

**České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební  
Katedra hydrotechniky**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Studie obnovy vodních děl v povodí  
Blšanky na Podbořansku**

**Analysis the renewal of hydraulic  
structures in the Blšanka basin**

**Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.**

**květen 2017**

**Martin Hladík**



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Hladík</u>	Jméno: <u>Martin</u>	Osobní číslo: <u>423166</u>
Zadávací katedra: <u>K142 - Katedra hydrotechniky</u>		
Studijní program: <u>B3651 - Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>3647R015 - Vodní hospodářství a vodní stavby</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Studie obnovy vodních děl v povodí Blšanky na Podbořansku</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Analysis the renewal of hydraulic structures in the Blšanka basin</u>	
Pokyny pro vypracování: 1) Analýza řešeného území 2) Výběr lokalit vodních děl 3) Zhodnocení možností obnovy vodních děl 4) Studie proveditelnosti vybraného vodního díla	
Seznam doporučené literatury: 1) VRÁNA, Karel a Jan BERAN. Rybníky a účelové nádrže. 2. vyd. Praha: ČVUT, 2005. ISBN 80-01-02570-5 2) ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>13. 2. 2017</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>28. 5. 2017</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>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“.</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

**Prohlášení:**

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

.....

Místo zpracování, datum

.....

Martin Hladík

**Poděkování:**

Tímto bych rád poděkoval panu doc. Ing. Ladislavu Satrapovi, CSc. za jeho přístup při mém vedení a cenné rady, panu Ing. Martinu Holému spolu s celým žateckým závodem Povodí Ohře, s. p. za poskytnuté informace, svému dědovi Františku Hladíkovi, DiS. za jazykovou korekturu, a celé své rodině i přátelům za neutuchající podporu.

## **ABSTRAKT A KLÍČOVÁ SLOVA**

Tato bakalářská práce si klade za cíl z vodohospodářského hlediska analyzovat část povodí Blšanky. Tato analýza je zaměřená na zaniklá vodní díla či díla stávající, avšak nacházející se ve špatném a nepoužitelném stavu. Výstupem analýzy jsou vybraná vodní díla, která jsou následně hodnocena z různých hledisek. Vodní dílo, jenž získalo nejvyšší hodnocení se jeví jako k obnově nejvhodnější a je dále podrobněji řešeno. Řešení spočívá v popisu lokality vodního díla, stanovení N-letých průtoků a samotného technického řešení vodního díla. Technické řešení zahrnuje návrh tělesa hráze, funkčních objektů, bezpečnostního přelivu a vodohospodářského řešení nádrže.

Klíčová slova: malá vodní nádrž, Blšanka, obnova, rekonstrukce, hráz, rybník

## **ABSTRACT AND KEY WORDS**

The objective of this bachelor thesis is an analysis of a part of the Blšanka basin from the water management aspect. This analysis is focused on defunct hydraulic structures or existing structures, but in a bad and unusable state. The output of the analysis is a proposal of hydraulic structures, further evaluated from various points of view. The hydraulic structure which received the highest rating, seems to be the most appropriate and is further elaborated. The solution consists in description of the hydraulic structure location, the determination of N-year water flows and finally a technical solution of the selected hydraulic structure. The technical solution includes a design of a dam, functional objects, a spillway and a water management solution of the reservoir.

Key words: small water reservoir, Blšanka river, renewal, reconstruction, dam, pond

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

č. h. p.	– číslo hydrologického pořadí
SPA	– stupeň povodňové aktivity
ř. km	– říční kilometr
ZVM	– základní vodohospodářská mapa
ZM 10	– základní mapa České republiky 1:10 000
CN (křivka)	– z anglického <i>curve number</i> (číslo křivky)
$Q_N$	– N-letý průtok
$Q_m$	– m-denní průtok
$V_N$	– objem N-leté povodňové vlny
$Q_a$	– průměrný dlouhodobý průtok
DN	– z francouzského <i>diamètre nominal</i> (jmenovitý průměr); světlost potrubí udávaná zpravidla v mm

# OBSAH

1. ÚVOD	- 2 -
2. POPIS ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ	- 3 -
2.1 Obecné informace	- 3 -
2.2 Hydrologické poměry	- 4 -
3. VÝBĚR LOKALIT VODNÍCH DĚL	- 6 -
3.1 Analýza území	- 6 -
3.2 Zhodnocení vybraných vodních děl	- 7 -
4. STUDIE PROVEDITELNOSTI OBNOVY VYBRANÉHO VODNÍHO DÍLA	- 9 -
4.1 Popis lokality	- 9 -
4.2 Historie vodního díla	- 9 -
4.2 Hydrologické poměry	- 10 -
4.4. Technické řešení vodního díla	- 13 -
4.4.1 Těleso hráze	- 13 -
4.4.2 Nádrž	- 13 -
4.4.3 Ztráty vody z nádrže	- 14 -
4.4.4 Bilance nádrže	- 16 -
4.4.5 Bezpečnostní přeliv	- 18 -
4.4.6 Objekt spodní výpusti	- 21 -
5. ZÁVĚR	- 24 -
6. SEZNAM OBRÁZKŮ	- 26 -
7. SEZNAM TABULEK	- 26 -
8. POUŽITÉ ZDROJE	- 26 -
9. PŘÍLOHY	- 29 -
10. FOTODOKUMENTACE	- 34 -
11. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	- 38 -

# 1. ÚVOD

Povodí řeky Blšanky, stejně jako celá oblast Žatecka, se nachází v tzv. srážkovém stínu Krušných hor a patří tak mezi nejsušší oblasti v České republice. Právě tato skutečnost je motivací k obnově zaniklých či poškozených vodních děl v této oblasti. Malé vodní nádrže u nás obecně čelily po delší čas značnému nezájmu a nedostatečné péči i přes to, že tvoří velmi výrazný krajinný prvek. V kontextu současné doby, kdy se nejen odborná veřejnost soustřeďuje kromě zvyšování protipovodňové ochrany stále více také na boj proti suchu, se jeví obnova nebo budování nových vodních nádrží, jako téma velice aktuální a potřebné.

V této práci bude k analýze území a vyhledávání potenciálních profilů vhodných k obnově využito především místní znalosti oblastní historie. Neméně důležitým podkladem jsou také historické mapy a ortofotosnímky zkoumaného území.

Vytipované lokality budou srovnávány za účelem zjištění té k obnově nejvhodnější, či nejvýhodnější. V jejich porovnání a hodnocení hraje roli několik kritérií, jmenovitě: Účel nádrže, objem zadržené vody, hloubka vody v nádrži a odhad nákladů na realizaci obnovy konkrétního vodního díla.

Vodní dílo s nejvyšším získaným hodnocením bude dále v této práci řešeno. Toto řešení probíhá na úrovni studie. Pro tento účel budou proto mnohdy užívány odhady a zaváděny zjednodušující předpoklady. Řešení bude spočívat v popisu místa vybraného vodního díla a jeho historie. Dále budou pro profil na vodním toku určeny hydrologické poměry (N-leté průtoky a průměrný průtok). Z technického hlediska bude řešeno těleso hráze a s ním související funkční objekty. Těmito objekty je myšlen objekt spodní výpusti, samotná spodní výpust, odpadní chodba, vývar na konci odpadní chodby, bezpečnostní přeliv, odpadní koryto od bezpečnostního přelivu a vývar na konci odpadního koryta od bezpečnostního přelivu. Toto řešení bude sestávat jednak z hydraulických výpočtů nutných ke správnému návrhu objektů a jednak z výkresové dokumentace.

Vzhledem k tomu, že se jedná o studii, přiložená výkresová dokumentace bude obsahovat základní přehledné výkresy. Těmi se rozumí: Zakreslení do základní vodohospodářské mapy, situační výkres, vzorový příčný řez hrází, půdorysy bezpečnostního přelivu a objektu spodní výpusti a řezy těmito objekty.

Další částí technického řešení bude i bilance vody v nádrži. K jejímu sestavení je nutná znalost některých charakteristik celého díla. Takovými charakteristikami jsou například batigrafické křivky nádrže, průsaky hrází, výpar vody apod. Bilance nádrže napomáhá stanovit, kterak je možno nádrž provozovat, jak rychle a případně zda vůbec ji lze napustit.

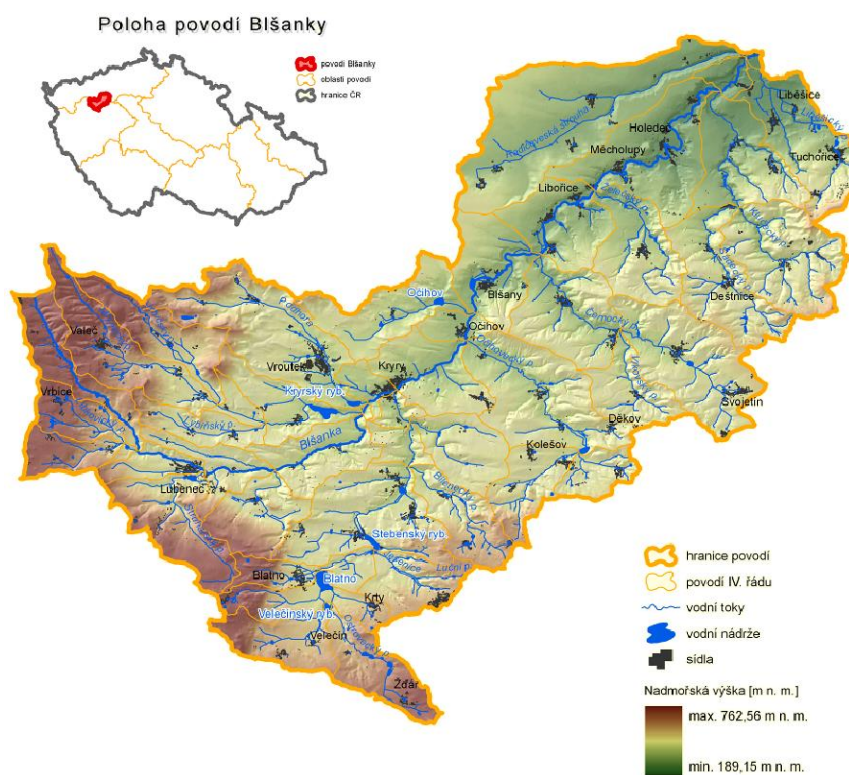


## 2. POPIS ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

### 2.1 Obecné informace

Řešené území se nachází v Ústeckém kraji, v okrese Louny, konkrétněji v okolí města Podbořany.

Řeka Blšanka (č. h. p. 1-13-03-043) pramení v Doupovských horách, asi 3 km severozápadně od Valče v okrese Karlovy Vary. Protéká mj. obcemi Lubenec, Kryry, Blšany, Měcholupy a následně se u Trnovan zprava vlevá do Ohře. Její pramen se nachází ve výšce 679,99 m nad mořem a ústí v nadmořské výšce 189,22 m. Nabývá délky 50,79 km a její povodí zaujímá plochu 482,74 km<sup>2</sup>. [1] [3]

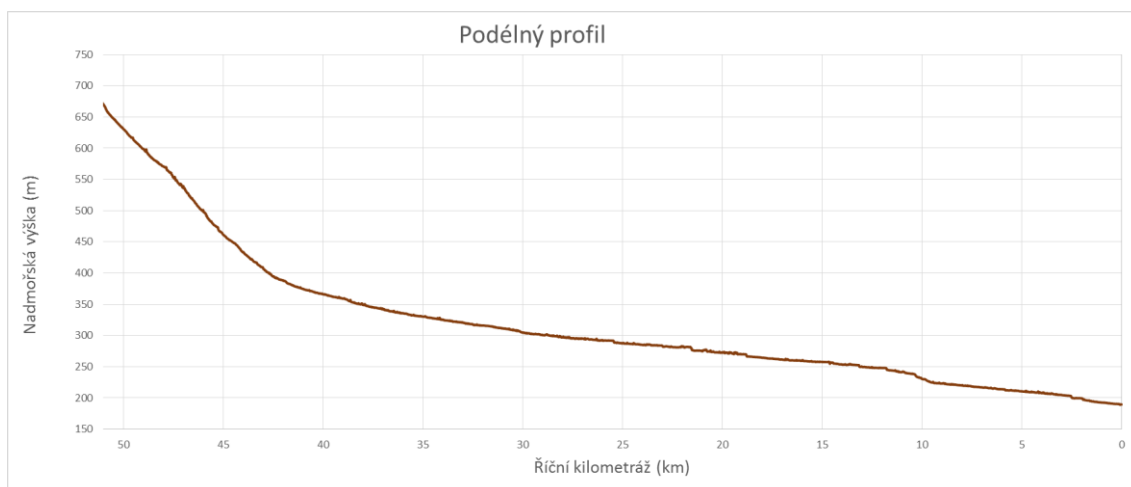


Obrázek 2.1 - Mapa povodí Blšanky [3]

Blšanka je dotována několika přítoky, přičemž mezi nejvýznamnější patří Mlýnecký potok, Podhora, Podvinecký potok, Očíhovecký potok, Černočský potok, Klučecký potok a Radičevská strouha.

V horní části povodí, tedy v Doupovských horách, nalezneme především magmatické horniny (*tefrit*, *analcimit*) a pyroklastické napadávky. V nižších částech jsou pak nalézány sedimenty (*pískovec arkózovitý*, *pískovec*, *slepenec*, *jílovec*, *prachovec*) a spraše. [9]

Údolní niva toku je tvořena převážně polnostmi a chmelnicemi, velmi málo pak, a to především v horní části toku, i lesy.



