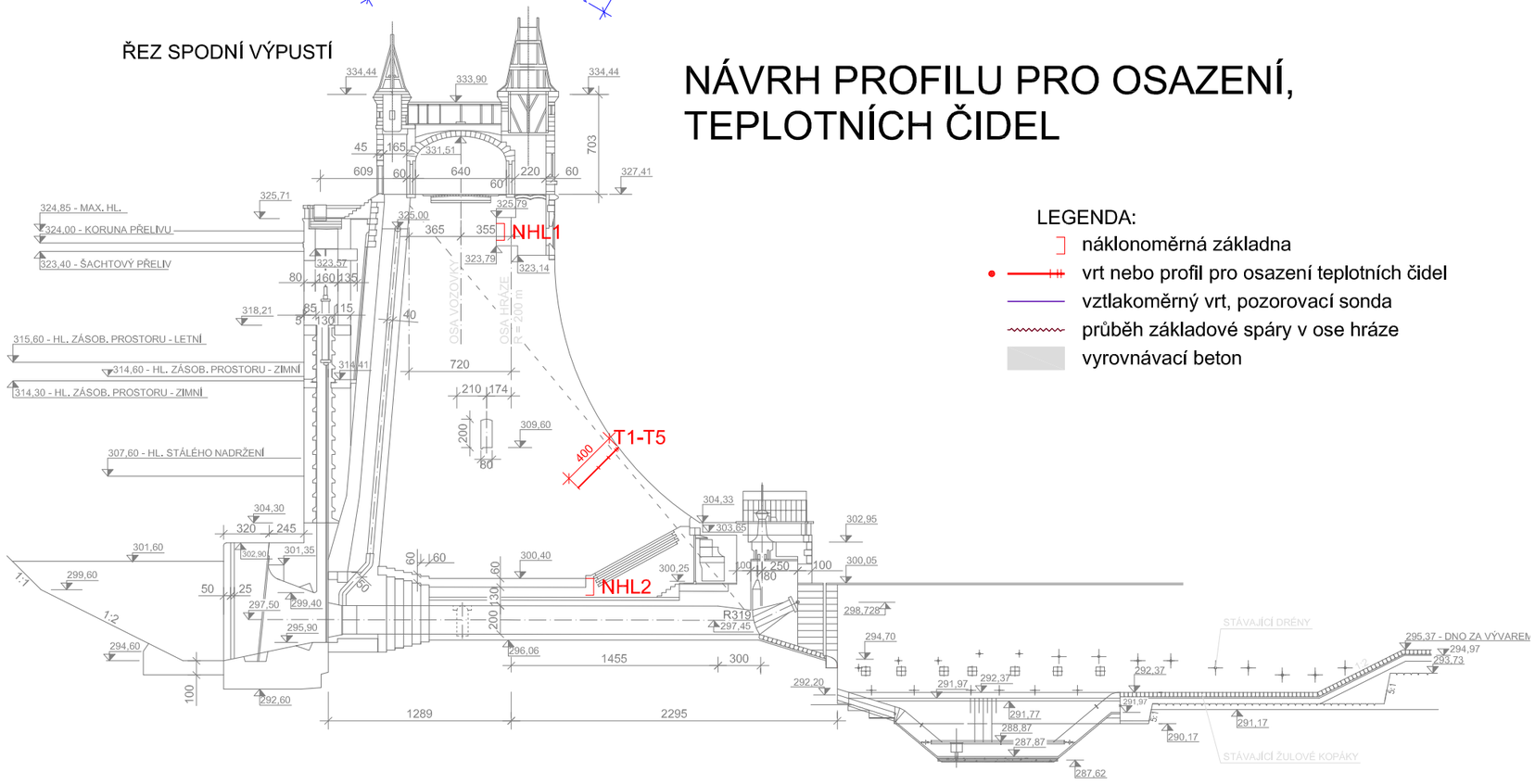
Průběh základové spáry byl odvozený z podélného řezu původní dokumentace (skutečné provedení).
Terén u vzdušní paty byl odsunutý z výkresové dokumentace MŘ (dokumentace Povodí Labe, státní podnik).

PŘÍČNÉ ŘEZY HRÁZÍ, M 1:200
NÁVRH ROZMÍSTĚNÍ NÁKLONOMĚRŮ V HRÁZOVÉM TĚLESE
DOPLNĚNÍ VRTŮ V PRAVÉM ZAVÁZÁNÍ

PODÉLNÝ ŘEZ ODBĚREM NA ELEKTRÁRNU



ŘEZ SPODNÍ VÝPUSTÍ



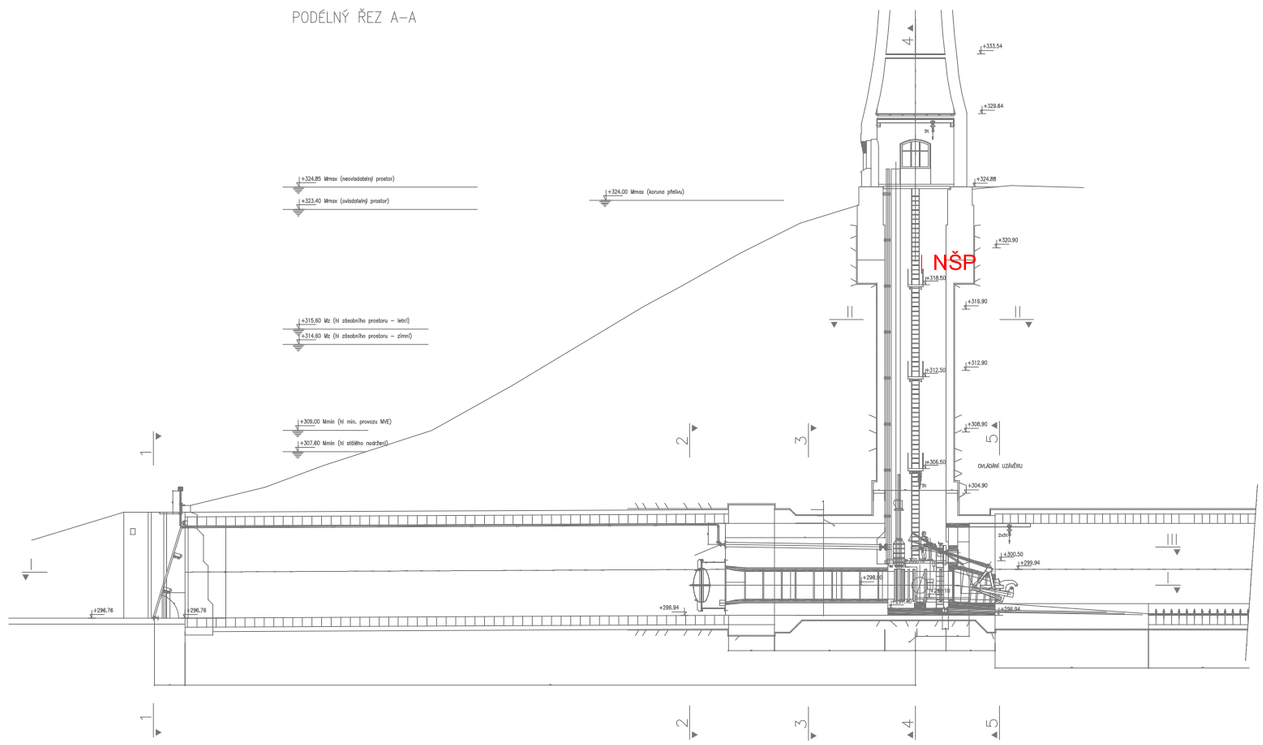
NÁVRH PROFILU PRO OSAZENÍ, TEPLOTNÍCH ČIDEL

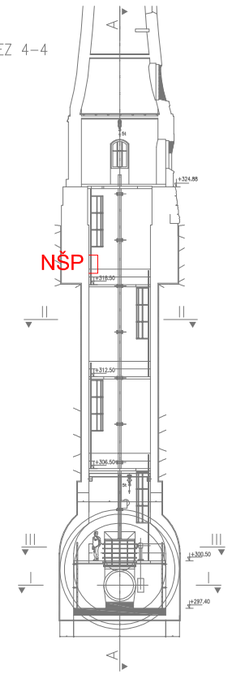
LEGENDA:

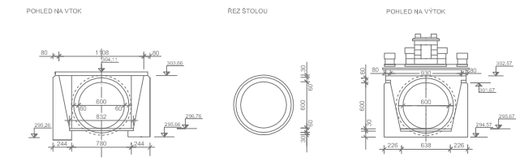
- náklonoměrná základna
- vrt nebo profil pro osazení teplotních čidel
- vztlakoměrný vrt, pozorovací sonda
- průběh základové spáry v ose hráze
- vyrovnávací beton

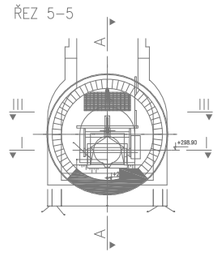
Pravé zavázání	Délka vrtu [m]	Odklon od svislice [°C]
Profil 4, návodní	29.8	60
Profil 4, vzdušní	19.2	30
Délka vrtů celkem cca	**49.0**	**m**

SCHÉMA NÁVRHU UMÍSTĚNÍ NÁKLONOMĚRU V ŠACHTĚ NAD PRAVÝM OBTOKOVÝM TUNELEM, M 1:1000



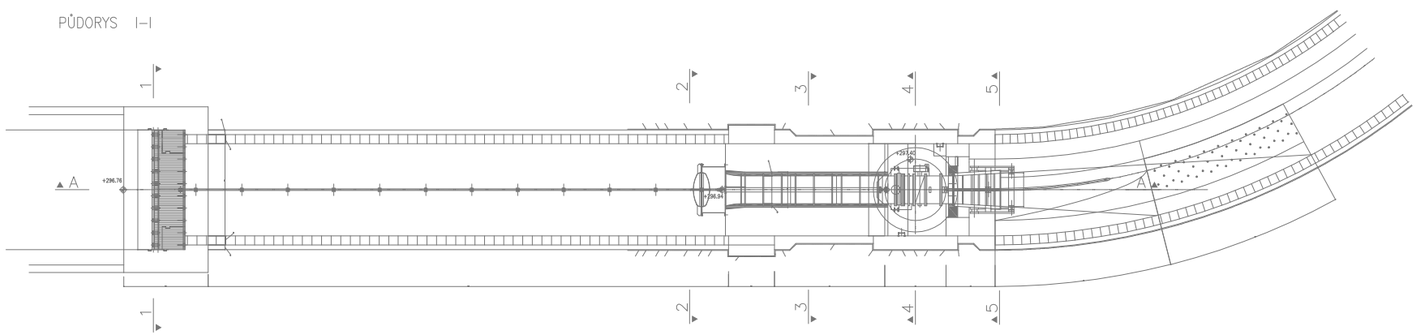


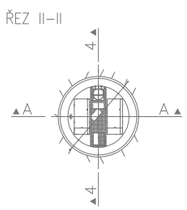


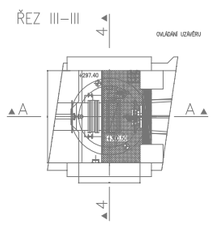


LEGENDA:

] náklonoměrná základna







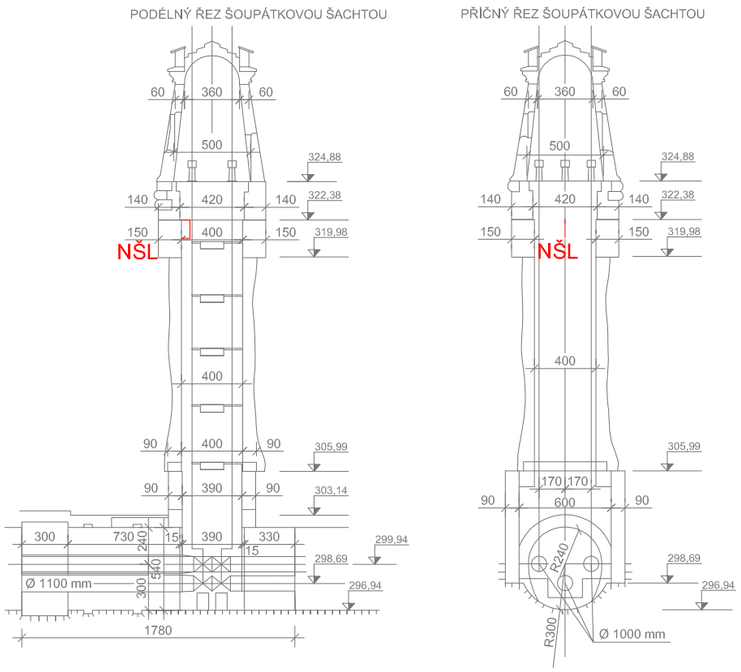
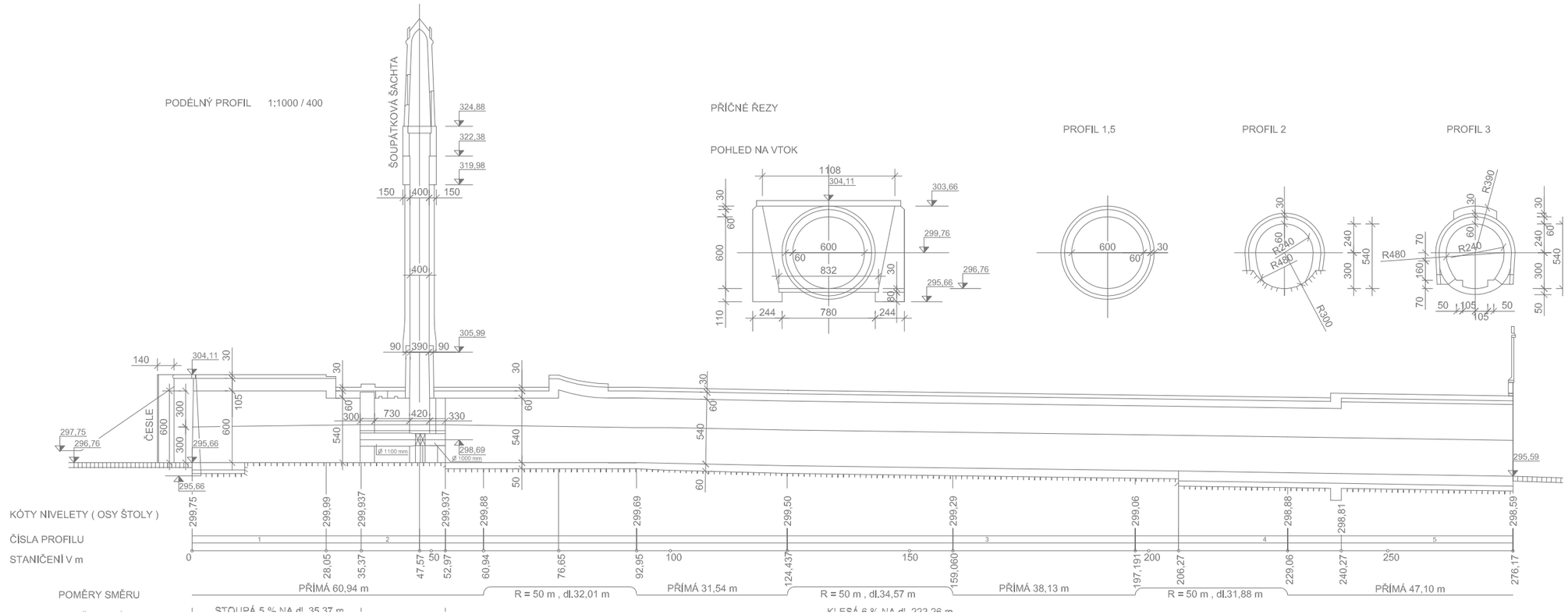


SCHÉMA NÁVRHU UMÍSTĚNÍ NÁKLONOMĚRU V LEVÉ ŠOUPÁTKOVÉ ŠACHTĚ, M 1:1000

LEGENDA:

⌉ náklonoměrná základna



VODNÍ DÍLA - TBD

VD VRCHLICE

Návrh rozšíření zařízení TBD a zavedení automatického monitoringu

V Praze, říjen 2014

Výtisk č. 1

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 401	Ing. David Richtr
Vedoucí projektu	Ing. David Kapko
Vypracoval	Ing. David Kapko
Spolupráce	Pavel Drahovzal

VD VRCHLICE
Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu

Objednatel	Povodí Labe, státní podnik
Číslo projektu	P 130/14 (A1272/14)
Archivní číslo	2014/203
Vypracováno	V Praze, říjen 2014

OBSAH

1 ÚVOD 2
2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD 4
3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ 6
3.1 Průsakové poměry 6
3.2 Tlakové poměry 7
3.3 Deformace tělesa hráze 7
3.3.1 Svislé posuny 7
3.3.2 Vodorovné posuny 8
3.3.3 Relativní pohyby na dilatačních spárách 8
3.3.4 Náklony hrázových bloků 8
3.3.5 Tenzometry a teplotní čidla 9
4 DOPLNĚNÍ STÁVAJÍCÍHO SYSTÉMU MĚŘENÍ TBD 10
4.1 Svislé posuny 10
4.2 Vodorovné posuny 10
4.2.1 Zařízení pro sledování tangenciálních posunů 10
4.3 Roztahoměrné základny 11
4.4 Vztlakoměrné vrty 11
4.5 Sledování náklonů a průhybů tělesa hráze 12
4.6 Zařízení pro měření teploty hrázového zdiva. 12
5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD 13
5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů 13
5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry 14
5.1.2 Tlakové poměry 14
5.1.3 Zařízení pro sledování tangenciálních posunů 15
5.1.4 Náklony hrázového tělesa 15
5.1.5 Teplota betonu 16
5.1.6 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu 17
5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém 18
5.3 Návrh systému a výběr dodavatele 19
6 ZÁVĚR 20
7 ROZDĚLOVNÍK 22
8 SEZNAM PŘÍLOH 22

1 ÚVOD

Návrh rozšíření zařízení TBD a zavedení automatického monitoringu vybraných veličin na VD Vrchlice byl vypracován na základě smlouvy o dílo č. A 1272/14 mezi společností VODNÍ DÍLA – TBD a.s. a státním podnikem Povodí Labe. Tento návrh vychází ze zkušeností z dlouholetého sledování a hodnocení díla v rámci technickobezpečnostního dohledu (dále také TBD) a navazuje na předchozí doporučení hodnotících etapových zpráv o TBD.

Cílem návrhu je:

- provést inventarizaci kontrolních zařízení pro měření TBD včetně zhodnocení jejich funkčnosti a technického stavu,
- navrhnout rozšíření systému TBD, nová měřící zařízení nebo úpravy stávajících,
- vybrat kontinuálně sledované jevy,
- stanovit požadavky na měřící zařízení (čidla) a popis vyplývajících stavebních úprav,
- stanovit požadavky na monitorovací systém.

Účelem návrhu rozšíření systému TBD na VD Vrchlice je zkvalitnění této odborné činnosti na vodním díle. Tato činnost je z praktických důvodů spojena i se zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD tak, aby dílo bylo v tomto pohledu modernizováno komplexně a systematicky.

Účelem návrhu monitoringu je specifikovat rozsah jeho zavádění, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Základním bodem je stanovení nejdůležitějších sledovaných veličin z hlediska bezpečnosti vodního díla. V dalších bodech jsou pak stanoveny požadavky na monitorovací systém a návrh systému, jako podklad pro výběr dodavatele.

Vybudováním monitorovacího systému s automatickým sledováním vybraných jevů TBD se sleduje hlavně zkvalitnění výkonu TBD:

- předsunutým testováním hodnot měřených veličin přímo na díle bez zásadního ovlivnění lidským činitelem,
- včasným rozpoznáním nástupu a vývoje případných nestandardních situací v „chování“ díla,
- zdokonalením výkonu TBD obsluhou díla,
- sjednocením datového formátu pro přenos výsledků měření k hlavním pracovníkům TBD (HP TBD).

Na základě současného stavu měření a pozorování TBD (organizace TBD, přehled sledovaných jevů a popis příslušných měřených veličin včetně četností měření) a koncepčních zásad pro

zavádění automatického monitoringu TBD na VD je navržen cílový soubor veličin, vhodných pro kontinuální sledování vybraných jevů na VD Vrchlice.

Předmět zájmu tohoto návrhu je zúžen na problematiku zajištění a výkonu odborného TBD na díle. Součástí návrhu není řešení dalších souvisejících odborných a administrativních agend (např. plánování prohlídek a revizí, evidence písemností, dokladů a odborné dokumentace, evidence závad …atd.).

Použité podklady

- Program TBD pro provoz trvalý - platný od 1. 1. 2013
- 16. Etapová zpráva o výsledcích TBD za období od 1. 8.2011 do 31. 7. 2013, Archivní číslo: 2013/169, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., září 2013.
- Manipulační řád pro vodní dílo Vrchlice na Vrchlici, Zdeněk Novák, odbor technickoprovozní činnosti, Povodí Labe s.p. leden 2012.
- 15. Etapová zpráva o výsledcích TBD za období od 1. 9. 2009 do 31. 7. 2011, Archivní číslo: 2011/331, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., listopad 2011.
- 4. Souhrnná etapová zpráva o výsledcích TBD za období od 1. 1. 2000 do 31. 8. 2009, Archivní číslo: 2009/150 VODNÍ DÍLA – TBD a.s., říjen 2009.
- VD Vrchlice, Stanovení mezní bezpečné hladiny vody v nádrži, Archivní číslo: 2007/376, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., prosinec 2007.
- VD Vrchlice, Posudek bezpečnosti vodního díla při povodních, Archivní číslo: 2009/075, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., červen 2009.
- Výsledky měření vybraných provozních veličin a veličin TBD a výsledky periodických měření, prohlídek a obchůzek, prováděných obsluhou díla podle PTBD.
- Výsledky prohlídek prováděných HP TBD a specialisty a.s. VODNÍ DÍLA – TBD v rámci výkonu TBD.

2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD

Správce vodního díla - Povodí Labe, s.p. zajišťuje provádění TBD ve spolupráci s pověřenou odbornou organizací VODNÍ DÍLA - TBD a.s. Na výkonu pravidelných pozorování a měření se podílejí obě zúčastněné organizace v rozsahu stanoveném Programem TBD. Program TBD pro provoz trvalý - platný od 1. 1. 2013 byl zpracován podle příslušných ustanovení zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých předpisů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č. 471/2001 Sb., o TBD nad vodními díly, ve znění vyhlášky č. 255/2010 Sb.

TBD je realizován soubory pozorování a měření prováděnými pracovníky správce a pověřené organizace. Jejich výčet, účel a systém měření jsou obsahem kapitoly 3.

V rámci běžného provozu a výkonu TBD jsou obsluhou díla sledovány hydrologické, meteorologické a provozní poměry. Dále jsou měřeny deformace tělesa hráze, průsakové poměry a vztlakové poměry.

V současné době jsou na vodním díle Vrchlice obsluhou pravidelně měřeny následující vodohospodářská měření a pozorování:

Obsluha vodního díla provádí na vodním díle měření a pozorování potřebná pro řízení a kontrolu provozu díla v rozsahu podle provozního řádu.

a) Za normálního provozu sleduje a zaznamenává denně v 7,00 hod.:
   - kótu hladiny,
   - přítok do nádrže,
   - odtok z nádrže,
   - odběry vody z nádrže,
   - teplotu vzduchu a vody,
   - denní úhrn srážek (srážkoměrná stanice u domku hrázného),
   - počasí,
   - průhlednost vody v nádrži.

V zimním období dále sleduje:

   - výšku sněhové pokrývky,
   - tloušťku ledu na hladině nádrže.

b) Za zvýšených průtoků a za povodní, případně i v jiných mimořádných situacích sleduje obsluha VD vše dle výše uvedeného a dále zaznamenává:
   - údaje o kapacitě a časový průběh převádění průtoků spodními výpustmi a bezpečnostním přelivem,
   - jiná mimořádná zjištění.

Četnost odečtu a výběr sledovaných údajů může dále upravit VHD PL podle aktuální situace.

Funkční jsou i pomůcky a přístroje pro měření povětrnostních a provozních poměrů. Vodní dílo Vrchlice je vybaveno systémem k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na přehradě a v jejím blízkém okolí a dále k řízení a monitorování technologie. Pro obsluhu vodního díla byl vytvořen vizualizační systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Tento systém zajišťuje sběr a prezentaci všech aktuálních okamžitých dat z měřících stanic a provádí jejich archivaci v definovaných intervalech. Takto je zajištěn sběr a prezentace dat o vodních stavech na přítoku z limnigrafické stanice Malešov a stav pod hrází je sledován na limnigrafu Vrchlice.

Všechna tato data jsou na vyžádání VHD PL přenášena do srážko-odtokového modelu HYDROG určeného pro operativní řízení vodního díla. Celý systém tak zajišťuje předpověď možného očekávaného vývoje hydrologické situace a dává doporučení k řízení vodního díla.

Většina údajů z monitorovacího systému provozních veličin VHD PL je využívána i pro potřeby TBD. Údaje jsou uváděny do pravidelných hlášení TBD.

Od výstavby hráze je prováděno měření vodorovných a svislých deformací na koruně hráze, vzdušním i návodním líci geodetickými metodami. Dále jsou prováděna měření relativních deformací na pracovních spárách a změny náklonů některých bloků pomocí náklonoměrů MAIHAK. Součástí TBD je měření průsakových a tlakových poměrů v podloží hráze.

Dalším prvkem TBD jsou pravidelné prohlídky konané obsluhou díla s četností 3x týdně. Výsledky z těchto prohlídek jsou ve formě hlášení zasílány oběma hlavním pracovníkům TBD k rozboru a posouzení.

3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ

V září 2014 byla provedena inventarizace kontrolních zařízení pro měření v prostorech hráze a v jejím okolí. Průběžná inventarizace a ověření funkčnosti jednotlivých zařízení byla realizována v rámci TBD již v průběhu let minulých.

3.1 Průsakové poměry

Pro odvodnění a snížení tlakového horizontu vody v podloží byla v průběhu výstavby hráze realizována soustava vrtů. Na levém břehu se nachází dva svislé vrty za blokem 1 a 3. Vrty byly původně osazeny manometry pro sledování tlaku, ale v minulosti byly manometry demontovány. Vrty nevykazují tlak na zhlaví a ani voda z vrtů nevytéká. Vzhledem ke tvaru zhlaví vrtů, není možno měřit hladinu vody ve vrtu. Na vrtech není v současné době prováděno měření.

V oblasti za zavázáním v pravém břehu se nachází celkem 8 vrtů. Drény ústí do tří kobek na rozdílných výškových úrovních. Kobky jsou přisazeny k hrázi na vzdušní straně u bloků 8, 9 a 11. S výjimkou bloku 11 jsou v každé kobce vyústěny 2 drény, v kobce u bloku 11 se nachází zakončení 4 drénů. Vyústění všech drénů tvoří ocelové trubky vnějšího průměru 90 mm, které jsou na zhlaví osazeny kulovým uzávěrem a manometrem.

Jednotlivé kobky jsou vzájemně propojeny tak, aby průsak mohl odtékat, a je vyústěn ve zdi na pravé straně vývaru. Zařízení pro měření průsaku jsou pro ruční objemová měření funkční.

Objemové měření je prováděno 1 x týdně. Jednotlivé průsaky jsou měřeny samostatně a následně sčítány.

Foto č. 1: Drenážní vrt u vzdušní paty hráze.

3.2 Tlakové poměry

Tlakové poměry v podloží hráze se sledují doplňkově na drenážní soustavě, která byla zřízena prioritně k odvodnění pravého svahu. Nejedná se tedy o typické vztlakoměrné vrty.

Tlak v drenážních vrtech na pravé straně se sleduje 1 x čtvrtletně, kdy se uzavřou uzávěry na drénech a po cca 15 minutách se provede odečet tlaku na manometrech.

Podle dochované dokumentace jsou tyto vrty vnějšího průměru cca 90 mm a vedou do podloží u vzdušní paty hráze. Vrty na pravé straně jsou svislé a na levé straně jsou vrty ukloněny proti vodě a do svahu. Podrobná dokumentace vrtů a další informace nejsou dochovány.

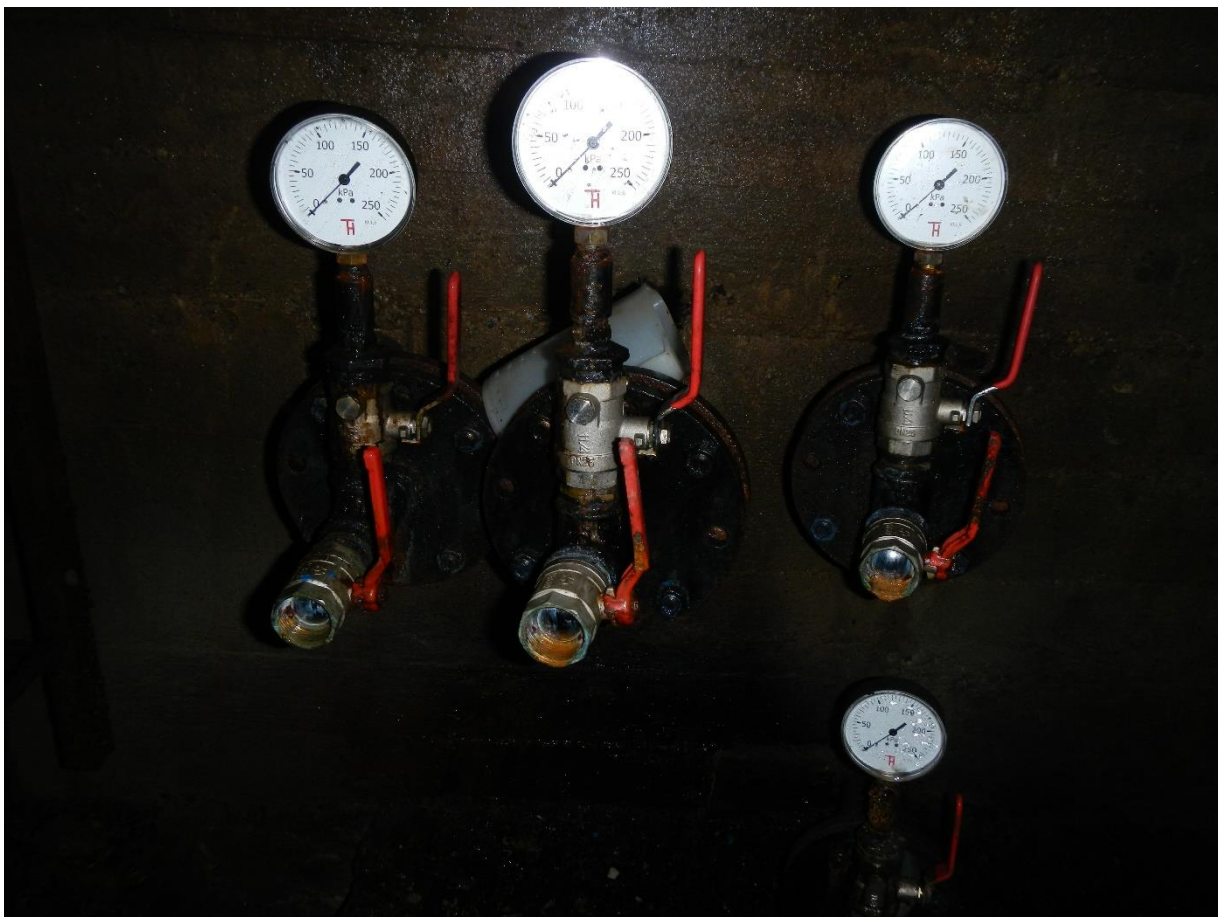


Foto č. 2: Zhlaví drenážních vrtů s manometrickou sestavou u bloku č. 11.

3.3 Deformace tělesa hráze

3.3.1 Svislé posuny

Svislé posuny jsou na tělese sledovány geodetickým metodami na řadě kontrolních výškových bodů od roku 1970. Kontrolní body jsou umístěné na koruně i u vzdušní paty hráze.

Systém měření svislých posunů je funkční a vyhovuje stávajícím požadavkům TBD.

3.3.2 Vodorovné posuny

Těleso hráze je od výstavby vybaveno kontrolními body a zařízením pro měření vodorovných deformací na návodním a vzdušním líci. Základní měření proběhlo v roce 1970.

Pro zvýšení přesnosti a stability výsledků geodetických měření byla v roce 2014 provedena modernizace kontrolních bodů na vzdušním líci. Kontrolní body na vzdušní straně koruny hráze byly opatřeny novými trny, na které se při měření osazují speciální odrazné hranoly. Těchto bodů je 13. Dále byly v bloku č. 6 osazeny 3 pevné odrazné hranoly, které jsou na vzdušním líci osazeny trvale. Výhodou této modernizace je využití přesné totální stanice s automatickým cílením a využití specializovaného softwaru pro zpracování měřených dat.

Vodorovné posuny – směr tangenciální

Vodorovné posuny ve směru osy hráze jsou sledovány z důvodu kontroly přenosu klenbového účinku a stability opěrných gravitačních bloků (blok č. 0 a č. 12).

Mezietapové posuny levého opěrného bloku č.0 se pohybují v řádu milimetrů. Posuny z základnímu měření dosahovaly během posledních deseti let hodnot až – 3,3 mm k levému břehu.

Mezietapové posuny pravého opěrného bloku č. 12 se pohybují v řádu desetin milimetrů. Posuny k základnímu měření jsou v porovnání s levým zavázáním dvojnásobně větší a za posledních deset let dosahovaly maximální posuny až + 6,4 mm ve směru k pravému břehu.

Z hlediska zajištění klenbového účinku tělesa hráze jsou naměřené hodnoty posunů v tangenciálním směru příznivé a nesignalizují jeho snížení. Z hlediska polohových změn gravitačních bloků nedochází k takovému vývoji, který by signalizoval posun do břehů a narušení opěrné funkce těchto bloků pro klenbovou část hráze.

3.3.3 Relativní pohyby na dilatačních spárách

Na vzdušním líci v přístupné části paty hráze jsou pro sledování relativních pohybů svislých pracovních spárách osazeny trojúhelníkové roztahoměrné základny. Tyto základny byly instalovány již při výstavbě vodního díla Vrchlice. Pohyby ve svislém (dz) a vodorovném (dx) směru jsou měřeny deformetrem Huggenberger DA-2 s přesností + 0,05 mm. Cílem sledování relativních pohybů na svislých pracovních spárách je jednak včasné podchycení případného snížení klenbového účinku (směr dx) a jednak monitorování stability bloků z hlediska změn v podloží (směr dz).

3.3.4 Náklony hrázových bloků

Při stavbě tělesa hráze byly pro sledování náklonů vybraných bloků instalovány strunové náklonoměry Maihak. Měření náklonů je prováděno přenosným odečítacím zařízením MDS3 (220V) s četností 4x ročně. Praktická přesnost tohoto měření je $\pm$0,3 mm/10m.

Strunové náklonoměry MDS82a a MDS82b v počtu 12 pro směr radiální i tangenciální byly instalovány do bloků 6, 9,12.

