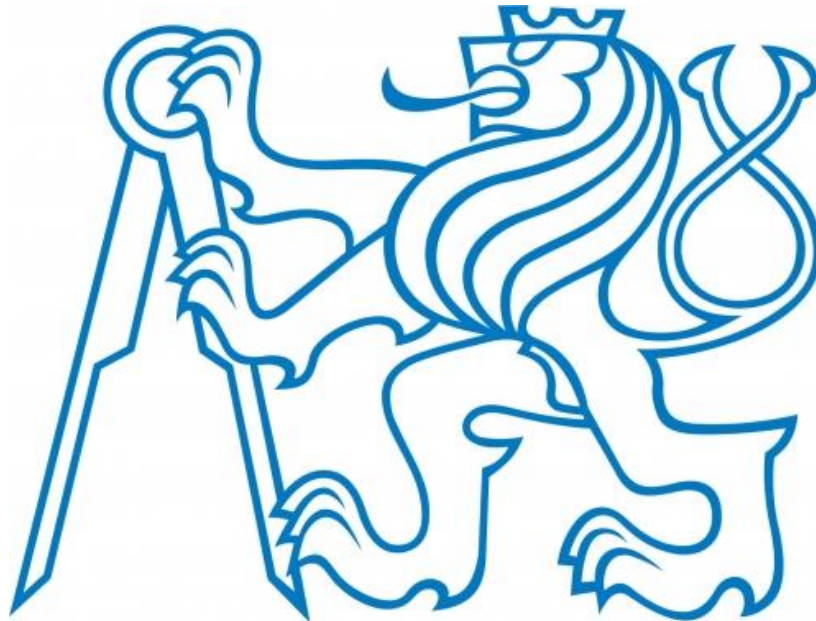


České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra hydrotechniky



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

STUDIE TECHNICKÉHO STAVU A PROVOZNÍ SPOLEHLIVOSTI
MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ KARHOV A VESELÁ NA
PELHŘIMOVSKU

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.

květen 2018

Milan Rada



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Rada Jméno: Milan Osobní číslo: 439184
Zadávající katedra: Katedra hydrotechniky
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Studie technického stavu a provozní spolehlivosti malých vodních nádrží Karhov a Veselá na Pelhřimovsku

Název bakalářské práce anglicky: Study of technical and operational conditions of small reservoirs Karhov and Veselá at Pelhřimov region

Pokyny pro vypracování:

Popis vodních děl a jejich účelu, zhodnocení technického stavu hrází a vodohospodářské funkce nádrží, zhodnocení a doplnění podkladů pro návrh stavebních úprav na vodních dílech, porovnání aktuálního technického stavu vodních děl s obecnými parametry pro spolehlivý provoz vodních děl, návrh dalšího postupu (případně ve variantách) k zajištění bezpečného provozu obou posuzovaných vodních děl

Seznam doporučené literatury:

studijní literatura v oboru malých vodních nádrží a přehrad, příslušné ČSN a TNV, zákon o vodách, vyhlášky MZE a MZP

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 01.03.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příštího ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

1.3.2018

Datum převzetí zadání

Milan Rada


Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité zdroje v souladu s metodickým pokynem ČVUT 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě závěrečných vysokoškolských prací.“

.....V Praze, 20. 5. 2018.....

Místo zpracování, celé datum


.....

Milan Rada

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat panu doc. Ing. Ladislavu Satrapovi, CSc., vedoucímu mé bakalářské práce, za jeho cenné rady, podporu a připomínky během konzultací. Za poskytnutí užitečných podkladů a pomoc při řešení zásadních otázek děkuji také pracovníkům Povodí Vltavy s. p., jmenovitě panu Ing. Jiřímu Kahánkovi a panu Ing. Stanislavu Krbcovi.

ABSTRAKT:

Cílem této práce je zhodnocení stávajícího vodohospodářského a technického řešení malých vodních nádrží Karhov a Veselá na Pelhřimovsku. Hlavními podklady pro řešení jsou manipulační řády a bezpečnostní posudky obou vodních děl. Zjištěné problémy z hlediska vodohospodářského řešení a technického stavu vodních děl jsou v práci popsány. Ke každému nalezenému nedostatku je v práci navrženo jedno nebo více vhodných řešení. Hlavním výsledkem této práce je doporučení budoucího postupu při znovuuvedení obou nádrží do požadovaného stavu.

KLÍČOVÁ SLOVA:

malá vodní nádrž, provoz vodních děl, vodohospodářské řešení, hráz, problémy vodních děl, návrh

ABSTRACT:

The aim of this thesis is to evaluate the current water management and technical solution of small water reservoirs Karhov and Veselá in the Pelhřimov region. The main documents supporting the solutions are operating rules and safety assessments of both water reservoirs. The problems identified in terms of the water management solution and the technical state of the waterworks, are described in this thesis. For each deficiency found, one or more appropriate solutions are proposed. The main result of this thesis is to recommend a future procedure for both waterworks' restoration.

KEY WORDS:

small water reservoir, operation of waterworks, water management analysis, pond dam, waterwork problems, proposal

Seznam použitých zkratek

VD	vodní dílo
MVN	malá vodní nádrž
ř. km	říční kilometr
Q_a	průměrný dlouhodobý průtok
Q_m	m - denní průtok
Q_N	N - letý průtok
DN	světlost potrubí (udává se zpravidla v milimetrech)
MZP	minimální zůstatkový průtok
K. Ú.	katastrální území
P. Č.	parcelní číslo
Bpv.	výškový systém Balt po vyrovnání

OBSAH

1. ÚVOD	- 9 -
2. VD KARHOV	- 10 -
2.1 Charakteristika MVN.....	- 10 -
2.1.1 Hráz	- 11 -
2.1.2 Spodní výpust	- 12 -
2.1.3 Bezpečnostní přeliv	- 13 -
2.1.4 Zařízení pro kontrolní měření.....	- 14 -
2.1.5 Nádrž	- 14 -
2.1.6 Odběrné vodárenské zařízení	- 15 -
2.1.7 Ochranná pásma nádrže.....	- 15 -
2.1.8 Natura 2000	- 16 -
2.2 Vodohospodářské řešení VD Karhov	- 17 -
2.2.1 Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla při povodni.....	- 17 -
2.2.2 Hydrologické podklady	- 17 -
2.2.3 Hydraulické výpočty	- 18 -
2.3 Technický popis vodního díla.....	- 19 -
2.4 Vlastnické vztahy dotčených pozemků.....	- 21 -
2.5 Souhrn možných řešení jednotlivých problémů	- 22 -
2.6 Navrhovaný postup nápravy	- 22 -
2.6.1 Rekonstrukce vodního díla	- 22 -
2.7 Shrnutí.....	- 26 -
3. VD VESELÁ	- 27 -
3.1 Charakteristika MVN.....	- 27 -
3.1.1 Hráz	- 28 -
3.1.2 Sdružený objekt	- 29 -
3.1.3 Vývar	- 31 -

3.1.4	Nádrž	- 31 -
3.1.5	Zařízení pro kontrolní měření.....	- 32 -
3.2	Vodohospodářské řešení VD Veselá	- 32 -
3.2.1	Hydrologické podklady	- 32 -
3.2.2	Hydraulické výpočty	- 33 -
3.3	Vlastnické vztahy dotčených pozemků.....	- 36 -
3.4	Technický stav vodního díla	- 37 -
3.5	Souhrn možných řešení jednotlivých problémů	- 41 -
3.6	Navrhovaný postup nápravy	- 42 -
3.6.1	Varianta č. 1 – kompletní rekonstrukce VD.....	- 42 -
3.6.2	Varianta č. 2 – zrušení VD	- 45 -
3.6.3	Varianta č. 3 – rekonstrukce VD na suchou vodní nádrž	- 47 -
3.7	Shrnutí.....	- 47 -
4.	ZÁVĚR.....	- 48 -
5.	SEZNAMY	- 50 -
5.1	Seznam použitých podkladů	- 50 -
5.2	Seznam použité literatury	- 50 -
5.3	Seznam internetových podkladů.....	- 51 -
5.4	Seznam použitých norem.....	- 52 -
5.5	Seznam tabulek.....	- 52 -
5.6	Seznam obrázků.....	- 52 -
6.	PŘÍLOHY	- 54 -
7.	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	- 56 -

1. ÚVOD

Malé vodní nádrže jsou nepochybně již celá staletí důležitou součástí naší krajiny. Tyto vodní nádrže plní velkou škálu funkcí – zásobní, kompenzační, ochrannou, estetickou, rekreační, provozní, asanační, vytvářejí vhodné prostředí pro chov ryb a v neposlední řadě pozitivně ovlivňují fyzikální a chemické vlastnosti vody. Pokud jsou tyto vodní nádrže správně navrženy a je-li o ně správně pečováno, ovlivňují pozitivně své okolí.

Předmětem této bakalářské práce je zhodnocení stávajícího technického stavu dvou vybraných malých vodních nádrží na Pelhřimovsku, v povodí řeky Vltavy. Konkrétně se jedná o VD Karhov a VD Veselá. Tyto nádrže spolu netvoří vodohospodářskou soustavu, každá leží v jiné části okresu Pelhřimov a jsou od sebe vzdáleny přibližně 20 kilometrů. Majitelem VD Karhov je Česká republika, právo a povinnosti hospodařit s tímto majetkem má v současné době státní podnik Povodí Vltavy. VD Veselá se nachází na pozemcích, které vlastní 6 fyzických osob a Povodí Vltavy s. p. je pouze správcem tohoto vodního díla.

Zde uvádím cíle této bakalářské práce:

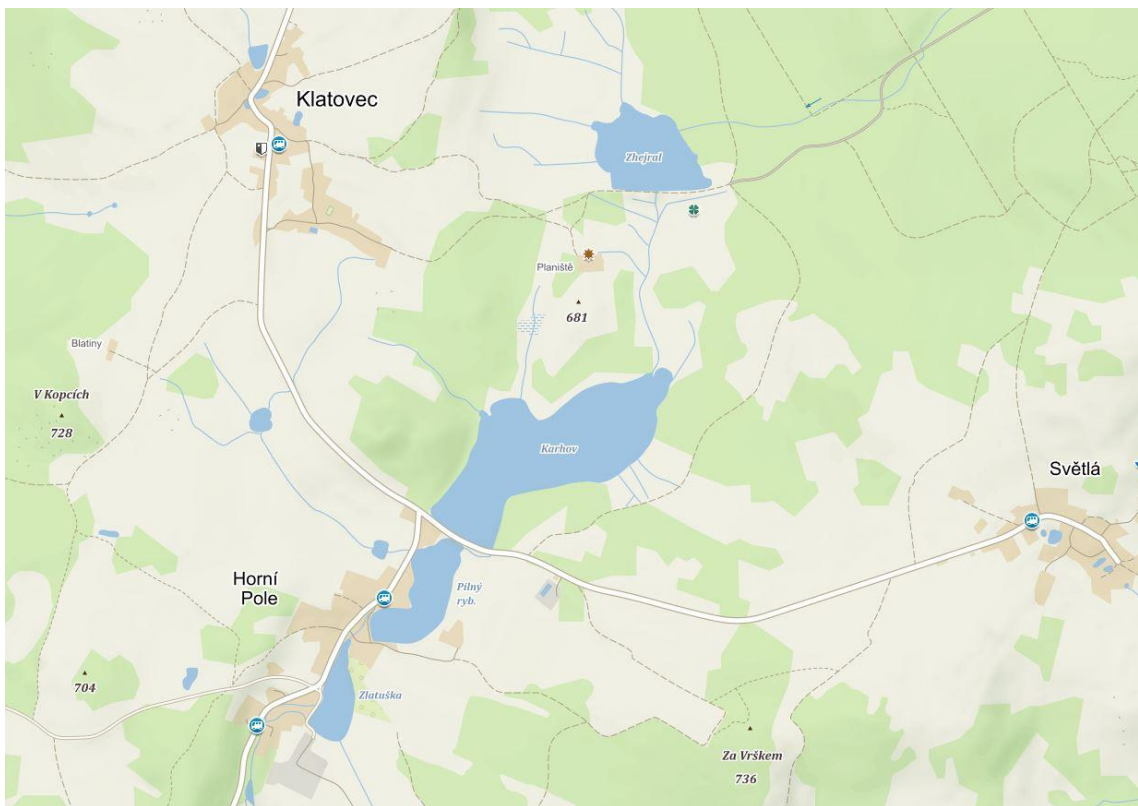
- Prostudovat podrobně všechny dostupné podklady k VD Karhov i k VD Veselá (projektová dokumentace, manipulační řády, posudky bezpečnosti).
- Získat aktualizovaná hydrologická data a zhodnotit vodohospodářskou funkci obou malých vodních nádrží.
- Zhodnotit aktuální technický stav VD Karhov a VD Veselá.
- Zjistit, jaké problémy se vyskytly na těchto vodních dílech za dobu své existence, především v poslední době.
- Navrhnout variantně případná bezpečnostní opatření vodních děl.

Jako podklady pro vypracování této práce slouží manipulační a provozní řády obou vodních děl, fotodokumentace, výkresy a ostatní vodohospodářské dokumenty (posudky stability, posudek transformace povodňové vlny,...). Všechny tyto podklady mi byly poskytnuty ochotnými zaměstnanci Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 8, 150 24 Praha 5.

2. VD KARHOV

2.1 Charakteristika MVN

Vodní dílo Karhov se nachází na jižním okraji Českomoravské vrchoviny severně od obce Studená, v okrese Pelhřimov (kraj Vysočina). Společně s nedalekým rybníkem Zhejralem tvoří průtočnou soustavu poměrně malého povodí (8,18 km²), na kterém nalezneme jen minimální antropogenní vlivy. Vodní nádrž byla od první poloviny 19. století využívána především jako rybochovný rybník. V roce 1971 byla hráz nádrže



Obrázek 1 - Mapa, vodní dílo Karhov [18]

rekonstruována tak, aby mohla začít sloužit k vodárenským účelům. [1][11]

Dnešní hráz VD Karhov je vybudována v říčním km 11,845 Studenského potoka (počátek staničení je v ústí do Meziříčského rybníka), v katastrálním území obce Studená. Studenský potok protéká jižním okrajem Českomoravské vrchoviny v nadmořských výškách mezi 600 a 760 m n. m. Potok pramení v úbočí vrcholu Javořice v nadmořské výšce 760 m n. m. Povodí Studenského potoka hraničí s rozvodnicí Dunaje a patří ještě do povodí Vltavy a Labe [1].

Hlavními účely této nádrže jsou dle platného manipulačního řádu:

- odběr vody z nádrže pro vodárenské účely, maximální množství odebírané vody činí $31,3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$,
- zajištění minimálního zůstatkového průtoku (MZP) ve Studenském potoce, požadovaný minimální odtok se rovná $6 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$,
- protipovodňová ochrana území pod hrází vodního díla.

Tabulka 1 - Hlavní technické parametry VD Karhov [1]

Kategorie vodního díla:	III.
Typ nádrže:	průtočná
Typ vzdouvací stavby:	homogenní zemní sypaná hráz
Délka hráze:	300 m
Max. výška hráze ze vzdušné strany:	5,00 m
Min. šířka koruny hráze:	6,15 m
Šířka hráze v patě:	27,70 m
Dno vtoku spodní výpusti:	$H_{\text{výp}} = 664,60 \text{ m n. m.}$
Hladina při zásobním nadržení:	$H_{\text{zás}} = 666,80 \text{ m n. m.}$
Kóta bezpečnostního přelivu:	$H_{\text{př}} = 668,40 \text{ m n. m.}$
Kóta max. hladiny:	$H_{\text{max}} = 669,10 \text{ m n. m.}$
Nejnižší místo koruny hráze:	$H_{\text{kor,min}} = 669,62 \text{ m n. m.}$
Objem vody při zásobním nadržení:	$V_{\text{zás}} = 288\,236 \text{ m}^3$
Objem vody pro max. hladinu:	$V_{\text{max}} = 386\,387 \text{ m}^3$
Retenční prostor nádrže:	$V_{\text{ret}} = 98\,151 \text{ m}^3$
Zatopená plocha při zásobním nadržení:	$A_{\text{zás}} = 2\,276\,000 \text{ m}^2$
Zatopená plocha při max. hladině:	$A_{\text{př}} = 2\,723\,700 \text{ m}^2$
Sklon vzdušného líce hráze:	1:1,5 - 1:2,0
Sklon návodního líce hráze:	1:1,7 - 1:2,6

V následujících podkapitolách jsou podrobněji popsány dílčí objekty a části vodního díla. Všechny výškové kóty jsou uváděny ve výškovém systému Bpv.