Obrázek 2.2 – Podélný profil Blšanky

Podélný profil toku byl vygenerován z dat získaných analýzou výškopisu digitálního modelu reliéfu. [10]

## 2.2 Hydrologické poměry

Povodí řeky Blšanky, stejně jako celá oblast Žatecka, se nachází v tzv. srážkovém stínu Krušných hor a patří tak mezi nejsušší oblasti v České republice. Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek v povodí Blšanky dosahuje hodnot od 400 do 600 mm a průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí 6–9 °C (průměry za období od roku 1961 do roku 1990). [4]

Základní hydrologická data ze 13. června 2007 (ČHMÚ pobočka Ústí nad Labem, Ing. Jirásková (Převzato z [5])).

Tabulka 2.1 – N-leté průtoky v  $m^3 \cdot s^{-1}$

Tok	Profil	A (km <sup>2</sup> )	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Třída (rok)
Blšanka	nad Očihoveckým p.	233.80	15.00	26.80	37.80	50.80	65.70	88.30	108.00	III. (2003)
	nad Podvineckým p.	135.70	8.12	13.40	22.80	31.60	42.00	58.50	73.20	IV. (2007)
	nad Podhorou <sup>1</sup>	89.21	6.61	10.85	18.50	25.65	34.10	47.45	59.40	
	na Mlýneckém p.	66.04	5.10	8.30	14.20	19.70	26.20	36.40	45.60	IV. (2007)
	pod Řepany	43.00	3.80	6.20	10.60	14.70	19.50	27.20	34.00	IV. (2007)
	nad Struhařským p.	26.40	2.80	4.60	7.90	11.00	14.60	20.30	25.30	IV. (2007)
	nad Vrbickým p.	9.80	1.40	2.30	3.80	5.30	7.10	9.80	12.30	IV. (2007)
	pod Kostrčany	8.20	1.20	1.90	3.20	4.50	6.00	8.30	10.30	IV. (2007)

Ve známé historii bylo povodí Blšanky zasaženo dvěma významnými povodňovými událostmi. Nejničivější byla povodeň 25. května 1872, která výrazně zasáhla řeku Střelu,

<sup>1</sup> Poznámka: Pro profil „nad Podhorou“ byla hydrologická data získána interpolací – nebyla tedy vyhodnocena ČHMÚ.

Berounku i Vltavu. Po přívalových srážkách, kdy například v Mladoticích (okres Plzeň-sever), ležících nedaleko rozvodnice povodí Střely a Blšanky, spadlo během 1,5 hodiny 237 mm srážek. [6] Povodňová vlna nejprve zpusťovala obce na Podvineckém potoce, kde zahynulo sedm lidí, načež pokračovala Blšankou, zničila četná stavení a vzala život dalším desítkám lidí. [7]

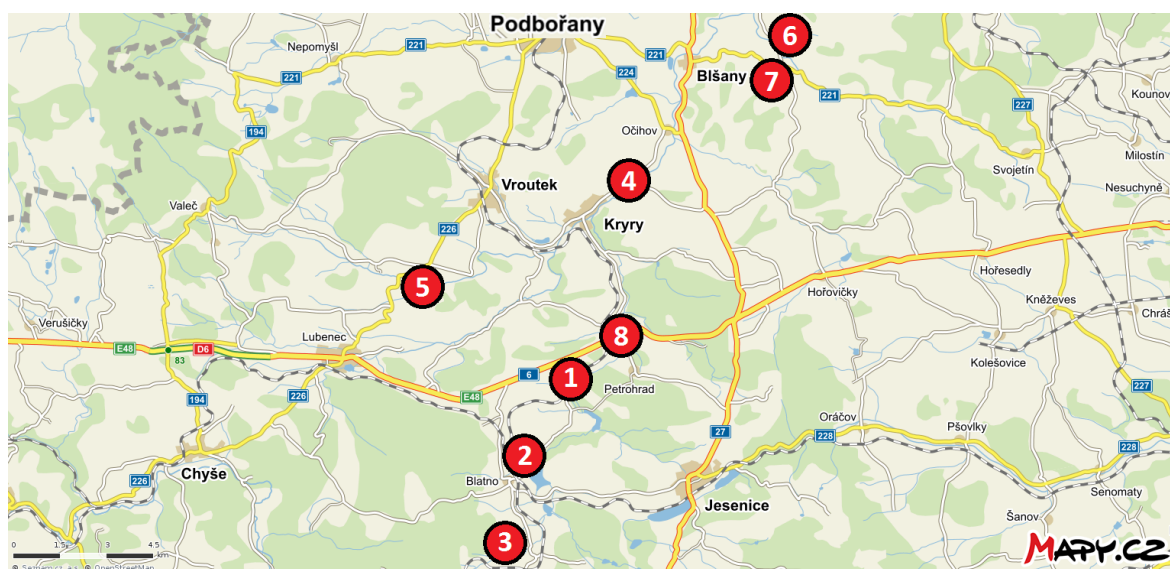
Další byla přívalová povodeň 9. června 2013, kdy ovšem došlo pouze k materiálním škodám. Do již velmi nasyceného povodí horní Blšanky spadla srážka o úhrnu kolem 30 mm za hodinu (z toho 15 mm za 15 minut). Nejvíce byly zasaženy obce Lubenec, Řepany a Kryry. V Kryrech dosáhla hladina Blšanky výšky 380 cm, tedy o více než 2 m nad hladinu třetího stupně povodňové aktivity. [8] [2]

# 3. VÝBĚR LOKALIT VODNÍCH DĚL

## 3.1 Analýza území

Výběr byl zaměřen na zaniklá nebo nefunkční či poškozená vodní díla.

Jako podklad pro výběr lokalit vodních děl sloužily především archivní mapy. Konkrétněji se jednalo o císařské povinné otisky map stabilního katastru Čech (1824–1843), mapy 2. vojenského mapování (1847), topografické mapy v systému S-1952 (1951–1971). Dále bylo užito archivních *ortofotosnímků* a leteckých *měřických snímků*. [11] Využita byla rovněž osobní znalost analyzovaného území a v neposlední řadě také informace od podniku Povodí Ohře, s. p., jmenovitě od pana Ing. Martina Holého, vedoucího provozu Žatec, závodu Terezín.



Obrázek 3.1 – Mapa vytipovaných lokalit

Vytipováno tak bylo celkem 8 vodních děl, která jsou uspořádána v následující tabulce.

Tabulka 3.1 - Přehled vytipovaných lokalit

Číslo	Vodní dílo	Stav	Souřadnice GPS	
			° N	° E
1	Michálkův ryb.	zaniklý	50.1240144	13.4152956
2	Blatenský mlýnský ryb.	zaniklý	50.1008694	13.3955117
3	Velký pastuchovický ryb.	zaniklý	50.0747111	13.3867997
4	Hřebíčkovský mlýnský ryb.	zaniklý	50.1813747	13.4431047
5	Drahonický mlýnský ryb.	zaniklý	50.1502906	13.3502408
6	Čižná (Čušna)	stávající	50.2221308	13.5151911
7	Štípkův rybník	zaniklý	50.2101072	13.5090853
8	Finklův rybník	stávající	50.1363881	13.4403844

## 3.2 Zhodnocení vybraných vodních děl

Vytipované lokality vodních děl byly následně hodnoceny z pěti hledisek, jimiž jsou:

**1) Primární účel** – při hodnocení tohoto kritéria byla upřednostněna, a tedy i lépe hodnocena vodní díla, jejichž primárním účelem je zásobování vodou (tedy nadlepšování v obdobích nízkých průtoků).

**2) Objem vody** – hodnocení zohledňuje celkový objem zadržené vody. Tento objem byl vypočten z hodnot odměřených nebo odečtených z výškopisu mapy či z digitálního modelu reliéfu. V této fázi se práce se tak jedná o pouhý odhad.

**3) Hloubka** – kritérium vyjadřuje největší hloubku vody v nádrži, tedy zpravidla hloubku u profilu hráze. Upřednostněny byly větší hloubky vody v nádržích, především kvůli možnosti zadržení většího objemu vody při současně menším záboru pozemků.

**4) Náklady** – přibližné finanční náklady na stavbu či obnovu vodního díla byly vypočteny zejména z odhadované kubatury tělesa hráze podle vzorců: [12] V jednom případě jsou náklady uvažovány za odbahnění nádrže, a to za cenu 400 Kč za 1 m<sup>3</sup> sedimentu (cena včetně těžení, dopravy a uložení).

$$C = 300 + 100 \cdot V \quad (3.1)$$

kde  $C$  ... je cena 1 m<sup>3</sup> hráze (Kč)  
 $V$  ... je maximální výška hráze ( $m$ )

Objem hráze byl předběžně vypočten ze vzorce:

$$S = 0,6 \cdot L \cdot V \cdot (\check{S} + 2 \cdot V) \quad (3.2)$$

kde  $S$  ... je objem hráze ( $m^3$ )  
 $L$  ... je šířka koruny hráze ( $m$ )  
 $V$  ... je maximální výška hráze ( $m$ )

Výsledná cena je poté součinem předpokládaného objemu hráze a ceny za 1 m<sup>3</sup>. Dlužno dodat, že do odhadu jsou započteny pouze náklady na výstavbu či obnovu tělesa hráze, případně odbahnění nádrže.

**5) Náklady / m<sup>3</sup> vody** – hodnotící kritérium, zohledňující efektivnost vynaložených finančních zdrojů. Ukazuje, investice kolika Kč je potřeba k zadržení 1 m<sup>3</sup> vody v nádrži.

Hodnocení probíhalo pomocí tříbodové stupnice, na níž:

- „-1“ značí nevyhovující parametry pro dané kritérium,
- „0“ vyjadřuje neutrální hodnocení daného kritéria a
- „1“ ukazuje vyhovující hodnoty kritéria

Závěrem tohoto procesu je bilance, jež je součtem bodů přidělených v jednotlivých hodnotících hlediscích a určuje lokality, kterým je záhodno se věnovat podrobněji.

Tabulka 3.2 - Zhodnocení vybraných vodních děl

Č.	Vodní dílo	Primární účel		Objem vody (m <sup>3</sup> )		Hloubka (m)		Náklady (tis. Kč)		Náklady / m <sup>3</sup> vody		Bilance
1	Michálekův ryb.	Zásobní	<b>1</b>	39121	<b>1</b>	6	<b>1</b>	3 590	<b>0</b>	91.8	<b>0</b>	<b>3</b>
2	Blatenský mlýnský ryb.	Krajinotvorný	<b>0</b>	3027	<b>0</b>	2	<b>0</b>	266	<b>1</b>	87.8	<b>0</b>	<b>1</b>
3	Velký pastuchovický ryb.	Zásobní	<b>1</b>	436671	<b>1</b>	6	<b>1</b>	27 232	<b>-1</b>	62.4	<b>1</b>	<b>3</b>
4	Hřebíčkovský mlýnský ryb.	Krajinotvorný	<b>0</b>	1493	<b>-1</b>	2	<b>0</b>	578	<b>1</b>	386.8	<b>-1</b>	<b>-1</b>
5	Drahonický mlýnský ryb.	Krajinotvorný	<b>0</b>	2715	<b>0</b>	1	<b>-1</b>	252	<b>1</b>	92.8	<b>0</b>	<b>0</b>
6	Čižná (Čušna)	Krajinotvorný	<b>0</b>	7625	<b>0</b>	2	<b>0</b>	464	<b>1</b>	60.9	<b>1</b>	<b>2</b>
7	Štípkův rybník	Krajinotvorný	<b>0</b>	375	<b>-1</b>	1	<b>-1</b>	83	<b>1</b>	220.8	<b>-1</b>	<b>-2</b>
8	Finklův rybník	Rybochovný	<b>0</b>	54755	<b>1</b>	2	<b>0</b>	10 414	<b>-1</b>	190.2	<b>-1</b>	<b>-1</b>

Pro obnovu nejvýhodnější se jeví vodní díla „Michálekův rybník“ a „Velký pastuchovický rybník“. K dalšímu řešení v následujících částech studie byl zvolen profil číslo 3 „Velký pastuchovický rybník“. Hlavním důvodem pro jeho výběr je jeho větší zásobní objem, a tudíž i větší význam z pohledu vodohospodářského.

# 4. STUDIE PROVEDITELNOSTI OBNOVY VYBRANÉHO VODNÍHO DÍLA

## 4.1 Popis lokality

Vybraný profil „Velký pastuchovický rybník“ se nalézá v katastrálním území Pastuchovice, asi 600 m severně od obce Pastuchovice a přibližně 900 m západním směrem od obce Velečín, na 16,7 ř. km Podvineckého potoka. Podvinecký potok (č. h. p. 1-13-03-060), jenž má délku 17,8 km, pramení asi o 1 km dále.

V korytě toku se nacházejí *modální* fluvizemě, v prostoru zátopy pak gleje a pseudogleje (kambizemě oglejené) mocnosti kolem 60 cm (středně hluboké půdy). [16] Co se týče geologie, *kvarterní* pokryv je tvořen *fluviálními* štěrkovitopísčity až písčitojílovitými *sedimenty*. Podloží je pak vytvořeno z pískovců, arkózovitých pískovců, slepenců, jílovců a prachovců o mocnosti kolem 1 metru. [9] [19]

Zátopa je tvořena převážně trvalým travním porostem a částečně ornou půdou. Tyto pozemky náleží do zemědělského půdního fondu. [26]

## 4.2 Historie vodního díla

Pastuchovický rybník lze nalézt již na historické Müllerově mapě Čech od Jana Kryštofa Müllera, vydané roku 1720 a naposledy na Císařských povinných otiscích map stabilního katastru Čech z let 1824 až 1843. [24] [11]

Nějaký čas před rokem 1872 byl patrně prázdný a využíván pouze jako pole a louky. Osudným se mu stal 25. květen roku 1872, kdy se při přívalové povodni naplnil a kolem páté hodiny odpoledne se jeho hráz protrhla. [15] Do dnešních časů nebyl obnoven.



