

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta stavební**

**Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Posouzení možnosti zvýšení transformace povodňové vlny kaskádou  
rybníků v Dolním Dobřejově**

**Assessment of the possibility of increasing the flood wave transformation  
by the cascade of ponds in Dolní Dobřejov**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav David, Ph.D.**

**Květen 2019**

**Monika SMRČINOVÁ**

**Prohlášení:**

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

Dolní Dobřejov 24.5.2019

Monika Smrčinová

**Poděkování:**

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Václavu Davidovi, Ph.D. za odborné vedení při zpracování mé práce a za pravidelné konzultace k jejímu obsahu. Panu Vlastimilu Ploci za poskytnutí přístupu k rybníkům a sepsání historie kaskády rybníků. Také bych ráda poděkovala svému blízkému okolí, že mi umožnilo dostatek prostoru a podpory pro její tvorbu, včetně pomoci při shromažďování podkladů.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi zvýšení transformace povodňové vlny kaskádou rybníků. Nejdříve je provedeno posouzení transformace vlny na nejnižše položeném rybníku, který je jako jediný aktuálně průtočný. Následně je proveden návrh rozdělení průtoků povodňové vlny. Část povodňové vlny je vedena kaskádou bočních rybníků a je vypočten transformační účinek dosažený tímto opatřením. Výsledky obou výpočtů transformace jsou porovnány a je vyhodnocen transformační účinek využitím dalších rybníků.

Práce má tři hlavní části. První část shrnuje obecné vlastnosti a popisy všech v kaskádě se vyskytujících rybníků, včetně popisu jejich objektů a navázání rybníků na sebe. Druhá část se zabývá výpočty konkrétních rybníků a jejich schopnosti povodňovou vlnu transformovat. Poslední část je věnována vyhodnocení celé práce a porovnání transformace povodňové vlny bez kaskády malých vodních nádrží a s možností převedení části povodňové vlny kaskádou rybníků.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Povodňová vlna, transformace, malá vodní nádrž, kaskáda, požerák, bezpečnostní přeliv, Dolní Dobřejov

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the possibility of increasing the flood wave transformation by the ponds cascade. First, the transformation of the wave on the lowest-lying pond, which is the only one currently flowing through, is assessed. Subsequently, the design of the distribution of flood wave flows is made. Part of the flood wave is guided by a cascade of side ponds and the transformation effect achieved by this measure is calculated. The results of both transformation calculations are compared and the transformation effect is evaluated using other ponds.

The thesis has three main parts. The first part summarizes the general characteristics and descriptions of all the cascading ponds, including the description of their objects and the attachment of the ponds to each other. The second part deals with calculations of specific ponds and their ability to transform the flood wave. The last part is devoted to the evaluation of the whole work and comparison of the transformation of the flood wave without the cascade of small water reservoirs and with the possibility of transferring part of the flood wave by the pond cascade.

## **KEY WORDS**

Flood wave, transformation, small water reservoir, cascade, feeder, safety spillway, Dolní Dobřejov

1. ÚVOD.....	1
2. ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ.....	1
2.1 Historie .....	2
2.2 Klimatické podmínky .....	4
2.3 Hydrologické údaje.....	4
3. POPIS MVN.....	5
3.1 Horní rybník .....	5
3.1.1 Hráz .....	5
3.1.2 Výpustná zařízení .....	6
3.1.3 Bezpečnostní přeliv .....	6
3.2 Rybník s ostrůvkem.....	6
3.2.1 Hráz .....	6
3.2.2 Výpustná zařízení .....	7
3.2.3 Bezpečnostní přeliv .....	7
3.3 Prostřední rybník .....	7
3.3.1 Hráz .....	7
3.3.2 Výpustná zařízení .....	8
3.3.3 Bezpečnostní přeliv .....	8
3.4 Rybník se pstruhy .....	8
3.4.1 Hráz .....	8
3.4.2 Výpustná zařízení .....	8
3.4.3 Bezpečnostní přeliv .....	9
3.5 Spodní rybník .....	10
3.5.1 Hráz .....	10
3.5.2 Výpustná zařízení .....	10
3.5.3 Bezpečnostní přeliv .....	11
4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY .....	12

4.1	Charakteristiky nádrží .....	12
4.1.1	Čáry zatopených ploch a objemů – Spodní rybník.....	12
4.1.2	Čáry zatopených ploch rybníků z kaskády .....	13
4.1.2.1	Horní rybník .....	14
4.1.2.2	Rybník s ostrůvkem.....	15
4.1.2.3	Prostřední rybník .....	16
4.1.2.4	Rybník se pstruhy .....	17
4.1.3	Velikost retenčních prostorů.....	18
4.1.3	Konsumční křivka nouzového bezpečnostního přelivu – Spodní rybník.....	19
4.1.4	Konsumční křivka přes korunu hráze.....	20
4.1.5	Konsumční křivka nouzového bezpečnostního přelivu – Rybník se pstruhy.....	22
4.2	Průtok vody požerákem za povodně.....	22
4.3	Transformace povodňové vlny .....	24
4.3.1	Transformace povodňové vlny – Spodní rybník .....	25
4.3.2	Transformace povodňové vlny kaskádou rybníků.....	26
5.	ZÁVĚR.....	30
6.	LITERATURA A ZDROJE INFORMACÍ.....	32
7.	FOTODOKUMENTACE.....	34
8.	PŘÍLOHY .....	42

## 1. ÚVOD

Jen zřídka se zamýšlíme nad tím, jak je voda vzácná. Většinou si neuvědomujeme, jakou má voda hodnotu, dokud o ní nepřijdeme. V současné době jsou problémy sucha a nedostatku vody v krajině častými tématy ke konverzacím. Několik posledních povodní nám připomnělo, že krajina má problém s krátkodobou retencí vody. Přírodní podmínky jsou často nepříznivé, z druhé strany si problémy přiděláváme hlavně sami, a to způsobem s jakým s krajinou zacházíme. Srážky by se měly vsáknout na ploše, na jaké spadnou, často ale odtečou a způsobují problémy níže po směru toku.

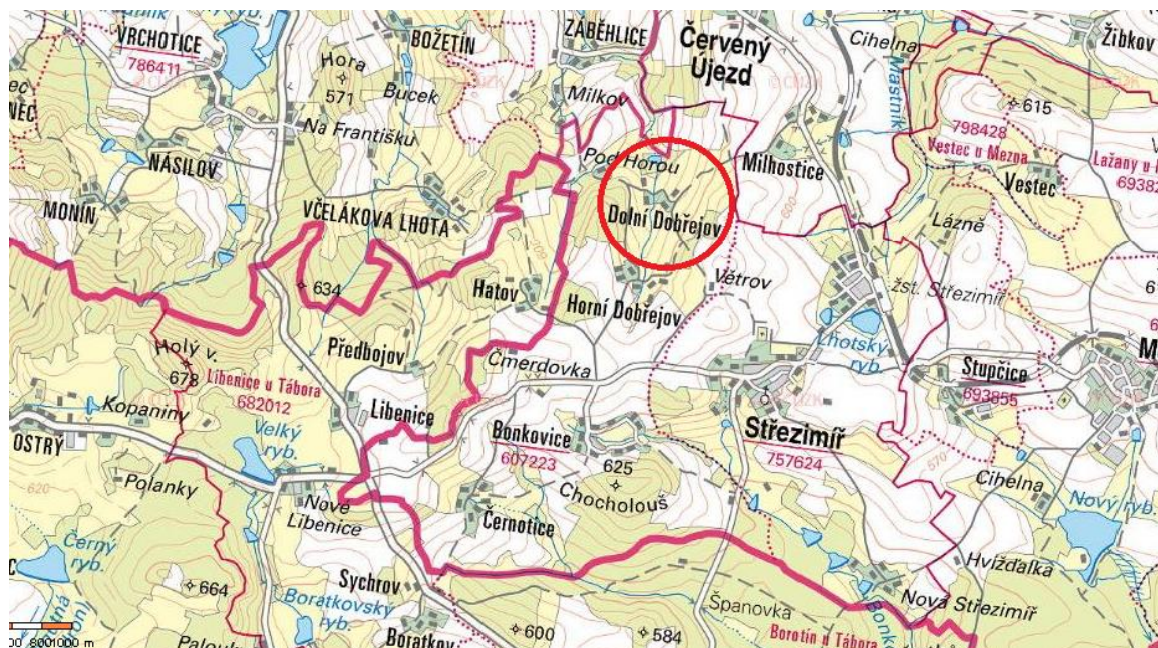
Sucha v posledních letech a s tím spojené zvýšení potřeby zadržování vody v krajině dokonce přiměla Ministerstvo životního prostředí k podpoře projektů na zadržování vody v krajině. Příkladem je stavba rybníků, tůní a mokřadů. Malé vodní nádrže jsou brány jako pozitivní složka krajiny. Udržování a výstavba malých vodních nádrží jsou podporovány [5].

Jelikož si důležitost vody jak v lidských potřebách, tak v potřebě krajiny uvědomuji, chtěla bych více do hloubky prozkoumat kaskádu rybníků v Dolním Dobřejově. Jedním z příkladů, jak lépe zadržet vodu v krajině je transformace povodňové vlny. Kaskádu posoudím z možnosti zvýšení transformace povodňové vlny. Není mým cílem protipovodňová ochrana, jelikož se pod kaskádou nacházejí pastviny a nemělo by dojít k žádnému ohrožení na lidských životech, nebo na cizím majetku, ale zvýšení možnosti transformace povodňové vlny místní kaskádou rybníků.

## 2. ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Zájmová oblast se nachází v katastrálním území Bonkovice-607223 (obr. 2.1) na hranicích Středočeského a Jihočeského kraje v okrese Benešov. Bonkovice leží 15 kilometrů severně od města Tábor. Nadmořská výška je zde okolo 580 m n.m. Vesnice Dolní Dobřejov se nachází 3 kilometry severozápadně od Střezimíře. Z Horního Dobřejova přes Dolní Dobřejov teče na sever potok, který je pravým přítokem Záběhlického potoka. Na některých mapách je jako tento Záběhlický potok označena přímo tato Dobřejovská větev. Vodních ploch v tomto katastru je celkem 12,1 hektarů z nichž 0,73 hektarů tvoří kaskáda rybníků na kterou je práce zaměřena.





Obr. 2.1 – Katastrální území Bonkovice [8]

## 2.1 Historie

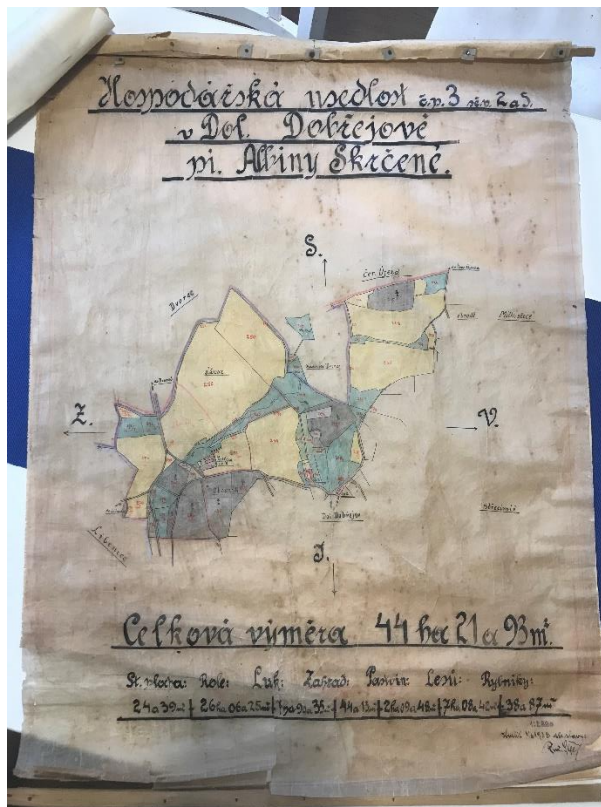
Historie vesnice Dolní Dobřejov sahá dle dochovaných písemností do 15. století našeho letopočtu, kdy statky patřily k hradu Borotín [1]. Co se týče studovaného rybníčního systému, tak v nejstarší nalezené mapě z roku 1716 v Müllerově mapování ještě žádný rybník zanesen není [6]. V dalším I. vojenském mapování, kdy dle podkladů Müllera jezdili vojenští důstojníci na koních, odhadovali vzdálenosti a zanašeli je do mapy, v letech 1764–1768 a 1780–1783 ještě také žádný rybník zakreslen není [7]. V mapách z roku 1840 - císařské otisky je již na pozemku s parcelním číslem 246 zakreslen rybník, dnes zvaný Rybník se pstruhy. Předpokládaný vznik tohoto a s největší pravděpodobností prvního rybníka je tedy přelom osmnáctého a devatenáctého století.

Nejstarší dochovaná mapa z rodinného archivu Skrčených (obr. 2.2, 2.3), v té době Janouchův statek, je opis katastrální mapy z roku 1875, kde je stále ještě zakreslen jen rybník se pstruhy. V roce 1888 na statku a přilehlých pozemcích začíná hospodařit Václav Skrčený ze Suchdola. S tímto jménem se pojí vybudování dalších vodních nádrží. V roce 1896 je nad již stávajícím rybníkem se pstruhy na pozemku číslo 247/3 vystavěn rybník o podobné rozloze, Prostřední rybník. Na rok 1901 je datováno vybudování největšího rybníka na pozemku 247/2. Ten je dodnes v kaskádě posledním rybníkem a je jediný průtočný. V meziválečném období roku 1936 budují dva synové Václav a Jiří po již zesnulém Václavu

Skrčeném nejmenší nádrž na začátku kaskády, dnes zvanou Horní rybník. Zatím poslední nádrží je rybník s ostrůvkem, kterou v roce 2007 vybuďoval na silně podmáčeném a zemědělsky nevyužitém pozemku číslo 238/1 dosavadní majitel.