2.1.1 Hráz

Homogenní sypaná rybniční hráz zde byla vybudována v roce 1921 ze silně hlinitých písků a ve spodní vrstvě z písčitého jílu. Půdorysně je hráz několikrát lomená v obou

směrech. Vzdušní líc je vybudován ve sklonu 1:2, povrch pokrývá zatravnění a místy i keřové porosty. Návodní líc je opevněn záhozem z lomového kamene se sklonitostí 1:1 až 1:1,5. Po koruně hráze vede dvousměrná silnice s asfaltovým povrchem. Z bezpečnostních důvodů jsou při obou stranách vozovky svodidla o výšce 90 cm.



Obrázek 2 - Pohled na hráz MVN Karhov

Odvodnění vozovky je provedeno dlážděným rigolem v podélném směru v blízkosti návodního kraje vozovky s dvěma betonovými vpustmi 60/60, které jsou vyústěny na vzdušním líci hráze do zpevněných rigolů. [1]

2.1.2 Spodní výpust

Výpustné zařízení na VD Karhov tvoří potrubí DN 400, ocelové svařované oblouky a trouby, litinová kolena a příruby. Provedeno je jako násoska, která tvarově přibližně kopíruje obrys tělesa hráze. Dokáže převést průtok $210 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Délka potrubí násosky činí 21,2 m. Vtokový objekt do násosky vychází z původního požeráku, který byl v nádrži. Vtok je chráněn proti vniku mechanických nečistot svislými i vodorovnými česlemi. Šachta požeráku je snížena o 20 cm pod hladinu zásobního prostoru a je shora chráněna plechovým poklopem. Násoska ústí do požerákové šachty, která je umístěna na vzdušním líci hráze asi 2 metry za vzdušní hranou hráze. Tato šachta je spojena

s přepadovou šachtou. Mezi oběma šachtami se nachází dlužová stěna, se kterou lze manipulovat ze vstupní šachty. Na vrcholu násosky je umístěna ruční pumpa pro odčerpání vzduchu z násosky. Vstupní šachtu chrání shora pětídílný ocelový poklop. Z přepadové šachty vychází kameninové potrubí DN 400, které má délku 8,3 m a ústí na vzdušné patě hráze přímo do oblasti zátopy rybníka Pilný. [1]



Obrázek 3 - Bezpečnostní přeliv

2.1.3 Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv se nachází u levého břehu nádrže. Jak lze vidět na *Obrázku 3*, práh přelivu je vyžděný z lomového kamene. Směrem do spadiště má práh sklon 1:1, jeho vodorovná část tloušťky 0,65 m je půdorysně dvakrát zalomena. Celková účinná délka přelivné hrany činí 12 m. Spadiště bezpečnostního přelivu s podélným sklonem 0,5 % má proměnlivou šířku (1,70 – 3,10 m) a délku 8,5 m. Ze spadiště odtéká voda propustkem hrází profilu 3 x 2,3 m, dlouhým 6 m se sklonem dna 0,25 %. Asi 5 m za propustkem je zakončeno dlážděné dno prahem a navazuje na neupravené odpadní koryto, které po několika desítkách metrů ústí do rybníka Pilný v blízkosti vzdušné paty hráze VD Karhov. Průtočná kapacita přelivu je při stanovené maximální hladině 5,64 m³·s⁻¹. Při vyšších průtocích je limitována kapacitou propustku. [1]



Obrázek 4 - Nekapacitní mostní propustek

2.1.4 Zařízení pro kontrolní měření

Na VD Karhov je na boční stěně odběrného objektu umístěna vodočetná lať, která pomáhá určit výšku hladiny v nádrži. Tato lať je plechová na dubovém trámku, relativní výška „0“ je ve výšce 668,00 m n. m.

V úpravně vody, která odebírá surovou vodu z VD Karhov, jsou instalována různá vodoměrná zařízení. Tato zařízení zaznamenávají množství upravené vody, která je pak distribuována do sítě. Dále se zde měří spotřeba prací vody. [1]

Nachází se zde také limnigraf pro měření průtoků ve Studenském potoce a srážkoměr, který je umístěný v Horním Poli (poblíž bydliště správce VD Karhov, č. p. 44). [1]

2.1.5 Nádrž

Vodárenská nádrž Karhov je poměrně mělká, její průměrná hloubka činí přibližně 2 m. Nádrž má téměř kruhový tvar a je netradiční vodárenskou nádrží spíše rybníčního typu. Na této nádrži se pravidelně sleduje jakost vody a kvůli extrémnímu suchu během posledních let se jakost vody významně zhoršila. Suché a teplé podmínky zapříčinily kyslíkový deficit v nádrži. Při takovém deficitu se snadno začnou uvolňovat sloučeniny fosforu a železa, které svojí přítomností podporují rozšiřování místní zelenivky rodu *Vacuolaria*. Zelenivky jsou bičíkaté řasy, které jsou schopné vytvořit vylučováním

specifických látek soudržný sliz o mocnosti 0,5 – 1,0 m, který je z hlediska jakosti vody pro vodárenské účely velkou komplikací. V měsících, kdy je zelenivka nejvíce rozšířena, bylo nutné přejít ve vodárně na noční provoz, protože se přes den zelenivka vyskytuje především ve vrstvě, která je vodárensky využívána (hloubka 1,5 – 3 m). V noci se pak rozptýlí v celém vodním sloupci. [9] [12] [13]



Obrázek 5 - Vodárenská nádrž Karhov [19]

2.1.6 Odběrné vodárenské zařízení

Zařízení je umístěno v samostatném objektu, který se nachází u návodní hrany hráze. Vstup do objektu je zajištěn z koruny hráze. Dvě odběrná potrubí DN 200 ústí do sběrné studny a čerpací stanice, která odvádí vodu do úpravní vody. Obě potrubí jsou chráněna proti vniku mechanických nečistot sacím košem. Výtlačný řad do úpravní vody je dlouhý 337,0 m. [1]

2.1.7 Ochranná pásma nádrže

Vodní nádrž Karhov je zdrojem pitné vody. Její ochrana je definována zásadami hygienické ochrany a hospodaření v ochranných pásmech vodního zdroje. Vymezení ochranných pásem a konkrétní ochranná opatření jsou stanovena v zákoně č. 254/2001 Sb. (vodní zákon). Stávající ochranná pásma vodního zdroje jsou členěna do dvou stupňů. [1]

a) Ochranné pásmo vodního zdroje I. stupně (OPVZ I.)

Zasahuje do dvou katastrálních území, kterými jsou Klatovec a Horní Pole. Ochranné pásmo začíná na návodní hraně hráze Karhova a pokračuje po hranici pozemků, které dohromady vytvářejí souvislé území široké přibližně 100 m od maximálního vzdušného hladiny. Na území OPVZ I. mají vstup zakázán všechny osoby, které nevykonávají činnost, která by souvisela s provozem a ochranou vodního díla. Hranice území je označena na vhodných místech tabulemi s nápisem „Ochranné pásmo I. stupně vodního zdroje – nepovolaným vstup zakázán.“ [1]

b) Ochranné pásmo vodního zdroje II. stupně (OPVZ II.)

OPVZ II. navazuje na OPVZ I. Zasahuje do katastrálních území Horní Pole, Klatovec a Světlá pod Javořicí. Na území OPVZ II. nesmí dojít k výskytu škodlivých látek, které by v případě úniku mohly negativně ovlivnit kvalitu vod (ropa, hnojiva, fekálie, pohonné hmoty,...), nesmí se zde zemědělsky hospodařit, zřizovat skládky, tábořit, rybařit, atd. Příjezdové komunikace jsou označeny tabulemi s nápisem „Ochranné pásmo II. stupně vodního zdroje.“ [1]

2.1.8 Natura 2000

Natura 2000 je soustava chráněných území v regionu Evropské unie, jejíž cílem je zabezpečení ochrany nejvíce ohrožených a druhů živočichů, rostlin a přírodních stanovišť. [8]

Vodní nádrž Karhov a blízké okolí patří mezi chráněné ekologické lokality Natura 2000. Mezi tyto lokality patří především proto, že se zde nachází mnoho vzácných rostlinných a živočišných druhů, louky, krásná rašeliniště a mokřady. Chráněné území se rozprostírá na ploše 127,10 ha. [9]

V roce 2007 zde proběhl fytoocenologický výzkum, který zde našel celkem početnou stabilní populaci míčovky kulkonosné. Dalšími živočichy, které často jinde nelze spatřit, patří obaleč dvoutečný, píďalka mokřadní, můřička rašelinná, skokan ostronosý, čolek obecný, atd. Mezi vzácné rostlinné druhy v této oblasti patří klikva bahenní, vachta trojlistá, vstavač májový, tolije bahenní a zábělník bahenní. [9]

2.2 Vodohospodářské řešení VD Karhov

2.2.1 Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla při povodni

Tabulka 2 - Požadovaná míra bezpečnosti pro návrh a posuzování vodního díla [20]

Kategorie vodního díla ³⁾	Pravděpodobné škody při hypotetické havárii vodního díla	Hodnotící hlediska podle potenciálního rozsahu škod při hypotetické havárii vodního díla		Požadovaná míra bezpečnosti VD	
		Potencionální rozsah celkových škod	Uvažované ztráty lidských životů	$p = 1/N$	N (let)
I.	ve velmi vysoké	mimoběžně vysoké ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu státu	ztráty lidských životů se předpokládají	0,0001	10 000
II.	vysoké	vysoké ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu regionu, případně státu	ztráty lidských životů se předpokládají	0,0001	10 000
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,0005	2 000
III.	střední	značné ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu regionu	ztráty lidských životů se předpokládají	0,001	1 000
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,005	200
IV.	nízké	nízké ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady lokálního rozsahu	předpokládají se ojedinělé ztráty lidských životů	0,005	200
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,01	100
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,05	20

Dle Tabulky 2 řadíme VD Karhov do III. kategorie. To znamená, že při možné havárii vodního díla se nepředpokládají ztráty na lidských životech, ale škody na životním prostředí by byly již významnější. Vzniklé ekonomické škody by byly značné. Požadovaná míra bezpečnosti je stanovena na 200 letý povodňový průtok s pravděpodobností $p = 0,005$. Z hydrologických podkladů ale lze vyčíst maximálně hodnotu 100 letého průtoku, je třeba provést odhad hodnoty Q_{200} . [10]

2.2.2 Hydrologické podklady

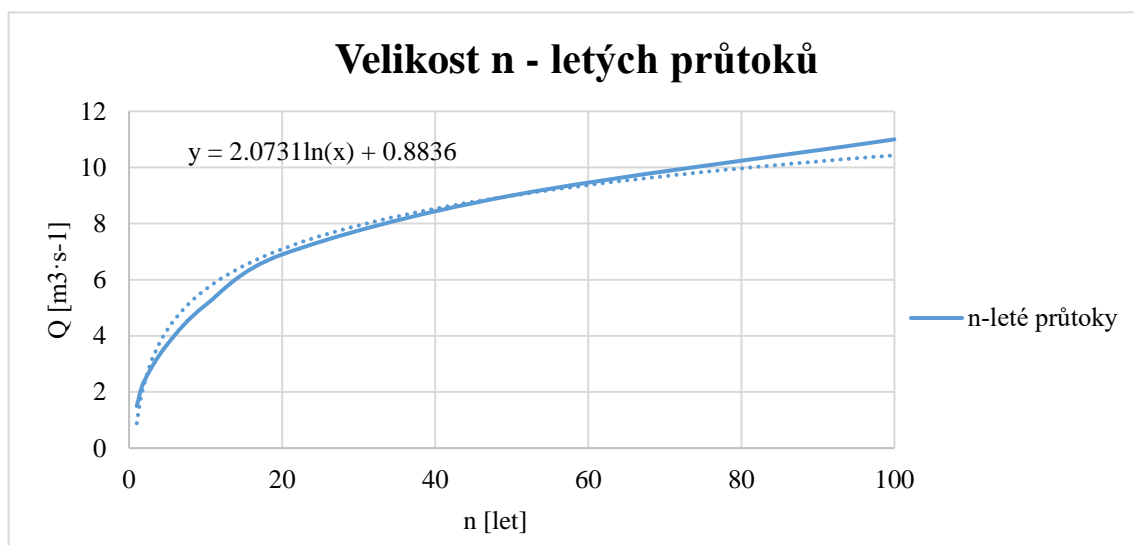
Vodní dílo Karhov se nachází v oblasti Českomoravské vrchoviny, na úpatí nejvyššího vrcholu pohoří, kterým je Javořice (837 m n. m.). Klima je zde mírně vlhké, převládají zde západní až severozápadní větry. Průměrné teploty v červenci dosahují hodnot 16 až 17 °C, průměrné lednové pak – 3 až – 4 °C. V letním období činí průměrný srážkový úhrn 350 – 450 mm a v zimním období 250 – 300 mm. [12]

Tabulka 3 - Hydrologické údaje Karhov [1]

Tok:								Studenský potok				
Profil:								hráz VD Karhov				
Hydrologické číslo povodí:								1-07-03-035				
Plocha povodí [km ²]:								8,18				
Průměrný dlouhodobý roční úhrn srážek P _a [mm]:								763				
Průměrný dlouhodobý roční průtok Q _a [l·s ⁻¹]:								63				
Třída přesnosti Q _a / Datum zpracování údajů:								III. / 18. 7. 2017				
m-denní průtoky Q _m [l·s ⁻¹]:								-				
Q ₃₀	Q ₆₀	Q ₉₀	Q ₁₂₀	Q ₁₅₀	Q ₁₈₀	Q ₂₁₀	Q ₂₄₀	Q ₂₇₀	Q ₃₀₀	Q ₃₃₀	Q ₃₅₅	Q ₃₆₄
179	104	62	41	28	18	12	9,3	8,2	7,8	6,9	4,3	3,2
Třída přesnosti Q _m / Datum zpracování údajů:								III. / 18. 7. 2017				
N-leté průtoky Q _N [m ³ ·s ⁻¹]:								-				
Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀						
1,5	2,4	3,7	5,1	6,9	9,0	11,0						
Třída přesnosti Q _N / Datum zpracování údajů:								III. / 18. 7. 2017				

2.2.3 Hydraulické výpočty

Kapacita bezpečnostního přelivu je ovlivněna velikostí propustku v hrázi. Ten v současné době bezpečně převede maximálně 5,64 m³·s⁻¹. Dle *Tabulky 2* je toto VD III. kategorie, a proto by měl bezpečnostní přeliv převést průtok Q₂₀₀. Ten jsem v podkladech od ČHMÚ neobdržel, tudíž jsem ho odhadl z řady průtoků dosazením do rovnice trendu v *Obrázku 6*. Q₂₀₀ se dle mého výpočtu rovná 11,86 m³·s⁻¹. [1]



Obrázek 6 - Určení povodňového průtoku

Tabulka 4 - Doplnění tabulky povodňových průtoků [1]

n [let]	1	2	5	10	20	50	100	200
Q [m ³ ·s ⁻¹]	1.5	2.4	3.7	5.1	6.9	9	11	x

2.3 Technický popis vodního díla

Vodní dílo Karhov je z hlediska technickobezpečnostního dohledu vodním dílem III. kategorie, a jelikož se jedná o nádrž pro vodárenské účely, je mu věnována větší pozornost. V souvislosti s technickým stavem tohoto vodního díla vzniklo v poslední době několik projektů, které tuto problematiku řeší. Osobně jsem navštívil Karhov dne 8. 4. 2018. Měl jsem k dispozici podklady a projektové dokumentace poskytnuté od Povodí Vltavy, s. p. Zhodnotil jsem informace, které byly v těchto dokumentech uvedeny, a snažil se je doplnit o své vlastní poznatky. Výčet problémů, které se na Karhově objevily, jsem uvedl strukturovaně v následujících bodech:

a) Nestabilita hráze

V minulosti byla hráz několikrát stavebně upravena, důvodem byla především nestabilita hráze. Ta byla způsobena tím, že návodní i vzdušní svah byly vybudovány příliš strmé na to, aby odolávaly dynamickému zatížení od projíždějících vozidel na silnici Horní Pole – Světlá, která vede po koruně hráze. K zatížení od pojezdu se přidalo samozřejmě i zatížení od zadržované vody v hrázi a průsaky tělesem hráze. Poslední stavební úpravy zde proběhly na patě vzdušního líce po květnových povodních v roce 2013. Veškeré stavební úpravy zde byly vždy problematické, jelikož zátopa níže se nacházejícího rybníka Pilný dosahuje až k patě vzdušního líce hráze VD Karhov. Kromě zatopených okolních ploch znemožňují přístup k patě hráze přilehlá stavení, soukromé pozemky, vzrostlé stromy a pařezy v podhráží. [2]

Aktuální stabilita hráze stále neodpovídá současným požadavkům na bezpečnost vodních děl. Jeden z nedostatků vodního díla je nevyhovující stupeň bezpečnosti vzdušního svahu hráze. O vhodném řešení se zmiňuji v podkapitole 2.6.