Obrázek 4.1 - Pastuchovice („Pastochowitz“) s rybníkem v Müllerově mapě Čech [24]

## 4.2 Hydrologické poměry

Vzhledem k tomu, že v blízkosti vybraného profilu se nenachází vhodná měřicí stanice, nejsou k dispozici historické řady zaznamenaných průtoků. Nejbližší limnigrafická stanice leží v obci Kryry a byla vybudována v roce 2014. [2] Pro stanovení hydrologických dat proto bylo užito hydrologických výpočtových metod.

Povodí nádrže zaujímá plochu (A) 4,183 km<sup>2</sup>. Ta byla zjištěna odměřením ze Základní vodohospodářské mapy 1:50 000. Porovnáním s *ortofotomapou*, bylo povodí rozděleno na dílčí plochy, kterými jsou lesy, louky, polnosti a zástavba.

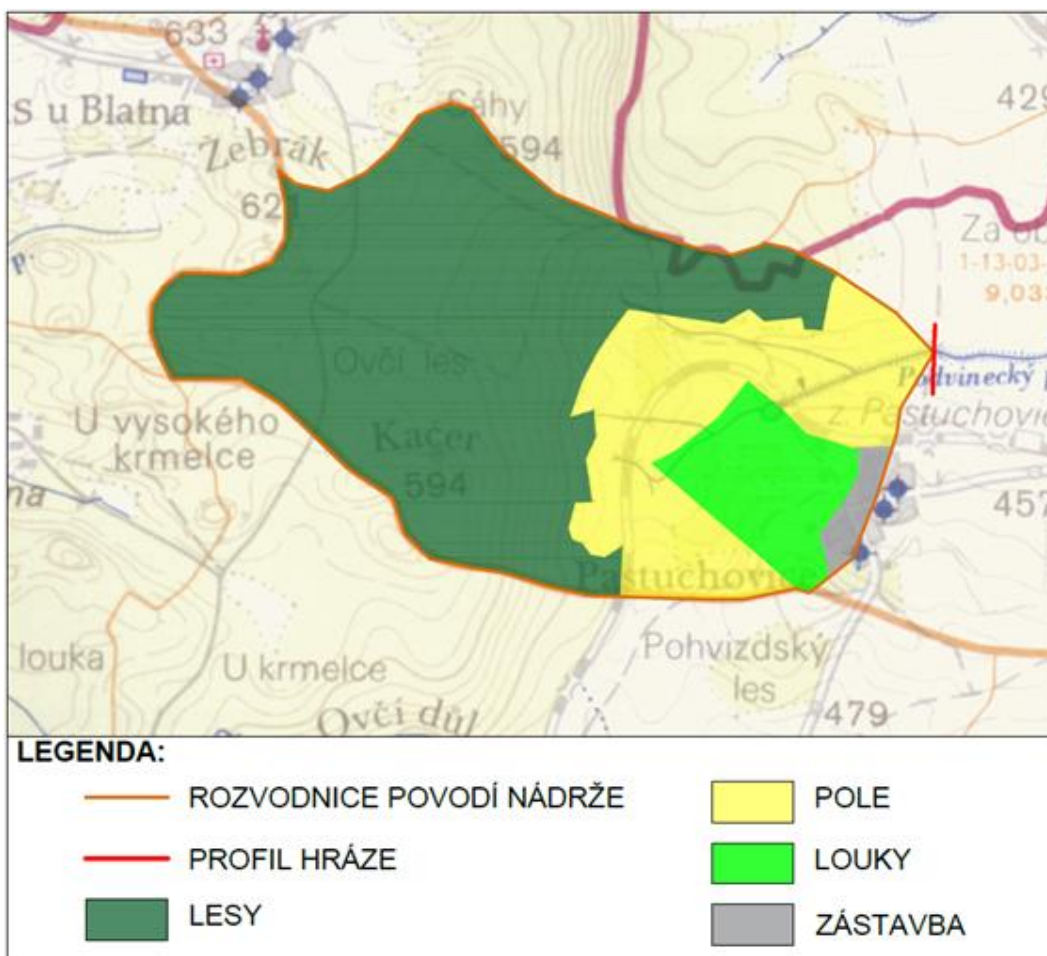
Metodou CN křivek byly stanoveny N-leté průtoky ( $Q_N$ ) a objemy povodňových vln ( $V_N$ ):

Nejprve byly metodou podle Němce, která vychází z extrapolace dat užitím teoretické křivky Goodriche, stanoveny N-leté návrhové deště. [14]

Z tabulky srážkoměrných stanic byly určeny parametry a, b, n:

$$a = 7,5; b = 4; n = 0,23$$

Ze ZVM byly odměřeny plochy vegetace a zástavby v povodí nádrže a k nim přiřazeny příslušné CN křivky. Váženým průměrem byla následně určena CN křivka pro celé povodí.



Obrázek 4.2 - Povodí nádrže



Tabulka 4.1 - Tabulka ploch a CN křivek

Využití	Plocha (m <sup>2</sup> )	index CN
Lesy	2 670 000	70
Louky	397 000	70
Pole	1 043 000	80
Zástavba	73 000	90

$$CN = \frac{\sum CN_i \cdot A_i}{A} = \frac{70 \cdot 2,67 + 70 \cdot 0,397 + 80 \cdot 1,043 + 90 \cdot 0,073}{4,183} \doteq \mathbf{73} \quad (4.1)$$

Dále byl z rozdílu vrstevnic stanoven průměrný sklon (S) povodí:

$$S = \frac{\Delta H}{\sqrt{A}} = \frac{179}{\sqrt{4,183 \cdot 10^3}} = \mathbf{0,0875} \rightarrow \mathbf{8,75\%} \quad (4.2)$$

kde  $S$  ... je průměrný sklon povodí (-)  
 $S$  ... je plocha povodí (m<sup>2</sup>)  
 $\Delta H$  ... je rozdíl nadmořských výšek nejvyšší a nejnižší vrstevnice v povodí (m)

Následně byla z grafu CN křivek, pro plochu 483 ha, sklon 8,75 % a CN 73, odečtena hodnota doby koncentrace (Tc) rovna 1,5 h (pro účely výpočtu podle Němce t = 90 min).

Intenzity návrhových N-letých dešťů a jejich úhrny byly určeny podle vzorce (4.3):

$$i = \frac{H_S}{t} = \frac{(a \cdot \log t + b) \cdot N^n}{t} \quad (4.3)$$

kde  $i$  ... je náhradní intenzita deště (mm.min<sup>-1</sup>)  
 $H_S$  ... je dešťový úhrn (mm)  
 $t$  ... je doba deště (min)  
 $N$  ... je počet let, za který je dané intenzity dosaženo nebo je překročena  
 $a, b, n$  ... jsou parametry srážkoměrných stanic

Poté byl vypočten přímý odtok efektivních dešťů, podle vzorců (4.4) a (4.5):

$$Q = \frac{(H_S - 0,2 \cdot S)^2}{H_S - 0,8 \cdot S} \quad (4.4)$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (4.5)$$

kde  $Q$  ... je přímý odtok  
 $H_S$  ... je dešťový úhrn (mm)  
 $S$  ... je maximální retenční hloubka (mm)  
 $CN$  ... je číslo křivky

Interpolací hodnot z tabulky kulminačních průtoků, byl pro dobu koncentrace (Tc) 1,5 h, jednotkový přímý odtok (Q) 1 mm a jednotkovou plochu povodí (A) 1 km<sup>2</sup>, stanoven kulminační průtok (Q\*).

$$Q^* = \mathbf{0,109} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Závěrečným násobením plochy povodí (A), přímými odtoky (Q) a kulminačním průtokem ( $Q^*$ ), byly určeny N-leté průtoky.

$$Q_N = A \cdot Q_k \cdot Q^* \quad (4.6)$$

např. pro  $N = k = 100 \rightarrow Q_{100} = 4,183 \cdot 9,4 \cdot 0,109 = 4,26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Podobným způsobem byly stanoveny také objemy (V) N-letých povodňových vln.

$$V_N = A \cdot Q_k \quad (4.7)$$

např. pro  $N = k = 100 \rightarrow V_{100} = 4,183 \cdot 9,4 = 39\,249\,743 \text{ m}^3$

Veškeré výsledky jsou shrnuty v následující tabulce (Tabulka 4.2):

Tabulka 4.2 – Stanovení N-letých průtoků a objemů povodňových vln

N roky	i (mm.min <sup>-1</sup> )	Hs (mm)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Q <sub>N</sub> (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	V <sub>N</sub> (m <sup>3</sup> )
1	0.21	18.66	8E-04	0.00	3 541
2	0.24	21.88	0.1	0.04	370 762
5	0.30	27.01	0.6	0.29	2 654 082
10	0.35	31.68	1.5	0.69	6 323 305
20	0.41	37.16	2.9	1.34	12 298 092
50	0.51	45.88	6.0	2.71	24 955 077
100	0.60	53.81	9.4	4.26	39 249 743

Průměrný průtok byl stanoven tzv. hydrologickou analogií. Byly tedy porovnány průměrné průtoky okolních toků, jejichž povodí i tok mají obdobný charakter a průměrný průtok Podvineckého potoka v profilu Kryry. Konkrétně se jedná o toky: Luční potok (č. h. p. 1-11-02-049) v profilu ústí a Manětínský potok (č. h. p. 1-11-02-038) v profilu nad Starým potokem, oba náležící do povodí Střely. Hydrologická data včetně ploch povodí těchto profilů byla převzata z „hydrologického atlasu“ [25]. Podle vzorce (4.8):

$$\frac{A_{t_1}}{A_{t_2}} = \frac{Q_{t_1}}{Q_{t_2}} \rightarrow Q_{t_2} = \frac{Q_{t_1} \cdot A_{t_2}}{A_{t_1}} \quad (4.8)$$

kde  $A_{t_n}$  ... je plocha porovnávaného povodí (km<sup>2</sup>)

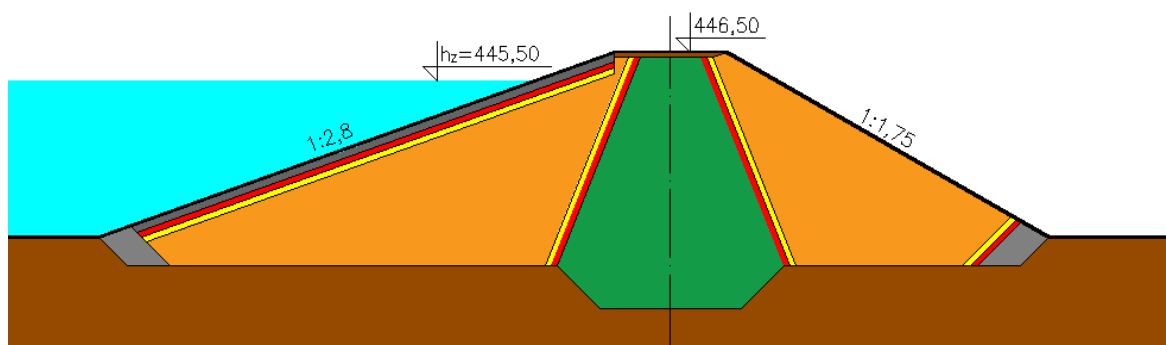
$Q_{t_n}$  ... je porovnávaný průtok (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>)

Z takto zjištěných průtoků byl aritmetickým průměrem stanoven průměrný průtok Podvineckého potoka v profilu Pastuchovice  $Q_a = 0,013 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Obdobně byl stanoven minimální zůstatkový průtok  $Q_{330} = 0,002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

## 4.4. Technické řešení vodního díla

### 4.4.1 Těleso hráze

„Hráze malých vodních nádrží se navrhují zásadně zemní.“ [18] Těleso hráze je navrženo jako nehomogenní se středním těsněním. V prostoru zátopy se nalézají gleje a pseudogleje (kambizemě oglejené) mocnosti kolem 60 cm a předpokládá se tak výskyt dostatečného množství písku jílovitého ( $SC = S5$ ). [13] Bude zde tedy možno zřídit zemník pro zbudování těsnicího jádra. Tím se jednak ušetří náklady za nákup dalších pozemků a jednak vytěžením materiálu z prostoru zátopy dojde ke zvětšení objemu nádrže. Materiál pro stabilizační část, štěrk (GW) je možno odebírat z kamenolomu Oráčov, vzdáleného 16 km. Lomový kámen (tiská žula) pak možno odebírat z kamenolomu v Tisu u Blatna, jenž leží 8 km od Pastuhovic. Podle tabulek v normě ČSN 75 2410 byly určeny orientační fyzikálně mechanické vlastnosti zhutněných zemin. [17] A dle doporučení v této normě byl zvolen



Obrázek 4.3 – Schématický řez tělesem hráze

sklon návodního líce 1:2,8 a vzdušního líce 1:1,75. Šířka koruny hráze činí 4 m a je navržena, jako pojezdná – povede po ní nezpevněná cesta. Hráz je přímá o celkové délce 338 m.