Obr. 2.2 – Detail nejstarší mapy rodinného archivu Skrčených

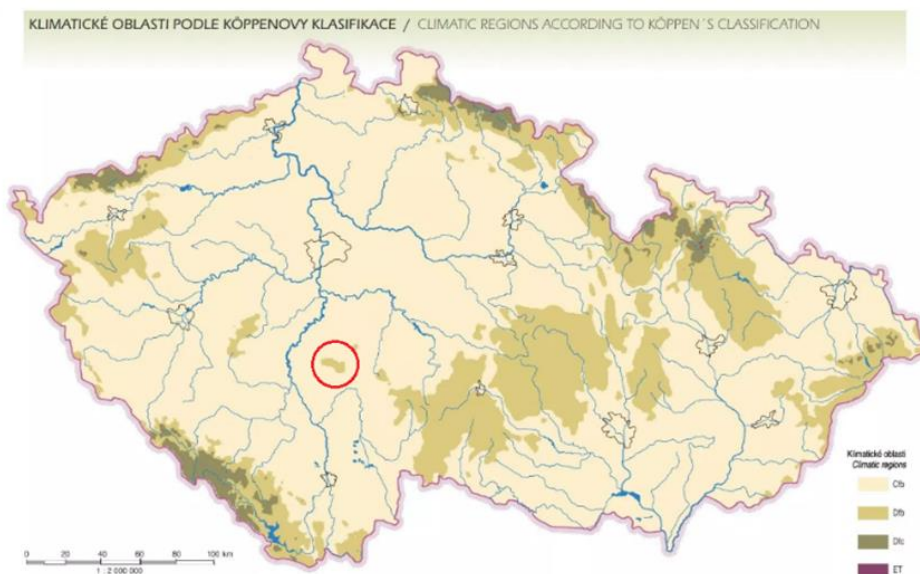


Obr. 2.3 – Nejstarší mapa rodinného archivu Skrčených

## 2.2 Klimatické podmínky

Podnebí naší republiky se podle Konček-Petrovičovi klasifikace řadí do středně rozsáhlé oblasti tzv. mezoklimatu. Mírně teplá oblast zde lemuje přechod mezi teplou a chladnou oblastí. Průměrná roční teplota je 9,1°C.

Podle Koppenovy klasifikace podnebí, kde je stanoveno 5 hlavních klimatických pásem s 11 základními klimatickými typy se katastrální území Bonkovice (obr. 2.4) řadí do typu *Dfb* tzn. vlhké kontinentální podnebí s teplým létem. Nejchladnější měsíc má v průměru pod 0°C, všechny měsíce mají průměrnou teplotu pod 22°C. Není zde žádný významný rozdíl mezi srážkami v jednotlivých obdobích. Díky zdejší větší nadmořské výšce je tato poloha definována pro podhorská území České republiky [9].



Obr. 2.4 – Mapa Koppenovy klasifikace [10]

## 2.3 Hydrologické údaje

Základní hydrologické údaje podle ČSN 75 1400 pro přítok Záběhlického potoka od Dolního Dobřejova jsou (viz příloha 1). Údaje byly poskytnuty 11.3.2019. Doba platnosti hydrologických údajů od data vydání je 5 let. M-denní průtoky jsou odvozeny z pozorovaných průtoků ve vodoměrných stanicích za referenční období 1981-2010.



### 3. POPIS MVN

Kaskáda, na kterou je má práce zaměřená se skládá z pěti rybníků (obr. 3.1). Horní a Spodní rybník jsou průtočné, Rybník s ostrůvkem, Prostřední rybník a Rybník se pstruhy jsou rybníky obtokové. Horní rybník má přítok na východní straně z potoka, který teče vedle. Voda z Horního rybníka, která odtéká požerákem pryč, je přítokem Rybníka s ostrůvkem. Stejný princip probíhá až do Spodního rybníka, kde se k přítoku ze spodní vypusti Rybníka se pstruhy ještě přidá přítok z potoka, který přitéká do rybníka z jeho jižní strany.



Obr. 3.1 – Neoficiální názvy rybníků [11]

#### 3.1 Horní rybník

První malá vodní nádrž, která kaskádu začíná má rozlohu pouhých 250 m<sup>2</sup>. Je to obtoková nádrž. Přívod vody do nádrže zajišťuje Dobřejovský potok, který vyvěrá na povrch nad vesnicí z podzemních vod. Voda z rybníka odtéká požerákem do rybníku pod ním. Rybník slouží výhradně k chovu kaprovitých ryb, především plůdku. Je hlavní zásobárnou vody pro rybník pod ním. Tento rybník se také podílí na udržování hladiny vody ve studni, která poskytuje majiteli zásobu pitné vody. Z důvodů opakujícího se sucha, se v nejbližší době bude rybník prohlubovat a zvyšovat hráz, aby se hladina podzemní vody zvedla na vyšší úroveň.

##### 3.1.1 Hráz

Rybník je zahlouben do terénu. Směs použitého materiálu je především z kamene, šterku, hlíny a jílu. Hráz nemá žádný umělý těsnící prvek. Není zde žádný odvodňovací systém pro

bezpečné odvedení vody prosáklé hrází, nebo jejím podložím. Rybník je menšího rozměru, proto zde není žádný filtr, který by bránil vyplavování částic od vlnobití. Návodní líc není zpevněn. Vzdušní líc hráze je oset a ohumusován. Po délce celé hráze nejsou vysazeny žádné stromy.

### **3.1.2 Výpustná zařízení**

Výpust horního rybníka je řešena neprofesionálně a pro stávající rybník nebezpečně, ale plně účinně. Požerák tvoří PVC trubka o průměru 200 mm, je osazena v nejnižším místě nádrže, a to v hloubce 1400 mm. Na potrubí spodní výpusti o průměru 200 mm je napojena kloubovým kolenem z ohebného PVC. Trubka je dlouhá tak, aby byla zajištěna požadovaná výška stálého nadržení. Při vypouštění se trubka manuálně postupně naklání pod hladinu, ohýbá se v koleni, voda pomalu klesá do té míry, než je rybník zcela vypuštěn.

### **3.1.3 Bezpečnostní přeliv**

Horní rybník nemá žádný bezpečnostní přeliv. V případě zvýšené hladiny, voda odtéká trubním požerákem do rybníka pod ním a pak dojde k přelítí hráze.

## **3.2 Rybník s ostrůvkem**

Druhou nádrží v kaskádě je rybník s ostrůvkem s celkovou rozlohou 953 m<sup>2</sup>. Je to obtoková nádrž. Voda do nádrže přitéká výpustné potrubí z rybníka nad ním. Nádrž souží k chovu kaprovitých ryb.

### **3.2.1 Hráz**

Čelní hráz, zemní sypaná, zde plynule navazuje na okolní terén. Směs zeminy použitá na výstavbu nehomogenní hráze se skládá z kamení, šterku, hlíny a jílu. Jílovitá zemina slouží jako těsnění návodního líce. Pro odvod vody z hráze tady není žádný odvodňovací systém. Ze strany návodního líce, zde dochází k abrazi a odnosu břehových částic, proto je zde naplánované zpevnění vnitřní hráze šterkem a kameny, které zabrání vymílání břehové hrany od vln. Vzdušní líc je oset a ohumusován trávou. Není zde žádná keřová ani stromová výsadba.

### **3.2.2 Výpustná zařízení**

Uzavírací mechanismus je otevřený požerák, jehož vnější rozměry jsou 390x390 mm. Skříňová dřevěná konstrukce požeráku je dvoudlužová. Na vnitřní straně šachty požeráku jsou vyfrézované drážky na dluže. Dluže jsou vysoké 140 mm. Slouží k zajištění hladiny stálého nadržení i k úplnému vypuštění rybníka. Je umístěn na návodní straně hráze. Jelikož je na návodní straně hráze, odpadní potrubí spodní výpusti o průměru 200 mm je beztlaké. Spodní výpust' je trubní. Potrubí spodní výpusti není obetonováno, není chráněno jiným způsobem proti namáhání od proměnných tlaků násypu hráze. Není zde žádný uzamykatelný poklop, nádrž je na soukromém, oploceném pozemku. Přístup na korunu požeráku je zde zajištěn dřevěnou fošnou, bez zábradlí.

### **3.2.3 Bezpečnostní přeliv**

Bezpečnostní přeliv zde není. V případě navýšení hladiny stálého nadržení, voda odtéká přes hodní dluž, nad kterou je mříž chránící odpadní potrubí proti splaveninám, do prostřední nádrže kaskády.

## **3.3 Prostřední rybník**

Prostřední rybník má při plném napuštění rozlohu 1211 m<sup>2</sup>. Zdrojem vody je voda z Rybníka s ostrůvkem a také voda z potoka, který teče na východní straně rybníka a je s rybníkem propojen polyetylenovým potrubím o průměru 200 mm. Potrubí je nutné pravidelně čistit. Potrubí není opatřeno ničím proti usazeninám, nejsou zde žádné česle.

### **3.3.1 Hráz**

Čelní a obvodová hráze, zemní sypaná. Hráz je sypaná z nehomogenní zeminy. Směs zeminy se skládá z hlíny, šterku, písku a jílu. Těsnění návodního líce hráze je zajištěno jílovitou zeminou. Návodní líc hráze je zpevněn šterkem a kameny. Odvodňovací systém v hrázi není. Vzdušní líc hráze je ohumusován a oset. Na hrázi není žádná keřová ani stromová výsadba. Na severní straně hráze, 500 mm pod terénem je vedeno polyetylenové potrubí, kterým je přiváděna voda do záchytné nerezové nádrže o objemu 6 m<sup>3</sup>, která slouží jako dočasné sádky. K možnosti čištění a zprůchodňování vstupu do potrubí je nad hladinou vybudováno krátké molo. Nádrž je umístěna v hrázi a slouží jako dočasné sádky při výlovech. Voda z nádrže se

vypouští spodním ventilem a odtéká po návodní straně hráze, miskovitým nezpevněným korytem do Rybníka se pstruhy.

### **3.3.2 Výpustná zařízení**

Otevřený požerák má vnější rozměry 520x520 mm. Skříňová ocelo-betonová konstrukce je dvoudlužová. Na vnitřní straně šachty požeráku jsou z každé strany dvě ocelové drážky na dluže. Dluže mají výšku 140 mm. Slouží k udržení hladiny stálého nadržení a k úplnému vypuštění vody z rybníka. Výška požeráku je 2400 mm. Beztlaké potrubí spodní výpusti má průměr 200 mm. Ani zde není odpadní potrubí obetonováno. Není zde žádný chránící poklop. Přístup na korunu požeráku je tady pomocí dřevěného mola bez zábradlí.

### **3.3.3 Bezpečnostní přeliv**

Není zde žádný bezpečnostní přeliv. Voda, která je nad hladinou stálého nadržení odtéká požerákem a odpadním potrubím do rybníka pod ním. Také část protéká přes sádkovou nádrž, taktéž do čtvrtého rybníka v kaskádě.

## **3.4 Rybník se pstruhy**

Předposlední rybník kaskády má rozlohu 1154 m<sup>2</sup>. Obtokový rybník má přívod vody je pouze z výpustného potrubí Prostředního rybníka. Tato malá vodní nádrž slouží k chovu pstruhů.

### **3.4.1 Hráz**

Na této hrázi se rozrůstá bohatá keřová a stromová vegetace. Rostou zde olše, lípy, lísky, břízy, maliny. Čelní hráz na severní straně plynule navazuje na stávající terén. Směs zeminy hráze se skládá z hlíny, štěrku, písku a jílu. Těsnění návodního líce hráze je z jílovité zeminy. Pod hranou koruny hráze na návodním líci je opevnění z kameniva, bránící degradaci břehů. Odvodňovací drenáž zde není. Koruna hráze je ohumusována a oseta travou. Hladina stálého nadržení je hluboko pod korunou hráze 1-2 m v některých místech, bude docházet k soustřednému přelití hráze při případném přelití povodňovou vlnou.

### **3.4.2 Výpustná zařízení**

Otevřený dvoudlužový požerák slouží k udržení hladiny stálého nadržení i k úplnému vypuštění vody z nádrže. Požerák je vysoký 2100 mm. Potrubí spodní výpusti je zde ještě

původní dřevěné, má průměr 120 mm, není obetonováno ani jinak chráněno před sesedáním hráze.

Vnější rozměry požeráku jsou 270x360 mm. Na vnitřní straně šachty požeráku jsou z každé strany vyfrézované dvě drážky na dluže. Dluže mají výšku 140 mm. Nad horní dluží je mříž, která brání od ucpání výpustního potrubí. Není zde žádný chránící poklop. Pro manipulaci a přístup k požeráku je zde dřevěná lávka bez zábradlí. Odpadní voda odtéká do Spodního rybníka.

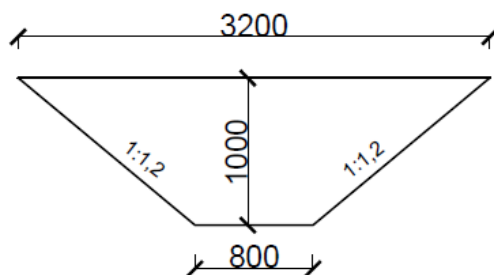
### 3.4.3 Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv na východní straně rybníka (obr. 3.2) je nehrazený, nevyžaduje žádnou



Obr. 3.2 – Umístění bezpečnostní přelivu [10]

obsahu při průchodu povodňové vlny. Nejsou zde žádné odběrné objekty. Boční přeliv není opevněn, je řešen jako nouzový přeliv. Je tvořen lokálním snížením koruny – průlehem. V současné době je zarostlý, průtok vody to v aktuálních podmínkách nevadí. Přeliv má výšku 1000 mm, ve spodní části šířku 800 mm, v koruně přelivu šířku 3200 mm (obr. 3.3). Skluz je zde terénní miskovitě koryto do stávajícího potoka, nemá žádné opevnění.



Obr. 3.3 – Bezpečnostní přeliv rybníka se pstruhy



### **3.5 Spodní rybník**

Poslední rybník kaskády je největší a má rozlohu 3783 m<sup>2</sup>. Veškerý průtok vody projde prostorem nádrže, nádrž je průtočná. Zdrojem vody je Dobřejovský (Záběhlický) potok a odtokové potrubí z Rybníka se pstruhy. Rybník slouží k chovu jatečných kaprovitých ryb a k rekreaci. Není zde žádné kádiště ani loviště, ryby se loví a vynášejí na hráz v bednách manuálně.