Při své prohlídce technického stavu hráze jsem mimo jiné upozoroval povrchové porušení návodního svahu poblíž objektu bezpečnostního přelivu nad úrovní koruny bezpečnostního přelivu.

b) Průsak hrází

Při kontrole technického stavu hráze jsem zjistil, že se u paty vzdušního svahu hráze v blízkosti vyústění spodní výpusti nachází území o rozměrech asi 3 x 5 m, které bylo podmáčené. Zvýšená vlhkost půdy byla pravděpodobně zapříčiněna průsakem vody skrz těleso hráze.

c) Nekapacitní propustek pod hrází

Bezpečnostní přeliv dokáže při stanovené maximální hladině 669,10 m n. m. převést průtok $5,64 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Je limitován kapacitou propustku, který má rozměry 3 x 2,3 m. Q_{200} na Studenském potoce v tomto profilu ale dosahuje dle výpočtu z podkapitoly 2.2.3 hodnot $11,86 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Je proto nutné zvětšit kapacitu propustku tak, aby byl schopen převést průtok Q_{200} . [1]

Nyní může dojít již při Q_{100} k přelítí hráze, která tak může být poškozena a protržena. Takováto havárie by byla velice nebezpečná pro území pod profilem hráze. Tam se v těsné blízkosti nachází rybník Pilný, pod ním ještě rybníky Zlatuška, Kameňák a Kopejtkův rybník. Při protržení hráze VD Karhov, který je největší z celé soustavy, by došlo k bleskovému nárůstu průtoku pod profilem hráze a velmi pravděpodobně by hrozilo protržení celé soustavy vodních nádrží. V takovém případě by byly v nebezpečí především obce Horní Pole a Studená.

d) Porušený nátokový objekt

Na návodním líci hráze se nachází poškozený nátokový objekt spodních výpustí. Konkrétně jde o poškozené opadávající zdivo z lomového kamene do betonu. [2]

e) Drobné nedostatky

Ochoz lemující vodárenský odběrný objekt, který je situován zhruba uprostřed hráze na návodné hraně nádrže, je ve špatném technickém stavu. Je proveden jako železobetonová vetknutá konstrukce, krycí vrstva betonu je opadaná a z konstrukce ční betonářská výztuž. Tento ochoz by do budoucna mohl představovat bezpečnostní riziko pro obsluhu VD. Dále upozorňuji na špatný stav fasády, především v místech, která jsou v kontaktu s kolísající vodou, betonová vrstva se postupně loupe a potřebovala by vyspravit.

2.4 Vlastnické vztahy dotčených pozemků

Jelikož jsem zjistil, že je na VD Karhov několik problémů, které se budou muset řešit, uvádím zde i seznam pozemků, kterých by se případná rekonstrukce týkala. Tyto pozemky by byly součástí dočasného nebo trvalého záboru.

Tabulka 5 - Seznam dotčených pozemků rekonstrukcí VD Karhov [14]

K. Ú	P. Č. (KN)	DRUH POZEMKU	VLASTNÍK (SPRÁVCE)
Horní Pole	37/1	lesní pozemek	ČR - Lesy České republiky, s. p., Přemyslova 1106/19, 501 68 Hradec Králové
Horní Pole	st. 89/2	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	WASTECH a.s., Ostružinová 3175/36, Záběhlice, 106 00 Praha 10
Horní Pole	st. 89/3	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	WASTECH a.s., Ostružinová 3175/36, Záběhlice, 106 00 Praha 10
Horní Pole	st. 91	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	ČR - Povodí Vltavy, s. p., Holečkova 106/8, 150 24 Praha - Smíchov
Horní Pole	444/4	rybník - vodní plocha	WASTECH a.s., Ostružinová 3175/36, Záběhlice, 106 00 Praha 10
Horní Pole	444/5	rybník - vodní plocha	WASTECH a.s., Ostružinová 3175/36, Záběhlice, 106 00 Praha 10
Horní Pole	523	koryto vodního toku umělé - vodní plocha	ČR - Povodí Vltavy, s. p., Holečkova 106/8, 150 24 Praha - Smíchov
Horní Pole	72/1	manipulační plocha, ostatní plocha	Obec Studená, náměstí Sv. J. Nepomuckého 18, 387 56 Studená
Horní Pole	st. 90	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	ČR - Lesy České republiky, s. p., Přemyslova 1106/19, 501 68 Hradec Králové
Horní Pole	st. 92	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	Jihočeský kraj - Správa a údržba silnic Jihočeského kraje, Nemanická 2133/10, 370 10 České Budějovice
Horní Pole	444/3	rybník - vodní plocha	WASTECH a.s., Ostružinová 3175/36, Záběhlice, 106 00 Praha 10
Horní Pole	472/3	lesní pozemek	Špačková Iva Mgr., Ing., Boženy Jandlové 2132/3, 143 00 Praha 4 - Modřany

2.5 Souhrn možných řešení jednotlivých problémů

V této kapitole jsou zaznamenány veškeré nedostatky, které mají negativní vliv na bezpečnost vodního díla při užívání. Ke každému bodu jsou vypsána možná řešení:

a) Nestabilita hráze:

- přítěžovací lavice – vzdušní líc,
- přítěžovací lavice – návodní líc.

b) Průsak hrází:

- přítěžovací lavice – vzdušní líc,
- přítěžovací lavice – návodní líc.

c) Nekapacitní propustek pod hrází:

- rekonstrukce stávajícího propustku,
- vybudování druhého bezpečnostního přelivu s propustkem.

d) Porušený nátokový objekt spodních výpustí:

- rekonstrukce nátokového objektu.

e) Další nedostatky:

- nedostatek prostoru při vzdušním líci hráze,
- porušený ohoz odběrného vodárenského objektu,
- oprava fasády odběrného vodárenského objektu.

2.6 Navrhovaný postup nápravy

Dosud nalezených problémů na VD Karhov není mnoho, ale jsou většinou závažnějšího rázu. Jelikož je tato nádrž vodárenská a v okolí je velmi cenný ekosystém, nedoporučuji uvažovat se zrušením vodního díla nebo se změnou účelu prostoru zátopy. Jako možnou variantu spatřuji rekonstrukci VD. Z hlediska majetkoprávních vztahů očekávám časové průtahy především z důvodu trvalých záborů pro vybudování přítěžovací lavice na vzdušním líci hráze.

2.6.1 Rekonstrukce vodního díla

Stanovené cíle rekonstrukce:

- zvýšení stability návodního i vzdušního svahu hráze,
- omezení průsaku tělesem hráze,
- zkapacitnění mostního propustku,

- oprava nátokového objektu spodní výpusti,
- oprava fasády odběrného objektu,
- odtěžení sedimentu v blízkosti hráze,
- práce a opravy menšího rozsahu.

Tato varianta by byla jistě finančně velmi nákladná a pravděpodobně by byla i velkým zásahem na tomto vzácném chráněném území. O dílčích úkonech rekonstrukce se rozepisují v následujících podkapitolách.

2.6.1.1 Vypuštění vodní nádrže Karhov

Navrhuji jako první bod rekonstrukce vypustit pozvolně nádrž a zbudovat ve vzdálenosti cca. 20 metrů od hráze dočasnou zemní sypanou hráz, která bude chránit prostor hráze (staveniště) před vniknutím vody. Pomocí potrubí DN400 by byla voda vedena obtokem skrz bezpečnostní přeliv i v průběhu stavby k zajištění minimálního zůstatkového průtoku v povodí pod VD. Po odčerpání vody z meziprostoru navrhuji odtěžit přebytečné bahno ze dna nádrže.

2.6.1.2 Zvýšení stability návodního svahu hráze

Podle normy ČSN 73 6850 je nutné, aby měla homogenní hráz sklon návodního svahu minimálně 1:3. Tato hráz tuto hodnotu nespĺňuje, svahy jsou příliš strmé (1:1,7 až 1:2,6). [3] [21]

Na několika místech jsem viděl svahové nátrže a celkově neshledávám sklon návodního líce za bezpečností za skutečnosti, že po hrázi vede silniční komunikace. Proto je třeba zvýšit sklon přísypem z lomového kamene na návodní svah hráze VD Karhov.

Po odčerpání vody z prostoru mezi hrází Karhov a dočasnou hrází chránící staveniště je třeba odtěžit přebytečné bahno usazené pod patou hráze. Po vytěžení sedimentů je třeba vyhloubit místo, kde bude umístěna stabilizační patka. Pak nebrání nic tomu, aby se začal sypat makadam do prostoru stabilizační patky a na návodní svah dle *Přílohy 2*. Veškeré konstrukce musí být provedeny dle platných technických norem ČSN.

2.6.1.3 Snížení hladiny sousedního rybníka Pilný

Aby mohla být bezproblémově provedena přítěžovací lavice na vzdušném líci hráze, je třeba uchýlit se k radikálnějšímu řešení, kterým je snížení hladiny rybníka Pilný, čímž by se zmenšila plocha zátopy tohoto rybníka. Tím by se vytvořil prostor pod vzdušným lícem hráze Karhov natolik, aby se zde mohla pohybovat stavební technika a vznikl by zde i prostor pro přítěžovací lavici z vhodných materiálů. Snížení maximální hladiny by ale znamenalo vytvoření dalšího projektu na konstrukční úpravu, časové průtahy a další potřebu finančních prostředků. Do budoucna je to ale dle mého názoru potřeba.



Obrázek 7 - Zátopa rybníka Pilný

2.6.1.4 Přítěžovací lavice na vzdušném líci

Posouzení stability hráze VD Karhov prokázalo, že stupeň bezpečnosti vzdušního svahu nesplňuje ČSN 75 2310. Zvýšení stupně stability tohoto svahu a v konečném důsledku i omezení průsaku může být dosaženo použitím přítěžovací lavice sypaninou z vhodného kamenitého materiálu. Schematicky je takové řešení znázorněno ve *Výkrese č. 1*. [3]

Přítěžovací lavice z kameniva frakce 0 – 128 mm je navržena téměř po celé délce vzdušního líce hráze. Jedinými místy, na kterých nenavrhují přítěžovací lavici, jsou

rozšíření hráze v místě výpustného zařízení a oblast kolem mostního propustku, kterou vede i odpadní koryto bezpečnostního přelivu. Přítěžovací lavice bude založena na patce z těžkého kamenného záhozu. Součástí stavební úpravy budou tedy následující objekty:

- levobřežní část přítěžovací lavice,
- pravobřežní část přítěžovací lavice,
- opěrná stěna z gabionů chránící pozemek p. č. 89,
- opěrná zděná stěna v blízkosti mostního propustku. [3]

Při budování přítěžovacích lavic je nutné dávat pozor na existující výtlačné litinové vodárenské potrubí, které nesmí být zasypáno. Dále upozorňuji na vyústění odvodnění z vozovky na koruně hráze, které musí být zachováno. Na vzdušném líci se nachází celkem čtyři piezometrické sondy, které je třeba prodloužit tak, aby byly pro obsluhu TBD po přisypání zeminy použitelné i do budoucna.

2.6.1.5 Zkapacitnění mostního propustku

V současné době omezuje mostní propustek hráze kapacitu bezpečnostního přelivu, doporučuji proto zkapacitnit propustek do takové míry, aby mohla být bezpečně převedena povodeň o průtoku Q_{200} . Nejlépe toho lze dosáhnout zvětšením šířky propustku z 3 m na vyhovující šířku. Při optimálních rozměrech by velké povodňové průtoky nezpůsobily překročení maximální určené hladiny v nádrži (669,10 m n. m.) a neohrožovaly by samotnou konstrukci hráze.

Pokoušel jsem se v rámci své práce vypočítat, jaké rozměry by musel mít mostní propustek, aby dokázal převést Q_{200} bez překročení H_{max} . Kvůli tvaru bezpečnostního přelivu a blízké návaznosti mostního propustku na přeliv jsme ale ani s kolegy z Katedry hydrauliky a hydrologie nedokázali přesně vypočítat průtoky skrz propustek. Celý výpočet by bylo nutné realizovat až v závislosti na hodnotách získaných na fyzikálním 3D modelu. Přepadající voda vytváří trojrozměrné proudění a není možné získat reálné hodnoty pro správné určení optimální velikosti mostního propustku.

Tato problematika je velmi složitá a jistě by mohla být námětem samostatné závěrečné práce/projektu. Pokusil jsem se alespoň pomocí výkresu znázornit, jakým způsobem by mohl vypadat rekonstruovaný mostní propustek s bezpečnostním přelivem. Navrhovaná šířka mostního propustku je pouze odhadovaná a není podložena žádnými hydraulickými výpočty.

2.6.1.6 Oprava nátokového objektu spodních výpustí

Poškozené zdivo bude odstraněno a objekt bude vhodně stavebně upraven tak, aby nebyl v kolizi s navrhovanou přítěžovací lavicí z kameniva na návodním líci hráze. Po opravě bude osazen novým ocelovým poklopem a česlemi. [2]

2.6.1.7 Oprava fasády budovy odběrného objektu

Budova odběrného objektu pro vodárenské účely už stojí na svém místě dlouhá léta a klimatické změny se podepsaly na jejím vzhledu. Doporučuji opravit fasádu, především v místech, kde kolísá pravidelně voda, dále doporučuji opravu ochozu kolem objektu, ze kterého již ční betonářská výztuž, opadávají kusy betonu a celá konstrukce nepůsobí bezpečně.

2.7 Shrnutí

Karhov je krásné a v přírodě vhodně zasazené vodní dílo, které je především zásobárnou pitné vody. Zjistil jsem zde existenci několika problémů, které je potřeba řešit. Nejzávažnější z nich je nestabilita tělesa hráze, průsaky a nekapacitní mostní propustek. Dle mého názoru se nabízí pouze jedna varianta, jak tyto nedostatky odbourat.

Rekonstrukce vodního díla by zahrnovala veškerá nutná opatření, kterými je vybudování přítěžovacích lavic na návodním i vzdušním líci a rozšíření mostního propustku na levé straně hráze. Tato opatření budou finančně náročná, nelze vyloučit ani negativní vliv na tuto ekologicky významnou lokalitu. Navrhované konstrukce jsou zakresleny ve *Výkresech 1 - 3*.