Přehled strunových náklonoměrů Maihak

Blok	číslo na výstupu	směr	kóta	stav funkce
12	166	R	313,80	funkční
	170	T	313,80	funkční
9	84	T	315,80	funkční
	34	R	315,80	funkční
	55	R	299,80	funkční
	13	T	299,80	funkční
6	85	R	309,80	funkční
	1	T	291,80	funkční
	20	R	317,80	funkční
	54	R	297,80	nefunkční přibližně od 9/92
	6	R	291,80	funkční
	81	T	309,80	nefunkční od 1970

Některé z instalovaných snímačů však s postupem doby od zahájení provozu přestaly fungovat buď z důvodu poškození přenosových kabelů či porušení vlastního tělesa snímače. V současné době je 6 snímačů funkčních a 2 snímače jsou funkční občasně (pravděpodobně problémy s napojením s rozvaděčích).

Funkční snímače i nadále slouží k monitorování vývoje náklonů. Z jejich časového vývoje nelze odvodit křivku náklonů v celé výšce bloků, případné polohové změny bloků by však prováděná měření na dosud funkčních snímačích včas podchytila. V budoucnu však nelze vyloučit poškození dalších náklonoměrů.

3.3.5 Tenzometry a teplotní čidla

Při výstavbě tělesa hráze byly dále osazeny snímače napětí (tenzometry) a teploty výrobce METRA. Tato zařízení byla používána během výstavby pro sledování hydratace betonu a vývoje napětí v betonové konstrukci. Po dokončení stavby přestala být používána. V současné době se jejich měření již neprovádí.

4 DOPLNĚNÍ STÁVAJÍCÍHO SYSTÉMU MĚŘENÍ TBD

Pro zkvalitnění výkonu TBD na VD Vrchlice doporučujeme provést úpravy a doplnění stávajícího systému měření TBD.

4.1 Svislé posuny

Systém měření svislých posunů vyhovuje stávajícím požadavkům TBD a není navrhováno žádné doplnění.

4.2 Vodorovné posuny

Vodorovné posuny tělesa hráze jsou sledovány geodetickými metodami od výstavby v roce 1970. V roce 2014 byla provedena první etapa modernizace kontrolních bodů.

V rámci další etapy modernizace doporučujeme doplnit vzdušní líc o další pevné odrazné hranoly, které budou umístěny do dvou svislých profilů. První bude v bloku č.3 (3 ks) a druhý profil v bloku č. 9 (2 ks).

Rovněž na návodním líc doporučujeme osadit 5 pevných odrazných hranolů.

V rámci této etapy modernizace by bylo doplněno celkem 10 pevných odrazných hranolů umístěných na vzdušním a návodním líci.

4.2.1 Zařízení pro sledování tangenciálních posunů

Sledování tangenciálních posunů ve směru osy hráze je v současné době sledováno pouze geodetickými metodami s relativně řídkou četností měření.

Pro sledování tangenciálních posunů (hráz – podloží pravého svahu) doporučujeme instalovat na vodním díle Vrchlice vícenásobný extenzometr a teploměry.

Navrhujeme použít tyčový extenzometr. Extenzometr je zařízení, které umožňuje měřit deformace objektu ve směru jeho podélné osy. Jednoduchý tyčový extenzometr je prakticky tyč, zakotvená na dně vrtu do horninového masivu (zdiva, nebo betonu). Od kořene kotvy je pak tyč vedena vrtem v ochranné trubce nebo „bovdenu“ k referenčnímu zhlaví vrtu. Změny vzdálenosti obou míst se pak měří na zhlaví vrtu.

Měřit se může buď mechanickým úchylkoměrem, posuvným měřidlem nebo se posuv zhlaví sleduje průběžně automatickým odečtem vhodného typu čidla. Doporučujeme použití ručního úchylkoměrů. Přesnost odečtu změny vzdálenosti by v případě použití číselníkových úchylkoměrů byla + 0,01 mm.

Do jednoho vrtu lze podle průměru umístit až osm tyčových extenzometrů s kořeny v různých hloubkách. Vrt se vyplní cementovou zálivkou (injektáží), tak aby byly kotvy fixovány v požadovaných hloubkách.

Tyčové extenzometry dodává více výrobců v různém technickém provedení, princip měření však zůstává stejný. Pro dlouhodobé použití je nutné, aby tyče extenzometrů byly z antikorozního materiálu s pokud možno odolné proti teplotním změnám. V současné době se s úspěchem používají tyče sklolaminátové.

Pro sledování tangenciálních deformací doporučujeme na VD Vrchlice instalovat jeden trojnásobný extenzometr v mírně skloněném vrtu (cca 5° od horizontály z důvodů lepší instalace). Vrt by se provedl z kobky u bloku č. 11 a sledována by byla funkce opěrného bloku č. 12. Vrtné práce by byly zároveň pracemi průzkumnými. Předpokládáme jádrové vrtání a provedení vodních tlakových zkoušek (VTZ) v sestupném uspořádání. Jádrové vývrty by byly použity pro stanovení pevnostních a materiálových charakteristik betonu.

Trojnásobný extenzometr by byl instalován v cca 15 m dlouhém vrtu prům. cca 144 mm, který by zasahoval až do podloží hráze. První tyč extenzometru by byla ukotvena u dna vrtu v hloubce cca 15m. Druhá a třetí tyč by byla ukotvena cca 1 m před a cca 1 m za základovou spárou (podle výsledků vrtných prací) pro sledování deformací v jejím okolí. U všech kotevních míst (respektive v polovině vzdáleností) by byly i teplotní čidla pro vyjádření teplotní závislosti.

Schéma extenzometrického vrtu a princip fungování tyčového extenzometru je zobrazen na příloze č. 4.

4.3 Roztahoměrné základny

Roztahoměrné základny slouží ke sledování relativních pohybů na dilatačních spárách. Roztahoměry jsou umístěny v přístupné části paty vzdušního líce. Základny byly osazeny v období výstavby vodního díla.

Stávající trojúhelníkové základny jsou funkční, ale podléhají přirozenému procesu stárnutí. Předpokládáme, že v budoucnosti bude nutno některé stávající čepy roztahoměrů nahradit. V současné době doporučujeme všechny čepy roztahoměrů zakrýt PVC maticemi (čepičkami), které ochrání čep proti korozi.

4.4 Vztlakoměrné vrty

Na vodním díle neexistují „klasické“ vztlakoměrné vrty, které sledují tlakové poměry na základové spáře hráze a funkčnost (kvalitu) injekční clony. Měření tlakového horizontu probíhá pouze orientačně na drenážních vrtech 1 x za čtvrt roku.

Zhlaví stávajících drenážních vrtů B1 a B2 v levé části hráze bude upraveno pro ruční měření hladiny ve vrtu.

Doporučujeme proto zřídit sérii nových vztlakoměrných vrtů. Z důvodu absence injekční štoly navrhujeme nové vztlakoměrné vrty zřídit ve stávajících kobkách, kde vrty a jejich zhlaví budou chráněny před nepřízní povětrnostních vlivů a v budově strojovny spodních výpustí. Celkem budou zřízeny 3 profily vždy se dvěma různě ukloněnými vrty (celkem tedy 6 nových vrtů). Čtyři vrty v kobkách u bloků 8 a 9 (vždy po dvou) a dva vrty ve strojovně spodních výpustí. Vrty budou dosahovat pod základovou spáru. Vrty budou osazeny snímači automatického monitoringu a zhlaví vrtu bude vybaveno sestavou pro ruční měření.

4.5 Sledování náklonů a průhybů tělesa hráze

Pro sledování náklonů a průhybů tělesa hráze doporučujeme nadále sledovat za stavby osazené strunové náklonoměry, ale zároveň doporučujeme zřídit víceúrovňové náklonoměry a teploměry. Ty by se instalovaly do vrtů v tělese hráze. Vrtné práce by byly zároveň pracemi průzkumnými. Předpokládáme jádrové vrtání a provedení vodních tlakových zkoušek (VTZ) v sestupném uspořádání. Jádrové vývrty by byly použity pro stanovení pevnostních a materiálových charakteristik betonu.

Navrhujeme použít vícenásobné (zřetězené) náklonoměry osazené do vrtu. Takovýto typ náklonoměrů je ve vrtu instalován trvale a náklony jsou automaticky odečítány ve stanovených časových intervalech. V tomto případě by bylo možné použit In-place inclinometer (jedná se vlastně o zřetězení více inklinometrických sond s automatickým odečtem).

Nové svislé inklinometrické vrty navrhujeme realizovat z koruny do podloží tělesa hráze. První vrt N1by byl realizován u levého zavázání v bloku č. 1 a druhý vrt N2 by byl proveden ve střední části hráze, vpravo od bezpečnostního přelivu v bloku č. 7. Automatický monitoring umožní měření náklonů s mnohem vyšší četností v porovnání s aktuálním sledováním pomocí geodetického měření.

Blok č. 1 byl zvolen z důvodu jeho sousedství s gravitační blokem č. 0 a možnosti monitoringu chování náklonů tohoto bloku v souvislosti s působením tangenciálních a radiálních sil vyvozovaných klenbovou částí hráze. Blok č. 7 byl zvolen mimo bezpečnostní přeliv poblíž střední části hráze.

Poloha vrtů je patrná ze situace na příloze č. 1 a v řezu pak na příloze č. 5 a č. 6. Do vrtů náklonoměrů by byly současně s náklonoměry umístěny i teplotní čidla. Někteří výrobci náklonoměrů dodávají náklonoměry s integrovanými teplotními čidly. Náklonoměr by byl instalován do vrtu o průměru cca 125mm, který by zasahoval cca 10 m do podloží hráze.

4.6 Zařízení pro měření teploty hrázového zdiva.

Měření teploty zdiva hráze považujeme pro potřeby TBD za účelné. Teplotní režim v různé míře ovlivňuje deformace hrázového tělesa, které sledujeme v rámci TBD pomocí měření vodorovných a svislých posunů. Deformace hráze jsou přímo závislé na teplotě hrázového zdiva v různých úrovních od obou líců, které jsou od průběhu teplot vzduchu významně fázově posunuty. Teplotní čidla doporučujeme umístit do nových vrtů extenzometru a náklonoměrů. Zde slouží teplotní čidla především pro komparaci a opravy měření deformací. Získaná měření teplot bude možné využít i pro analýzu teplotních režimů.

Dále doporučujeme zřídit 1 teplotní profil kolmo na vzdušní líc ve výškové úrovni cca 315 m n. m. V tomto vrtu bude možno sledovat změny teploty tělesa hráze v příčném směru. Teplotní čidla doporučujeme do vrtu osadit v následujících vzdálenostech od vzdušního líce (0,1; 0,25; 0,5; 1,0).

Teplotní čidla budou ve vrtech v každém místě zdvojena. Snímače budou do vrtu zality vhodnou cementovou směsí. Schéma rozmístění snímačů je uvedeno v příloze č. 6.

5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD

Koncepce zavádění automatického monitoringu vychází z obecných postupů a požadavků rozvoje TBD na vodních dílech a zahrnuje následující postup:

- inventarizace systému zařízení pro kontrolní měření, jejich revize, opravy, redukce, případně doplnění, viz kapitoly 3 a 4.
- výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení pořadí jejich důležitosti,
- stanovení požadavků na monitorovací systém,
- návrh systému a výběr dodavatele.

5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů

Výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení jejich důležitosti byl proveden podle typu a konstrukce vodního díla. Při výběru byly zhodnoceny dosavadní zkušenosti z výkonu TBD. Definitivní rozsah a doba realizace je závislá na vložených prostředcích Povodí Labe, s.p. Dále uvedený rozsah považujeme za optimální, odpovídající významu vodního díla a potřebám TBD. Nevylučujeme však jeho eventuelní úpravy při případném zvyšování nároků na TBD v následujících letech ani úpravy k monitorování provozních veličin a skutečností významných pro provozovatele vodního díla.

sledovaný jev	jednotky	celkový počet	monitoring	
			varianta I.	varianta II.
- hladina vody ve vztlakoměrných vrtech	[m]	6	6	0
- celkový průsak	[l/s]	2	0	0
- náklonoměry Maihak	[mm / 10m]	10	10	0
- In – Place Inclinometr	[mm / 5m]	30	0	30
- extenzometr	[mm / 10m]	3	0	0
- teploty beton (extenzometr)	[°C]	3	3	0
- teploty betonu (In-place inklinometr)	[°C]	15	0	15
- teploty betonu (příčný profil)	[°C]	4	0	4
- reserva		6	6	6
celkem		**73 + 6**	**19 + 6**	**49 + 6**

Rezervy by bylo možné využít v případě zprovoznění stávajících náklonoměrů, které v současné době nepracují nebo pracují občasně.

Automatický monitoring TBD je možno etapizovat, přičemž varianta č. 1 by byla první etapou a varianta č. 2 by byla variantou konečnou.

5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry

Vodní dílo Vrchlice je vybaveno automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu vodního díla.

Aplikace Vrchlice, sloužící jednak k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na přehradě a v jejím blízkém okolí, jednak k řízení a monitorování technologie VD Vrchlice, byla pro obsluhu vodního díla vytvořena pomocí vizualizačního systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Vybrané údaje by bylo vhodné přenášet i do systému TBD tak, aby pro stejné veličiny nebylo nutno zřizovat v novém monitorovacím systému další čidla. Jednalo by se tedy o sdílení měřených dat. Jedná se především o tyto údaje:

- hladina vody v nádrži,
- teplota vzduchu v 7 hod. / max / min,
- teplota vody,
- srážky,
- výška sněhu,
- tloušťka ledu.

5.1.2 Tlakové poměry

Tlakové poměry v podloží hráze jsou sledovány pouze orientačně na drenážních vrtech, které odvodňují svah pravého zavázání. Řádné vztlakoměrné vrty na vodním díle nejsou. Rozsah tohoto měření považujeme za nedostatečný.

Navrhujeme proto zřídit šest nových vztlakoměrných vrtů do oblasti základové spáry hráze a jejího podloží pro získání systematické a ucelené informace o působení vztlaku na těleso hráze (viz kapitola 4.1.).

Automatický monitoring doporučujeme zavést na všech nových vrtech. Již při zřízení vrtů by bylo jejich zhlaví vystrojeno tak, aby byla umožněna instalace tlakových snímačů.

sledované veličiny:	poloha hladiny vody
měřící zařízení, čidla:	nové vztlakoměrné vrty v kobkách u vzdušního líci tlakový snímač, např. strunový, odporový
nároky na měřící zařízení:	automatická kompenzace teploty - rozsah měření hladiny do 500 kPa, - přesnost určení tlaku ± 1kPa,
nároky na úpravu zhlaví výpažnice:	otevíratelnost zhlaví pro případnou kontrolu vystavení hladiny podzemní vody v pozorovací sondě (měření rangovou píšťalou) trvalé osazení manometru pro kontrolu vystavení vztlakové úrovně u vztlakoměrného vrtu, odvzdušnění, ochrana zhlaví proti vnějšímu opotřebení a poškození

minimální vzorkovací interval:	1 hod, archivace dat 1x denně v 7 hod, jinak jen změnový systém
počet sledovaných veličin:	6 (vztlakoměrné vrty u paty vzdušního líce)

5.1.3 Zařízení pro sledování tangenciálních posunů

Sledování tangenciálních posunů v současnosti probíhá pouze geodeticky s nízkou četností měření.

Pro sledování tangenciálních deformací doporučujeme na VD Vrchlice instalovat jeden trojnásobný tyčový extenzometr. Měření deformací je možno provádět automaticky pomocí snímače, mechanickým ručním odečítacím zařízením nebo obě možnosti.

Doporučujeme použití ručního odečítacího zařízení s přípravou pro budoucí osazení automatických snímačů. Přesnost odečtu změny vzdálenosti by v případě použití číselníkových úchylkoměrů byla + 0,01 mm. Ruční odečítací zařízení bude součástí dodávky extenzometru.

5.1.4 Náklony hrázového tělesa

Tato veličina je bezesporu jednou z nejvýznamnějších veličin sloužících pro operativní hodnocení stability a bezpečnosti hráze. Zavedení automatického monitoringu (snímání, měření) polohy náklonu a zvýšení četnosti měření umožní operativnější kontrolu deformací hráze.

Na vodním díle Vrchlice jsou v současnosti sledovány deformace hráze náklonoměrem s četností 4 x ročně a geodeticky, které je měřeno 1 x za dva roky.

5.1.4.1 Stávající náklonoměry

Při stavbě tělesa hráze byly do vybraných bloků a úrovní instalovány strunové náklonoměry fi Maihak. Tyto strunové snímače by mělo být možno zapojit do zařízení pro automatický odečet a archivaci dat. V rámci projekční přípravy je nutno vybrat vhodný typ odečítacího a záznamového zařízení. Součástí bude rovněž úprava, rekonstrukce a napojení původních kabelů do záznamového zařízení i pro ruční odečet.

sledované veličiny:	náklon ve dvou na sebe kolmých směrech (radiální a tangenciální)
měřící zařízení, čidla:	strunový snímač od výrobce Maihak
nároky na měřící zařízení:	- přesnost určení náklonu ± 0,3 mm/10 m
minimální vzorkovací interval:	1 hod
počet sledovaných veličin:	10 + 6 (rezerva)

5.1.4.2 Nové náklonoměry

Zavedením nového měření náklonů by byly doplněny a rozšířeny stávajících náklonoměry, které na vodním díle pracují více než 40 let. Hodnoty náklonů budou měřeny v několika úrovních a ve směru tangenciálním a radiálním. Navrhujeme použít vícenásobné (zřetězené) náklonoměry osazené do vrtu, které jsou demontovatelné a vyměnitelné.

sledované veličiny:	náklon ve dvou na sebe kolmých směrech (radiální a tangenciální)
měřící zařízení, čidla:	nové inklinometrické vrty náklomoměr - např. strunový nebo MEMS
nároky na měřící zařízení:	automatická kompenzace teploty - rozsah měření náklonu ± 10°, - přesnost určení náklonu ± 0,05 mm/1 m,
nároky na vystrojení vrtu a úpravu zhlaví:	Inklinometrická pažnice otevíratelnost zhlaví vrtu pro montáž, demontáž, kontrolu atd., ochrana vrtu a zhlaví proti vnějším povětrnostním vlivům, poškození atd.
minimální vzorkovací interval:	1 hod, archivace dat 1x denně v 7 hod
počet sledovaných veličin:	30

5.1.5 Teplota betonu

Teploty betonu tělesa hráze nejsou na VD Vrchlice měřeny. Doporučujeme zavedení tohoto měření. Předpokládá se umístění teplotních čidel do vrtů inklinometrů, extenzometru a samostatných horizontálních vrtů kolmých na vzdušní líc. Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude účelné zahrnout toto měření do automatického monitoringu.

V návrhu předpokládáme užití 22 snímačů. Snímače budou umístěny ve vrtech tak, aby reprezentativně podávaly obraz o změnách a vývoji teplot betonu. První část snímačů (4 ks) bude umístěno v samostatném mírně ukloněném vrtu kolmém na vzdušní líc (příloha č. 7). Další část teplotních čidel (15 ks) bude umístěna ve dvou vrtech In-place inklinometrů (přílohy č. 5 a 6). Většina náklonoměrů obsahuje vlastní teplotní čidlo, které je možné pro toto měření využít. V případě použití strunových náklonoměrů je teplotní čidlo jejich součástí. Poslední skupinou teplotních čidel (3 ks) je jejich instalace do vrtu k extenzometru (příloha č. 4).

Snímače budou do vrtů vloženy v předepsaných vzdálenostech s vhodným vyústěním kabelů. Pro eliminování případných důsledků při poškození snímačů doporučujeme všechny snímače, které nebude možno demontovat (např.: zality v betonu) osadit jako zdvojené.

sledované veličiny:	teplota zdiva
měřící zařízení, čidla:	např. strunové, odporové PT100 nebo ekvivalentní s kabelem a chráničkou
nároky na měřící zařízení:	přesnost měření min ± 0,5 °C vyšší životnost a odolnost
minimální vzorkovací interval:	1 hod
počet sledovaných veličin:	22

Základní roztřídění teplotních čidel:

aktivní – výstupy proudové, či napěťové

odporové – výstup odporový

frekvenční – dálkové odečítání, nutný pouze přívod zdroje energie

digitální – číslicový odečet

některé další specifické typy (s rychlou odezvou, sběrnicové aj.)

Nejvíce využívané jsou první tři druhy. Vzhledem ke konstrukci čidla jsou tato u některých typů ukládána do ochranných pouzder, které chrání vlastní čidlo. V pouzdře je čidlo uloženo v transportním médiu, nejčastěji na bázi oleje.

Při měření teploty betonu budou čidla umístěna do vrtů. Z ekonomického i provozního hlediska je výhodné vrtat nepříliš velké průměry. Z tohoto důvodu se jeví jako nejvhodnější snímače teploty s kabelovým vývodem. U tohoto typu čidel odpadá hlavice snímače, která má větší průměr než vlastní čidlo a zvyšuje průměr vrtu. V tomto případě jsou napájení i výstupní signál vedeny již pevně vloženým a zaizolovaným kabelem a je proto třeba zohlednit jeho délku při vkládaní do vrtu tak, aby další napojení bylo možno provést již mimo vlastní vrt. Izolace kabelu na výstupu z čidla musí splňovat nároky prostředí, ve kterém je čidlo umístěno. Čidla bez hlavic (sondy) se jeví jako výhodnější i z hlediska následného zabetonování vrtů.

Zásadním faktorem jsou vstupní parametry měřené veličiny. Měřené teploty budou dosahovat podle lokalizace každého čidla teplot rozmezí max. – 30°C až + 60°C, jednotlivá čidla asi není vhodné odlišovat z hlediska rozsahu velikosti naměřené teploty jednotlivých sledovaných médií, resp. prostředí.

Z hlediska životnosti i dlouhodobé spolehlivosti doporučujeme strunové snímače, které jsou již na vodním díle používány od roku 1973 (náklonoměry Maihak).

5.1.6 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu

V současné době nejsou známy další veličiny (mimo výše uvedené), které by bylo účelné automaticky monitorovat. Přesto se může v průběhu dalšího provozu VD aktuální potřeba změnit (rozšíření měření, zvýšení požadavků na měření, atp.). Monitorovací systém by měl být proto modulární a otevřený, měl by umožnit další rozšíření.

Výhledově je možno uvažovat i s automatickým měření extenzometrů.

5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém

Monitorovací systém by měl zajistit následující úlohy:

- modulárnost a otevřenost. Systém by měl být modulární, složený z jednotlivých telemetrických centrál (datakoncentrátorů), ke kterým jsou v příslušném počtu připojeny snímače (senzory) jednotlivých měrných míst s analogovým nebo digitálním signálem. Systém by měl být adaptabilní na údržbu systému (redukce a rozšiřování měrných míst) vlastními silami (vyškolený pracovník správce systému),
- vzhledem ke stávajícím strunovým náklonoměrům bude vhodné monitorovací systém koncipovat na principu strunových snímačů,
- adaptabilitu i na možnosti ručního vkládání ostatních vizuálně odečítaných výsledků měření a textových zpráv, výsledků obchůzek,
- měla by být umožněna editace, testování, oprava a prohlížení ručně měřených veličin a výsledků obchůzek,
- průběžné měření snímačů v časové smyčce určené použitými technickými prostředky, ukládání hodnot se však řídí zvoleným režimem vzorkování,
- průběžnou kontrolu funkce všech čidel, komunikačních cest a ostatních komponentů. Interval kontroly je determinován použitou technologií. Vzorkovací interval pro popis monitorovaného jevu navrhujeme od 60 min. výše. Kratší doba není vzhledem k charakteru sledovaných veličin nutná,
- spolehlivost řídící jednotky. Řídící jednotkou by měla být telemetrická centrála, která nebude využívána k jiným účelům (jako osobní počítač),
- požadavky na periferie: USB, CD ROM, tiskárna,
- úsporu objemu zaznamenávaných a přenášených dat. Vzhledem k charakteru monitorovaných procesů je účelné používat pro záznam dat změnový systém. Ten znamená, že pokud se měřená veličina pohybuje v zadaném rozpětí OD – DO, tak se bez ohledu na čas žádná hodnota neukládá a platí poslední zaznamenaná hodnota včetně časové identifikace. Při překročení předem nastaveného pásu systém přejde na vzorkování v nastaveném čase, např. 15 min (ukládá čas a hodnotu). Po návratu hodnoty veličiny do nastaveného rozpětí zaznamená čas a tuto hodnotu a čeká na další stav překročení platného rozpětí. Tento obecně výhodný způsob však vyžaduje podpůrné programové vybavení, které umí ze změnových hodnot vygenerovat časovou řadu ve zvoleném ekvidistantním kroku,

  Poznámka: tento bod lze brát jako doporučení, aplikace změnového systému pro záznam dat závisí především na dostupnosti potřebného software. Při aplikaci změnového systému by bylo možno použít kratší vzorkovací interval (např. 15 min místo 60 min).
- Existují i další systémy pro úsporu dat využívající softwarové selekce „nezajímavých dat“.

- i když bude pro záznam dat použit změnový systém, měl by být nastaven i „pevný“ záznam dat vždy 1x denně (např. v 7 hod.) bez ohledu na naměřené hodnoty a jejich změny.
- průběžné testování snímaných dat na pevné případně dynamické meze. Při jejich dosažení bude v prvé řadě alarmem vyrozuměna obsluha díla. Mezní hodnoty se budou skládat max. ze 3 hodnot (mez bdělosti, mezní hodnota, konstanta - funkce pro dynamické meze),
- automatický záznam dat na vhodné paměťové medium pro možnost jejich dalšího zpracování a zabezpečení proti ztrátě,
- přenos naměřených hodnot k hodnotiteli, tj. oběma hlavním pracovníkům TBD. Vzhledem k průběžnému testování výsledků měření v monitorovacím systému se předpokládá dávkový přenos dat v intervalu až dvou týdnů. V případě mimořádné situace je nutné umožnit operativní přenos dat. Organizace pověřená výkonem TBD je v současné době zavedena na přenos dat pomocí veřejné telefonní sítě prostřednictvím technologie Internetu,
- systém ověřování, kontroly a doplňování chybějících hodnot měření, které mohou vzniknout výpadkem el. energie, závadou na přenosu nebo čidla,
- automatická evidence alarmů a výpadků systému,
- zpracování dat, umožnění výběru veličiny ve zvoleném časovém období, tabulka, graf,
- možnost „ručního“ měření výsledků při poruše systému a zpětné začlenění výsledků měření do již vytvořených dat,

Dále je třeba schematicky připomenout princip monitoringu

$\Rightarrow$ data z automatického přenosu

$\Rightarrow$ data ručně vkládaná

$\Downarrow$

měřená veličina $\Rightarrow$ přepočet $\Rightarrow$ veličina TBD

Pro jednotlivé přepočty je třeba definovat matriční údaje jednotlivých veličin měření.

5.3 Návrh systému a výběr dodavatele

Pro návrh systému a výběr dodavatele je třeba posuzovat tato kritéria: splnění výše uvedených požadavků na monitorovací systém, cena a doba dodávky, reference, záruky, provozní náklady, požadované technické prostředky, spolehlivost, operativní servis, …

Zajištěna by měla být i návaznost na stávající měření pro zajištění homogenity časových řad (zejména při stavebních úpravách měrných míst).

V rámci akce doporučujeme rozšíření stávajícího optického síťového propojení tak, aby nově navržené datové ústředny (data loggry) komunikovaly s kanceláří hrázeného po optické síti. Optická síť by měla být navržena dostatečně kapacitní pro případné budoucí rozšíření (řídicí systém, kamerový systém, zabezpečovací systém atd.).

6 ZÁVĚR

Vzhledem k významu vodního díla Vrchlice (dílo II. kategorie z hlediska TBD) a konstrukčnímu typu hráze považujeme další zkvalitnění výkonu TBD rozšířením systému měření TBD a zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD za žádoucí. V předkládaném dokumentu jsme specifikovali rozsah zavádění kontinuálního sledování, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Zavedení automatického monitoringu představuje prakticky kontinuální měření jen stanoveného počtu vybraných veličin TBD. Kontinuálně měřené veličiny bude dále doplňovat soubor hodnot měřených a odečítaných manuálně.

Stávající TBD doporučujeme rozšířit o následující zařízení:

- 6 nových vztlakoměrných vrtů pro sledování vztlakových poměrů,
- 10 odrazných hranolů kontrolních geodetických bodů na vzdušním a návodním líci,
- 1 vrt vybaven tříúrovňovým extenzometrem pro sledování přenosu klenbového účinku,
- dva svislé vrty pro sledování deformací tělesa hráze,
- instalaci teplotních čidel pro sledování teplotních změn (do vrtů extenzometru, In-place Inklinometrů a vrt kolmý na vzdušní líc).

Do automatického monitorovacího systému TBD doporučujeme zapojit:

- 6 tlakových snímačů pro vztlakoměrné vrty,
- 10 stávajících náklonoměrů Maihak,
- 30 In-place inklinometrů ve dvou vrtech z koruny hráze,
- 22 teplotních čidel pro sledování teplotních změn tělesa hráze,
- přejímat pracovní a meteorologické veličiny ze systému VHD PL.

Uvedený materiál může být využit jako jeden z podkladů pro rozhodnutí správce díla Povodí Labe, s.p. ohledně vybudování monitorovacího systému veličin TBD. Předložený návrh se dále předpokládá využít pro vypracování zadání a soutěžních podmínek na zhotovení projektu a dodávku technických a programových prostředků monitorovacího systému pro vodní dílo Vrchlice. Použit bude také pro projekční řešení a dodávku nových kontrolních zařízení a úpravu stávajících. Při přípravě případné realizace akcí jsme připraveni dále spolupracovat. Podrobné matriční údaje, identifikační kódy veličin, požadavky na přesnost, definiční obory hodnot, změnové meze, meze bdělosti, mezní hodnoty a další potřebné údaje pro vytvoření softwarové aplikace doporučujeme zpracovat v rámci přípravy projektové dokumentace.

Práce je účelné etapizovat. Navrhujeme následující postup:

1. etapa – Doplnění zařízení TBD a úprava stávajícího (nové vztlakoměrné vrty a extenzometr).

2. etapa – Automatický monitoring podle varianty I a doplnění optické komunikační sítě.

3. etapa – Doplnění o náklonoměry a teplotní čidla, automatický monitoring podle varianty II.

Celkové náklady na rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu pro všechny etapy odhadujeme na 3 500 – 4 000 tis. Kč bez DPH. Celkové náklady je nutno považovat za orientační, vycházejí z obdobných akcí na jiných vodních dílech. Pro bližší specifikaci nákladů je nutno upřesnit jednotlivé položky v rámci projekčního řešení.

Praha, říjen 2014

Zpracoval: Ing. David Kapko
HP TBD

Schválil: Ing. David Richtr
vedoucí útvaru 401

7 ROZDĚLOVNÍK

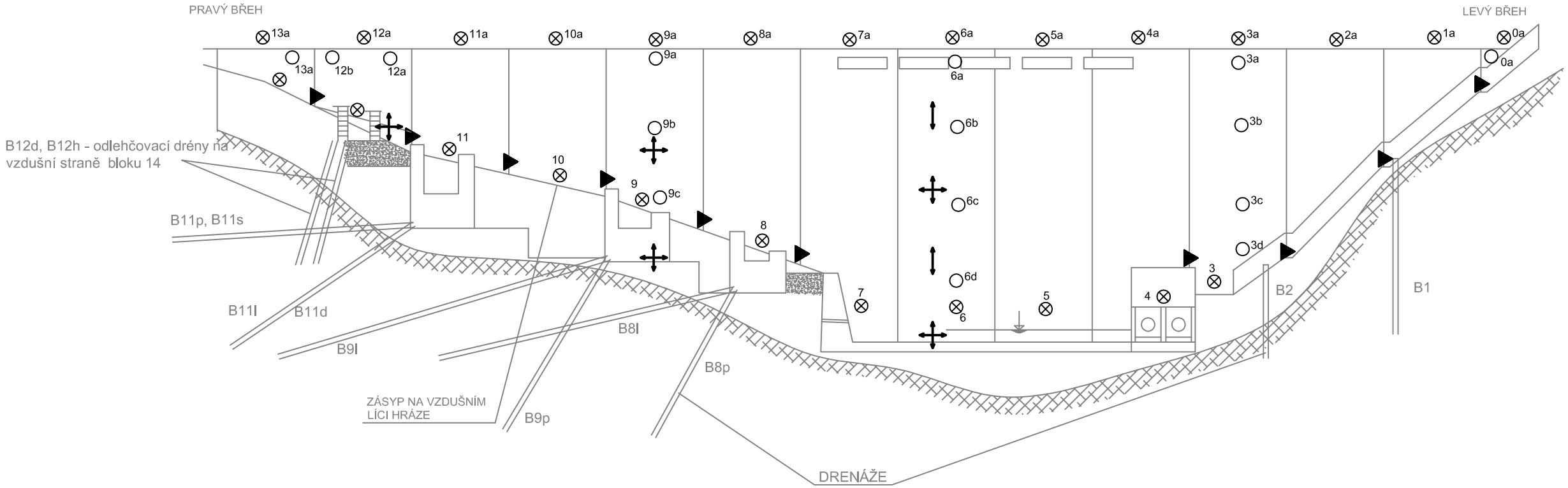
1 - 4 Povodí Labe s.p.

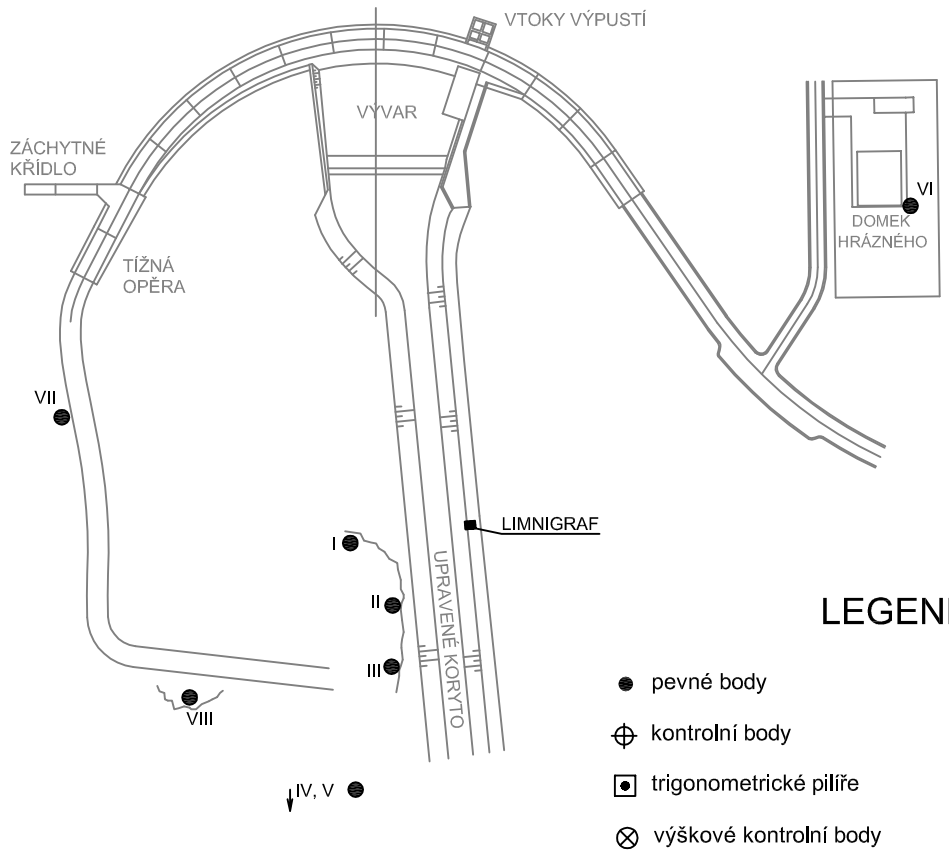
5 – 6 VODNÍ DÍLA - TBD a.s.