#### **3.5.1 Hráz**

Hráz na severní a východní straně navazuje na stávající terén. Hráz je zemní sypaná. Směs zeminy se skládá z hlíny, štěrku, písku a jílovité složky. Na návodním líci je jako těsnění použita jílovitá zemina. Břehy jsou zde zpevněny štěrkem a kameny. Nedochází zde k erozi břehů. Na vnitřní straně severní hráze je přístupové schodiště z betonových hranolů 1,5 m pod hladinu vody. Drenážní odvodňovací systém v hrázi není. Vzdušní líc je ohumusován a oset. Koruna hráze je oseta trávou, jsou zde vzrostlé stromy (břízy, olše, duby, buky a lísky).

#### **3.5.2 Výpustná zařízení**

K udržení hladiny stálého nadržení a k úplnému vypuštění vody z rybníka slouží otevřený dvoudlužový požerák z železobetonu. Výška požeráku je 3800 mm. Vnější rozměry požeráku jsou 520x520 mm. Vnitřní strana šachty požeráku je osazena dvěma ocelovými drážkami na dluže o výšce 150 mm. Požerák není osazen bezpečnostním poklopem. Na korunu požeráku vede lávka bez zábradlí.

Odpadní potrubí má průměr 300 mm a je polyetylenové. Potrubí není obetonováno. Vyústění potrubí je pod hrází do nezpevněného koryta, které vede pastvinou do Záběhlického potoka. Břehy tohoto koryta jsou značně zerodované a potřebovaly by zpevnit (viz foto 16).

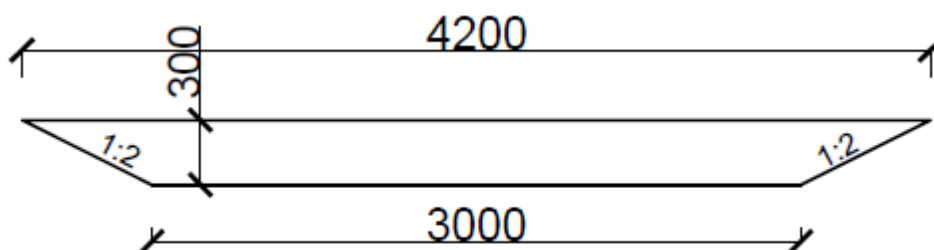
### 3.5.3 Bezpečnostní přeliv

Nehrazený bezpečnostní přeliv se nachází na východní straně rybníka (obr. 3.4). Průleh je



Obr. 3.4 – Umístění bezpečnostního přelivu [11]

vytvořený lokálním snížením koruny. Nemá opevnění a je porostlý travinou. Bezpečnostní přeliv je nad hladinou stálého ndržení o 20 mm, má výšku 300 mm, spodní šířku 3000 mm a šířku v koruně přelivu 4200 mm (obr. 3.5). Skluz do potoka je neopevněný.



Obr. 3.5 – Bezpečnostní přeliv spodního rybníka

## 4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

Část hydrotechnické výpočty se bude věnovat získání výchozích hodnot pro výpočet transformace povodňové vlny. O zvýšení transformace povodňové vlny se pokusím kaskádou rybníků.

### 4.1 Charakteristiky nádrží

Charakteristika každé nádrže se dá vyjádřit pomocí charakteristických čar. Je to dvojice čar, které vystihují velikost přírodního útvaru tvořeného hrází, břehy a dnem nádrže.

#### 4.1.1 Čáry zatopených ploch a objemů – Spodní rybník

Čára zatopených ploch vyjadřuje závislost zatopené plochy na hloubce nadržení vody  $S=f(h)$ , měřeno od hladiny stálého nadržení po korunu hráze. Čára zatopených objemů vyjadřuje závislost objemu vody v nádrži na hloubce  $V=f(h)$ . Průběh křivek určujeme pomocí vrstevnic ze situace. Průběh výškových vrstevnic byl vyobrazen pomocí programu ArcGis po 0,25m. Jednotlivé vrstevnice ohraničovaly odpovídající plochu v konkrétní hloubce. Ze zaměřených ploch, které odpovídají konkrétním vrstevnicím vypočítám objemy vody jen nad hladinou stálého nadržení (viz rovnice 1).

$$V_{i+1} = 0,5 * (S_i + S_{i+1}) * \Delta h \quad [1]$$

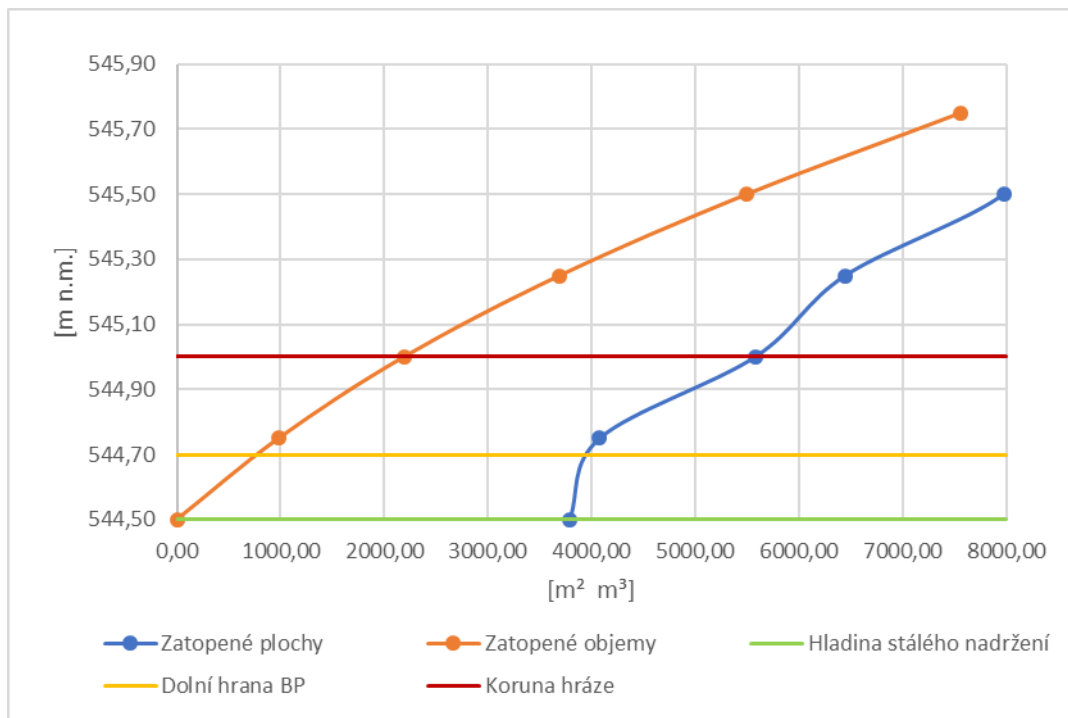
kde  $V_{i+1}$  – dílčí objem mezi dvěma vrstevnicemi

$S_1$  a  $S_{i+1}$  – plochy omezené vrstevnicemi

$\Delta h$  – výškový rozdíl mezi dvěma vrstevnicemi

Tab. 4.1 – Charakteristické čáry nádrže

Kóta hladiny [m n.m.]	Plocha hladiny S [m <sup>2</sup> ]	Objem vody	
		V [m <sup>3</sup> ]	ΣV [m <sup>3</sup> ]
544,50	3783,00	339,72	0,00
544,75	4076,67	982,46	982,46
545,00	5578,64	1206,91	2189,37
545,25	6449,10	1503,47	3692,84
545,50	7978,01	1803,39	5496,23
545,75	8544,97	2065,37	7561,60



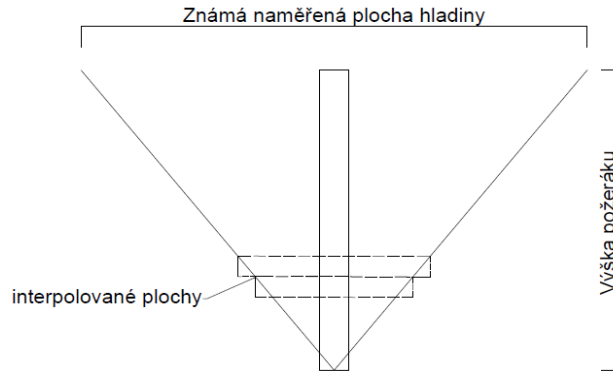
Obr. 4.1 – Graf charakteristických čar

Z grafu (obr. 4.1) vidím, jak s přibývajícím výškou nad hladinou stálého nadržení vzrůstají zatopené plochy a s tím i zatopené objemy, přičemž hladina stálého nadržení je 544,50 m n.m., spodní hrana bezpečnostního přelivu 544,70 m n.m. a koruna hráze 545,50 m n.m.

#### 4.1.2 Čáry zatopených ploch rybníků z kaskády

Nedílnou součástí výpočtu jsou čáry zatopených ploch. Jelikož nejsou k dispozici podrobné vrstevnice jednotlivých rybníků, k postupu výpočtu jsem použila známou plochu při stálém nadržení hladiny rybníka, kterou jsem odečetla z portálu farmáře [12]. Na stejném portálu jsem odečetla plochu retenčního prostoru a k oběma plochám konkrétní nadmořské výšky. Rozdílem obou nadmořských výšek byla zjištěna hloubka retenčního prostoru.

K sestavení čáry zatopených ploch bylo vycházeno z umístění požeráků, které jsou v nejhlubším místě rybníků a z jejich konkrétní výšky. Vycházela jsem zjednodušením tvaru nádrže, a to na kužel, jehož vrchol byl umístěn u dna požeráku (obr. 4.2). Průměrem dvou nad sebou vyinterpolovaných ploch, byla dopočítána plocha požadovaná v určité výšce.



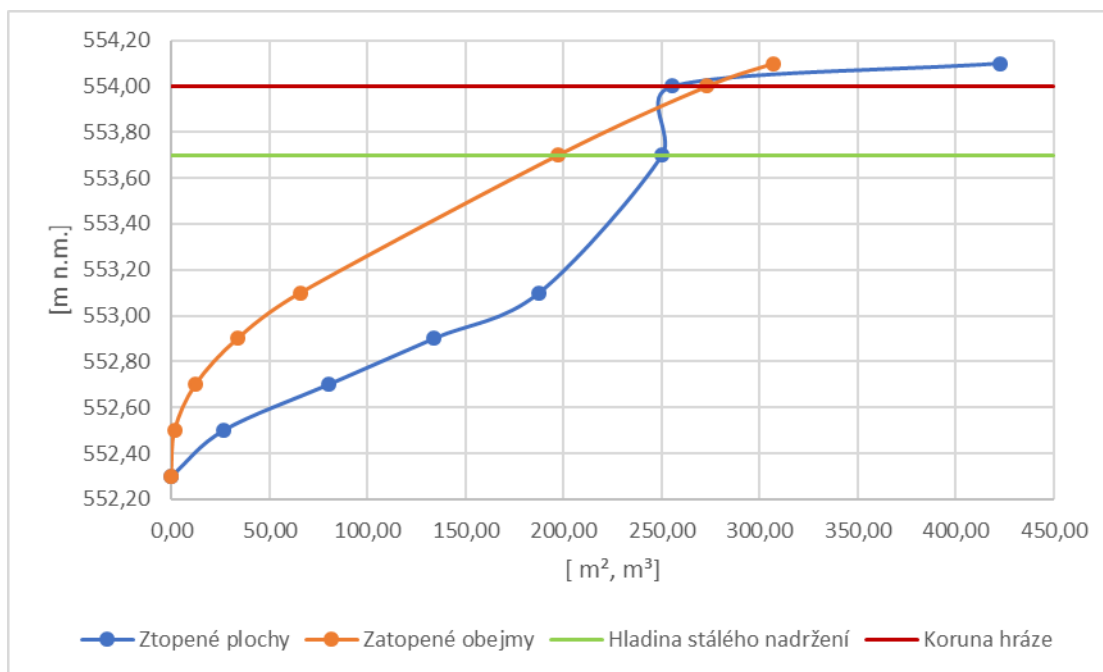
Obr. 4.2 – Schéma výpočtu

#### 4.1.2.1 Horní rybník

Horní rybník je specifický tím, že břehy po výšku zásobního prostoru jsou šikmé, však břeh retenčního objemu je téměř kolmý k hladině stálého nadržení. Proto se plocha stálého nadržení a plocha při koruně hráze nijak extrémně neliší (viz tab. 4.2, obr. 4.3)). Hladina stálého nadržení je 553,70 m n.m., koruna hráze 554,00 m n.m.

Tab. 4.2 – Hladiny, výměry ploch, objemy

Hladina: [m n.m.]	Plocha hladiny: [m <sup>2</sup> ]	Objem vody	
		V [m <sup>3</sup> ]	ΣV [m <sup>3</sup> ]
552,30	0,00	0,00	0,00
552,50	26,79	1,79	1,79
552,70	80,36	10,71	12,50
552,90	133,93	21,43	33,93
553,10	187,50	32,14	66,07
553,70	250,00	131,25	197,32
554,00	255,40	75,81	273,13
554,10	422,65	33,90	307,03



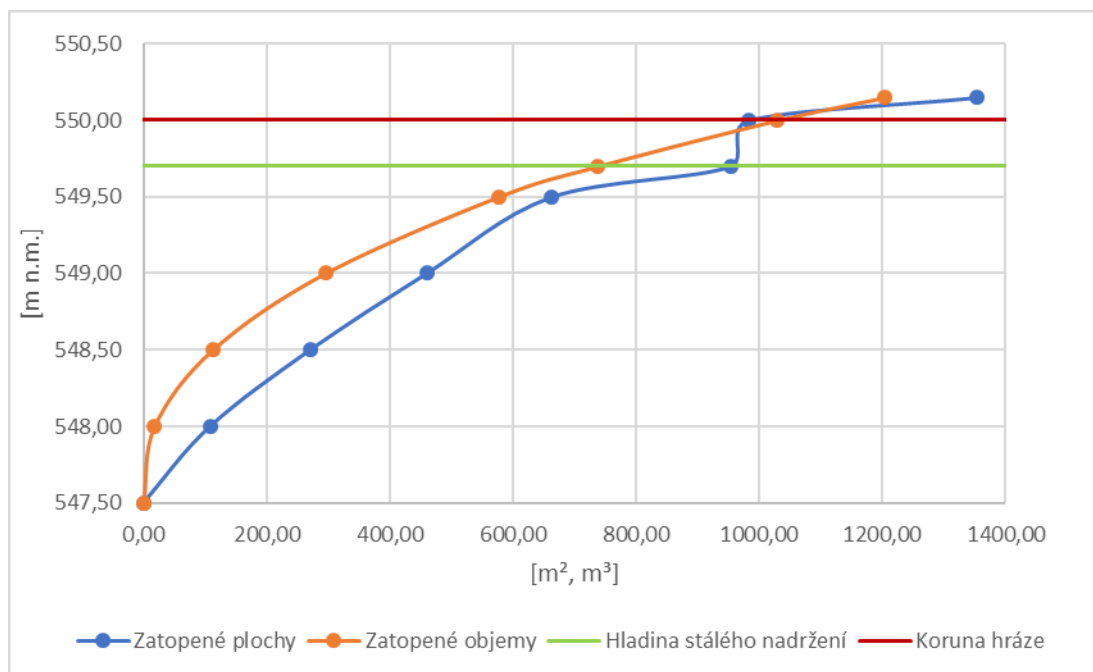
Obr. 4.3 – Čára zatopených ploch a objemů

#### 4.1.2.2 Rybník s ostrůvkem

Tento rybník jako jediný má uprostřed ostrůvek. Důvodem k ponechání části pevniny bylo zachování biotopu kachen divokých, které se zde vyskytují. Rozměry ostrůvku jsou v současné době nedoměřitelné, neboť v poslední době zde neproběhl žádný výlov. Ve výpočtu výskyt ostrova a s ním snížení zásobního prostoru zanedbávám. Retenční prostor ovlivní jen minimálně, nýbrž jeho výška je stejná s výškou hladiny stálého nadržení. Výměry zatopených ploch a k tomu související zatopené objemy (viz tab. 4.3, obr. 4.4).

