



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

# POSOUZENÍ NÁVRHU MALÉ VODNÍ NÁDRŽE V OBCI MUTĚNICE Z HLEDISKA EKONOMICKÉ STRÁNKY

ASSESSMENT OF DESIGN SMALL WATER RESERVOIR IN THE VILLAGE MUTENICE  
IN ECONOMIC TERMS

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Suchánek

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL MENŠÍK, Ph.D.

BRNO 2018



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Studijní program</b>        | N3607 Stavební inženýrství  |
| <b>Typ studijního programu</b> | Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia |
| <b>Studijní obor</b>           | 3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby                        |
| <b>Pracoviště</b>              | Ústav vodního hospodářství krajiny                                |

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Student</b>         | Bc. Petr Suchánek  |
| <b>Název</b>           | Posouzení návrhu malé vodní nádrže v obci Mutěnice z hlediska ekonomické stránky |
| <b>Vedoucí práce</b>   | Ing. Pavel Menšík, Ph.D.   |
| <b>Datum zadání</b>    | 31. 3. 2017  |
| <b>Datum odevzdání</b> | 12. 1. 2018  |

V Brně dne 31. 3. 2017

---

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

1. Šálek, J., Mika, Z., Tresová, A., Rybníky a účelové nádrže, SNTL, 1989
2. Vrána, K., Rybníky a účelové nádrže, ČVUT, 2002
3. Doležal, P., Rybníky a účelové nádrže, studijní opora, VUT v Brně, 2009
4. Suchánek, P., Návrh malé vodní nádrže. Brno, 2016. 51 s., 3 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Petr Doležal
5. Ceníkové databáze, například ÚRS PRAHA
6. Geologický průzkum
7. Rekognoskace terénu a dokumentace stavu
8. Související normy a předpisy

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Úkolem diplomové práce bude provést ekonomické posouzení výhodnosti případné realizace malé vodní nádrže. Ekonomické posouzení bude vycházet z již zpracované studie návrhu malé vodní nádrže. Vodní nádrž je situovaná v k. ú. obce Mutěnice.

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Pavel Menšík, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

# ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

## Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá ekonomickým posouzením návrhu malé vodní nádrže v obci Mutěnice. Závěrečná práce navazuje na bakalářskou práci studenta, rozšiřuje ji a opravuje nedostatky v ní zjištěné. V teoretické části se práce zabývá problematikou vhodné volby materiálu pro homogenní hráze, bezpečnostními přelivy, doprovodnými dřevinami v okolí zátopy a zejména posouzením ekonomické výhodnosti návrhu nádrže. V praktické části jsou řešeny úpravy bakalářské práce na základě připomínek a nově zjištěných skutečností a ekonomické posouzení na základě rozpočtu stavby. Součástí práce jsou také výkresy sloužící k utvoření představy o možném návrhu a podrobný položkový rozpočet jednotlivých stavebních částí.

## Klíčová slova

Ekonomické posouzení, rozpočet, mala vodní nádrž, Mutěnice, rybník

## Abstract

This diploma thesis evaluates a design of a small water reservoir in Mutenice village from an economic point of view. This final work is a follow-up of the bachelor work of the same student, it completes it and improves on previously noticed inaccuracies. There are several aspects elaborated in the theoretical part, such as selection of material for homogenous dam, safety spilway, accompanying woods in the flooding area of and especially the evaluation of the commercial advantage of the water reservoir design. There are corrections of the bachelor work in the practical part of this study, based on the comments and lately found facts as well as the economical estimate based on the cost calculation of the construction. Content of the work are also technical drawings illustrating this take on the reservoir design and a detailed bill of material.

## Keywords

economic assessment, costing, small water reservoir, Mutěnice, pond

## **TABIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

SUCHÁNEK, Petr. *Posouzení návrhu malé vodní nádrže v obci Mutěnice z hlediska ekonomické stránky*. Brno, 2018. 56 s., 18 s. příl.d Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Menšík, Ph.D.

# **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12.1.2018

.....

podpis autora Petr Suchánek

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mne po dobu mého studia podporovali jak materiálně, tak psychicky. Tím mám na mysli hlavně přítelkyni, rodinu, přátele a kamarády, nejen z řad spolužáků. V neposlední řadě bych rád poděkoval vedoucímu práce za předané rady a zkušenosti a pomoc při řešení mé závěrečné práce.

# OBSAH

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>ÚVOD</b> .....                                     | <b>3</b>  |
| <b>2</b>   | <b>CÍL PRÁCE</b> .....                                | <b>5</b>  |
| <b>3</b>   | <b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....                          | <b>6</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>Materiál hráze</b> .....                           | <b>6</b>  |
| <b>3.2</b> | <b>Bezpečnostní objekty</b> .....                     | <b>8</b>  |
| 3.2.1      | Nejběžnější typy bezpečnostních přelivů.....          | 10        |
| <b>3.3</b> | <b>Doprovodné dřeviny</b> .....                       | <b>12</b> |
| 3.3.1      | Rostliny rybníčních litorálů a okolní vegetace.....   | 12        |
| 3.3.2      | Pravidla výsadby.....                                 | 14        |
| <b>3.4</b> | <b>Ekonomická stránka malých vodních nádrží</b> ..... | <b>14</b> |
| 3.4.1      | Propočet a rozpočet stavby .....                      | 14        |
| 3.4.2      | Objemový a ekonomický ukazatel.....                   | 15        |
| 3.4.3      | OPŽP 2014 - 2020 .....                                | 16        |
| <b>4</b>   | <b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....                           | <b>21</b> |
| <b>4.1</b> | <b>výstupy z bakalářské práce</b> .....               | <b>21</b> |
| 4.1.1      | Těleso hráze .....                                    | 21        |
| 4.1.2      | Batygrafické křivky .....                             | 22        |
| 4.1.3      | Vodní bilance .....                                   | 23        |
| 4.1.4      | Sdružený funkční blok .....                           | 24        |
| 4.1.5      | Přípomínky k bakalářské práci.....                    | 25        |
| <b>4.2</b> | <b>Změny v návrhu nádrže</b> .....                    | <b>26</b> |
| 4.2.1      | Použití zeminy a těleso hráze .....                   | 26        |
| 4.2.2      | Zátopa .....  | 29        |
| 4.2.3      | Bezpečnostní přeliv.....                              | 30        |
| 4.2.4      | Doprovodné dřeviny v okolí nádrže.....                | 39        |
| <b>4.3</b> | <b>Ekonomické hledisko nádrže</b> .....               | <b>41</b> |
| 4.3.1      | Rozpočet stavby .....                                 | 41        |
| 4.3.2      | Posouzení .....                                       | 48        |



---

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>5 ZÁVĚR .....</b>        | <b>49</b> |
| <b>SEZNAM TABULEK .....</b> | <b>54</b> |
| <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b> | <b>55</b> |
| <b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>  | <b>56</b> |

# 1 ÚVOD

Voda na Zemi je nezbytnou složkou zajišťující jednu ze základních životních potřeb a nezastupitelnou složkou všech žijících organismů a to jak živočišných, tak rostlinných. Jedním z nejstarších řeckých filosofů Thala z Miletu byla představována jako základ světa. „Principem všech věcí je voda, z vody je vše a vše se do ní vrací.“. Podle něj je voda věčná, nekonečná pohybující se hmota, čímž tak vystihnul její specifickou vlastnost a to její neustálý koloběh v přírodě, podmíněný působením sluneční energie. Je nepostradatelnou a nezastupitelnou složkou nejen výživy člověka, ale také životního prostředí. Z těchto informací vyplývá, že dokonalá a podrobná znalost vztahů mezi vodou a životem je nutností. Z tohoto důvodu se již od pradávna lidé snažily její režim v krajině cíleně ovlivnit a to s cílem vodu buďto zadržovat v místech k tomu vhodných nebo odvádět přebytečnou vodu z nevhodných míst. První zmínky o vodohospodářských stavbách se dochovali již z doby 4000 let př. n. l. Jednalo se o ochranné hráze proti záplavám a odvodňovací nebo závlahové kanály v Mezopotámii. Nejstarší dochované těleso hráze poté můžeme nalézt na území dnešního Egypta, přibližně 30 km jižně od Káhiry. Toto těleso vytvářelo vodní nádrž Moeris s údajným objemem až 12 mld. m<sup>3</sup>. Archeologické nálezy, nebo písemné zmínky o vodních dílech můžeme nalézt z téměř každého historického období. Dá se tedy bez nadsázky říct, že vodní hospodářství provází lidi odnepaměti.

V případě českých zemí se setkáváme hlavně se stavbami sloužícími především pro chov. Odtud také pochází užívaný název pro malé vodní nádrže – rybník. Přestože rybníky považujeme za typický český fenomén, objevují se první zmínky o rybnících již 2 300 let př. n. l., a to v Číně. Do střední Evropy přinesli umění stavění hrází účastníci křížových výprav, kteří se s touto technologií seznámili na svých taženích v jižní Evropě a Palestině. První zmínky o stavbě rybníků můžeme nalézt již v zakládacích listinách kladrubského, katovického a dalších klášterů z 11. a 12. století a od začátku sloužili k chovu kapra. Ve středověku se stavěly nejdříve tzv. stavy – malé hráze pro zadržování vody k uchování nalovených ryb. Tyto stavy nebyly opatřeny žádnými objekty jako například výpusť nebo přepad. Spodní výpusť se poprvé objevují ve 13. Století. K postupnému rozvoji rybníkářství docházelo od poloviny 14. století, kdy se zdokonalila stavební technika a začaly se objevovat odvážnější stavební díla jako např. rybníky Dvořiště a Máchovo jezero. Největšího rozmachu dosáhlo rybníkářství na našem území v 16. Století a postupem času dosáhlo co do počtu rybníků a produkce kapra prvního místa v Evropě. Koncem 18 a začátkem 19. století se

ale trend obrací a přichází na řadu rušení malých vodních nádrží ve velkém množství a to zejména z důvodu velkého rozmachu zemědělství a s tím spojená potřeba zvětšení obhospodařovaných ploch. V polovině 19. Století klesla plocha rybníků na 35 tis. ha oproti cca 180 tis. ha plochy rybníků ze začátku 17. Století. V roce 1904 se naše rybníkářství začalo opět rozvíjet a došlo k dlouhodobé stabilizaci ploch malých vodních nádrží – v roce 2006 byl udáván dlouhodobý průměr 42 500 ha.

Vodní zdroje České republiky jsou až na výjimky obnovovány atmosférickými srážkami (dlouhodobý roční průměr srážek představuje 673 mm), s udávaným ročním průměrem 54 mld. m<sup>3</sup>, přičemž se na našem území neustále střídají období sucha s obdobími, kdy je vody dostatek. Z tohoto důvodu je v současné době patrná snaha o co nejefektivnější zadržení vody v krajině, zejména za pomoci budování nových malých vodních nádrží, tůní a mokřadů, které zároveň plní funkci biocenter a biokoridorů. Tyto snahy jsou zároveň podporovány dotačními tituly. S ohledem na současnou úroveň poznání, hydrologické modely a jejich predikce je zároveň zjevné, že bude otázka zadržení vody v krajině stále citelnější.

[1,3,4,6,8,12]

---

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je dle zadání vypracovat posouzení navrhované malé vodní nádrže v obci Mutěnice, která byla navržena v rámci bakalářské práce studenta a to z ekonomického hlediska, zpřesnění výstupů z této práce a vyřešení technických problémů zjištěných v průběhu vyhodnocování. Mezi nejnaléhavější problémy se řadí otázka navrhovaných zemin, rozměrů a tvaru homogenního tělesa hráze a řešení bezpečnostního přelivu a jeho napojení do stávajícího koryta potoka.

Práce si zároveň klade za cíl modelaci navrhovaného tělesa pomocí projekčního 3D systému, který umožní přesně stanovit kubatury a plochy jednotlivých stavebních dílů, které budou následně vyjádřeny v rozpočtové části. Rozpočtová část bude řešena zvlášť pro stavební objekty a pro následnou péči. Celkové náklady na výstavbu budou po vyčíslení porovnány s obvyklými cenami v rámci ceníku obvyklých nákladů na výstavbu dle ceníku AOPK. Cílem práce je také nastínit možnosti teoretického financování v rámci dotačních titulů.

---

## **3 TEORETICKÁ ČÁST**

Teoretická část této práce se věnuje problematice týkající se malých vodních nádrží a to zejména těch částí, které nebyly dostatečně vyřešeny v bakalářské práci. Teorie se věnuje zejména materiálům používaných pro stavbu homogenních hrází, dále konstrukcím bezpečnostních přelivů a doprovodným dřevinám v okolí nádrže. V závěrečné fázi je pojednáno o ekonomické části malých vodních nádrží a rozpočtu projektu. Informace získané z této části byly následně aplikovány v praktické části.

### **3.1 MATERIÁL HRÁZE**

Hráze jsou z hlediska spolehlivosti a dlouhověkosti nejnáročnějším prvkem MVN a rybníků. Zároveň se často jedná o finančně nejnáročnější část stavby. Budujeme je v souladu s ČSN 73 6815, přičemž se u rybníků a malých nádrží budují především jako sypané a zemní. Materiál se navrhuje na základě inženýrsko-geologického průzkumu. Z hlediska nákladů je přitom důležité, aby se zemina nacházela v těsné blízkosti hráze, ideálně pak na ploše budoucí nádrže. Při zřizování zemníků a práci na nich je třeba se řídit ČSN 73 3050. Správný výběr zeminy pro stavbu hráze určuje následující tabulka z ČSN 75 2410.

**Tabulka 1:** *Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění*

| Znak skupiny | Homogenní hráz | Těsnicí část | Stabilizační část |
|--------------|----------------|--------------|-------------------|
| GW           | nehodná        | nehodná      | výborná           |
| GP           | nehodná        | nehodná      | výborná           |
| G-F          | málo vhodná    | nehodná      | velmi vhodná      |
| GM           | výborná        | velmi vhodná | málo vhodná       |
| GC           | výborná        | velmi vhodná | málo vhodná       |
| SW           | nehodná        | nehodná      | vhodná            |
| SP           | nehodná        | nehodná      | vhodná            |
| S-F          | nehodná        | nehodná      | vhodná            |
| SM           | vhodná         | vhodná       | málo vhodná       |
| SC           | velmi vhodná   | výborná      | nehodná           |
| MG           | velmi vhodná   | velmi vhodná | nehodná           |
| CG           | velmi vhodná   | výborná      | nehodná           |
| MS           | vhodná         | vhodná       | nehodná           |
| CS           | velmi vhodná   | velmi vhodná | nehodná           |
| ML-MI        | málo vhodná    | vhodná       | nehodná           |
| CL-CI        | vhodná         | velmi vhodná | nehodná           |
| MH-ME        | málo vhodná    | málo vhodná  | nehodná           |
| CH-CE        | málo vhodná    | málo vhodná  | nehodná           |

Vhodnost zeminy se zajišťuje pomocí mechanického rozboru, pro podrobné mechanické posouzení pak slouží několik metod např. metoda Casagrande. Pro těsnicí část hráze nesmí obsah organických látek přesáhnout podíl 5 %, mez tekutosti nesmí překročit 50 % a velikosti ojedinělých zrn by neměly přesáhnout 100 mm. Základní informace o vhodnosti zeminy nám poskytne již zrnitostní rozbor. Orientačně můžeme využít také polní rozbor ke zjištění poměru písku a jílu. Jejím výsledkem je sedlina, v jejíž dolní části se nachází písek a v horní části jíl. V případě že podíl jílu činí alespoň 1/3 vrstvy, je taková zemina vhodná na stavbu homogenní hráze, přičemž ideální obsah jílových částic je 30–35 %. V případě, že se v blízkosti hráze nenachází vhodná zemina, je možno zvolit k její výstavbě technologii nehomogenní hráze. Stabilizační část je pak řešena z vhodného dostupného materiálu, který následně tvoří asi 3/4 objemu – jedná se zpravidla o písek, šterkopísek apod. Jako těsnicí materiál je poté používán jíl, tzv. jílobeton, nebo zemina prosycena jílem. Použité zeminy se projevují také v samotném konstrukčním řešení a rozměrech tělesa hráze. U homogenních hrází jsou základní požadavky na sklon shrnuty v níže uvedené tabulce.