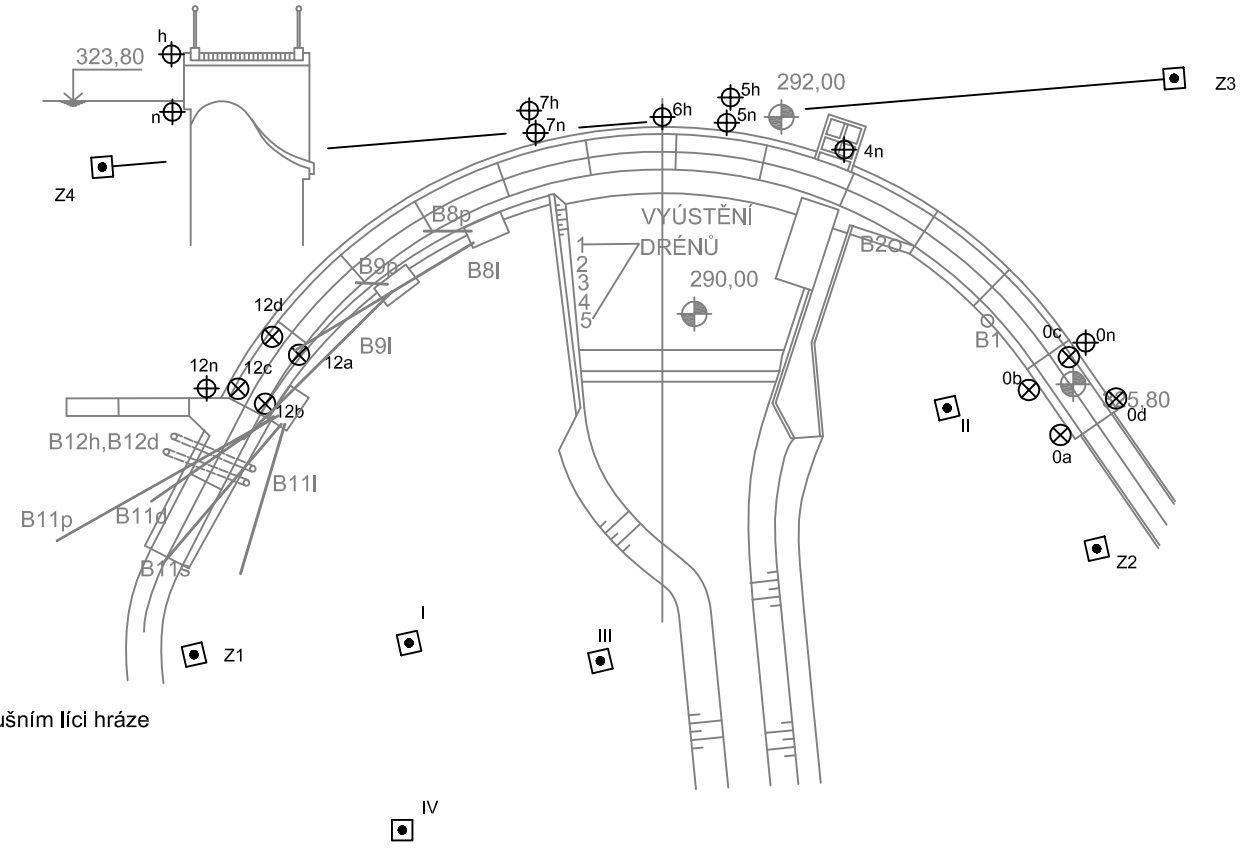
8 SEZNAM PŘÍLOH

1. Stávající zařízení TBD - schéma
2. Situace hráze – schéma rozmístění nových zařízení TBD
3. Řez hrází – schéma umístění vztlakoměrných vrtů
4. Řez tělesem hráze a drenážní kobkou – schéma extenzometru
5. Rozvinutý pohled na vzdušní líc – schéma rozmístění In-place inklinometrů a teplotních čidel
6. Řez hrází – schéma umístění In-place inklinometrů a teplotních čidel
7. Řez hrází – schéma umístění teplotních čidel

Přehled stávajících měřících zařízení TBD





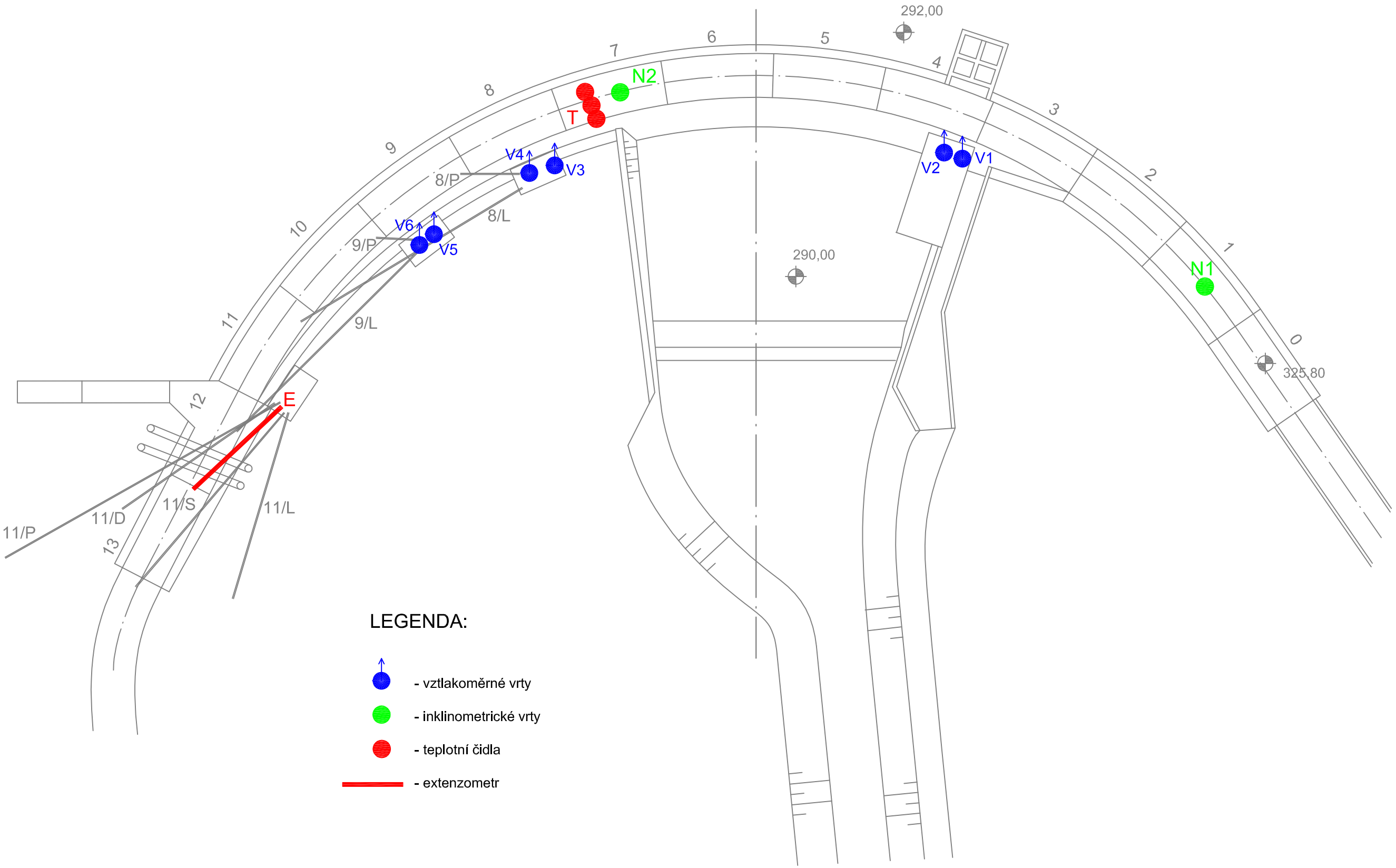


LEGENDA:

- pevné body
- kontrolní body
- trigonometrické pilíře
- výškové kontrolní body
- trigonometrické značky na vzdušním líci hráze
- roztahoměrné základny
- náklonoměr dvouosý
- náklonoměr jednoosý

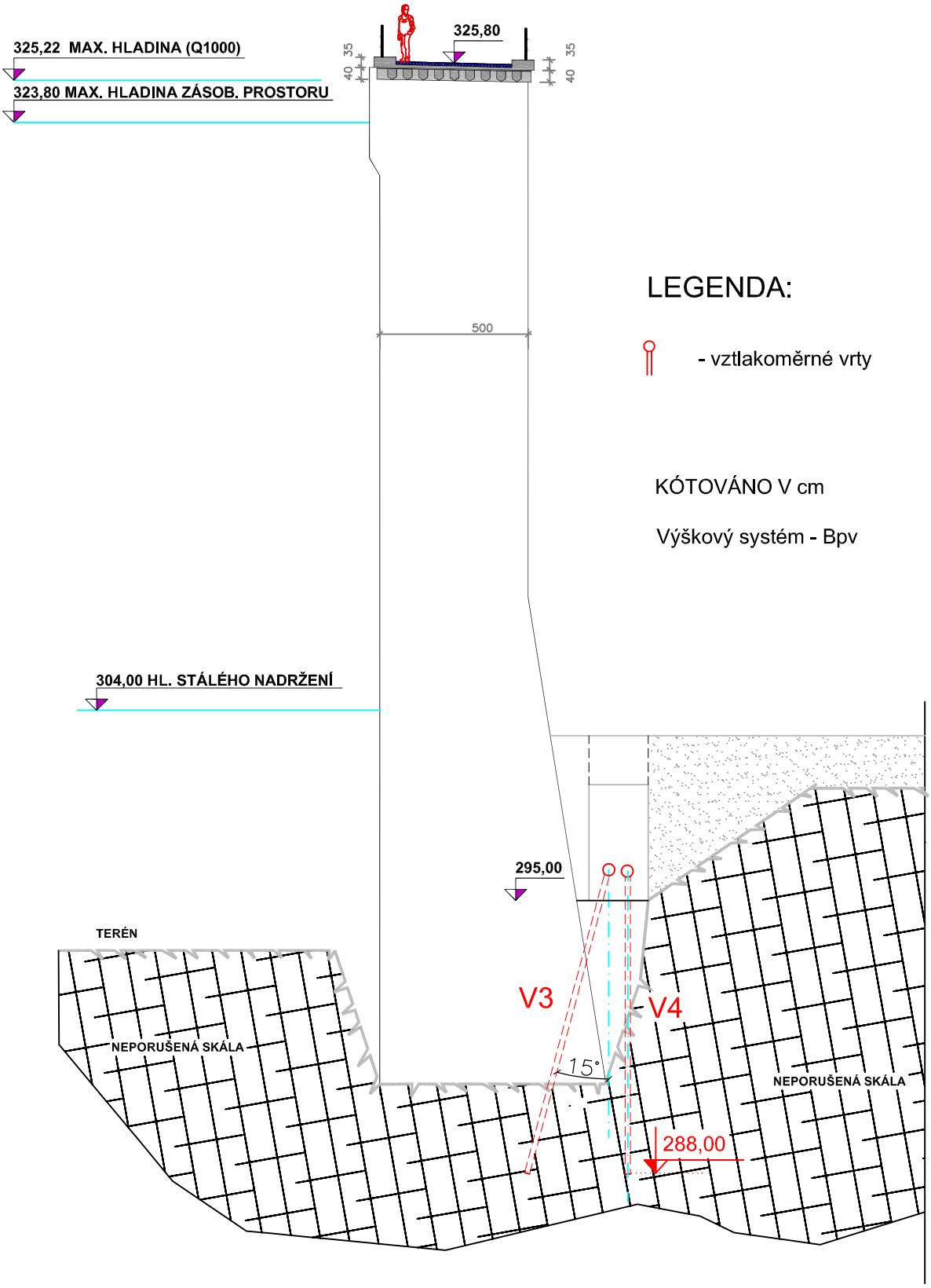
Situace hráze

Schéma rozmístění nových zařízení TBD



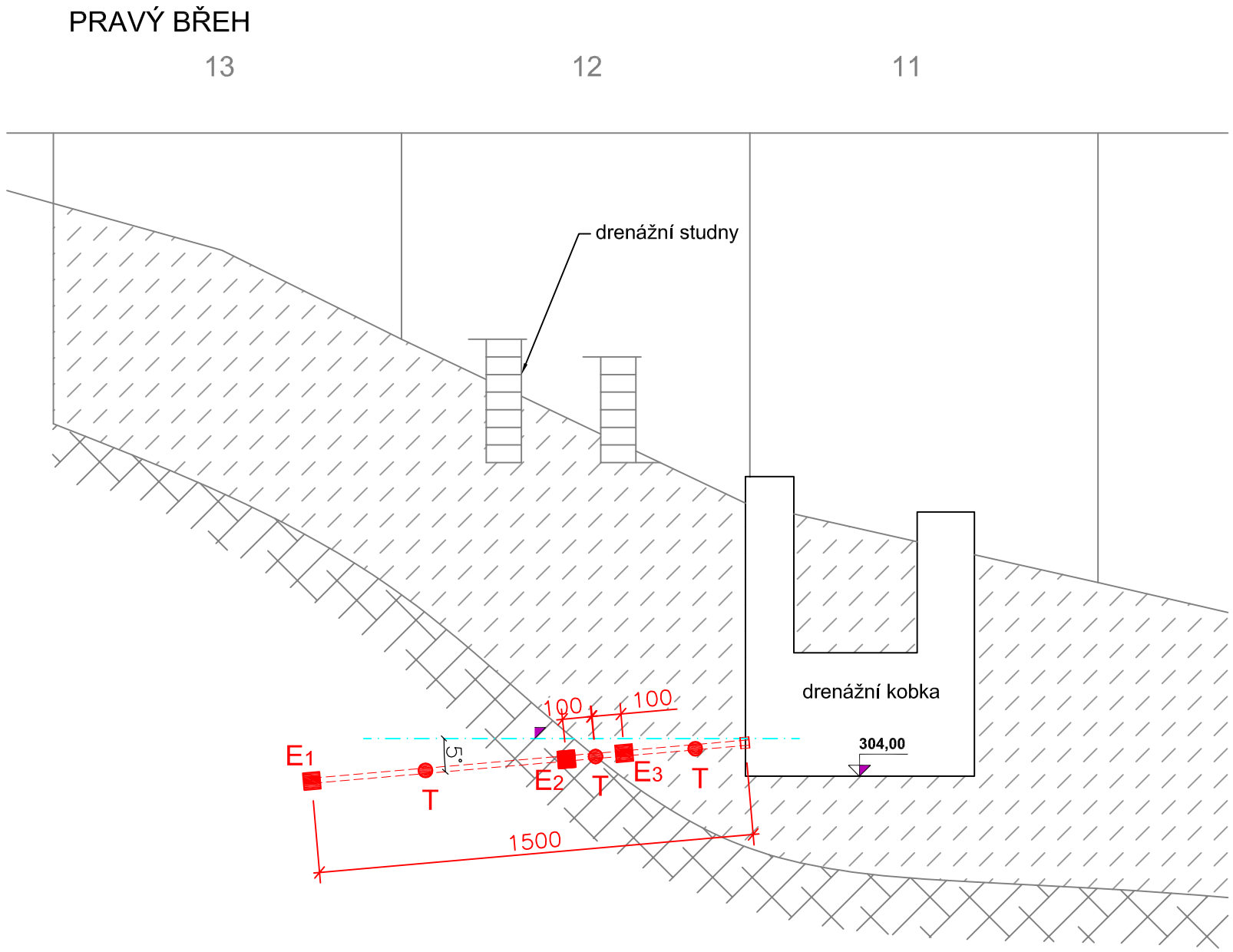
Řez hrází

Schéma umísteni vztlakoměrných vrtů



Řez tělesem hráze a drenážní kobkou

Schéma horizontálního extenzometru



LEGENDA:

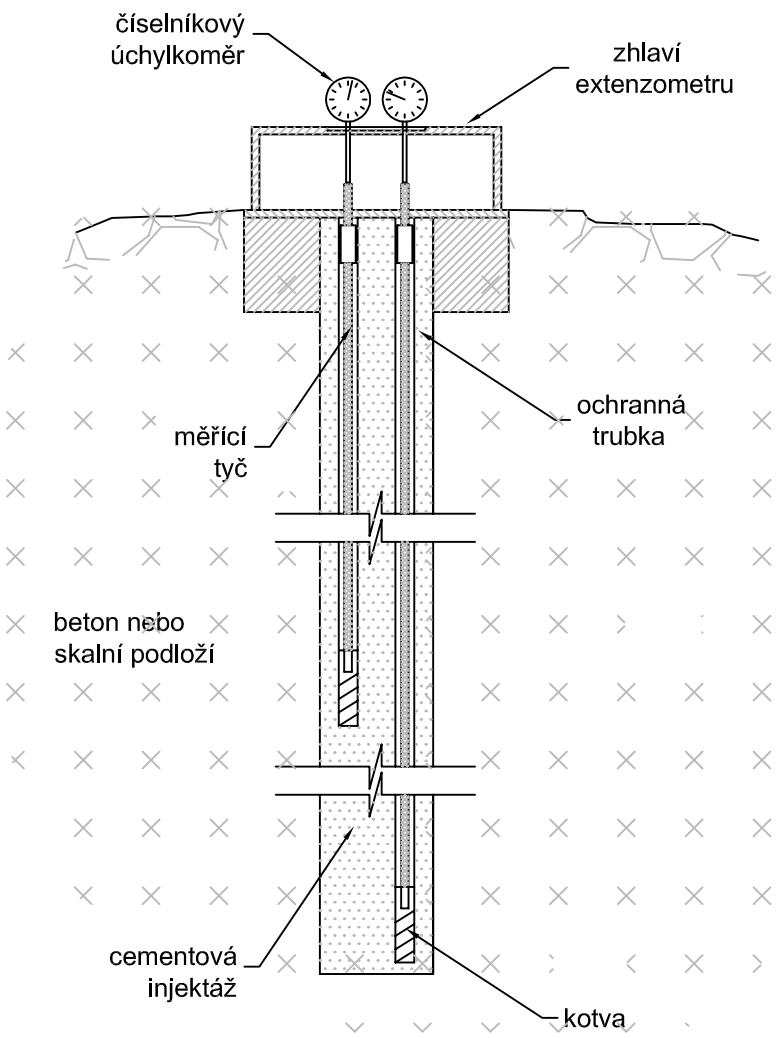
- extenzometr ve vrtu

- snímače teploty

KÓTOVÁNO V cm

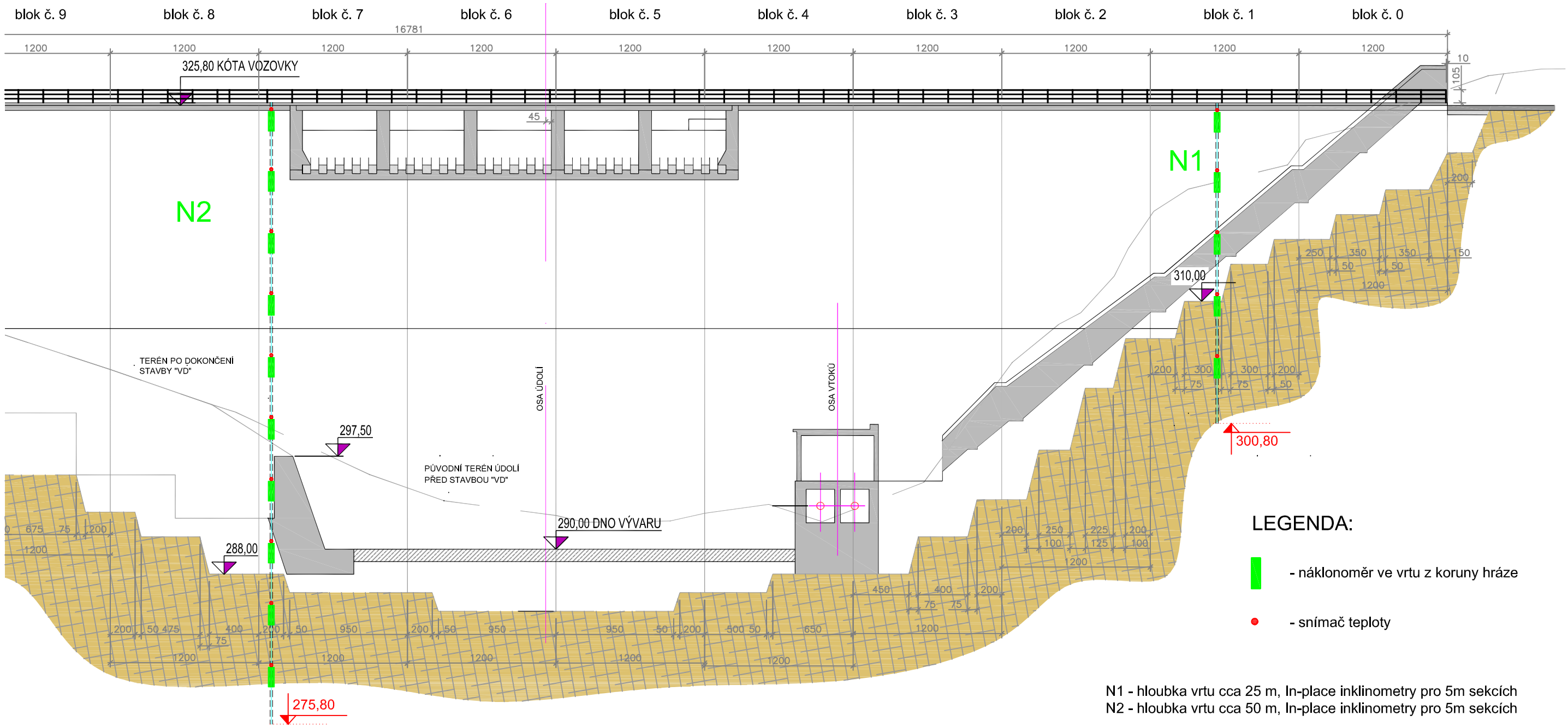
Výškový systém - Bpv

Schéma dvojitého tyčového extenzometru



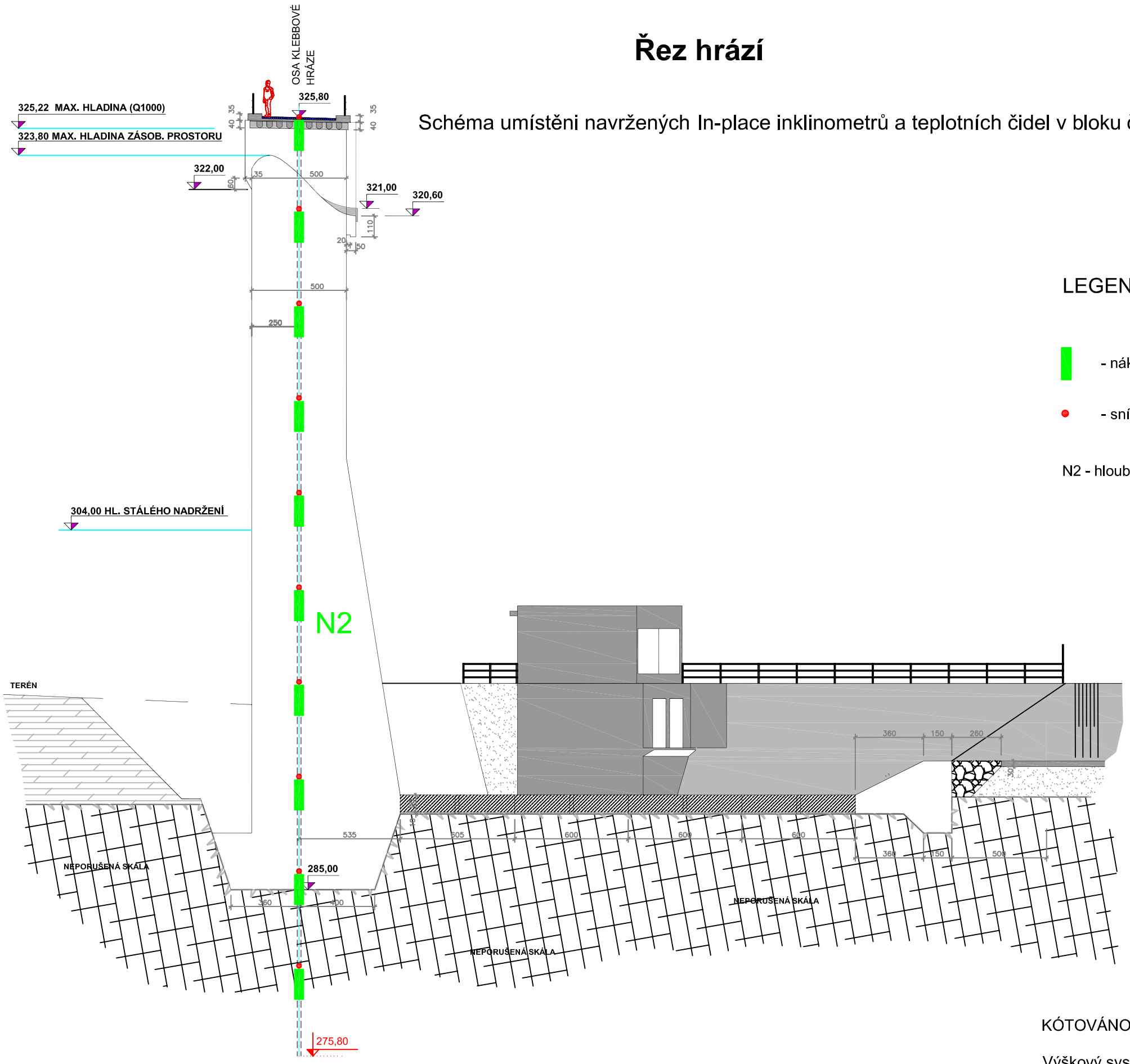
Rozvinutý pohled na vzdušní líc

Schéma rozmístění
navržených In-place inklinometrů a teplotních čidel



Řez hrází

Schéma umístěni navržených In-place inklinometrů a teplotních čidel v bloku č. 7



LEGENDA:

- náklonoměr v novém vrtu z koruny hráze

- snímače teploty

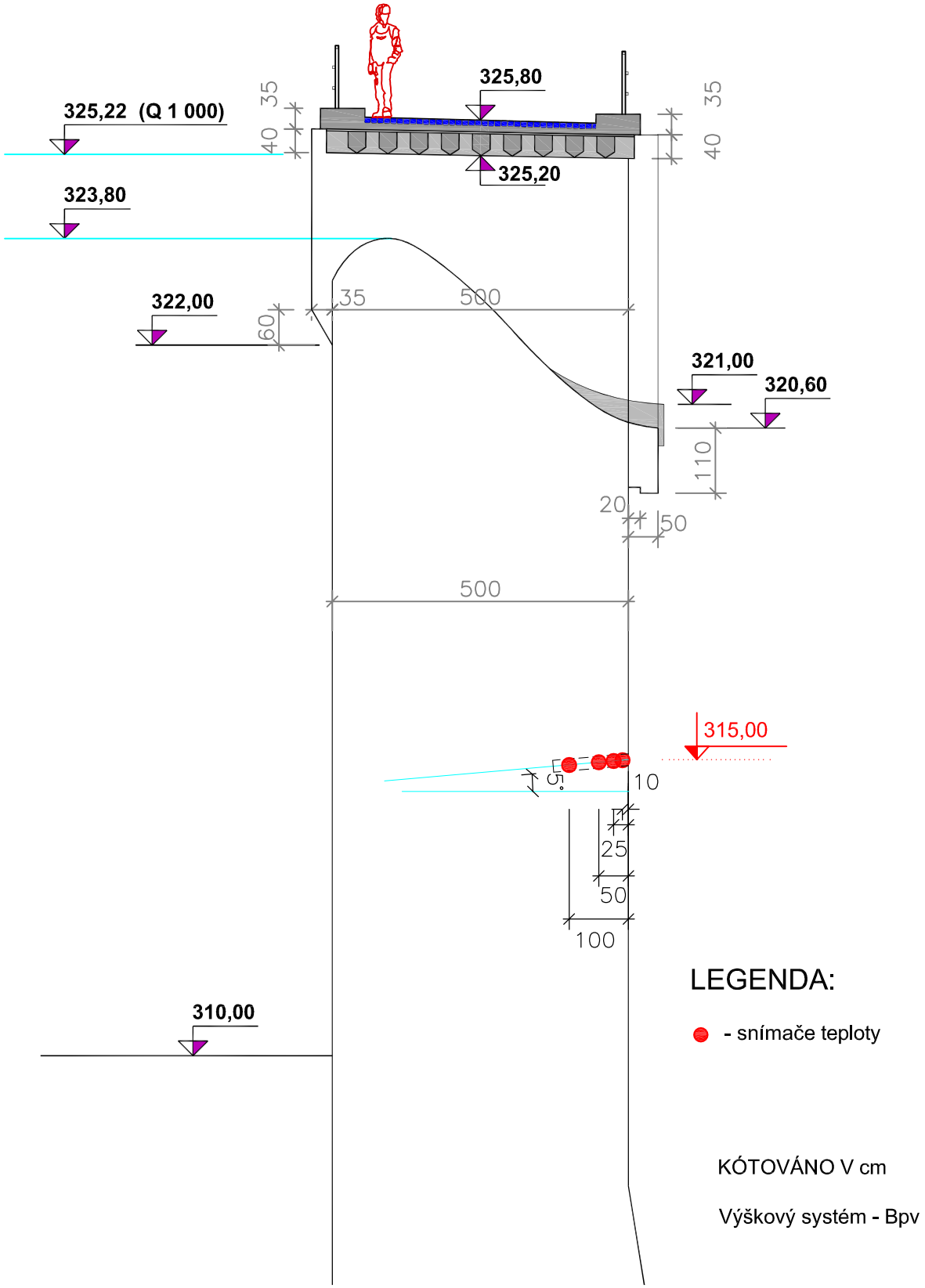
N2 - hloubka vrtu cca 50 m, In-place inklinometry pro 5m sekcích

KÓTOVÁNO V cm

Výškový systém - Bpv

Řez hrází

Schéma umístěni teplotních čidel v příčném vrtu v bloku č. 7



VODNÍ DÍLA - TBD

VD SEČ

Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu

V Praze, říjen 2012

Výtisk č. 1

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 401 Ing. David Richtr
Vedoucí projektu Ing. David Kapko
Vypracoval Ing. David Kapko
Spolupráce Renata Maxová

VD SEČ

NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD A ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU

Objednatel Povodí Labe, s.p.
Číslo projektu P 1721
Archivní číslo 2012 / 237
Vypracováno V Praze, říjen 2012

OBSAH

1 ÚVOD 2

2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD 4

3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ KONTROLNÍHO MĚŘENÍ 6

3.1 Průsakové poměry 6

3.2 Vztlakoměrné a pozorovací vrty 7

3.3 Klinometrické základy 8

3.4 Deformace tělesa hráze 8

3.4.1 Vodorovné posuny 8

3.4.2 Deformace na trhlině H'_{11} 8

4 DOPLNĚNÍ STÁVAJÍCÍHO SYSTÉMU MĚŘENÍ TBD 9

4.1 Průsaky 9

4.2 Vztlakoměrné vrty 9

4.3 Sledování svislých posunů v revizní chodbě hráze 9

4.4 Sledování svislých posunů na koruně hráze 10

4.5 Zařízení pro sledování náklonů hrázového tělesa 10

4.6 Zařízení pro měření teploty hrázového zdiva. 11

4.7 Zařízení pro sledování vodorovných posunů koruny hráze 11

5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD 13

5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů 13

5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry 14

5.1.2 Tlakové poměry 14

5.1.3 Teplota zdiva 15

5.1.4 Náklony tělesa hráze 16

5.1.5 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu 17

5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém 17

5.3 Návrh systému a výběr dodavatele 19

6 ZÁVĚR 20

7 SEZNAM PŘÍLOH 22

8 ROZDĚLOVNÍK 22

1 ÚVOD

Návrh rozšíření systému měření TBD a zavedení automatického monitoringu vybraných veličin na VD Seč byl vypracován na základě smlouvy o dílo č. A 1145/12 mezi společností VODNÍ DÍLA – TBD a.s. a státním podnikem Povodí Labe. Tento návrh vychází ze zkušeností z dlouholetého sledování a hodnocení díla v rámci technickobezpečnostního dohledu (dále také TBD) a navazuje na předchozí doporučení hodnotících etapových zpráv TBD.

Cílem návrhu je:

- provést inventarizaci kontrolních zařízení pro měření TBD včetně zhodnocení jejich funkčnosti a technického stavu,
- navrhnout rozšíření systému TBD, nová měřící zařízení nebo úpravy stávajících,
- vybrat kontinuálně sledované jevy,
- stanovit požadavky na měřící zařízení (čidla) a popis vyplývajících stavebních úprav,
- stanovit požadavky na monitorovací systém.

Účelem návrhu rozšíření systému TBD na VD Seč je zkvalitnění této odborné činnosti na vodním díle. Tato činnost je z praktických důvodů spojena i se zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD, tak aby dílo bylo v tomto pohledu modernizováno komplexně a systematicky.

Účelem návrhu monitoringu je specifikovat rozsah jeho zavádění, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Základním bodem je stanovení nejdůležitějších sledovaných veličin z hlediska bezpečnosti vodního díla. V dalších bodech jsou pak stanoveny požadavky na monitorovací systém a návrh systému, jako podklad pro výběr dodavatele.

Vybudováním monitorovacího systému s automatickým sledováním vybraných jevů TBD se sleduje hlavně zkvalitnění výkonu TBD:

- předsunutým testováním hodnot měřených veličin přímo na díle bez zásadního ovlivnění lidským činitelem,
- včasným rozpoznáním nástupu a vývoje případných nestandartních situací v „chování“ díla,
- zdokonalením výkonu TBD obsluhou díla,
- sjednocením datového formátu pro přenos výsledků měření k hlavním pracovníkům TBD (HP TBD).