Tab. 4.3 – Hladina, výměry ploch, objemy

Hladina: [m n.m.]	Plocha hladiny: [m <sup>2</sup> ]	Objem vody	
		V [m <sup>3</sup> ]	ΣV [m <sup>3</sup> ]
547,50	0,00	0,00	0,00
548,00	108,30	18,05	18,05
548,50	270,74	94,76	112,81
549,00	460,26	182,75	295,56
549,50	663,31	280,89	576,45
549,70	953,00	161,63	738,08
550,00	983,61	290,49	1028,57
550,15	1353,53	175,29	1203,86



Obr. 4.4 – Čára zatopených ploch a objemů

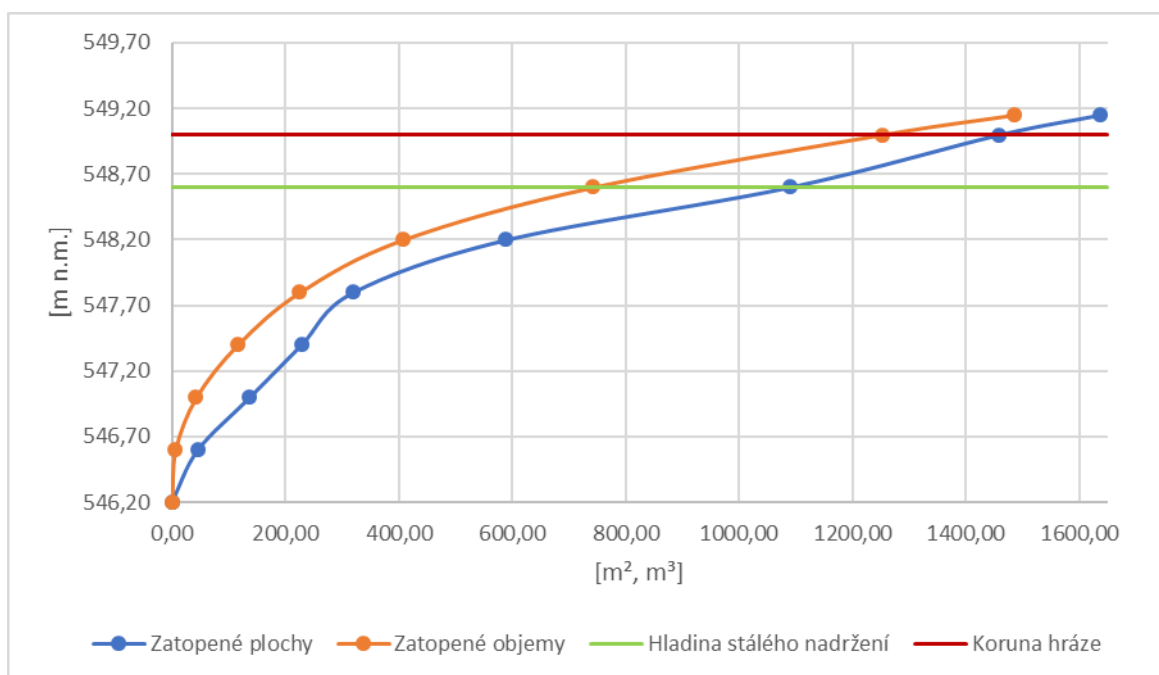
Hladina stálého nadržení je v nadmořské výšce 549,70 m n.m. a koruna hráze 550,00 m n.m.

#### 4.1.2.3 Prostřední rybník

Výměry zatopených ploch a k tomu související objemy (viz tab. 4.4, obr. 4.5). Hladina Prostředního rybníka je v nadmořské výšce 548,60 m n.m. a koruna hráze 549,00 m n.m.

Tab. 4.4 – Hladina, výměry ploch a objemy

Hladina: [m n.m.]	Plocha hladiny: [m²]	Objem vody	
		V [m³]	ΣV [m³]
546,20	0,00	0,00	0,00
546,60	45,72	6,10	6,10
547,00	137,15	36,57	42,67
547,40	228,58	73,15	115,82
547,80	320,02	109,72	225,54
548,20	589,41	181,89	407,42
548,60	1089,11	335,70	743,12
549,00	1459,30	509,68	1252,81
549,15	1636,07	232,15	1484,96



Obr. 4.5 – Čára zatopených ploch a objemů

#### 4.1.2.4 Rybník se pstruhy

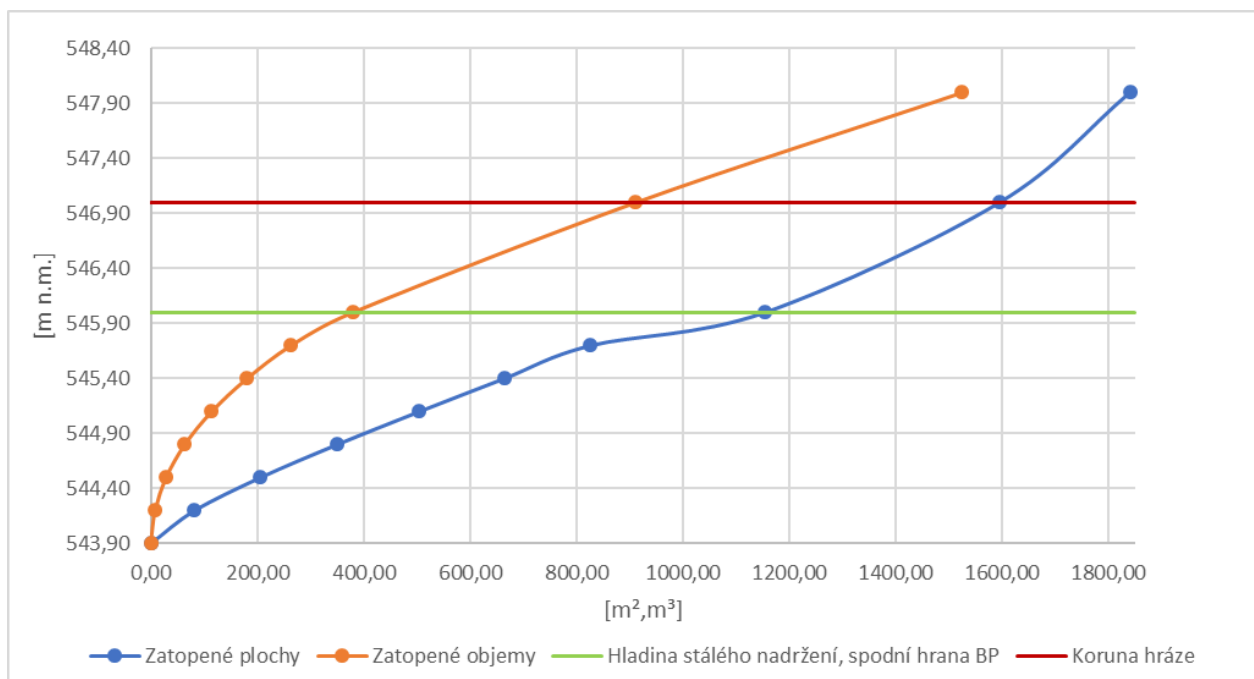
Tab. 4.5 – Hladina, výměry ploch a objemy

Hladina: [m n.m.]	Plocha: [m <sup>2</sup> ]	Objem vody	
		V [m <sup>3</sup> ]	ΣV [m <sup>3</sup> ]
543,90	0,00	0,00	0,00
544,20	82,43	8,24	8,24
544,50	206,07	20,61	28,85
544,80	350,32	35,03	63,88
545,10	504,88	50,49	114,37
545,40	664,58	66,46	180,83
545,70	826,86	82,69	263,51
546,00	1154,00	115,40	378,91
547,00	1595,50	531,83	910,75
548,00	1840,85	613,62	1524,36

koruna hráze 547,00 m n.m. (viz tab. 4.5, obr. 4.6).

Předposlední rybník kaskády má největší rozdíl mezi kótou hladiny stálého nadržení a kótou hladiny retenční, a to celý jeden metr. Nehledě na rozlohu, má největší retenční prostor. Retenční břehy jsou velmi strmé. Proto na grafu vidíme postupné zvyšování se výměry plochy v prostoru zásobním. Retenční prostor se s přibývajícím hladinou zvedá podstatně rychleji. Hladina stálého nadržení je ve výšce 546,00 m n.m. a





Obr. 4.6 – Čára zatopených ploch a objemů

#### 4.1.3 Velikost retenčních prostorů

K výpočtu retenčních prostorů rybníků vycházíme ze známosti kóty hladiny stálého nadržení, z kóty hladiny v koruně hráze (maximální hladina retenčního prostoru) a z výměry ploch ohraničených vrstevnicemi v dané nadmořské výšce. Postup výpočtu viz. kapitola 4.1.1. Výchozí hodnoty (viz. příloha 1).

Velikosti retenčních prostorů se značně liší. První rybník je v celé kaskádě nejmenší svou rozlohou celkově a má také nejmenší retenční prostor a to 25,54 m<sup>3</sup>. Druhý rybník je téměř čtyřikrát svou plochou větší než rybník první, jeho retenční prostor je 98,36 m<sup>3</sup>. Prostřední rybník kaskády má retenční plochu druhou největší, jeho retenční objem však největší není. Jeho retenční objem dosahuje 181,24 m<sup>3</sup>. Čtvrtý rybník má rozdíl mezi hladinou stálého nadržení a hladinou retenční největší, také jeho retenční prostor je největší a to 498,5 m<sup>3</sup>, a tímto objemem je větší i než spodní rybník, který má svou plochu značně největší. Spodní rybník má retenční objem 396,5 m<sup>3</sup>.

Budu počítat jaký vliv budou mít první čtyři rybníky kaskády na transformaci povodňové vlny. Kaskáda by měla povodňovou vlnu transformovat, do jaké míry to zjistíme níže.

Součet retenčních objemů prvních čtyř rybníků je 803,64 m<sup>3</sup> a spodní rybník má retenční objem zhruba poloviční. Retenční prostor všech pěti rybníků kaskády je 1200,14 m<sup>3</sup>.

#### 4.1.3 Konsumční křivka nouzového bezpečnostního přelivu – Spodní rybník

Pro výpočet transformace povodňové vlny přes spodní rybník je také zapotřebí konsumční křivka bezpečnostního přelivu. Nouzový přeliv je zde řešen jako nezpevněný terénní průleh. Přelivnou hranu zde tvoří lom dna.

Kritická hloubka  $h_{kr}$  tvořící se na lomu dna, udává průtočné množství vody. Profil bezpečnostního přelivu je ve tvaru lichoběžníku, jeho šířka a plocha se se zvyšující hladinou zvětšuje. Součinitel tvaru vtoku uvažujeme  $\varphi = 1$ . Konsumční křivku nouzového bezpečnostního přelivu spočítám (viz rovnice 2-5). Z konsumční křivky je vidět, že vrchol bezpečnostního přelivu je 0,43 m nad korunou hráze. Než se využije celá kapacita průlehu, hráz se začne přelévat (viz příloha 3). Kapacita bezpečnostního přelivu je schopna převést průtok o velikosti 1,715 m<sup>3</sup>/s.

$$Q = v_{kr} * S_{kr} \left[ \frac{m^3}{s} \right] \quad [2]$$

$$v_{kr} = (g * h_{krs})^{0,5} \left[ \frac{m}{s} \right] \quad [3]$$

$$h_{krs} = \frac{S_{kr}}{B_{kr}} \quad [-] \quad [4]$$

$$h_0 = \frac{1}{\varphi} * h_{kr} + \frac{v_{kr}^2}{2g} \quad [m] \quad [5]$$

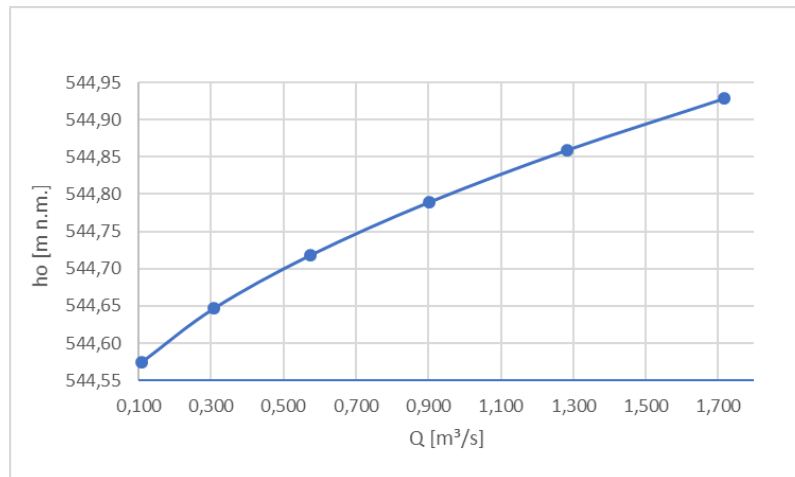
kde  $v_{kr}$  – kritická rychlost

$S_{kr}$  – průtočná plocha při hloubce  $h_{kr}$

$B_{kr}$  – šířka hladiny při hloubce  $h_{kr}$

$\varphi$  – součinitel tvaru vtoku

$h_0$  – úroveň vody v nádrži



Obr. 4.8 – Konsumční křivka bezpečnostního přelivu

#### 4.1.4 Konsumční křivka přes korunu hráze

Výpočet konsumční křivky přes korunu hráze vychází z výpočtu pro přepad přes širokou korunu. Nejnižší délka hráze je dlouhá 127,9 m. Vstupní hraje je uvažována seříznutá  $\varphi = 0,912$ . Plochu přepadu uvažuje jako výpočet obdélníka, při čem čím větší kritická výška, tím větší obsah. Výsledky výpočtu (viz příloha 4). Rychlost a s tím spojený průtok vypočítám (viz rovnice 6,7).