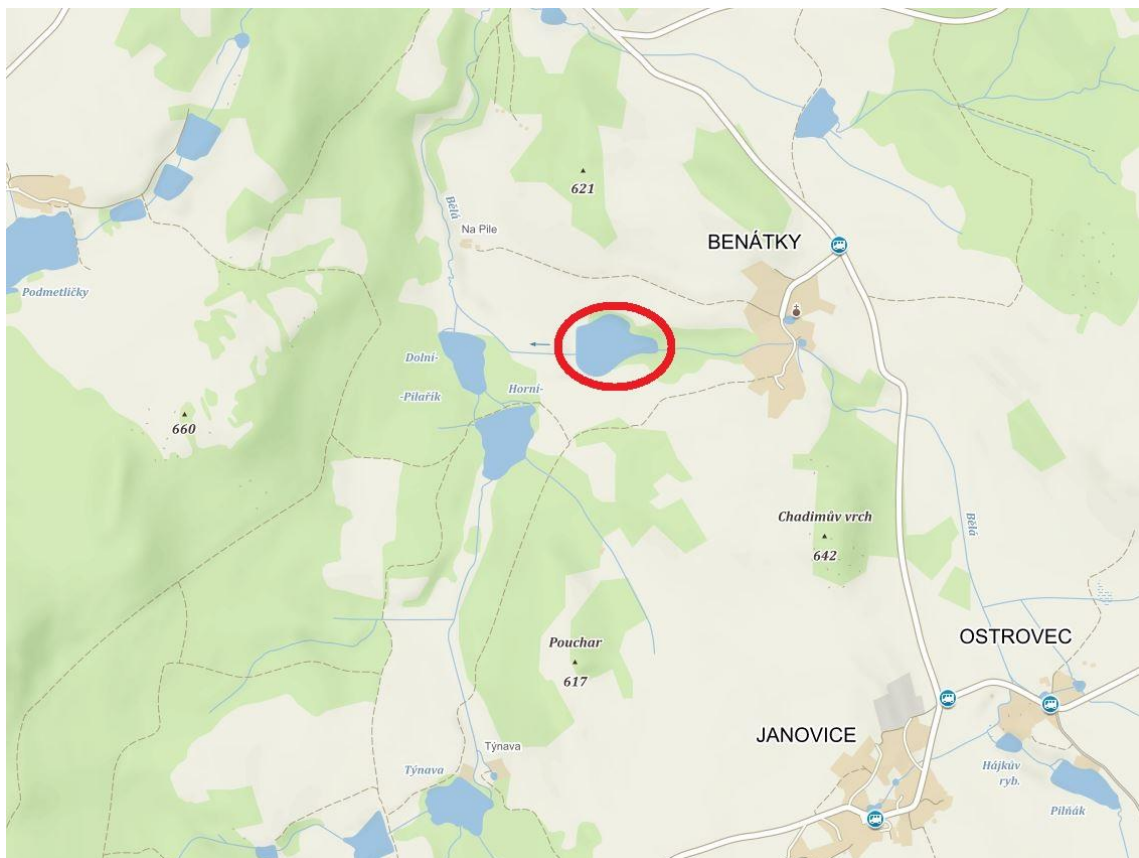
Problematických míst je zde skutečně víc než dost, zmiňuji především nekapacitní mostní propustek odpadního koryta bezpečnostního přelivu při levém zavázání hráze. Bezpečnostní přeliv je dvakrát lomený a při vyšších průtocích dochází ke vzniku 3D proudění s velkou rychlostí, které zahlučuje mostní propustek, jenž se tak při vyšším průtoku stane nedostatečně kapacitním. Nelze spočítat návrhovou kapacitu mostního propustku bez použití zmenšeného fyzikálního modelu. Tuto problematiku doporučuji řešit v rámci samostatného projektu/závěrečné práce.

Pro přehlednost je v *Příloze 1* uveden souhrn všech nutných úkonů, které je třeba vykonat, aby vodní dílo odpovídalo současným požadavkům na bezpečný provoz vodních děl.

3. VD VESELÁ

3.1 Charakteristika MVN

Vodní dílo Veselá se nachází poblíž obce Benátky jižně od Pelhřimova (k. ú. Benátky, okres Pelhřimov, kraj Vysočina). Hráz nádrže Veselá je umístěna v říčním km 17,400 vodního toku Bělá. Bělá pramení v obci Bělá v nadmořské výšce 680 m n. m. Nad vodním dílem Veselá se do Bělé napojují dva bezejmenné pravostranné a dva bezejmenné levostranné přítoky. Nad vodním dílem je vodní tok Bělá prakticky celý upraven. Z vodohospodářského hlediska je povodí nad nádrží ovlivněno nádržemi Pilňák, Vidlák, Hájkův rybník a jednou menší bezejmennou nádrží. Na této nádrži mě překvapil celkem velký a robustní sdružený objekt, který bych nečekal u vodní nádrže, která zadržuje vodu z tak malého povodí (7,54 km²). V současné době je vodní nádrž vypuštěná. O důvodech, proč se musela vodní nádrž vypustit, se zmiňují v následujících kapitolách. [4]



Obrázek 8 - Mapa, vodní dílo Veselá [18]

Hlavními účely vodního díla jsou dle platného manipulačního řádu:

- zajištění minimálního zůstatkového průtoku pod vodním dílem ($Q_{355} = 8 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$),
- omezení pohybu splavenin, zajištění optimálního splaveninového režimu vodního toku Bělá,
- částečná ochrana povodí pod vodním dílem před účinky povodní,
- extenzivní rybářské hospodaření, sportovní rybolov.

Tabulka 6 - Hlavní technické parametry VD Veselá [4]

Kategorie vodního díla:	IV.
Typ nádrže:	průtočná
Typ vzdouvací stavby:	zemní sypaná zonální hráz
Délka hráze:	290 m
Max. výška hráze ze vzdušné strany:	6,0 m
Min. šířka koruny hráze:	4,5 m
Šířka hráze v patě:	36,0 m
Dno vtoku spodní výpusti:	$H_{\text{výp}} = 567,70 \text{ m n. m.}$
Hladina při zásobním nadržení:	$H_{\text{zás}} = 574,20 \text{ m n. m.}$
Kóta bezpečnostního přelivu:	$H_{\text{př}} = 574,40 \text{ m n. m.}$
Kóta max. hladiny:	$H_{\text{max}} = 574,90 \text{ m n. m.}$
Nejnižší místo koruny hráze:	$H_{\text{kor,min}} = 575,30 \text{ m n. m.}$
Objem vody při zásobním nadržení:	$V_{\text{zás}} = 87\,700 \text{ m}^3$
Objem vody pro max. hladinu:	$V_{\text{max}} = 108\,500 \text{ m}^3$
Retenční prostor nádrže:	$V_{\text{ret}} = 20\,800 \text{ m}^3$
Zatopená plocha při zásobním nadržení:	$A_{\text{zás}} = 30\,100 \text{ m}^2$
Zatopená plocha při max. hladině:	$A_{\text{př}} = 36\,600 \text{ m}^2$
Sklon vzdušného líce hráze:	1:2 - 1:2,5
Sklon návodního líce hráze:	1:3

V následujících podkapitolách jsou podrobněji popsány dílčí objekty a části vodního díla. Všechny výškové kóty jsou uváděny ve výškovém systému Bpv.

3.1.1 Hráz

Hráz vodní nádrže Veselá je zemní sypaná. Na koruně tělesa hráze o průměrné šířce 4,8 m se nachází zpevněná komunikace, která slouží především pro potřeby pojezdu vozidel obsluhy. Přístup k hrázi zajišťuje zpevněná cesta u levého zavázání vedoucí z obce Benátky. V pravém zavázání a ve středu hráze jsou umístěny uzamykatelné závory.

Na návodním líci hráze se nalézá lavice, která rozděluje hráz na dva celky. Tato lavice je vybudována na kótě 572,30 m n. m. Nad lavicí jsou uloženy polovegetační betonové tvárnice až po úroveň koruny hráze. Vzdušný líc je souvisle zatravněn. [4]

Návodní líc je za normálních okolností nad úrovní provozní hladiny částečně porostlý travou rostoucí z betonových polovegetačních tvárníc. Koruna hráze je porostlá travním pokryvem s vyjetými koleji od vozidel obsluhy. Vzdušný svah hráze je pokryt travou a několika menšími stromy, převážně zde můžeme vidět břízu bradavičnatou. Průměr kmene zde rostoucích stromů nepřesahuje 20 cm. Vegetace není překážkou v přístupu k jednotlivým částem tělesa hráze a je možné bezproblémově vykonávat obchůzky v rámci technickobezpečnostního dohledu. Levá část podhrází patří již mezi obhospodařované zemědělské pozemky, zatímco pravá část je hustě zarostlá náletovými dřevinami.



Obrázek 9 - Hráz a sdružený objekt VD Veselá

3.1.2 Sdružený objekt

Vodní dílo Veselá na Bělé je vybaveno sdruženým objektem, který tvoří dvě spodní výpusti se sanačním obtokem, dvojice přelivných hran, spadiště, odpadní koryto a vývar. Přístup ke sdruženému objektu zajišťuje lávka vedoucí z koruny hráze. Na vzdušném svahu se podél betonové konstrukce sdruženého objektu nachází betonové schodiště. Sdružený objekt tvoří 4 velké bloky, které jsou navzájem odděleny pomocí dilatačních spár.

a) Blok č. 1 – vtoková část

Vtokovou část tvoří železobetonová svislá stěna s dlužemi a mříží. Tato konstrukce je, stejně jako ostatní bloky sdruženého objektu, usazena na vrstvě podkladního prostého betonu, který je vylit na zvětralém žulovém podloží. Před betonáží bylo osazeno potrubí DN 100 pro zajištění MZP a potrubí DN 400 od kanálových šoupat. Na potrubí DN 100 se nachází třmenové šoupátko, na potrubí spodní výpusti DN 400 pak 4 kanálová šoupata. Kapacita spodních výpustí činí dohromady při maximální hladině (574,90 m n. m.) přibližně 2,5 m³/s. Na vtocích jsou osazeny ocelové rošty výšky 1,0 m. Provizorní hrazení je tvořeno dřevěnými hranoly o rozměrech 10 x 10 cm v rozsahu hladiny. Přístup do obou částí vtoku zajišťují žebříky délky 8,0 m. Šachty na manipulační plošině jsou překryty ocelovými poklopy. [4]

b) Blok č. 2 – přeliv

Bezpečnostní přeliv dosahuje délky 2 x 10 m, jeho koruna je ve výšce 574,40 m n. m. Dokáže bezpečně provést průtok $Q_{100} = 12,80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Těleso přelivu bylo při výstavbě betonováno po jednotlivých pracovních spárách. Na obou koncích bloku byly po betonáží osazeny gumové těsnící pasy, které přiléhaly k sousedním železobetonovým blokům. Přepadová hrana má hydraulicky vhodný zaoblený tvar. [4]

c) Blok č. 3 – hrázová část s uzavřeným profilem odpadního žlabu

Tento blok má tu funkci, že odvádí přepadající vodu z přelivu odpadním žlabem. Navazuje na blok č. 2, jeho šířka je 2,0 m, světlá výška 3,5 m. Výška dna žlabu je na začátku 570,40 m n. m. a na konci 570,15 m n. m. V ose hráze se nachází zavazovací žebro tohoto bloku. Je zde vybudováno proto, aby se tento blok nemohl od hráze odtrhnout a aby byla zachována těsnost styku se sypaným tělesem hráze. Šířka zavazovacího žebra je 1,0 m. [4]

d) Blok č. 4 – výtoková část s otevřeným žlabem na vzdušní straně hráze

Tento blok zajišťuje bezpečné převedení vody na vzdušné straně hráze. Křídla žlabu jsou vysoká 2,3 – 3,5 m. Navázání na třetí blok je opatřeno zábradlím až do rozdílu výšek křídel a svahu hráze 1,2 m. [4]

3.1.3 Vývar

Vývar je vybudován ze železobetonu. Stejně jako všechny bloky tvořící sružený objekt leží na podkladním prostém betonovém loži. Šířka dna vývaru je s délkou konstantní, činí přesně 3,0 m. Boční zdi mají na začátku sklon 5:1, postupně se sklon zmírňuje až na poměr 1:1, kde se pak těleso vývaru napojuje na přechodový úsek koryta vodního toku. Vývar nemá dilatační spáry, navázání na profil koryta je proveden dlažbou z kamene do betonu s koncovým prahem. Horní hrana zdí vývaru je ve výšce 569,30 – 568,75 m n. m. Dno vývaru je na kótě 563,00 m n. m. [4]



Obrázek 10 - Pohled na odpadní koryto sruženého objektu

3.1.4 Nádrž

Délka zátopy VD Veselá dosahuje délky až 280 m, je omezena říčním kilometrem 17,40 – 17,68. Břehy nádrže nejsou stavebně zpevněny, jsou použita přírodě blízká řešení, především zpevnění pomocí kořenů vzrostlých stromů, křovin a vlhkomilných rostlin. V nádrži se běžně dá koupat, ale pouze na vlastní nebezpečí. Z bezpečnostních důvodů je ale zakázán vstup do vody z prostoru hráze a sruženého objektu. [4]



Obrázek 11 - Pohled na vypuštěnou nádrž

3.1.5 Zařízení pro kontrolní měření

Na hrázi a sruženém objektu jsou osazeny kontrolní body pro měření svislých posunů, jinak není VD Veselá vybaveno žádným dalším zařízením, které by měřilo např. průsakové množství. Nenachází se zde ani vodočetná lať.

3.2 Vodohospodářské řešení VD Veselá

3.2.1 Hydrologické podklady

I vodní nádrž Veselá náleží k oblasti Českomoravské vrchoviny. Klima je zde mírně teplé s větry vanoucími převážně od západu a severozápadu. Průměrné teploty v červenci dosahují hodnot 16 – 17 °C, průměrné lednové pak – 3 až – 4 °C. V letním období činí průměrný srážkový úhrn 350 – 450 mm a v zimním období 250 – 300 mm. [12]

Tabulka 7 - Hydrologické údaje Veselá [5]

Tok:											Bělá		
Profil:											hráz VD Veselá		
Hydrologické číslo povodí:											1-09-2-010		
Plocha povodí [km ²]:											7,54		
Průměrný dlouhodobý roční úhrn srážek P _a [mm]:											737		
Průměrný dlouhodobý roční průtok Q _a [l·s ⁻¹]:											58		
Třída přesnosti Q _a / Datum zpracování údajů:											III. / 10. 6. 2014		
m-denní průtoky Q _m [l·s ⁻¹]:											-		
Q ₃₀	Q ₆₀	Q ₉₀	Q ₁₂₀	Q ₁₅₀	Q ₁₈₀	Q ₂₁₀	Q ₂₄₀	Q ₂₇₀	Q ₃₀₀	Q ₃₃₀	Q ₃₅₅	Q ₃₆₄	
140	86	66	55	46	39	34	28	23	18	13	8,0	3,5	
Třída přesnosti Q _m / Datum zpracování údajů:											III. / 10. 6. 2014		
N-leté průtoky Q _N [m ³ ·s ⁻¹]:											-		
Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀							
2,6	3,7	5,4	6,8	8,7	11,1	12,8							
Třída přesnosti Q _N / Datum zpracování údajů:											III. / 10. 6. 2014		

3.2.2 Hydraulické výpočty

Abych dokázal správně navrhnout neoptimálnější variantu odstranění problémů na VD Veselá, je třeba zjistit kapacitu bezpečnostního přelivu sdruženého objektu. Ten by měl převést podle manipulačního řádu průtok $Q_{100} = 12,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pokud vyhovuje jeho kapacita, bude stačit v případě jeho poškození vyspravení drobných závad. Snažil jsem se na základě svých poznatků z hodin výuky ověřit správnost výsledků konsumpční křivky bezpečnostního přelivu a z grafu je vidět, že mnou ověřené hodnoty se takřka shodují s hodnotami uvedenými v manipulačním řádu VD Veselá.

Velikost průtoku přes přeliv je určena z přepadové rovnice [15]:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu_p \cdot b_0 \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}},$$

- kde Q ... je vypočítaný průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],
b₀ ... je účinná šířka přepadu [m],
μ_p ... je součinitel přepadu [-],
g ... je tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$],
h ... je výška přepadového paprsku [m].