[1,4,5]

**Tabulka 2:** Orientační sklony svahů hráze dle ČNS 75 2410

| Zařazení zemin                 |                         | Svahy                           |                                  |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Těsnicí část hráze (jádro)     | Stabilizační část hráze | návodní 1 : x <sup>4)</sup>     | vzdušný 1 : y                    |
| GM, GC, SM                     | lom. kámen              | 1 : 1,75                        | 1 : 1,5                          |
| SC, CG, MG                     | GW, SW                  | 1 : 2,8 <sup>1)</sup>           | 1 : 1,75                         |
| ML-MI, CL-CI                   | GP, SP                  | 1 : 3 <sup>1)</sup>             | 1 : 1,75                         |
| GM, SM                         | lom. kámen              | 1 : 3                           | 1 : 1,5                          |
| GC, SC, MG, CG, MS, CS         | GW, SW                  | 1 : 3,2                         | 1 : 1,75                         |
| ML-MI, CL-CI                   | GP, SP                  | 1 : 3,4                         | 1 : 1,75                         |
| GM, GC, SM, SC, MG, CG, MS, CS | lom. kámen, GW, GP      | jako při poloze jádra v zóně AB | 1 : 2,0 <sup>2)</sup>            |
| ML-MI, CL-CI                   | SW, SP                  |                                 | 1 : 2,2 <sup>3)</sup>            |
|                                |                         | jako u homogenních hrází        | jako při poloze jádra v zóně CAB |
| GM, SM                         |                         | 1 : 3                           | 1 : 2                            |
| GC, SC                         |                         | 1 : 3,4                         | 1 : 2                            |
| MG, CG, MS, CS                 |                         | 1 : 3,3                         | 1 : 2                            |
| ML-MI, CL-CI                   |                         | 1 : 3,7                         | 1 : 2,2                          |

[7]

### 3.2 BEZPEČNOSTNÍ OBJEKTY

Přelivy jsou jednou ze základních vodohospodářských konstrukcí. Dochází na nich obvykle ke změně říčního proudění v bystřinné se vznikem volného paprsku proudu, tedy k přepadu. Bezpečnostní přelivy, často také nazývané jako splav nebo jalové přelivy, jsou objekty zajišťující bezpečné odvedení vody z nádrže za povodní. Budují se na všech nádržích s vlastním povodím a ohrožovaných velkými vodami, přičemž u průtočných nádrží musí být nádrže bezpečnostním objektem vybaveny vždy. U neprůtočných nádrží se bezpečnostní objekt dimenzován na maximální přítok nápuštěným zařízením, nebo přítokem z náhonu. U nejmenších neprůtočných nádrží může být tedy bezpečnostní přeliv nahrazen spodní výpustí s dostatečnou kapacitou.

U zemních hrází nesmí nikdy hladina vody dostoupit do výše koruny. Zároveň je nepřipustný stav, kdy voda přetéká přes hráz s výjimkou hrází s korunovými přelivy. Bezpečnostní přepady u malých vodní nádrží by měly být nehrazené, přičemž se neuvažuje se

snížením kulminačního průtoku odtokem vody spodní výpustí. Případná kulminace retenčním účinkem prostoru nad korunou přepadu je nutno prokázat výpočtem transformace návrhové povodňové vlny. Pokud je voda z bezpečnostního přepadu odváděna potrubím, musí být zajištěn beztlakový režim proudění.

Bezpečnostní přelivy pro malé vodní nádrže a rybníky jsou navrhovány na kapacitu kulminačního průtoku  $Q_{100}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{20}$  v závislosti na potenciálních škodách vzniklých poruchou díla. Nejčastěji se jedná o hodnotu  $Q_{100}$ , přičemž v odůvodněných případech u nádrží ležících mimo zastavěné území obce nebo u historických nádrží lze uvažovat s návrhovým průtokem  $Q_{50}$ , případně  $Q_{20}$ . K určení příslušné hodnoty průtoku slouží zatřídění nádrže z hlediska technicko-bezpečnostního dohledu, kterým se zabývá vyhláška 367/2005 Sb.

[1,4,7,9]

**Tabulka 3:** Zatřídění nádrže z technicko-bezpečnostního pohledu

| Skupina vodních děl | Označení výše škody | Kategorie vodního díla <sup>9a)</sup> | Hodnotící hlediska   | Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla |          |
|---------------------|---------------------|---------------------------------------|--|--|----------|
|                     |                     |                                       |  | P= 1/N                                   | N        |
| A                   | Velmi vysoké        | I. – II.                              | Očekávají se značné ztráty na lidských životech            | 0,0001                                   | 10 000   |
|                     |                     | II.                                   | Ztráty na lidských životech jsou nepravděpodobné           | 0,0005                                   | 2 000    |
| B                   | Vysoké              | III. - IV.                            | Očekávají se ztráty na jednotlivých lidských životech      | 0,001                                    | 1 000    |
|                     |                     |                                       | Ztráty na lidských životech jsou nepravděpodobné           | 0,005                                    | 200      |
| C                   | Nízké               | IV.                                   | Škody pod vodním dílem a ztráty z užitku                   | 0,01                                     | 100      |
|                     |                     |                                       | Ztráty jsou jen u vlastníka, ostatní škody jsou nevýznamné | 0,02 až 0,05                             | 50 až 20 |

[4]

Návrh typu bezpečnostního přepadu vychází z výpočtů základních rozměrů – délky přelivné hrany a výšky přepadového paprsku. Výpočet pak probíhá pomocí vzorce pro přepad přes korunu přepadu dle Tlapáka a Heynka:

$$Q = m \cdot b(2g)^{0,5} \cdot h^{1,5} \quad [m^3/s]$$

kde  $m$  ... součinitel přepadu[-],

$b$  ... délka přelivné hrany [m],



$h$  ... výška přepadového paprsku [m],

Hodnoty návrhových průtoků je možno získat na vyžádání od ČHMÚ, regionální pobočka dle místa stavby. Tyto návrhové údaje jsou obsaženy v základních hydrologických údajích, přičemž platnost těchto údajů je 5 let. Součinitel tvaru přepadu  $m$  je určen z odborné literatury a to na základě více faktorů, přičemž nejvýznamnějším je tvar tělesa přepadu. Výška přepadového paprsku je volena v rozmezí 0,3 – 0,6 m, ve výjimečných případech pak 0,8 m. Výška přepadového paprsku se dále podepisuje také na rozměrech vývařistě. Na základě propočtu rozměrů bezpečnostního přepadu se navrhuje nejvhodnější řešení.

[1,4,6]

### 3.2.1 Nejběžnější typy bezpečnostních přelivů

#### *Korunový bezpečnostní přeliv*

Budují se v ose hlavní hráze. Přelivná hrana se nachází v koruně hráze. Při realizaci a návrhu je třeba věnovat zvýšenou pozornost možnosti vzniku průsakových cest pod opevněním koruny a vzdušného líce hráze. Je vhodné jej umístit co největší částí do rostlého terénu. Nejvhodnějším typem konstrukce je jezová. Nedoporučuje se navrhovat u hrází vyšších než 5 m.

#### *Břehový přeliv*

Jsou budovány v břehové části nádrže v tzv. rostlém terénu. Přeliv se spadištěm zaujímá tvar žlabu, osa spadištěm skluzu a vývaru má být přímá.

#### *Boční přeliv*

Boční přeliv je situován do boku nádrže, přičemž by přelivná hrana měla být kolmá na osu hráze. Vlastní přeliv tvoří jezové těleso se stěnami buďto svislými, nebo ve sklonu 4:1 – 10:1. Koruna přelivu by měla být z hydraulických důvodů zaoblená. Výhodou bezpečnostního přelivu jsou často vhodnější základové podmínky v boku nádrže. Nevýhodou bývá dlouhá přelivná hrana, která může působit z estetického hlediska rušivě.

#### *Kašnový bezpečnostní přeliv*

Přelivná hrana kašnového přelivu je vysunuta do nádrže. Navrhuje se v místech, kde je vyžadována delší přelivná hrana, nebo tam kde nelze použít boční bezpečnostní přeliv.

Podmínkou pro jeho použití jsou dobré základové poměry. Jeho hlavní výhodou je zkrácení délky objektu. Voda z kašnového přelivu přepadá do spadiště, které je napojeno do otevřeného nebo zatrubněného odpadu. Ten je dále napojen do původního koryta potoku.

### ***Šachtový přeliv***

Jsou tvořeny svislým tělesem válcového tvaru se zaoblenou horní hranou. Šachta je ve spodní části napojena pravoúhlým kolenem do odpadního potrubí. V odpadním potrubí musí být zajištěn beztlakový režim proudění a to pro všechny navrhované průtoky. Za tímto účelem je před napojením šachty do odpadu navrhována diafragma a zavzdušnění, které zajistí, že nedojde k zahlcení odpadního potrubí a odvede vzduchové bubliny strhávané při přepadu do svislé šachty. Koruna přelivu se zaobljuje, případně může být opatřena usměrňovacími žebry pro zajištění rotace vody, čímž se zvyšuje jeho průtočná kapacita. Podmínkou pro použití šachtového přelivu jsou dobré základové podmínky v místě osazení – ideálně únosné skalní podloží v dosažitelné hloubce pod úrovní terénu. Na malých vodních nádržích se používají zřídka.

### ***Sdružený funkční blok***

Jedná se o kombinaci výpustného zařízení a bezpečnostního přepadu. Objekt je tvořen vtokovou částí pro spodní výpust, přepadovou částí pro bezpečnostní přepad, odpadní štolou nebo skluzem a v případě potřeby navazujícím vývarem. Bezpečnostní část se nejčastěji řeší jako kašnový bezpečnostní přeliv.

### ***Speciální přelivy***

Mezi speciální přelivy se řadí např. nouzové přelivy. Ty plní doplňkovou funkci, v případě že hlavně přeliv není dostatečně kapacitní pro převedení návrhového průtoky. Zvyšují kapacitu a tvoří rezervu v případě poruchy hradícího zařízení na hlavním přelivu. Pokud je to možné navrhují se na menší průtok než hlavní bezpečnostní přeliv. Koruna se navrhuje výš, než koruna u hlavního přelivu. Tvar mají nejčastěji lichoběžníkový a jsou řešeny jako korunové bezpečnostní přelivy. Při výpočtu se postupuje jak u přepadu přes širokou korunu. Opevnění se navrhuje na krátkodobé zatížení – například dlažbou na sucho, případně do betonu, zához z lomového kamene, drnování apod.

[4,6]

### 3.3 DOPROVODNÉ DŘEVINY

Pro správné fungování objektu jako biocentra lokálního významu je důležitá doprovodná skladba dřevin a keřového patra. Návrh dřevin a bylin vychází zejména z klimatického regionu oblasti a potencionální přirozené vegetace a týká se zejména okolí zátopy a výjimečně i hráze. Důležitost jednotlivých složek ekosystému není přitom závislá pouze na jejich velikosti, hmotnosti či počtu ale hlavně na jejich skutečném začlenění do koloběhů látek a energií v ekosystému. Z tohoto pohledu se mohou uplatňovat i zcela nenápadné rostliny. Jako v každém ekosystému jsou jednotlivé organismy propojeny složitými ekologickými vztahy. Producenti jako například fytoplankton, řasy nebo vyšší rostliny (okřehek či rdest plovoucí) přijímají CO<sub>2</sub> a světelnou energii z vnějšího prostředí a díky tomu vytváří novou živou hmotu z produkce O<sub>2</sub>. Tímto udržují neustálou rovnováhu mezi množstvím oxidu uhličitého a kyslíku. Okolní rostliny a vyšší dřeviny poté poskytují podmínky vhodné pro život v jezeře a jeho okolí.

[6]

#### 3.3.1 Rostliny rybnických litorálů a okolní vegetace

Litorální zóny s navazující oblastí rákosí a pobřežní vegetací jsou významnými a bohatými stanovišti rostlinných druhů. Všechny pobřežní rostliny jsou svým celkovým vzrůstem přizpůsobeny výškovým změnám hladiny, ke kterým v této části pravidelně dochází. Řadě rostlin vyskytující se této části neškodí, pokud jsou do značné výše zatopeny. Řada rostlin byla v průběhu vývoje uzpůsobena pro zakotvení v málo pevném rybničním bahně, rašelině nebo slatině a našla způsob jak se vyrovnat s kolísající hladinou vody.

U většiny rybníků můžeme pozorovat rákosiny, které spolu s orobincem a puškvorcem zpevňují pobřežní bahno a umožňují hromadění humusu a náplavů a tím pozvolna zvyšují dno. V našich zeměpisných šířkách tvoří pásové lemy kolem rybníků a jezer. Rákos obecný (*Phragmites australis*) je naše nejmohutnější tráva s vytrvalým oddenkem, která vytváří na zamokřených místech a březích vod monodominantní porosty. U mělčích rybníků bývá rákosina širší. Může se také vyskytovat na děle nekosených loukách. Spolu s rákosem roste na březích také chrastice rákosová (*Phalarides arundinacea*) a zblochan vodní (*Glyceria aquatica*). Součástí vodního pásma je i orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*), orobinec široolistý (*Typha*

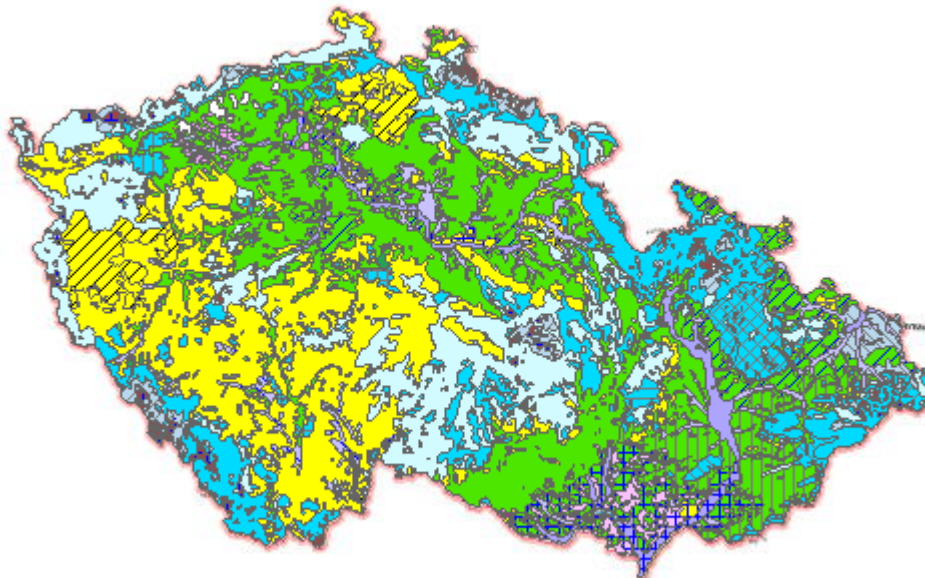
latifolia), puškvorec obecný (*Acorus calamus*) a vzácně i orobinec stříbrolistý (*Typha shutlerworthii*).

Rostlinná společenstva pobřežní vegetace ve výtopách rybníků dotvářejí různé druhy ostřic (*Carex*) z čeledi šachorovitých, které připomínají trávy, ale liší se od nich trojhrannými stonky bez kolének. U vod nejčastěji nalezneme ostřici štíhlou (*Carex gracilit*) a ostřici vyvýšenou (*Carex elatea*), která vytváří na březích masivní trsy.

[3,4,6]

### ***Potencionální přirozená vegetace***

Potenciálně přirozená vegetace je ekologický koncept, který popisuje sukcesně stabilizovanou vegetaci, která by se vyvinula za konkrétní časový úsek na určitém území, které je definované přesnými ekologickými a klimatickými podmínkami, v případě, že by do vývoje nezasahoval člověk. Na základě těchto informací byly vytvořeny mapy potencionální přirozené vegetace. Vytvořené mapy vycházejí ze stávajících podmínek, které zohledňují i nevratné změny, které způsobil člověk. V případě návrhu objektů sloužících jako biocentra případně biokoridory je třeba brát ohled na výše uvedené mapy a zohlednit jejich obsah při plánování výsadby.



**Obrázek 1:** Mapa potencionální přirozené vegetace (geoportal.gov.cz)

[10,13]

### 3.3.2 Pravidla výsadby

Kromě ochranných hrází, kde je výsadba zakázána, lze u nových hrází uvažovat s organizovanou výsadbou vhodných stromů, výjimečně i keřů. Nevhodnými druhy dřevin jsou zejména jehličnany (zvláště smrky), ovocné stromy, vlašské topoly. Nepřípustná je jakákoliv výsadba blíže než 6 m od stavebních prvků (objekty přelivů, spodních výpustí apod.) včetně drénů. Na vzdušném svahu je možno vysazovat stromy jen při sklonu 1:2 nebo mírnějším a podél koruny při její šířce nejméně 4 m. Koruny hrází o šířce alespoň 4 m je možno osázet jednou řadou vhodných stromů při vzdušní straně. Při šířce koruny nejméně 6 m je možno uvažovat 2-řadou alejovou výsadbou. Výsadba dřevin na návodním svahu v dosahu jeho opevnění není žádoucí. Úprava okolí nádrže představuje úpravy v bezprostředním okolí nádrže a dále pak v povodí nádrže. V bezprostředním okolí se jedná o pásmo mezohydrofilní vegetace (ostřice, byliny, keře a stromy), které tvoří ochranný pás kolem nádrže. Zde se při projektování naráží na problém s vlastnictvím pozemků. Návrh rozměrů je podmíněn funkcí prvků, které mohou sloužit k omezení smyvu, infiltraci přítékající vody apod. [3, 6]

## 3.4 EKONOMICKÁ STRÁNKA MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ

Do obsahu návrhových prací malých vodních nádrží patří také zhodnocení jejich efektivnosti a financování nákladů vynaložených na stavbu a to jak z investičních, tak i neinvestičních prostředků. Tyto otázky se řeší již v průběhu fáze přípravné a projektové dokumentace a to z důvodu jejich ekonomické závažnosti.

### 3.4.1 Propočet a rozpočet stavby

Veškeré náklady stavby a výdaje investora se vyjadřují předběžně v propočtové části investičního záměru a přípravné dokumentaci a podrobně v rozpočtové části projektové dokumentace.