$$v = \varphi * \sqrt{2 * g * h} \quad [6]$$

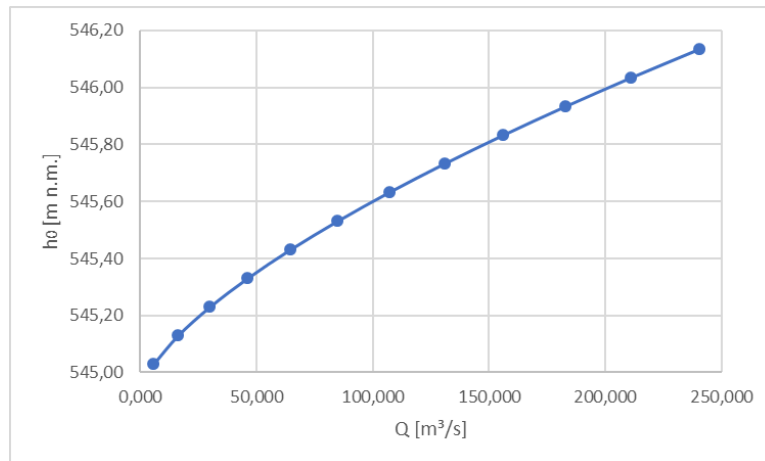
$$Q = \varphi * S * \sqrt{2 * g * h} \quad [7]$$

kde h – kritická výška

S – plocha přepadu

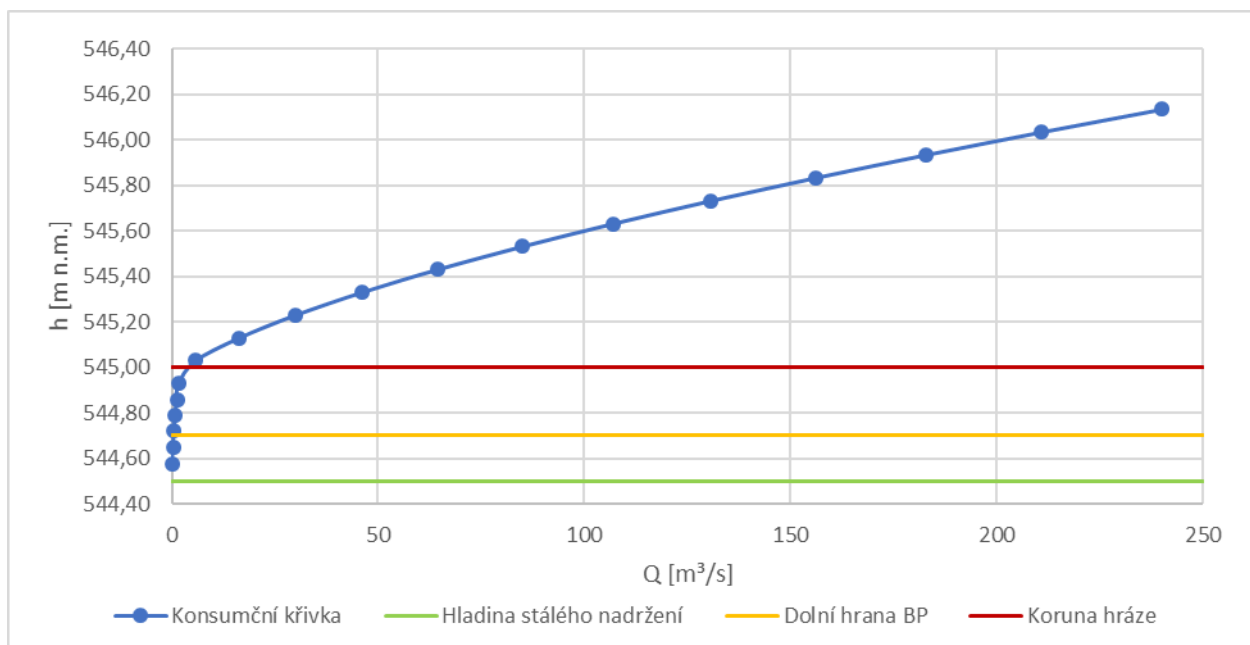
v – rychlost

Q – průtok přes korunu



Obr. 4.9 – Konsumční křivka přes korunu hráze

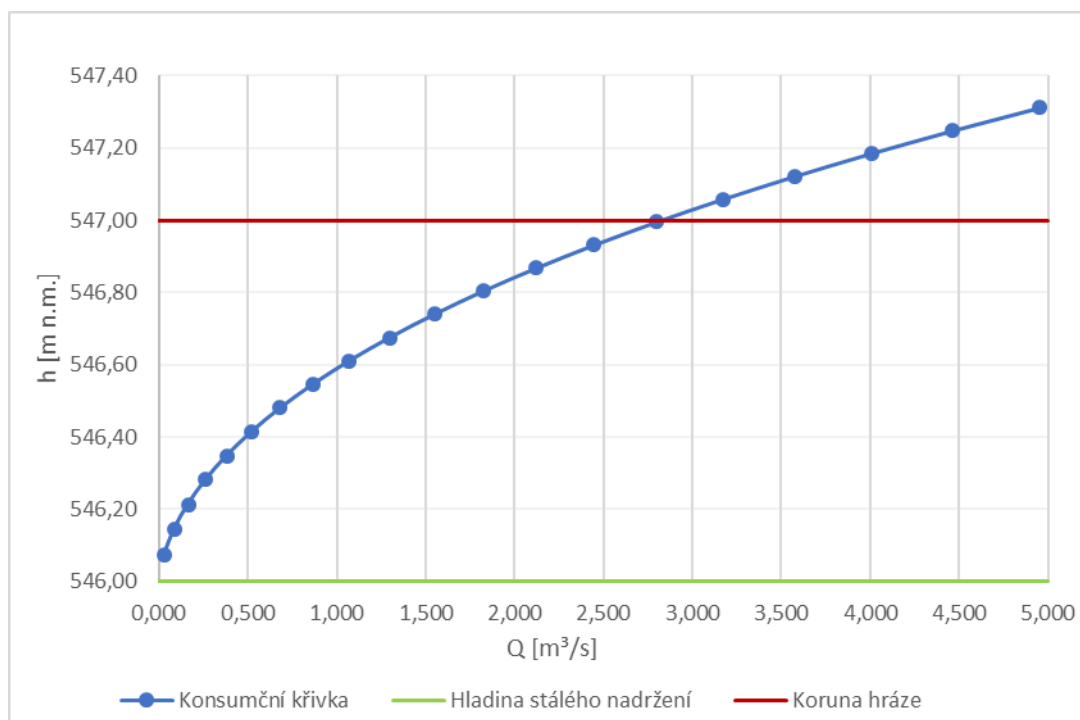
Závislost průtoku na vzrůstající hladině je součástí pro zjištění průběhu povodňové vlny, která zasáhne Spodní rybník. Proto průtok přes bezpečnostní přeliv a na to navazující průtok přes korunu hráze je brán jako celek. Z grafu (viz obr. 4.10) je patrné, že náhlé překročení hladiny retenčního prostoru a s tím spojené přelití přes korunu hráze převedený průtok značně vzroste. Přelití přes korunu hráze není z bezpečnostních důvodů přípustné, vzhledem k malému retenčnímu prostoru spodního rybníka se mu nevyhne.



Obr. 4.10 – Konsumční křivka od hladiny stálého nadržení po přelití hráze

#### 4.1.5 Konsumční křivka nouzového bezpečnostního přelivu – Rybník se pstruhy

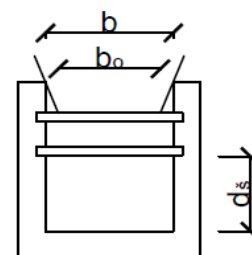
Nouzový bezpečnostní přeliv v Rybníku se pstruhy je konstrukčně řešen stejně jako ve Spodním rybníku. Jako nezpevněný průleh. Jeho kapacita je značně větší. Zatímco bezpečnostní přeliv Spodního rybníka dokáže převést průtok o velikosti maximálně  $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , bezpečnostní přeliv Rybníka se pstruhy dokáže převést téměř  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Výsledky výpočtu konsumční křivky (viz příloha 5)



Obr. 4.11 – Konsumční křivka bezpečnostního přelivu

#### 4.2 Průtok vody požerákem za povodně

Za povodně nepředpokládáme manipulaci výpustí vyhrazováním dluží, vzhledem k jejich malé kapacitě. U zde nacházejících se výpustí, a to požeráků s dlužovými stěnami se jedná o neovladatelný odtok vody. Průtok požerákem za povodně běžně neuvažujeme, tato kaskáda je kapacitně malá, proto si myslím že požeráky budou mít určitý vliv.



Obr. 4.12 – Schéma požeráku

V první řadě se konsumční křivka řeší jako přepad přes ostrou hranu (dluže). Účinnou šířku přelivu zmenšujeme o kontrakci vtoku. Vzestupem hladiny nad úroveň horní hrany požeráku

nejprve dojde k přepadu přes dlužovou stěnu a krátce poté k přepadu přes zbývající tři horní strany požeráku. Výsledný průtokem požerákem je součtem průtoků přepadu přes dluže a průtoků přes horní hrany požeráku. Součinitel přepadu  $m$  se mění se zvyšující se hladinou. Tvar vtoku uvažujeme jako ostrou hranu (0,1). Pro získání výsledného průtoku požeráky počítám (viz rovnice 8-14) [3]:

$$Q = m * b_o * (2g) * h^{1,5} \left[ \frac{m^3}{s} \right] \quad [8]$$

$$b_o = b - 2 * K_v * h \quad [m] \quad [9]$$

$$K_v = \frac{b * K_{vo}}{b + h} \quad [10]$$

$$Q_s = m * b_{s_o} * (2g)^{0,5} * h_s^{1,5} \left[ \frac{m^3}{s} \right] \quad [11]$$

$$b_{s_o} = b_s - 6 * K_v * h_s \quad [m] \quad [12]$$

$$b_s = b + 2 * d_s \quad [m] \quad [13]$$

$$Q = Q_d + Q_s \left[ \frac{m^3}{s} \right] \quad [14]$$

kde  $m$  – součinitel přepadu

$b_o$  – účinná šířka přelivu se započtením vlivu kontrakce

$h$  – výška přepadového paprsku

$K_v$  – součinitel vtoku

$K_{vo}$  – tvar vtoku

$Q_d$  – přepad přes dluže

$Q_s$  – přepad přes horní hrany požeráku

$b_{s_o}$  – účinná šířka horních hran požeráku

$h_s$  – výška přepadového paprsku nad horní hranou požeráku

$b_s$  – skutečná šířka horních hran požeráku

Požerák v prvním rybníku má nejmenší délku přelivné hrany. Jeho průtok při maximální možné kulminační hladině je 0,18 m<sup>3</sup>/s. Druhý rybník, který má největší požerák v kaskádě

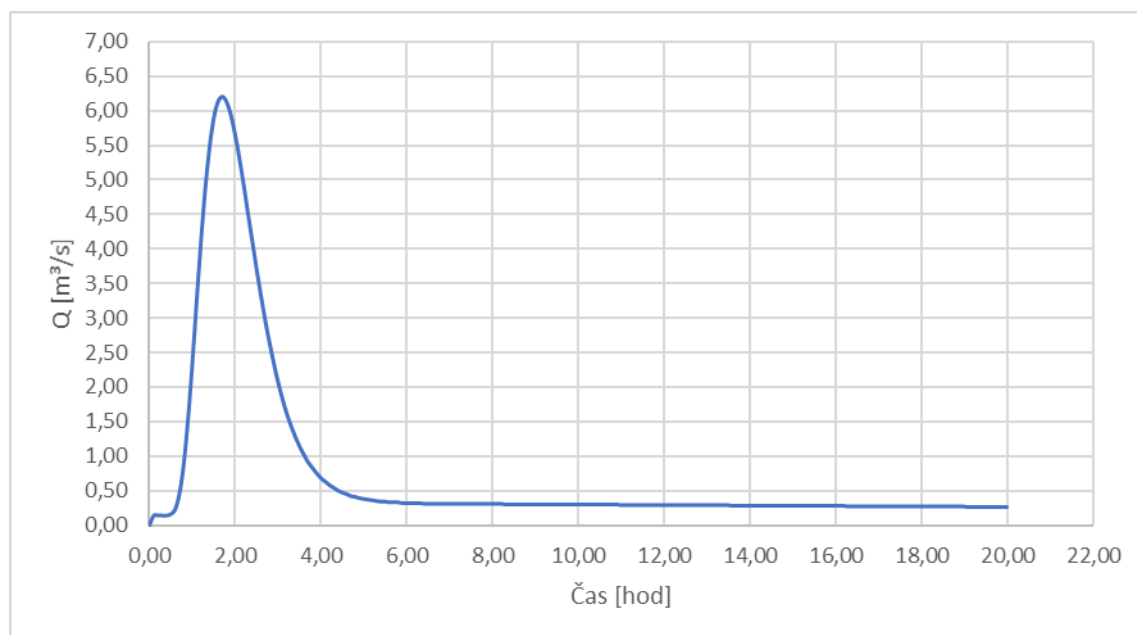
je schopen převést průtok  $0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ . Prostřední rybník  $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ . Rybník se pstruhy díky jeho největšímu kulminačnímu obejmu a s tím spojenou největší přepadovou výškou  $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$ . Spodní rybník  $0,23 \text{ m}^3/\text{s}$ . Průtoky požeráky jsou téměř vyrovnané, až na průtok čtvrtého rybníka, který se značně vyčleňuje. Schéma jednotlivých požeráků a výsledné hodnoty výpočtu (viz. příloha 6).