V patě hráze se nalézají patní drén. V něm je po cel délce tělesa vedeno perforované drenážní potrubí DN 300. Toto je vyvedeno do výtokového čela objektu spodní výpusti, což umožňuje kontrolní měření průsaků tělesem hráze.

### 4.4.2 Nádrž

Vzniklá zátopa zaujímá při zásobní hladině (kóta 445,50 m n. m.) plochu 13,5 ha a má objem 354 984 m<sup>3</sup>.

Charakteristiky nádrže jsou vyjádřeny batigrafickými křivkami. Průběh křivky zatopených ploch byl zjištěn planimetricky ze základní mapy České republiky 1:10 000 (ZM 10), kdy každé hloubce byla přiřazena kóta hladiny a pro tuto nadmořskou výšku byla v mapě změřena plocha zátopy. Měření proběhlo v intervalu po 1 výškovém metru. Vzhledem k tomu, že v ZM 10 jsou vrstevnice vyznačeny po 2 výškových metrech, průběh mezilehlých vrstevnic proto byl zjištěn lineární interpolací.

Průběh křivky zatopených objemů byl vypočten ze změřených zatopených ploch, a to postupným načítáním přírůstků objemů v jednotlivých krocích, dle vzorce: [18]

$$V_i = \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot \Delta h \quad (4.9)$$

kde  $V_i$  ... je dílčí objem vody mezi dvěma sousedními vrstevnicemi ( $m^3$ )  
 $S_i$  a  $S_{i+1}$  ... jsou plochy zátopy omezené vrstevnicemi  $i$  a  $i+1$  ( $m^2$ )  
 $\Delta h$  ... je výškový rozdíl mezi vrstevnicemi  $i$  a  $i+1$  (m)

Výpočet je uspořádán v tabulce (Tabulka 4.3) a výsledné křivky vyneseny do grafu (Obrázek 4.4).

Tabulka 4.3 - Batigrafické křivky nádrže

i	Kóta	Hloubka	Plocha	Objem	Poznámka
(-)	(m n. m.)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(-)
1	440.00	0	0	0	Dno
2	441.00	1.0	23 190	11 595	
3	442.00	2.0	46 350	46 365	
4	443.00	3.0	65 456	102 268	
5	444.00	4.0	92 718	181 355	
6	445.00	5.0	124 552	289 990	
7	445.50	5.5	135 422	354 984	$h_z$
8	446.00	6.0	158 535	428 473	$h_{max}$

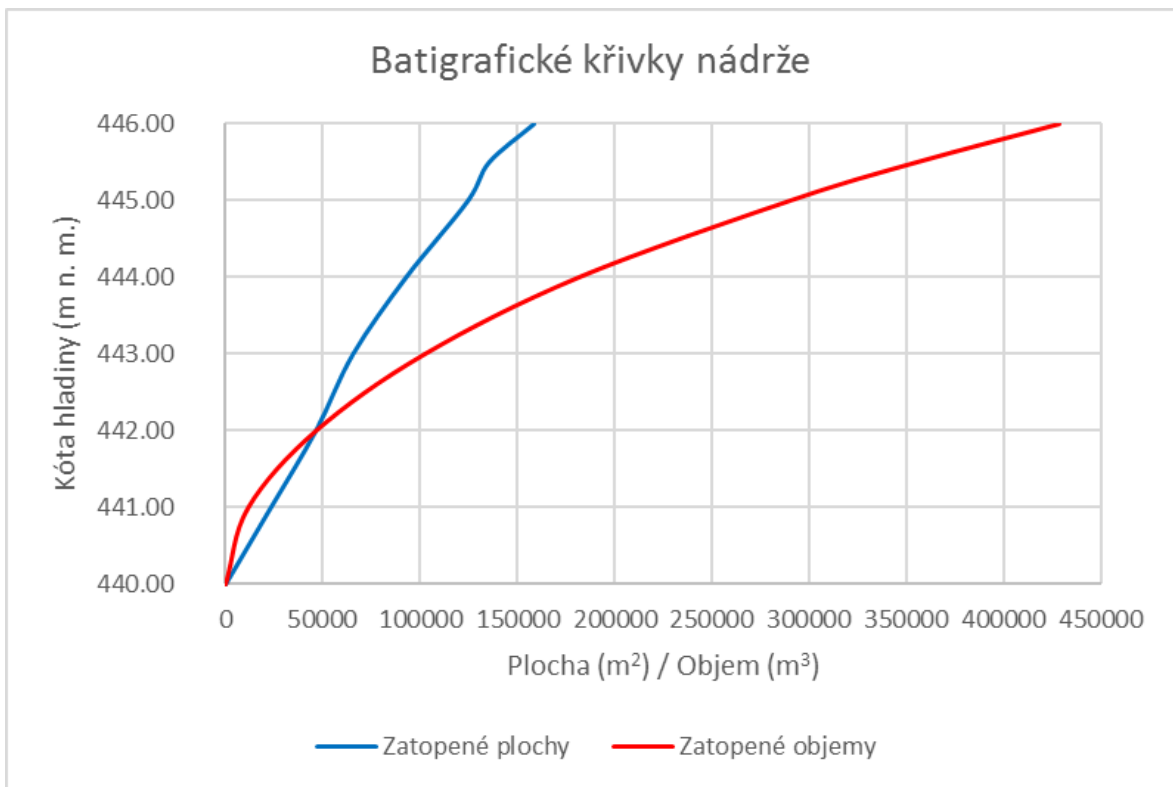
### 4.4.3 Ztráty vody z nádrže

#### VÝPAR Z HLADINY

Z Atlasu podnebí Česka byla zjištěna hodnota průměrného ročního úhrnu výparu z vodní hladiny 550 mm. Ta byla následně procentuálně rozdělena mezi měsíce podle ČSN 75 2410 [17]. Vynásobením výparné výšky s aktuální plochou hladiny bylo vypočteno množství ztráty vody výparem (viz níže v části „4.4.4 Bilance nádrže“).

Tabulka 4.4 - Rozdělení ročního výparu

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% r. výparu	2	2	4	6	11	14.5	18	17	11.5	7	4	3
Výpar (mm)	11.0	11.0	22.0	33.0	60.5	79.8	99.0	93.5	63.3	38.5	22.0	16.5



Obrázek 4.4 - Batigrafické křivky nádrže

## PRŮSAK TĚLESEM A PODLOŽÍM HRÁZE

Protože se jedná o případ nehomogenní zonální hráze na propustném podloží, výsledný průsak je součtem průsaku tělesem hráze a průsaku podložím. Poměr součinitelů hydraulické vodivosti materiálu hráze a těsnění je větší než 100, proto doporučuje VRÁNA [18] ve výpočtu vzít v úvahu pouze těsnící jádro. Specifický průsak hrází je pak určen ze vztahu:

$$q_h = K_J \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{t_{j1} + t_{j2}} = 8,33 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{5,5^2 - 0,0^2}{2+8} = 2,52 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \quad (4.10)$$

- kde  $q_h$  ... je specifický průsak hrází ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ )  
 $K_J$  ... je součinitel hydraulické vodivosti materiálu těsnícího jádra ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )  
 $h_1$  ... je hloubka vody v nádrži (m)  
 $h_2$  ... je hloubka vody pod hrází (m)  
 $t_{j1}$  ... je šířka těsnícího jádra v koruně hráze (m)  
 $t_{j2}$  ... je šířka těsnícího jádra v patě hráze (m)

Průsak podložím je pak určen jako:

$$q_p = K_p \cdot \frac{H}{B} \cdot \frac{D}{a} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{5,5}{34} \cdot \frac{1}{1,15} = 5,63 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \quad (4.11)$$

- kde  $q_p$  ... je specifický průsak podložím ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ )  
 $K_p$  ... je součinitel hydraulické vodivosti materiálu podloží ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )  
 $H$  ... je hloubka vody v nádrži (m)

- $B$  ... je šířka hráze v základové spáře (m)  
 $D$  ... je mocnost propustného podloží (m)  
 $a$  ... je součinitel charakterizující zakřivení trajektorie prosakující vody

Průsakové množství se po délce tělesa hráze liší v závislosti na gradientu hladin v nádrži a v podhrází. Pro zjednodušení byla hráz rozdělena na 2 úseky po 170 m ( $L=170$  m). První úsek reprezentuje střední část hráze a druhý úsek části u pravého a levého zavázání hráze. Výpočet průsaků prvním úsekem, tedy s hladinou výšky 5,5 m je uveden výše. Pro druhý úsek bylo užito identického postupu s uvažováním poloviční výšky hladiny, tedy 2,75 m. Výsledný průsak je pak součtem průsaků v obou úsecích.

$$Q_{prūs} = (q_{h1} + q_{p1}) \cdot L + (q_{h2} + q_{p2}) \cdot L \quad (4.12)$$

$$Q_{prūs} = (5,88 \cdot 10^{-7}) \cdot 170 + (2,88 \cdot 10^{-7}) \cdot 170 = 1,49 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = \\ = \mathbf{12,86 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}}$$

Z výsledků výpočtů je patrné, že převážná většina prosáklé vody uniká podložím. Bylo by tedy vhodné, zejména v případě potvrzení předpokladu propustného podloží nebo naopak při zjištění horších základových podmínek oproti těm předpokládaným, doplnit konstrukci hráze například o předložený těsnicí koberec. Ten by bylo možno napojit až na střední těsnění. [21]

Pro úplnost dlužno dodat, že v tomto stupni řešení byly zanedbány ztráty vody vsakem do dna. V lokalitě je totiž předpokládán výskyt hladiny podzemní vody ve velmi malé hloubce. Tento předpoklad podporuje i místní šetření, jenž potvrdilo značné zamokření i v suchém období.

#### 4.4.4 Bilance nádrže

V dalším kroku bylo zjišťováno, zda a za jak dlouhý časový úsek lze nádrž naplnit. Tato skutečnost byla zjišťována v měsíčních časových krocích (30,5 dne). V každém kroku byly bilancovány následující objemy v  $\text{m}^3$ :

**1) Přítok** ...objem vody, která při průměrném průtoku ( $Q_a$ ) přiteče do nádrže

$$V_{při} = Q_a \cdot 86400 \cdot 30,5 \quad (4.13)$$

**2) Průsaky** ...objem vody prosáklé tělesem hráze a podložím

$$V_{prūs} = Q_{prūs} \cdot 30,5 \quad (4.14)$$

**3) Odtok** ... objem vody užitý k dodržení minimálního zůstatkového průtoku pod hrází

$$V_{odt} = Q_{330} \cdot 86400 \cdot 30,5 \quad (4.15)$$

**4) Výpar** ... objem vody ztracené výparem z aktuální plochy hladiny nádrže

$$V_{výp} = h_v \cdot A_z \quad (4.16)$$

kde  $h_v$  ... je výparná výška (mm)  
 $A_z$  ... je aktuální plocha zátopy ( $\text{m}^2$ )

**5) Bilance** ... změna objemu na konci měsíce

$$V_{bil} = V_{pří} - V_{prūs} - V_{odt} - V_{výp} \quad (4.17)$$

**6) Nádrž** ... objem vody v nádrži na konci měsíce

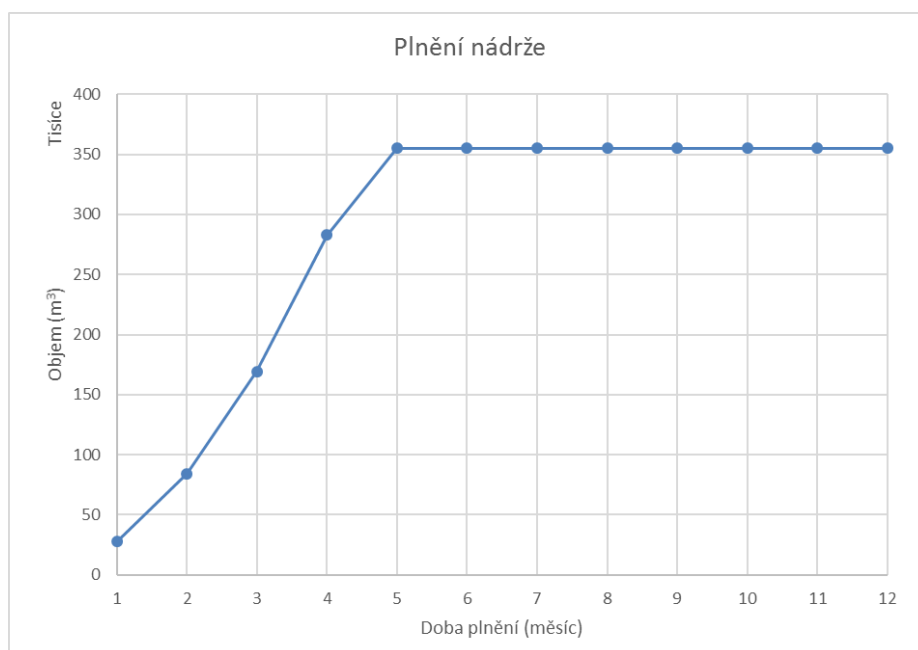
$$V = V_{bil\ n} + V_{bil\ n-1} \quad (4.18)$$

Výsledná bilance je uspořádána v tabulce níže (Tabulka 4.5). Z té je patrné, že za předpokladu počátku plnění nádrže na počátku hydrologického roku (v listopadu), dojde k naplnění zásobního prostoru nádrže nejpozději za pět měsíců. Pro zjednodušení výpočtu byly průsaky uvažovány konstantní, a tedy odpovídající plnému zásobnímu objemu v nádrži.