Propočet nákladů stavby se určuje v investičním záměru pomocí technickoekonomických ukazatelů nebo porovnáním s jinými obdobnými stavbami, popřípadě odborným propočtem. Je rozdělen na jednotlivé náklady a na náklady zahrnované do plánu investiční výstavby. Ty se dále dělí na náklady stavební části a náklady technologické části s vyčleněním nákladů na montáž. Součástí propočtu je i rezerva, která je určena na základě přesnosti technického řešení a dokumentace stavby. Tato rezerva se stanovuje v rozmezí

7–10 % u nových staveb, u rekonstrukcí a modernizací 10 – 14 % a u báňských staveb až do výše 30 % nákladů na stavební objekty a provozní soubory.

Rozpočet nákladů stavby tvoří v projektové dokumentaci dílčí rozpočty jednotlivých provozních souborů a stavebních objektů a rozpočty ostatních výrobků, výkonů a výdajů. Všechny tyto rozpočty pak zahrnuje souhrnný rozpočet stavby, který je rozčleněn na 11 částí a to:

- 1) Projektové a průzkumné práce
- 2) Provozní soubory (náklady na stroje, zařízení, nářadí a inventář)
- 3) Stavební objekty
- 4) Stroje, zařízení a nářadí nezahrnuté v části 2 a 3
- 5) Umělecká díla (sochy, fresky apod.)
- 6) Vedlejší náklady (na prostředí aj.)
- 7) Ostatní náklady neuvedené v jiných hlavách (stabilizace bodů vytyčovací sítě, vysazování dlouhodobých kultur apod.)
- 8) Rezerva (v již uvedených hodnotách)
- 9) Jiné investice (výkup pozemků apod.)
- 10) Náklady hrazené z investičních prostředků nezahrnované do pořizovací ceny základních prostředků (příspěvky jiným investorům apod.)
- 11) Náklady hrazené z provozních prostředků vynaložené v souvislosti s budovanou investicí

Souhrnný rozpočet je pak projednáván generálním projektantem z technického i nákladového hlediska, přičemž se investor a dodavatelé mohou dohodnout na souhrnné ceně provozního souboru nebo stavebního objektu.[6,11]

### 3.4.2 Objemový a ekonomický ukazatel

Z hlediska ekonomické výhodnosti je možné posoudit vhodnost místa pomocným ukazatelem  $\mu$  (absolutní objemový ukazatel), který je vyjádřen poměrem objemu zásobního prostoru nádrže ku objemu hráze.

$$\eta = \frac{V_Z}{V_H}$$

kde  $V_Z$  je objem zásobního prostoru nádrže v  $m^3$  a  $V_H$  je objem tělesa hráze v  $m^3$ . Hodnota tohoto ukazatele by neměla klesnout pod 4 až 5, hodnota 10 charakterizuje optimální poměry. Pro stanovení  $V_Z$  dnes můžeme využít digitálního modelu terénu předpokládané zátopy, který je výsledkem podrobného zaměření, ve fázi analýz můžeme využít systém ZABAGED. Obdobně se posuzuje i ukazatel ekonomické výhodnosti pro dotační tituly, kdy je požadováno dosažení hodnoty cca 250 Kč/ $m^3$  zadržené vody, resp. plošný ukazatel pro revitalizační nádrže, kde je požadována menší hloubky, který je 2 – 2,5 mil Kč/ha. Tyto hodnoty podléhají aktualizaci. [4,11]

### 3.4.3 OPŽP 2014 - 2020

Jeden z významných faktorů rozhodujících ekonomické výhodnosti projektu z pohledu investora je možnost financování části díla z prostředků dotačních programů. V současné době je výstavba nových malých vodních nádrží podporována z fondů Operačního programu životního prostředí 2014–2020 (dále jen OPŽP 2014-2020). Rybníky jsou stejně jako vodní toky a jejich nivy dle § 3 odst. 1 písm. b) zákona č. 114/1992 sb., o ochraně přírody a krajiny významnými krajinnými prvky, které utváří typický vzhled krajiny a přispívají k udržení její stability. Významné krajinné prvky jsou chráněny před poškozováním a ničením a využívají se pouze tak, aby nebyla narušena jejich obnova a nedošlo k ohrožení nebo oslabení jejich ekologicko-stabilizačních funkcí.

Pro potřeby OPŽP 2014–2020 byly definovány příklady ekologicko-stabilizačních funkcí krajinného prvku rybník následovně:

- Vytváří ustálené hydrologické prostředí v průběhu roku
- Vytváří vhodné prostředí pro výskyt vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů vázaných na vodní prostředí
- Vykazuje dostatečně vyvinuté litorální pásmo
- Vykazuje přírodě blízké tvary břehů a břehové porosty
- Podporuje volný pohyb organismů v krajině a vytváří prvek ekologické stability
- Schopnost samočisticí funkce vody
- Další druhotné funkce (rekreace, akumulace vody apod.)

Přestože je rybník umělý biotop, v případě že není využíván k intenzivnímu chovu ryb nebo vodní drůbeže nebo není výrazně zanášen sedimentem a živinami v důsledku nevhodného hospodaření v povodí, neznamená výše zahrnutí výše uvedených funkcí do výsledného stavu rybníka pro vlastníka z pravidla žádné významné omezení.

Obnovené nebo nově vybudované rybníky podpořené z OPŽP 2014-2020 jsou určeny k zajištění cílů ochrany přírody a krajiny, především podpory ekologické stability a zvyšování biodiverzity. Nejedná se přitom o rybníky se zákazem chovu ryb. Smyslem je stanovení takové rybí osádky, která zajistí udržení příznivých ekologických poměrů a podmínek k potlačování invazivních druhů.

[2]

Obnova a výstavba rybníků řeší prioritní osa 4: *Ochrana a péče o přírodu a krajinu* OPŽP 2014-2020. Ta se dělí na 4 specifické cíle:

- 4.1 Zajistit příznivý stav předmětu ochrany národně významných chráněných území
- 4.2 Posílit biodiverzitu
- 4.3 Posílit přirozené funkce krajiny
- 4.4 Zlepšit kvalitu prostředí v sídlech

Přičemž se obnově a výstavbě rybníku a MVN věnuje především specifický cíl 4.3., v ostatních cílech se toto téma nicméně také objevuje. Možnosti podpory s ohledem na přínos opatření a lokalizaci jsou uvedeny v následujících bodech.

- Obnova a odbahňování MVN, popř. výstavba nových MVN jako prvku krajiny posilující ekologicko-stabilizační funkce s přínosem pro zvyšování biodiverzity – podpora z cíle 4.3. Výše podpory 60 %, v případě že se MVN nachází celou plochou v lokalitě Natura 2000, biocentru USS nebo by realizace vyplývala z plánu dílčích povodí je výše podpory 90 %
- Obnova a odbahňování MVN, popř. výstavba nových MVN s cílem zachování či zlepšení stavu předmětu ochrany v územích národního významu (Národní parky, CHKO, národní přírodní rezervace, národní přírodní památky, lokality soustavy Natura2000) – podpora z cíle 4.1. zaměřena na zajišťování péče vycházející z plánů péče, souhrnů doporučených opatření nebo dalších relevantních dokumentů. Výše podpory 90 %.



[2]

Výše uvedená opatření jsou podporována jak ve volné krajině, tak v zastavěných územích obcí, přičemž minimální způsobilé výdaje jsou stanoveny na 250 000 Kč bez DPH na projekt. Maximální výše nákladů není stanovena, ale je třeba aby náklady nepřesáhly 150 % obvyklých nákladů opatření MŽP. Obvyklé náklady jsou vyčísleny v níže uvedené tabulce.

**Tabulka 4:** Náklady obvyklých opatření MŽP pro vybrané agregované položky týkající se MVN platné pro aktuální výzvy v roce 2017

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| <b>Výstavba a zásadní rekonstrukce malých vodních nádrží</b> , která spočívá v odtěžení materiálu (sedimentu), výstavbě nebo rekonstrukci technických objektů (hráz, výpustné zařízení, bezpečnostní přeliv), včetně výsadbeb doprovodných břehových porostů a včetně vyvolaných investic (např. skládkovné).<br><br>pozn. Nelze kombinovat s agregovanou položkou "Odbahnění vodní nádrže"                         | kategorie - při normální hladině | Kč/m <sup>2</sup> plochy vodní nádrže při Hn bez DPH |
|   | do 0,2 ha včetně                 | 500  |
|   | 0,2 - 0,4 ha včetně              | 400  |
|   | 0,4 - 1 ha včetně                | 350  |
|   | 1 - 2 ha včetně                  | 300  |
|   | 2 - 5 ha včetně                  | 250  |
|   | 5 - 10 ha včetně                 | 200  |
|   | 10 - 20 ha včetně                | 175  |
|   | 20 - 50 ha včetně                | 150  |
| nad 50 ha   | 100                              |  |
| <b>Odbahnění vodní nádrže, obnova a tvorba tůní a mokřadů od 0,03 ha (vč. součtu vodních ploch v lokalitě - vzdálenost ploch cca 50 m)</b> , které spočívá v odtěžení sedimentu/zeminy suchou nebo mokrou cestou včetně přesunu a uložení a včetně vyvolaných investic (např. skládkovné). Není zahrnutý odvoz na skládku mimo lokalitu – v tomto případě se použije položka „Odvoz zeminy“ z části Práce, doprava. | T. j.                            | Kč/m <sup>3</sup> odtěženého sedimentu               |
|   | Kč/m <sup>3</sup>                | 300  |

[11]

Překročení je možné pouze v případě zvýšeného zájmu ochrany přírody. Pozemky zároveň musí být ve vlastnictví „oprávněných žadatelů“ – těmi se rozumí zejména města, kraje, organizační složky státu, nestátní neziskové organizace, podnikatelské subjekty a další. Mezi tyto žadatele nepatří fyzické osoby podnikající.

Z prioritní osy 4 není možné podpořit rybníky, jejichž cílem je pouze retence vody v krajině, ale je třeba aby MVN splňovala cíle podpory – posílení ekologicko-stabilizačních funkcí a posílení biodiverzity. Zároveň nesmí dojít k negativnímu zásahu do ekologicko-stabilizačních funkcí stávajících lokalit. Přesná pravidla podpory z OPŽP 2014–2020 jsou shrnuta v dokumentu Pravidla pro žadatele a příjemce podpory v OPŽP pro období 2014 – 2020.

Optimálně navržený projekt by měl splňovat jak všechny technické, tak technologické požadavky na provedení a zároveň by měl přinášet vhodná řešení z pohledu zájmu ochrany

---

přírody. Měly by být využívány materiály a postupy přírodě blízkého charakteru (omezení betonu na úkor kamene a dřeva). Navržené řešení by mělo být komplexní včetně návazností vodních ploch na okolí – pozvolné sklony břehů přecházejících na souš, protierozní opatření na přilehlých pozemcích, dostatečnou plochu litorálního pásma, doprovodné výsadby odpovídají charakteru území apod. Z praktického hlediska se pak doporučuje ověření lokalizace opatření v rámci prvku ÚSES a ověření návaznosti opatření. Nezbytnou součástí žádosti podpory je posouzení výchozího stavu lokality, její popis a kvalitní fotodokumentace. Součástí by také mělo být biologické posouzení ideálně zpracováno ve vegetačním období.

[3]

## 4 PRAKTICKÁ ČÁST

Předmětem praktické části diplomové práce je navázání na výstupy z bakalářské práce, v těchto výstupech odstranit nedostatky a připomínky vznesené oponentem práce a zpřesnit jednotlivé části takovým způsobem, aby bylo možné vytvořit předběžný rozpočet plánované stavby a její posouzení. V úvodu praktické části dojde ke shrnutí výstupů a připomínek z bakalářské práce, kde budou zmíněny základní charakteristiky nádrže a části, které je třeba upravit nebo dořešit. Na toto shrnutí navazuje návrh upravených částí a návrhy řešení zjištěných problémů. V poslední části praktické části bude proveden položkový rozpočet stavby, jeho posouzení a srovnání nákladů s ceníkem AOPK.

### 4.1 VÝSTUPY Z BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Na základě zadání byl v rámci bakalářské práce vyhotoven ideový návrh malé vodní nádrže nacházející se ve vinařské obci Mutěnice.

Obec Mutěnice se nachází v jihovýchodní části kraje Jižní Morava. Jedná se o vinařskou vesnici o velikosti přibližně 3700 obyvatel a s rozlohou katastru 3237 ha se řadí k největším obcím v Hodonínském okrese. První písemná zmínka se objevuje v roce 1367. Mutěnice mají z hlediska významu lokální charakter, její potenciál je však značný. Prochází jimi silnice II třídy spojující Brno a Hodonín a lokální vlakovou trať vedoucí z Hodonína do Zaječí, která se nachází v těsné blízkosti navrhované nádrže.

Podle Atlasu klimatických oblastí ČSFR leží Mutěnice v klimatické oblasti velmi teplé a poměrně suché oblasti s krátkými zimami a s krátkým trváním sněhové pokrývky. Nejteplejším měsícem bývá červenec (19,3°C). Na množství srážek je nejbohatší měsíc červenec (69 mm), nejméně srážek pak spadne v únoru (27 mm).

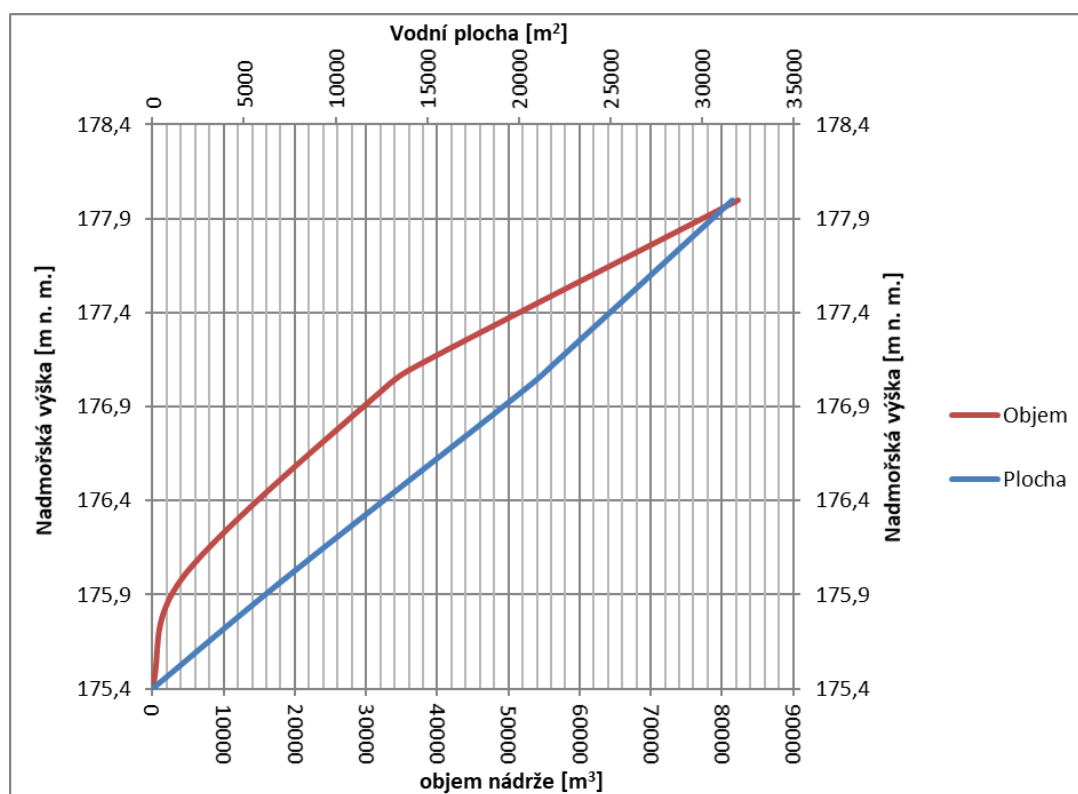
#### 4.1.1 Těleso hráze

Protože se návrh nachází v rovinnaté části obce, bylo navrženo nízké těleso hráze, což se promítá rovněž do rozměrů objektů na hrázi. Z důvodu ochranného pásma železniční tratě byla omezena velikost zátopy, proto je nejvhodnějším řešením průtočná nádrž se zalomeným tělesem hráze do tvaru písmene L s korunou šířky 4 m umístěnou v nadmořské výšce  $H = 179,00$  m n. m. Hráz bude homogenní sypaná z materiálů odtěžených při snižování terénu v zátopě. Z důvodů tvaru terénu, hydrologických poměrů a ekonomiky stavby byla zvolena maximální hladina na kótě 178,00 m n. m a dno zátopy vyhloubeno z důvodu zvětšení

zásobního objemu nádrže. Svahy hráze byly určeny na základě uvažované použité zeminy pro stavbu homogenní hráze, a to zeminy CS – písčité jíly. Dle **Tabulka 5 orientační sklony svahů hráze dle ČNS 75 2410** byly navrženy sklony svahů  $m$  a  $n$  1: ,3 na návodním a 1:2 na vzdušném líci zemního tělesa hráze.

#### 4.1.2 Batygrafické křivky

Ze zaměření zátopy byly vytvořeny batygrafické křivky, které nám umožňují vytvořit si představu o množství vody zadržené v nádrži vůči vodní ploše, kterou stavba zaujímá.



*Graf 1: Batygrafické křivky*

Hodnoty při hladině stálého nadržení  $h_{sn} = 1,75$  m, která leží na kótě 177,15 m n. m., při které voda zaujímá plochu 22 149 m<sup>2</sup> a objem 38 761 m<sup>3</sup> a hladina maximální  $h_{max} = 2,6$  m nacházející se na kótě 178,00 m n. m., při níž je zatopeno území o ploše 31 659 m<sup>2</sup> a zadržena voda zaujímá objem 82 313 m<sup>3</sup>.