Součinitel přepadu je určen podle Rehbocka [15]:

$$\mu_p = 0,55 + 0,22 \cdot \frac{h}{s},$$

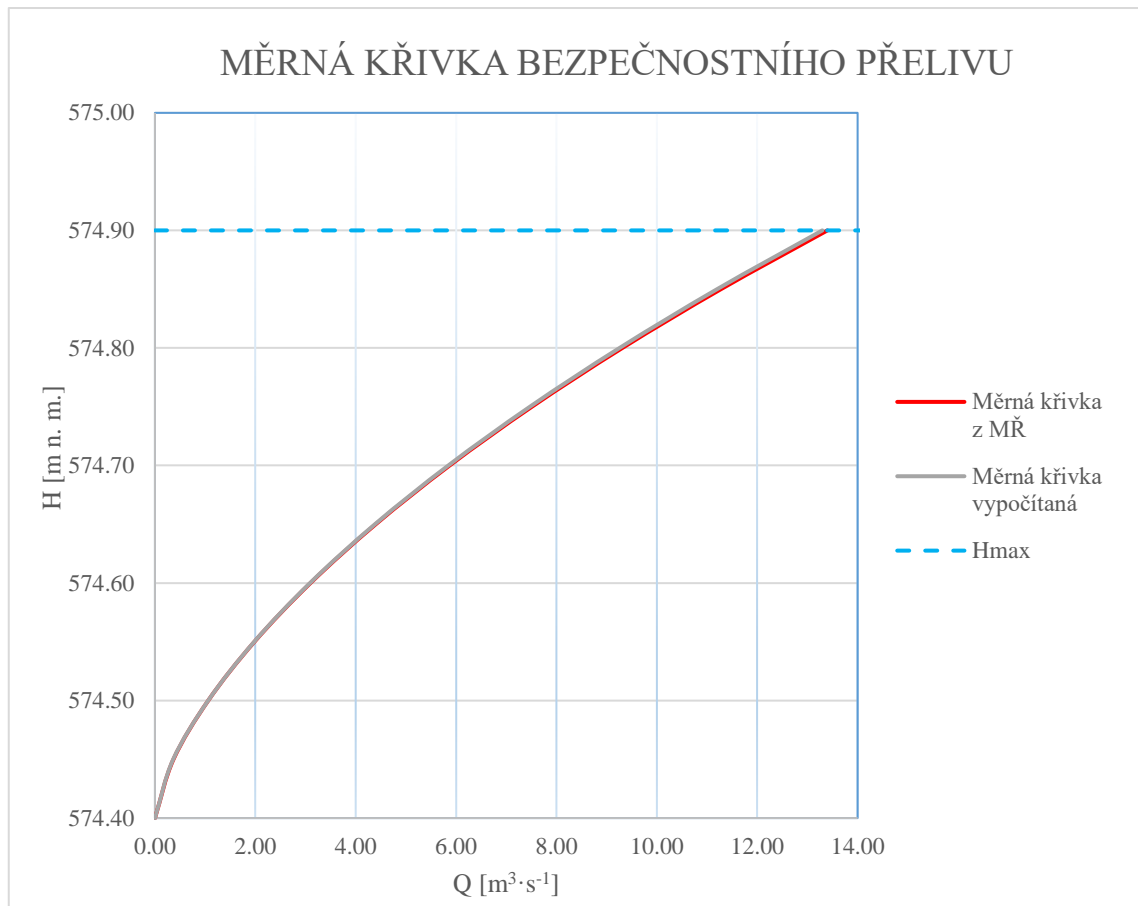
- kde s ... je výška přelivu v horní vodě [m].

Uvažujeme i boční kontrakce vodního proudu, kdy je účinná šířka přelivu $b_0 < b$ [15]

$$b_0 = b - 0,1 \cdot \xi \cdot n \cdot h,$$

- kde b ... je součet šířek jednotlivých polí [m],
ξ ... je součinitel zúžení [-],
n ... je počet polí sdruženého objektu [-].

V *Obrázku 12* jsou znázorněny dvě konsumpční křivky bezpečnostního přelivu. Jedna z nich je převzatá z manipulačního řádu a druhá byla stanovena za účelem posouzení správnosti podkladů k vyhodnocení bezpečnosti vodního díla. Vyhodnocuji podklad jako správný a prohlašuji, že bezpečnostní přeliv dokáže převést povodňový průtok Q_{100} a není nutné ho konstrukčně měnit a zvyšovat jeho kapacitu.



Obrázek 12 - Graf konsumpční křivky sdruženého objektu VD Veselá

Tabulka 8 - Ověřující výpočty konsumpční křivky sdruženého objektu

Převzaté z manipulačního řádu				Vypočítané hodnoty				
H	h	μ_p	Q	H	h_0	b_0	μ_p	Q
[m n. m.]	[m]	[-]	[$m^3 \cdot s^{-1}$]	[m n. m.]	[m]	[m]	[-]	[$m^3 \cdot s^{-1}$]
574.40	0.00	0.55	0.00	574.40	0.00	20.00	0.55	0.00
574.45	0.05	0.56	0.37	574.45	0.05	19.99	0.55	0.36
574.50	0.10	0.57	1.06	574.50	0.10	19.97	0.57	1.06
574.55	0.15	0.58	1.98	574.55	0.15	19.96	0.58	1.98
574.60	0.20	0.59	3.10	574.60	0.20	19.94	0.59	3.09
574.65	0.25	0.60	4.40	574.65	0.25	19.93	0.60	4.38
574.70	0.30	0.61	5.87	574.70	0.30	19.91	0.61	5.84
574.75	0.35	0.61	7.51	574.75	0.35	19.90	0.61	7.47
574.80	0.40	0.62	9.31	574.80	0.40	19.88	0.62	9.26
574.85	0.45	0.63	11.28	574.85	0.45	19.87	0.63	11.20
574.90	0.50	0.64	13.40	574.90	0.50	19.85	0.64	13.30

3.3 Vlastnické vztahy dotčených pozemků

Jak lze vidět v *Tabulce 9*, vlastníky pozemků vodní nádrže je 6 fyzických osob ve třech vlastnických skupinách. Není to standartní situace, jsou pouze dvě možnosti, jak lze vyřešit majetkoprávní vztahy. Aby mohlo Povodí Vltavy s. p. investovat do rekonstrukce vodního díla, musí odkoupit od vlastníků pozemky, které budou dotčeny trvalým záborem stavby. Není možné, aby financovalo takovou rekonstrukci, když není majitelem pozemků. Pokud se nepodaří pozemky vykoupit, nebude možné do budoucna stavbu provést.

Tabulka 9 - Seznam dotčených pozemků rekonstrukcí VD Veselá [14]

K. Ú	P. Č. (KN)	DRUH POZEMKU	VLASTNÍK (SPRÁVCE)
Benátky u Houserovky	122/1	vodní plocha	Hron Ladislav, Benátky 9, 393 01 Pelhřimov; Hron Lubomír Ing., Nedašovská 331/34, 155 21 Praha 5; Jušková Dana, Pod Floriánem 1616, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	110	vodní plocha	SJM Pták Josef a Ptáková Hana, Slavníkovců 55, 391 55 Chýnov
Benátky u Houserovky	111	vodní plocha	SJM Pták Josef a Ptáková Hana, Slavníkovců 55, 391 55 Chýnov
Benátky u Houserovky	92/2	vodní plocha	Novák Vladimír, Prim. Mudr. J. Pujmana 1425, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	122/6	ostatní plocha	Hron Ladislav, Benátky 9, 393 01 Pelhřimov; Hron Lubomír Ing., Nedašovská 331/34, 155 21 Praha 5; Jušková Dana, Pod Floriánem 1616, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	122/7	trvalý travní porost	Hron Ladislav, Benátky 9, 393 01 Pelhřimov; Hron Lubomír Ing., Nedašovská 331/34, 155 21 Praha 5; Jušková Dana, Pod Floriánem 1616, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	92/1	trvalý travní porost	Novák Vladimír, Prim. Mudr. J. Pujmana 1425, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	93/1	trvalý travní porost	Novák Vladimír, Prim. Mudr. J. Pujmana 1425, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	92/3	vodní plocha	Novák Vladimír, Prim. Mudr. J. Pujmana 1425, 393 01 Pelhřimov

3.4 Technický stav vodního díla

Na vodním díle Veselá jsem při prohlídce technického stavu zjistil řadu problémů a nedostatků, z nichž jsou některé závažného rázu.

a) Sesuv zeminy na vzdušním líci hráze

16. 5. 2012 bylo při pravidelné kontrole vodního díla zpozorováno, že na jednom místě hráze došlo k usmýknutí travního drnu. Tímto místem sesuvu byla část hráze vpravo od sdruženého objektu (rozměry sesuvu 10 x 3,5 m, hloubka sesuvu 0,5 m). Sesuv poškodil vrstvu přísypu vzdušního svahu. Nebylo zpozorováno, že by sesuv poškodil nebo posunul betonové skruže kontrolních šachet drenážního systému. K sesuvu došlo především kvůli zamokření vrchních vrstev vzdušního svahu, které nejsou dostatečně odvodněny drenážním systémem. Druhé místo, kde byl zpozorován sesuv půdy, se nachází na návodním svahu vlevo od sdruženého objektu. Zde došlo ale „pouze“ k povrchovému sesuvu neopevněné části návodního svahu. [6]

Správce vodního díla byl nucen po zjištění těchto problémů z bezpečnostních důvodů vodní nádrž vyprázdnit. K zahájení prázdnění nádrže došlo po mimořádné technickobezpečnostní prohlídce dne 21. 5. 2012. Po vypuštění vody až na kótu dna byly plně otevřeny spodní výpusti a vodní nádrž je prázdná až do současnosti. [7]

Při své návštěvě již několik let vyprázdněné vodní nádrže Veselá jsem našel další místo, kde došlo k sesuvu půdy. V místě styku železobetonového bloku odpadního koryta sdruženého objektu se sypanou částí hráze došlo k propadu půdy do hloubky přibližně 1 m a průměr kruhové trhliny dosahoval až 50 cm. Tato trhlina vznikla pravděpodobně vymíláním spodnějších vrstev zeminy proudící vodou kolem bloků sdruženého objektu. Bloky sdruženého objektu jsou sice zavázány do sypané hráze zavazovacími žebry, ale pravděpodobně i přesto docházelo k průsaku kolem těchto bloků vlivem velkých tlaků od horní vody.

b) Zamokření vzdušní paty hráze



Obrázek 13 - Zamokření paty vzdušního líce hráze (stav z roku 2012)

Ještě když byla vodní nádrž naplněna vodou, zjistila obsluha vodního díla, že pata vzdušního svahu hráze byla silně zamokřená (Obrázek 13). Největší zamokření bylo zpozorováno vlevo od sdruženého objektu. Toto zamokření mělo plošný charakter bez pozorovaného odtoku vody. Podél celé vzdušní paty vede sběrné drenážní potrubí, které by mělo zajistit odvod vod do odpadního koryta sdruženého objektu. Při prohlídce byl patrný průtok ve všech kontrolních šachtách drenážního systému, z čehož lze usuzovat, že systém je alespoň částečně funkční. Zcela jistě ale nemá dostatečnou kapacitu na odvodnění vzdušní paty hráze. [7]

c) Poškození sdruženého objektu

Povrch železobetonových bloků sdruženého objektu je poškozen vlivem působení klimatických jevů. Toto poškození je nejvíce patrné na levé boční svislé stěně v úrovni kolísání hladiny. Jak lze vidět na Obrázku 14, na několika místech je patrně oprýskaná část krycí vrstvy betonu do hloubky až 5 cm, podél pracovních spár i více. Na několika místech je odkrytá betonářská výztuž.

Na vzdušném svahu hráze se vpravo u sruženého objektu nalézá schodiště, které slouží jako přístupná cesta k odpadnímu korytu sruženého objektu. Toto schodiště vykazuje známky nerovnoměrného sedání. Poklesy jednotlivých stupňů jsou jasně patrné, dosahují hloubky 10–15 cm. U některých schodišťových stupňů dochází také ke kroucení a řícení. Schodiště je pravděpodobně nedostatečně založeno a zemina pod konstrukcí nebyla v době výstavby řádně zhutněna. Tato deformace ale může souviset s vyplavováním materiálu podél sruženého objektu.



Obrázek 14 - Povrchové poškození ŽB bloků sruženého objektu

d) Četný výskyt náletových dřevin na hrázi a v podhrází

Na levé části hráze se nachází velké množství náletových dřevin, především jde o břízy bradavičnaté s průměrem kmene do 10 cm. Pokud by se v budoucnu neodtěžily tyto zmíněné dřeviny, mohlo by dojít k prorůstání tělesa hráze kořeny a mohla by být ohrožena stabilita zemního sypaného tělesa hráze.

Pravá část podhrází je také hustě porostlá břízou, zde se nachází již starší stromy s průměrem kmene kolem 20 cm. Tyto dřeviny přímo neohrožují stabilitu hráze, ale v případě rekonstrukce by znemožňovaly přístup techniky k několika revizním šachtám drenážního systému.



Obrázek 15 - Pohled na zarostlou vodní nádrž Veselá

e) Zanesená a zarostlá nádrž

Jelikož je vodní nádrž Veselá již od roku 2012 vyprázdňena, je celé území zátopy hustě porostlé rostlinami a dřevinami. Součástí nutné rekonstrukce vodního díla musí být i odstranění splavenin spolu s odstraněním porostů, které lze vidět na *Obrázku 15*.

I v prostoru vývaru se nachází velké množství vegetace, kterou je třeba odstranit.

f) Drobné nedostatky

U vtoku do spodních výpustí se nachází česle, které zamezují vniku hrubých mechanických nečistot a splavenin do potrubí spodních výpustí. Tyto česle jsou ale silně znečištěné (*Obrázek 16*) a neplní tak spolehlivě svou funkci.

Zábradlí na lávce a zábradlí lemující prostor požeráku je zrezlé. Bylo by potřeba zábradlí zbavit rzi a přetrít novou barvou.

Chybí vodočetná lať, nelze tudíž rychle určit úroveň hladiny v nádrži. Dále chybí zařízení, která by měřila průsak pod hrází.



Obrázek 16 - Zanesené česle požeráku

3.5 Souhrn možných řešení jednotlivých problémů

V této kapitole jsou zaznamenány veškeré nalezené nedostatky, které mají negativní vliv na bezpečnost vodního díla při užívání. Ke každému bodu jsou vypsána možná řešení:

a) Sesuv zeminy na vzdušném líci hráze:

- zřízení těsnící stěny z ocelových štetovnic,
- tenká podzemní stěna,
- vybudování plošného drénu v levém podhrází,
- zrušení VD.

b) Zamokření vzdušní paty hráze:

- vybudování plošného drénu v levém podhrází,
- zřízení těsnící stěny z ocelových štetovnic,
- tenká podzemní stěna,
- zrušení VD.

c) Zanesený drenážní systém:

- vyčištění celého drenážního systému,
- zrušení VD.

d) Poškození sdruženého objektu:

- reprofilace stěn a podhledů sanačními maltami,
- mechanické očištění viditelné části výztuže,
- oprava dilatačních spár objektu.

e) Četný výskyt náletových dřevin na hrázi a v podhrázi:

- odtěžit náletové dřeviny,
- pravidelná údržba vodního díla.

f) Zanesená a zarostlá nádrž:

- odstranění sedimentů,
- zbavit prostor nádrže porostů,
- pravidelná údržba vodního díla,
- zanechat stávající vzhled nádrže a zrušit VD.

g) Drobné nedostatky:

- vyčištění česlí,
- oprava zábradlí,
- osadit vodočetnou lať,
- vhodně umístit do hráze zařízení pro měření průsaků,
- pravidelná údržba vodního díla.

3.6 Navrhovaný postup nápravy

Seznam dosud nalezených problémů na VD Veselá je obsáhlý. Odstranit všechny tyto nedostatky bude stát jistě mnoho úsilí a finančních prostředků. V následující kapitole bych rád navrhl variantní řešení rekonstrukce vodního díla. V úvahu přichází tyto varianty:

- **Varianta č. 1 – Kompletní rekonstrukce VD**
- **Varianta č. 2 – Zrušení VD**
- **Varianta č. 3 – Rekonstrukce VD na suchou vodní nádrž**

3.6.1 Varianta č. 1 – kompletní rekonstrukce VD

Tato varianta by zahrnovala veškeré práce, které jsou nutné ke znovuuvedení vodního díla do řádného technického stavu. Kompletní rekonstrukce je velmi nákladná a náročná varianta, ale maximálně využívá stávající objekty vodního díla. Dále považuji za důležité, že by se zachovaly dřívější účely nádrže.

Stanovené cíle rekonstrukce:

- omezení průsaku tělesem hráze,
- zvýšení stability vzdušního svahu hráze,
- zkapacitnění drenážního systému, čištění,
- rekonstrukce sdruženého objektu,
- odstranění sedimentů a dřevin,
- práce a opravy menšího rozsahu.

Pro každý cíl je níže popsáno ideální řešení.

3.6.1.1 Omezení průsaku tělesem hráze

Pro zajištění těsnicí funkce tělesa hráze navrhuji zřízení těsnicí stěny z ocelových štětovic. Tato těsnicí stěna by byla umístěna v ose hráze a její délka by odpovídala délce hráze, přibližně 270 m. Hloubka této stěny by měla být větší než hloubka založení tělesa hráze, což by v nejhlubším místě mělo být minimálně 9,0 m a v místech v blízkosti zavázání tělesa do břehů přibližně 3,0 m. Toto řešení je zakresleno ve *Výkresech 4 a 5*. [7]

S ohledem na pravděpodobné vybudování těsnicí štětovicové stěny doporučuji umístit také piezometrické sondy, které budou sloužit obsluze jako kontrolní zařízení průsaků skrz těleso hráze.