Na základě současného stavu měření a pozorování TBD (organizace TBD, přehled sledovaných jevů a popis příslušných měřených veličin včetně četností měření) a koncepčních zásad pro zavádění automatického monitoringu TBD na VD je navržen cílový soubor veličin, vhodných pro kontinuální sledování vybraných jevů na VD Seč.

Předmět zájmu tohoto návrhu je zúžen na problematiku zajištění a výkonu odborného TBD na díle. Součástí návrhu není řešení dalších souvisejících odborných a administrativních agend (např. plánování prohlídek a revizí, evidence písemností, dokladů a odborné dokumentace, evidence závad …atd.).

Použité podklady

- Program TBD č.3 pro provoz trvalý - platný od 1.3. 2007
- „4. Souhrnná etapová zpráva o výsledcích technickobezpečnostního dohledu za období od 1.7. 2001 do 31.5. 2011“, Archivní číslo: 2011/154 VODNÍ DÍLA – TBD a.s., listopad 2011.
- 16. Etapová zpráva o výsledcích technickobezpečnostního dohledu za období od 1.4.2007 do 30.4.2009, Archivní číslo: 2009/065, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., květen 2009.
- VD Seč, Stanovení mezní bezpečné hladiny vody v nádrži, Archivní číslo: 2010/103, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., prosinec 2009.
- VD Seč, Posudek bezpečnosti vodního díla při povodních, Archivní číslo: 2010/063, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., prosinec 2010.
- Výsledky měření vybraných provozních veličin a veličin TBD a výsledky periodických měření, prohlídek a obchůzek, prováděných obsluhou díla podle PTBD.
- Výsledky prohlídek prováděných HP TBD a specialisty a.s. VODNÍ DÍLA – TBD v rámci výkonu TBD.

2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD

Správce vodního díla - Povodí Labe, s.p. zajišťuje provádění TBD prostřednictvím pověřené odborné organizace VODNÍ DÍLA - TBD a.s. Na výkonu pravidelných pozorování a měření se podílejí obě zúčastněné organizace v rozsahu stanoveném Programem TBD. Program TBD č.3 pro provoz trvalý - platný od 1.3. 2007 byl zpracován podle příslušných ustanovení zákona č.254/2001 Sb., o vodách a změně některých předpisů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů a v souladu s vyhláškou č. 471/2001 Sb., o TBD nad vodními díly, ve znění vyhlášky č. 255/2010.

TBD je realizován soubory pozorování a měření prováděnými pracovníky správce a pověřené organizace. Jejich výčet, účel, systém měření a hodnocení výsledků jsou obsahem kapitoly 3.

V rámci běžného provozu a výkonu TBD jsou obsluhou díla sledovány hydrologické, meteorologické a provozní poměry. Dále průsakové poměry, vztlakové poměry a deformace hráze.

Obsluha vodního díla provádí na vodním díle měření a pozorování potřebná pro řízení a kontrolu provozu díla v rozsahu podle provozního řádu.

V současné době jsou na vodním díle Seč obsluhou pravidelně měřeny následující vodohospodářská měření a pozorování:

a) Za normálního provozu sleduje a zaznamenává denně v 7,00 hod.:
   - kótu hladiny,
   - přítok do nádrže,
   - odtok z nádrže,
   - teplotu vzduchu,
   - denní úhrn srážek (srážkoměrná stanice u domku hrázného),
   - počasí,
   - průhlednost.

V zimním období dále sleduje:
   - výšku sněhové pokrývky a vodní hodnoty sněhu,
   - tloušťku ledu na hladině nádrže.

b) Za zvýšených průtoků a za povodní, případně i v jiných mimořádných situacích sleduje:
   - údaje dle bodu a)

Četnost odečtu a výběr sledovaných údajů určí podle situace VHD PL.

Funkční jsou i pomůcky a přístroje pro měření povětrnostních a provozních poměrů. Vodní dílo Seč je vybaveno systémem k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na přehradě Seč a v jejím blízkém okolí, k řízení a monitorování technologie. Pro obsluhu vodního díla byl vytvořen vizualizační systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Tento systém zajišťuje sběr a prezentaci všech aktuálních okamžitých dat z měřících stanic a provádí jejich archivaci v definovaných intervalech. Takto je zajištěn sběr a prezentace dat z limnigrafických stanic Přemilov a Padrty, dále je sledována hladina vody ve vyrovnávací nádrži Padrty.

Všechna tato data jsou na vyžádání VHD PL přenášena do srážko-odtokového modelu HYDROG určeného pro operativní řízení vodního díla. Celý systém tak zajišťuje předpověď možného očekávaného vývoje hydrologické situace a dává doporučení k řízení vodního díla.

Většina údajů z monitorovacího systému provozních veličin VHD PL je využívána i pro potřeby TBD. Údaje jsou uváděny do pravidelných hlášení TBD.

Součástí měření TBD je měření deformací hráze, vztlakových a průsakových poměrů.

Měření vodorovných deformací hlavních stavebních konstrukcí geodetickými metodami - zajišťuje správce díla s četností 2x za dva roky. Dynamické a jiné účinky v oblasti vodního díla jsou pouze evidovány.

Dalším prvkem TBD jsou pravidelné prohlídky konané obsluhou díla s četností 3x týdně. Výsledky z těchto prohlídek jsou ve formě hlášení zasílány oběma hlavním pracovníkům TBD k rozboru a posouzení.

3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ KONTROLNÍHO MĚŘENÍ

V říjnu 2011 jsme provedli vlastní inventarizaci kontrolních zařízení pro měření v prostorech hráze a v okolí přehrady. Průběžná inventarizace a ověření funkčnosti jednotlivých zařízení byla realizována v rámci TBD již v průběhu let minulých.

3.1 Průsakové poměry

Zařízení pro měření průsaků jsou pro ruční objemová měření funkční. Systém průsaků je rozdělen a část je svedena do pravé a část levé příčné chodby, přičemž jednotlivé průsaky jsou měřeny samostatně a následně sčítány. Z obou příčných revizních chodeb jsou vyvedeny potrubí průsaků, které jsou zaústěny do prostoru vývaru.

Foto: detail měrného přelivu,

Foto: měrný přeliv v pravé příčné chodbě

3.2 Vztlakoměrné a pozorovací vrty

Pozorovací vrty (L_N a L_V) umístěné v levé revizní chodbě nedosahují na základovou spáru a končí jen ve zdivu hráze. Jedná se o vrty, které nejsou vystrojeny. Při realizaci těchto vrtů byla zjištěna lokální poruchová zóna ve zdivu mezi vrty. Bylo zjištěno vzájemné ovlivnění L_N a L_V Nejedná se tedy o klasické vztlakoměrné vrty. Hladina ve vrtech je částečně ovlivňována výškou hladiny vody v nádrži. Měří se ručním hladinoměrem.

V pravé příčné chodbě jsou umístěny dva vztlakoměrné vrty, které dosahují na základovou spáru. Vrt P_V je osazen manometrem vykazuje normální funkci. Druhý vrty P_N není funkční.

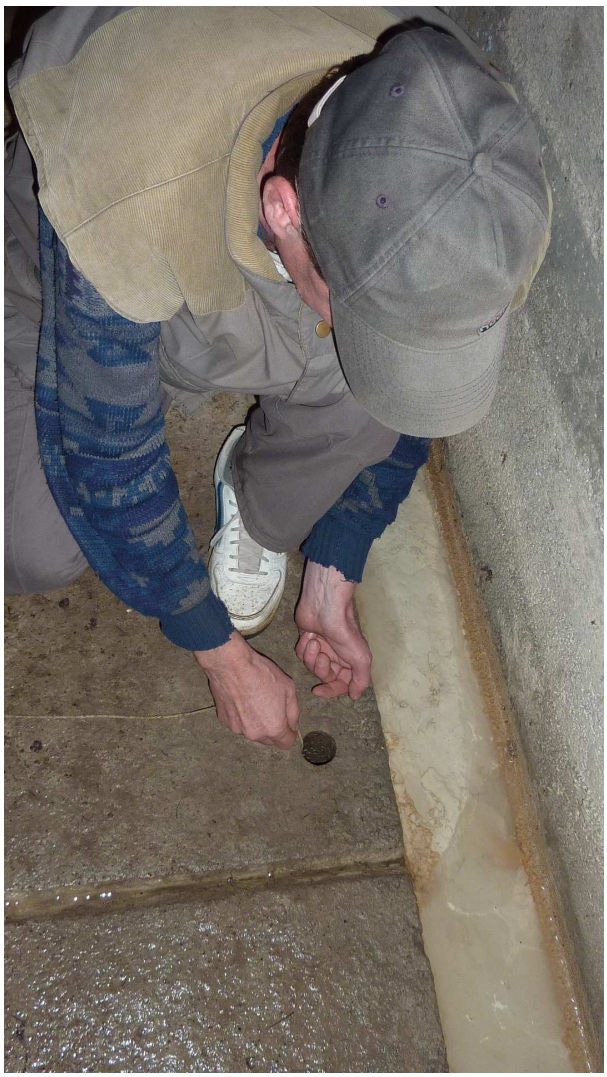


Foto: pozorovací vrt L_N v revizní chodbě,

Foto: vztlakoměrný vrt P_V v pravé příčné chodbě,

3.3 Klinometrické základy

V pravé i levé revizní chodbě jsou umístěny vždy dvě klinometrické základny pro THALIVEL jimiž se sledují náklony objektů. Měření na těchto základnách bylo přerušeno a v současné době se neměří.

Toto zařízení je možno nahradit hydrostatickou nivelací, jejíž výhoda je sledování náklonů na delším úseku, z čehož vyplývá i vyšší přesnost měření náklonů.

3.4 Deformace tělesa hráze

3.4.1 Vodorovné posuny

Těleso hráze bylo při výstavbě vybaveno kontrolními body a zařízením pro měření vodorovných deformací a průhybů na koruně hráze (záměrná souprava typu Fryč). Tento systém měření byl nahrazen trigonometrickým měřením kontrolních bodů osazených pod korunou vzdušního líce. Základní měření bylo provedeno v roce 1972. V roce 1982 byl systém měření vodorovných posunů rozšířen o nové kontrolní body (svislé profily) na vzdušním líci hráze.

Systém měření vodorovných posunů je funkční, avšak s ohledem na velmi malou četnost geodetických měření doporučujeme obnovit měření vodorovných deformací na koruně hráze, které by prováděla obsluha hráze s vyšší četností.

3.4.2 Deformace na trhlině H'_{11}

Od roku 1932 je v pravé části hráze sledována trhlina H'_{11}. Trhlina je sledována na koruně hráze. Jedná se přímkovou základnu se dvěma čepy a měří se změny jejich vzdáleností.

Foto: přímková základna (H'_{11}) na koruně hráze,

4 DOPLNĚNÍ STÁVAJÍCÍHO SYSTÉMU MĚŘENÍ TBD

Pro zkvalitnění výkonu TBD na VD Seč doporučujeme provést úpravy a doplnění stávajícího systému měření TBD.

4.1 Průsaky

Průsaky jsou sváděny do dvou měrných profilů v levé a pravé příčné chodbě. Objemové měření je prováděno ručně. Vzhledem k velmi zanedbanému stavu měrných přelivů (výrazná koroze) doporučujeme jejich kompletní výměnu. Trojúhelníkový měrný profil bude vyroben z nerezového materiálu. Pro usnadnění ručního objemového měření bude měrný profil vybaven otevřeným nátrubkem. Měrný profil bude vyroben jako vyjímatelný pro usnadnění čištění akumulačního prostoru.

Vzhledem k relativně ustáleným malým množstvím průsaků (do 0,05 l/s) a velkému množství vápenných výluhů doporučujeme měření provádět i nadále pouze ručně.

4.2 Vztlakoměrné vrty

Ze stávajících čtyřech vrtů v revizní chodbě pouze jeden vrt funguje jako vztlakoměrný. Dva vrty končí ve hrázovém zdivu a nedosahují na základovou spáru a třetí vrt nevykazuje řádnou funkci. Na základě tohoto popisu je možno konstatovat, že máme velmi omezenu představu o vztlakových parametrech na základové spáře. Navrhujeme proto zřízení nových vztlakoměrných vrtů pro získání systematické a ucelené informace o působení vztlaku na těleso hráze.

Při realizaci vrtných prací stávajících vrtů byla zjištěna poruchová zóna ve zdivu mezi vrty v levé příčné chodbě. Z výnosu jádrových vývrtů a průběhu vrtání byly zjištěny kaverny a hnízda s hůře zhutněným materiálem. Vadná místa pravděpodobně pocházejí již z průběhu výstavby (prohlídky vývrtů zdiva). Následné měření a pozorování potvrdilo podpovrchové propojení těchto dvou vrtů L_N a L_V.

V první fázi doporučujeme sanovat lokální poruchové pásmo zdiva mezi vrty L_N a L_V. Následně doporučujeme realizovat 7 nových vztlakoměrných vrtů. Vztlakoměrné vrty by měly zasahovat až cca 3m do skalného podloží. Orientační rozmístění nových vrtů je patrné z přílohy č.3. Jejich směrové umístění je pak patrné z příloh č. 4 a 5.

Vrtné práce by byly zároveň pracemi průzkumnými. Předpokládáme jádrové vrtání a provedení vodních tlakových zkoušek (VTZ) v sestupném uspořádání. Jádrové vývrty by byly použity pro stanovení pevnostních a materiálových charakteristik zdiva.

4.3 Sledování svislých posunů v revizní chodbě hráze

Pro sledování svislých deformací podloží hráze doporučujeme zavést relativně jednoduché a přesné geodetické měření svislých posunů kontrolních bodů. Na příloze č. 1 je zobrazeno rozmístění kontrolních výškových bodů, které by byly měřeny velmi přesnou nivelací. S ohledem na stávající možnosti a propojenost revizní chodby a příčných chodeb se nabízí vytvoření

uzavřeného nivelačního pořadu. S ohledem na změny výškového profilu pořadu je navrženo cca 21 kontrolních bodů.

Pro sledování relativních svislých posunů doporučujeme v revizních chodbách zavést měření pomocí hydrostatické nivelace. Pro toto měření je potřeba osadit 2 speciální výškové body v prostoru vstupní příčné chodby, pevné (stálé) základny, hadice se speciální směsí a uzávěry. Vlastní měření hydrostatické nivelace by pak bylo prováděno k tomu určenou soupravou, kterou je prakticky velice přesná hadicová vodováha. Při určení svislých posunů kontrolních bodů je prakticky možné (podle použitého přístroje příslušného výrobce) dosáhnou přesnosti 0,01 mm. Tímto způsobem, by byla umožněna kontrola výškových deformací chodby hrázového tělesa.

Ke každé dvojic kontrolních bodů hydrostatické nivelace ve vstupní chodbě bude vhodné doplnit ještě na každou stranu revizní chodby třetí kontrolní bod. Tím by bylo možno měřit svislé deformace ve dvou směrech.

Schéma umístění hydrostatické nivelace je uvedeno na příloze č.6.

4.4 Sledování svislých posunů na koruně hráze

Pro sledování svislých deformací tělesa hráze doporučujeme zavést geodetické měření svislých posunů kontrolních bodů. Na příloze č. 2 je zobrazeno rozmístění kontrolních výškových bodů, které budou měřeny velmi přesnou nivelací. S ohledem na stávající možnosti by se jednalo vytvoření nivelačního pořadu, který by vycházel a končil na pevných kontrolních bodech mimo korunu hráze. S ohledem na ochranu kontrolních bodů doporučujeme jejich instalaci na vnější stranu betonového zábradlí. Dvojice kontrolních bodů na návodní a vzdušní straně indikuje rovněž náklon koruny hráze. Rozmístění kontrolních bodů je patrné z přílohy č. 2.

4.5 Zařízení pro sledování náklonů hrázového tělesa

Pro sledování náklonů hrázového tělesa doporučujeme instalovat na vodním díle Seč víceúrovňové náklonoměry a teploměry. Ty by se instalovaly do vrtů ve zdivu hráze. Vrtné práce by byly zároveň pracemi průzkumnými. Předpokládáme jádrové vrtání a provedení vodních tlakových zkoušek (VTZ) v sestupném uspořádání. Jádrové vývrty by byly použity pro stanovení pevnostních a materiálových charakteristik zdiva a laboratornímu sledování objemových změn.

Navrhujeme použít vícenásobné (zřetězené) náklonoměry osazené do vrtu. Takovýto typ náklonoměrů je ve vrtu instalován trvale a náklony jsou automaticky odečítány ve stanovených časových intervalech. V tomto případě by bylo možné použit In-place inclinometer (jedná se vlastně o zřetězení více inklinometrických sond s automatickým odečtem) nebo další typ náklonoměru ShapeAccelArrey (SAA) obsahující triaxiální MEMS (Micro-Electro-Mechanical Sensor) snímače spojené do segmentů o délce 500mm případně 305mm.

Polohově by byl vrt situován do prostoru mezi profily spodních výpustí, tak aby nezasáhl potrubí spodních výpustí, drenážní systém ani pozorovací sondy nebo jiná stávající zařízení TBD. Situování vrtu je patrné ze situace na příloze č.2 a v příčném řezu pak na příloze č. 5.

Do vrtu náklonoměru „B“ byly současně s náklonoměrem umístěny 3 teplotní čidla. Někteří výrobci náklonoměrů dodávají náklonoměry s integrovanými teplotními čidly.

Náklonoměr by byl instalován do vrtu o průměru cca 125mm, který by zasahoval cca 10 m do podloží hráze.

4.6 Zařízení pro měření teploty hrázového zdiva.

Měření teploty zdiva hráze považujeme pro potřeby TBD za účelné. Teplotní režim v různé míře ovlivňuje deformace hrázového tělesa, které sledujeme v rámci TBD pomocí měření vodorovných a svislých posunů. Deformace hráze jsou přímo závislé na teplotě hrázového zdiva v různých úrovních od obou líců, které jsou od průběhu teplot vzduchu významně fázově posunuty. Doporučujeme proto do vrtu k náklonoměru umístit i teplotní čidla.

Teplotní čidla by byla osazena do dvou vrtů A a B (viz příloha č.5), realizovaných z koruny hráze a z příčné chodby směrem ke vzdušnímu líci. Do vrtů budou vloženy teplotní čidla ve výše předepsaných vzdálenostech.

- Jeden vrt bude proveden z příčné chodby směrem ke vzdušnímu líci hráze. Sklon vrtu bude volen tak, aby při vyústění byl kolmý na vzdušní líc. Průměr vrtu bude min. 80 mm. Do vrtu bude umístěno 5 teplotních čidel do hloubek od vzdušního líce: 0,25 m, 0,5m, 1,0 m, 2,0m a 4,0m (T1, T2, T3, T4, T5). Alternativně lze vrt provést i ze vzdušního líce směrem k chodbě při využití horolezecké techniky.

- Druhý vrt bude proveden z koruny hráze směrem svisle dolů do podloží hráze a bude společný pro teplotní čidla a náklonoměr. Do vrtu budou umístěna 3 teplotní čidla (T6-T9).

Do vrtů budou vložena teplotní čidla ve výše navržených pozicích s vyústěním kabelů do revizní chodby. Snímače budou zality vhodnou cementovou směsí.

Vrtání doporučujeme jádrové, tak aby mohly být jádrové vývrty použity pro posouzení kvality a pevnostních charakteristik zdiva hráze.

Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Ruční měření těchto veličin není efektivní.

4.7 Zařízení pro sledování vodorovných posunů koruny hráze

Po uvedení vodního díla do provozu byla koruna hráze vybavena záměrnou soupravou typu Fryč. Jednalo se optické zařízení pro sledování změny polohy dvou kontrolních bodů na koruně hráze, přičemž měřící zařízení a záměrný terč byly umístěny v zavázání hráze. Měření prováděl hrázný 1 x týdně. Bohužel po zavedení geodetických měření kontrolních bodů na koruně a vzdušním líci hráze bylo toto měření ukončeno.

Geodetická měření jsou sice přesnější, ale bohužel jsou prováděna pouze velmi omezeně cca 1 x ročně a týdenní měření průhyboměru nám dávalo mnohem aktuálnější informaci o chování hráze v průběhu roku.

Doporučujeme proto opět zavést měření záměrné přímky, které by prováděla obsluha hráze. Vzhledem k již zastaralému původnímu měřícímu zařízení doporučujeme přejít na modernější typ zařízení např: Alignement.

Zavedení nového zařízení by vyžadovalo instalaci nových centračních podložek pro záměrné terče přibližně ve stanovištích původního zařízení, případně i pilíř nucené centrace optického zařízení.

V případě nákupu tohoto přesného optického zařízení by bylo efektivní provést změny stanovisek a záměrných bodů i na VD Pařížov a jeden optický přístroj vyžívat pro měření obou přehrad (VD Seč a VD Pařížov).

5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD

Koncepce zavádění automatického monitoringu vychází z obecných postupů a požadavků rozvoje TBD na vodních dílech a zahrnuje následující postup:

- inventarizace systému zařízení pro kontrolní měření, jejich revize, opravy, redukce, případně doplnění, viz kapitoly 3 a 4.
- výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení pořadí jejich důležitosti,
- stanovení požadavků na monitorovací systém,
- návrh systému a výběr dodavatele.

5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů

Výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení jejich důležitosti byl proveden podle typu a konstrukce vodního díla. Při výběru byly zhodnoceny dosavadní zkušenosti z výkonu TBD. Definitivní rozsah a doba realizace je závislá na finančních možnostech Povodí Labe, s.p. Dále uvedený rozsah považujeme za optimální, odpovídající významu vodního díla a potřebám TBD. Nevylučujeme však jeho eventuelní úpravy při případném zvyšování nároků na TBD v následujících letech ani úpravy k monitorování provozních veličin a skutečností významných pro provozovatele vodního díla.

sledovaný jev	jednotky	celkový počet	monitoring	
			varianta I.	varianta II.
- hladina vody ve vztlakoměrných vrtech a v pozorovacích sondách	[m]	8	8	8
- celkové průsaky do hráze	[l/s]	2	0	0
- teploty zdiva	[°C]	8	0	8
- náklonoměr		10	0	10
- reserva		4	4	4
celkem		**32**	**8 + 4**	**26 + 4**

Automatický monitoring TBD doporučujeme realizovat v rozsahu navrženém ve variantě I, kde je zohledněno i navržené rozšíření zařízení TBD o nové vztlakoměrný vrty. Tuto variantu považujeme za optimální. Variantu II považujeme za „cílovou“. Práce je možno etapizovat.

5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry

Vodní dílo Seč je vybaveno automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu vodního díla.

Aplikace Seč, sloužící jednak k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na vodním díle a v jejím blízkém okolí, jednak k řízení a monitorování technologie VD Seč, byla pro obsluhu vodního díla vytvořena pomocí vizualizačního systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Vybrané údaje by bylo vhodné přenášet i do systému TBD, tak aby pro stejné veličiny nebylo nutno zřizovat v novém monitorovacím systému další čidla. Jednalo by se tedy o sdílení cca 10 naměřených hodnot.

5.1.2 Tlakové poměry

Současné vztlakoměrné vrty jsou v žalostném stavu a plně funkční je pouze jeden vztlakoměrný vrt. Rozsah tohoto měření považujeme za nedostatečný. Navrhujeme proto zřídit sedm nových vztlakoměrných vrtů do oblasti základové spáry hráze a jejího podloží pro získání systematické a ucelené informace o působení vztlaku na těleso hráze (viz kapitola 4.2.).

Automatický monitoring doporučujeme zavést na všech nových vrtech. Již při zřízení vrtů by bylo jejich zhlaví vystrojeno, tak aby byla umožněna instalace tlakových čidel.

Tlak vody v původním funkčním vztlakoměrném vrtu Pv bude vhodné také automaticky monitorovat. Pro zavedení automatického měření však bude nutná úprava jejich zhlaví.

sledované veličiny:	tlak ve vrtu, poloha hladiny ve vrtu
měřící zařízení, čidla:	tlakový snímač, např. strunový, odporový
nároky na měřící zařízení:	**tlaková čidla na zhlaví vrtu** - rozsah měření hladiny do 500 kPa, - přesnost určení tlaku ± 1kPa,
nároky na úpravu zhlaví vrtů a sond:	otevíratelnost zhlaví pro případnou kontrolu vystavení hladiny vody ve vrtu (měření rangovou píšťalou), trvalé osazení manometru pro kontrolu vystavení vztlakové úrovně u vztlakoměrného vrtu, odvzdušnění, ochrana zhlaví proti vnějšímu opotřebení a poškození.
minimální vzorkovací interval:	1 hod, archivace dat 1x denně v 7 hod, jinak jen změnový systém
počet sledovaných veličin:	1 - stávající vztakoměrný vrt, 7 - nových vztlakoměrných vrtů,

5.1.3 Teplota zdiva

Teploty zdiva zatím nejsou na VD Seč měřeny. Doporučujeme zavedení tohoto měření. Návrh umístění kontrolních profilů pro zavedení měření teplot zdiva v charakteristickém hrázovém profilu je uveden na příloze č.**5**. Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude účelné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Předpokládá se umístění teplotních čidel do vrtů náklonoměru.

V návrhu předpokládáme užití 8 snímačů, trvale umístěných ve vrtu ve zdivu hráze. Do vrtu budou vloženy v předepsaných vzdálenostech teplotní snímače s vhodným vyústěním kabelů. Po instalaci budou snímače ve vrtu zality vhodnou cementovou směsí.

Pro eliminování případných důsledků při poškození snímačů doporučujeme všechny snímače osadit jako zdvojené. Jednalo by se tedy o 16 snímačů. Současně zapojených by však bylo jen osm.

sledované veličiny:	teplota zdiva
měřící zařízení, čidla:	např. strunové, odporové PT100 nebo ekvivalentní s kabelem a chráničkou
nároky na měřící zařízení:	přesnost měření min ± 0,1°C vyšší životnost a odolnost
minimální vzorkovací interval:	1 hod
počet sledovaných veličin:	8

Snímače teploty

V návrhu předpokládáme s využitím celkem 8 snímačů teploty (teplotních čidel) trvale instalovaných ve vrtech. Pro měření teploty vody, vzduchu i betonu existuje na trhu poměrně velký výběr typů čidel od nejrůznějších výrobců.

Základní roztřídění teplotních čidel:

aktivní – výstupy proudové, či napěťové

odporové – výstup odporový

frekvenční – dálkové odečítání, nutný pouze přívod zdroje energie

digitální – číslicový odečet

některé další specifické typy (s rychlou odezvou, sběrnicové aj.)

Nejvíce využívané jsou první tři druhy. Vzhledem ke konstrukci čidla jsou tato u některých typů ukládána do ochranných pouzder, které chrání vlastní čidlo. V pouzdře je čidlo uloženo v transportním médiu, nejčastěji na bázi oleje.

Při měření teploty zdiva budou čidla umístěna do vrtů. Z ekonomického i provozního hlediska je výhodné vrtat nepříliš velké průměry. Z tohoto důvodu se jeví jako nejvhodnější snímače

teploty s kabelovým vývodem. U tohoto typu čidel odpadá hlavice snímače, která má větší průměr než vlastní čidlo a zvyšuje průměr vrtu. V tomto případě jsou napájení i výstupní signál vedeny již pevně vloženým a zaizolovaným kabelem a je proto třeba zohlednit jeho délku při vkládaní do vrtu tak, aby další napojení bylo možno provést již mimo vlastní vrt. Izolace kabelu na výstupu z čidla musí splňovat nároky prostředí, ve kterém je čidlo umístěno. Čidla bez hlavic (sondy) se jeví jako výhodnější i z hlediska následného zabetonování vrtů.

Volba typu čidla z hlediska druhu výstupu nebude podle našeho názoru tak významná. Jak odporové, aktivní i strunové výstupy jsou běžně používány. Praktické zkušenosti dodavatelů systému jsou v tomto ohledu rozhodující. V případě odporových snímačů je potřeba minimálně třívodičové zapojení – kompenzuje vliv změny odporu vedení působením teploty.

Zásadním faktorem jsou vstupní parametry měřené veličiny. Měřené teploty budou dosahovat podle lokalizace každého čidla teplot rozmezí max. – 30°C až + 60°C, jednotlivá čidla asi není vhodné odlišovat z hlediska rozsahu velikosti naměřené teploty jednotlivých sledovaných médií, resp. prostředí.

Významným faktorem je i doba záruky. Někteří dodavatelé čidel nabízejí delší záruku na odporové teplotní snímače (v některých případech i 48 měsíců. Je potřeba tento stav ověřit, resp. při zadání zakázky požadovat. Jelikož se jedná o čidla bez případné výměny či náhrady doporučujeme upřednostnit ty s vyšší zaručenou životností.

5.1.4 Náklony tělesa hráze

Tato veličina je bezesporu jednou z nejvýznamnějších veličin sloužících pro operativní hodnocení stability a bezpečnosti hráze. Zavedení automatického monitoringu (snímání, měření) polohy náklonu a zvýšení četnosti měření umožní operativnější kontrolu deformací hráze.

Na vodním díle Seč jsou v současnosti sledovány deformace hráze pouze geodetickým měřením, které je měřeno velmi zřídka. Vlastní měření náklonu není v současnosti prováděno. Zavedením nového měření náklonů by byly získávány hodnoty náklonů v několika úrovních a ve směrech dx – rovnoběžně s tokem a dy - kolmo na tok. Navrhujeme použít vícenásobné (zřetězené) náklonoměry osazené do vrtu.

sledované veličiny:	náklon (poloha) snímače
měřící zařízení, čidla:	In-place inclinometr na principu strunového snímače nebo MEMS technologie Náklonoměr ShapeAccelArrey (SAA) na principu MEMS nebo jiné zařízení specializovaných výrobců měřící techniky pro přehrady
nároky na měřící zařízení:	měřící rozsah ± 10° (dva směry X a Y) přesnost určení polohy min. ± 0,05 mm/m zabezpečení měřícího zařízení proti vlhkosti, ochrana proti předpětí
minimální vzorkovací interval:	1 hod
počet sledovaných veličin:	min 10

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) je označení samotné technologie i produktů, které jsou touto technologií vyráběny. Jde o umístění elektronických a mikro mechanických prvků na křemíkovou bázi. Tento postup pochází z výroby integrovaných obvodů. V souvislosti s MEMS se hovoří o tzv. inteligentních snímačích, protože produkt obsahuje jak mechanický tak i elektrický systém. Mechanický má za úkol převést fyzikální podmět na elektrickou veličinu a elektrický systém se stará o další zpracování, úpravu vytvořené veličiny (zesílení, filtraci atd.). Jako stěžejní produkty této technologie se považují především různé pohybové senzory jako akcelerometry a gyroskopy.

5.1.5 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu

V současné době nám nejsou známy další veličiny (mimo výše uvedené), které by bylo účelné automaticky monitorovat. Přesto se může v průběhu dalšího provozu VD aktuální potřeba změnit (rozšíření měření, zvýšení požadavků na měření, atp.). Monitorovací systém by měl být proto modulární a otevřený, měl by umožnit další rozšíření.

Výhledově je možno uvažovat i s automatickým měření hydrostatické nivelace.

5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém

Monitorovací systém by měl zajistit následující úlohy:

- modulárnost a otevřenost. Systém by měl být modulární, složený z jednotlivých telemetrických centrál (datakoncentrátorů), ke kterým jsou v příslušném počtu připojeny snímače (senzory) jednotlivých měrných míst s analogovým nebo digitálním signálem. Systém by měl být adaptabilní na údržbu systému (redukce a rozšiřování měrných míst) vlastními silami (vyškolený pracovník správce systému),
- adaptabilitu i na možnosti ručního vkládání ostatních vizuálně odečítaných výsledků měření a textových zpráv, výsledků obchůzek,
- měla by být umožněna editace, testování, oprava a prohlížení ručně měřených veličin a výsledků obchůzek,
- průběžné měření snímačů v časové smyčce určené použitými technickými prostředky, ukládání hodnot se však řídí zvoleným režimem vzorkování,
- průběžnou kontrolu funkce všech čidel, komunikačních cest a ostatních komponentů. Interval kontroly je determinován použitou technologií. Vzorkovací interval pro popis monitorovaného jevu navrhujeme od 60 min. výše. Kratší doba není vzhledem k charakteru sledovaných veličin nutná,
- spolehlivost řídící jednotky. Řídící jednotkou by měla být telemetrická centrála, která nebude využívána k jiným účelům (jako osobní počítač),
- požadavky na periferie: CD ROM, tiskárna,

- tento bod lze brát jako určitý námět úspory objemu zaznamenávaných dat a závisí především na možnostech provozovatele a dostupnosti potřebného softwaru.
  Úspora objemu zaznamenávaných a přenášených dat. Vzhledem k charakteru monitorovaných procesů je účelné používat pro záznam dat změnový systém. Ten znamená, že pokud se měřená veličina pohybuje v zadaném rozpětí OD – DO, tak se bez ohledu na čas žádná hodnota neukládá a platí poslední zaznamenaná hodnota včetně časové identifikace. Při překročení předem nastaveného pásu systém přejde na vzorkování v nastaveném čase, např. 15 min (ukládá čas a hodnotu). Po návratu hodnoty veličiny do nastaveného rozpětí zaznamená čas a tuto hodnotu a čeká na další stav překročení platného rozpětí. Tento obecně výhodný způsob však vyžaduje podpůrné programové vybavení, které umí ze změnových hodnot vygenerovat časovou řadu ve zvoleném ekvidistantním kroku.
- Existují i další systémy pro úsporu dat využívající softwarové selekce „nezajímavých dat“.
- i když bude pro záznam dat použit změnový systém, měl by být nastaven i „pevný“ záznam dat vždy 1x denně (např. v 7 hod.) bez ohledu na naměřené hodnoty a jejich změny.
- průběžné testování snímaných dat na pevné případně dynamické meze. Při jejich dosažení bude v prvé řadě alarmem vyrozuměna obsluha díla. Mezní hodnoty se budou skládat max. ze 3 hodnot (mez bdělosti, mezní hodnota, konstanta - funkce pro dynamické meze),
- automatický záznam dat na více než jednom místě, tak aby v případě havárie zařízení bylo možné obnovení ztracených dat (zálohový server nebo vhodné paměťové medium),
- přenos naměřených hodnot k hodnotiteli, tj. oběma hlavním pracovníkům TBD. Vzhledem k průběžnému testování výsledků měření v monitorovacím systému se předpokládá dávkový přenos dat v intervalu až dvou týdnů. V případě mimořádné situace je nutné umožnit operativní přenos dat. Organizace pověřená výkonem TBD (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.) je v současné době zavedena na přenos dat prostřednictvím technologie Internetu (e-mail adresa: kapko@vdtbd.cz, zapotocka@vdtbd.cz),
- systém ověřování, kontroly a doplňování chybějících hodnot měření, které mohou vzniknout výpadkem el. energie, závadou na přenosu nebo čidla,
- automatická evidence alarmů a výpadků systému,
- zpracování dat, umožnění výběru veličiny (skupin veličin) ve zvoleném časovém období, tabulka, graf,
- možnost zavedení „ručního“ měření při poruše systému a zpětné začlenění výsledků měření do již vytvořených dat,
- systém musí být funkční i při mimořádných událostech (výpadek el. energie 48 hodin), napojení na záložní zdroje. výpadek internetu – nepřebírat žádná data z databáze VHD v HK atp.