### 4.1.3 Vodní bilance

Vhodnost lokality návrhu se zkoumá pomocí vodní bilance v suchém roce, přičemž je za suchý rok považován takový, kdy je průměrný roční průtok splněn s pravděpodobností  $P = 80 \%$ . Na základě tabulek Foster-Rybkin byl určen koeficient  $\varphi = -0,84 [-]$  z něžž byl určen průtok v suchém roce.

Z hydrologických dat byla odečtena hodnota průměrného ročního průtoku

$$Q_a = 18,5 \text{ l.s}^{-1}$$

plocha povodí

$$F = 14,42 \text{ km}^2$$

a specifický průměrný roční průtok povodí

$$q_a = 1,60 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{km}^{-1}$$

Následně byly vypočteny přítoky do nádrže pro jednotlivé měsíce, ztráty průsakem a výparem, hodnoty minimálního zůstatkového průtoku v recipientu za nádrží a objem vody, který je nádrž schopna v daném měsíci zadržet. Vypočtené hodnoty byly zapsány do tabulky.

*Tabulka 5: Měsíční bilance mezi přítokem a ztrátami nádrže*

| měsíc | dny | Přítok $V_{r,80}$ | $V_{r,80}$   | průsak       | roč. výparu | výpar        | MZP          | Zm           |
|-------|-----|-------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|       |     | %                 | $\text{m}^3$ | $\text{m}^3$ | %           | $\text{m}^3$ | $\text{m}^3$ | $\text{m}^3$ |
| XI    | 30  | 7,5               | 35 991       | 60,11        | 0,04        | 780          | 9 111        | 26 041       |
| XII   | 31  | 7,5               | 35 991       | 62,11        | 0,03        | 585          | 9 415        | 25 930       |
| I     | 31  | 8,5               | 40 790       | 62,11        | 0,02        | 390          | 9 415        | 30 924       |
| II    | 28  | 12,5              | 59 985       | 56,10        | 0,02        | 390          | 8 503        | 51 036       |
| III   | 31  | 15                | 71 983       | 62,11        | 0,04        | 780          | 9 415        | 61 726       |
| IV    | 30  | 14                | 67 184       | 60,11        | 0,06        | 1 169        | 9 111        | 56 843       |
| V     | 31  | 7,5               | 35 991       | 62,11        | 0,11        | 2 144        | 9 415        | 24 371       |
| VI    | 30  | 5                 | 23 994       | 60,11        | 0,145       | 2 826        | 9 111        | 11 997       |
| VII   | 31  | 6,5               | 31 192       | 62,11        | 0,18        | 3 508        | 9 415        | 18 207       |
| VIII  | 31  | 5                 | 23 994       | 62,11        | 0,17        | 3 314        | 9 415        | 11 204       |
| IX    | 30  | 4,5               | 21 595       | 60,11        | 0,115       | 2 242        | 9 111        | 10 182       |
| X     | 31  | 6,5               | 31 192       | 62,11        | 0,07        | 1 364        | 9 415        | 20 351       |

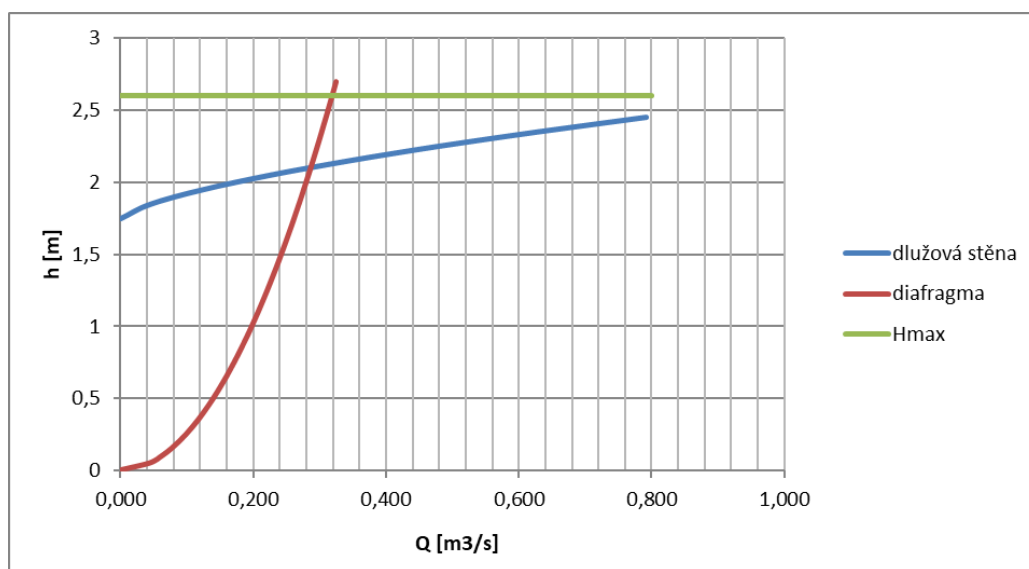
Z výpočtů je patrné, že je přítok vždy větší než vypočtené ztráty, což nám zaručí, že po celý rok bude moci odtok z nádrže zajistit minimální zůstatkový průtok, aniž by byla omezena retenční funkce nádrže.

#### 4.1.4 Sdružený funkční blok

Jako výpustný objekt byl navržen sdružený funkční blok, který zároveň sloužil jako bezpečnostní objekt. Konkrétně se jednalo o otevřený dvojitý požerák s dlužovou stěnou, který je napojen na spadiště kašnového bezpečnostního přelivu. Toto spadiště je dále napojeno na koryto potoku.

##### *Výpustný objekt*

Výpočet výpustného objektu se skládal ze dvou částí, a to přepadu přes dlužovou stěnu a průtokem diafragmou. Z vypočtených hodnot byl určen průtok při maximální hladině a to  $Q = 318 \text{ l s}^{-1}$  a následně byl sestaven graf kapacity požeráku.



Graf 2: Kapacita požeráku

##### *Bezpečnostní objekt*

Bezpečnostní objekt byl řešen jako kašnový bezpečnostní přeliv, dimenzován na průtoky  $Q_{100} = 20,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

Tabulka 6: N-leté průtoky

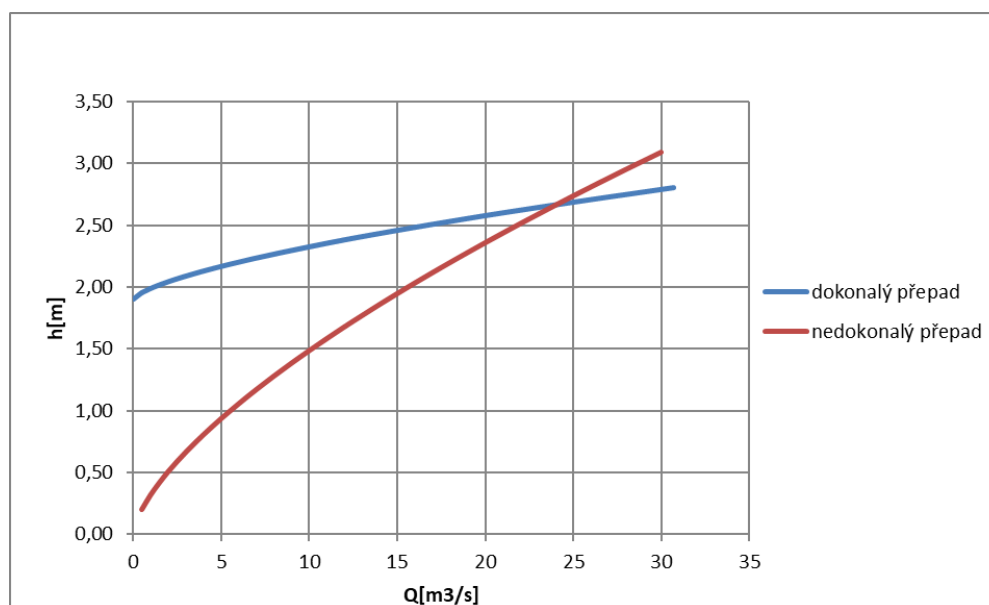
| N [roky]                               | 1   | 2   | 5   | 10   | 20   | 50   | 100  |
|--|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Q [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ] | 3.0 | 5.0 | 7.5 | 10.0 | 12.0 | 16.5 | 20.5 |

Pozn.: údaje ČHMU z 1995

[15]

Přelivná hrana byla navržena na kótě 177,40 m n. m. a při  $h_{\max}$  byla uvažována výška přepadajícího paprsku  $h_p = 0,6$  m. Hloubka spadiště vycházela z výškových poměrů jako  $h_{sp} = 2$  m. Délka přelivné hrany byla stanovena na  $b = 20$  m, šířka spadiště byla vypočtena  $b_{sp} = 7$  m.

Následně byly spočítány hodnoty průtoků pro přepad dokonalý a nedokonalý, a to pro různé přepadové výšky. Tyto hodnoty byly vyneseny pomocí konsumpční křivky bezpečnostního přelivu. Z grafu vyplývá, že k nedokonalému přepadu dochází při výšce hladiny  $h = 2,6$  m, což je zároveň  $h_{\max}$ . Při převádění  $Q_{100} = 20,5$   $m^3 s^{-1}$  by se tedy přepad choval jako dokonalý.



*Graf 1: Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu*

#### 4.1.5 Přípomínky k bakalářské práci

Základním nedostatkem ideového návrhu bylo množství podkladů. To odpovídalo zadání a šíři práce – ta počítala s ideovým návrhem pro investora, který bude později zpřesněn a upraven dle požadavků a připomínek. Zároveň se v průběhu řešení objevilo několik otázek, které byly připomínkovány při hodnocení bakalářské práce.



První z nich byla otázka zemin v zátopě. Ta z důvodu chybějícího inženýrsko-geologického průzkumu počítala se stavbou ze zeminy typu CS – písčité jíly.

Dále byly zmiňovány otázky související s bezpečnostním převýšením hráze – to bylo navrženo 1 m nad maximální hladinu. Otázka rozšíření uvažovaného litorálního pásma z původních 5 % plochy zátopy a změny tvaru hráze s větším zaoblením v souvislosti s účelem nádrže jako krajinoformujícího prvku a biocentra.

Největší překážkou se však jeví řešení kašnového bezpečnostního přelivu. Základním problémem u bezpečnostního objektu se ukázalo jeho napojení do koryta stávajícího potoku. Ten má v místě zaústění šířku pouhé 2 m, přičemž by po napojení spadiště s šířkou 7 m docházelo při větších průtocích ke zpětnému vzduť hladiny a tím k ovlivnění režimu přepadu.

Všechny tyto otázky byly předmětem této práce a byly v rámci této práce dále řešeny.

[14]

## **4.2 ZMĚNY V NÁVRHU NÁDRŽE**

V rámci ekonomického posouzení nádrže a vypracování rozpočtu bylo nutné provést zpřesnění dat a úpravy návrhu stávajícího projektu. V první řadě bylo nutné najít odpovědi na výše zmíněné otázky a připomínky.

### **4.2.1 Použité zeminy a těleso hráze**

Díky komunikaci se zastupiteli obce bylo zjištěno, že ve vzdálenosti 200 m od zájmového území nechala obec vypracovat studii proveditelnosti přírodního koupaliště, jejíž součástí byl také inženýrsko-geologický průzkum vypracován společností SURGEO s.r.o. [5] Úkolem tohoto průzkumu bylo posouzení inženýrsko-geologických a základových poměrů v místě projektovaných objektů. Za tímto účelem bylo v zájmovém prostoru odvrtno 5 vrtů označených V – 1 až V - 5 do hloubky 6 – 7 m. Celkem bylo odvrtno 31 m vrtů. Vrtné práce realizovala firma GEOBE Brankovice dne 2. 3. 2009 vrtnou soupravou BOTEK – B – 1 A technologií jádrového vrtání. Ve zvodněných úsecích byly použity manipulační pažnice. Při hloubení se z každé litologické změny odebíraly dokumentační vzorky zemin, které byly ukládány do normalizovaných vzorkovnic.



Obrázek 2: Zobrazení místa inženýrsko-geologického průzkumu

z inženýrsko-geologického průzkumu byly zjištěny litologické profily vrtů. U všech provedených vrtů byla zjištěna obdobná skladba zemin a to:

|   |         |
|---|---------|
| 0,0 – 0,5 m <u>hlína</u> , hnědá, tuhá (ornice)   | F6, CI  |
| 0,5 – 1,9 m <u>hlína</u> , šedohnědá, slabě vápnitá, měkká-tuhá se střední plasticitou                                | F6, CI  |
| 1,9 – 5,0 m <u>hlína jílovitá</u> , hnědočerná, slabě vápnitá, silně org. Zapáchající,<br>měkká s vysokou plasticitou | F7, MHO |
| 5,0 – 6,0 m <u>písek hlinitý</u> , šedý, jemnozrný, slabě vápnitý, zvodnělý,<br>středně ulehlý                        | S4,SM   |

Zeminy byly zatříděny dle klasifikace jemnozrných zemin na základě normy ČSN 73 1001, viz následující tabulka.

[15]

**Tabulka 7: Klasifikace jemnozrnných zemin dle ČSN 73 1001**

| Název zeminy                                 | Symbol | Třída | Obsah jemno-<br>zrné frakce<br>(<0,06 mm) v<br>% | Poměr štěr-<br>kové (g) a<br>písčité (s)<br>frakce | Diagram<br>plasticity | W <sub>L</sub> v % |
|--|--------|-------|--|--|-----------------------|--------------------|
| Hlína štěrkovitá                             | MG     | F1    | 35 - 65  | g>s  | pod A                 | -                  |
| Jíl štěrkový                                 | CG     | F2    | 35 - 65  | g>s  | nad A                 | -                  |
| Hlína písčitá                                | MS     | F3    | 35 - 65  | s>g  | pod A                 | -                  |
| Jíl písčitý                                  | CS     | F4    | 35 - 65  | s>g  | nad A                 | -                  |
| Hlína s nízkou<br>plasticitou                | ML     | F5    | >65  | -  | pod A                 | <35                |
| Hlína se střední<br>plasticitou              | MI     | F5    | >65  | -  | pod A                 | 35 - 50            |
| Jíl s nízkou plas-<br>ticitou                | CL     | F6    | >65  | -  | nad A                 | <35                |
| Jíl se střední<br>plasticitou                | CI     | F6    | >65  | -  | nad A                 | 35 - 50            |
| Hlína s vysokou<br>plasticitou               | MH     | F7    | >65  | -  | pod A                 | 50 - 70            |
| Hlína s velmi<br>vysokou plastici-<br>tou    | MV     | F7    | >65  | -  | pod A                 | 70 - 90            |
| Hlína s extrémně<br>vysokou plastici-<br>tou | ME     | F7    | >65  | -  | pod A                 | >90                |
| Jíl s vysokou<br>plasticitou                 | CH     | F8    | >65  | -  | nad A                 | 50 - 70            |
| Jíl s velmi vyso-<br>kou plasticitou         | CV     | F8    | >65  | -  | nad A                 | 70 - 90            |
| Jíl s extrémně<br>vysokou plastici-<br>tou   | CE     | F8    | >65  | -  | nad A                 | >90                |

[7]

U všech vrtů byla zároveň určena ustálená hladina podzemní vody a to v rozmezí od 0,4 - 0,5 m. Tento průzkum byl však prováděn v období jarního tání sněhové pokrývky, čímž byla s největší pravděpodobností hladina podzemní vody ovlivněna.

Z inženýrsko-geologického průzkumu se dá usuzovat, že se v místě plánované stavby nádrže bude nacházet zemina vhodná pro stavbu zemního tělesa hráze. Pro potvrzení této teze by bylo třeba provést nový průzkum přímo v místě hráze a zátopy. Jako materiál pro stavbu homogenní hráze je možno použít zeminu F6, CI – hlína se střední plasticitou. Dle tabulky 1 na straně č. 5

se jedná o zeminu vhodnou pro homogenní hráz. V původním stavu bylo uvažováno se zeminu CS, přičemž u této zeminy uvažuje norma ČSN 75 2410 s jinými doporučenými sklony hráze.