Tabulka 4.5 - Bilance nádrže

Měsíc	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben
Přítok	34 258	34 258	34 258	34 258	34 258	34 258
Průsaky	392	392	392	392	392	392
Odtok	5 270	5 270	5 270	5 270	5 270	5 270
Výpar	710	838	690	773	1 648	2 577
Bilance	27 885	56 352	85 095	113 607	141 327	168 992
Nádrž	27 885	84 237	169 332	282 939	<b>354 984</b>	<b>354 984</b>

Měsíc	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
Přítok	34 258	34 258	34 258	34 258	34 258	34 258
Průsaky	392	392	392	392	392	392
Odtok	5 270	5 270	5 270	5 270	5 270	5 270
Výpar	4 894	6 698	8 691	8 636	6 166	3 949
Bilance	195 271	222 062	248 664	277 314	308 379	339 191
Nádrž	<b>354 984</b>	<b>354 984</b>	<b>354 984</b>	<b>354 984</b>	<b>354 984</b>	<b>354 984</b>



Obrázek 4.5 - Průběh plnění nádrže

## 4.4.5 Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv byl navržen jako boční. Tímto konstrukčním řešením se zvýšené průtoky v povodňové situaci budou soustřeďovat u levobřežního závězu tělesa hráze. V případě poruchy je tak ohrožena menší masa materiálu hráze a nehrozí tak bezprostředně kolaps celého díla.

Návrhový průtok ( $Q_{100}$ ) má hodnotu  $4,26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Bezpečnostní přeliv je navržen betonový s přelivnou hranou délky 6,0 m. Pro zvýšení kapacity je přelivná sekce zaoblená, tvořená obloukem o poloměru 0,5 m. Výpočet kapacity byl proveden podle [22] vzorců (4.19), (4.20) a (4.21):

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{\frac{3}{2}} \quad (4.19)$$

$$\mu = 1,02 - \frac{1,015}{\frac{h}{r} + 2,08} + \left( 0,04 \cdot \left( \frac{h}{r} + 0,19 \right)^2 + 0,0223 \right) \cdot \frac{r}{s} \quad (4.20)$$

$$b_0 = b - 0,1 \cdot \xi \cdot h \quad (4.21)$$

kde	$Q$	... je průtok vody přelivem ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )
	$\mu$	... je součinitel přepadu (-)
	$b_0$	... je délka přelivné hrany s uvážením boční kontrakce paprsku (m)
	$g$	... je gravitační zrychlení ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )
	$h$	... je přepadová výška (vliv přítokové rychlosti je zanedbán) (m)
	$r$	... je poloměr zaoblení přelivné hrany (m)
	$s$	... je hloubka vody před přelivem (m)
	$b$	... je konstrukční délka přelivné hrany (m)
	$\xi$	... je součinitel tvaru zdí (-)

Výpočtem pro odhadovanou tloušťku přepadajícího paprsku (respektive přepadovou výšku)  $h = 0,5 \text{ m}$ , byla vypočtena kapacita bezpečnostního přelivu  $Q = 4,53 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Pro jednotlivé kroky přepadové výšky po 10 mm byl výpočet proveden v tabulkovém procesoru Microsoft Excel, jehož výstupem je konsumční křivka (Obrázek 4.6).

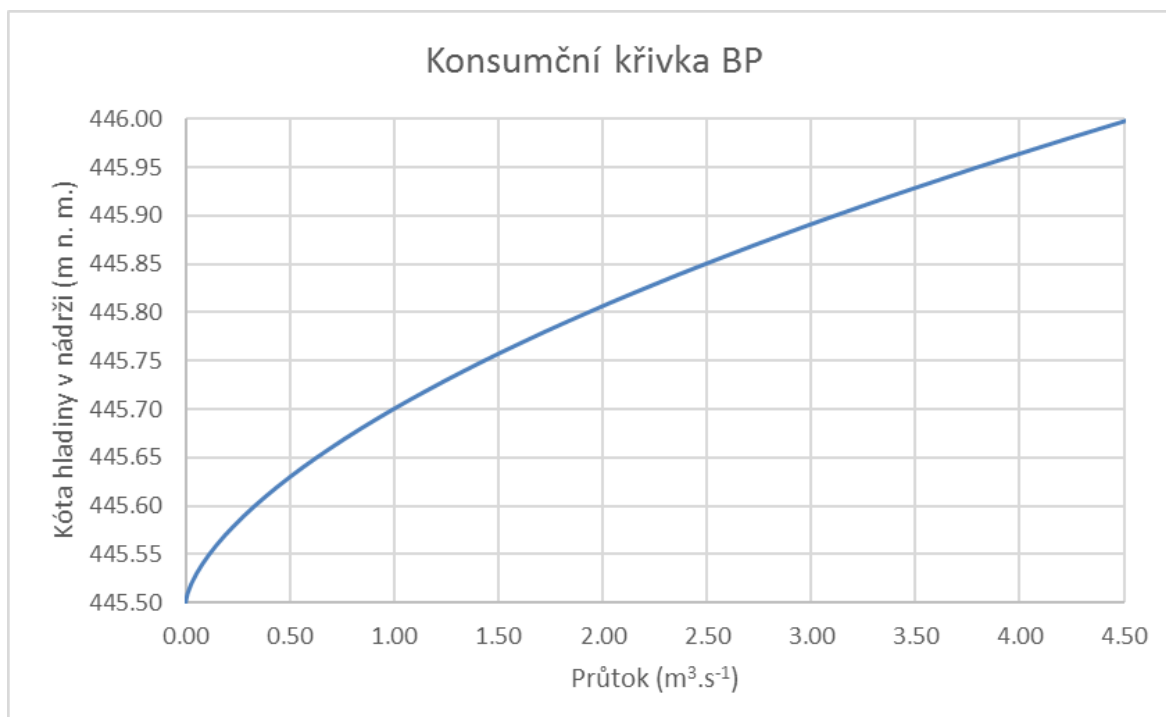
Předpolí bezpečnostního přelivu je do vzdálenosti 2 m opevněno dlažbou z lomového kamene o minimálním rozměru 300 mm, kladenou do betonového lože tloušťky 100 mm. Spadiště přelivu je navrženo tak, aby byl přepad dokonalý pro všechny návrhové průtoky. Toho je docíleno návrhem vhodné hloubky spadiště. K jejímu návrhu bylo užito Komorova grafu [21]. Podélný sklon ve spadišti je jednotný, a to 2 %. Šířka spadiště je rovna šířce odpadního koryta, které je kapacitně navrženo na převedení  $Q_{100}$  (viz níže). Pro odečtení z Komorova grafu slouží parametr  $G$ , vypočtený ze vztahu (4.22).

$$G = \frac{i_s \cdot L_s}{h_0} = \frac{0,02 \cdot 6}{0,7} = \mathbf{0,17} \quad (4.22)$$

kde	$i_s$	... je sklon dna ve spadišti (-)
	$L_s$	... je délka spadiště (m)
	$h_0$	... je hloubka vody na konci spadiště (m)



Pro  $G = 0,17$ , byl z grafu odečten poměr  $h'_n/h_0$  roven 2. Hloubka vody ve spadišti ( $h'_n$ ) je potom 1 m.



Obrázek 4.6 - Konsumční křivka bezpečnostního přelivu

Odpadní koryto od bezpečnostního přelivu má podobu zemního koryta opevněného těžkým kamenným záhozem a je vedeno po svahu nad levým břehem toku. Koryto má šířku ve dně 1,5 m a břehy jsou ve sklonu 1:3. Hloubka koryta byla stanovena výpočtem podle Chézyho rovnice (4.23), a rovnice kontinuity (4.24) tak, aby dosahovalo kapacity na průtok  $Q_{100}$ .

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (4.23)$$

$$Q = v \cdot S \quad (4.24)$$

- kde  $v$  ... je rychlost proudění vody v korytě ( $m \cdot s^{-1}$ )  
 $C$  ... je Chézyho rychlostní součinitel (vypočten dle Manninga) ( $m^{0.5} \cdot s^{-1}$ )  
 $R$  ... je hydraulický poloměr (m)  
 $i$  ... je sklon čáry energie (-)  
 $Q$  ... je průtok (resp. kapacita koryta) ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )  
 $S$  ... je průtočná plocha ( $m^2$ )

Postupnou iterací byla pro sklon čáry energie  $i = 0,03$  (se zavedením předpokladu ustáleného rovnoměrného proudění, kdy je sklon čáry energie roven sklonu dna koryta) zjištěna potřebná hloubka koryta 0,6 m, při kapacitě  $5,09 m^3 \cdot s^{-1}$ . Odpadní koryto bude nutno zakončit vývarem, neboť proudění v něm má charakter bystřinný, což je patrné z výpočtu Froudova čísla ( $Fr$ ). V korytě pod hrází má proudění charakter říční a dochází tak k vodnímu skoku.

Například pro kapacitní průtok v odpadním korytě  $Q = 5,09 m^3 \cdot s^{-1}$ :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot l}} = \frac{2,57}{\sqrt{9,81 \cdot 0,39}} = 1,7 > 1 \quad (4.25)$$

kde  $v$  ... je rychlost proudění vody v korytě ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )  
 $g$  ... je gravitační zrychlení ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )  
 $l$  ... je charakteristický rozměr koryta (střední hloubka) (m)

Hydraulický návrh vývaru byl proveden pro návrhový měrný průtok  $q_n$ . Ten odpovídá průtoku, při němž vyjde nejvyšší hodnota rozdílu vzájemných hloubek vodního skoku. Ta je rovna rozdílu hloubky dolní vody ( $y_d$ ) a druhé vzájemné hloubky vodního skoku ( $y_2$ ). Předpokládá se přilehlý vodní skok. Nejprve se určí tloušťka zúženého paprsku ( $y_c$ ). V prvním kroku se v rovnici (4.27) položí  $y_c=0$  a výsledek se dosadí zpět do jmenovatele, až do stavu, kdy se oba členy rovnají:

$$q = \frac{Q}{B} = \frac{5,09}{2} = 2,54 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \quad (4.26)$$

$$y_c = \frac{q}{\varphi \sqrt{2g(E-y_c)}} = \frac{2,54}{1 \cdot \sqrt{2g(1,44-0,646)}} = 0,646 \text{ m} \quad (4.27)$$

kde  $q$  ... je měrný průtok ( $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ )  
 $Q$  ... je průtok ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )  
 $B$  ... je šířka vývaru ve dně (m)  
 $\varphi$  ... je rychlostní součinitel při dopadu na dno vývaru (-)  
 $g$  ... je gravitační zrychlení ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )  
 $E$  ... je výška horizontu energie (m)

Následně se vypočte druhá vzájemná hloubka vodního skoku  $y_2$ :

$$y_2 = \frac{y_c}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{8q^2}{g \cdot y_c^3}} - 1 \right) = \frac{0,646}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{8 \cdot 2,54^2}{9,81 \cdot 0,646^3}} - 1 \right) = 1,142 \text{ m} \quad (4.28)$$

Hloubka dolní vody byla vypočtena Chézyho rovnicí (4.23) a při průtoku  $Q = 5,09 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  má hodnotu 0,6 m. Rozdíl je poté:

$$\Delta y = y_2 - y_d = 1,142 - 0,6 = 0,542 \text{ m} \quad (4.29)$$

Obdobný postup byl užit pro sadu průtoků a maximální výsledný rozdíl je uveden výše, v rovnici (4.29).

Hloubka vývaru byla v prvním kroku odhadnuta. Z odhadu byl následně opraven výpočet výšky energetického horizontu, tloušťka zúženého paprsku ( $y_c$ ) a druhá vzájemná hloubka vodního skoku ( $y_2$ ). Na závěr byla vhodnost odhadu posouzena výpočtem míry vzduť ( $\sigma$ ) (4.30), jejíž hodnota se doporučuje v rozmezí od 1,05 do 1,1. Finálně pro hloubku vývaru  $d = 0,75 \text{ m}$ :

$$\sigma = \frac{y_d + d}{y_2} = \frac{0,6 + 0,75}{1,275} = 1,06 \quad (4.30)$$

Délka vývaru byla stanovena výpočtem podle Smetany (4.31). Z důvodu snazšího provedení byla zaokrouhlena směrem nahoru na 0,5 m. Za závěrným prahem vývaru bude provedeno opevnění dna koryta toku pomocí těžkého kamenného záhozu, v délce 3 m.

$$L_v = 6(y_2 - y_1) = 6(1,28 - 0,56) = 4,27 \cong 4,5 \text{ m} \quad (4.31)$$

#### 4.4.6 Objekt spodní výpusti

Vzhledem k tomu, že hrazená výška činí 5,5 m, doporučuje VRÁNA [18] a shodně také ČSN 75 2410 [17] namísto požeráku s dlužovou stěnou užít jako uzávěr spodní výpusti kanalizační šoupátko. Na základě tohoto doporučení bylo navrženo regulační šoupátko DN 400. To bude osazeno v železobetonovém věžovém objektu. Ovládání šoupátka bude možné shora tohoto objektu. Dále k němu bude umožněn přístup po stupadlovém žebříku vedeném po vnitřní stěně objektu.

Věžový objekt je osazen do návodního líce hráze. Výška objektu je 6,5 m a půdorysné rozměry jsou 2,0 x 2,0 m. Navržen je jako tzv. „suchý“, tj. uvnitř objektu je za všech předpokládaných okolností vzduch. Toho je využito ke zavzdušnění odpadní chodby pomocí potrubí DN 150, jímž je odpadní chodba propojena s vnitřním prostorem objektu spodní výpusti. Přístup k objektu je možný po ocelové lávce z koruny hráze.