Dále je třeba schematicky připomenout princip monitoringu

⇒ data z automatického přenosu

⇒ data ručně vkládaná

⇓

měřená veličina ⇒ přepočet ⇒ veličina TBD

Pro jednotlivé přepočty je třeba definovat matriční údaje jednotlivých veličin měření. Tyto údaje jsou v archivu VD - TBD a.s. a jsou v případě realizace monitoringu k dispozici.[1]

5.3 Návrh systému a výběr dodavatele

Pro návrh systému a výběr dodavatele je třeba posuzovat tato kritéria: splnění výše uvedených požadavků na monitorovací systém, cena a doba dodávky, záruky, provozní náklady, požadované technické prostředky, spolehlivost, operativní servis, …

Zajištěna by měla být i návaznost na stávající měření pro zajištění homogenity časových řad (zejména při stavebních úpravách měrných míst).

V rámci akce doporučujeme realizace kvalitního optického síťového propojení nejvýznamnějších lokalit vodního díla s kanceláří obsluhy. Optická síť by měla být navržena dostatečně kapacitní pro případnou realizaci ovládacích systémů (spodních výpustí, VE atd.), zabezpečovacího a kamerového systému, monitorovacího systému atd.

[1] *Matriční údaje jednotlivých veličin byly pro VD Seč již zástupcům Povodí Labe, s.p. předány ve formě tabulky, bude je však nutné aktualizovat s ohledem na nastalé změny.*

6 ZÁVĚR

Vzhledem k významu vodního díla Seč (dílo II. kategorie z hlediska TBD) a konstrukčnímu typu hráze považujeme další zkvalitnění výkonu TBD rozšířením systému měření TBD a zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD za žádoucí. V předkládaném dokumentu jsme specifikovali rozsah zavádění kontinuálního sledování, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Zavedení automatického monitoringu představuje prakticky kontinuální měření jen stanoveného počtu vybraných veličin TBD. Kontinuálně měřené veličiny bude dále doplňovat soubor hodnot měřených a odečítaných manuálně.

Stávající TBD doporučujeme rozšířit o následující zařízení:

- sedm nových vztlakoměrných vrtů pro sledování vztlakových poměrů,
- kontrolní výškové body v revizní chodbě i na koruně hráze,
- osm teplotních čidel ve vrtech pro sledování teplotních změn tělesa hráze,
- náklonoměr pro sledování deformací tělesa hráze (průhyb tělesa hráze),
- obnovit měření vodorovných deformací koruny hráze.

Do automatického monitorovacího systému TBD doporučujeme zavádět:

- 8 snímačů pro vztlakoměrné vrty,
- 8 teplotních čidel pro sledování teplotních změn tělesa hráze,
- náklonoměr pro sledování deformací tělesa hráze (počet snímačů bude odpovídat zvolenému typu zařízení),
- přejímat pracovní a meteorologické veličiny ze systému VHD PL.

Uvedený materiál může být využit jako jeden z podkladů pro rozhodnutí správce díla Povodí Labe, s.p. ohledně vybudování monitorovacího systému veličin TBD. Předložený návrh dále předpokládá využít pro vypracování zadání a soutěžních podmínek na zhotovení projektu a dodávku technických a programových prostředků monitorovacího systému pro vodní dílo Seč. Použit bude také pro projekční řešení a dodávku nových kontrolních zařízení a úpravu stávajících. Při přípravě případné realizace akcí jsme připraveni dále spolupracovat. Podrobné matriční údaje, identifikační kódy veličin, požadavky na přesnost, definiční obory hodnot, změnové meze, meze bdělosti, mezní hodnoty a další potřebné údaje pro vytvoření softwarové aplikace jsme připraveni zpracovat v přehledné tabulce.

Práce je účelné etapizovat. Navrhujeme následující postup:

1. etapa – Doplnění zařízení TBD a úprava stávajícího (měrné přelivy, vztlakoměrné vrty, nivelační body, hydrostatická nivelace, sledování vodorovných posunů koruny hráze).

2. etapa - Automatický monitoring podle varianty I a zřízení optické komunikační sítě.

3. etapa – Doplnění o náklonoměr a teplotní čidla, automatický monitoring podle varianty II.

Celkové náklady na rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu pro všechny etapy odhadujeme na 4 500 – 5 500 tis. Kč bez DPH. Celkové náklady je nutno považovat za velice orientační, vycházejí z obdobných akcí na jiných vodních dílech. Pro bližší specifikaci nákladů je nutno upřesnit jednotlivé položky v rámci projekčního řešení.

Praha, říjen 2012

Zpracoval: Ing. David Kapko
HP TBD

Schválil: Ing. David Richtr
vedoucí útvaru 401

7 SEZNAM PŘÍLOH

1. Situace hráze – schéma rozmístění výškových bodů v revizní chodbě a podhrází
2. Situace hráze – schéma rozmístění kontrolních výškových bodů na koruně hráze
3. Situace hráze – schéma rozmístění vztlakoměrných vrtů v revizní chodbě
4. Příčný řez levou příčnou chodbou – schéma rozmístění vztlakoměrných vrtů a základen hydrostatické nivelace
5. Příčný řez pravou příčnou chodbou – schéma rozmístění vztlakoměrných vrtů, teplotních čidel, základen hydrostatické nivelace a náklonoměru
6. Situace hráze – schéma rozmístění základen hydrostatické nivelace

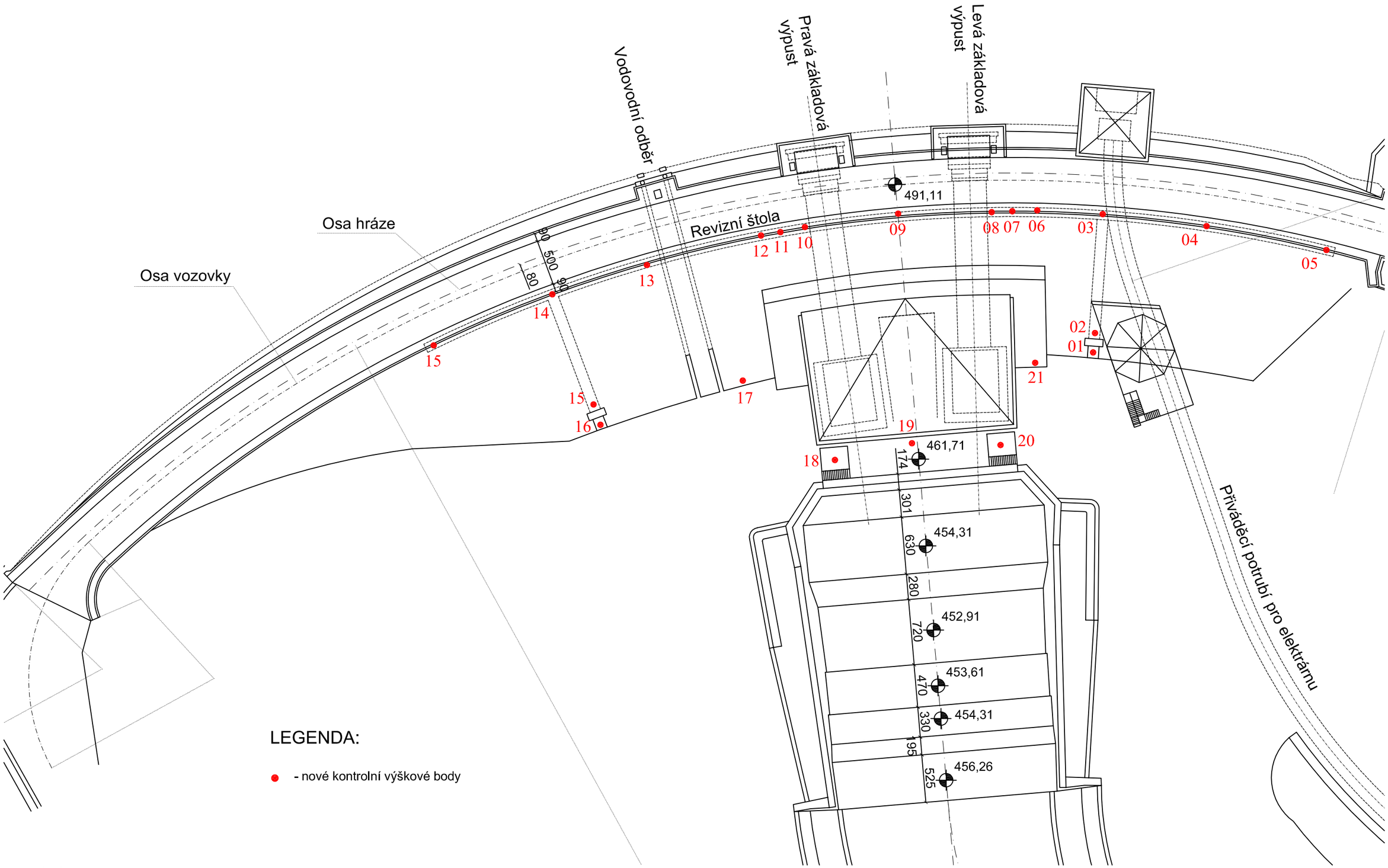
8 ROZDĚLOVNÍK

1 - 4 Povodí Labe s.p.

5 – 6 VODNÍ DÍLA - TBD a.s.

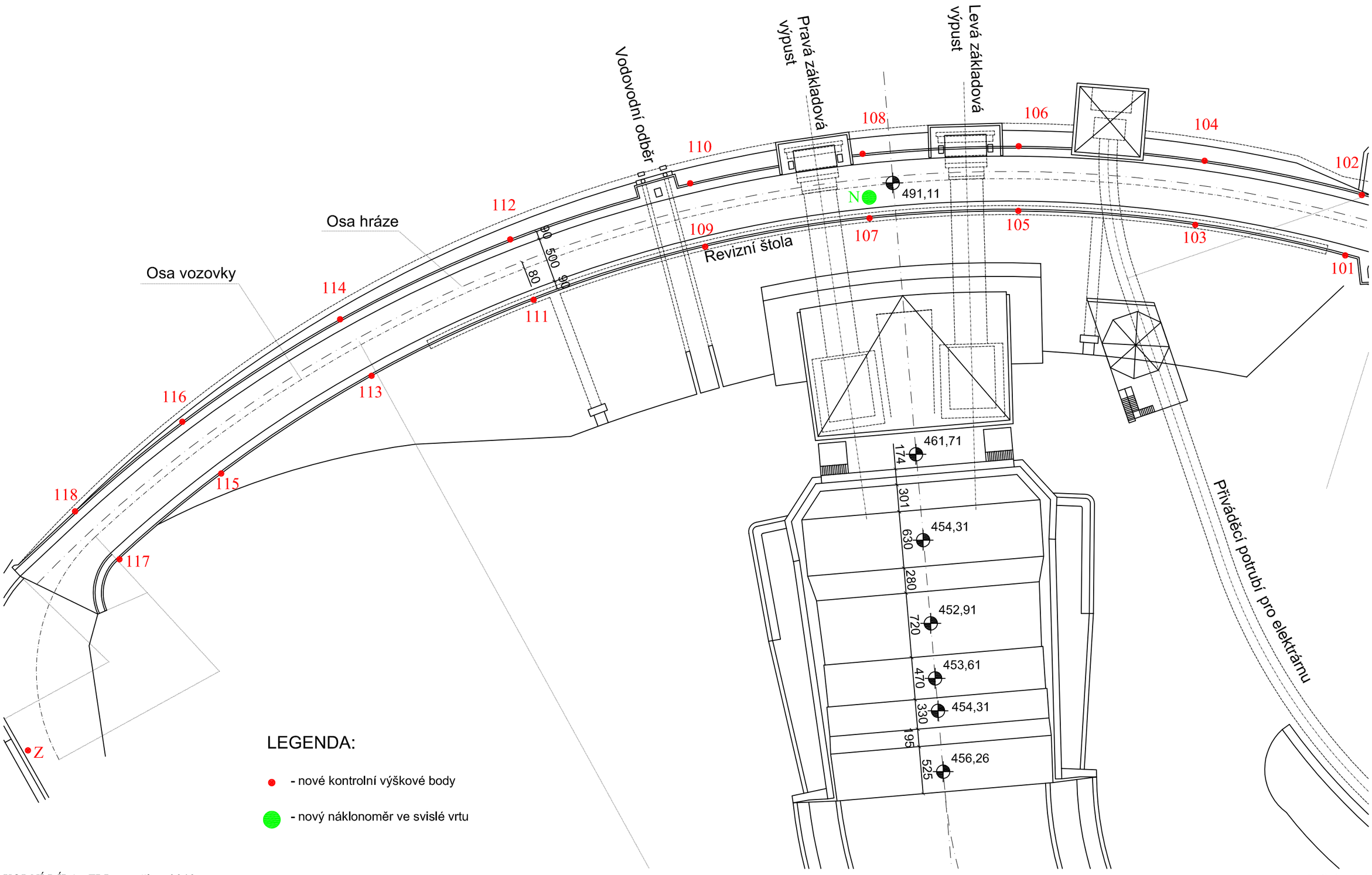
Situace hráze

Schéma rozmístění kontrolních výškových bodů v revizní chodbě a podhrází



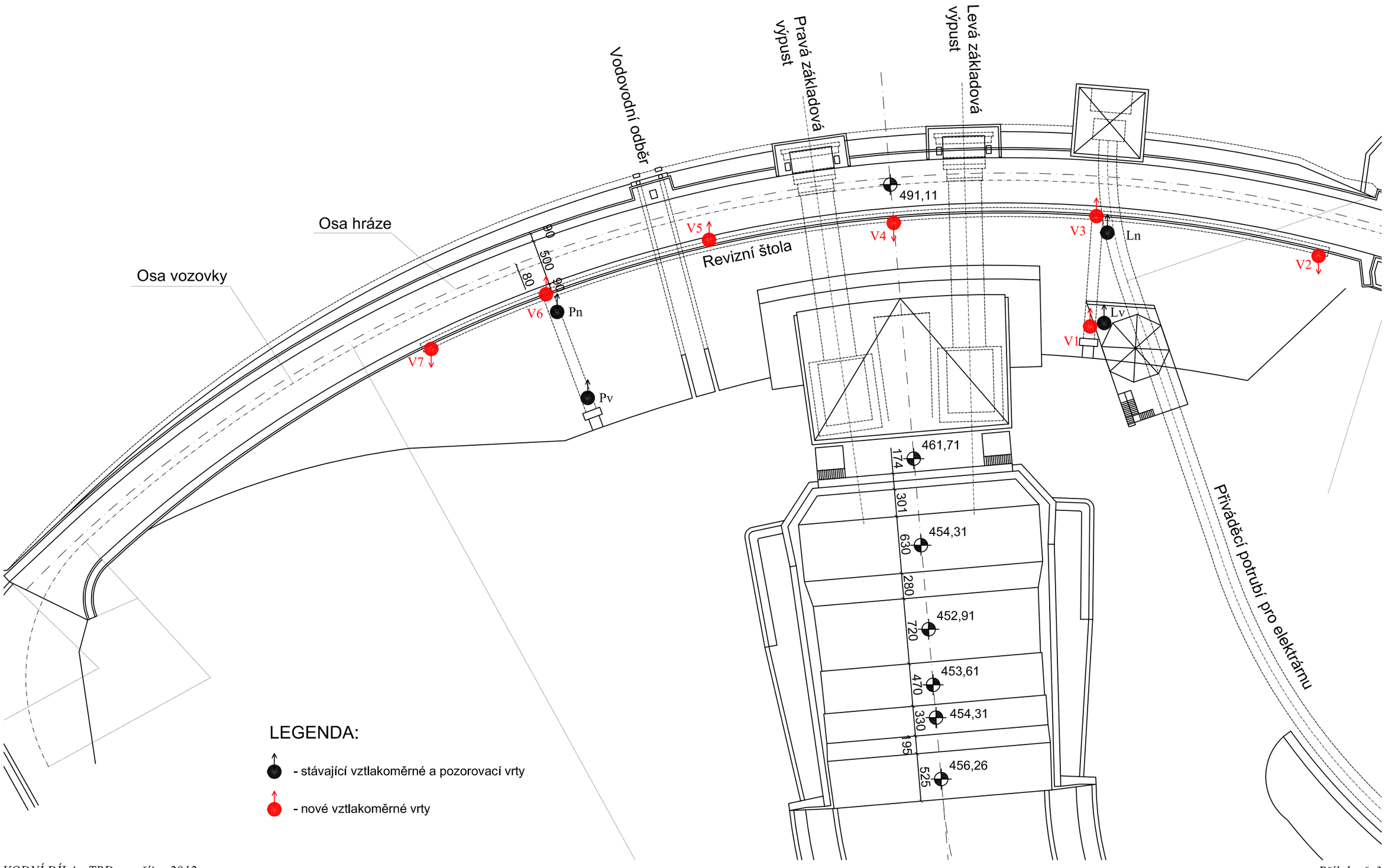
Situace hráze - koruna

Schéma rozmístění kontrolních výškových bodů na koruně hráze



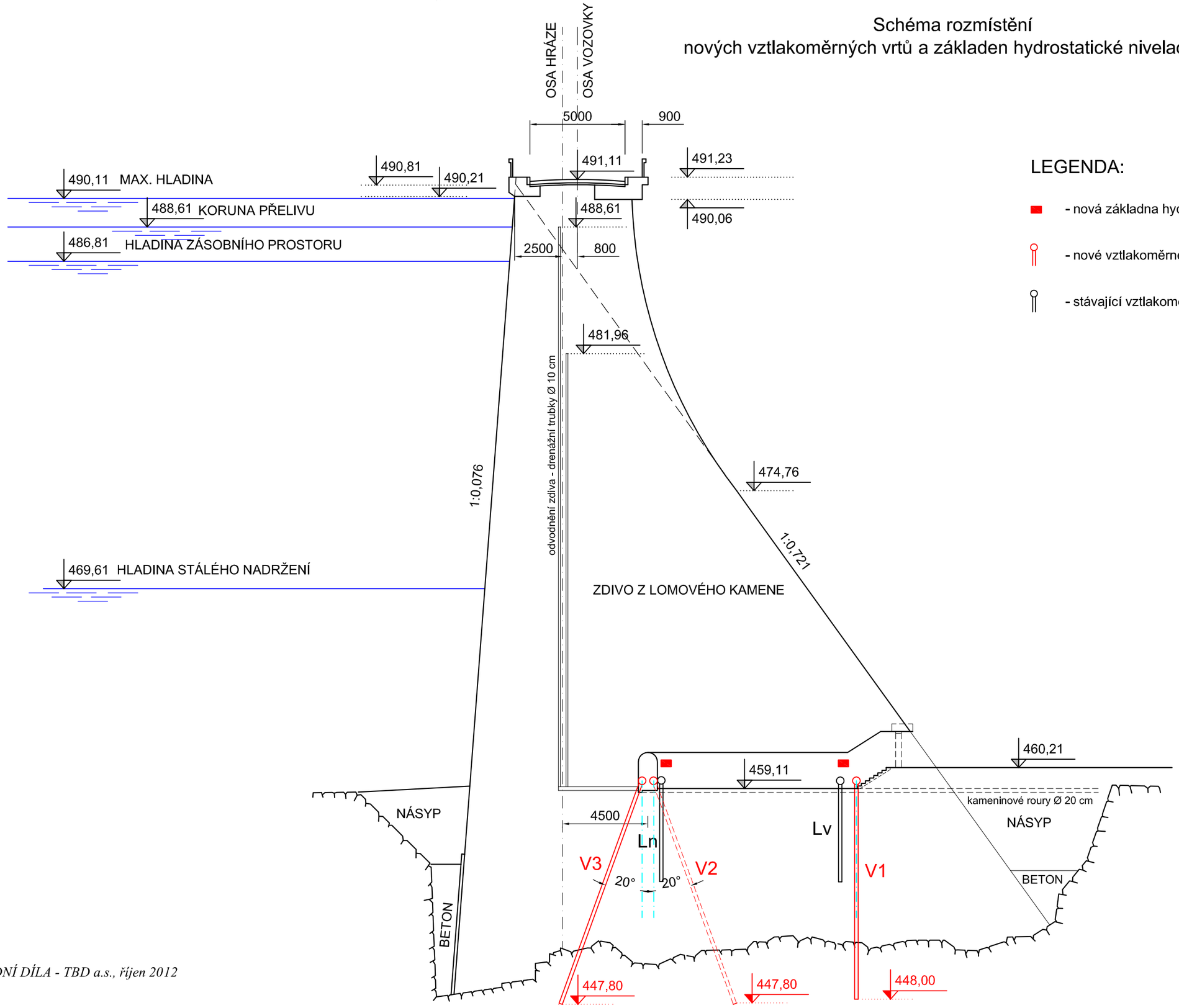
Situace hráze

Schéma rozmístění vztlakoměrných vrtů v revizní chodbě



Příčný řez levou příčnou chodbou

Schéma rozmístění
nových vztlakoměrných vrtů a základen hydrostatické nivelace

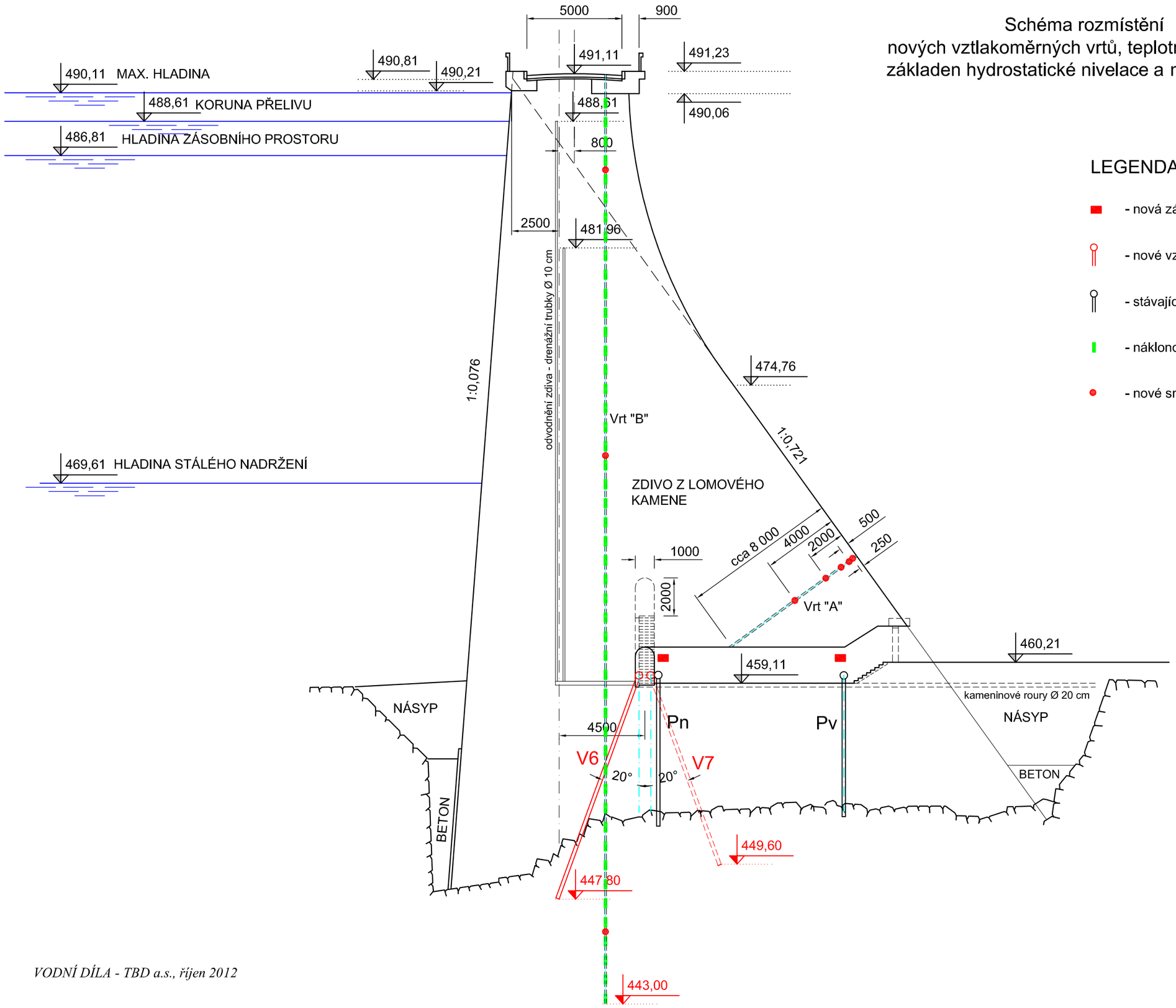


LEGENDA:

- nová základna hydrostatické nivelace
- nové vztlakoměrné vrty
- stávající vztlakoměrné vrty

Příčný řez pravá příčnou chodbou

Schéma rozmístění
nových vztlakoměrných vrtů, teplotních čidel,
základen hydrostatické nivelace a náklonoměr

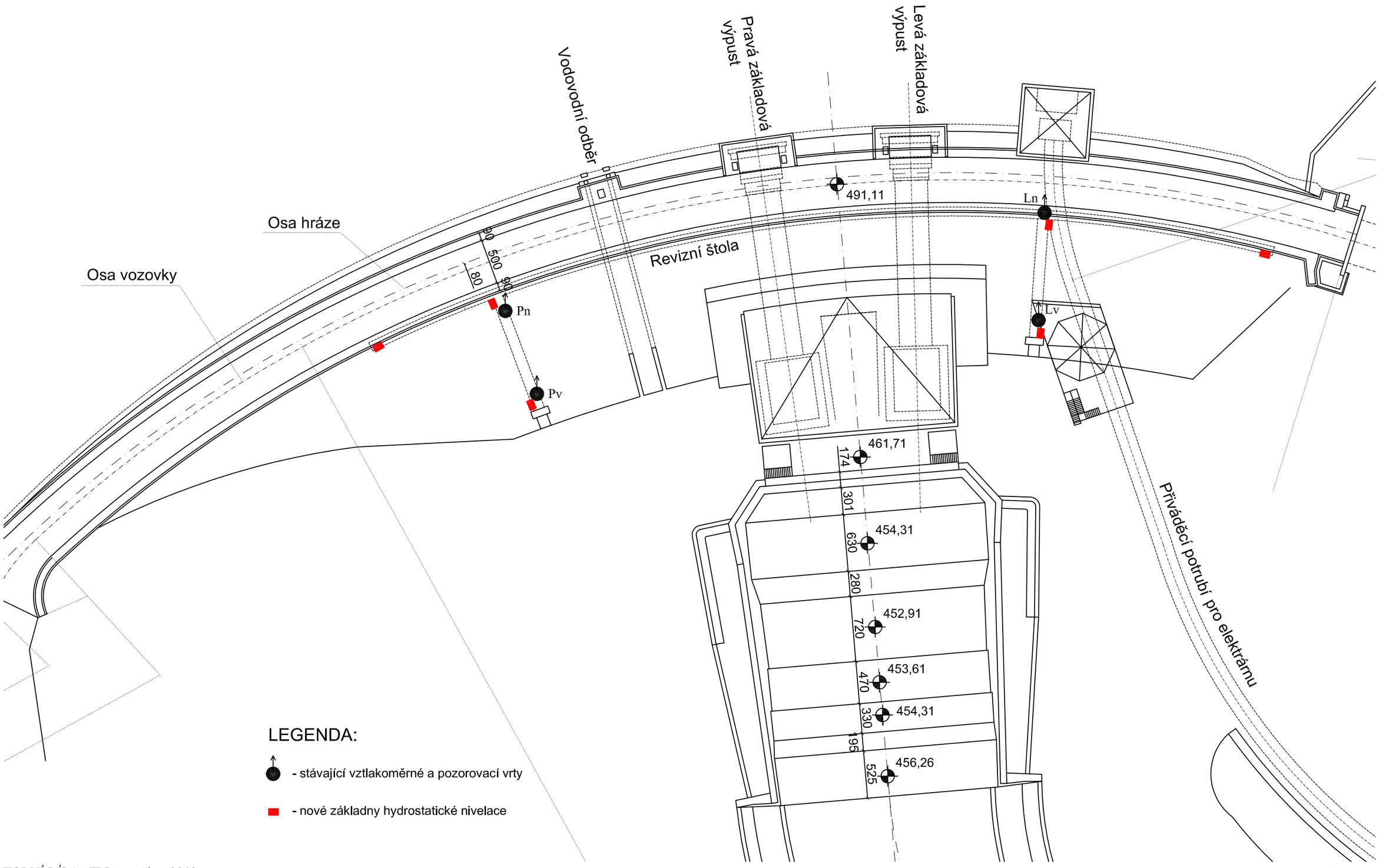


LEGENDA:

- nová základna hydrostatické nivelace
- nové vztlakoměrné vrty
- stávající vztlakoměrné vrty
- náklonoměr v novém vrtu z koruny hráze
- nové snímače teploty zdiva

Situace hráze

Schéma rozmístění základen hydrostatické nivelace



VODNÍ DÍLA - TBD

VD BEDŘICHOV

Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu

V Praze, prosinec 2017

Výtisk č. **pdf**

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 401	Ing. David Richtr
Vedoucí projektu	Ing. Tomáš Klemša
Vypracoval	Ing. Tomáš Klemša
Spolupráce	Ing. David Richtr

VD BEDŘICHOV
NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD A ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU

Objednatel	Povodí Labe, státní podnik
Číslo projektu	P124/17
Archivní číslo	2017/304
Vypracováno	V Praze, prosinec 2017

OBSAH

1 ÚVOD 2
2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD 3
3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ 5
3.1 Měrná místa průsaků 5
3.2 Vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy 6
3.3 Zařízení pro měření deformací hráze 8
3.3.1 Zřízení pro měření vodorovných posunů hráze 8
3.3.2 Zařízení pro měření svislých posunů hráze 9
3.4 Zařízení TBD modernizovaná v rámci rekonstrukce koruny hráze 10
3.4.1 Zřízení pro měření vodorovných posunů hráze 10
3.4.2 Zařízení pro měření svislých posunů hráze 11
3.4.3 Pozorovací sondy na koruně hráze, nový stav 11
4 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD 12
4.1 Modernizace a doplnění měření vztlakoměrných vrtů v revizních chodbách 12
4.2 Měření teploty zdiva 12
4.3 Zařízení pro sledování objemových změn hrázového zdiva - extenzometry 13
4.4 Měření deformací pomocí inverzního plovákového kyvadla 14
4.5 Návrh etapizace doplnění zařízení TBD 15
5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD 15
5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů 16
5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry 16
5.1.2 Tlakové poměry 17
5.1.3 Teploty zdiva 18
5.1.4 Relativní deformace (extenzometr) 19
5.1.5 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu 19
5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém 20
5.3 Návrh systému a výběr dodavatele 21
6 ZÁVĚR 22
7 ROZDĚLOVNÍK 24
8 SEZNAM PŘÍLOH 24

1 ÚVOD

Návrh rozšíření systému měření TBD a zavedení automatického monitoringu vybraných veličin TBD na VD Bedřichov byl vypracován na základě smlouvy o dílo evidované u zhotovitele pod č. A1675/16 u objednavatele pod číslem D911160014 a mezi společností VODNÍ DÍLA – TBD a.s. a státním podnikem Povodí Labe. Tento návrh vychází ze zkušeností z dlouholetého sledování a hodnocení díla v rámci technickobezpečnostního dohledu (dále také TBD) a navazuje na předchozí doporučení v dokumentech TBD (etapové zprávy).

Cílem návrhu je:

- provést inventarizaci kontrolních zařízení pro měření TBD včetně zhodnocení jejich funkčnosti a technického stavu,
- navrhnout rozšíření systému TBD, nová měřící zařízení nebo úpravy stávajících,
- vybrat kontinuálně sledované jevy,
- stanovit požadavky na měřící zařízení (čidla) a popis vyplývajících stavebních úprav,
- stanovit požadavky na monitorovací systém.

Účelem návrhu rozšíření systému TBD na VD Bedřichov je zkvalitnění této odborné činnosti na vodním díle. Tato činnost je z praktických důvodů spojena i se zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD tak, aby dílo bylo v tomto pohledu modernizováno komplexně a systematicky.

Účelem návrhu monitoringu je specifikovat rozsah jeho zavádění, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Základním bodem je stanovení nejdůležitějších sledovaných veličin z hlediska bezpečnosti vodního díla. V dalších bodech jsou pak stanoveny požadavky na monitorovací systém a návrh systému, jako podklad pro výběr dodavatele.

Vybudováním monitorovacího systému s automatickým sledováním vybraných jevů TBD se sleduje hlavně zkvalitnění výkonu TBD:

- předsunutým testováním hodnot měřených veličin přímo na díle bez zásadního ovlivnění lidským činitelem,
- včasným rozpoznáním nástupu a vývoje případných nestandartních situací v „chování“ díla,
- zdokonalením výkonu TBD obsluhou díla,
- sjednocením datového formátu pro přenos výsledků měření k hlavním pracovníkům TBD (HP TBD).

Na základě současného stavu měření a pozorování TBD (organizace TBD, přehled sledovaných jevů a popis příslušných měřených veličin včetně četností měření) a koncepčních zásad pro zavádění automatického monitoringu TBD na VD je navržen cílový soubor veličin, vhodných pro kontinuální sledování vybraných jevů na VD Bedřichov.

Předmět zájmu tohoto návrhu je zúžen na problematiku zajištění a výkonu TBD nad vodním dílem. Součástí návrhu není řešení dalších souvisejících odborných a administrativních agend (např. plánování prohlídek a revizí, evidence písemností, dokladů a odborné dokumentace, evidence závad …atd.).

Použité podklady

1) Program TBD č. 3 pro provoz trvalý - platný od 1.4.2013
2) 4. Souhrnná etapová zpráva o TBD za období od 1.8.2005 do 31.8. 2015, Archivní číslo: 2015/178, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., září 2015
3) Etapová zpráva o TBD za období od 1.9.2015 do 31.7.2017, Archivní číslo: 2017/150, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., srpen 2017
4) Manipulační řád pro vodní dílo Bedřichov na Černé Nise v ř. km 11,045, Povodí Labe, státní podnik, prosinec 2006,
5) VD Bedřichov, Posudek bezpečnosti vodního díla při povodních, Archivní číslo: 2007/078, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., květen 2007
6) VD Bedřichov, rekonstrukce koruny hráze, SO 204 Modernizace zařízení TBD, projektová dokumentace ve stupni DPS, Archivní číslo: 2016/022, VODNÍ DÍLA – TBD a.s., únor 2016
7) Výsledky měření vybraných provozních veličin a veličin TBD a výsledky periodických měření, prohlídek a obchůzek, prováděných obsluhou díla podle PTBD
8) Výsledky prohlídek prováděných HPTBD a specialisty a.s. VODNÍ DÍLA – TBD v rámci výkonu TBD
9) Archivní dokumentace přehrady Bedřichov (dochovaná část, uložená na díle)

2 SOUČASNÝ STAV MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ TBD

Správce vodního díla - Povodí Labe, s.p. zajišťuje provádění TBD prostřednictvím pověřené odborné organizace VODNÍ DÍLA - TBD a.s. Na výkonu pravidelných pozorování a měření se podílejí obě zúčastněné organizace v rozsahu stanoveném Programem TBD. Program TBD č. 3 pro provoz trvalý - platný od 1.1.2013 byl zpracován podle příslušných ustanovení zákona č.254/2001 Sb., o vodách a změně některých předpisů (vodní zákon) a vyhlášky č.471/2001 Sb. o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly, ve znění vyhlášky č. 255/210 Sb.