### 4.3 Transformace povodňové vlny

Při posuzování nádrží pro zjištění vlivu soustavy nádrží, zde kaskády rybníků, na snížení povodňových průtoků je nutno uvážit vliv retenčního prostoru nádrže na snížení návrhové povodňové vlny a tím na její transformaci [3].

V případě kaskády rybníka v Dolním Dobřejově se při výstavbě význam retenčních prostorů neuvažoval. Bezpečnostní přeliv u Rybníka se pstruhy a na Spodním rybníku se na stoletý kulminační průtok nedimenzovaly.

Na přítoku záběhlického potoka byla od ČHMU dopočítaná povodňová vlna s opakováním jednou za 100 let. Její celkový objem dosahuje  $55918,8 \text{ m}^3$ . Doba trvání je 20 hodin, kulminační průtok  $6,2 \text{ m}^3/\text{s}$  ve 102 minutě.



Obr. 4.13 – Průběh povodňové vlny

### 4.3.1 Transformace povodňové vlny – Spodní rybník

K určení přítoku vody do nádrže jsem si od ČHMU vyžádala časový průběh povodňové vlny. Odtok vody z nádrže je dán konsumční křivkou bezpečnostního přelivu v závislosti na výšce hladiny vody a po překročení kapacity bezpečnostního přelivu konsumční křivkou průtoku přes hráz. Aktuální hladiny vody v nádrži je určována v každém časovém intervalu z vypočteného objemu vody v nádrži s použitím charakteristických čar nádrže. Odtok vody výpustí v tomto výpočtu neuvažuji, jelikož v porovnání s kapacitou bezpečnostního přelivu je zanedbatelný. Časový interval povodňové vlny jsem volila šest minut.

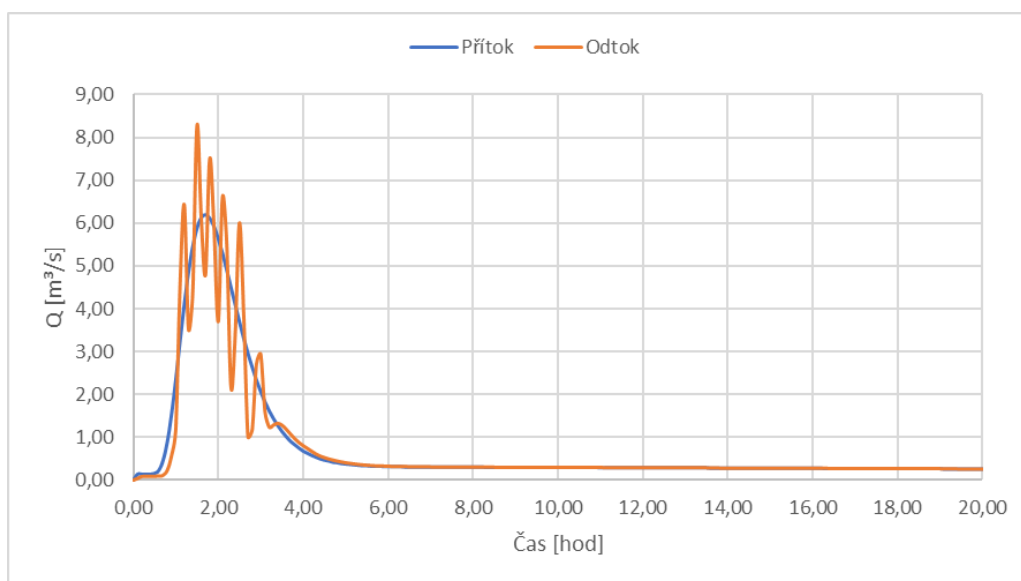
Spočítala jsem si celkový objem, který mi do nádrže přiteče (viz rovnice 15). S přítok, také zároveň probíhá odtok přes požerák, posléze i přes bezpečnostní přeliv. Od přítoku odečtu odtok. Výsledným objemem se mi zvedne hladina, o kolik zjistím z charakteristických čar Spodního rybníka. Tento krok opakuji po jednotlivých časových intervalech.

$$\Delta V_1 = (t_i - t_{i-1}) * Q \text{ [m}^3\text{]} \text{ [15]}$$

kde  $\Delta V_1$  – objem vody, který přitéká do nádrže

t – časový úsek

Q – přítok



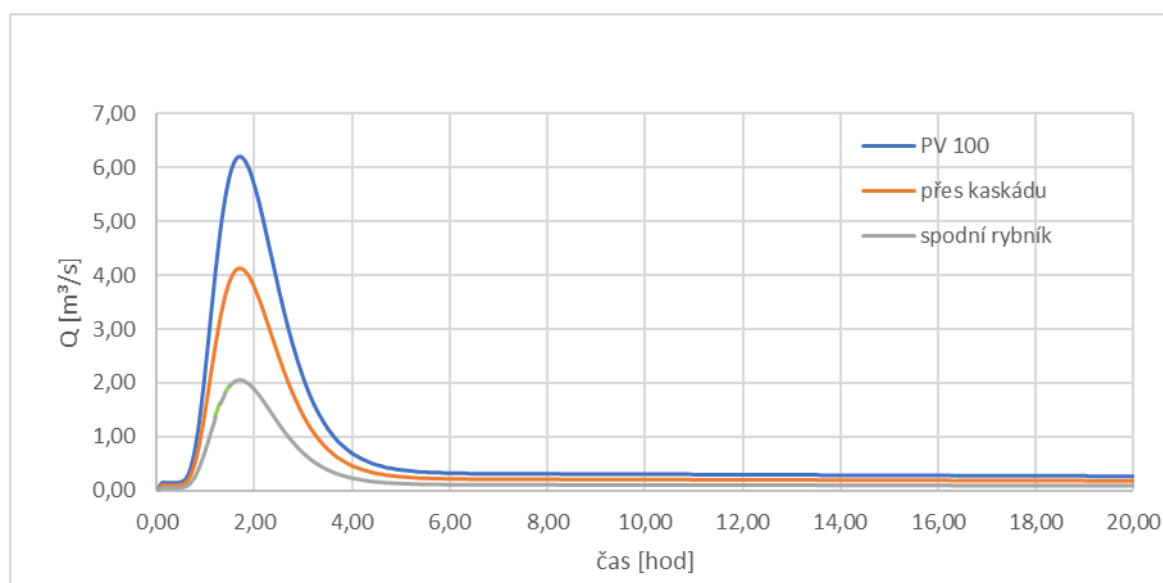
Obr. 4.14 – Výsledná transformace povodňové vlny



K transformaci povodňové vlny na posledním rybníku téměř nedojde. Retenční prostor této nádrže je necelých 400 m<sup>3</sup> a celkový objem povodňové vlny je téměř 140krát větší. Oscilace na odtoku způsobuje náhlé přelití hráze (obr. 4.14). Přelití hráze je z bezpečnostního hlediska nepřístupné, na Spodním rybníku v Dolním Dobřejově se mu ale v případě sto leté vody aktuálně nevyhneme. Pro zvýšení možnosti transformace povodňové vlny by se zde musely provést značné rekonstrukce.

### 4.3.2 Transformace povodňové vlny kaskádou rybníků

Pro možnou transformaci povodňové vlny kaskádou rybníků si vlnu rozdělím. Celková velikost retenčních objemů kaskády rybníků je 803,64 m<sup>3</sup>. Dohromady je to dvakrát větší objem než u Spodního rybníka. Převedu 2/3 povodňové vlny přes kaskádu rybníků postupně přes jednotlivé rybníky. Transformace začne v Horním rybníku, pokračovat bude přes Rybník s ostrůvkem, Prostřední rybník, Rybník se pstruhy. Odtok posledního rybníka se přičte ke zbytku vlny, která je vedena přítokem. Zbytek vlny společně se zbývající 1/3 převedu Spodním rybníkem (obr. 4.15).



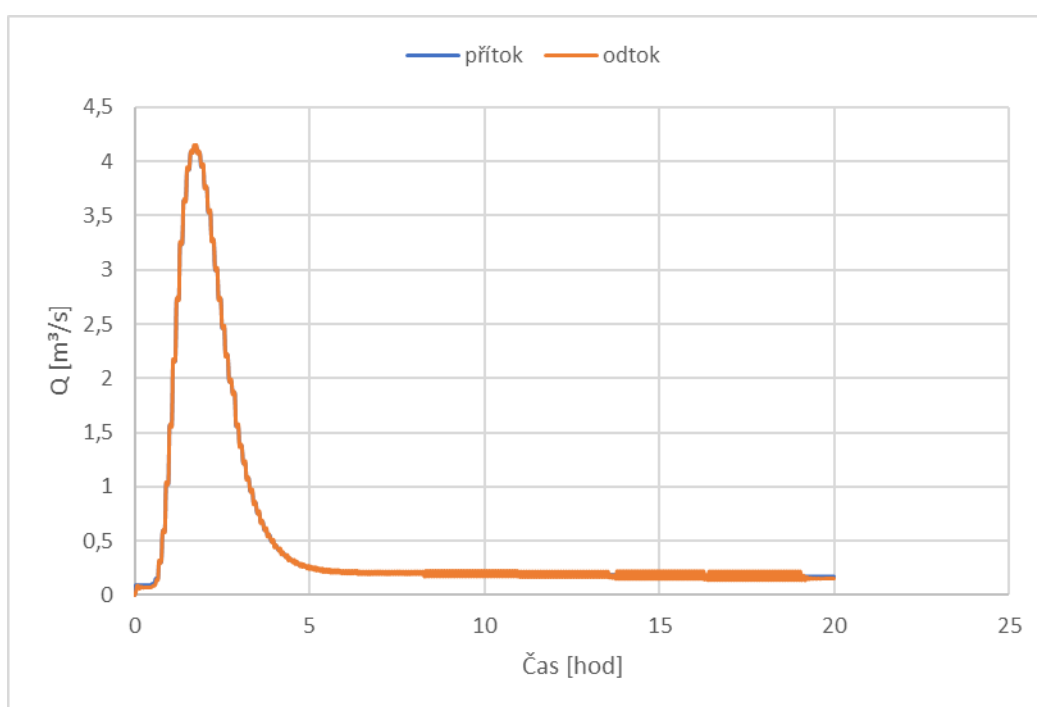
Obr. 4.15 – Rozdělení povodňové vlny

Časový interval byl zkrácen ze sedmi minut na dvě. Podrobněji zjistím čas kulminace jednotlivých retenčního prostorů a následné přelití hrází. První tři rybníky kaskády nemají bezpečnostní přelivy, s největší pravděpodobností zde dojde k přelití jednotlivých hrází.

Zmenšením časových úseků dosáhnou větší přesnosti. Dvě třetiny povodňové vlny byly odděleny a převedeny přes kaskádu rybníků. Uvažuji zde odtok požeráky, které se zvyšují s přibývajícím hladinou na základě konsumční křivky požeráků. U Rybníka se pstruhy počítám s odtokem požeráku i s odtokem, který je schopný převést bezpečnostní přeliv.

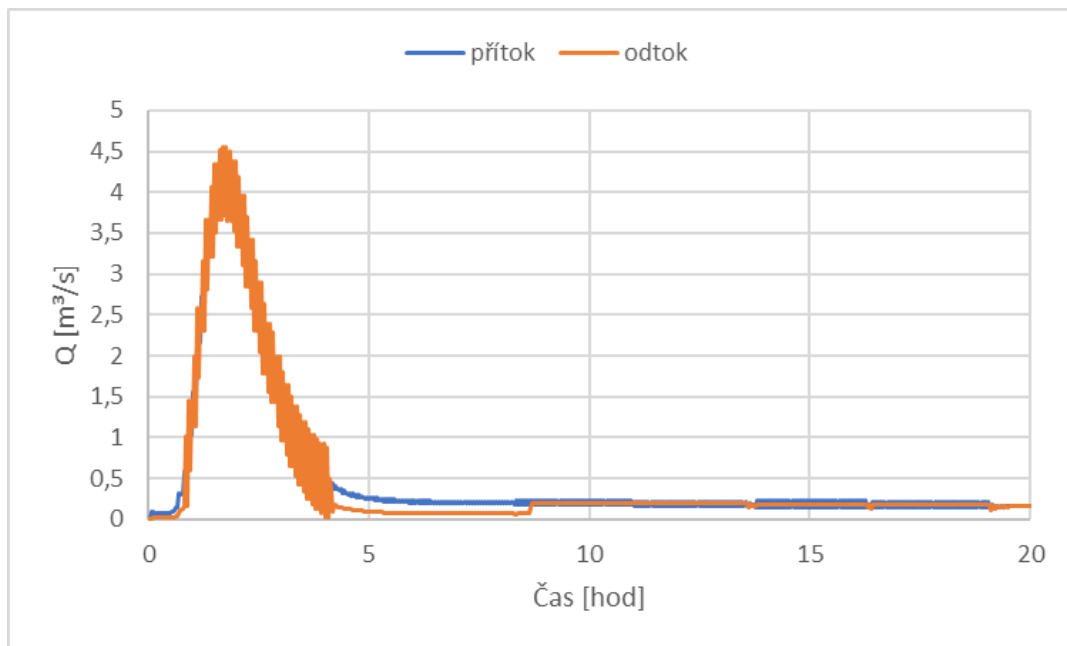
Po naplnění retenčního prostoru se začne voda přelévat přes hráz. Průtok počítám jako přepad přes širokou korunu (viz rovnice 7).

Horní rybník má nejmenší retenční prostor. Hráz o délce 11,8 m se začne přelévat ve 40 minutě od začátku povodňové vlny (obr. 4.16). Kulminační průtok se zmenší z 4,13 m<sup>3</sup>/s na 4,12 m<sup>3</sup>/s.