Po konzultaci s pracovníky Povodí Vltavy jsem se rozhodl zařadit mezi možné varianty omezení průsaku tělesem hráze ještě vybudování těsnicí podzemní stěny. Takové stěny vznikají vyplněním vyhloubené rýhy prostým betonem, železobetonem, jílocementem nebo i prefabrikátem. Z variant, které nabízí výrobci podzemních stěn, mě zaujala konstrukce tenké těsnicí stěny. Takové stěny/clony snižují hydraulický tlak proudící vody pod povrchem. Realizace probíhá tak, že se do země zavibruje ocelový profil tvaru H nebo I s výškou asi 60 cm. Tento profil je vybaven tryskami a při vytahování trysky vyplňují zemní prostor jílocementovou směsí. Spojitost stěny je dosažena překrytím vibrovaných profilů. Z mého pohledu se také jedná o prověřené a vhodné řešení omezující průsak tělesem hráze. Umím si představit, že by se dala na VD Veselá aplikovat. Záleží jistě především na ekonomickém hledisku tohoto pracovního postupu. [16]

Další možností, jak omezit průsak tělesem hráze, je použití vhodného návodního těsnění. Pro mě je nejznámější variantou postupu nápravy užití asfaltobetonového (AB) těsnicího pláště. Takové řešení má ale spoustu nevýhod, například složité ukládání a zpracování, přirozené stárnutí a s tím spojené trhliny a deformace AB pláště.

Dnes se stále častěji můžeme setkat s užitím nekryté speciální geomembrány z PVC folie. Taková fólie je k dostání nejčastěji v prefabrikovaných pásech, které jsou do podloží kotveny pomocí mechanických nebo chemických kotev. Taková membrána je velice odolná, plastická, trvanlivá, ale teprve se dostává do podvědomí tuzemských vodohospodářů. Rozhodně se ale jedná o finančně nákladnou variantu, která pravděpodobně nebude kvůli ekonomickému hledisku uvažována. [17]

3.6.1.2 Znovuvedení drenážního systému do funkce

Drenážní systém je třeba pravidelně čistit, protože se po letech bez zásahu stane neefektivní kvůli usazeninám a prorostlým kořenům rostlin. Efektivní vyčištění mohou provést specializované firmy, které použijí drenážní čističe, které pomocí velkého tlaku vody dokážou potrubí zbavit všech usazenin a nežádoucích hmot.

3.6.1.3 Oprava sdruženého objektu

Sdružený objekt je poškozen pouze povrchově, navrhuji očistit viditelné části výztuže, která je postižena rzí. Dále je nutné vyspravit oprýskané části krycí vrstvy betonu.

3.6.1.4 Odstranění sedimentů a dřevin

Jelikož je vodní nádrž již téměř 6 let vyprázdněna, je dno hustě porostlé travou a keři. Při své návštěvě jsem zhodnotil, že v blízkosti hráze je i velké množství naplavených sedimentů a před případným znovuvvedením vodního díla do provozu bych doporučoval tyto sedimenty odtěžit a převézt na skládku. V ideálním případě bychom část odtěžených sedimentů použili na přísyp vzdušního líce hráze, ale v tomto případě to zatím není možné kvůli složitým majetkoprávním vztahům s majiteli přilehlých pozemků.

Dále je důležité včas odstranit dřeviny rostoucí na samotné hrázi a pod hrází vodního díla, především na levé straně při zavázání hráze. Kdyby se dřeviny nepokácely, hrozilo by poškození tělesa hráze kořenovými systémy dřevin. Doporučuji také provádět pravidelnou údržbu odpadního koryta od napadaných větví a listů.

3.6.1.5 Práce a opravy menšího rozsahu

Zanesené česle umístěné před nátokem spodních výpustí je třeba pravidelně čistit. Sice je prostor vodní nádrže v současné době vyprázdněn, ale spodní výpusti jsou plně otevřené a je nutno dbát na to, aby nebyly zaneseny splaveninami. Takže i v současné době doporučuji pravidelnou údržbu česlí.

Zábradlí na lávce vedoucí k požeráku sdruženého objektu je třeba zbavit zbytků starého nátěru a natřít několika vrstvami nového nátěru.

Myslím, že by bylo vhodné na tomto vodním díle umístit vodočetnou lať, pomocí které by obsluha snadněji určila aktuální výšku vodní hladiny.

Doporučuji mimo jiné osadit piezometrické sondy na několik míst hráze, aby mohla obsluha snadno sledovat množství prosakující vody tělesem nádrže.

Shrnutí varianty č. 1 – rekonstrukce VD:

Osobně bych omezil průsak hráze tak, že bych nechal vybudovat těsnicí štětovou stěnu. Je to efektivní a prověřený způsob, díky kterému odpadnou problémy s průsakem hráze a následně i stabilitou svahů. Drenážní systém je třeba nechat odborně vyčistit. Dále je nutné vyspravit betonové bloky sdruženého objektu, odtěžit náletové dřeviny z hráze a jejího okolí, vytěžit a převést sediment z prostoru nádrže, vyčistit česle a vyspravit schodiště ke sdruženému objektu.

Rekonstrukce vodního díla je finančně náročná varianta a je třeba se zamyslet nad tím, zda je její úloha v krajině natolik důležitá, abychom museli vynaložit tolik finančních prostředků na nápravu. Jelikož se ale v současné době snažíme především zadržovat vodu v krajině, měli bychom o rekonstrukci VD uvažovat a pokusit se sehnat dostatek finančních prostředků, abychom funkci této malé vodní nádrže obnovili do původního stavu.

3.6.2 Varianta č. 2 – zrušení VD

Tato varianta by přicházela v úvahu, kdyby varianta č. 1 nebyla z ekonomických důvodů možná. Zrušit vodní dílo je nutné tak, aby v případě průchodu povodňové vlny nedošlo k znovunaplnění nádrže, které by mohlo způsobit kolaps dnes již významně oslabeného tělesa hráze.

V případě zrušení VD je tedy nutné umožnit bezpečné provedení běžných i povodňových průtoků. Toho lze docílit prokopáním tělesa hráze a odstraněním sdruženého objektu. Výhodnější je ale sdružený objekt ponechat pro případné budoucí využití. I z ekonomických důvodů doporučuji sdružený objekt ponechat. Prokopat těleso hráze doporučuji mimo sdružený objekt a vybudovat obtok s balvanitým skluzem, jímž se vyrovná rozdíl výšek. S územím, kde se nyní nachází vodní dílo, by mohlo být naloženo více způsoby.

a) Zemědělská půda

Sedimenty budou z prostoru nádrže odtěženy a odvezeny na skládku. V prostoru nádrže se vybuduje nové koryto vodního toku. Zbytek území po bývalé zátopě bude ohumusováno a oseto. Využít pozemky zátopy jako zemědělské mi ale přijde škoda, protože morfologie údolí přímo vybízí k existenci vodní nádrže nebo alespoň mokřadu.

b) Žádné hospodářské využití

Toto řešení by příliš nezměnilo současný vzhled zátopy v prostoru vodní nádrže. Pouze koryto toku Bělá by bylo upraveno, sedimenty v prostoru nádrže by zůstaly na svém místě. Dále by zde byly vysazeny vhodné dřeviny. Vznikl by zde jistě i druhově rozmanitý ekosystém.

c) Vytvoření mokřadu

Prostor vodní nádrže bude ponechán ve stávajícím stavu, ale koryto vodního toku bude rozptýleno mezi několik větví. Území v tomto prostoru bude podmáčené a voda zde bude proudit a prosakovat přirozenými cestami bez svedení do centrálního toku. Tím vznikne permanentně podmáčené území neboli mokřad. Je ale důležité pamatovat na to, aby byl podélný sklon koryta téměř nulový. Voda v mokřadu nesmí proudit rychle. Tudíž bude v prostoru dnešní hráze koryto potoka výrazně výše než dolní část. Navrhuji proto zde umístit balvanitý skluz, který zajistí napojení potoku na úrovni neodtěženého dna nádrže s niveletou toku pod hrází. Toto řešení je přírodě nejbližší, určitě by zde byl potenciál pro vznik druhově bohatého ekosystému.

Shrnutí varianty č. 2 – zrušení VD:

Zrušit vodní dílo považuji za ekonomicky nejméně náročnou variantu odstranění vzniklých problémů. Jistě je ale z vodohospodářského hlediska vhodnější ponechat stávající využití vodního díla a snažit se rekonstruovat vodní dílo tak, aby sloužilo i

nadále pro své účely. Kdyby nebylo možné provést rekonstrukci hráze, jistě by byl např. takový mokřad ekologicky zajímavou lokalitou.

3.6.3 Varianta č. 3 – rekonstrukce VD na suchou vodní nádrž

Jako poslední možnost zde uvádím rekonstrukci vodního díla na suchou nádrž. Tato nádrž by efektivně transformovala povodňovou vlnu. Kdyby bylo VD přestavěno na suchou nádrž, mohli bychom využít stávající těleso hráze. Tuto variantu ale neshledávám jako ideální, neboť je stejně jako u varianty 1 nutná rekonstrukce tělesa hráze. Při případné povodni by se nádrž rychle zaplnila vodou a bylo by náhle zatížení dnes již nestabilní těleso hráze a pravděpodobně by došlo ke kolapsu hrázního tělesa. V tomto případě je jistě lepší obnovit původní účel vodního díla a mít možnost nadlepšovat průtoky v povodí. Z toho důvodu se dále nezabývám touto možností.

3.7 Shrnutí

Vodní dílo Veselá bylo shledáno ve špatném technickém stavu. Vlivem toho byla nádrž vypuštěna již na jaře 2012 a od té doby je zcela vyprázdněná. Celou situaci brzdí majetkoprávní vztahy, Povodí Vltavy s. p., jako správce VD, nemůže investovat do majetku, který nevlastní. Pokud budou vyřešeny majetkoprávní vztahy a bude možné investovat do VD Veselá, navrhl jsem 3 varianty, jak postupovat:

- a) Kompletní rekonstrukce VD.**
- b) Zrušení VD.**
- c) Rekonstrukce VD na suchou nádrž.**

V současnosti bojujeme s velkým suchem na našem území a snažíme se zadržovat v krajině co největší množství vody. Proto považuji za nejvhodnější variantu kompletní rekonstrukci vodního díla, jelikož se zachovají všechny účely vodního díla a protože nejsem zastáncem rušení malých vodních nádrží. Případná rekonstrukce VD na suchou nádrž mi vychází jako nevýhodné řešení, jelikož by zde neodpadl problém s poškozeným tělesem hráze. Celkové zhodnocení je uvedeno v *Příloze 1*.

4. ZÁVĚR

Cíle této bakalářské práce byly splněny:

- Prostudoval jsem všechny dostupné podklady k oběma vodním dílům, jejichž součástí byla i aktualizovaná hydrologická data.
- Zhodnotil jsem obě vodní díla z vodohospodářského hlediska.
- Zhodnotil jsem aktuální technický stav VD Karhov a VD Veselá.
- Na obou vodních dílech jsem objevil mnoho problémů, jež by se měly urychleně řešit.
- Ke každému nalezenému problému jsem navrhl jednu nebo více variant na nápravu, z nichž některé doporučuji jako vhodné a některé spíše jako kompromisní řešení.

V rámci své bakalářské práce jsem provedl stručnou charakteristiku VD Karhov a VD Veselá. Obě malé vodní nádrže jsem zhodnotil z vodohospodářského a technického hlediska. Tyto informace jsem nabył především díky informacím z manipulačních řádů a bezpečnostních posudků poskytnutých státním podnikem Povodí Vltavy a také díky vlastním poznatkům, které jsem získal při osobní prohlídce obou vodních děl dne 8. 4. 2018.

Dalším důležitým cílem práce je návrh vhodného řešení problémů, které se vyskytly na vodních dílech především v poslední době. Na VD Karhov jsem objevil několik zásadních nedostatků – nestabilita návodního i vzdušního líce, průsak hrází a nekapacitní mostní propustek odpadního koryta bezpečnostního přelivu. V práci jsem navrhl přípustné řešení těchto nedostatků, kterým by byla rekonstrukce vodního díla. Ta by zahrnovala vybudování přitěžovací lavice z vhodné zeminy na vzdušním líci, přísyp z lomového kamene na návodním líci a konstrukční úpravu mostního propustku.

Na VD Veselá došlo v roce 2012 vlivem velkého průsaku vody hrází k usmýknutí zeminy na vzdušním svahu hráze. Z bezpečnostních důvodů se vodní nádrž vypustila a kvůli nedořešeným majetkoprávním vztahům se řešení zdejších problémů stále odkládá. Ve své práci jsem navrhl několik možných variant, jak s tímto vodním dílem naložit v závislosti na všech zjištěných problémech, kterými byly kromě průsaku hráze také porušený sdružený objekt, zanesená a zarostlá nádrž, absence měřičů průsakového množství a přítomnost vzrostlých dřevin na tělese hráze. Jednotlivé varianty zohledňují

různé priority a byly hodnoceny podle několika kritérií. Za nejvhodnější možnost považuji provést kompletní rekonstrukci vodního díla, která by eliminovala závažné problémy s průsakem hráze a nestabilitou vzdušního svahu hráze. Kromě toho se jedná o řešení, které nemění účel vodního díla.

Celá práce je koncipována jako studie proveditelnosti a jednotlivá řešení by si zasloužila více pozornosti. Především by bylo třeba věnovat se problematice kapacity bezpečnostního přelivu a mostního propustku na VD Karhov, kvůli jejichž geometrii vzniká při přepadu 3D proudění. Z toho důvodu jsem nemohl přesně určit návrhovou kapacitu mostního propustku tak, aby vodní dílo dokázalo bezpečně převést návrhový průtok. Proto doporučuji zabývat se touto problematikou v samostatném projektu nebo závěrečné práci. Nevylučuji ani možnost, že by se návrh kapacitního mostního propustku a nového bezpečnostního přelivu stal tématem mé diplomové práce.

5. SEZNAMY

5.1 Seznam použitých podkladů

- [1] *Manipulační řád pro vodní díla Karhov a Zhejral na Studenském potoce: TBD a.s.* Revize Povodí Vltavy, s. p., 01/2018. Povodí Vltavy, s. p., Holečkova 8, 150 24 Praha 5, 2005.
- [2] KROPÍK, Daniel a Pavel FILIP. *VD Karhov - zajištění stability vzdušního svahu hráze: Průvodní a souhrnná technická zpráva.* Povodí Vltavy, s. p., Holečkova 8, 150 24 Praha 5, 2016.
- [3] *VD Karhov - doplnění posudku stability hráze: Vodní díla - TBD a. s.* Praha, 2013.
- [4] *Manipulační a provozní řád pro vodní dílo Veselá na Bělé.* Revize r. 2008. Povodí Vltavy, s. p., Holečkova 8, 150 24 Praha 5, 2008.
- [5] FRYČ, Tomáš. *ČHMÚ - Hydrologické údaje povrchových vod: Vodní tok Bělá, profil VN Veselá.* Na Šabatce 17, 143 00 Praha 4 - Komořany, 2014.
- [6] *Zápis z mimořádné technicko - bezpečnostní prohlídky na VD Veselá.* Praha, 2012.
- [7] PECIVAL, Tomáš a Petr SMRŽ. *VD Veselá - Odborný posudek technického stavu.* Vodní díla TBD a.s., Hybernská 40, 110 00 Praha 1, 2013.

5.2 Seznam použité literatury

- [8] CÍLEK, Václav, Tomáš JUST, Zdenka SŮVOVÁ, et al. *Voda a krajina: kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině.* Ilustroval Marie KOHOUTOVÁ. Praha: Dokořán, 2017. ISBN 978-80-7363-837-5.
- [9] TOMANOVÁ, Martina. *Karhov Natura 2000.* České Budějovice, 2013. Studie. Jihočeská univerzita - Přírodovědecká fakulta.
- [10] ŠÁLEK, Jan, Anna TRESOVÁ a Zdeněk MIKA. *Rybníky a účelové nádrže: celostátní vysokoškolská učebnice pro stavební fakulty vysokých škol*

technických. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00092-0.