TBD je realizován soubory pozorování a měření prováděnými pracovníky správce a pověřené organizace. Jejich výčet, účel, systém měření a hodnocení výsledků jsou obsahem kapitoly 3.

V rámci běžného provozu a výkonu TBD jsou obsluhou díla sledovány provozní a meteorologické poměry (stav hladiny vody v nádrži, odtok a přítok do nádrže, teplota vzduchu, teplota vody v nádrži, denní srážkový úhrn, výška sněhu a tloušťka ledu). Pro tato měření jsou využívány údaje z monitorovacího systému vodohospodářského dispečinku (VDH PL). Dále jsou sledovány průsakové poměry a vztlakové poměry.

Specializovaná měření deformací provádí geodetická skupina Povodí Labe, státní podnik. Pracovníci pověřené organizace (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.) zajišťují i hodnocení těchto spec. měření.

V současné době jsou na vodním díle Bedřichov v rámci monitorovacího systému VHD PL nebo obsluhou pravidelně měřeny následující vodohospodářská měření a pozorování, potřebná pro řízení a kontrolu provozu díla:

Za normálního provozu se sleduje a zaznamenává denně v 7,00 hod.:

- kóta hladiny vody v nádrži, objem vody v nádrži,
- přítok do nádrže (bilanční),
- odtok z nádrže (včetně manipulací s uzávěrem na levé spodní výpusti),
- teplota vzduchu, teplota vody v nádrži,
- max. – min. denní teplota vzduchu,
- denní úhrn srážek + intenzita srážek,
- počasí,
- průhlednost vody.

V zimním období se dále sleduje:

- výška sněhové pokrývky a vodní hodnoty sněhu,
- tloušťka ledu na hladině nádrže.

Měření prováděná obsluhou jsou realizována denně v 7,00 hod. Automaticky sledované veličiny jsou zaznamenávány v intervalech nastavených z VHD PL (zpravidla 15 min.).

Všechna měřící zařízení, pomůcky a přístroje pro měření povětrnostních a provozních poměrů jsou funkční. Vodní dílo Bedřichov je vybaveno automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu vodního díla. Aplikace, sloužící jednak k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na přehradě Bedřichov a v jejím blízkém okolí, jednak k řízení a monitorování technologie VD Bedřichov, byla pro obsluhu vodního díla vytvořena pomocí vizualizačního systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Všechna tato data jsou na vyžádání VHD PL přenášena do srážko-odtokového modelu HYDROG určeného pro operativní řízení vodního díla. Celý systém tak zajišťuje předpověď možného očekávaného vývoje hydrologické situace a dává doporučení k řízení vodního díla.

Většina údajů z monitorovacího systému provozních veličin VHD PL je využívána i pro potřeby TBD. Údaje jsou uváděny do pravidelných hlášení TBD.

Významnou součástí měření TBD je i měření vztlakových a průsakových poměrů. S týdenní četností jsou obsluhou díla měřeny průsaky (respektive výtoky z drenážního systému) v revizních chodbách spodních výpustí. S četností 1x týdně jsou měřeny tlaky na základové spáře.

S četností 2x ročně za období dvou let jsou měřeny vodorovné posuny kontrolních bodů na koruně hráze a vzdušním líci hráze metodou měření deviačního úhlu. Svislé posuny kontrolních bodů na koruně hráze a u paty hráze měřené metodou velmi přesné nivelace (VPN), jsou určovány s četnostní 1x za 5 let. Tato měření provádí geodetická skupina Povodí Labe, s.p.

Dalším prvkem TBD jsou pravidelné prohlídky konané obsluhou díla s denní četností. Výsledky z těchto prohlídek jsou ve formě hlášení zasílány oběma hlavním pracovníkům TBD k rozboru a posouzení.

Náležitá pozornost je věnována i stavu technologických zařízení na VD a jejich bezpečnému provozu. V rámci TBD jsou zajištěny pravidelné kontroly, které jsou rozděleny na 4 stupně významu. I. stupeň - funkční zkouška provádí obsluha díla (hrázný) při pravidelných obchůzkách díla; II. stupeň – provozní zkouška prováděná strojním odborníkem závodu Hradec Králové 1x ročně; III. stupeň – provozní prohlídka technologických zařízení za účasti strojního odborníka správce VD Povodí Labe, s.p. s četností 1x za 2 roky; IV. stupeň – komplexní prohlídka technologických zařízení za účasti strojních techniků správce díla Povodí Labe s.p. a pověřené organizace VD-TBD a.s. s nepravidelnou četností (přibližně 1x za 4 až 6 let), minimálně však 1x za 10 let. Tyto jsou případně podle nutnosti doplňovány prohlídkami mimořádnými. Tento systém byl zaveden podle Organizační směrnice generálního ředitele s.p. Povodí Labe (OS 02/1999), s platností od 1.3. 1999. Zápis z provozních, komplexních a mimořádných prohlídek technologických zařízení je zasílán oběma HP TBD.

Nedílnou součástí TBD jsou pravidelné prohlídky díla (technickobezpečnostní prohlídky - TBP) svolávané dle § 62 zákona č. 254/2001 Sb. HP TBD správce.

3 INVENTARIZACE ZAŘÍZENÍ PRO KONTROLNÍ MĚŘENÍ

V listopadu 2017 jsme provedli vlastní inventarizaci kontrolních zařízení pro měření na hrázi a v okolí přehrady. Průběžná inventarizace a ověření funkčnosti jednotlivých zařízení byla realizována v rámci TBD již v průběhu minulých let. Je potřeba poznamenat, že v roce 2016 byla v rámci projektu „VD Bedřichov, rekonstrukce koruny hráze“ zpracována i projektová dokumentace SO 204 Modernizace zařízení TBD, která řeší zejména nové zařízení na koruně hráze. V době zpracování tohoto návrhu je již rekonstrukce koruny hráze zahájena a očekává se, že bude v roce 2018 dokončena. Pro aktuálnost zde proto uvádíme i rozsah doplňovaných zařízení na koruně hráze.

3.1 Měrná místa průsaků

Schéma stávajícího rozmístění měřených a pozorovaných průsaků je uvedeno v situaci na příloze č.**1**.

Sledování průsakového režimu na díle probíhá jednak vizuálně a jednak měřením.
Průsaky hrázovým tělesem a podložím hráze jsou měřeny obsluhou díla, s četností 1x týdně, na těchto místech:

v pravé chodbě spodních výpustí na vyústění svislého drenážního systému u drénů Pl a Pp,

v levé chodbě spodních výpustí na vyústění svislého drenážního systému u drénů Ll a Lp,

na „novém“ vrtu J16 umístěném pod hrází.

Jedná se o měření objemové (měrná nádoba, stopky). Vzhledem k měřeným velikostem průsaků a ke zkušenostem z obdobných typů hrází nepokládáme za nutné objemové měření průsaků zavádět do AM.

Vyústění vodorovného drénu Ll

J16

Dále je při obchůzkách sledován případný výskyt nových průsaků, vývěrů vody či podmáčených míst na vodním díle i v celém jeho okolí.

Vhodná by byla úprava vyústění měření průsaků (organizovaný svod, zamezení přístupu vzduchu k omezení „zarůstání“ drénu).

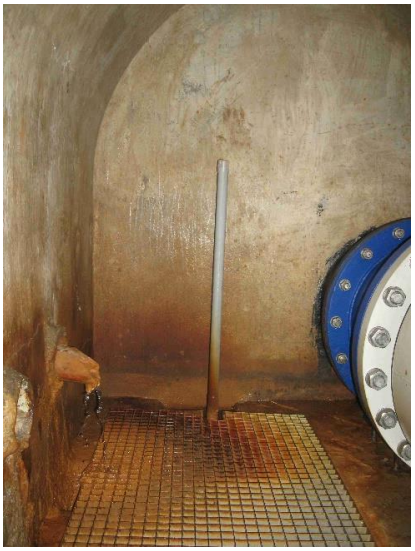
Zavedení automatického monitoringu se nepředpokládá.

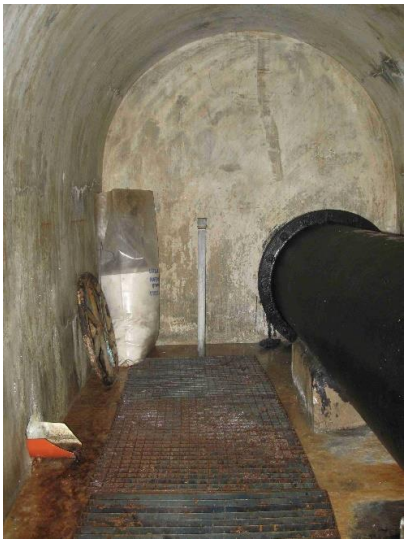
3.2 Vztlakoměrné vrty a pozorovací sondy

Schéma stávajícího rozmístění vztlakoměrných vrtů a pozorovacích sond (netlakové vrty) je uvedeno v situaci na příloze č.**1**.

V současné době je měření prováděno s četností 1x týdně na:

- maloprofilových vztlakoměrných vrtech v chodbě spodních výpustí. Tyto vrty (LV, LN a PN) jsou umístěny v levé a pravé příčné kontrolní chodbě spodních výpustí a informují o velikosti vztlaku v oblasti základové spáry. Měření se provádí od roku 1982.





LN **LV** **PN**

Stávající „vztlakoměrné vrty“ v revizních chodbičkách jsou nevyhovující pro zavedení do AM (maloprofilové, dosah pouze na základovou spáru).

- vztlakoměrných vrtech a pozorovacích sondách „J“ v podhrází. Vrty J12 a J13 jsou umístěny v jednom profilu cca 60 od pravého zavázání. Vrty J6 a J9 jsou umístěny v podhrází u domku spodních výpustí. Měření bylo zavedeno od r. 1989. Vrty svým jímáním zasahují do podloží pod vodním dílem.

J6 **J9** **J12, 13**

Vrty v podhrází vodního díla jsou vyhovující pro zavedení do AM. Vrty na koruně hráze budou obnoveny.

Pozn.:
V rámci předběžného inženýrskogeologického průzkumu provedeného na VD Bedřichov v roce 1989 bylo provedeno celkem 7 vrtů v oblasti koruny hráze, levého a pravého zavázání (J2, J3, J4, J5, J8, J11, J14). Z těchto vrtů byly vybrány pro sledování hladiny podzemní vody pouze tři (J5, J8 a J11). Ostatní vrty byly zaslepeny. V průběhu provozu vodního díla došlo

cizím zaviněním k ucpání všech tří sledovaných vrtů a k jejich postupnému zaslepení v místě zhlaví.

3.3 Zařízení pro měření deformací hráze

Pro zjištění deformací hrázového tělesa jsou v současné době zavedeny následující způsoby měření:

měření vodorovných posunů na koruně hráze a na věžích spodních výpustí (četnost 1x ročně nebo 2x do roka s periodou měření 2 roky),

měření vodorovných posunů ve svislém profilu (četnost 1x ročně nebo 2x do roka s periodou měření 2 roky),

měření svislých posunů metodou VPN (četnost měření 1x za 5 let).

Schéma stávajícího rozmístění zařízení pro měření deformací hráze je uvedeno v situaci na příloze č.**1**.

3.3.1 Zřízení pro měření vodorovných posunů hráze

Od roku 1998 se měření vodorovných posunů provádí metodou měření „deviačního úhlu“. Základní měření všech bodů proběhlo 10. 10. 1998. Po osazení nových bodů byla zachována četnost měření 1x za rok. Do roku 2000 prováděla měření posunů geodetická skupina VD-TBD a.s. V dubnu 2000 bylo realizováno předávací měření pracovníkům Povodí Labe, státní podnik. Od října 2000 pak prováděla již měření geodetická skupina správce díla, pod vedením Ing. A. Michálka.

3.3.1.1 Pevné body pro směrové měření, stávající stav

Jako „pevné“ body pro směrové měření jsou využívány původní žulové pilíře umístěné na levém a pravém břehu z období dokončení výstavby hráze v roce 1905. Oba pilíře se skládají z jednotlivých kamenných bloků (podstava a pilíře). V minulosti byla řešena nestabilita pevných bodů. V roce 2011 byla provedena oprava pilířů, která spočívala v přikotvení horní, oddělené části ke spodní části pilíře. Přikotvení bylo provedeno pomocí čtyř kotevních šroubů umístěných v rozích na chemickou maltu. Po vytvrdnutí kotevních prvků (závitová tyč) byla spára vymazána flexibilním lepidlem, opětně uložena horní část zhlaví pilíře a následně bylo provedeno dotažení kotevních šroubů a jejich zalepení maltou. Obdobným způsobem bylo provedeno zajištění zhlaví pravobřežního pilíře. Ten nebyl viditelně oddělený, při opravě nedošlo k sejmutí horní části, ale pouze k přikotvení pomocí čtyř kotevních šroubů umístěných v rozích na chemickou maltu a vnesení předpětí dotažením po vytvrdnutí. U zhlaví obou pilířů byla provedena změna nucené centrace (reinstalace uchycení teodolitu ke zhlaví pilíře). U pilířů neznáme hloubku a způsob založení.
Pevné pilíře pro sledování polohových deformací hráze byly považovány za pevné. Kontrolně byla měřena pouze jejich vzájemná vzdálenost a vzdálenost na zajišťovací body (A – pravé zavázání, B, C – levé zavázání).

Jako pevný bod pro měření vodorovných posunů ve svislém profilu se využívá nastřelovacího hřebu v parapetním kvádru v levém zavázání na vzdušní straně.

3.3.1.2 Kontrolní směrové body, stávající stav

Stávající pilíře na koruně hráze pro měření vodorovných posunů nejsou již využívány. Systém měření byl nahrazený v roce 1998 z metody záměrné přímky na metodu deviačního úhlu.
Pro směrové měření metodou deviačního úhlu se využívá bodů umístěných na návodní straně pod parapetními kvádry (N1, N2, N3 – levá strana hráze, N4, N5, N6 – pravá strana) a bodů ve svislém profilu na vzdušní straně (V1-V6). Tyto body svoji funkci plnily cca 14 let (za tuto dobu došlo k oxidaci mosazných značek a byla tak snížena možnost přesného zacílení na terč značky). Proto byla v roce 2012 provedena reinstalace za nové body. Současně byly instalovány nové směrové body (N7, N8) na návodní stranu věží spodních výpustí, které tak doplnilo měření vodorovných posunů.
Nevýhodou tohoto měření je, že body na levé nebo na pravé straně jsou měřitelné, z důvodů půdorysného zakřivení hráze, vždy pouze z jednoho pilíře (pevného bodu). Pevné pilíře pro sledování byly považovány za pevné. Kontrolně byla měřena pouze jejich vzájemná vzdálenost a vzdálenost na zajišťovací body.

3.3.2 Zařízení pro měření svislých posunů hráze

Na VD Bedřichov se měření svislých posunů provádí metodou VPN (velmi přesná nivelace) s četností 1 x za 5 let.
Svislé posuny jsou měřeny u 6 dvojic „párových“ bodů, kde body č.1 až 6 jsou umístěny u vzdušní paty hráze a body č. 1a až 6a jsou na koruně hráze.

Vzdálenosti párových bodů jsou odvozeny z nadmořských výšek kontrolních bodů. Měření svislých posunů je připojeno, k výškovému systému Balt po vyrovnání, na pevné body v blízkosti přehrady.

3.3.2.1 Pevné body pro výškové měření, stávající stav

Pevné výškové body jsou v okolí hráze zastabilizovány v podezdívce zdiva, ve skalních výchozech nebo v betonových konstrukcích.
<u>V roce 1971 byly instalovány čepové značky:</u>

01 – původní domek hrázného, sklepní zeď, 1,65 m od severozápadního rohu, 0,1 m nad terénem,
02 – skalní výchoz- balvan pod původním domkem hrázného, ve stráni asi 21,3 m od severní stěny, 7 m od kraje lesa, shora,
04 - vtok na přivaděč elektrárny Rudolfov, 1,8 m od severozápadního rohu domku nad vtokem, shora v betonové desce- dutý vrchlík s otvorem,

<u>V roce 1985 byly instalovány čepové značky:</u>
05 – skalní výchoz- balvan u lesní cesty přehrada – Nová Louka, 19,5 m od konce koruny hráze,
06 – u pravého zavázání hráze, skalní výchoz- balvan na vzdušní straně, 17,5 m od konce koruny hráze, 7,0 m od vzdušní paty shora,
07 - skalní výchoz – balvan na pravém břehu, 33 m od konce koruny hráze, shora,

3.3.2.2 Kontrolní výškové body, stávající stav

Výškové body byly instalovány v roce 1985. Svislé posuny jsou měřeny u 6. dvojic „párových“ bodů, kde body č.1 až 6 jsou umístěny u vzdušní paty (čepové nivelační značky) a body č.1a až 6a jsou na koruně hráze (hřebové nivelační značky v šachtičkách).

Body v šachtičkách jsou v zimních měsících neměřitelné. Rekonstrukcí koruny hráze dojde k jejich zničení.

3.4 Zařízení TBD modernizovaná v rámci rekonstrukce koruny hráze

V rámci akce VD Mšeno, Rekonstrukce koruny hráze, SO204 – Modernizace zařízení TBD je navrženo:

- doplnění směrových značek pod korunou vzdušního líce a instrumentace pevných pilířů (osazení nucené centrace do stávajících pilířů na povodní straně koruny hráze). Jedná se o zpřesnění polohového měření vytvořením vyrovnávací sítě.
- osazení nových nivelačních značek. Stávající značky umístěné na koruně hráze v šachtičkách budou rozebráním koruny zničeny.
- provedení nových pozorovacích (vztlakoměrných) vrtů na koruně hráze, které nahradí stávající ucpané vrty z koruny hráze.

V roce 2016 byla zpracována projektová dokumentace na výše uvedenou akci a v roce 2018 se předpokládá její realizace.

Situační schéma nového rozmístění popisovaných zařízení je uvedeno v situaci na příloze č.**2**.

3.4.1 Zřízení pro měření vodorovných posunů hráze

3.4.1.1 Kontrolní směrové body, nový stav

Pro měření se předpokládá vybudování měřičské sítě (nové dva pevné pilíře), která umožní početní souřadnicové vyrovnání a kontrolu polohy pevných bodů.
Kontrolní body pro směrové měření koruny hráze budou přemístěny na vzdušní stranu pod parapetní kvádr. Budou tak viditelné z obou „nových pevných bodů“.
Pro možnost provádění tohoto měření, zajistil investor (Povodí Labe, státní podnik) v roce 2016 vykácení stromů u vzdušní paty hráze. Tímto krokem je zaručena viditelnost mezi zavázáním hráze z obou stran.

Body ve svislém profilu zůstanou zachovány beze změny.

3.4.1.2 Pevné body pro polohové měření, nový stav

Bylo navrženo vybudování měřičské sítě přidáním dvou pevných bodů (pilířů). Pro doplnění měřičské sítě se předpokládá osazení minimálně jedné univerzální zděře do skalního výchozu. Měřičská síť umožní početní systém souřadnicového vyrovnání polohy jednotlivých pilířů, kontrolu jejich nestability a vyrovnání výsledků a kontrolu měření z obou stran.
Jako nové pevné body jsou navrženy krajní žulové ozdobné pilíře na koruně hráze při vzdušní straně. Pilíř je složený (vyzděný) ze tří částí (horní blok, váha: 297 kg; prostřední blok, váha: 1462 kg; spodní blok, váha: 990 kg). Celková výška pilíře je 1,70 m.

Předpokládá se osazení desky pro nucenou centraci do horního bloku pilíře.
Nucená centrace bude provedena podle potřeb a vybavení geodetické skupiny zajišťující měření deformací vodního díla.

V rámci stavebních prací při rekonstrukci koruny hráze budou provedeny před osazením nucené centrace následující úpravy:

- nové uložení horního bloku na cementovou maltu,
- spřažení horního a prostředního bloku pomocí závitové tyče na cementovou maltu,
- obnovu spárování bloků pilíře,
- vyloučení přenosu sil z ocelového zábradlí do pilíře (předpokládá se proříznutí a další drobná zámečnická úprava, obnova nátěru v místě proříznutí).

3.4.2 Zařízení pro měření svislých posunů hráze

3.4.2.1 Pevné body pro výškové měření, nový stav

Při rekognoskaci nebyl nalezený bod 07, který byl zničen pravděpodobně rozšířením přístupové cesty za hrází.
Obnova bodu se nepředpokládá.
Budou doplněny dva nové body (čepové značky) do krajních pilířů na vzdušní straně.

3.4.2.2 Kontrolní výškové body, nový stav

Systém měření párových bodů zůstane zachován. Nivelační body u vzdušní paty hráze nebudou rekonstrukcí koruny hráze ohroženy. Při stavbě však dojde ke zničení bodů umístěných v šachtičkách na koruně hráze.
Tyto body budou umístěny do zdiva hráze na vzdušní straně koruny hráze tak, aby nedocházelo k jejich ovlivnění teplotní roztažností horních parapetních římsových kamenů. Důvodem k přemístění je i případná eliminace poškození nových izolací na koruně v případě opětovného umístění do šachtiček v oblasti nové skladby koruny hráze.

3.4.3 Pozorovací sondy na koruně hráze, nový stav

Jsou navrženy 4 nové vrty na koruně hráze (N4, N5, N8 a N11), které nahradí ucpané vrty (pozorovací sondy). Během vrtných prací se předpokládá odběr vzorků ze zdiva a z podloží, které budou využity pro stanovení mechanických a fyzikálních vlastností materiálu. Dále je navrženo provedení vodních tlakových zkoušek (VTZ), z kterých bude vyhodnocena propustnost zdiva a podloží. Zjištěné údaje budou porovnány s výsledky z předběžného inženýrskogeologického průzkumu z roku 1998.
Zhlaví nových vrtů na koruně hráze bude ochráněno uzamykatelným vodotěsným poklopem.

Pro zavedení automatického monitoringu (AM), pro sledování hladiny vody ve vrtu je navržena kabelová trasa se zaústěním do šachet zhlaví vrtů. Na trase jsou dále navrženy kabelové šachty, které umožní protažení kabelových vedení.

4 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU TBD

Při návrhu rozšíření systému TBD vycházíme z předpokladu, že bude realizováno rozšíření zařízení TBD související s rekonstrukcí koruny hráze.

4.1 Modernizace a doplnění měření vztlakoměrných vrtů v revizních chodbách

Stávající uspořádání vztlakoměrných vrtů v příčných chodbách spodních výpustí je nevyhovující. Vrty jsou maloprofilové, nemají upravené zhlaví pro případné měření v tlakovém režimu nebo pro zapojení do systému měření pro AM. V případě, že dochází k vytékání vody z vrtu je zhlaví nastavováno.

Proto navrhujeme zřídit:

- jeden pár vztlakoměrných vrtů v levé příčné chodbě spodních výpustí (nahrazení vrtů LN, LV).
- jeden pár vztlakoměrných vrtů v pravé chodbě spodních výpustí (nahrazení vrtu PN, doplnění vrtu u vzdušní strany).

Vztlakoměrné vrty by měly zasahovat až cca 2m do skalního podloží a 1 m do zdiva (oblast jímání).

Skutečná délka vrtů bude závislá na úrovni zastiženého podloží. Lze předpokládat vrty délky 8 – 10 m, svislé.

Stávající vrty budou demontovány, vyplněny jílocementovou směsí (zainjektovány),

Vrtné práce na nových vrtech by byly zároveň pracemi průzkumnými. Předpokládáme jádrové vrtání a provedení vodních tlakových zkoušek (VTZ) v sestupném uspořádání. Jádrové vývrty by byly použity pro stanovení pevnostních a materiálových charakteristik zdiva.

V případě přijetí a realizace vztlakoměrných vrtů v chodbách spodních výpustí by bylo vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. V případě ručního měření a vizuálního sledování by se četnost předpokládala v rozmezí 1 - 2x týdně.

Zhlaví vrtu bude mít klasické uspořádání vztlakoměrného vrtu a musí umožnit:

- měření v tlakovém i beztlakovém režimu,
- osazení čidla pro AM.

Schéma rozmístění vztlakoměrných vrtů v příčných chodbách spodních výpustí je uvedeno na příloze č. **8** a **9**.

4.2 Měření teploty zdiva

V současné době neexistuje žádné měření teploty zdiva. Měření teploty zdiva hráze považujeme pro potřeby TBD za účelné. Teplotní režim v různé míře ovlivňuje deformace hrázového tělesa,

které sledujeme v rámci TBD pomocí měření vodorovných a svislých posunů. Deformace hráze jsou přímo závislé na teplotě hrázového zdiva v různých úrovních od obou líců, které jsou od průběhu teplot vzduchu významně fázově posunuty. Doporučujeme proto ve středním profilu zavést měření teplot hrázového zdiva.

Návrh umístění profilu pro teplotní čidla v situaci je uvedený na příloze č. **2**.

Teplotní čidla by byla osazena do vrtu realizovaného ze vzdušního líce. Schéma umístění v příčném řezu hrází je uvedeno na příloze č. **7**.

Vrt bude proveden v profilu přibližně středu hráze (mezi věžemi spodních výpustí) z provizorní pracovní plošiny kolmo ze vzdušního líce směrem do středu zdiva hráze. Průměr vrtu bude min. 80 mm. Do vrtu bude umístěno 5 teplotních čidel do hloubek od vzdušního líce: 0,1 m, 0,25 m, 0,5m, 1,0m a 4,0m (TA, TB, TC, TD a TE).

Do vrtu budou vložena teplotní čidla ve výše navržených pozicích s vyústěním kabelů na vzdušním líci. Kabely budou vedeny po vzdušním líci ve vysekaných spárách. Snímače budou zality vhodnou cementovou směsí nebo zálivkou.

Vrtání doporučujeme jádrové tak, aby mohly být jádrové vývrty použity pro posouzení kvality a pevnostních charakteristik zdiva hráze.

Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Ruční měření těchto veličin není efektivní. Určitou alternativou může být jedině využití datalogerů k uchování naměřených dat a jejich stahování ke zpracování s předem danou četností (např. 4x ročně).

4.3 Zařízení pro sledování objemových změn hrázového zdiva - extenzometry

Pro sledování objemových změn zdiva hráze doporučujeme instalovat na vodním díle Bedřichov vícenásobné extenzometry a teploměry. Ty by se instalovaly do vrtů ve zdivu hráze. Vrtné práce by byly zároveň pracemi průzkumnými. Předpokládáme jádrové vrtání a provedení vodních tlakových zkoušek (VTZ) v sestupném uspořádání. Jádrové vývrty by byly použity pro stanovení pevnostních a materiálových charakteristik zdiva a laboratornímu sledování objemových změn.

Navrhujeme použít tyčové extenzometry. Extenzometr je zařízení, které umožňuje měřit deformace objektu ve směru jeho podélné osy. Jednoduchý tyčový extenzometr je prakticky tyč, zakotvená na dně vrtu do horninového masivu (zdiva, nebo betonu). Od kořene kotvy je pak tyč vedena vrtem v ochranné trubce nebo „bovdenu“ k referenčnímu zhlaví vrtu. Změny vzdálenosti obou míst se pak měří na zhlaví vrtu.

Návrh umístění profilu pro extenzometr v situaci je uvedený na příloze č.**2**.

Schéma umístění v příčném řezu hrází je uvedeno na příloze č.**7**.

Měřit se může buď mechanickým odečtem číselníkovým úchylkoměrem, posuvným měřidlem nebo se posuv zhlaví sleduje průběžně a samočinně podle typu čidla. Doporučujeme použití číselníkových úchylkoměrů. Přesnost odečtu změny vzdálenosti by v případě použití číselníkových úchylkoměrů byla ± 0,01 mm.

Do jednoho vrtu lze podle průměru umístit až osm tyčových extenzometrů s kořeny v různých hloubkách. Vrt se vyplní cementovou zálivkou (injektáží) tak, aby byly kotvy fixovány v požadovaných hloubkách.

Tyčové extenzometry dodává více výrobců v různém technickém provedení, princip měření však zůstává stejný. Pro dlouhodobé použití je nutné, aby tyče extenzometrů byly z antikorozního materiálu s pokud možno odolné proti teplotním změnám. V současné době se s úspěchem používají tyče sklolaminátové.

U všech kotevních míst (respektive v polovině vzdáleností) by byly i teplotní čidla pro vyjádření teplotní závislosti.

4.4 Měření deformací pomocí inverzního plovákového kyvadla

Pro měření náklonů hráze navrhujeme do věže levé spodní výpusti osadit plovákové kyvadlo. Protože je konstrukce věže provázána s konstrukcí hráze mohly by její deformace dobře vypovídat o deformacích hráze.

Návrh umístění profilu pro inverzní plovákové kyvadlo v situaci je uvedený na příloze č.**2** (levá věž spodní výpusti)

Schéma umístění v příčném řezu hrází je uvedeno na příloze č.**8**.

Pozn. Plováková kyvadla jsou obvykle osazována ve vrtech. Na dně vrtu je umístěno ukotvení závěsu (drátu) nad ústím vrtu je pak umístěno odečítací zařízení a vlastní plovák. Celkový náklon kyvadla je pak relativním náklonem odečítací základny oproti kotevnímu bodu na dně vrtu. U některých výrobců plovákových kyvadel (např. HUGGENBERGER AG) existuje možnost i měřit náklony i v jiných úrovních vrtu. Pro toto měření je potřeba speciální vystrojení vrtu a speciální zařízení, které se spouští do vrtu a mění se jím ukotvení drátu v jiných výškových úrovní vrtu. Toto zařízení je však velice složité a měření zdlouhavé.

Na vodním díle Bedřichov by byla provedena určitá modifikace plovákového kyvadla. Princip měření zůstane stejný, jen drát nebude ukotven ve vrtu, ale na dně věže. Kyvadlo bude situováno ke straně věže tak, aby drát nebránil nátoku do spodní výpusti.

Z důvodů převodu splavenin a možnosti zámrzu vody ve věži bude nutno vedení drátu chránit.

Drát kyvadla bude umístěn v ochranné trubce, která bude přikotvena ke stěně věže. Trubka prům. cca 100 mm bude provedena jako vodotěsná s pevným spojením s ukotvením drátu na dně věže a bude vyvedena min. 30 cm nad podestu ve věži. Vnitřní prostor trubky bude vyplněn nemrznoucí směsí (Solankou). Tato část plovákového kyvadla bude pravděpodobně provedena za běžného provozu vodního díla a bude proto nutné k instalaci využít práce potápěčů.

Na stěně věže bude osazena tlumící nádoba s plovákem. V tlumící nádobě bude nemrznoucí směs.

Pod plovákem bude umístěna usazovací základna pro osazení měřícího zařízení pro ruční měření. Automatické měření polohy drátu není navrhováno (ale lze ho později případně doplnit).

Měřící zařízení pro odečet polohy drátu musí umět sledovat vodorovné posuny, resp. náklony ve dvou směrech. Požadovaná přesnost v určení celkového posunu je min ±0,1 mm na celou

délku měřené základny resp. kyvadla. Měřící rozsah postačí 0- 50 mm. Nepředpokládají se totiž výraznější deformace. Měřící zařízení musí být přenosné, spolehlivé a od renomovaného výrobce v oboru sledování deformací vodních děl. Všechny výše uvedené požadavky splní Koordioscop KK84D švýcarské firmy HUGGENBERGER AG, který se používá k odečtu pohybu drátu kyvadla na velkém počtu vodních v ČR a i v celém světě. Tento přístroj je použit i na VD Mlýnice, Fojtka a Josefův Důl v regionu Povodí Labe, s.p. závodu Jablonec nad Nisou.

Požadovaný matriál plovákového kyvadla a jeho příslušenství (ochranné prvky) – vše nerez.

Schéma sestavy kyvadla je uvedeno na příloze č.**12**.

4.5 Návrh etapizace doplnění zařízení TBD

Navržené zařízení TBD je vhodné etapizovat podle důležitosti a připravenosti pro realizaci. V první etapě by měla být instalována zařízení související s rekonstrukcí koruny hráze.

I. Etapa	- zařízení osazené v souvislosti s rekonstrukcí koruny hráze – 4 vztlakoměrné vrty z koruny hráze, úprava geodetických pilířů, nivelační body, body směrového měření,
II. etapa	- měření teploty zdiva v příčném profilu, - úpravy zhlaví stávajících vztlakoměrných vrtů u paty hráze, úpravy vyústění průsaků,
III. etapa	- plovákové kyvadlo, - extenzometr + měření teploty ve vrtu extenzometru, - 4 vztlakoměrné vrty v chodbách spodních výpustí

Poznámka: Pro budoucí instalaci extenzometru ve vrtu na koruně hráze by bylo vhodné již při rekonstrukci koruny hráze připravit v místě zhlaví vrtu těsněnou šachtu.

5 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATICKÉHO MONITORINGU VYBRANÝCH VELIČIN TBD

Koncepce zavádění automatického monitoringu vychází z obecných postupů a požadavků rozvoje TBD na vodních dílech a zahrnuje následující postup:

1) inventarizace systému zařízení pro kontrolní měření, jejich revize, opravy, redukce, případně doplnění, viz kapitoly 3 a 4.
2) výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení pořadí jejich důležitosti,
3) stanovení požadavků na monitorovací systém,

4) návrh systému a výběr dodavatele.

5.1 Výběr kontinuálně sledovaných jevů

Výběr kontinuálně sledovaných jevů a stanovení jejich důležitosti byl proveden podle typu a konstrukce vodního díla. Při výběru byly zhodnoceny dosavadní zkušenosti z výkonu TBD. Definitivní rozsah a doba realizace je závislá na finančních možnostech Povodí Labe, s.p. Dále uvedený rozsah považujeme za optimální, odpovídající významu vodního díla a potřebám TBD. Nevylučujeme však jeho eventuální úpravy při případném zvyšování nároků na TBD v následujících letech ani úpravy k monitorování provozních veličin a skutečností významných pro provozovatele vodního díla. Varianta II pak obsahuje finální předpokládaný stav v budoucnosti na který by se mohla navržená optimální varianta I rozšířit.