Železobetonová odpadní chodba, navazující na potrubí spodní výpusti, má čtvercový průřezový profil o straně délky 700 mm. Podélný sklon odpadní chodby je 1 %. Celá chodba je navržena pro beztlakové provedení vody tělesem hráze. Při plném otevření spodní výpusti a hladině  $h_{\max} = 446,00 \text{ m n. m.}$ , bude průtok  $Q = 0,95 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a hloubka v chodbě 0,60 m. Proudění v odpadní chodbě má zjevně charakter bystřinný, bude tedy nutno na jejím konci navrhnout vývar (výpočet viz níže).

Bude nutno upravit směrové vedení koryta v zátopě tak, aby jeho napojení na objekt spodní výpusti bylo plynulé. Nátok k šoupátku je tvořen opevněnými křídly, jimiž lichoběžníkový profil přejde v obdélníkový. Objekt je na protivodní straně vybaven pilíři s drážkami pro osazení provizorního hrazení. V nich jsou za běžného provozu osazeny rámové česle. Česlice mají rozteč 60 mm.

K provozování nádrže i k dalším výpočtům je nutná znalost konsumční křivky spodní výpusti. Ta byla vzhledem k typu uzávěru vypočítána rovnicí výtoku zatopeným otvorem (4.32). [23]

$$Q = \mu_v \cdot S \sqrt{2g \cdot H} \quad (4.32)$$

kde  $Q$  ... je výtokové množství ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )  
 $\mu_v$  ... je výtokový součinitel (-)  
 $S$  ... je plocha výtokového otvoru ( $\text{m}^2$ )  
 $g$  ... je gravitační zrychlení ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )  
 $H$  ... je rozdíl hladin (hloubka vody v nádrži) (m)

Výpočet byl proveden pro hladiny od kóty 440,00 m n. m. (kóta dna nádrže) v kroku po 0,1 m až po hladinu kóty 446,00 m n. m. (kóta maximální hladiny). Výsledkem je Obrázek 4.7 - Konsumční křivka spodní výpusti.



Obrázek 4.7 - Konsumční křivka spodní výpusti

Odpadní chodba bude ukončena vývarem. Jeho hydraulický návrh byl proveden obdobným způsobem, jako návrh vývaru na konci skluzu od bezpečnostního přelivu v kapitole 4.4.5.

Návrhový měrný průtok má hodnotu  $q = 0,54 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Tloušťka zúženého paprsku je pak:

$$y_c = \frac{q}{\varphi \sqrt{2g(E - y_c)}} = \frac{0,54}{1 \sqrt{2g(0,51 - 0,230)}} = \mathbf{0,230 \text{ m}} \quad (4.33)$$

Následně se vypočte druhá vzájemná hloubka vodního skoku  $y_2$ :

$$y_2 = \frac{y_c}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{8q^2}{g \cdot y_c^3}} - 1 \right) = \frac{0,230}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{8 \cdot 0,54^2}{g \cdot 0,230^3}} - 1 \right) = \mathbf{0,406 \text{ m}} \quad (4.34)$$

Hloubka dolní vody byla vypočtena Chézyho rovnicí (4.23) a při návrhovém průtoku má hodnotu  $y_d = 0,22 \text{ m}$ . Rozdíl je poté vypočten v rovnici (4.35) a je zároveň maximálním rozdílem hloubek.

$$\Delta y = y_2 - y_d = 0,406 - 0,22 = \mathbf{0,186 \text{ m}} \quad (4.35)$$

Hloubka vývaru byla v prvním kroku odhadnuta. Z odhadu byl následně opraven výpočet výšky energetického horizontu, tloušťka zúženého paprsku ( $y_c$ ) a druhá vzájemná hloubka vodního skoku ( $y_2$ ). Na závěr byla vhodnost odhadu posouzena výpočtem míry vzduť ( $\sigma$ ) (4.30), jejíž hodnota se doporučuje v rozmezí od 1,05 do 1,1. Finálně pro hloubku vývaru  $d = 0,40 \text{ m}$ :

$$\sigma = \frac{y_d + d}{y_2} = \frac{0,22 + 0,40}{0,589} = \mathbf{1,05} \quad (4.36)$$

Délka vývaru byla stanovena výpočtem podle Smetany (4.37). Z důvodu snazšího provedení byla zaokrouhlena směrem nahoru na 0,5 m. Za závěrným prahem vývaru bude provedeno opevnění dna koryta toku pomocí kamenné rovinaniny, v délce 3 m.

$$L_v = 6(y_2 - y_1) = 6(0,589 - 0,139) = 2,70 \cong \mathbf{3\ m} \quad (4.37)$$

## 5. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění možností obnovy vodních děl v části povodí řeky Blšanky. Podklady pro průzkum řešeného území byly především historické mapy a ortofoto snímky. Dva z profilů jsou vybrány na doporučení správce toku – kolegů ze žateckého závodu státního podniku Povodí Ohře.

Výsledkem analýzy území je inventář osmi vhodných profilů. Parametry těchto profilů, respektive potenciální vodní nádrže v těchto profilech, byly porovnávány z pěti hledisek, kterými jsou: Primární účel nádrže, hloubka a objem vody v nádrži, předpokládané finanční náklady a aby bylo možno srovnávat rozdílné činnosti při obnově daného vodního díla, bylo zavedeno páté srovnávací hledisko – výše finančních nákladů nutných k zadržení 1 m<sup>3</sup> vody v nádrži. Bylo nutné porovnávat vodní díla u kterých je zapotřebí vybudovat těleso hráze zcela znovu, s vodními díly jejichž obnova by spočívala v rekonstrukci, která by byla v jednom případě spojena s odbahněním. Profily byly hodnoceny tříbodovou škálou -1, 0 a 1 bodem.

Celkem čtyři profily vyšly z hodnocení s kladnou bilancí a bylo by tedy účelné jim nadále věnovat pozornost. Nejvyšší hodnocení získaly shodně dva profily. Pro účely studie proveditelnosti, jež je podstatnou součástí této práce, bylo vybráno pouze jedno vodní dílo. Zvolen byl „Velký pastuchovický rybník“ díky velikosti jeho zásobního objemu.

Pro účely této studie bylo zavedeno několik zjednodušujících předpokladů. Některé vstupy pro následné výpočty pak byly odhadnuty – například pro výpočet průsaků vody tělesem hráze byl odhadnut koeficient hydraulické vodivosti zeminy. V případě skutečné realizace by pak samozřejmě byla potřeba tyto odhady zpřesnit.

Zvolené vodní dílo bylo v dalších částech této práce řešeno ze stavebního i vodohospodářského hlediska. Celému řešení však předcházela popis lokality a historie obnovovaného díla. Následoval výpočet potřebných hydrologických podkladů, jimiž jsou N-leté průtoky a průměrný průtok v toku. K tomu bylo užito metody CN křivek a hydrologické analogie.

Dalším bodem technického řešení vodního díla byl návrh tělesa hráze. To bylo navrženo, jako zonální se středním těsněním. K provedení tohoto návrhu se předpokládá výskyt dostatečného množství vhodné zeminy. V opačném případě je nutno vytipovat zemník v jiné lokalitě (např. lom cihelny v Kryrech, vzdálený asi 16 km).

Dílní částí řešení je výpočet ztrát vody z nádrže nutný k sestavení bilance nádrže. Pro účely studie byly některé výpočty založeny na odhadech. Odhadnuta byla například hloubka hladiny podzemní vody nebo součinitel hydraulické vodivosti. Bilancováním přítoku, odtoku a ztrát vody bylo zjištěno, že při počátku plnění na začátku hydrologického roku (v listopadu) dojde k naplnění zásobního prostoru nádrže nejpozději za pět měsíců.

K bezpečnému provozování nádrže je nutno vybavit vodní dílo funkčními objekty, kterými jsou spodní výpusť a bezpečnostní přeliv. Uzávěrem spodní výpusť je regulační šoupátko. To je osazeno do železobetonového objektu. Na tento objekt navazuje železobetonová odpadní chodba, na jejímž konci se nachází vývar. K bezpečnému převedení

povodňových průtoků byl navržen nehrazený bezpečnostní přeliv. Konstrukčně byl zasazen k levobřežnímu zavázání hráze a je tedy boční. Odpadní koryto od bezpečnostního přelivu je vedeno mimo hráz, po levém břehu toku, do něž se za vývarem napojuje na stávající vodní tok.

## 6. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1 - Mapa povodí Blšanky [1]	- 3 -
Obrázek 2.2 – Podélný profil Blšanky	- 4 -
Obrázek 3.1 – Mapa vytipovaných lokalit	- 6 -
Obrázek 4.1 - Pastuchovice („Pastochowitz“) s rybníkem v Müllerově mapě Čech [26]	- 9 -
Obrázek 4.2 - Povodí nádrže	- 10 -
Obrázek 4.3 – Schématický řez tělesem hráze	- 13 -
Obrázek 4.4 - Batigrafické křivky nádrže	- 15 -
Obrázek 4.5 - Průběh plnění nádrže	- 17 -
Obrázek 4.6 - Konsumční křivka bezpečnostního přelivu	- 19 -
Obrázek 4.7 - Konsumční křivka spodní výpusti	- 22 -

## 7. SEZNAM TABULEK

Tabulka 2.1 – N-leté průtoky v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	- 4 -
Tabulka 3.1 - Přehled vytipovaných lokalit	- 6 -
Tabulka 3.2 - Zhodnocení vybraných vodních děl	- 8 -
Tabulka 4.1 - Tabulka ploch a CN křivek	- 11 -
Tabulka 4.2 – Stanovení N-letých průtoků a objemů povodňových vln	- 12 -
Tabulka 4.3 - Batigrafické křivky nádrže	- 14 -
Tabulka 4.4 - Rozdělení ročního výparu	- 14 -
Tabulka 4.5 - Bilance nádrže	- 17 -

## 8. POUŽITÉ ZDROJE

1. VLČEK, Vladimír a kol. *Vodní toky a nádrže*. Praha : Academia, 1984.
2. **Povodí Ohře, státní podnik**. Stavby a průtoky. *Povodí Ohře*. [Online] Povodí Ohře, státní podnik, 2017. [Citace: 28. Únor 2017.] <http://sap.poh.cz/portal/SaP/cz/PC/Mereni.aspx?id=3432&oid=3>.
3. **Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka**. Charakteristiky toků a povodí ČR. *DIBAVOD*. [Online] 2006. [Citace: 28. Únor 2017.] <http://www.dibavod.cz>.
4. **HOLTANOVÁ Eva, Petr SKALÁK**. Mapy charakteristik klimatu. *Český hydrometeorologický ústav*. [Online] [Citace: 5. Březen 2017.] <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu#>.
5. **KRISE, Jakub a Dana, KRISOVÁ**. *Studie záplavového území toku Blšanka*. Praha : Ing. Jakub Krise, 2007.



6. **ELLEDER, Libor a kol.** Osudy rybníčních soustav v povodí dolní Berounky a Blšanky za katastrofální povodně v květnu 1872. Praha : Český hydrometeorologický ústav, 2016.
7. **TOŠNEROVÁ, Květa.** Před 140 lety se po průtrži mračen rozvodnil Podvinecký potok a Blšanka. *Svobodný hlas*. 2012, 21.
8. **ŠERCL, Petr a kol.** Vyhodnocení povodní v červnu 2013. *Český hydrometeorologický ústav*. [Online] 2013. [Citace: 16. Březen 2017.] [http://voda.chmi.cz/pov13/DilciZprava\\_DU\\_1\\_2\\_Hydrologie.pdf](http://voda.chmi.cz/pov13/DilciZprava_DU_1_2_Hydrologie.pdf).
9. **Česká geologická služba.** Geologická mapa 1:50 000. *Česká geologická služba*. [Online] Česká geologická služba. [Citace: 23. Březen 2017.] [http://mapy.geology.cz/geocr\\_50/](http://mapy.geology.cz/geocr_50/).
10. **Český úřad zeměměřický a katastrální.** Analýzy výškopisu. *Digitální model reliéfu*. [Online] Český úřad zeměměřický a katastrální, 2013. [Citace: 23. Březen 2017.] <http://ags.cuzk.cz/dmr/>.
11. —. Archiválie - ÚAZK. *Český úřad zeměměřický a katastrální*. [Online] <http://archivnimapy.cuzk.cz/uazk/pohledy/archiv.html#>.
12. **Ministerstvo financí.** Příloha č. 13 k vyhlášce č. 3/2008 Sb. *Výpočet ceny stavby rybníka a koeficienty pro její úpravu*. Praha : autor neznámý, 2008.
13. **Česká geologická služba.** Půdní mapa 1:50 000. *Mapové aplikace - Česká geologická služba*. [Online] Česká geologická služba, 2014. [Citace: 3. Duben 2017.] <http://mapy.geology.cz/pudy/>.
14. **KEMEL, Miroslav.** *Klimatologie, meteorologie, hydrologie*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-01456-8.
15. *Vesnické technické objekty 2013. Regionální muzeum ve Vysokém Mýtě*. Vysoké Mýto : Mgr. Jiří Chmelenský, 2014. ISBN: 978-80-904401-5-9.
16. **Půdní služba.** eKatalog BPEJ. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
17. **ČSN 75 2410.** *Malé vodní nádrže*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
18. **VRÁNA, Karel a BERAN, Jan.** *Rybníky a účelové nádrže*. Praha : ČVUT, 2005. ISBN 80-01-02570-5.
19. **ŠTĚPÁNEK, Petr a Richard LOJKA.** Geologické lokality - Velečín - opuštěná těžebna. *Významné geologické lokality v České republice*. [Online] Česká geologická služba, 14. Květen 2012. [Citace: 10. Duben 2017.] <http://lokality.geology.cz/3527>.
20. **Český hydrometeorologický ústav, Praha; Universita Palackého, Olomouc.** *Atlas podnebí Česka*. [Elektronický zdroj] Praha/Olomouc : autor neznámý, 2007.
21. **BROŽA, Vojtěch a kolektiv.** *Přehrady*. Praha : SNTL/ALFA, 1987. L17-C3-IV-31f/78 294.