5.3 Seznam internetových podkladů

- [11] Brožura PVL - VD Karhov a Zhejral: Vodohospodářské informace. *Www.pvl.cz* [online]. Povodí Vltavy, s. p., Holečkova 8, 150 24 Praha 5: PVL, 2008 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/karhov-a-zhejral.pdf>
- [12] STEHNO, Vladimír. *Českomoravská vrchovina: Strategický plán rozvoje obce Libice nad Doubravou* [online]. 1-4 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: http://libice.vladas.cz/downloads/2010_02_ceskomoravska_vrchovina.pdf
- [13] HEJZLAR, J. a kol. *Příčiny eutrofizace a zhoršování jakosti vody ve vodárenské nádrži Karhov: Konference Vodárenská biologie 2010* [online]. 02/2010, 1-23 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: www.hbu.cas.cz
- [14] *Nahlížení do katastru nemovitostí: Státní správa zeměměřičství a katastru* [online]. 2018 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>
- [15] HAVLÍK, Aleš a Tomáš PICEK. *Přepady*. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze, Katedra hydrauliky a hydrologie, 2016. Dostupné z: http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Hydraulika/Hydraulika/Predmety/HY2V/ke_stazeni/prednasky/HY2V_06_Prepady.pdf
- [16] *Podzemní stěny: Zakládání staveb* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.zakladani.cz/cz/podzemni-steny>
- [17] KAHÁNEK, Jiří. Použití geomembrán při rehabilitačních projektech v České republice. *Vodní hospodářství*. 2000, (10), 32-36. Dostupné z: www.vodnihospodarstvi.cz
- [18] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: www.mapy.cz

- [19] Wwww.digimania.cz. *Digimania* [online]. 2017 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: www.digimania.cz

5.4 Seznam použitých norem

- [20] ČSN 75 2935: *Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních*. 1/14. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [21] ČSN 75 2310: *Sypané hráze*. 9/06. Praha: Český normalizační institut, 2006.

5.5 Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 - Hlavní technické parametry VD Karhov [1]</i>	- 11 -
<i>Tabulka 2 - Požadovaná míra bezpečnosti pro návrh a posuzování VD [20]</i>	- 17 -
<i>Tabulka 3 - Hydrologické údaje Karhov [1]</i>	- 18 -
<i>Tabulka 4 - Doplnění tabulky povodňových průtoků [1]</i>	- 19 -
<i>Tabulka 5 - Seznam dotčených pozemků rekonstrukcí VD Karhov [14]</i>	- 21 -
<i>Tabulka 6 - Hlavní technické parametry VD Veselá [4]</i>	- 28 -
<i>Tabulka 7 - Hydrologické údaje Veselá [5]</i>	- 33 -
<i>Tabulka 8 - Ověřující výpočty konsumpční křivky sdruženého objektu</i>	- 35 -
<i>Tabulka 9 - Seznam dotčených pozemků rekonstrukcí VD Veselá [14]</i>	- 36 -

5.6 Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 - Mapa, vodní dílo Karhov [18]</i>	- 10 -
<i>Obrázek 2 - Pohled na hráz MVN Karhov</i>	- 12 -
<i>Obrázek 3 - Bezpečnostní přeliv</i>	- 13 -
<i>Obrázek 4 - Nekapacitní mostní propustek</i>	- 14 -
<i>Obrázek 5 - Vodárenská nádrž Karhov [19]</i>	- 15 -
<i>Obrázek 6 - Určení povodňového průtoku</i>	- 18 -
<i>Obrázek 7 - Zátopa rybníka Pilný</i>	- 24 -
<i>Obrázek 8 - Mapa, vodní dílo Veselá [18]</i>	- 27 -
<i>Obrázek 9 - Hráz a sdružený objekt VD Veselá</i>	- 29 -
<i>Obrázek 10 - Pohled na odpadní koryto sdruženého objektu</i>	- 31 -

<i>Obrázek 11 - Pohled na vypuštěnou nádrž</i>	<i>- 32 -</i>
<i>Obrázek 12 - Graf konsumpční křivky sdruženého objektu VD Veselá</i>	<i>- 35 -</i>
<i>Obrázek 13 - Zamokření paty vzdušního líce hráze (stav z roku 2012).....</i>	<i>- 38 -</i>
<i>Obrázek 14 - Povrchové poškození ŽB bloků sdruženého objektu</i>	<i>- 39 -</i>
<i>Obrázek 15 - Pohled na zarostlou vodní nádrž Veselá.....</i>	<i>- 40 -</i>
<i>Obrázek 16 - Zanesené česle požeráku.....</i>	<i>- 41 -</i>

6. PŘÍLOHY

Příloha 1 – Tabulka vyhodnocení vhodnosti řešení problémů na vodních dílech

Příloha 1 – Tabulka vyhodnocení vhodnosti řešení problémů na vodních dílech

VD	VARIANTA + ČINNOSTI	NUTNOST	NÁROČNOST			VHODNÉ
			FINANCE	ČAS	TECHNICKÁ	
KARHOV	Vypuštění nádrže Karhov	X	X	X	X	X
	Provizorní hráz	X	X	X	X	X
	Snížení hladiny rybníka Pílný		X	X	X	X
	Přitěžovací lavice - návodní	X	X	X	X	X
	Přitěžovací lavice - vzdušní	X	X	X	X	X
	Rekonstrukce mostního propustku	X	X	X	X	X
	Oprava nátokového objektu spodní výpusti					X
	Oprava odběrného vodárenského objektu			X		X
	Těsnící stěna - ocelové štetovnice	X	X	X	X	X
	Tenká podzemní stěna	X	X	X	X	X
VESELA	Plošný dren		X			X
	Vyčištění drenážního systému	X				X
	Oprava sdrůženého objektu	X	X		X	X
	Odtěžení náletových dřevin	X				X
	Odtěžení sedimentu z nádrže	X	X	X	X	X
	Vyčištění česlí	X				X
	Oprava zábradlí					X
	Osazení vodočetné latě	X				X
	Piezometrické sondy	X				X
	uvedení vodního díla do neškodného stavu		X	X	X	
zemědělská půda		X	X	X		
žádné hospodářské využití						
vytvoření mokřadu		X	X	X	X	
3 rekonstrukce VD na suchou nádrž		X	X	X	X	

7. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkres č. 1 – KARHOV – Situační výkres (1:1000)

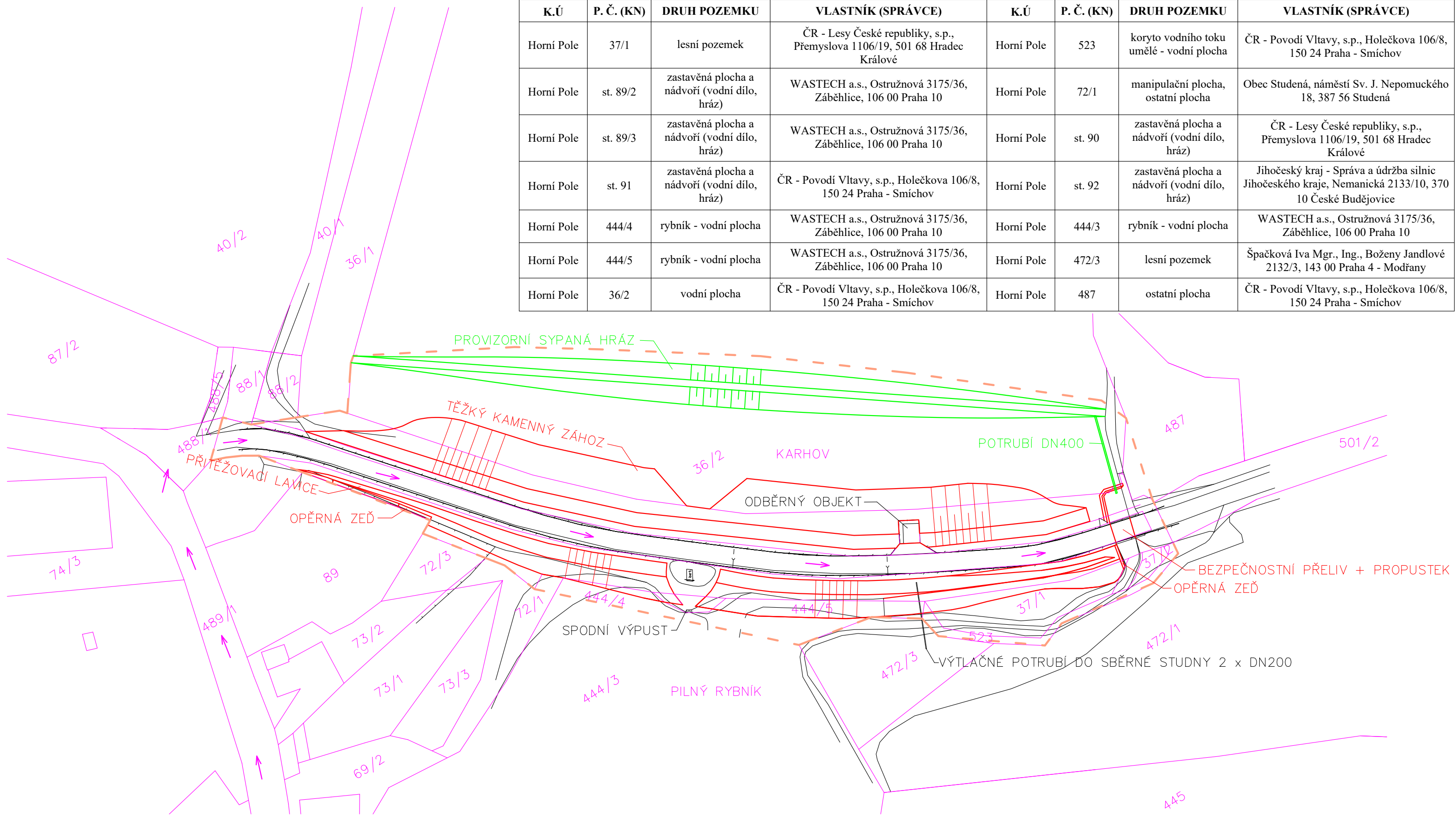
Výkres č. 2 – KARHOV – Vzorový příčný řez hrází (1:100)

Výkres č. 3 – KARHOV – Půdorys bezpečnostního přelivu a mostního propustku (1:100)

Výkres č. 4 – VESELÁ – Situační výkres (1:1000)

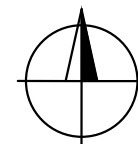
Výkres č. 5 – VESELÁ – Vzorový příčný řez hrází (1:100)

K.Ú	P. Č. (KN)	DRUH POZEMKU	VLASTNÍK (SPRÁVCE)	K.Ú	P. Č. (KN)	DRUH POZEMKU	VLASTNÍK (SPRÁVCE)
Horní Pole	37/1	lesní pozemek	ČR - Lesy České republiky, s.p., Přemyslova 1106/19, 501 68 Hradec Králové	Horní Pole	523	koryto vodního toku umělé - vodní plocha	ČR - Povodí Vltavy, s.p., Holečkova 106/8, 150 24 Praha - Smíchov
Horní Pole	st. 89/2	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	WASTECH a.s., Ostružnová 3175/36, Záběhllice, 106 00 Praha 10	Horní Pole	72/1	manipulační plocha, ostatní plocha	Obec Studená, náměstí Sv. J. Nepomuckého 18, 387 56 Studená
Horní Pole	st. 89/3	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	WASTECH a.s., Ostružnová 3175/36, Záběhllice, 106 00 Praha 10	Horní Pole	st. 90	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	ČR - Lesy České republiky, s.p., Přemyslova 1106/19, 501 68 Hradec Králové
Horní Pole	st. 91	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	ČR - Povodí Vltavy, s.p., Holečkova 106/8, 150 24 Praha - Smíchov	Horní Pole	st. 92	zastavěná plocha a nádvoří (vodní dílo, hráz)	Jihočeský kraj - Správa a údržba silnic Jihočeského kraje, Nemanická 2133/10, 370 10 České Budějovice
Horní Pole	444/4	rybník - vodní plocha	WASTECH a.s., Ostružnová 3175/36, Záběhllice, 106 00 Praha 10	Horní Pole	444/3	rybník - vodní plocha	WASTECH a.s., Ostružnová 3175/36, Záběhllice, 106 00 Praha 10
Horní Pole	444/5	rybník - vodní plocha	WASTECH a.s., Ostružnová 3175/36, Záběhllice, 106 00 Praha 10	Horní Pole	472/3	lesní pozemek	Špačková Iva Mgr., Ing., Boženy Jandlové 2132/3, 143 00 Praha 4 - Modřany
Horní Pole	36/2	vodní plocha	ČR - Povodí Vltavy, s.p., Holečkova 106/8, 150 24 Praha - Smíchov	Horní Pole	487	ostatní plocha	ČR - Povodí Vltavy, s.p., Holečkova 106/8, 150 24 Praha - Smíchov

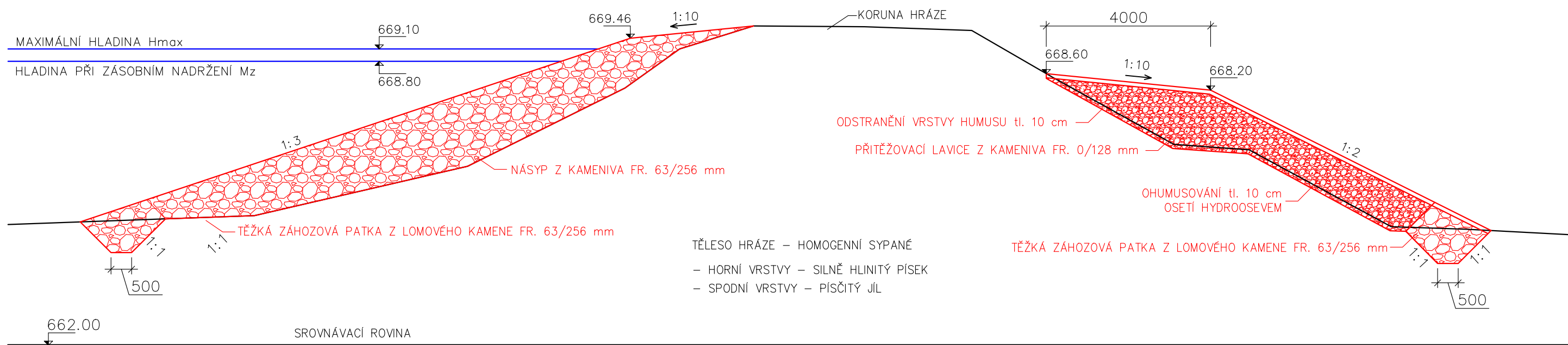


LEGENDA:

- - - HRANICE STAVENIŠTĚ
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE
- NAVRHOVANÉ KONSTRUKCE
- PROVIZORNÍ ZEMNÍ HRÁZKA + POTRUBÍ DN400
- HRANICE POZEMKŮ KATASTRU NEMOVITOSTÍ
- PŘÍSTUPOVÁ CESTA KE STAVENIŠTI Z OBCE HORNÍ POLE
- 92/3 ČÍSLA POZEMKŮ PODLE KATASTRU NEMOVITOSTÍ