Sledovaný jev	jednotky	Monitoring, celkový počet	
		varianta I	varianta II
- tlak nebo úroveň vody ve vztlakoměrných vrtech a sondách	[kPa, m]	4 + 4 = **8** stávající vrty u paty hráze, nové vrty na koruně hráze	4 + 4 + 4 = **12** stávající vrty u paty hráze, nové vrty na koruně hráze, nové vrty v příčných chodbách,
- teploty vody ve vrtech (součást tlakových sond)	[°C]	4 + 4 = **8** stávající vrty u paty hráze, nové vrty na koruně hráze	4 + 4 = **8** stávající vrty u paty hráze, nové vrty na koruně hráze
- teploty zdiva	[°C]	**5** teploty zdiva v příčném profilu	5 + 4 = **9** teploty zdiva v příčném profilu,
- relativní deformace (extenzometr)	[mm]	-	**4**
- reserva		4	4
celkem		21 + 4	29 + 4

Automatický monitoring TBD doporučujeme realizovat nejprve v rozsahu navrženém ve variantě I, kde je zohledněno i rozšíření zařízení TBD o vztlakoměrné vrty na koruně hráze a zavedení měření teplot zdiva v příčném profilu hráze. S variantou II by mělo být uvažováno jako s dalším rozšíření v horizontu cca do 10-ti až 15-ti tel.

5.1.1 Provozní a povětrnostní poměry

Vodní dílo Bedřichov je vybaveno automatickým monitorovacím systémem se sběrem a archivací dat potřebných pro řízení a kontrolu VH provozu vodního díla.

Aplikace sloužící jednak k monitorování vodohospodářské a meteorologické situace na vodním díle a v jejím blízkém okolí, jednak k řízení a monitorování technologie VD Bedřichov, byla pro obsluhu vodního díla vytvořena pomocí vizualizačního systému TIRS®32 firmy Coral s.r.o.

Vybrané údaje by bylo vhodné přenášet i do systému TBD tak, aby pro stejné veličiny nebylo nutno zřizovat v novém monitorovacím systému další čidla. Jednalo by se tedy o sdílení asi 10 naměřených hodnot.

5.1.2 Tlakové poměry

Doporučujeme automaticky monitorovat všechny postupně doplňované vztlakoměrné vrty. Současné vztlakoměrné vrty v příčných chodbách jsou nevyhovující a nevhodné pro zavedení automatického monitoringu.

Všechny monitorované vztlakoměrné vrty budou prakticky nové a jejich zhlaví již musí být v projektu připraveno pro automatické měření. Přitom musí byt zachována i možnost „ručního měření“. U vrtů z koruny hráze a u vzdušní paty se předpokládá měření úrovně vody ve vrtu. U vrtů v příčných chodbách spodních výpustí může být tlakový horizont výše než zhlaví vrtu a použity budou tlakové snímače u zhlaví vrtu.

sledované veličiny:	tlak ve vrtu, poloha hladiny ve vrtu
měřící zařízení, čidla:	4 stávající vrty u paty hráze (hladina vody ve vrtu) 4 nové vrty na koruně hráze (hladina vody ve vrtu) 4 nové vrty v příčných chodbách (tlak u zhlaví vrtu) tlakový snímač, např. strunový, odporový
nároky na měřící zařízení:	**tlaková čidla na zhlaví vrtu** - rozsah měření hladiny do 500 kPa, - přesnost určení tlaku ± 1kPa, **tlaková čidla do vrtu** - automatická kompenzace teploty, - rozsah měření hladiny do 20 m (hloubky vrtů do 30 m), - přesnost určení hladiny ± 1cm
nároky na úpravu zhlaví vrtů a sond:	otevíratelnost zhlaví pro případnou kontrolu vystavení hladiny vody ve vrtu (měření rangovou píšťalou), trvalé osazení manometru pro kontrolu vystavení vztlakové úrovně u vztlakoměrného vrtu, odvzdušnění, zateplení zhlaví u vnějších vztlakoměrných vrtů (teplotní kabel) ochrana zhlaví proti vnějšímu opotřebení a poškození.
minimální vzorkovací interval:	15 min, archivace dat 1x denně v 7 hod, jinak jen změnový systém
počet sledovaných veličin:	4 stávající vrty u paty hráze (hladina vody ve vrtu) 4 nové vrty na koruně hráze (hladina vody ve vrtu) 4 nové vrty v příčných chodbách (tlak u zhlaví vrtu)

	Teploty vody ve vrtu jako součást tlakových čidel 4 stávající vrty u paty hráze 4 nové vrty na koruně hráze

5.1.3 Teploty zdiva

Teploty zdiva zatím nejsou na VD Bedřichov měřeny. Doporučujeme zavedení tohoto měření. Návrh umístění kontrolního profilu pro zavedení měření teplot zdiva v charakteristickém hrázovém profilu je uveden na příloze č. 7. Pokud bude tento návrh přijat a realizován bude účelné zahrnout toto měření do automatického monitoringu.

V návrhu předpokládáme užití 5 snímačů, trvale umístěných ve vrtu ve zdivu hráze. Do vrtu budou vloženy v předepsaných vzdálenostech teplotní snímače s vhodným vyústěním kabelů. Po instalaci budou snímače ve vrtu zality vhodnou cementovou směsí.

Dále se předpokládá se i umístění teplotních čidel do vrtů extenzometrů. Teplotní čidla by byla umístěna v poloviční vzdálenosti kotevních míst extenzometrů. Celkem se předpokládá osazení 4 snímačů ve vrtu extenzometru.

Pokud budou tyto návrhy přijaty a realizovány bude vhodné zahrnout toto měření do automatického monitoringu. Ruční měření těchto veličin není efektivní. Určitou alternativou může být jedině využití datalogerů k uchování naměřených dat a jejich stahování ke zpracování s předem danou četností (např. 4x ročně).

sledované veličiny:	teplota zdiva
měřící zařízení, čidla:	např. strunové, odporové PT100 nebo ekvivalentní s kabelem a chráničkou
nároky na měřící zařízení:	přesnost měření min ± 0,1°C, vyšší životnost a odolnost
minimální vzorkovací interval:	15 min
počet sledovaných veličin:	5 + 4

Snímače teploty

V návrhu předpokládáme s využitím celkem 5 + 4 snímačů teploty (teplotních čidel) trvale instalovaných ve vrtech. Pro měření teploty vody, vzduchu i betonu existuje na trhu poměrně velký výběr typů čidel od nejrůznějších výrobců.

Základní roztřídění teplotních čidel:

- aktivní – výstupy proudové, či napěťové
- odporové – výstup odporový
- frekvenční – dálkové odečítání, nutný pouze přívod zdroje energie
- digitální – číslicový odečet
- některé další specifické typy (s rychlou odezvou, sběrnicové aj.)

Nejvíce využívané jsou první tři druhy. Vzhledem ke konstrukci čidla jsou tato u některých typů ukládána do ochranných pouzder, které chrání vlastní čidlo. V pouzdře je čidlo uloženo v transportním médiu, nejčastěji na bázi oleje.

Při měření teploty betonu budou čidla umístěna do vrtů. Z ekonomického i provozního hlediska je výhodné vrtat nepříliš velké průměry. Z tohoto důvodu se jeví jako nejvhodnější snímače teploty s kabelovým vývodem. U tohoto typu čidel odpadá hlavice snímače, která má větší průměr než vlastní čidlo a zvyšuje průměr vrtu. V tomto případě jsou napájení i výstupní signál vedeny již pevně vloženým a zaizolovaným kabelem a je proto třeba zohlednit jeho délku při vkládaní do vrtu tak, aby další napojení bylo možno provést již mimo vlastní vrt. Izolace kabelu na výstupu z čidla musí splňovat nároky prostředí, ve kterém je čidlo umístěno. Čidla bez hlavic (sondy) se jeví jako výhodnější i z hlediska následného zabetonování vrtů.

Volba typu čidla z hlediska druhu výstupu nebude podle našeho názoru tak významná. Jak odporové, aktivní i strunové výstupy jsou běžně používány. Praktické zkušenosti dodavatelů systému jsou v tomto ohledu rozhodující. V případě odporových snímačů je potřeba minimálně třívodičové zapojení – kompenzuje vliv změny odporu vedení působením teploty.

Zásadním faktorem jsou vstupní parametry měřené veličiny. Měřené teploty budou dosahovat podle lokalizace každého čidla teplot rozmezí max. – 30°C až + 60°C, jednotlivá čidla asi není vhodné odlišovat z hlediska rozsahu velikosti naměřené teploty jednotlivých sledovaných médií, resp. prostředí.

Významným faktorem je i doba záruky. Někteří dodavatelé čidel nabízejí delší záruku na odporové teplotní snímače (v některých případech i 48 měsíců. Je potřeba tento stav ověřit, resp. při zadání zakázky požadovat. Jelikož se jedná o čidla bez případné výměny či náhrady doporučujeme upřednostnit ty s vyšší zaručenou životností.

5.1.4 Relativní deformace (extenzometr)

Relativní deformace měřené pomocí extenzometru je vhodné zavést i do automatického měření.

V návrhu předpokládáme užití 4 snímačů, trvale umístěných u zhlaví extenzometru.

sledované veličiny:	relativní deformace, extenzometr
měřící zařízení, čidla:	např. strunové, nebo na principu lineárního potenciometru
nároky na měřící zařízení:	přesnost měření min ± 0,01 mm, vyšší životnost a odolnost
minimální vzorkovací interval:	15 min
počet sledovaných veličin:	4

5.1.5 Zavádění dalších veličin do automatického monitoringu

V současné době nám nejsou známy další veličiny (mimo výše uvedené), které by bylo účelné automaticky monitorovat. Přesto se může v průběhu dalšího provozu VD aktuální potřeba změnit (rozšíření měření, zvýšení požadavků na měření, atp.). Monitorovací systém by měl být proto modulární a otevřený, měl by umožnit další rozšíření.

Výhledově je možno uvažovat např. s doplněním nebo obnovou vztlakoměrných vrtů. Zavést lze např. i automatické měření náklonů hráze.

5.2 Stanovení požadavků na monitorovací systém

Monitorovací systém by měl zajistit následující úlohy:

- modulárnost a otevřenost. Systém by měl být modulární, složený z jednotlivých telemetrických centrál (datakoncentrátorů, datalogrů), ke kterým jsou v příslušném počtu připojeny snímače (senzory) jednotlivých měrných míst s analogovým nebo digitálním signálem. Systém by měl být adaptabilní na údržbu systému (redukce a rozšiřování měrných míst) vlastními silami (vyškolený pracovník správce systému),
- adaptabilitu i na možnosti ručního vkládání ostatních vizuálně odečítaných výsledků měření a textových zpráv, výsledků obchůzek,
- měla by být umožněna editace, testování, oprava a prohlížení ručně měřených veličin a výsledků obchůzek,
- průběžné měření snímačů v časové smyčce určené použitými technickými prostředky, ukládání hodnot se však řídí zvoleným režimem vzorkování,
- průběžnou kontrolu funkce všech čidel, komunikačních cest a ostatních komponentů. Interval kontroly je determinován použitou technologií. Vzorkovací interval pro popis monitorovaného jevu navrhujeme od 60 min. výše. Kratší doba není vzhledem k charakteru sledovaných veličin nutná,
- spolehlivost řídící jednotky. Řídící jednotkou by měla být telemetrická centrála, která nebude využívána k jiným účelům (jako osobní počítač),
- požadavky na periferie: USB, nebo sloty na karty, CD ROM, tiskárna,
- úsporu objemu zaznamenávaných a přenášených dat. Vzhledem k charakteru monitorovaných procesů je účelné používat pro záznam dat změnový systém. Ten znamená, že pokud se měřená veličina pohybuje v zadaném rozpětí OD – DO, tak se bez ohledu na čas žádná hodnota neukládá a platí poslední zaznamenaná hodnota včetně časové identifikace. Při překročení předem nastaveného pásu systém přejde na vzorkování v nastaveném čase, např. 15 min (ukládá čas a hodnotu). Po návratu hodnoty veličiny do nastaveného rozpětí zaznamená čas a tuto hodnotu a čeká na další stav překročení platného rozpětí. Tento obecně výhodný způsob však vyžaduje podpůrné programové vybavení, které umí ze změnových hodnot vygenerovat časovou řadu ve zvoleném ekvidistantním kroku,
- Poznámka: tento bod lze brát jako doporučení, aplikace změnového systému pro záznam dat závisí především na dostupnosti potřebného software. Při aplikaci změnového systému by bylo možno použít kratší vzorkovací interval (např. 15 min místo 60 min).
- existují i další systémy pro úsporu dat využívající softwarové selekce „nezajímavých dat“.

- i když bude pro záznam dat použit změnový systém, měl by být nastaven i „pevný“ záznam dat vždy 1x denně (např. v 7 hod.) bez ohledu na naměřené hodnoty a jejich změny.
- průběžné testování snímaných dat na pevné případně dynamické meze. Při jejich dosažení bude v prvé řadě alarmem vyrozuměna obsluha díla. Mezní hodnoty se budou skládat max. ze 3 hodnot (mez bdělosti, mezní hodnota, konstanta - funkce pro dynamické meze),
- přenos naměřených hodnot k hodnotiteli, tj. oběma hlavním pracovníkům TBD. Vzhledem k průběžnému testování výsledků měření v monitorovacím systému se předpokládá dávkový přenos dat v intervalu až dvou týdnů. V případě mimořádné situace je nutné umožnit operativní přenos dat. Organizace pověřená výkonem TBD (VODNÍ DÍLA – TBD a.s.) je v současné době zavedena na přenos dat pomocí veřejné telefonní sítě prostřednictvím technologie Internetu,
- systém ověřování, kontroly a doplňování chybějících hodnot měření, které mohou vzniknout výpadkem el. energie, závadou na přenosu nebo čidla,
- automatická evidence alarmů a výpadků systému,
- zpracování dat, umožnění výběru veličiny (skupin veličin) ve zvoleném časovém období, tabulka, graf,
- možnost zavedení „ručního“ měření při poruše systému a zpětné začlenění výsledků měření do již vytvořených dat
- systém musí být funkční i při mimořádných událostech (výpadek el. energie 48 hodin), napojení na záložní zdroje. výpadek internetu – nepřebírat žádná data z databáze VHD v HK atp. – to bude zadání pro případný projekt

Dále je třeba schematicky připomenout princip monitoringu
⇒ data z automatického přenosu
⇒ data ručně vkládaná
⇓
měřená veličina ⇒ přepočet ⇒ veličina TBD
Pro jednotlivé přepočty je třeba definovat matriční údaje jednotlivých veličin měření. Tyto údaje jsou v archivu VD - TBD a.s. a jsou v případě realizace monitoringu k dispozici.

5.3 Návrh systému a výběr dodavatele

Pro návrh systému a výběr dodavatele je třeba posuzovat tato kritéria: splnění výše uvedených požadavků na monitorovací systém, cena a doba dodávky, záruky, provozní náklady, požadované technické prostředky, spolehlivost, operativní servis, …

Zajištěna by měla být i návaznost na stávající měření pro zajištění homogenity časových řad (zejména při stavebních úpravách měrných míst).

Pro zpracování projektu a následnou realizaci lze doporučit kvalitní zasíťování, propojení hráze s domkem obsluhy pomocí optických kabelů (redundantní trasa), propojení všech objektů, budoucí možné rozšiřování systému (kamery, provozní veličiny VHD, řídící systémy, zabezpečovací zařízení atp.).

6 ZÁVĚR

Vzhledem k významu vodního díla Bedřichov (dílo II. kategorie z hlediska TBD) a konstrukčnímu typu hráze považujeme další zkvalitnění výkonu TBD rozšířením systému měření TBD a zavedením automatického monitoringu vybraných veličin TBD za žádoucí. V předkládaném dokumentu jsme specifikovali potřeby rozšíření systému TBD o nová zařízení a rozsah zavádění kontinuálního sledování, přípravné práce a postupy realizace s případným rozšířením (rozvojem) v následujících letech. Zavedení automatického monitoringu představuje prakticky kontinuální měření jen stanoveného počtu vybraných veličin TBD. Kontinuálně měřené veličiny bude dále doplňovat soubor hodnot měřených a odečítaných manuálně.

Stávající systém měření a sledování TBD doporučujeme rozšířit o následující zařízení:

- 4 nové vztlakoměrné vrty na koruně hráze,
- 4 nové vztlakoměrné vrty v příčných chodbách spodních výpustí,
- plovákové kyvadlo ve věži levé spodní výpusti,
- jeden čtyřúrovňový extenzometr,
- 5 teplotních čidel ve vrtu v příčném profilu hráze,
- 4 teplotní čidla ve vrtu pro extenzometr,

Do automatického monitorovacího systému TBD doporučujeme zavádět:

- 4+4+4 tlakových snímačů pro nové vztlakoměrné vrty na koruně hráze, stávající vrty u paty hráze a nové vrty v chodbách spodních výpustí,
- 5 teplotních čidel ve vrtu v příčném profilu hráze,
- 4 teplotní čidla ve vrtu pro extenzometr,
- 4 relativní deformace extenzometru,
- přejímat provozní a meteorologické veličiny ze systému VHD PL.

Uvedený materiál může být využit jako jeden z podkladů pro rozhodnutí správce díla Povodí Labe, státní podnik ohledně vybudování monitorovacího systému veličin TBD. Předložený návrh se dále předpokládá využít pro vypracování zadání a soutěžních podmínek na zhotovení projektu a dodávku technických a programových prostředků monitorovacího systému pro vodní dílo Bedřichov. Použit bude také pro projekční řešení a dodávku nových kontrolních zařízení. Při přípravě případné realizace akcí jsme připraveni dále spolupracovat. Podrobné matriční údaje, identifikační kódy veličin, požadavky na přesnost, definiční obory hodnot, změnové

meze, meze bdělosti, mezní hodnoty a další potřebné údaje pro vytvoření softwarové aplikace bude zpracováno přehledné tabulce jako nezbytná součást projektu.

Práce je možné etapizovat a to jak rozšíření zařízení TBD tak zavedení automatického monitoringu. Návrhy etapizace jsou uvedeny v předcházejících kapitolách.

V Praze, prosinec 2017

Vypracoval: Ing. Tomáš Klemša
hlavní pracovník TBD

Schválil: Ing. David Richtr
vedoucí útvaru 401

7 ROZDĚLOVNÍK

1 - 4 Povodí Labe, státní podnik

5 – 6 VODNÍ DÍLA - TBD a.s.

8 SEZNAM PŘÍLOH

1 Koordinační situace M 1:1000, rozmístění zařízení pro směrové a výškové měření, rozmístění vztlakoměrných vrtů (pozorovacích sond), **stávající stav**

2 Koordinační situace M 1:1000, rozmístění zařízení pro směrové a výškové měření, rozmístění vztlakoměrných vrtů (pozorovacích sond), extenzometru a teplotních čidel, navrhovaný stav

3 Příčný řez, umístění vrtu N4, M 1:150

4 Příčný řez, umístění vrtu N5, M 1:150

5 Příčný řez, umístění vrtu N8, M 1:150

6 Příčný řez, umístění vrtu N11, M 1:150

7 Příčný řez, umístění extenzometru a teplotního profilu, M 1:150

8 Příčný řez, umístění vrtů v levé příčné chodbě: CH-Ln, CH-Lv,
umístění kyvadla K, M 1:150

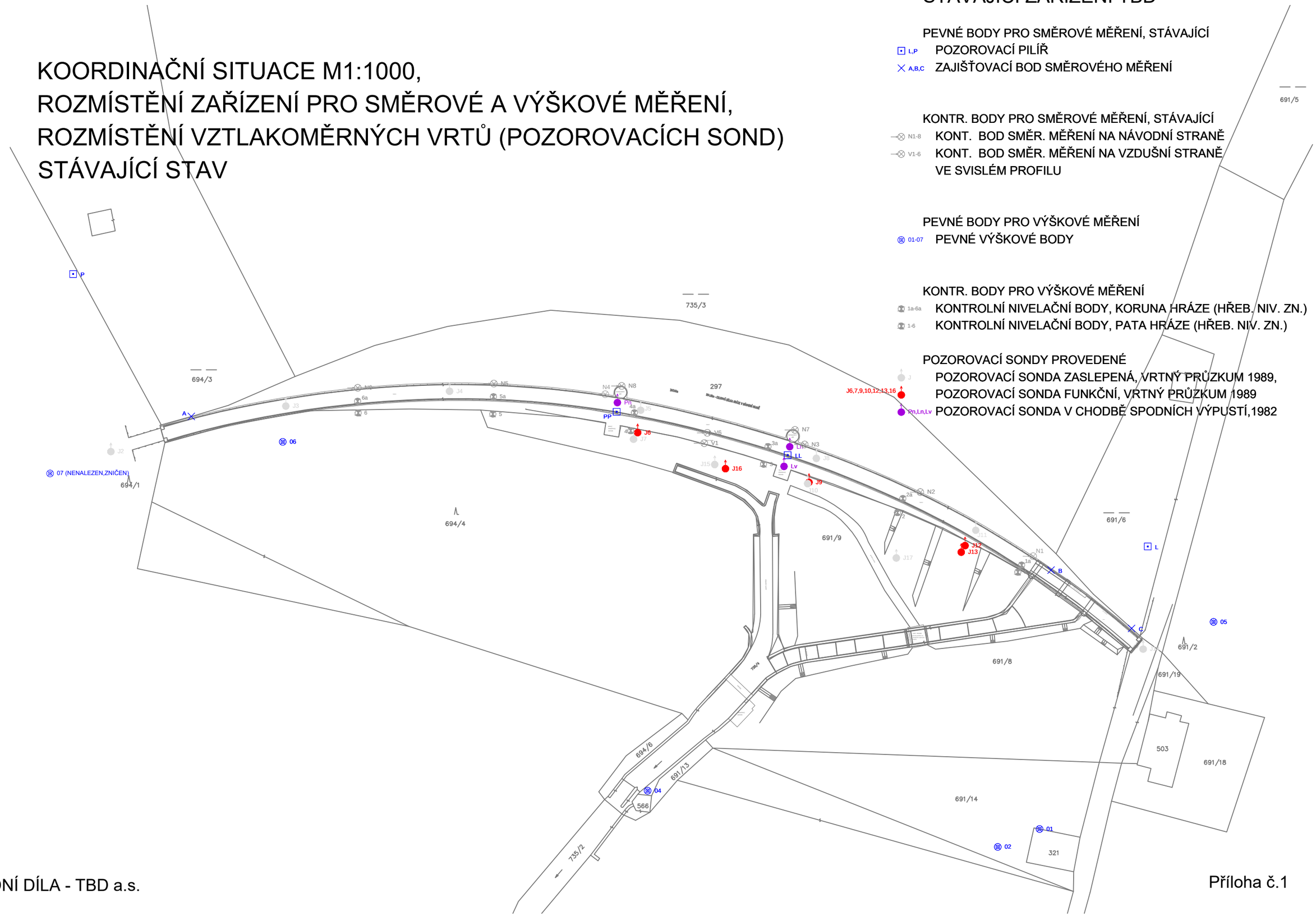
9 Příčný řez, umístění vrtů v pravé příčné chodbě: CH-Pn, CH-Pv, M 1:150

10 Příčný řez, zhlaví vrtu, šachta vrtu, kabelová šachta v chodníku, M 1:25

11 Příčný řez, dno vrtu, M 1:25

12 Sestava kyvadla, schéma

KOORDINAČNÍ SITUACE M1:1000, ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ PRO SMĚROVÉ A VÝŠKOVÉ MĚŘENÍ, ROZMÍSTĚNÍ VZTLAKOMĚRNÝCH VRTŮ (POZOROVACÍCH SOND) STÁVAJÍCÍ STAV



STÁVAJÍCÍ ZAŘÍZENÍ TBD

PEVNÉ BODY PRO SMĚROVÉ MĚŘENÍ, STÁVAJÍCÍ

- L,P — POZOROVACÍ PILÍŘ
- A,B,C — ZAJIŠŤOVACÍ BOD SMĚROVÉHO MĚŘENÍ

KONTR. BODY PRO SMĚROVÉ MĚŘENÍ, STÁVAJÍCÍ

- N1-8 — KONT. BOD SMĚR. MĚŘENÍ NA NÁVODNÍ STRANĚ
- V1-6 — KONT. BOD SMĚR. MĚŘENÍ NA VZDUŠNÍ STRANĚ VE SVISLÉM PROFILU

PEVNÉ BODY PRO VÝŠKOVÉ MĚŘENÍ

- 01-07 — PEVNÉ VÝŠKOVÉ BODY

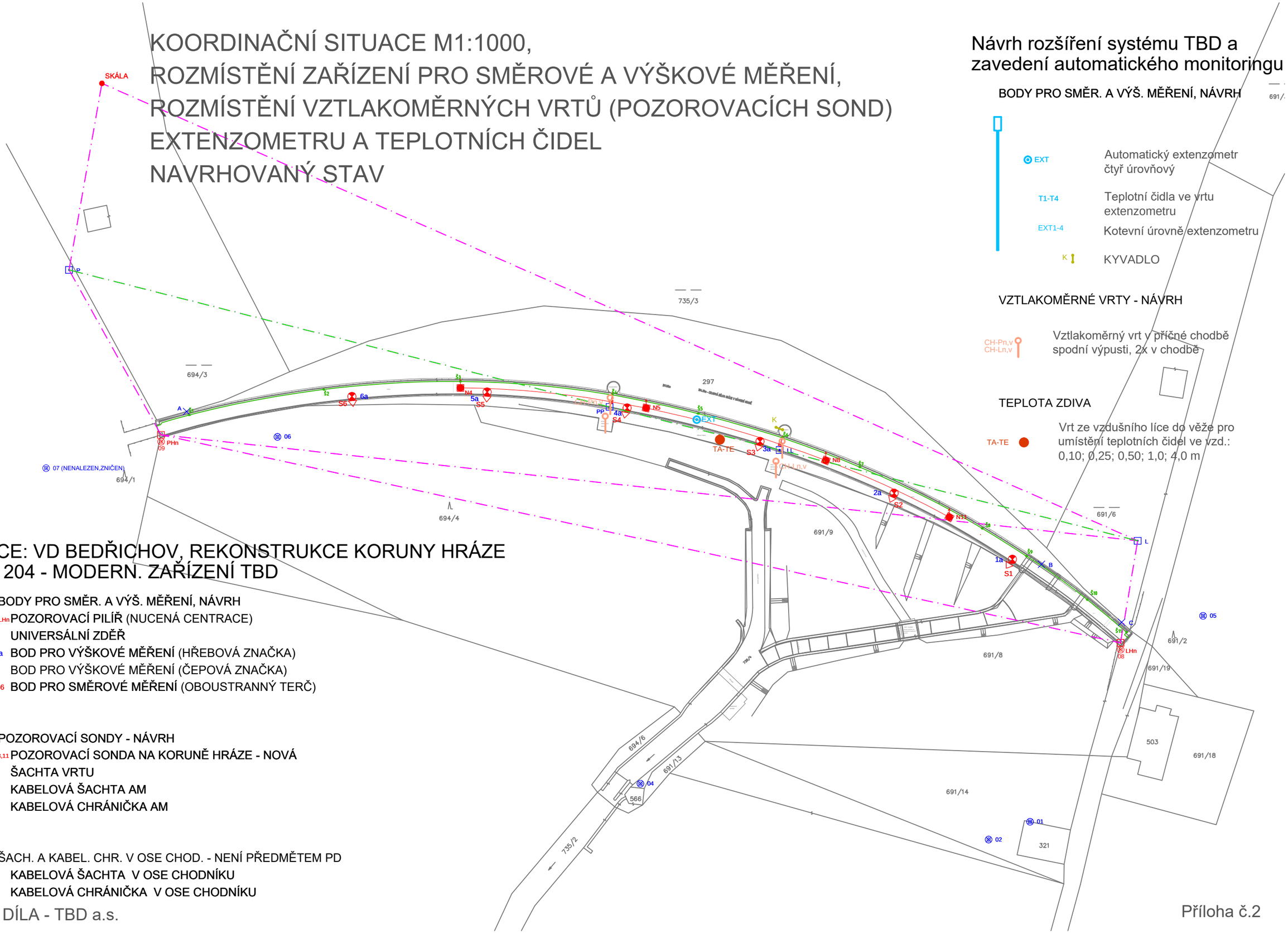
KONTR. BODY PRO VÝŠKOVÉ MĚŘENÍ

- 1a-6a — KONTROLNÍ NIVELAČNÍ BODY, KORUNA HRÁZE (HŘEB. NIV. ZN.)
- 1-6 — KONTROLNÍ NIVELAČNÍ BODY, PATA HRÁZE (HŘEB. NIV. ZN.)

POZOROVACÍ SONDY PROVEDENÉ

- POZOROVACÍ SONDA ZASLEPENÁ, VRTNÝ PRŮZKUM 1989,
- POZOROVACÍ SONDA FUNKČNÍ, VRTNÝ PRŮZKUM 1989
- POZOROVACÍ SONDA V CHODBĚ SPODNÍCH VÝPUSTÍ,1982

KOORDINAČNÍ SITUACE M1:1000, ROZMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ PRO SMĚROVÉ A VÝŠKOVÉ MĚŘENÍ, ROZMÍSTĚNÍ VZTLAKOMĚRNÝCH VRTŮ (POZOROVACÍCH SOND) EXTENZOMETRU A TEPLOTNÍCH ČIDEL NAVRHOVANÝ STAV



Návrh rozšíření systému TBD a zavedení automatického monitoringu

BODY PRO SMĚR. A VÝŠ. MĚŘENÍ, NÁVRH

- EXT — Automatický extenzometr čtyř úrovňový
- T1-T4 — Teplotní čidla ve vrtu extenzometru
- EXT1-4 — Kotevní úrovně extenzometru
- K — KYVADLO

VZTLAKOMĚRNÉ VRTY - NÁVRH

- CH-Pn,v CH-Ln,v — Vztlakoměrný vrt v příčné chodbě spodní výpusti, 2x v chodbě

TEPLOTA ZDIVA

- TA-TE — Vrt ze vzdušního líce do věže pro umístění teplotních čidel ve vzd.: 0,10; 0,25; 0,50; 1,0; 4,0 m

AKCE: VD BEDŘICHOV, REKONSTRUKCE KORUNY HRÁZE SO 204 - MODERN. ZAŘÍZENÍ TBD

BODY PRO SMĚR. A VÝŠ. MĚŘENÍ, NÁVRH

- PHn, LHn — POZOROVACÍ PILÍŘ (NUCENÁ CENTRACE)
- UNIVERSÁLNÍ ZDĚŘ
- 1a-6a — BOD PRO VÝŠKOVÉ MĚŘENÍ (HŘEBOVÁ ZNAČKA)
- 05 — BOD PRO VÝŠKOVÉ MĚŘENÍ (ČEPOVÁ ZNAČKA)
- S1-S6 — BOD PRO SMĚROVÉ MĚŘENÍ (OBOUSTRANNÝ TERČ)