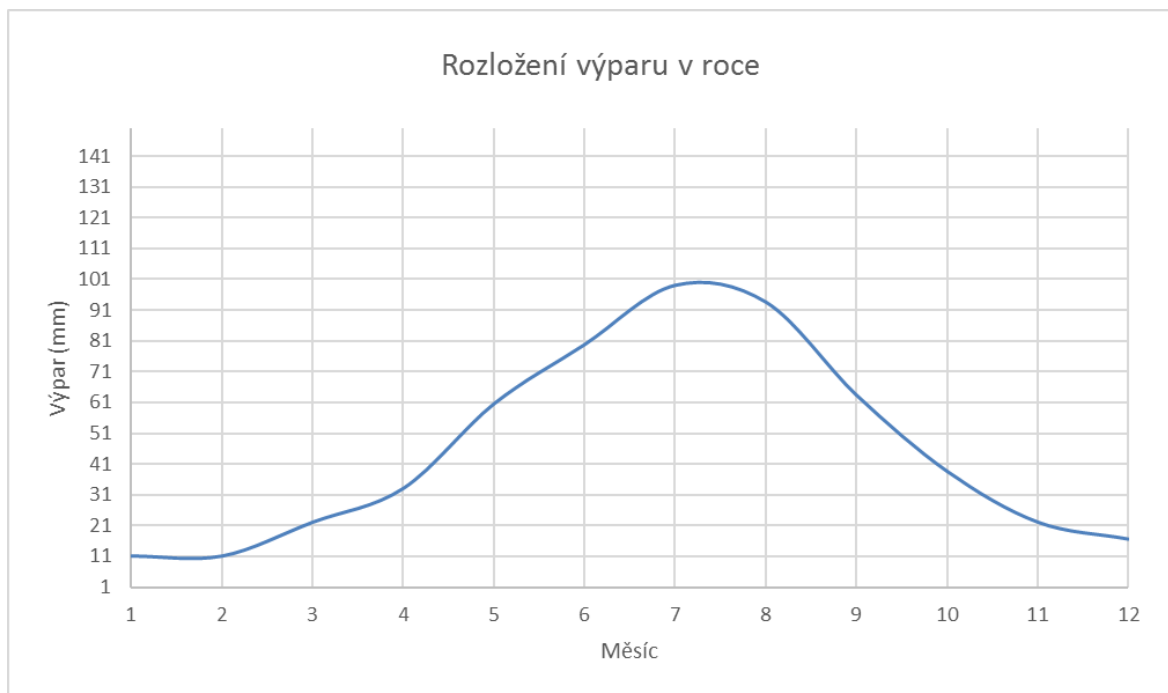
22. **DAVID, Václav.** *Vodní hospodářství krajiny 2 - 7. cvičení.* [Prezentace na webu]  
Praha : K143 FSv ČVUT.
23. **KOLÁŘ, Václav, Cyril, PATOČKA a Jiří, BÉM.** *Hydraulika.* Praha : SNTL, 1983.  
L17-C3-V-41/78 115.
24. **MÜLLER, Jan Kryštof.** Müllerova mapa Čech. Praha : MÜLLER, Jan Kryštof, 1720.  
Virtuální mapová sbírka.
25. **Kolektiv pracovníků hydrometeorologického ústavu.** Hydrologické poměry  
Československé socialistické republiky, díl III. [editor] ZÍTEK Josef. [305 stran + 9 map].  
Praha : HMÚ, 1970.
26. **Český úřad zeměměřický a katastrální.** Nahlížení do katastru nemovitostí. *ČÚZK.*  
[Online] Český úřad zeměměřický a katastrální. [Citace: 3. Duben 2017.]  
<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=777650&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>.

## 9. PŘÍLOHY

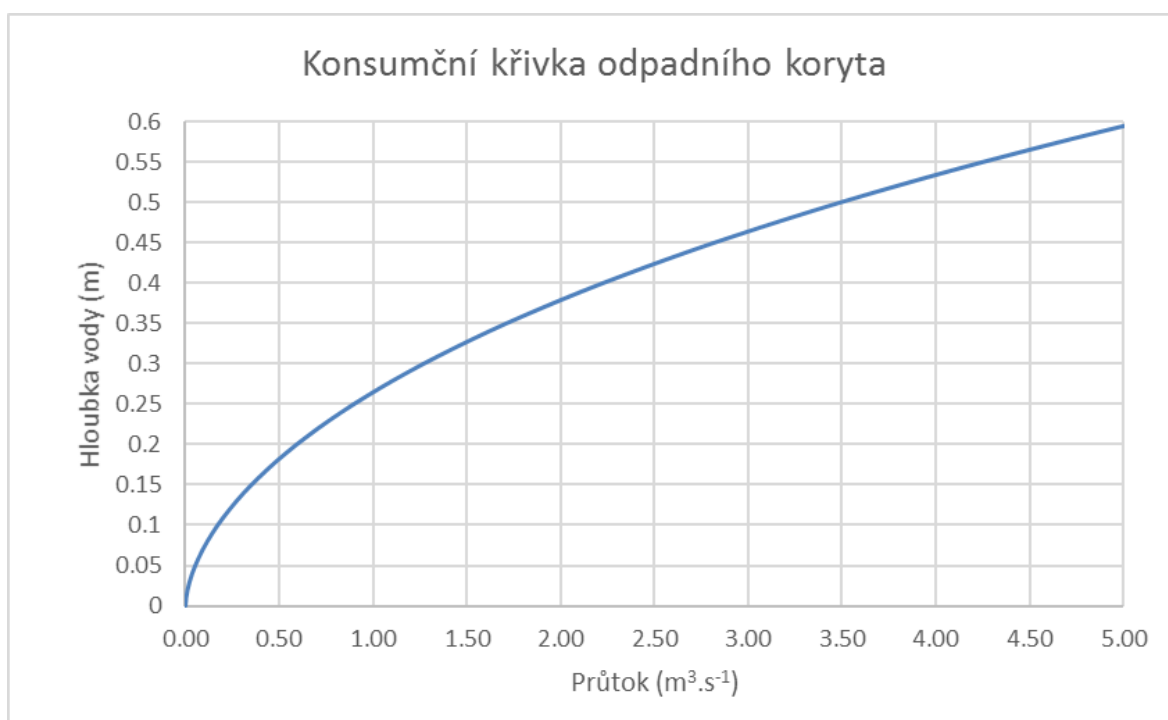
Příloha 9.1 - Tabulka průměrných měsíčních teplot za klimatický normál 1961–1990	- 30 -
Příloha 9.2 - Rozložení výparu v roce	- 30 -
Příloha 9.3 - Konsumční křivka odpadního koryta od BP	- 30 -
Příloha 9.4 - Konsumční křivka odpadního koryta od BP	- 31 -
Příloha 9.5 - Konsumční křivka bezpečnostního přelivu	- 32 -
Příloha 9.6 - Konsumční křivka spodní výpusti	- 32 -
Příloha 9.7 - Konsumční křivka koryta pod hrází	- 33 -
Příloha 9.8 - Výpočet vývaru pod spodní výpustí	- 33 -
Příloha 9.9 - Výpočet vývaru pod bezpečnostním přelivem	- 33 -

Příloha 9.1 - Tabulka průměrných měsíčních teplot za klimatický normál 1961–1990

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Teplota (°C)	-4.5	-3.5	3	6.8	11.7	15	16.5	15.9	12.5	7.5	2.3	-1.1



Příloha 9.2 - Rozložení výparu v roce



Příloha 9.3 - Konsumční křivka odpadního koryta od BP

Príloha 9.4 - Konsumční křivka odpadního koryta od BP

h	b	B	S	O	R	n	C	i	v	Q	Fr
m	m	m	m <sup>2</sup>	m	m	-	m <sup>0.5</sup> .s <sup>-1</sup>	-	m.s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	-
0	1.5	1.5	0.00	1.50	0.00	0.035	0.00	0.03	0.00	0.00	
0.01	1.5	1.56	0.02	1.56	0.01	0.035	13.21	0.03	0.23	0.00	0.5
0.02	1.5	1.62	0.03	1.63	0.02	0.035	14.78	0.03	0.35	0.01	0.7
0.03	1.5	1.68	0.05	1.69	0.03	0.035	15.77	0.03	0.46	0.02	0.8
0.04	1.5	1.74	0.06	1.75	0.04	0.035	16.49	0.03	0.55	0.04	0.8
0.05	1.5	1.8	0.08	1.82	0.05	0.035	17.07	0.03	0.63	0.05	0.9
0.06	1.5	1.86	0.10	1.88	0.05	0.035	17.55	0.03	0.70	0.07	0.9
0.07	1.5	1.92	0.12	1.94	0.06	0.035	17.96	0.03	0.77	0.09	1.0
0.08	1.5	1.98	0.14	2.01	0.07	0.035	18.32	0.03	0.84	0.12	1.0
0.09	1.5	2.04	0.16	2.07	0.08	0.035	18.64	0.03	0.90	0.14	1.0
0.1	1.5	2.1	0.18	2.13	0.08	0.035	18.92	0.03	0.95	0.17	1.1
0.11	1.5	2.16	0.20	2.20	0.09	0.035	19.19	0.03	1.01	0.20	1.1
0.12	1.5	2.22	0.22	2.26	0.10	0.035	19.43	0.03	1.06	0.24	1.1
0.13	1.5	2.28	0.25	2.32	0.11	0.035	19.65	0.03	1.11	0.27	1.2
0.14	1.5	2.34	0.27	2.39	0.11	0.035	19.86	0.03	1.15	0.31	1.2
0.15	1.5	2.4	0.29	2.45	0.12	0.035	20.05	0.03	1.20	0.35	1.2
0.16	1.5	2.46	0.32	2.51	0.13	0.035	20.23	0.03	1.24	0.39	1.2
0.17	1.5	2.52	0.34	2.58	0.13	0.035	20.41	0.03	1.29	0.44	1.2
0.18	1.5	2.58	0.37	2.64	0.14	0.035	20.57	0.03	1.33	0.49	1.3
0.19	1.5	2.64	0.39	2.70	0.15	0.035	20.72	0.03	1.37	0.54	1.3
0.2	1.5	2.7	0.42	2.76	0.15	0.035	20.87	0.03	1.41	0.59	1.3
0.21	1.5	2.76	0.45	2.83	0.16	0.035	21.01	0.03	1.45	0.65	1.3
0.22	1.5	2.82	0.48	2.89	0.16	0.035	21.15	0.03	1.48	0.71	1.3
0.23	1.5	2.88	0.50	2.95	0.17	0.035	21.28	0.03	1.52	0.77	1.3
0.24	1.5	2.94	0.53	3.02	0.18	0.035	21.40	0.03	1.56	0.83	1.4
0.25	1.5	3	0.56	3.08	0.18	0.035	21.52	0.03	1.59	0.90	1.4
0.26	1.5	3.06	0.59	3.14	0.19	0.035	21.64	0.03	1.63	0.96	1.4
0.27	1.5	3.12	0.62	3.21	0.19	0.035	21.75	0.03	1.66	1.04	1.4
0.28	1.5	3.18	0.66	3.27	0.20	0.035	21.85	0.03	1.69	1.11	1.4
0.29	1.5	3.24	0.69	3.33	0.21	0.035	21.96	0.03	1.73	1.19	1.4
0.3	1.5	3.3	0.72	3.40	0.21	0.035	22.06	0.03	1.76	1.27	1.4
0.31	1.5	3.36	0.75	3.46	0.22	0.035	22.16	0.03	1.79	1.35	1.5
0.32	1.5	3.42	0.79	3.52	0.22	0.035	22.26	0.03	1.82	1.43	1.5
0.33	1.5	3.48	0.82	3.59	0.23	0.035	22.35	0.03	1.85	1.52	1.5
0.34	1.5	3.54	0.86	3.65	0.23	0.035	22.44	0.03	1.88	1.61	1.5
0.35	1.5	3.6	0.89	3.71	0.24	0.035	22.53	0.03	1.91	1.71	1.5
0.36	1.5	3.66	0.93	3.78	0.25	0.035	22.62	0.03	1.94	1.80	1.5
0.37	1.5	3.72	0.97	3.84	0.25	0.035	22.70	0.03	1.97	1.90	1.5
0.38	1.5	3.78	1.00	3.90	0.26	0.035	22.78	0.03	2.00	2.01	1.5
0.39	1.5	3.84	1.04	3.97	0.26	0.035	22.86	0.03	2.03	2.11	1.5
0.4	1.5	3.9	1.08	4.03	0.27	0.035	22.94	0.03	2.06	2.22	1.6
0.41	1.5	3.96	1.12	4.09	0.27	0.035	23.02	0.03	2.08	2.33	1.6
0.42	1.5	4.02	1.16	4.16	0.28	0.035	23.09	0.03	2.11	2.45	1.6
0.43	1.5	4.08	1.20	4.22	0.28	0.035	23.17	0.03	2.14	2.57	1.6
0.44	1.5	4.14	1.24	4.28	0.29	0.035	23.24	0.03	2.17	2.69	1.6
0.45	1.5	4.2	1.28	4.35	0.30	0.035	23.31	0.03	2.19	2.81	1.6
0.46	1.5	4.26	1.32	4.41	0.30	0.035	23.38	0.03	2.22	2.94	1.6
0.47	1.5	4.32	1.37	4.47	0.31	0.035	23.45	0.03	2.25	3.07	1.6
0.48	1.5	4.38	1.41	4.54	0.31	0.035	23.52	0.03	2.27	3.21	1.6
0.49	1.5	4.44	1.46	4.60	0.32	0.035	23.59	0.03	2.30	3.34	1.6
0.5	1.5	4.5	1.50	4.66	0.32	0.035	23.65	0.03	2.32	3.49	1.7
0.51	1.5	4.56	1.55	4.73	0.33	0.035	23.72	0.03	2.35	3.63	1.7
0.52	1.5	4.62	1.59	4.79	0.33	0.035	23.78	0.03	2.37	3.78	1.7
0.53	1.5	4.68	1.64	4.85	0.34	0.035	23.84	0.03	2.40	3.93	1.7
0.54	1.5	4.74	1.68	4.92	0.34	0.035	23.90	0.03	2.42	4.08	1.7
0.55	1.5	4.8	1.73	4.98	0.35	0.035	23.96	0.03	2.45	4.24	1.7
0.56	1.5	4.86	1.78	5.04	0.35	0.035	24.02	0.03	2.47	4.40	1.7
0.57	1.5	4.92	1.83	5.10	0.36	0.035	24.08	0.03	2.50	4.57	1.7
0.58	1.5	4.98	1.88	5.17	0.36	0.035	24.14	0.03	2.52	4.74	1.7
0.59	1.5	5.04	1.93	5.23	0.37	0.035	24.20	0.03	2.54	4.91	1.7
0.6	1.5	5.1	1.98	5.29	0.37	0.035	24.25	0.03	2.57	5.09	1.7