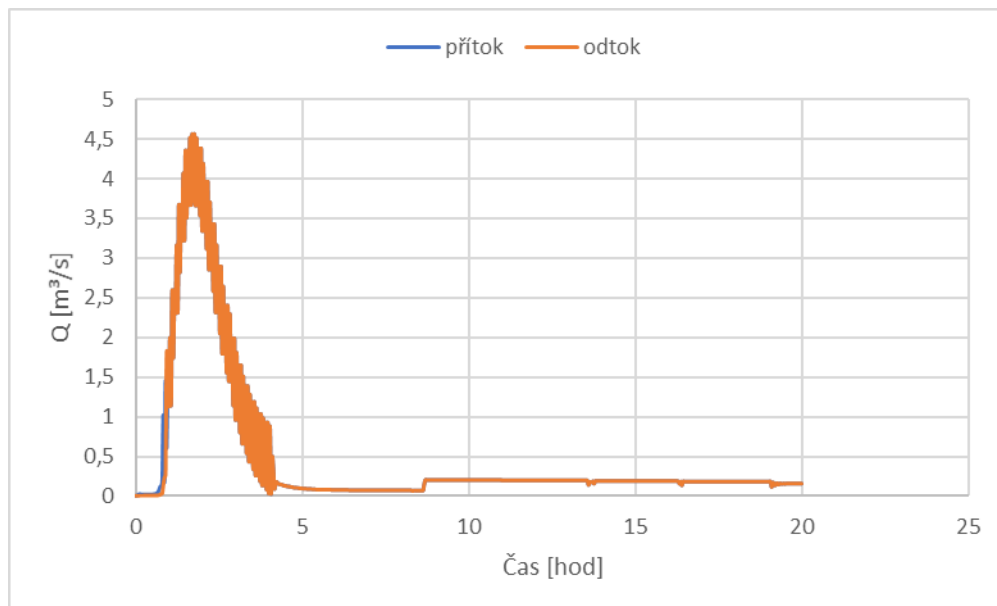
Obr. 4.16 – Transformace povodňové vlny Horní rybník

Retenční prostor Rybníka s ostrůvkem se zaplní po 48 minutách od začátku povodňové vlny. Po této minutě se začne přelévat hráz o délce 24,9 m. Z grafu (obr. 4.17) jsou patrné pravidelné oscilace průtoku, což je způsobeno přeléváním hráze.



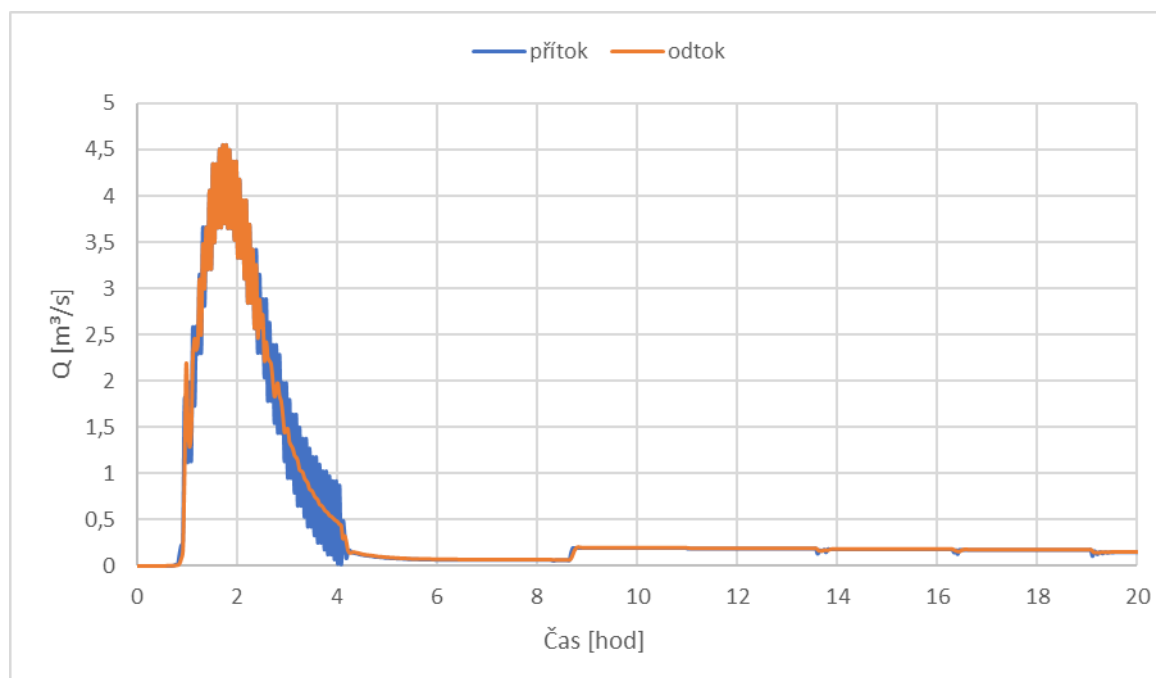
Obr. 4.17 – Transformace povodňové vlny Rybník s ostrůvkem

Prostřední rybník svým retenčním prostorem povodňovou vlny transformuje do 50 minuty od začátku jejího průběhu. Pak se také nepřípustně začne přelévat hráz o délce 33,09 m a přitékající objem bude pokračovat svou cestou. Oscilace, které vidíme (obr. 4.18) způsobuje transformovaný přítok z Rybníka s ostrůvkem.



Obr. 4.18 – Transformace povodňové vlny Prostředním rybníkem

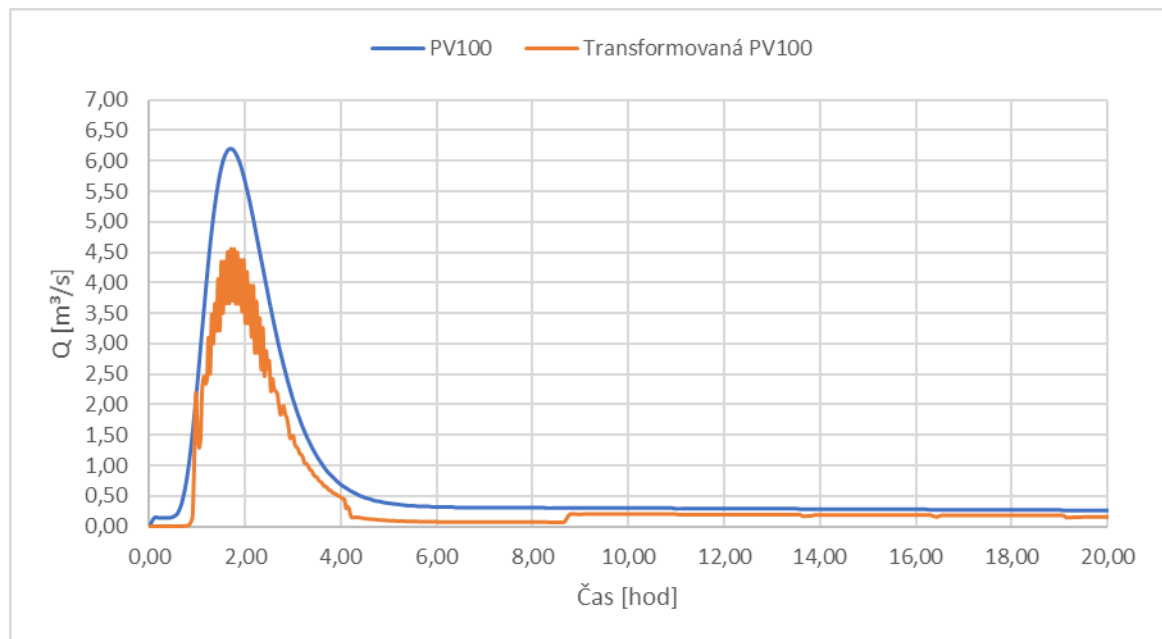
Rybník se pstruhy, který je poslední v kaskádě převede povodňovou vlnu nejlépe. Téměř vůbec ji ale netransformuje. Retenční prostor má největší, dno bezpečnostního přelivu je na stejné výškové kótě jako hladina stálého nadržení. Díky velké kapacitě bezpečnostního přelivu je povodňová vlna bezpečně převedena do odtokového potoka. Hráz se v tomto rybníku při PV100 nepřelije.



Obr. 4.19 – Transformace povodňové vlny Rybníkem se pstruhy

Z grafu (obr. 4.19) je patrné že přítok do Rybníka se pstruhy je stejný jako jeho aktuální odtok. Tento odtok se znovu spojuje se zbytkem doposud oddělené třetiny povodňové vlny, která byla zatím vedena obtokovým potokem rovnou do Spodního rybníka.

K transformaci povodňové vlny dojde (viz obr. 4.20). Kulminační průtok byl snížen z 6,2 m<sup>3</sup>/s na 4,55 m<sup>3</sup>/s.



Obr. 4.20 – PV100 a transformovaná PV

## 5. ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo zjistit, jaký bude mít vliv kaskáda rybníků v Dolním Dobřejově na možnou transformaci povodňové vlny s dobou opakování jednou za 100 let na poslední rybník v kaskádě. Prvotní myšlenka byla, že určitě ano. Nedokázala jsem si představit, jak velký objem může povodňová vlna obnášet nehledě na neznalost retenčních prostorů kaskády rybníků. Po získání základních výměr, údajů, rozměrů a výpočtu věcí potřebných pro zjištění možnosti transformace jsem zjišťovala, jak moc jsem se mýlila.

Již po prvotním součtu objemu povodňové vlny, který čítal téměř 56 000 m<sup>3</sup>, a součtu všech retenčních prostorů kaskády rybníků i se Spodním rybníkem jejichž objem je 1200 m<sup>3</sup> bylo patrné, že rybníky povodňovou vlnu nejspíše vůbec netransformují. Položila jsem si však otázky typu: „Do jaké míry bude rybník po rybníku transformovat povodňovou vlnu, než se začne přelévat?“ „Opravdu se přelijí všechny hráze v kaskádě a povodňová vlna poteče jako nezřízená střela dolů do údolí?“ Tyto otázky jsem si podrobně v mé bakalářské práci zodpověděla.

Horní rybník i přes své nejmenší rozměry dokáže transformovat povodňovou vlnu 40 minut, což mi na jeho rozměry přijde obdivuhodné. Kulminační průtok dokáže zmenšit z 4,13 m<sup>3</sup>/s

na 4,12 m<sup>3</sup>/s. Překvapilo mě, že ač z mého pohledu téměř nevýznamný rybník – Rybník se pstruhy – se jako jediný díky svému bezpečnostnímu přelivu nepřelije a jeho hráz zůstane nedotčená. Spodní rybník svou korunu hráze přelije také. Přetékání hráze je z bezpečnostního hlediska absolutně nepřípustné. Pod kaskádou rybníků se ale nacházejí jen pastviny a rozsáhlé údolí, tudíž prozatím přelévání hrází připouštím.

Kaskáda rybníků dokáže transformovat povodňovou vlnu. Její původní celkový objem 55919 m<sup>3</sup> transformuji kaskádou rybníků na 52916 m<sup>3</sup>. Kulminační průtok, který byl původně 6,2 m<sup>3</sup>/s snížím na 4,55 m<sup>3</sup>/s.

Zjistila jsem, že kaskáda rybníků v Dolním Dobřejově dokáže transformovat povodňovou vlnu i přes nepřípustné přelévání hrází u Horního rybníka, Rybníka s ostrůvkem a Prostředního rybníka.

## 6. LITERATURA A ZDROJE INFORMACÍ

- [1] Čeněk Habart, Popis dějin krajiny mezi stříbropěnnou Vltavou a památným Blaníkem a vyličení života jejího lidu – Sedlčansko, Sedlecko a Voticko, Díl IV., 1941, str. 412-413
- [2] Doc. Ing. Karel Vrána, CSc., Ing. Jan Beran, Rybníky a účelové nádrže, 1998
- [3] Ing. Karel Vrána, CSc., Rybníky a účelové nádrže – příklady, 1991
- [4] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže
- [5] České noviny. Opatření proti suchu. [Cit. 30.4.2019]. Dostupné z URL: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/experti-navrhli-radu-opatreni-v-boji-proti-suchu/1749538>
- [6] Oldmaps.geolab. Müllerovo mapování. Dostupné z URL: [http://oldmaps.geolab.cz/map\\_viewer.pl?lang=cs&map\\_root=mul&map\\_region=ce&map\\_list=c018](http://oldmaps.geolab.cz/map_viewer.pl?lang=cs&map_root=mul&map_region=ce&map_list=c018)
- [7] Oldmaps.geolab. I. Vojenské mapování. Dostupné z URL: [http://oldmaps.geolab.cz/map\\_viewer.pl?lang=cs&map\\_root=1vm&map\\_region=ce&map\\_list=c195](http://oldmaps.geolab.cz/map_viewer.pl?lang=cs&map_root=1vm&map_region=ce&map_list=c195)
- [8] Nahlížení do katastru nemovitostí. Katastrální území 607223. Dostupné z URL: <http://sgi-ahliznidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=607223&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- [9] Wikipedie. Koppenova klasifikace. Dostupné z URL: [https://cs.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppenova\\_klasifikace\\_podneb%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppenova_klasifikace_podneb%C3%AD)
- [10] Google-obrázky. Koppenova klasifikace ČR. Dostupné z URL: [https://www.google.com/search?q=koppenova+klasifikace+%C4%8CR&tbn=isch&tbs=ri mg:CTc00cR\\_1XHv6IjbbENkjHIRx-gXkHtG1RDXa\\_1hljqIEImhXuj9Ye9HNfUfxu586uHxAFCBmqjVZ4stDwb-QOq1TVSioSCdsQ2SMchHH6Ef9vLoX2x8uiKhIJBeQe0bVENdoRDVRlyKxrBxUqEgn-GWOqIQiaFRE1hhU6LJKvGyoSCe6P1h70c19REYCYuwM7VguVKhIJ\\_1G7nzq4fEAU RjqmqlFCw-RcqEgkIGaqNVnny0BE1hhU6LJKvGyoSCfBv5A6rVNVKEepujVnwP6\\_1y&tbo=u&sa=](https://www.google.com/search?q=koppenova+klasifikace+%C4%8CR&tbn=isch&tbs=ri mg:CTc00cR_1XHv6IjbbENkjHIRx-gXkHtG1RDXa_1hljqIEImhXuj9Ye9HNfUfxu586uHxAFCBmqjVZ4stDwb-QOq1TVSioSCdsQ2SMchHH6Ef9vLoX2x8uiKhIJBeQe0bVENdoRDVRlyKxrBxUqEgn-GWOqIQiaFRE1hhU6LJKvGyoSCe6P1h70c19REYCYuwM7VguVKhIJ_1G7nzq4fEAU RjqmqlFCw-RcqEgkIGaqNVnny0BE1hhU6LJKvGyoSCfBv5A6rVNVKEepujVnwP6_1y&tbo=u&sa=)