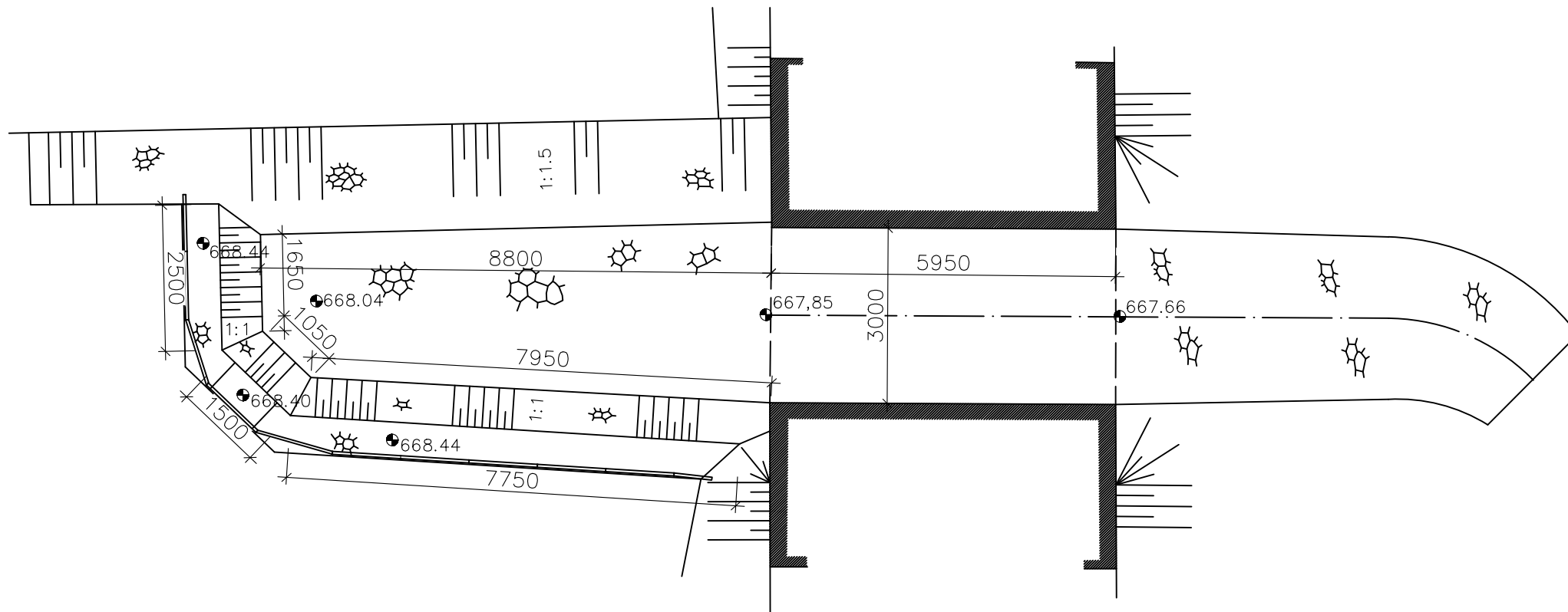


VYPRACOVAL: Milan Rada	DATUM: 05/2018	MĚŘITKO: 1:1000	Č. VÝKRESU: 01	
PŘEDMĚT: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE				
PROJEKT: STUDIE MVN KARHOV A VESELÁ				
NÁZEV: KARHOV - SITUAČNÍ VÝKRES				

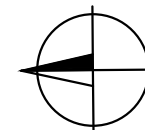
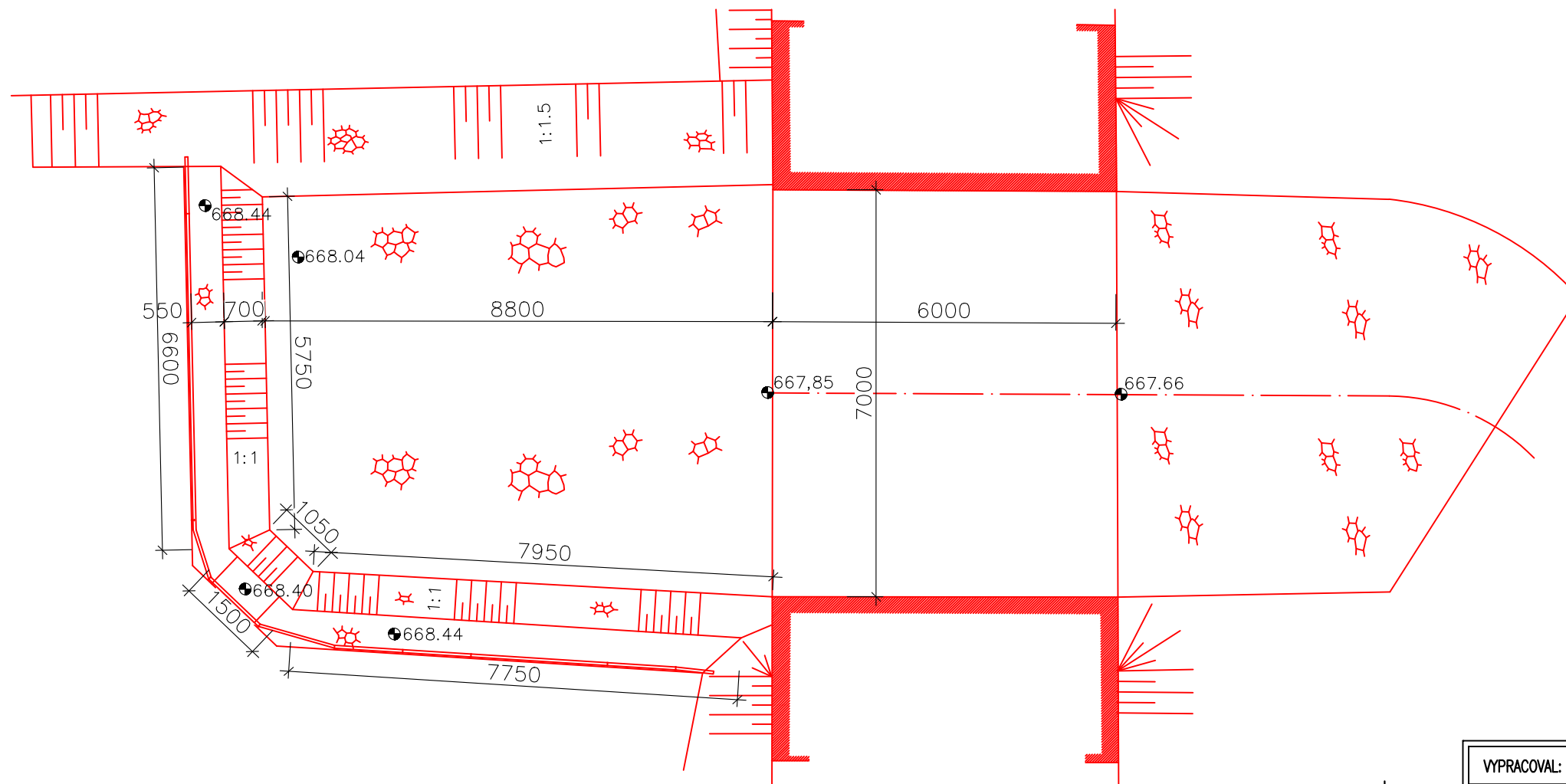


VYPRACOVAL:	Milan Rada	DATUM:	05/2018	MĚŘITKO:	1:100	Č. VÝKRESU:	02	
PŘEDMĚT:	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE							
PROJEKT:	STUDIE MVN KARHOV A VESELÁ							
NÁZEV:	KARHOV – VZOROVÝ PŘÍNÝ ŘEZ HRÁZÍ							

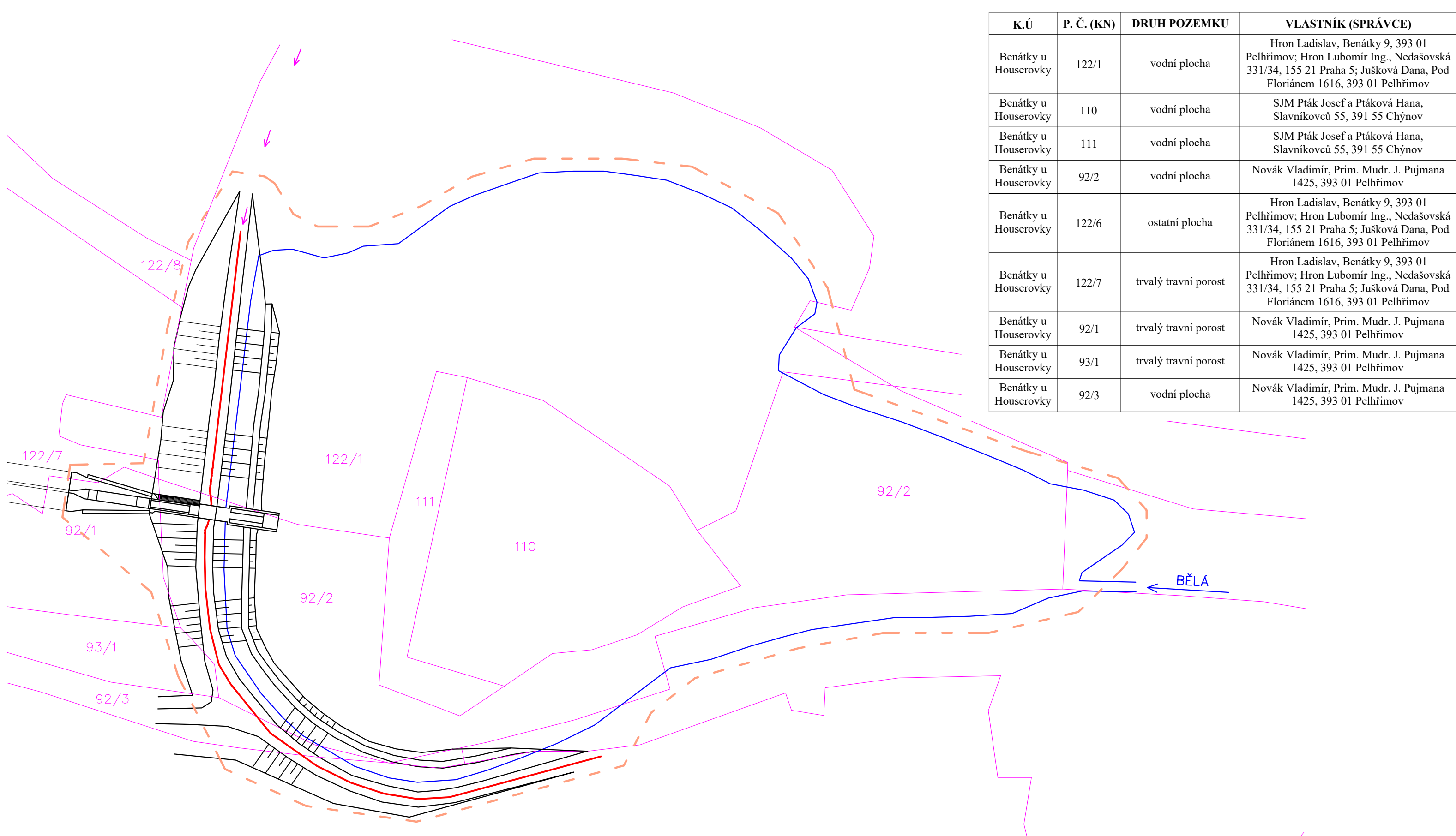
STÁVAJÍCÍ BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV A MOSTNÍ PROPUSTEK



NAVRHOVANÝ BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV A MOSTNÍ PROPUSTEK



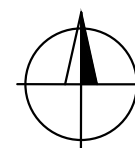
VYPRACOVAL: Milan Rada	DATUM: 05/2018	MĚŘITKO: 1:100	Č. VÝKRESU: 03	
PŘEDMĚT: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE				
PROJEKT: STUDIE MVN KARHOV A VESELÁ				
NÁZEV: KARHOV – PŮDORYS BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU A MOSTNÍHO PROPUSTKU				



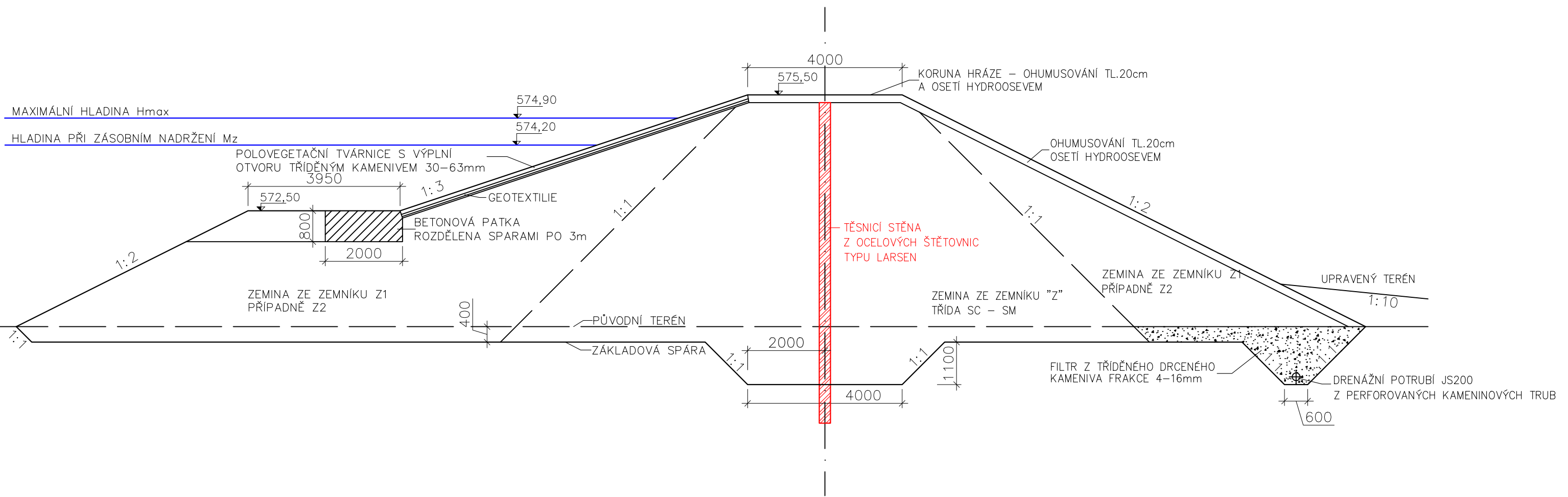
K.Ú	P. Č. (KN)	DRUH POZEMKU	VLASTNÍK (SPRÁVCE)
Benátky u Houserovky	122/1	vodní plocha	Hron Ladislav, Benátky 9, 393 01 Pelhřimov; Hron Lubomír Ing., Nedašovská 331/34, 155 21 Praha 5; Jušková Dana, Pod Floriánem 1616, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	110	vodní plocha	SJM Pták Josef a Ptáková Hana, Slavníkovců 55, 391 55 Chýnov
Benátky u Houserovky	111	vodní plocha	SJM Pták Josef a Ptáková Hana, Slavníkovců 55, 391 55 Chýnov
Benátky u Houserovky	92/2	vodní plocha	Novák Vladimír, Prim. Mudr. J. Pujmana 1425, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	122/6	ostatní plocha	Hron Ladislav, Benátky 9, 393 01 Pelhřimov; Hron Lubomír Ing., Nedašovská 331/34, 155 21 Praha 5; Jušková Dana, Pod Floriánem 1616, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	122/7	trvalý travní porost	Hron Ladislav, Benátky 9, 393 01 Pelhřimov; Hron Lubomír Ing., Nedašovská 331/34, 155 21 Praha 5; Jušková Dana, Pod Floriánem 1616, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	92/1	trvalý travní porost	Novák Vladimír, Prim. Mudr. J. Pujmana 1425, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	93/1	trvalý travní porost	Novák Vladimír, Prim. Mudr. J. Pujmana 1425, 393 01 Pelhřimov
Benátky u Houserovky	92/3	vodní plocha	Novák Vladimír, Prim. Mudr. J. Pujmana 1425, 393 01 Pelhřimov

LEGENDA:

- — HRANICE STAVENIŠTĚ
- ÚROVEŇ HLADINY Hmax
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE
- NAVRHOVANÁ TĚSNICÍ STĚNA Z OCELOVÝCH ŠTĚTOVNIC
- HRANICE POZEMKŮ KATASTRU NEMOVITOSTÍ
- PŘÍSTUPOVÁ CESTA KE STAVENIŠTI Z OBCE BENÁTKY
- 92/3 ČÍSLA POZEMKŮ PODLE KATASTRU NEMOVITOSTÍ



VYPRACOVAL: Milan Rada	DATUM: 05/2018	MĚŘITKO: 1:1000	Č. VÝKRESU: 04	ČVUT FSv
PŘEDMĚT:	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			
PROJEKT:	STUDIE MVN KARHOV A VESELÁ			
NÁZEV:	VESELÁ – SITUAČNÍ VÝKRES			



VYPRACOVAL:	Milan Rada	DATUM:	05/2018	MĚŘITKO:	1:100	Č. VÝKRESU:	05		
PŘEDMĚT:	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE								
PROJEKT:	STUDIE MVN KARHOV A VESELÁ								
NÁZEV:	VESELÁ - VZOROVÝ PŘÍNÝ ŘEZ HRÁZÍ								