Sklony byly tedy upraveny na základě změny uvažované zeminy dle a to na hodnoty:

- 1:3,4 u návodního líce hráze
- 1:2 u vzdušného líce hráze

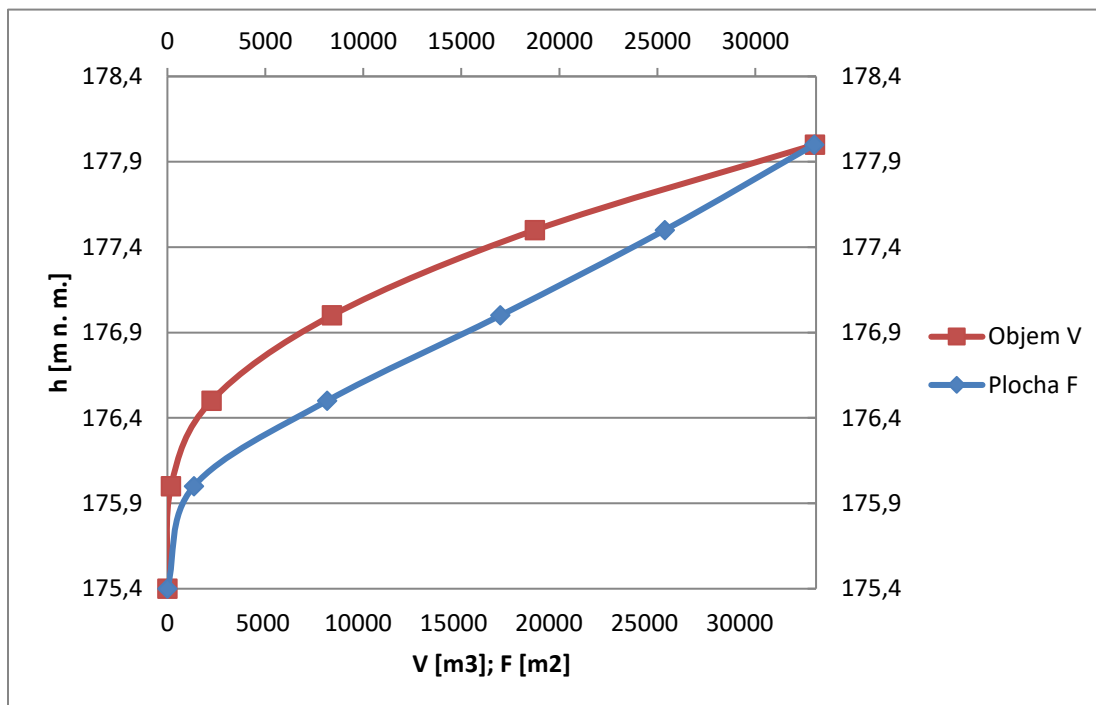
Dále byla změněna výška hráze oproti původnímu návrhu, a to snížením bezpečnostního převýšení. To bylo v původním návrhu uvažováno jako převýšení 1 m nad maximální hladinou vody v nádrži, a to z důvodu zvýšení retenční funkce nádrže při extrémních průtocích. Tato hodnota byla předimenzována a po konzultaci s vedoucím práce bylo bezpečnostní převýšení změněno na 0,5 m nad maximální hladinou. Tato nově navržená hodnota odpovídá doporučenému maximálnímu bezpečnostnímu převýšení uvedeném v normě a zároveň došlo ke zmenšení objemu tělesa hráze a tím k významné úspoře použité zeminy pro jeho stavbu a s tím souvisejícímu snížení finanční nákladnosti stavby. Nově navržená koruna hráze leží na kótě 178,5 m n. m.

Tvarové uspořádání hráze prodělalo kromě celkové výšky prvku ještě změnu v podobě zvětšení poloměru zaoblení u zlomu hráze. Ta zaujímá i nadále tvar písmene L a to z důvodu přilehlého ochranného pásma železnice a hranice pozemku, na kterém se nádrž nachází. Poloměr zaoblení byl zvětšen z původního poloměru  $r = 7$  m téměř desetinásobně, a to na  $r = 50$  m. Důvod zvětšení poloměru zaoblení je zejména estetický, jelikož je nádrž zamýšlena jako krajínovorná.

#### **4.2.2 Zátopa**

K vyhotovení rozpočtu stavby bylo nutné znát přesná data týkající se objemů a ploch jednotlivých stavebních částí nádrže. K vypracování projektu byl proto použit odlišný program, a to Civil 3D verze 2018, který umožňuje modelování 3D těles a měření jejich kubatur. Do programu byly nejprve vloženy souřadnice povrchu území získané z DMR4G, z nichž byl následně utvořen model terénu. Následně bylo nasimulováno zahloubení zátopy a vytvořeno zemní těleso hráze. Díky přesné modelaci projektu byly získány přesné údaje o objemech jak stavebních částí nádrže, tak o objemech zadržené vody v nádrži. Plocha i objem zátopy byly

zprecněny a na základě nových dat byly vytvořeny nové batygrafické křivky – viz následující graf.



Graf 2: Batygrafické křivky

Z batygrafických křivek lze vyčíst, že nádrž při hladině stálého nadržení zaujme objem 19 259 m<sup>3</sup> vody na ploše 25 374 m<sup>2</sup>. Při maximální hladině pak zadržovaný objem činí 33 931 m<sup>3</sup> na ploše 33 012 m<sup>2</sup>

### 4.2.3 Bezpečnostní přeliv

Největší překážkou ideového návrhu však bylo navázání spadiště kašnového bezpečnostního přelivu na koryto potoka. Z tohoto důvodu bylo třeba provést celý návrh znovu. Výchozím požadavkem tak nebylo ze zadaného průtoku vypočítat rozměry bezpečnostního objektu, ale naopak najít maximální možný průtok při zadaných rozměrech, aby zároveň nedocházelo ke zpětnému vzduť a zahlcení přelivu.

#### *Hlavní bezpečnostní přeliv*

Limitujícím faktorem byla tedy maximální šířka spadiště získána z šířky koryta potoku v místě napojení

$$b_{sp-max} = 2 \text{ m}$$

což je zároveň minimální přípustnou šířkou spadiště a hloubka spadiště

$$h_{sp-max} = 2 \text{ m}$$

Zároveň musely být splněny dvě konstrukční zásady spadiště. První zásadou je, že šířka spadiště  $b_{sp}$  musí být nejméně čtyřnásobek výšky přelivného paprsku

$$b_{sp} \geq 4 \cdot h_p$$

Z tohoto získáme výšku přepadového paprsku při  $h_{max}$

$$h_p = 0,5 \text{ m}$$

přelivná hrana bezpečnostního přelivu se tedy nachází na kótě 177,50 m n. m. Druhou zásadou je dodržení hloubky ve spadišti kdy platí, že

$$h_{sp} \geq 2 \cdot h_k$$

kde  $h_s$  představuje hloubku spadiště a  $h_k$  kritickou hloubkou pro návrhový průtok  $Q_n$

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha \times Q_n}{g \times b_{sp}^2}} \text{ [m]}$$

Z tohoto vztahu byl vypočten maximální návrhový průtok pro takto navržený bezpečnostní přeliv a to:

$$Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$$

přelivná hrana bezpečnostního objektu je uvažována s poloměrem zaoblení  $r = 0,3 \text{ m}$ . Dále jsme si na základě poměru  $r/h$  odečetli z nomogramu přepadového součinitele přelivu s korunou ve tvaru půlkružnice podle Kramera hodnotu přepadového součinitele přelivu

$$\mu = 0,745$$

z této hodnoty byl určen součinitel přepadu  $m$  a to dle vzorce

$$m = \frac{2}{3} \times \mu = 0,497$$

Následně bylo třeba určit šířku přelivné hrany po započtení kontrakcí  $b_0$ , která byla získána z rovnice přepadu.

$$b_0 = \frac{Q}{m \times \sqrt{2 \times g \times h^3}} = 7,714 \text{ m}$$

Z níž byla poté zvolena délka přelivné hrany

$$b = 10 \text{ m}$$

Hlavní bezpečnostní přepad byl tedy upraven – nově navržená přelivná hrana má délku 10 m, poloměr zaoblení hran zůstává neměnný  $r = 0,3 \text{ m}$ . Spadiště bylo zmenšeno s ohledem na rozměry koryta potoku, přičemž je navržena nová šířka spadiště  $b_{sp} = 2 \text{ m}$  a hloubka  $h_{sp} = 2 \text{ m}$ . Přepad navíc nově počítá s maximální návrhovou výškou přelivného paprsku  $h = 0,5 \text{ m}$ .

Vzhledem k nově navrženým rozměrům je třeba opakovat propočty průtoků při různých přepadových výškách a vykreslit konsumpční křivku přelivu ze které bude patrný režim přepadu při daném průtoku.

Pro dokonalý přepad byla použita rovnice přepadu

$$Q = m \times b_0 \times \sqrt{2 \times g \times h^3} \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]}$$

kde  $m$  ... součinitel přepadu[-],

$b$  ... délka přelivné hrany [m],

$h$  ... výška přepadového paprsku [m],

Přičemž součinitel přepadu  $m$  byl odečten z tabulek a to na základě dané přelivné výšky  $h$ . Účinná délka přelivné hrany poté vychází ze vztahu

$$b_0 = b - n \times k_v \times h \text{ [m]},$$

kde  $b$  ... skutečná délka přelivné hrany[m],

$n$  ... počet kontrakcí [-],

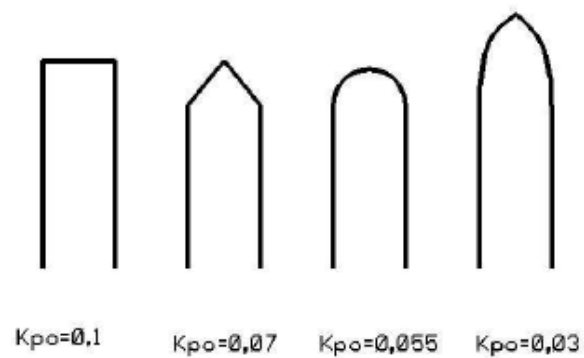
$k_v$  ... součinitel tvaru kontrakcí [-],

$h$  ... výška přepadového paprsku [m],

Součinitel kontrakcí  $k_v$  je vypočten vztahem

$$k_v = \frac{K_{p0} \times b}{b \times h} [-]$$

kde  $k_v$  ... součinitel tvaru přelivné hrany [-]



**Obrázek 3:** Součinitel tvaru přelivné hrany



Za pomoci výše uvedených vztahů byly vypočteny hodnoty průtoku v případě dokonalého přepadu.

*Tabulka 8: Průtoky bezpečnostního přelivu - dokonalý přepad*

| H    | h     | kv    | b0     | m     | Q                                   |
|------|-------|-------|--------|-------|-------------------------------------|
| [m]  | [m]   | [-]   | [m]    | [-]   | [m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> ] |
| 2,00 | 0     | 0,030 | 10,000 | 0     | 0                                   |
| 2,05 | 0,050 | 0,030 | 9,994  | 0,459 | 0,227                               |
| 2,06 | 0,060 | 0,030 | 9,993  | 0,450 | 0,293                               |
| 2,08 | 0,080 | 0,030 | 9,990  | 0,439 | 0,440                               |
| 2,10 | 0,100 | 0,030 | 9,988  | 0,430 | 0,602                               |
| 2,12 | 0,120 | 0,030 | 9,986  | 0,428 | 0,787                               |
| 2,14 | 0,140 | 0,030 | 9,983  | 0,424 | 0,982                               |
| 2,16 | 0,160 | 0,030 | 9,981  | 0,422 | 1,194                               |
| 2,18 | 0,180 | 0,029 | 9,979  | 0,420 | 1,418                               |
| 2,20 | 0,200 | 0,029 | 9,976  | 0,419 | 1,656                               |
| 2,22 | 0,220 | 0,029 | 9,974  | 0,417 | 1,901                               |
| 2,24 | 0,240 | 0,029 | 9,972  | 0,416 | 2,160                               |
| 2,26 | 0,260 | 0,029 | 9,970  | 0,415 | 2,430                               |
| 2,30 | 0,300 | 0,029 | 9,965  | 0,414 | 3,003                               |
| 2,35 | 0,350 | 0,029 | 9,959  | 0,413 | 3,773                               |
| 2,40 | 0,400 | 0,029 | 9,954  | 0,412 | 4,595                               |
| 2,45 | 0,450 | 0,029 | 9,948  | 0,411 | 5,467                               |
| 2,50 | 0,500 | 0,029 | 9,943  | 0,410 | 6,384                               |
| 2,60 | 0,600 | 0,028 | 9,932  | 0,410 | 8,383                               |
| 2,70 | 0,700 | 0,028 | 9,921  | 0,409 | 10,527                              |
| 2,80 | 0,800 | 0,028 | 9,911  | 0,408 | 12,816                              |
| 3,00 | 1,000 | 0,027 | 9,891  | 0,406 | 17,787                              |

U dokonalého přepadu je limitujícím faktorem rozměr přelivu, u nedokonalého pak rozměry spadiště. Výpočet nedokonalého přepadu proto zobrazuje hloubku vody ve spadišti při

zadaném průtoku. Pro vykreslení křivky nedokonalého přepadu byly zadány průtoky s krokem  $0,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , pro které byly následně dopočítávány hloubky hladiny.

**Tabulka 9:** Průtoky bezpečnostního přelivu – nedokonalý přepad

| $v$                                | $h_k$        | $S_k$          | $v_k$                            | $H_{hk}$     | $H$          |
|------------------------------------|--------------|----------------|----------------------------------|--------------|--------------|
| $[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ | $[\text{m}]$ | $[\text{m}^2]$ | $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$ | $[\text{m}]$ | $[\text{m}]$ |
| 0                                  | 0            | 0              | 0                                | 0            | 0            |
| 0,5                                | 0,237        | 0,475          | 1,053                            | 0,297        | 0,358        |
| 1,0                                | 0,377        | 0,754          | 1,327                            | 0,471        | 0,568        |
| 1,5                                | 0,494        | 0,988          | 1,519                            | 0,617        | 0,744        |
| 2,0                                | 0,598        | 1,196          | 1,672                            | 0,748        | 0,901        |
| 2,5                                | 0,694        | 1,388          | 1,801                            | 0,868        | 1,045        |
| 3,0                                | 0,784        | 1,568          | 1,914                            | 0,980        | 1,181        |
| 3,5                                | 0,869        | 1,737          | 2,014                            | 1,086        | 1,308        |
| 4,0                                | 0,950        | 1,899          | 2,106                            | 1,187        | 1,430        |
| 4,5                                | 1,027        | 2,054          | 2,191                            | 1,284        | 1,547        |
| 5,0                                | 1,102        | 2,204          | 2,269                            | 1,377        | 1,659        |
| 5,5                                | 1,174        | 2,348          | 2,342                            | 1,468        | 1,768        |
| 6,0                                | 1,244        | 2,489          | 2,411                            | 1,555        | 1,874        |
| 6,5                                | 1,313        | 2,625          | 2,476                            | 1,641        | 1,977        |
| 7,0                                | 1,379        | 2,758          | 2,538                            | 1,724        | 2,077        |
| 7,5                                | 1,444        | 2,888          | 2,597                            | 1,805        | 2,175        |
| 8,0                                | 1,507        | 3,015          | 2,654                            | 1,884        | 2,270        |
| 8,5                                | 1,570        | 3,139          | 2,708                            | 1,962        | 2,364        |
| 9,0                                | 1,631        | 3,261          | 2,760                            | 2,038        | 2,456        |
| 9,5                                | 1,690        | 3,381          | 2,810                            | 2,113        | 2,546        |
| 10,0                               | 1,749        | 3,498          | 2,859                            | 2,186        | 2,634        |
| 10,5                               | 1,807        | 3,614          | 2,905                            | 2,259        | 2,721        |
| 11,0                               | 1,864        | 3,728          | 2,951                            | 2,330        | 2,807        |
| 11,5                               | 1,920        | 3,840          | 2,995                            | 2,400        | 2,892        |
| 12,0                               | 1,975        | 3,950          | 3,038                            | 2,469        | 2,975        |
| 12,5                               | 2,030        | 4,059          | 3,079                            | 2,537        | 3,057        |
| 13,0                               | 2,083        | 4,167          | 3,120                            | 2,604        | 3,138        |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 13,5 | 2,137 | 4,273 | 3,159 | 2,671 | 3,218 |
| 14,0 | 2,189 | 4,378 | 3,198 | 2,736 | 3,297 |
| 14,5 | 2,241 | 4,482 | 3,235 | 2,801 | 3,375 |
| 15,0 | 2,292 | 4,584 | 3,272 | 2,865 | 3,452 |
| 15,5 | 2,343 | 4,685 | 3,308 | 2,928 | 3,528 |
| 16,0 | 2,393 | 4,786 | 3,343 | 2,991 | 3,604 |
| 16,5 | 2,442 | 4,885 | 3,378 | 3,053 | 3,678 |
| 17,0 | 2,492 | 4,983 | 3,412 | 3,114 | 3,752 |
| 17,5 | 2,540 | 5,080 | 3,445 | 3,175 | 3,825 |
| 18,0 | 2,588 | 5,177 | 3,477 | 3,235 | 3,898 |

kde  $h_k$  představuje kritickou výšku vypočtenou dle vztahu

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha \times Q_{100}}{g \times b \times s_p^2}} [m],$$

$S_k$  plochu kritického průřezu vypočtenou jako

$$s_k = h_k \times b [m],$$

$V_k$  jako rychlost proudění spočtenou jako

$$v_k = \frac{Q}{S_k} [ms^{-1}],$$

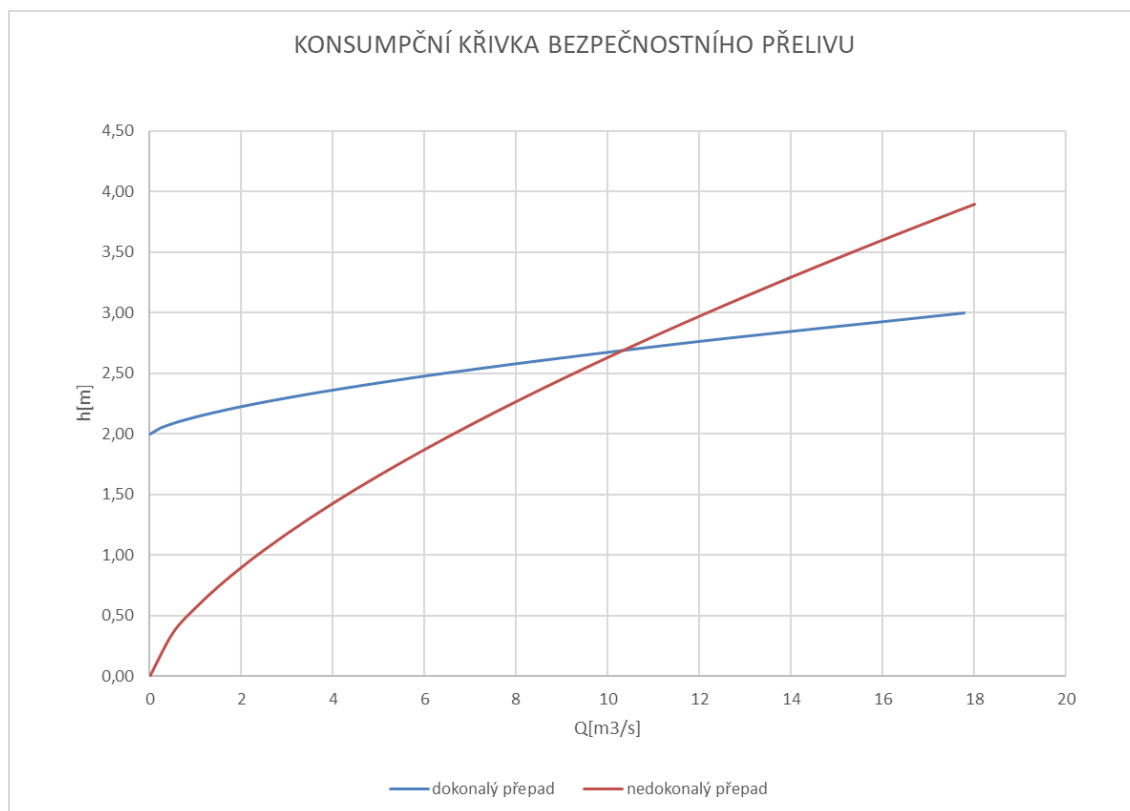
$H_{Ek}$  představuje čáru energie nádrži při kritické výšce a vypočte se jako

$$H_{Ek} = \frac{\alpha \times v_k^2}{2 \times g} [m],$$

a z ní byla vypočtena skutečná výška hladiny v nádrži  $H$  jako

$$H = \frac{1}{\varphi} \times H_{Ek} [m], \text{ kde } \varphi = 0,830[-]$$

Výstupem výše uvedených výpočtu je pak konsumpční křivka přelivu, která pomáhá určit režim proudění přepadu při různých průtocích.