Příloha 9.5 - Konsumční křivka bezpečnostního přelivu

Hladina (m n. m.)	h0 (m)	$\mu$ (-)	b0 (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Hladina (m n. m.)	h0 (m)	$\mu$ (-)	b0 (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
445.50	0.00	0.544	6.00	0.00	445.76	0.26	0.651	5.97	1.52
445.51	0.01	0.549	6.00	0.01	445.77	0.27	0.654	5.97	1.62
445.52	0.02	0.553	6.00	0.03	445.78	0.28	0.658	5.97	1.72
445.53	0.03	0.558	6.00	0.05	445.79	0.29	0.661	5.97	1.82
445.54	0.04	0.563	6.00	0.08	445.80	0.30	0.665	5.97	1.93
445.55	0.05	0.567	6.00	0.11	445.81	0.31	0.668	5.97	2.03
445.56	0.06	0.572	5.99	0.15	445.82	0.32	0.672	5.97	2.14
445.57	0.07	0.576	5.99	0.19	445.83	0.33	0.675	5.97	2.26
445.58	0.08	0.580	5.99	0.23	445.84	0.34	0.679	5.97	2.37
445.59	0.09	0.585	5.99	0.28	445.85	0.35	0.682	5.97	2.49
445.60	0.10	0.589	5.99	0.33	445.86	0.36	0.685	5.96	2.61
445.61	0.11	0.593	5.99	0.38	445.87	0.37	0.689	5.96	2.73
445.62	0.12	0.597	5.99	0.44	445.88	0.38	0.692	5.96	2.85
445.63	0.13	0.601	5.99	0.50	445.89	0.39	0.695	5.96	2.98
445.64	0.14	0.605	5.99	0.56	445.90	0.40	0.698	5.96	3.11
445.65	0.15	0.609	5.99	0.63	445.91	0.41	0.702	5.96	3.24
445.66	0.16	0.613	5.98	0.69	445.92	0.42	0.705	5.96	3.38
445.67	0.17	0.617	5.98	0.76	445.93	0.43	0.708	5.96	3.51
445.68	0.18	0.621	5.98	0.84	445.94	0.44	0.711	5.96	3.65
445.69	0.19	0.625	5.98	0.91	445.95	0.45	0.714	5.96	3.79
445.70	0.20	0.629	5.98	0.99	445.96	0.46	0.717	5.95	3.94
445.71	0.21	0.633	5.98	1.07	445.97	0.47	0.721	5.95	4.08
445.72	0.22	0.636	5.98	1.16	445.98	0.48	0.724	5.95	4.23
445.73	0.23	0.640	5.98	1.25	445.99	0.49	0.727	5.95	4.38
445.74	0.24	0.644	5.98	1.34	446.00	0.50	0.730	5.95	4.53
445.75	0.25	0.647	5.98	1.43					

Příloha 9.6 - Konsumční křivka spodní výpusti

Kóta (m n. m.)	H (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Kóta (m n. m.)	H (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Kóta (m n. m.)	H (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
440.00	0.00	0.00	442.10	2.10	0.56	444.10	4.10	0.79
440.10	0.10	0.12	442.20	2.20	0.58	444.20	4.20	0.80
440.20	0.20	0.17	442.30	2.30	0.59	444.30	4.30	0.81
440.30	0.30	0.21	442.40	2.40	0.60	444.40	4.40	0.82
440.40	0.40	0.25	442.50	2.50	0.62	444.50	4.50	0.83
440.50	0.50	0.28	442.60	2.60	0.63	444.60	4.60	0.84
440.60	0.60	0.30	442.70	2.70	0.64	444.70	4.70	0.84
440.70	0.70	0.33	442.80	2.80	0.65	444.80	4.80	0.85
440.80	0.80	0.35	442.90	2.90	0.66	444.90	4.90	0.86
440.90	0.90	0.37	443.00	3.00	0.67	445.00	5.00	0.87
441.00	1.00	0.39	443.10	3.10	0.69	445.10	5.10	0.88
441.10	1.10	0.41	443.20	3.20	0.70	445.20	5.20	0.89
441.20	1.20	0.43	443.30	3.30	0.71	445.30	5.30	0.90
441.30	1.30	0.44	443.40	3.40	0.72	445.40	5.40	0.91
441.40	1.40	0.46	443.50	3.50	0.73	445.50	5.50	0.91
441.50	1.50	0.48	443.60	3.60	0.74	445.60	5.60	0.92
441.60	1.60	0.49	443.70	3.70	0.75	445.70	5.70	0.93
441.70	1.70	0.51	443.80	3.80	0.76	445.80	5.80	0.94
441.80	1.80	0.52	443.90	3.90	0.77	445.90	5.90	0.95
441.90	1.90	0.54	444.00	4.00	0.78	446.00	6.00	0.95
442.00	2.00	0.55						

Příloha 9.7 - Konsumční křivka koryta pod hrází

h	b	B	S	O	R	n	C	i	v	Q
m	m	m	(m <sup>2</sup> )	m	m	(-)	(m <sup>0.5</sup> .s <sup>-1</sup> )	(-)	(m.s <sup>-1</sup> )	(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
0.00	1.5	1.50	0.00	1.50	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00
0.09	1.5	2.18	0.16	2.20	0.07	0.03	21.45	0.01	0.57	0.09
0.15	1.5	2.70	0.32	2.74	0.12	0.03	23.25	0.01	0.79	0.25
0.20	1.5	3.10	0.46	3.15	0.15	0.03	24.19	0.01	0.92	0.43
0.22	1.5	3.26	0.52	3.31	0.16	0.03	24.51	0.01	0.97	0.51
0.23	1.5	3.34	0.56	3.40	0.16	0.03	24.66	0.01	1.00	0.56
0.24	1.5	3.42	0.59	3.48	0.17	0.03	24.80	0.01	1.02	0.60
0.25	1.5	3.50	0.63	3.56	0.18	0.03	24.94	0.01	1.04	0.65
0.26	1.5	3.58	0.66	3.64	0.18	0.03	25.08	0.01	1.07	0.70
0.27	1.5	3.66	0.70	3.73	0.19	0.03	25.21	0.01	1.09	0.76
0.28	1.5	3.74	0.73	3.81	0.19	0.03	25.33	0.01	1.11	0.82
0.29	1.5	3.82	0.77	3.89	0.20	0.03	25.45	0.01	1.13	0.87
0.30	1.5	3.88	0.80	3.95	0.20	0.03	25.54	0.01	1.15	0.92
0.31	1.5	3.98	0.85	4.06	0.21	0.03	25.69	0.01	1.18	1.00
0.32	1.5	4.06	0.89	4.14	0.21	0.03	25.80	0.01	1.20	1.06
0.33	1.5	4.14	0.93	4.22	0.22	0.03	25.91	0.01	1.22	1.13
0.34	1.5	4.22	0.97	4.30	0.23	0.03	26.01	0.01	1.24	1.20
0.35	1.5	4.30	1.02	4.39	0.23	0.03	26.12	0.01	1.26	1.28
0.36	1.5	4.38	1.06	4.47	0.24	0.03	26.22	0.01	1.28	1.35
0.37	1.5	4.46	1.10	4.55	0.24	0.03	26.32	0.01	1.30	1.43
0.38	1.5	4.54	1.15	4.63	0.25	0.03	26.42	0.01	1.31	1.51

Příloha 9.8 - Výpočet vývaru pod spodní výpustí

h (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	q (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	yd (m)	S (m <sup>2</sup> )	v (m.s <sup>-1</sup> )	h <sub>DO</sub> (m)	E (m)	yc <sub>odh</sub> (m)	yc <sub>vp</sub> (m)	y2 (m)	y2-yd (m)
0.10	0.09	0.06	0.085	0.19	0.47	0.01	0.11	0.059	0.059	0.086	0.001
0.20	0.24	0.16	0.15	0.46	0.52	0.01	0.21	0.114	0.114	0.164	0.014
0.30	0.42	0.28	0.1	0.81	0.52	0.01	0.31	0.162	0.162	0.243	0.143
0.40	0.61	0.41	0.15	1.24	0.49	0.01	0.41	0.199	0.199	0.324	0.174
0.50	0.81	0.54	0.22	1.75	0.46	0.01	0.51	0.230	0.230	0.406	0.186
0.55	0.92	0.61	0.297	2.04	0.45	0.01	0.56	0.248	0.248	0.446	0.149

Příloha 9.9 - Výpočet vývaru pod bezpečnostním přelivem

h (m)	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	q (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	yd (m)	S (m <sup>2</sup> )	v (m.s <sup>-1</sup> )	h <sub>DO</sub> (m)	E (m)	yc <sub>odh</sub> (m)	yc <sub>vp</sub> (m)	y2 (m)	y2-yd (m)
0.05	0.05	0.03	0.05	0.08	0.63	0.02	0.57	0.008	0.008	0.129	0.079
0.10	0.17	0.09	0.10	0.18	0.95	0.05	0.65	0.025	0.025	0.235	0.135
0.15	0.35	0.18	0.15	0.29	1.20	0.07	0.72	0.048	0.048	0.338	0.188
0.20	0.59	0.30	0.20	0.42	1.41	0.10	0.80	0.079	0.079	0.439	0.239
0.25	0.90	0.45	0.25	0.56	1.59	0.13	0.88	0.116	0.116	0.539	0.289
0.30	1.27	0.63	0.30	0.72	1.76	0.16	0.96	0.160	0.160	0.639	0.339
0.35	1.71	0.85	0.35	0.89	1.91	0.19	1.04	0.212	0.212	0.737	0.387
0.40	2.22	1.11	0.40	1.08	2.06	0.22	1.12	0.273	0.273	0.833	0.433
0.45	2.81	1.41	0.45	1.28	2.19	0.25	1.20	0.344	0.344	0.924	0.474
0.50	3.49	1.74	0.50	1.50	2.32	0.28	1.28	0.427	0.427	1.009	0.509
0.55	4.24	2.12	0.55	1.73	2.45	0.31	1.36	0.525	0.525	1.084	0.534
0.60	5.09	2.54	0.60	1.98	2.57	0.34	1.44	0.646	0.646	1.142	0.542

## 10. FOTODOKUMENTACE



Fotografie č. 1 - Podjezd pod železniční tratí – křížení přístupové cesty od Pastuhovic se železnici.



Fotografie č. 2 - Pohled na budoucí zátoku přibližně z místa pravobřežního zavázání hráze.





Fotografie č. 3 - Křížení přístupové cesty s Podvineckým potokem – předpokládaný profil hráze.



Fotografie č. 4 - Propustek v křížení přístupové cesty s Podvineckým potokem.



Fotografie č. 5 - Pohled proti vodě, na koryto nad propustkem.



Fotografie č. 6 - Pohled po vodě, na opevnění v profilu pod propustkem.



Fotografie č. 7 - Pohled na levý břeh Podvineckého potoka v předpokládané zátopě.



Fotografie č. 8 - Pohled z cesty na budoucí vzdušní líc hráze. Cesta je oproti okolnímu terénu vyvýšená, to je považováno za pozůstatek tělesa hráze.

# 11. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

<b>ČÍSLO</b>	<b>NÁZEV</b>	<b>MĚŘÍTKO</b>
C.1	VODOHOSPODÁŘSKÁ MAPA	1:25 000
D.1	SITUACE	1:500
D.3	VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ	1:100
D.4	PŮDORYS BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU	1:50
D.5	ŘEZY BEZPEČNOSTNÍM PŘELIVEM	1:50
D.6	PŮDORYS OBJEKTU SPODNÍ VÝPUSTI	1:100
D.7	ŘEZ OBJEKTEM SPODNÍ VÝPUSTI	1:100