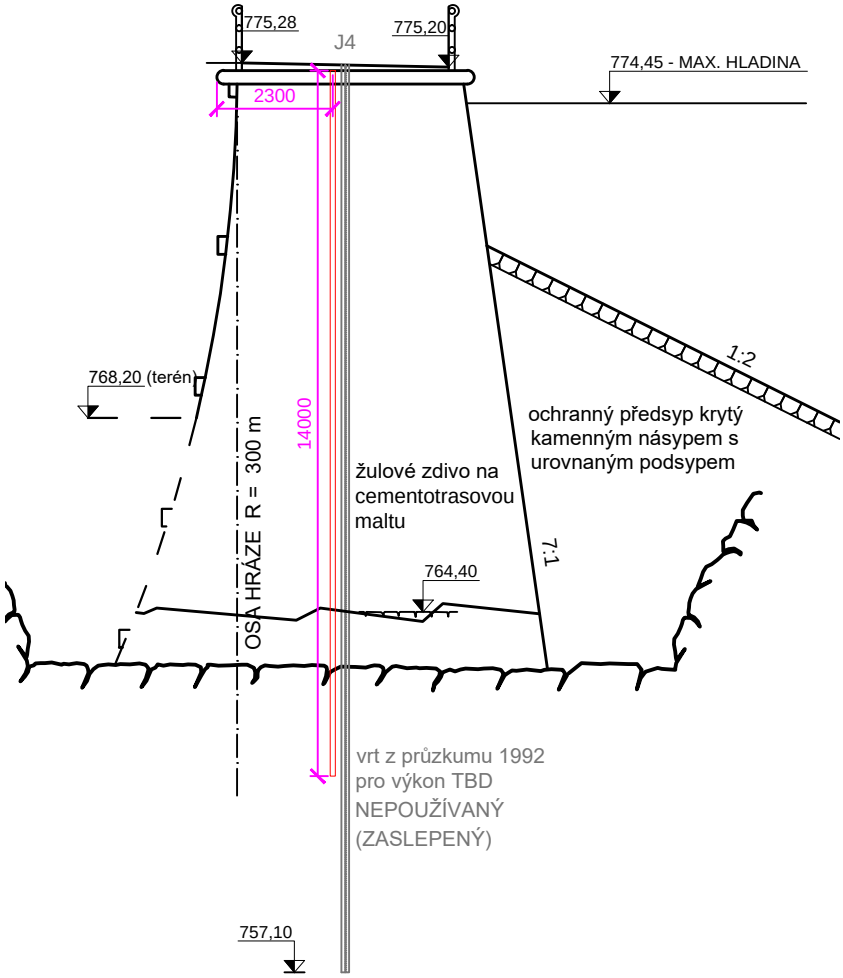
POZOROVACÍ SONDY - NÁVRH

- N4,5,8,11 — POZOROVACÍ SONDA NA KORUNĚ HRÁZE - NOVÁ
- ŠACHTA VRTU
- KABELOVÁ ŠACHTA AM
- KABELOVÁ CHRÁNIČKA AM

ŠACH. A KABEL. CHR. V OSE CHOD. - NENÍ PŘEDMĚTEM PD

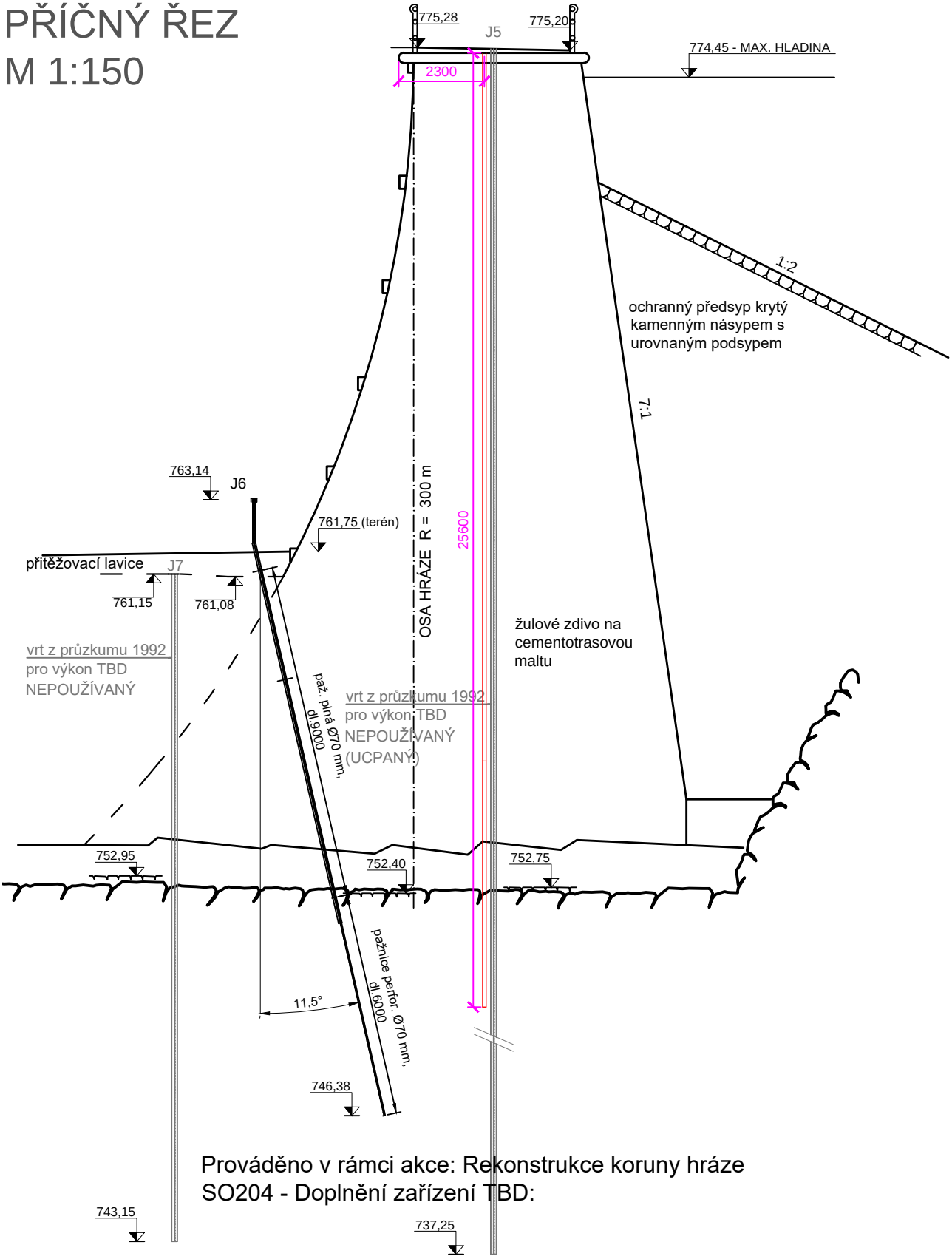
- KABELOVÁ ŠACHTA V OSE CHODNÍKU
- KABELOVÁ CHRÁNIČKA V OSE CHODNÍKU

UMÍSTĚNÍ VRTU N4, PŘÍČNÝ ŘEZ
M 1:150



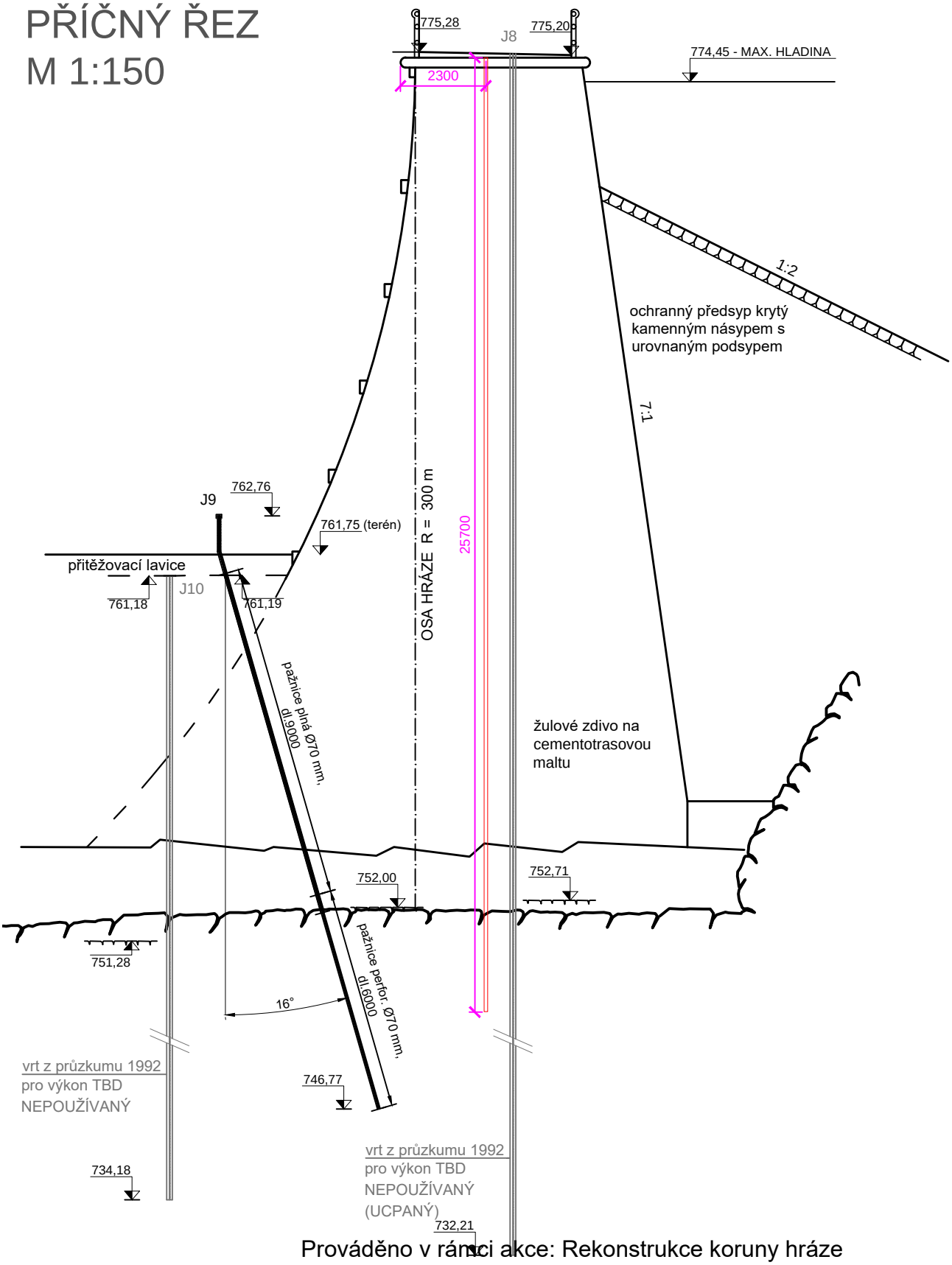
Prováděno v rámci akce: Rekonstrukce koruny hráze
SO204 - Doplnění zařízení TBD:

UMÍSTĚNÍ VRTU N5, PŘÍČNÝ ŘEZ
M 1:150



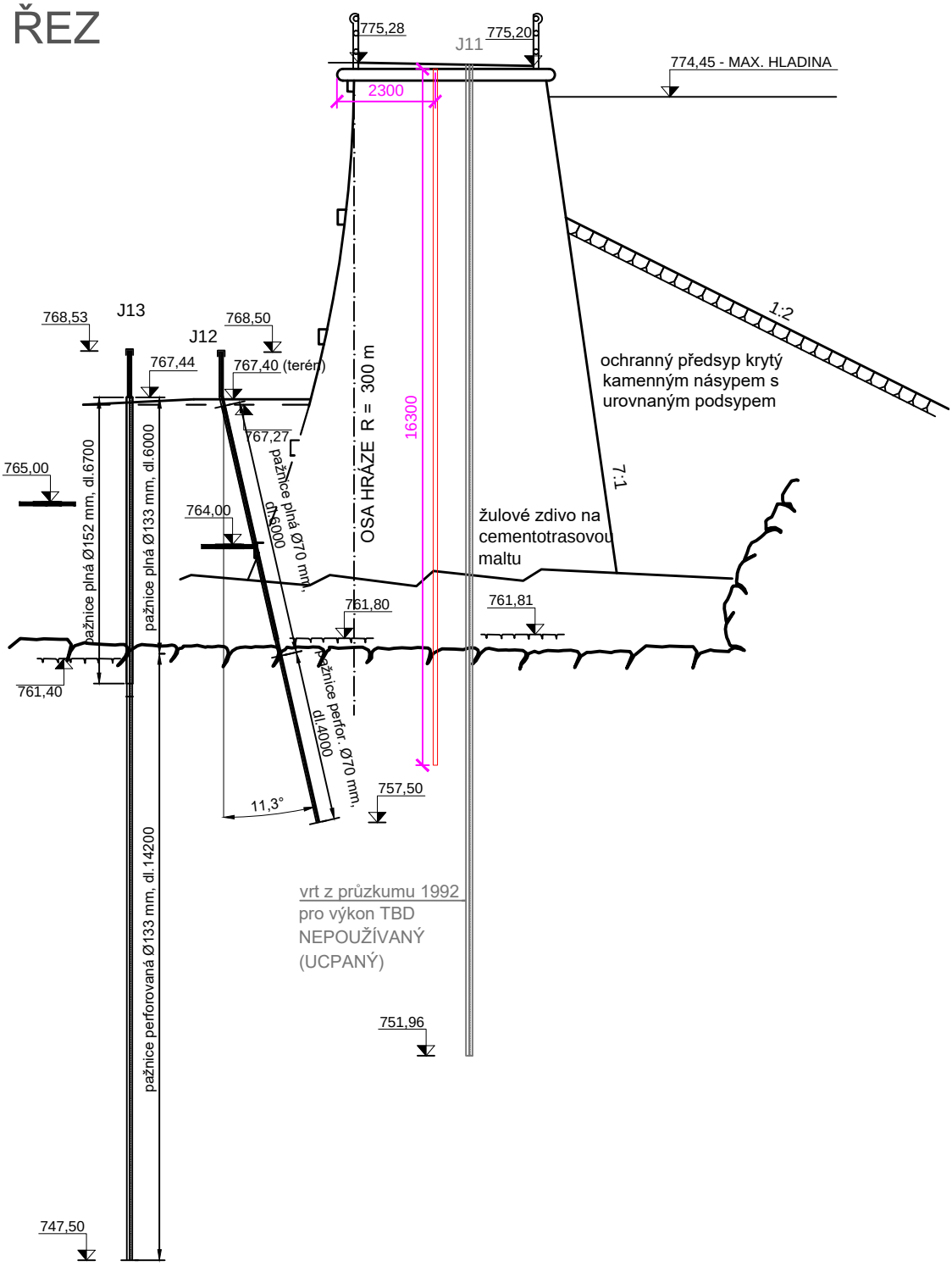
Prováděno v rámci akce: Rekonstrukce koruny hráze
SO204 - Doplnění zařízení TBD:

UMÍSTĚNÍ VRTU N8, PŘÍČNÝ ŘEZ M 1:150



Prováděno v rámci akce: Rekonstrukce koruny hráze
SO204 - Doplnění zařízení TBD:

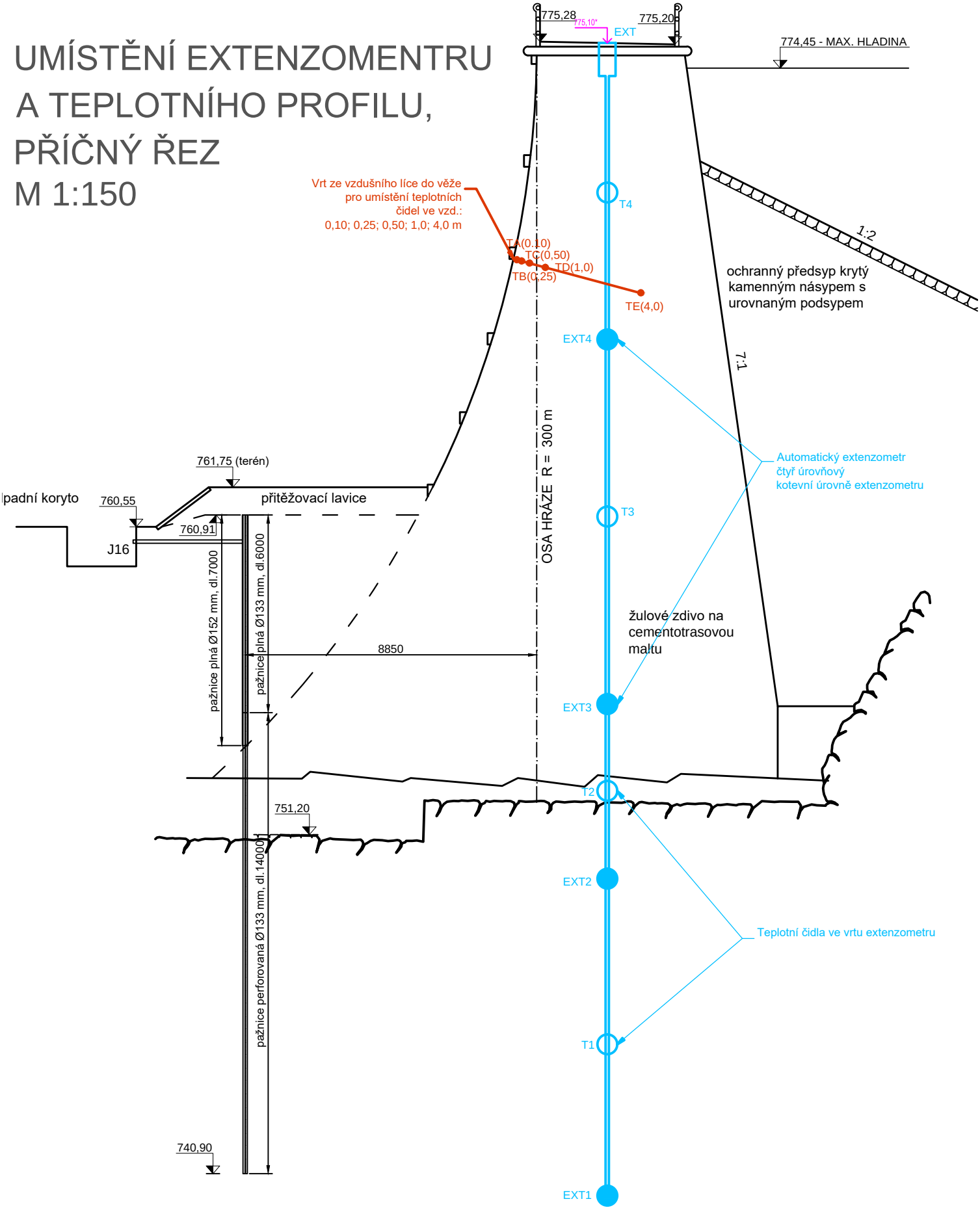
UMÍSTĚNÍ VRTU N11, PŘÍČNÝ ŘEZ
M 1:150



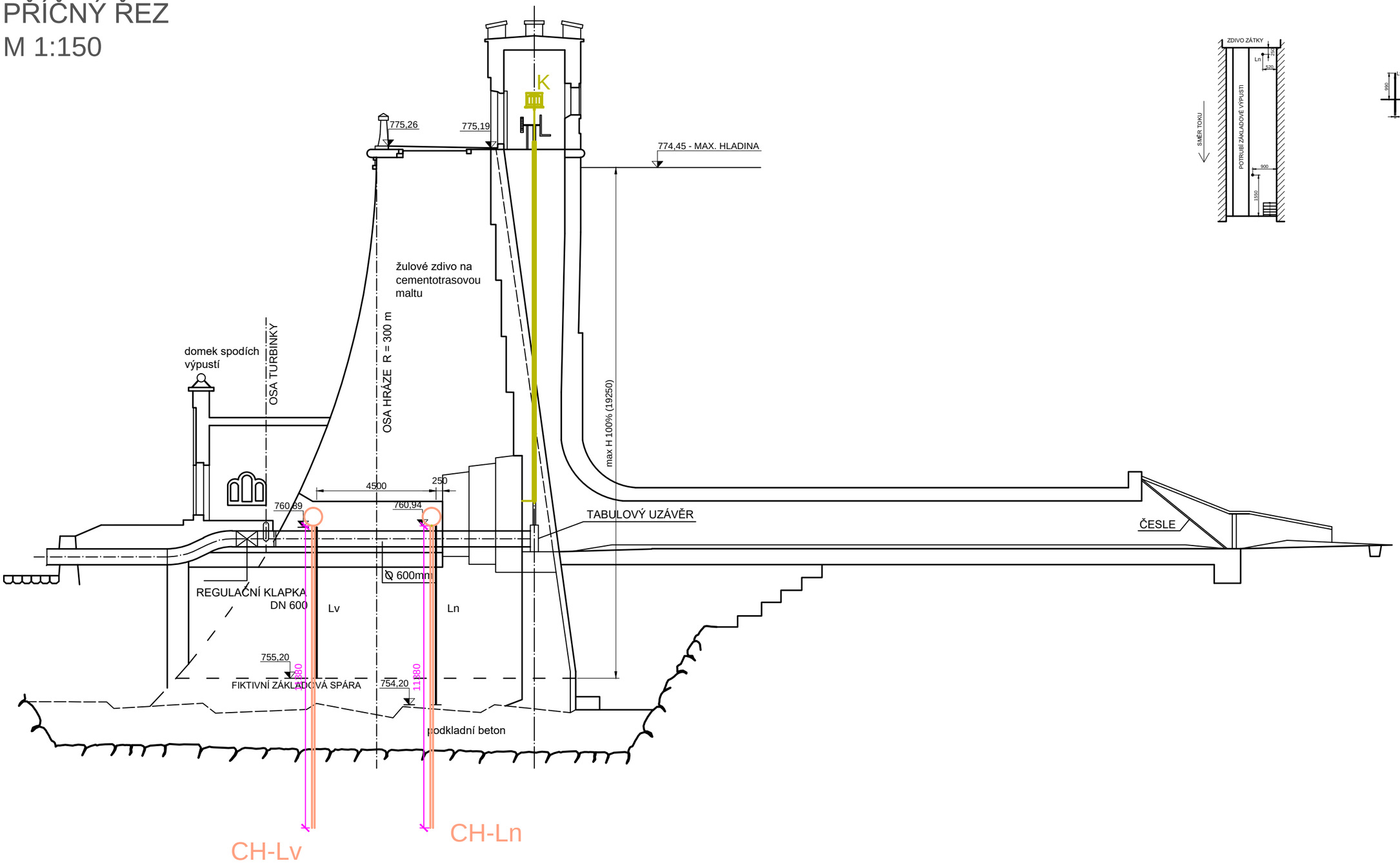
Prováděno v rámci akce: Rekonstrukce koruny hráze
SO204 - Doplnění zařízení TBD:

UMÍSTĚNÍ EXTENZOMENTRU A TEPLOTNÍHO PROFILU, PŘÍČNÝ ŘEZ

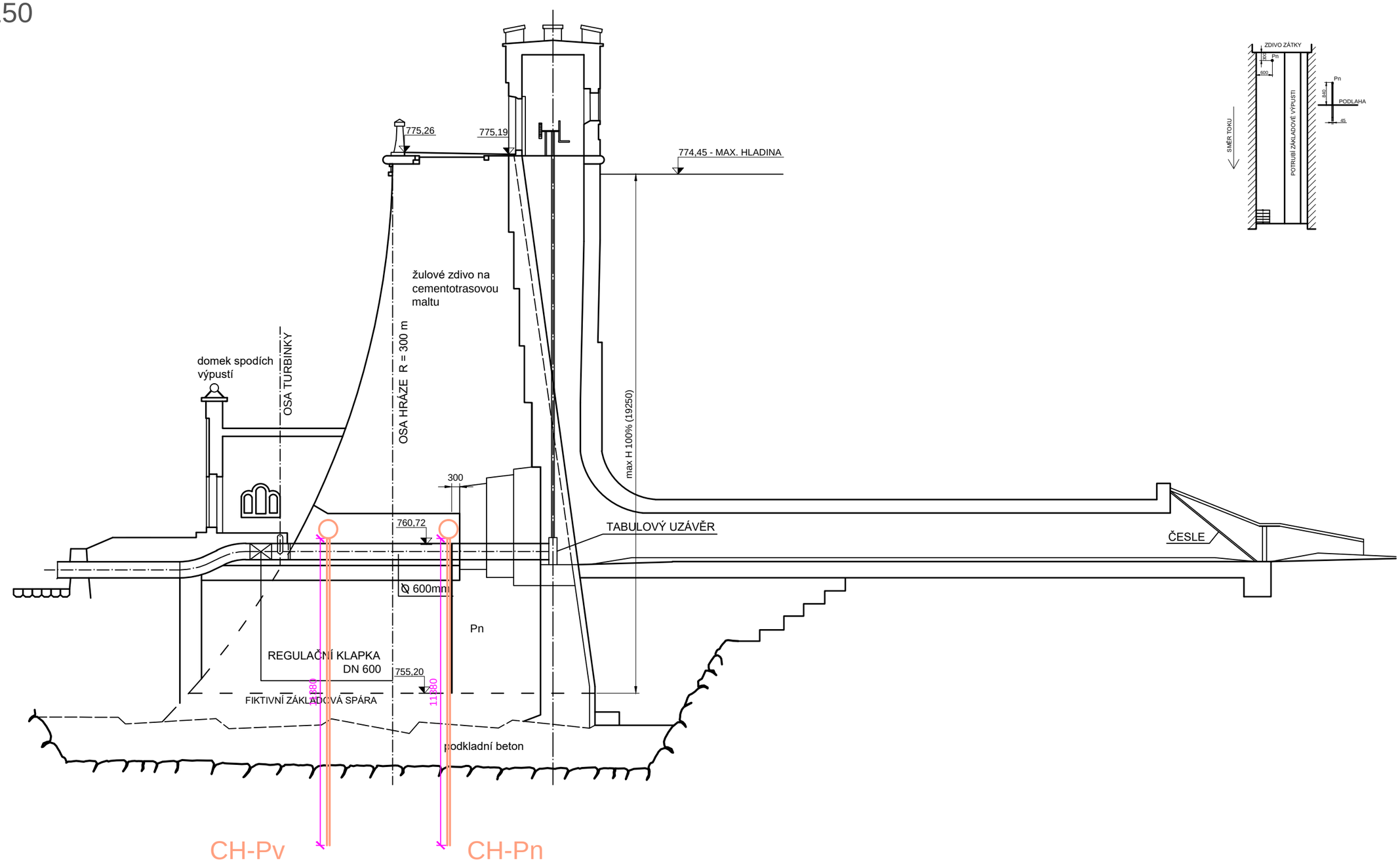
M 1:150



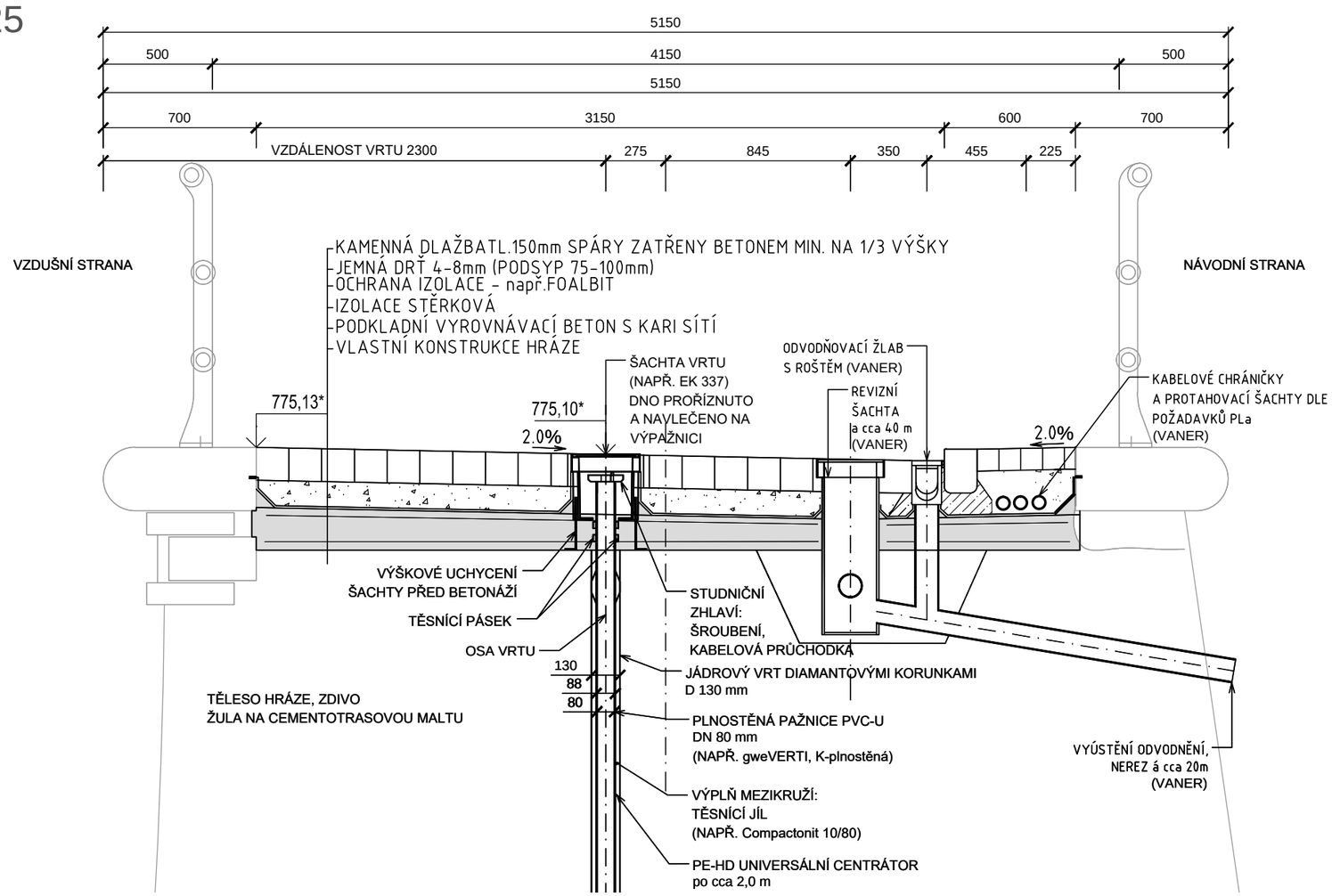
UMÍSTĚNÍ VRTŮ V LEVÉ PŘÍČNÉ CHODBĚ: CH- Ln, CH- Lv
UMÍSTĚNÍ KYVADLA K
PŘÍČNÝ ŘEZ
M 1:150



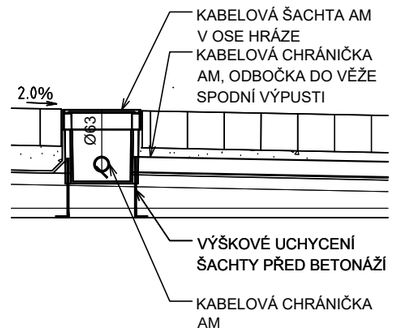
UMÍSTĚNÍ VRTŮ V PRAVÉ PŘÍČNÉ CHODBĚ: CH- Pn, CH- Pv
PŘÍČNÝ ŘEZ
M 1:150



ZHLAVÍ VRTU, ŠACHTA VRTU, KABELOVÁ ŠACHTA V CHODNÍKU PŘÍČNÝ ŘEZ M 1:25



KABELOVÁ ŠACHTA AM V OSE HRÁZE, PŘÍČNÝ ŘEZ M 1:25



Poznámky:

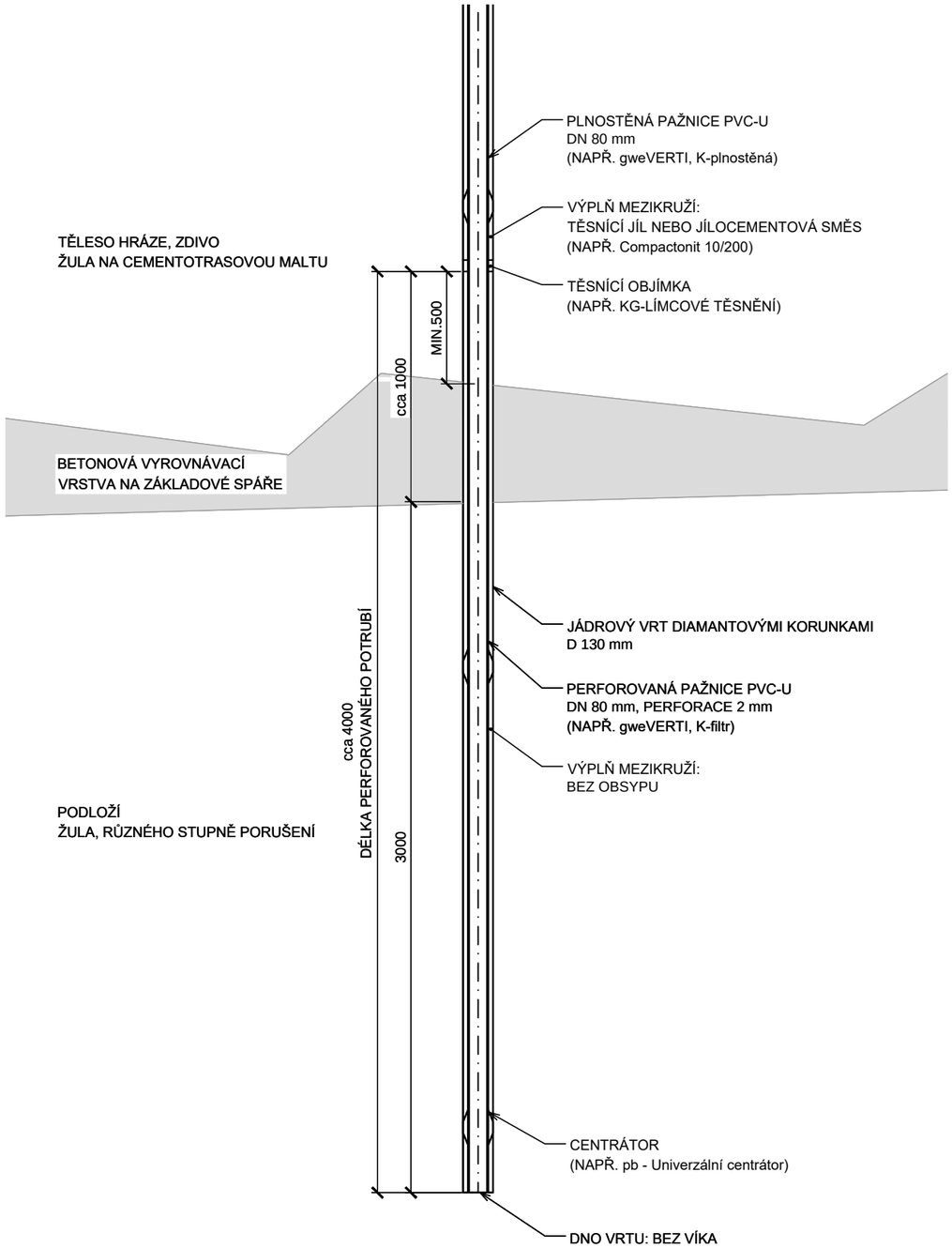
VÝPAŽNICE BUDE VYTAŽENA NAD KORUNU HRÁZE A VÝŠKOVĚ ZKRÁCENA PŘED OSAZENÍM ŠACHTY

* VÝŠKA PARAPETNÍHO KVÁDRU JE V DÉLCE KORUNY HRÁZE NESTEJNOMĚRNÁ
VÝŠKA ZHLAVÍ ŠACHTY BUDE ODVOZENA OD VÝŠKY PARAPETNÍHO KVÁDRU A UMÍSTĚNÍ VRTU

Prováděno v rámci akce: Rekonstrukce koruny hráze
SO204 - Doplnění zařízení TBD:

ZHLAVÍ VRTU, ŠACHTY NA KORUNĚ HRÁZE

DNO VRTU
PŘÍČNÝ ŘEZ
M 1:25



Poznámky:

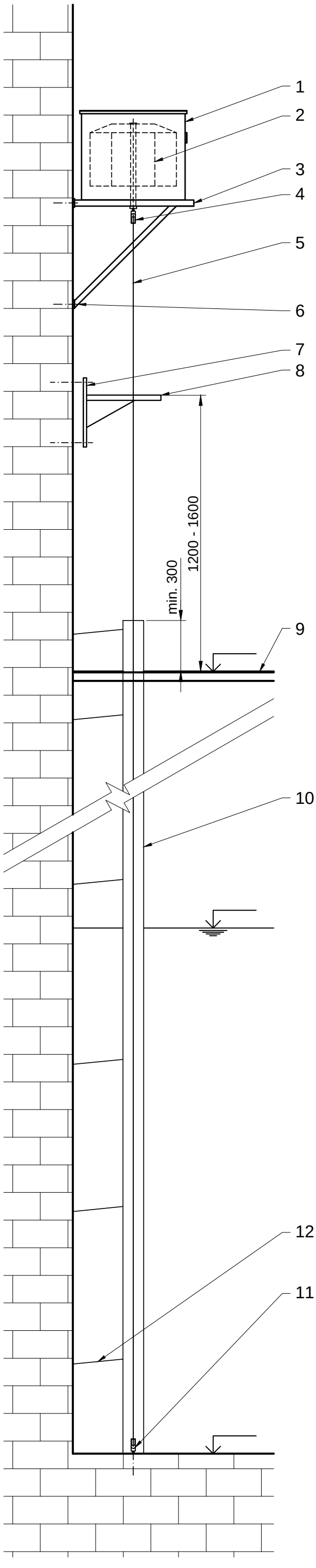
VRTNÉ PRÁCE BUDOU PROVEDENY PO ROZEBRÁNÍ KORUNY HRÁZE PŘED BETONÁŽÍ DESKY

UKONČENÍ VRTNÝCH PRACÍ:
CCA 3,0 M POD ZÁKLADOVOU SPÁROU

Prováděno v rámci akce: Rekonstrukce koruny hráze
SO204 - Doplnění zařízení TBD:

DNO VRTU

SESTAVA KYVADLA, SCHÉMA



LEGENDA:

1 NÁDOBA KYVADLA NAPLNĚNÁ KAPALINOU
2 PLOVÁK KYVADLA
3 NOSNÁ KONSTRUKCE PLOVÁKOVÉ NÁDOBY ZAKOTVENA DO ZDIVA
4 VRCHNÍ ZÁVĚS STRUNY KYVADLA
5 STRUNA KYVADLA
6 KOTVENÍ KONSTRUKCE DO ZDIVA
7 USAZOVACÍ ZÁKLADNA HUGGENBERGER
8 KOORDIOSKOP KK 84 D PRO ODEČET POLOHY DRÁTU
9 HORNÍ PODESTA VĚŽE SPODNÍCH VÝPUSTÍ
10 OCHRANNÝ PRVEK STRUNY KYVADLA
11 SPODNÍ ZÁVĚS KYVADLA (UKOTVENÍ STRUNY)
12 UCHYCENÍ OCHRANNÉHO PRVKU STRUNY