Graf 3: Konzumpční křivka bezpečnostního přelivu

### ***Nouzový bezpečnostní přeliv***

Vzhledem k tomu že je takto navržený kašnový bezpečnostní přeliv navržen na návrhový průtok  $Q = 6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  je třeba nádrž opatřit dodatečným přelivem, který bude sloužit převážně jako nouzový. Nouzový bezpečnostní přeliv bude řešen jako korunový, s návrhovým průtokem  $Q = 14,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Tímto řešením bude zajištěn odtok při povodňovém průtoku odpovídajícímu  $Q_{100} = 20,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .

Nouzový bezpečnostní přeliv bude řešen jako korunový nehrazený přeliv lichoběžníkového tvaru se sklony svahů 1:2. Kóta přelivné hrany bezpečnostního přelivu je 177,70 m n. m. výškového systému B.p.V. Přeliv bude zpevněn kamennou dlažbou z lomového kamene do betonu na sucho.

Voda přepadající přes přeliv bude odvedena terénními úpravami od prostoru tělesa hráze. Terénní úpravy budou řešeny formou průlehu. Vzhledem k tomu že je přepad řešen jako nouzový, bude průleh zpevněn zatravněním.

Samotný bezpečnostní přeliv je počítán jako přepad přes širokou korunu, přičemž pro lichoběžníkový tvar koryta byl odvozen vzorec

$$Q = \varphi_z \cdot m \cdot b \cdot (2 \cdot g)^{0.5} \cdot h^{1.5} + \frac{8}{15} \cdot 0,58 \cdot X \cdot (2 \cdot g)^{0.5} \cdot h^{2.5} \quad [m^3 s^{-1}]$$

kde  $\varphi_z$  ... součinitel zatopení[-],

m ... součinitel přepadu[-],

b ... délka přelivné hrany [m],

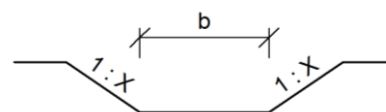
h ... výška přepadového paprsku [m],

X ... sklon svahů přelivu [-],

Tento vzorec byl následně aplikován pro propočet nouzového bezpečnostního přelivu.

#### Vstupní údaje :

|                                 |        |          |
|---------------------------------|--------|----------|
| Součinitel přepadu "m":         | 0,33   | (1)      |
| Součinitel zatopení "sz":       | 1      | (1)      |
| Šířka koruny přelivu "b":       | 65,00  | (m)      |
| Sklon svahů přelivu "X":        | 2      | (1)      |
| Nadmořská výška koruny přelivu: | 177,70 | (m n.m.) |

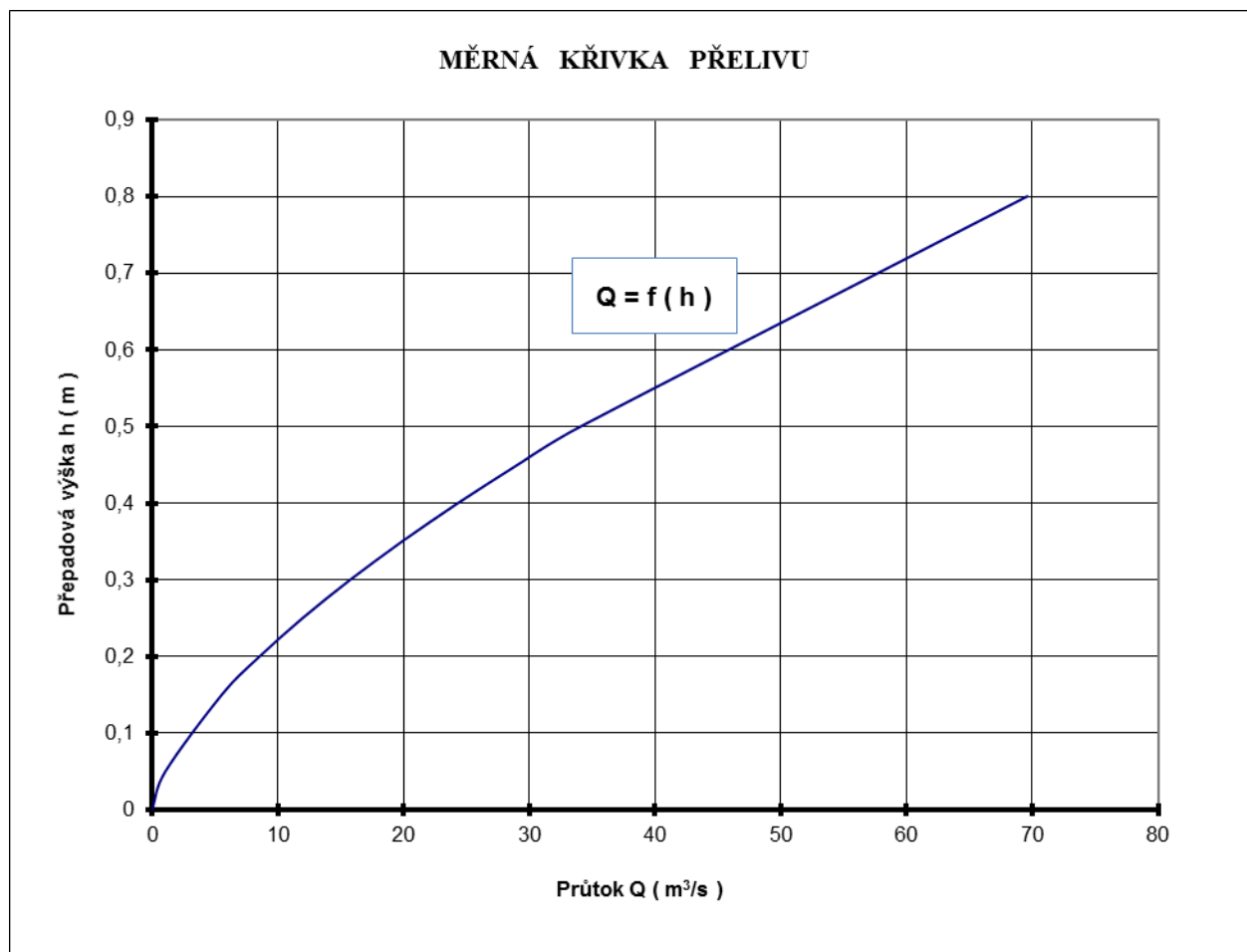


Tabulka 10: Průtoky nouzového přelivu

|          | přepadová<br>výška | průtok     |
|----------|--------------------|------------|
| (m n.m.) | h (m)              | Q (m3.s-1) |
| 253,80   | 0,15               | 1,77       |
| 253,90   | 0,25               | 3,91       |
| 254,00   | 0,35               | 6,65       |
| 254,10   | 0,45               | 9,94       |
| 254,20   | 0,55               | 13,77      |
| 254,30   | 0,65               | 18,12      |
| 254,40   | 0,75               | 22,99      |
| 254,50   | 0,85               | 28,38      |
| 254,60   | 0,95               | 34,30      |
| 255,00   | 1,35               | 63,26      |

- Mmax  
- Koruna hráze

Z vypočtených hodnot byl následně vytvořen graf měrné křivky bezpečnostního přelivu.



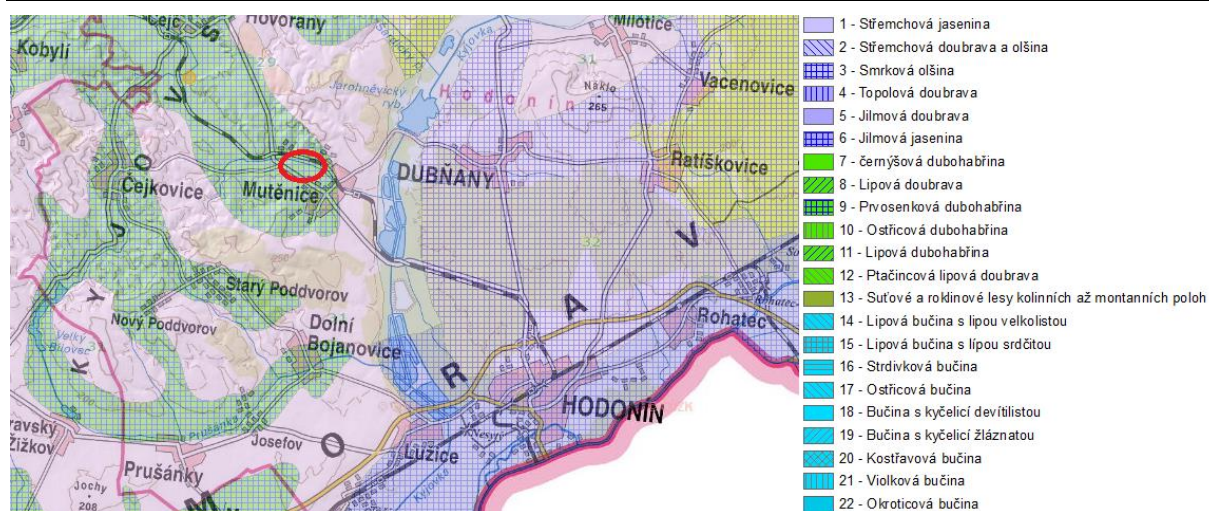
*Graf 4: Měrná křivka nouzového bezpečnostního přelivu*

Z vypočtených hodnot lze odečíst že je přeliv dimenzován na průtok  $Q_{\text{nouz}} = 15,75 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  při maximální hladině. Při přičtení průtoků hlavního bezpečnostního přelivu maximální hladině  $Q_{\text{hl}} = 6,38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  zjistíme, že maximální celková kapacita obou přelivů je  $Q_{\text{celk}} = 22,13 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Požadavek na převedení průtoků  $Q_{100} = 20,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , byl tedy splněn. Nouzový bezpečnostní přeliv byl záměrně předimenzován na stranu bezpečnosti, protože se počítá se zpětným vzduťím a zatopením hlavního bezpečnostního přelivu, čímž by byla jeho kapacita snížena.

#### **4.2.4 Doprovodné dřeviny v okolí nádrže**

##### *Potencionální přirozená vegetace*

Dle mapy přirozené vegetace byla oblast zatříděna do tzv. prvosenkové dubohabřiny.



**Obrázek 4:** Mapa potencionální přirozené vegetace lokality (geportal.gov.cz)

To znamená, že se jedná především o lesy s převahou habru (*Carpinus betulus*), dubu zimního a letního (*Quercus petraea* s. lat. a *Q. robur*) a s poměrně častou příměsí javoru babyky (*Acer campestre*) a jeřábu břeku (*Sorbus torminalis*) v nižší úrovni stromového patra. V keřovém patře jsou význačně zastoupeny teplomilné keře svída dřín (*Cornus mas*), brslen bradavičnatý (*Euonymus verrucosa*), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*), Líska obecná (*Corylus avellana*), řešetlák počistivý (*Rhamnus cathartica*) aj. Bylinné patro nemá většinou výraznější dominanty, snad s výjimkou strdivky jednokvěté (*Melica uniflora*) v některých porostech. Dále se vyskytují běžné hájové druhy, např. zvonek broskvolistý (*Campanula persicifolia*), klinopád obecný (*Clinopodium vulgare*), konvalinka vonná (*Convallaria majalis*), srha hajní (*Dactylis polygama*), kostřava různolistá (*Festuca heterophylla*), mařinka vonná (*Galium odoratum*), hrachor lecha (*Lathyrus vernus*), strdivka jednokvětá (*Melica uniflora*), lipnice hajní (*Poa nemoralis*), kokořík mnohokvětý (*Polygonatum multiflorum*) a violka lesní (*Viola reichenbachiana*). Významné zastoupení mají teplomilné druhy ostřice Michellova (*Carex michelii*), dymnivka nízká (*Corydalis pumila*), hrachor černý (*Lathyrus niger*), kamejka modronachová (*Lithospermum purpureocaeruleum*), medovník velkokvětý (*Melittis melissophyllum*), prvosenka jarní (*Primula veris*), plicník měkký (*Pulmonaria mollis*) a violka divotvárná (*Viola mirabilis*), které v ostatních typech dubohabřin spíše chybějí. Mechové patro je vyvinuto málo nebo schází.

[10]

## ***Navrh výsadby***

S ohledem na výše uvedené skutečnosti byly navrženy doprovodné dřeviny v okolí nádrže. A to následujícím způsobem:

### **Stromové patro**

- |                 |       |
|-----------------|-------|
| - Habr obecný   | 8 ks  |
| - Dub pýřitý    | 12 ks |
| - Vrba Křehká   | 20 ks |
| - Vrba popelavá | 20 Ks |
| - Jeřáb Břek    | 6 ks  |

### **Keřové Patro**

- |                       |       |
|-----------------------|-------|
| - Líska obecná        | 75 ks |
| - Brslen bradavičnatý | 75 ks |
| - Svída krvavá        | 75 ks |

Okolí hráze bude zpevněno výsevem technické travní směsi. Výše uvedené dřeviny byly navrženy s ohledem na výsadbu u jiných obdobně řešených projektů a stávajících nádrží. Část uvedených stromů a keřů bude také použito na výsadby u stávajícího potoka, která byla poškozena nebo odstraněna v souvislosti s výstavbou malé vodní nádrže.

Výsadbu mokřadních rostlin v litorální zóně projekt zohledňuje v rozpočtové části, a to s ohledem na plochu litorálního pásma. Návrhy konkrétních rostlin jsou doporučeny konzultovat s odborníky v daném oboru, stejně jako finální podobu volby a rozmístění doprovodných dřevin v okolí nádrže, aby byla nádrž schopna plnit funkci lokálního biocentra.

## **4.3 EKONOMICKÉ HLEDISKO NÁDRŽE**

Po provedení změn v návrhu nádrže bylo třeba zjistit finanční náročnost takto navrženého projektu. Zároveň bylo nutné vyčíslit finanční náklady na jednotlivé stavební části a následnou péči.

### **4.3.1 Rozpočet stavby**

V první části bylo třeba určit přesné objemy a plochy jednotlivých stavebních částí stavby. Samotný rozpočet výstavby byl následně rozdělen do následujících dílů:



## ***Zemní práce***

V dílu zemních prací byla řešena většina položek rozpočtu hráze. Spadá sem úprava staveniště před samotnou výstavbou, odstranění křovin a stromů, mulčování rostlin, demontáže sběrných potrubí, hloubení stavebních jam, sejmutí ornice, stejně jako přemístění materiálů. Tato část také počítá s hloubením zemin v zátopě v závislosti na jejich třídě těžitelnosti a stavbu zemního tělesa hráze. Speciálně jsou zde uvedeny položky jako uložení sypaniny do hrází, hutnění násypů, svahování násypů a zásyp rýh pro drény. Tato část také počítá s dodatečnou úpravou po dokončení stavby, jako je založení trávníku jak na hrázi, tak v okolí zátopy, hloubení jam pro výsadbu doprovodných porostů a výsadba rostlin v litorálu. Jedná se o nejnákladnější část stavby malé vodní nádrže.

## ***Přípravné a přidružené práce***

Do tohoto dílu patří práce související se stavební činností, je zde počítáno s geodetickou činností, vytyčením parcel a zaměřením skutečného stavu.

## ***Vodorovné konstrukce***

Při výstavbě malé vodní nádrže se v této části počítá zejména s opevněním v oblasti bezpečnostních a výpustných objektů, případně zpevnění koryta stávajícího potoku v podjezí. V neposlední řadě se jedná o konstrukce spojené s umístěním drenáží. Patří sem zejména různé podsypy, dlažby z lomového kamene apod.

## ***Svislé a kompletní konstrukce***

Stejně jako u vodorovných konstrukcí se jedná především o konstrukce bezpečnostních a výpustných objektů. V našem případě zde byly vyčísleny náklady na konstrukci sdruženého funkčního bloku – konstrukce z prostého betonu a železobetonu, bednění a odbednění betonových konstrukcí, zdění z lomového kamene.

## ***Podkladní a vedlejší konstrukce***

Část týkající se zejména podsypů, obsypu a kamenných filtrů u patních drénů a betonových konstrukcí.

---

## ***Konstrukce zámečnické***

Do zámečnických konstrukcí při stavbě malých vodních nádrží spadají konstrukce zábradlí, případně poklopů apod. Zvláštní kapitolou poté tvoří atypické ocelové konstrukce a jejich montáž. Sem patří například:

### ***Zpevněné plochy***

Zpevněné plochy představují zejména příjezdové a obslužné komunikace a opevnění návodního líce zemní hráze.

### ***Trubní vedení a montáže potrubí***

Materiál a pokládka drenážních a jiných potrubí, do této části patří také dodávka vodočetných latí a výroba dluží, včetně osazení.

### ***Staveništní přesun hmot***

Nezanedbatelnou částí představuje staveništní přesun hmot – přesun odtěžených zemin, jejich přemístování v průběhu výstavby v rámci staveniště apod. Do tohoto dílu spadají také úpravy toků a kanálů. Jeho vyčíslení závisí zejména na plánu výstavby.

### ***Ostatní konstrukce, bourání***

Speciální konstrukce jinde nezařazené – těsnění dilatační spáry ve dně, stěnách apod.

V každém dílu byly řešeny položky dle projektové dokumentace. Přesné hodnoty objemů zemin a konstrukcí byly určeny modelací v programu Civil 3D verze 2018. Následně byl rozpočet rozdělen na 5 částí a to

1. Hráz a zátopa
2. Funkční objekt
3. Následná péče 1. rok
4. Následná péče 2. rok
5. Následná péče 3. rok

Pro všechny tyto části byl vytvořen souhrn stavebních dílů a vedlejších rozpočtových nákladů, které byly následně shrnuty v tabulce rozpočtových nákladů. Podrobný položkový rozpočet součástí práce jako příloha č. 6.

## Hráz a zátopa

Tabulka 11: Rekapitulace stavebních dílů, vedlejších a celkových rozpočtových nákladů pro hráz a zátopy

| REKAPITULACE STAVEBNÍCH DÍLŮ       |                  |           |           |                            |          |  |                     |
|------------------------------------|------------------|-----------|-----------|----------------------------|----------|--|---------------------|
| Stavební díl                       | HSV              | PSV       | Dodávka   | Montáž                     | HZS      |  |                     |
| 1 Zemní práce                      | 5 387 723        | 0         | 0         | 0                          | 0        |  |                     |
| 11 Přípravné a přidružené práce    | 60 000           | 0         | 0         | 0                          | 0        |  |                     |
| 23 0                               | 3 000            | 0         | 0         | 0                          | 0        |  |                     |
| 231 Zemní práce                    | 62 296           | 0         | 0         | 0                          | 0        |  |                     |
| 4 Vodorovné konstrukce             | 162 744          | 0         | 0         | 0                          | 0        |  |                     |
| 45 Podkladní a vedlejší konstrukce | 926 240          | 0         | 0         | 0                          | 0        |  |                     |
| 46 Zpevněné plochy                 | 21 200           | 0         | 0         | 0                          | 0        |  |                     |
| 8 Trubní vedení                    | 22 033           | 0         | 0         | 0                          | 0        |  |                     |
| 99 Staveništní přesun hmot         | 678 479          | 0         | 0         | 0                          | 0        |  |                     |
| <b>CELKEM OBJEKT</b>               | <b>7 323 716</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>                   | <b>0</b> |  |                     |
| VEDLEJŠÍ ROZPOČTOVÉ NÁKLADY        |                  |           |           |                            |          |  |                     |
| Název VRN                          | Kč               | %         | Základna  | Kč                         |          |  |                     |
| Ztížené výrobní podmínky           | 0                | 0,0       | 7 323 716 | 0                          |          |  |                     |
| Oborová přírážka                   | 0                | 0,0       | 7 323 716 | 0                          |          |  |                     |
| Přesun stavebních kapacit          | 0                | 0,0       | 7 323 716 | 0                          |          |  |                     |
| Mimostaveništní doprava            | 0                | 0,0       | 7 323 716 | 0                          |          |  |                     |
| Zařízení staveniště                | 0                | 1,5       | 7 323 716 | 109 856                    |          |  |                     |
| Provoz investora                   | 0                | 0,0       | 7 323 716 | 0                          |          |  |                     |
| Kompletační činnost (IČD)          | 0                | 0,0       | 7 323 716 | 0                          |          |  |                     |
| Rezerva rozpočtu                   | 0                | 0,0       | 7 323 716 | 0                          |          |  |                     |
| <b>CELKEM VRN</b>                  |                  |           |           | <b>109 856</b>             |          |  |                     |
| ROZPOČTOVÉ NÁKLADY                 |                  |           |           |                            |          |  |                     |
| Základní rozpočtové náklady        |                  |           |           | Ostatní rozpočtové náklady |          |  |                     |
| Z                                  | HSV celkem       | 7 323 716 |           | Ztížené výrobní podmínky   |          |  | 0                   |
| Z                                  | PSV celkem       | 0         |           | Oborová přírážka           |          |  | 0                   |
| R                                  | M práce celkem   | 0         |           | Přesun stavebních kapacit  |          |  | 0                   |
| N                                  | M dodávky celkem | 0         |           | Mimostaveništní doprava    |          |  | 0                   |
| ZRN                                | celkem           | 7 323 716 |           | Zařízení staveniště        |          |  | 109 856             |
|                                    |                  |           |           | Provoz investora           |          |  | 0                   |
| HZS                                |                  | 0         |           | Kompletační činnost (IČD)  |          |  | 0                   |
| ZRN+HZS                            |                  | 7 323 716 |           | Ostatní náklady neuvedené  |          |  | 0                   |
| ZRN+ost.náklady+HZS                |                  | 7 433 571 |           | Ostatní náklady celkem     |          |  | 109 856             |
| Základ pro DPH                     | 20,0 %           |           |           |                            |          |  | 7 433 571 Kč        |
| DPH                                | 20,0 %           |           |           |                            |          |  | 1 486 714 Kč        |
| Základ pro DPH                     | 0,0 %            |           |           |                            |          |  | 0 Kč                |
| DPH                                | 0,0 %            |           |           |                            |          |  | 0 Kč                |
| <b>CENA ZA OBJEKT CELKEM</b>       |                  |           |           |                            |          |  | <b>8 920 285 Kč</b> |

## *Funkční objekty*

*Tabulka 12: Rekapitulace stavebních dílů, vedlejších a celkových rozpočtových nákladů pro funkční objekty*

| <b>REKAPITULACE STAVEBNÍCH DÍLŮ</b> |                               |                       |                                   |                       |               |               |  |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|--|
| <b>Stavební díl</b>                 |                               | <b>HSV</b>            | <b>PSV</b>                        | <b>Dodávka</b>        | <b>Montáž</b> | <b>HZS</b>    |  |
| 1                                   | Zemní práce                   | 7 891                 | 0                                 | 0                     | 0             | 0             |  |
| 3                                   | Svislé a kompletní konstrukce | 915 386               | 0                                 | 0                     | 0             | 0             |  |
| 4                                   | Vodorovné konstrukce          | 4 097                 | 0                                 | 0                     | 0             | 0             |  |
| 9                                   | Ostatní konstrukce, bourání   | 69 085                | 0                                 | 0                     | 0             | 0             |  |
| 99                                  | Staveništní přesun hmot       | 73 426                | 0                                 | 0                     | 0             | 0             |  |
| 767                                 | Konstrukce zámečnické         | 0                     | 151 040                           | 0                     | 0             | 0             |  |
| M23                                 | Montáže potrubí               | 0                     | 0                                 | 13 537                | 10 192        | 0             |  |
| <b>CELKEM OBJEKT</b>                |                               | <b>1 069 885</b>      | <b>151 040</b>                    | <b>13 537</b>         | <b>10 192</b> | <b>0</b>      |  |
| <b>VEDLEJŠÍ ROZPOČTOVÉ NÁKLADY</b>  |                               |                       |                                   |                       |               |               |  |
| <b>Název VRN</b>                    |                               | <b>Kč</b>             | <b>%</b>                          | <b>Základna</b>       | <b>Kč</b>     |               |  |
| Ztížené výrobní podmínky            |                               | 0                     | 0,0                               | 1 220 925             | 0             |               |  |
| Oborová přírážka                    |                               | 0                     | 0,0                               | 1 220 925             | 0             |               |  |
| Přesun stavebních kapacit           |                               | 0                     | 0,0                               | 1 220 925             | 0             |               |  |
| Mimostaveništní doprava             |                               | 0                     | 0,0                               | 1 220 925             | 0             |               |  |
| Zařízení staveniště                 |                               | 0                     | 1,5                               | 1 220 925             | 18 314        |               |  |
| Provoz investora                    |                               | 0                     | 0,0                               | 1 220 925             | 0             |               |  |
| Kompletační činnost (IČD)           |                               | 0                     | 0,0                               | 1 244 655             | 0             |               |  |
| Rezerva rozpočtu                    |                               | 0                     | 0,0                               | 1 244 655             | 0             |               |  |
| <b>CELKEM VRN</b>                   |                               |                       |                                   |                       |               | <b>18 314</b> |  |
| <b>ROZPOČTOVÉ NÁKLADY</b>           |                               |                       |                                   |                       |               |               |  |
| <b>Základní rozpočtové náklady</b>  |                               |                       | <b>Ostatní rozpočtové náklady</b> |                       |               |               |  |
|                                     | HSV celkem                    | 1 069 885             | Ztížené výrobní podmínky          |                       |               | 0             |  |
| Z                                   | PSV celkem                    | 151 040               | Oborová přírážka                  |                       |               | 0             |  |
| R                                   | M práce celkem                | 10 192                | Přesun stavebních kapacit         |                       |               | 0             |  |
| N                                   | M dodávky celkem              | 13 537                | Mimostaveništní doprava           |                       |               | 0             |  |
| ZRN                                 | celkem                        | 1 244 655             | Zařízení staveniště               |                       |               | 18 314        |  |
|                                     |                               |                       | Provoz investora                  |                       |               | 0             |  |
| HZS                                 |                               | 0                     | Kompletační činnost (IČD)         |                       |               | 0             |  |
| ZRN+HZS                             |                               | 1 244 655             | Ostatní náklady neuvedené         |                       |               | 0             |  |
| ZRN+ost.náklady+HZS                 |                               | 1 262 968             | Ostatní náklady celkem            |                       |               | 18 314        |  |
| <b>Vypracoval</b>                   |                               | <b>Za zhotovitele</b> |                                   | <b>Za objednatele</b> |               |               |  |
|                                     | Základ pro DPH                | 20,0                  | %                                 | 1 262 968 Kč          |               |               |  |
|                                     | DPH                           | 20,0                  | %                                 | 252 594 Kč            |               |               |  |
|                                     | Základ pro DPH                | 0,0                   | %                                 | 0 Kč                  |               |               |  |
|                                     | DPH                           | 0,0                   | %                                 | 0 Kč                  |               |               |  |
| <b>CENA ZA OBJEKT CELKEM</b>        |                               |                       |                                   | <b>1 515 562 Kč</b>   |               |               |  |

## Následná péče 1. rok

Tabulka 13: Rekapitulace stavebních dílů, vedlejších a celkových rozpočtových nákladů pro následnou péči v 1. roce

| REKAPITULACE STAVEBNÍCH DÍLŮ |             |                |          |          |          |          |
|------------------------------|-------------|----------------|----------|----------|----------|----------|
| Stavební díl                 |             | HSV            | PSV      | Dodávka  | Montáž   | HZS      |
| 1                            | Zemní práce | 100 673        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 231                          | Zemní práce | 5 310          | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>CELKEM OBJEKT</b>         |             | <b>105 983</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

| VEDLEJŠÍ ROZPOČTOVÉ NÁKLADY |    |     |          |          |  |
|-----------------------------|----|-----|----------|----------|--|
| Název VRN                   | Kč | %   | Základna | Kč       |  |
| Ztížené výrobní podmínky    | 0  | 0,0 | 105 983  | 0        |  |
| Oborová přírážka            | 0  | 0,0 | 105 983  | 0        |  |
| Přesun stavebních kapacit   | 0  | 0,0 | 105 983  | 0        |  |
| Mimostaveništní doprava     | 0  | 0,0 | 105 983  | 0        |  |
| Zařízení staveniště         | 0  | 0,0 | 105 983  | 0        |  |
| Provoz investora            | 0  | 0,0 | 105 983  | 0        |  |
| Kompletační činnost (IČD)   | 0  | 0,0 | 105 983  | 0        |  |
| Rezerva rozpočtu            | 0  | 0,0 | 105 983  | 0        |  |
| <b>CELKEM VRN</b>           |    |     |          | <b>0</b> |  |

| ROZPOČTOVÉ NÁKLADY           |                       |         |                            |  |                   |
|------------------------------|-----------------------|---------|----------------------------|--|-------------------|
| Základní rozpočtové náklady  |                       |         | Ostatní rozpočtové náklady |  |                   |
|                              | HSV celkem            | 105 983 | Ztížené výrobní podmínky   |  | 0                 |
| Z                            | PSV celkem            | 0       | Oborová přírážka           |  | 0                 |
| R                            | M práce celkem        | 0       | Přesun stavebních kapacit  |  | 0                 |
| N                            | M dodávky celkem      | 0       | Mimostaveništní doprava    |  | 0                 |
| ZRN celkem                   |                       | 105 983 | Zařízení staveniště        |  | 0                 |
|                              |                       |         | Provoz investora           |  | 0                 |
| HZS                          |                       | 0       | Kompletační činnost (IČD)  |  | 0                 |
| ZRN+HZS                      |                       | 105 983 | Ostatní náklady neuvedené  |  | 0                 |
| ZRN+ost.náklady+HZS          |                       | 105 983 | Ostatní náklady celkem     |  | 0                 |
| <b>Vypracoval</b>            | <b>Za zhotovitele</b> |         | <b>Za objednatele</b>      |  |                   |
| Základ pro DPH               | 20,0 %                |         |                            |  | 105 983 Kč        |
| DPH                          | 20,0 %                |         |                            |  | 21 197 Kč         |
| Základ pro DPH               | 0,0 %                 |         |                            |  | 0 Kč              |
| DPH                          | 0,0 %                 |         |                            |  | 0 Kč              |
| <b>CENA ZA OBJEKT CELKEM</b> |                       |         |                            |  | <b>127 180 Kč</b> |

Následná péče pro 2. a 3. je prakticky totožná. Jedná se především o údržbu zeleně na hrázi a v okolí nádrže, která se provádí ve stejné míře každý rok. Z tohoto důvodu se níže uvádí pouze souhrn rozpočtových nákladů. Stavební díly a vedlejší rozpočtové náklady zůstávají totožné.

## Následná péče 2. rok

Tabulka 14: Rozpočtové náklady pro následnou péči ve 2. roce

| ROZPOČTOVÉ NÁKLADY           |                     |                            |                           |                   |
|------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|
| Základní rozpočtové náklady  |                     | Ostatní rozpočtové náklady |                           |                   |
|                              | HSV celkem          | 105 983                    | Ztížené výrobní podmínky  | 0                 |
| Z                            | PSV celkem          | 0                          | Oborová přírážka          | 0                 |
| R                            | M práce celkem      | 0                          | Přesun stavebních kapacit | 0                 |
| N                            | M dodávky celkem    | 0                          | Mimostaveništní doprava   | 0                 |
| ZRN                          | celkem              | 105 983                    | Zařízení staveniště       | 0                 |
|                              |                     |                            | Provoz investora          | 0                 |
|                              | HZS                 | 0                          | Kompletační činnost (IČD) | 0                 |
|                              | ZRN+HZS             | 105 983                    | Ostatní náklady neuvedené | 0                 |
|                              | ZRN+ost.náklady+HZS | 105 983                    | Ostatní náklady celkem    | 0                 |
| Vypracoval                   |                     | Za zhotovitele             |                           | Za objednatele    |
|                              | Základ pro DPH      | 20,0                       | %                         | 105 983 Kč        |
|                              | DPH                 | 20,0                       | %                         | 21 197 Kč         |
|                              | Základ pro DPH      | 0,0                        | %                         | 0 Kč              |
|                              | DPH                 | 0,0                        | %                         | 0 Kč              |
| <b>CENA ZA OBJEKT CELKEM</b> |                     |                            |                           | <b>127 180 Kč</b> |

## Následná péče 3. rok

Tabulka 15: Rozpočtové náklady pro následnou péči ve 3. roce

| ROZPOČTOVÉ NÁKLADY           |                     |                            |                           |                   |
|------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|
| Základní rozpočtové náklady  |                     | Ostatní rozpočtové náklady |                           |                   |
|                              | HSV celkem          | 105 983                    | Ztížené výrobní podmínky  | 0                 |
| Z                            | PSV celkem          | 0                          | Oborová přírážka          | 0                 |
| R                            | M práce celkem      | 0                          | Přesun stavebních kapacit | 0                 |
| N                            | M dodávky celkem    | 0                          | Mimostaveništní doprava   | 0                 |
| ZRN                          | celkem              | 105 983                    | Zařízení staveniště       | 0                 |
|                              |                     |                            | Provoz investora          | 0                 |
|                              | HZS                 | 0                          | Kompletační činnost (IČD) | 0                 |
|                              | ZRN+HZS             | 105 983                    | Ostatní náklady neuvedené | 0                 |
|                              | ZRN+ost.náklady+HZS | 105 983                    | Ostatní náklady celkem    | 0                 |
| Vypracoval                   |                     | Za zhotovitele             |                           | Za objednatele    |
|                              | Základ pro DPH      | 20,0                       | %                         | 105 983 Kč        |
|                              | DPH                 | 20,0                       | %                         | 21 197 Kč         |
|                              | Základ pro DPH      | 0,0                        | %                         | 0 Kč              |
|                              | DPH                 | 0,0                        | %                         | 0 Kč              |
| <b>CENA ZA OBJEKT CELKEM</b> |                     |                            |                           | <b>127 180 Kč</b> |

Výše uvedené náklady na objekty a stavební soubory byly následně vypsány v následující tabulce.

**Tabulka 16:** Rekapitulace stavebních objektů a provozních souborů

| Číslo a název objektu / provozního souboru |                                       | Cena celkem       | Základ DPH<br>20 % | DPH<br>celkem    | %            |
|--|---------------------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------|
| SO-03a                                     | Malá vodní nádrž - VN - Hráz a zátopa | <b>8 920 286</b>  | 7 433 571          | 1 486 714        | 82,5         |
| SO-03a-1                                   | 1. rok - Následná péče                | <b>127 180</b>    | 105 983            | 21 197           | 1,2          |
| SO-03a-2                                   | 2. rok - Následná péče                | <b>127 180</b>    | 105 983            | 21 197           | 1,2          |
| SO-03a-3                                   | 3. rok - Následná péče                | <b>127 180</b>    | 105 983            | 21 197           | 1,2          |
| SO-03b                                     | Malá vodní nádrž- VN - Funkční objekt | <b>1 515 562</b>  | 2 039 078          | 407 816          | 14,0         |
| <b>Celkem za stavbu</b>                    |                                       | <b>10 817 388</b> | <b>9 014 490</b>   | <b>1 802 898</b> | <b>100,0</b> |

### 4.3.2 Posouzení

Na základě provedených výpočtů a návrhu projektu byly provedeny 3 posouzení. V první řadě byla nádrž posuzovaná z pohledu objemového ukazatele. Ten je vyjádřen poměrem objemu zásobního prostoru nádrže  $V_H$  ku objemu tělesa hráze  $V_z$ , přičemž by jeho hodnota neměla klesnout pod 4. Optimální poměry pak charakterizuje hodnota 10.

$$\eta = \frac{V_z}{V_H} = \frac{19\,260}{2\,450} = 7,5$$

Této hodnoty bylo dosaženo zejména značnému zahloubení zátopy, proto je třeba provést další posouzení, i přestože hodnota 7,5 charakterizuje poměry blízcí se optimálnímu stavu.

Dalším z možných posouzení je vyčíslení ukazatele ekonomické výhodnosti pro dotační tituly. Zde je požadováno dosažení hodnoty cca cca 250 Kč/m<sup>3</sup> zadržené vody, případně plošný ukazatel pro revitalizační nádrže, kde je požadována menší hloubky, který je 2 – 2,5 mil Kč/ha dle srovnávacího ceníku AOPK. Tento ukazatel počítá pouze s náklady pro výstavbu, nejsou zde proto zahrnuty i náklady pro následnou péči.

$$T.j. = \frac{10\,817\,388}{19\,260} = 561,65 \text{ Kč} \cdot \text{m}^{-3}$$

Případně

$$T.j. = \frac{10,82}{2,54} = 4,26 \text{ mil. Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$$

## 5 ZÁVĚR

Na základě výstupů a připomínek k bakalářské práci byl zpřesněn a upraven návrh malé vodní nádrže. Došlo ke zpřesnění údajů ohledně materiálů homogenní hráze, kde došlo ke změně navrhované zeminy z předpokládané CS – písčité jíly, na zeminu CI – jíly se střední plasticitou, která se nachází v místě zátopy malé vodní nádrže. Tato změna se projevila zejména v navrhovaných sklonech svahů zemního tělesa hráze. Nově navržené sklony odpovídají hodnotám 1:3,4 na návodním líci hráze a 1:2 na vzdušném líci hráze. Změněna byla také velikost bezpečnostního převýšení hráze nad maximální hladinou, a to z původního 1 m převýšení na hodnotu převýšení 0,5 m, která odpovídá doporučenému převýšení dle ČSN 73 2410. Nově navržená koruna hráze tedy leží na kótě 178,50 m n. m. Tvar tělesa hráze zůstává i nadále tvaru písmene L. Oproti původnímu návrhu však došlo ke změně poloměru zaoblení přechodového oblouku mezi dvěma příkými úseky. Ten je nově 50 m oproti původnímu stavu, kdy poloměr zaoblení  $r = 7$  m. Tato změna byla provedena z estetického hlediska.

Nejvýraznější změnu v návrhu samotné hráze však prodělala konstrukce bezpečnostního přelivu. Ten byl rozdělen na dva objekty – hlavní bezpečnostní přeliv, který je řešen jako sdružený funkční blok. Bezpečnostní objekt představuje kašnový přeliv a byl počítán pro návrhový průtok  $Q = 6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , při délce přelivné hrany  $b = 10$  m. Přelivná hrana leží na kótě 177,50 m n. m. Voda je přiváděna do spadiště o hloubce  $h_{sp} = 2$  m a  $b_{sp} = 2$  m, ze kterého pokračuje otevřeným odpadním korytem přes těleso hráze a je napojeno do koryta potoka, a to přechodovým prahem. Je zde navrženo bezvývarové tlumení energie pomocí dlažby z lomového kamene ve spadišti a odpadním korytu.

Aby bylo zajištěno bezpečné převedení stoletého průtoku  $Q_{100} = 20,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  je nádrže opatřena nouzovým bezpečnostním přelivem, který odvádí méně časté průtoky zejména v případě nedostačující kapacity hlavního bezpečnostního přelivu. Je řešen jako korunový bezpečnostní přeliv lichoběžníkového tvaru o délce přelivné hrany ve dně  $b = 60$  m a sklony křídel 1:2. Přelivná hrana se nachází 0,2 m nad hranou hlavního bezpečnostního přelivu, tedy na kótě 177,70 m n. m. Aby byla zajištěna stabilita bezpečnostního přelivu je dno i svahy bezpečnostního přelivu opevněno dlažbou z lomového kamene na sucho. Voda převedena přelivem je dále odváděna terénními úpravami od tělesa hráze. Okolí nádrže je zpevněno zatravněním, aby docházelo k minimalizaci erozních škod.



Po vytvoření digitálního 3D modelu v systému Autocad Civil 3D 2018 byly odměřeny kubatury a plochy jednotlivých stavebních částí, aby bylo možné provést položkový rozpočet stavby. Ten byl zpracováván v programu Excel 2016. Na základě propočtů byly stanoveny ceny jednotlivých provozních souborů. Ty byly rozděleny do 5 částí, přičemž 3 z nich představovaly následnou údržbu v nadcházejících rocích a 2 náklady pro samotnou stavbu nádrže. Největším finančním zatížením představuje díl zemní práce, které zaujímají přibližně 63,4 % celkových nákladů vynaložených na stavbu nádrže. Dalšími podstatnými náklady jsou oddíly svislé a kompletní konstrukce a podkladní a vedlejší konstrukce s 10,6 %, příp. 10,7 % následované staveništním přesunem hmot zaujímající 8,7 % celkových nákladů na stavbu. Po zhodnocení ukazatelů pro dotační tituly byla zjištěna cena stavby  $561,65 \text{ Kč}\cdot\text{m}^{-3}$  zadržené vody, případně  $4,26 \text{ mil Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$  plochy nádrže. Oba údaje jsou staženy k hodnotám při hladině stálého nadržení. Oba tyto údaje jsou výrazně vyšší, než jsou doporučené hodnoty udávané ceníkem agentury ochrany přírody a krajiny, nebo v doporučené literatuře. Ty udávají hodnotu pro nádrže o rozloze 2–5 ha cenu  $250 \text{ Kč}\cdot\text{m}^{-3}$  zadržené vody při  $h_{sn}$ , příp. 2 – 2,5 mil.  $\text{Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Doporučené hodnoty jsou překročeny více než dvojnásobně, což je způsobeno zejména rozsáhlou těžbou materiálu, pro zvětšení zátopy a velkými náklady na odstranění stávajících doprovodných dřevin v okolí zátopy. Tyto náklady by bylo možno snížit v závislosti na specifických podmínkách panujících v dané lokalitě. Obec Mutěnice jakožto případný investor akce provozuje skládku TKO, kde je zapotřebí velkého množství zeminy. Použitím této zeminy na skládce je možno snížit náklady pro její uložení. Obec Mutěnice je zároveň vlastníkem stavební techniky pro zemní práce, což by mohlo snížit nejpodstatnější část nákladů, a to hloubení zátopy. Vzhledem ke stálé poptávce palivového dřeva se také nabízí možnost zpeněžení odstraněných stromů. Lokalita návrhu se navíc nachází v blízkosti území využívaného především pro pěstování vinné révy. Vzhledem k častým výskytům extrémního sucha v oblasti se zde nabízí i možnost případného využití zadržené vody pro závlahy. V takovém případě by ale bylo třeba vypracovat zhodnocení návratnosti investice vynaložené na případné technologie související s tímto využitím. Riziko zvýšení finálních nákladů také představuje hladina podzemní vody. Náklady na její snížení se různí s ohledem na použitou technologii odvodnění. Z důvodu chybějícího návrhu odvodnění s těmito náklady tato práce nepočítá.

---

Vzhledem k výraznému překročení doporučených cenových hodnot pro stavbu malých vodních nádrží je třeba zvážit efektivitu plánované investice, případně zvážení možnosti výběru jiné lokality.

## Použitá literatura

- [1] POKORNÝ, Josef. *Vodní hospodářství: stavby v rybářství*. 1. Praha: Informatorium, 2009. ISBN 978-80-7333-071-2.
- [2] KUJANOVÁ, Kateřina a Elena BOČEVOVÁ. *Rybníky z pohledu ochrany přírody a krajiny a finanční nástroje*. In: DAVID, Václav a Tereza DAVIDOVÁ. *Rybníky 2017*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017, s. 115-122. ISBN 978-80-01-06166-4. ISSN 2570-5075.
- [3] KŘIVÁNEK, Jiří, Jan NĚMEC a Jan KOPP. *Rybníky v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství ČR vydal Consult, 2012. ISBN 978-80-903482-9-5.
- [4] DOLEŽAL, Petr *Rybníky a účelové nádrže: Modul 01*. Brno, 2007. Studijní opory. VUT v Brně.
- [5] VANÍČEK, I., 2004: *Hráze malých vodních nádrží a poldrů*. Hlavní přednáška. Přehradní dny 2004, ČSVHS Český přehradní výbor, České Budějovice, 13 s.
- [6] JÚVA, Karel, Antonín HRABAL a Rudolf PUSTĚJOVSKÝ. *Malé vodní nádrže*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980.
- [7] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže
- [8] RYBNÍKÁŘ, Jiří, Stanislav NOVOTNÝ, Ladislav PAVLOVSKÝ a Pavel ROTSCHEIN. *Vodní hospodářství*. Praha, 1980. Studijní opora. Vysoké učení technické v Brně.
- [9] ZACHOVAL, Zbyněk. *Přelivy se širokou korunou pravoúhlého příčného průřezu: Broad-crested weirs with rectangular control section : zkrácená verze habilitační práce* Vodní hospodářství a vodní stavby. Brno: VUTIUM, 2015. ISBN 978-80-214-5102-5.
- [10] NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ, Zdeňka. *Mapa potencialní přirozené vegetace České republiky: Map of potential natural vegetation of the Czech Republic : textová část*. Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0687-7.
- [11] AOPK ČR. *Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu*[online]. 2017 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: <http://www.dotace.nature.cz/>

- 
- [12] *Hydrologická ročenka České republiky 2015*. ČHMU[online]. 1. 9. 2015 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: <http://voda.chmi.cz/hr15/uvod.html>
- [13] *Potenciální a rekonstruovaná vegetace* [online]. Bílinská přírodovědná společnost, 2015-01-01, [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://priroda.sdas.cz/botanika/stav.htm>
- [14] SUCHÁNEK, Petr. *Návrh malé vodní nádrže*. Brno, 2016. 46 s., 3 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Petr Doležal
- [15] *Povodňový plán obce Mutěnice*. Hodonín: SURGEO, s.r.o., 2003.
- [16] *Mutěnice - venkovní koupaliště - ig průzkum*. Hodonín: SURGEO, s.r.o., 04/2009

---

## SEZNAM TABULEK

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Tabulka 1: Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění .....</i>   | <i>7</i>  |
| <i>Tabulka 2: Orientační sklony svahů hráze dle ČNS 75 2410 .....</i>   | <i>8</i>  |
| <i>Tabulka 3: Zatřídění nádrže z technicko-bezpečnostního pohledu .....</i>   | <i>9</i>  |
| <i>Tabulka 4: Náklady obvyklých opatření MŽP pro vybrané agregované položky týkající se MVN platné pro aktuální výzvy v roce 2017 .....</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabulka 5: Měsíční bilance mezi přítokem a ztrátami nádrže .....</i>   | <i>23</i> |
| <i>Tabulka 6: N-leté průtoky .....</i>  | <i>24</i> |
| <i>Tabulka 7: Klasifikace jemnozrnných zemin dle ČSN 73 1001 .....</i>  | <i>28</i> |
| <i>Tabulka 8: Průtoky bezpečnostního přelivu - dokonalý přepad .....</i>  | <i>34</i> |
| <i>Tabulka 9: Průtoky bezpečnostního přelivu – nedokonalý přepad .....</i>  | <i>35</i> |
| <i>Tabulka 10: Průtoky nouzového přelivu .....</i>  | <i>38</i> |
| <i>Tabulka 11: Rekapitulace stavebních dílů, vedlejších a celkových rozpočtových nákladů pro hráz a zátopu .....</i>                        | <i>44</i> |
| <i>Tabulka 12: Rekapitulace stavebních dílů, vedlejších a celkových rozpočtových nákladů pro funkční objekty.....</i>                       | <i>45</i> |
| <i>Tabulka 13: Rekapitulace stavebních dílů, vedlejších a celkových rozpočtových nákladů pro následnou péči v 1. roce .....</i>             | <i>46</i> |
| <i>Tabulka 14: Rozpočtové náklady pro následnou péči ve 2. roce .....</i>   | <i>47</i> |
| <i>Tabulka 15: Rozpočtové náklady pro následnou péči ve 3. roce .....</i>   | <i>47</i> |
| <i>Tabulka 16: Rekapitulace stavebních objektů a provozních souborů .....</i>   | <i>48</i> |

---

## SEZNAM OBRÁZKŮ

|   |    |
|---|----|
| <i>Obrázek 1: Mapa potenciální přirozené vegetace (geoportal.gov.cz) .....</i>            | 13 |
| <i>Obrázek 2: Zobrazení místa inženýrsko-geologického průzkumu.....</i>                   | 27 |
| <i>Obrázek 3: Součinitel tvaru přelivné hrany .....</i>                                   | 33 |
| <i>Obrázek 4: Mapa potencionální přirozené vegetace lokality (geoportal.gov.cz) .....</i> | 40 |

## SEZNAM GRAFŮ

|  |    |
|--|----|
| <i>Graf 1: Batygrafické křivky.....</i>                            | 22 |
| <i>Graf 2: Kapacita požeráku.....</i>                              | 24 |
| <i>Graf 3: Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu .....</i>      | 37 |
| <i>Graf 4: Měrná křivka nouzového bezpečnostního přelivu .....</i> | 39 |

---

## SEZNAM PŘÍLOH

|   |              |
|---|--------------|
| 1. SITUACE MALÉ VODNÍ NÁDRŽE                                      | M 1: 1500    |
| 2. PODÉLNÝ ŘEZ HRÁZÍ  | M 1:1500/150 |
| 3. VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ HRÁZÍ                                       | M 1:100      |
| 4. PŘÍNÉ ŘEZY HRÁZÍ   | M 1:250      |
| 5. ŘEZ KONSTRUKCÍ SDRUŽENÉHO FUNKČNÍHO BLOKU                      | M 1:100      |
| 6. POLOŽKOVÝ ROZPOČET STAVBY MALÉ VODNÍ NÁDRŽE V OBCI<br>MUTĚNICE |              |