[X&ved=2ahUKEwjMpKG3mbLiAhXDyqQKHb6ICgIQ9C96BAgBEBs&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=272Ly\\_5j8std3M](https://www.google.com/search?q=Seznam-mapy+Dolní+dobřejov&ved=2ahUKEwjMpKG3mbLiAhXDyqQKHb6ICgIQ9C96BAgBEBs&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=272Ly_5j8std3M):

[11] Seznam-mapy. Dolní dobřejov. Dostupné z URL:  
<https://mapy.cz/zakladni?x=14.5983846&y=49.5449533&z=15&source=ward&id=13784>

[12] Portál farmáře. Katastrální mapy. Dostupné z URL:  
<http://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>



## 7. FOTODOKUMENTACE

Foto 1 – Přítok Horního rybníka



Foto 2 – Pohled na Horní rybník





Foto 3 – Požerák Horního rybníka – pohled z vrchu



Foto 4 – Pohled na rybník s ostrůvkem





Foto 5 – Pohled na hráz rybníka s ostrůvkem



Foto 6 – Požerák rybníka s ostrůvkem





Foto 7 – Přítok do prostředního rybníka



Foto 8 – Pohled na prostřední rybník





Foto 9 – Požerák prostředního rybníka



Foto 10 – Požerák rybníka se pstruhy





Foto 11 – Pohled na rybník se pstruhy



Foto 12 – Bezpečnostní přeliv rybníka se pstruhy





Foto 13 – Odtok spodní výpusti rybníka se pstruhy



Foto 14 – Pohled na hráz Spodního rybníka





Foto 15 – Požerák Spodního rybníka



Foto 16 – Nezpevněné koryto spodní výpusti Spodního rybníka





## 8. PŘÍLOHY

### Příloha 1 – Hydrologické údaje od ČHMÚ



ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

POBOČKA PRAHA

VÁŠ DOPIS ZN:

DORUČEN DNE: 11.03.2019

ODDĚLENÍ: hydrologie

VYŘIZUJE: Ing. Zdeňka Vilhelmová

TELEFON: 244 032 534

EMAIL: zdenka.vilhelmova@chmi.cz

DATUM: 19.03.2019

Číslo ev.: CHMI/2589/2019

Číslo jednací: CHMI/511/193/2019

Spisová zn.:

ČVUT v Praze  
studentka Monika Smrčínová  
Thákurova 7  
166 29 Praha 6

#### **HYDROLOGICKÉ ÚDAJE POVRCHOVÝCH VOD**

Na Vaši žádost Vám zasíláme požadované základní hydrologické údaje podle ČSN 75 1400 pro:

Vodní tok	přítok Záběhlického potoka od Dolního Dobřejova		
Číslo hydrologického pořadí	1-08-05-0540-0-00		
Profil	hráz dolního rybníčka pod Dolním Dobřejovem		
Souřadnice v S JTSK	x = -738327,0 m	y = -1104476,0 m	
Plocha povodí A <sup>a)</sup>	1,12	km <sup>2</sup>	

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí P <sub>a</sub>	665	mm	
Dlouhodobý průměrný průtok Q <sub>a</sub>	7,0	l.s <sup>-1</sup>	Třída IV

M-denní průtoky Q <sub>Md</sub> <sup>b)</sup>													l.s <sup>-1</sup>		Tř.
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	IV		
16	11	8,5	7,0	5,5	4,5	4,0	3,0	2,5	1,5	1,0	0,5	0,0	IV		

N-leté průtoky Q <sub>N</sub>								m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>			Třída
1	2	5	10	20	50	100	200	500			IV
0,600	0,900	1,60	2,30	3,20	4,80	6,20					IV

Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany  
tel.: 244 032 545

IČ: 00020699, DIČ: CZ00020699  
č. ú.: 54132041/0710, www.chmi.cz

Priloha 1 - 2

Doba platnosti poskytnutých hydrologických údajů od data jejich vydání je 5 let. Platnost hydrologických údajů lze prodloužit jejich ověřením. Na základě nových poznatků může dojít k jejich změnám.

Podmínky užívání dat se řídí Všeobecnými smluvními podmínkami ČHMÚ.

a) Plocha povodí  $A$  [km<sup>2</sup>] je určena z digitální vrstvy rozvodnic v měřítku 1:10 000 a podkladových map ZABAGED®.

b)  $M$ -denní průtoky jsou odvozeny z pozorovaných průtoků ve vodoměrných stanicích za referenční období 1981–2010.

Informace o odvození  $M$ -denních průtoků jsou dostupné na adrese:  
<http://voda.chmi.cz/opv/data/qm.html>.

Za tyto práce Vám účtujeme v souladu se zákonem č. 526/1990 Sb. o cenách v platném znění částku 500,- Kč.

Přílohy: faktura 1x - již proplacena  
TPV 100 a 20 - zaslány elektronicky

Ing. Tomáš Fryč  
vedoucí oddělení hydrologie pobočky

Příloha 2 – Retenční objemy nádrží

**HORNÍ RYBNÍK:**

<b>Kóta hladiny</b>	<b>Plocha hladiny</b>	<b>Objem vody</b>	
<b>[m n.m.]</b>	<b>S [m<sup>2</sup>]</b>	<b>V [m<sup>3</sup>]</b>	<b>ΣV [m<sup>3</sup>]</b>
553,70	250,00		0,00
554,00	255,40	25,54	25,54

**RYBNÍK S OSTRŮVKEM:**

<b>Kóta hladiny</b>	<b>Plocha hladiny</b>	<b>Objem vody</b>	
<b>[m n.m.]</b>	<b>S [m<sup>2</sup>]</b>	<b>V [m<sup>3</sup>]</b>	<b>ΣV [m<sup>3</sup>]</b>
549,70	953,00		0,00
550,00	983,61	98,36	98,36

**PROSTŘEDNÍ RYBNÍK:**

<b>Kóta hladiny</b>	<b>Plocha hladiny</b>	<b>Objem vody</b>	
<b>[m n.m.]</b>	<b>S [m<sup>2</sup>]</b>	<b>V [m<sup>3</sup>]</b>	<b>ΣV [m<sup>3</sup>]</b>
548,60	1211,00		0,00
549,00	1359,30	181,24	181,24

**RYBNÍK SE PSTRUHY:**

<b>Kóta hladiny</b>	<b>Plocha hladiny</b>	<b>Objem vody</b>	
<b>[m n.m.]</b>	<b>S [m<sup>2</sup>]</b>	<b>V [m<sup>3</sup>]</b>	<b>ΣV [m<sup>3</sup>]</b>
546,00	1154,00		0,00
547,00	1495,50	498,50	498,50

**SPODNÍ RYBNÍK:**

<b>Kóta hladiny</b>	<b>Plocha hladiny</b>	<b>Objem vody</b>	
<b>[m n.m.]</b>	<b>S [m<sup>2</sup>]</b>	<b>V [m<sup>3</sup>]</b>	<b>ΣV [m<sup>3</sup>]</b>
544,50	3783,00		0,00
544,80	3965,00	396,50	396,50

Příloha 3 – Výsledky výpočtu konsumční křivky bezpečnostního přelivu

<b>hkr [m]</b>	<b>Q [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>vkr [m/s]</b>	<b>Skr [m<sup>2</sup>]</b>	<b>hkr<sub>s</sub> [m]</b>	<b>Bkr [m]</b>
0,05	0,107	0,689	0,155	0,048	3,2
0,10	0,307	0,961	0,320	0,094	3,4
0,15	0,575	1,161	0,495	0,138	3,6
0,20	0,901	1,325	0,680	0,179	3,8
0,25	1,282	1,465	0,875	0,219	4,0
0,30	1,715	1,588	1,080	0,257	4,2

<b>hkr [m]</b>	<b>Q [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>vkr [m/s]</b>	<b>ho</b>	
			<b>[m]</b>	<b>[m n.m.]</b>
0,05	0,107	0,689	0,074	544,57
0,10	0,307	0,961	0,147	544,65
0,15	0,575	1,161	0,219	544,72
0,20	0,901	1,325	0,289	544,79
0,25	1,282	1,465	0,359	544,86
0,30	1,715	1,588	0,429	544,93

Příloha 4 – Výsledky výpočtu konsumční křivky přes korunu rybníka

<b>hkr [m]</b>	<b>S [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Q [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>vkr [m/s]</b>	<b>ho</b>	
				<b>[m]</b>	<b>[m n.m.]</b>
0,05	6,40	5,777	0,903	0,100	545,03
0,10	12,79	16,339	1,277	0,201	545,13
0,15	19,19	30,016	1,565	0,301	545,23
0,20	25,58	46,213	1,807	0,402	545,33
0,25	31,98	64,584	2,020	0,502	545,43
0,30	38,37	84,898	2,213	0,603	545,53
0,35	44,77	106,984	2,390	0,703	545,63
0,40	51,16	130,709	2,555	0,803	545,73
0,45	57,56	155,967	2,710	0,904	545,83
0,50	63,95	182,671	2,856	1,004	545,93
0,55	70,35	210,746	2,996	1,105	546,03
0,60	76,74	240,127	3,129	1,205	546,13

Příloha 5 – Výsledky výpočtu bezpečnostního přelivu – Rybník se pstruhy

<b>hkr [m]</b>	<b>Q [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>vkr [m/s]</b>	<b>Skr [m<sup>2</sup>]</b>	<b>hkrs [m]</b>	<b>Bkr [m]</b>
0,05	0,029	0,677	0,043	0,047	0,9
0,10	0,086	0,932	0,092	0,088	1,0
0,15	0,164	1,115	0,147	0,127	1,2
0,20	0,263	1,263	0,208	0,163	1,3
0,25	0,382	1,388	0,275	0,196	1,4
0,30	0,522	1,499	0,348	0,229	1,5
0,35	0,682	1,598	0,427	0,260	1,6
0,40	0,865	1,689	0,512	0,291	1,8
0,45	1,070	1,774	0,603	0,321	1,9
0,50	1,297	1,853	0,700	0,350	2,0
0,55	1,548	1,928	0,803	0,379	2,1
0,60	1,823	1,999	0,912	0,407	2,2
0,65	2,122	2,066	1,027	0,435	2,4
0,70	2,446	2,131	1,148	0,463	2,5
0,75	2,796	2,193	1,275	0,490	2,6
0,80	3,173	2,253	1,408	0,518	2,7
0,85	3,576	2,312	1,547	0,545	2,8
0,90	4,007	2,368	1,692	0,572	3,0
0,95	4,465	2,423	1,843	0,598	3,1
1,00	4,952	2,476	2,000	0,625	3,2

<b>hkr [m]</b>	<b>Q [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>vkr [m/s]</b>	<b>ho</b>	
			<b>[m]</b>	<b>[m n.m.]</b>
0,05	0,029	0,677	0,073	546,07
0,10	0,086	0,932	0,144	546,14
0,15	0,164	1,115	0,213	546,21
0,20	0,263	1,263	0,281	546,28
0,25	0,382	1,388	0,348	546,35
0,30	0,522	1,499	0,414	546,41
0,35	0,682	1,598	0,480	546,48
0,40	0,865	1,689	0,545	546,55
0,45	1,070	1,774	0,610	546,61
0,50	1,297	1,853	0,675	546,68
0,55	1,548	1,928	0,739	546,74
0,60	1,823	1,999	0,804	546,80
0,65	2,122	2,066	0,868	546,87
0,70	2,446	2,131	0,931	546,93
0,75	2,796	2,193	0,995	547,00
0,80	3,173	2,253	1,059	547,06

0,85	3,576	2,312	1,122	547,12
0,90	4,007	2,368	1,186	547,19
0,95	4,465	2,423	1,249	547,25
1,00	4,952	2,476	1,313	547,31

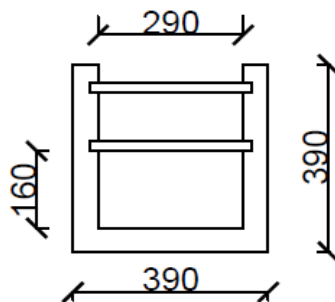
Příloha 6 – Schéma požeráků a výsledky výpočtu průtoků

Horní rybník



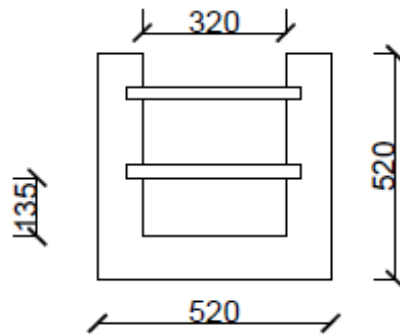
<b>h = hš</b>	<b>h<sub>n</sub></b>	<b>m</b>	<b>bo</b>	<b>K<sub>v</sub></b>	<b>Q<sub>d</sub></b>
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m <sup>3</sup> /s]
0,05	553,75	0,459	0,6191	0,0926	0,0141
0,10	553,80	0,432	0,6111	0,0863	0,0370
0,15	553,85	0,423	0,6041	0,0807	0,0658
0,20	553,90	0,419	0,5980	0,0759	0,0993
0,25	553,95	0,416	0,5926	0,0715	0,1363
0,30	554,00	0,414	0,5877	0,0677	0,1771

Rybník s ostrůvkem



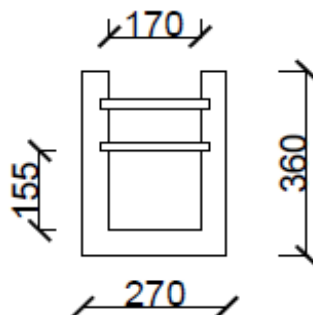
<b>h = hš</b>	<b>h<sub>n</sub></b>	<b>m</b>	<b>bo</b>	<b>K<sub>v</sub></b>	<b>Q<sub>d</sub></b>	<b>bš</b>	<b>bšo</b>	<b>Qš</b>	<b>Q</b>
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
0,05	549,75	0,459	0,2815	0,0853	0,0064	0,61	0,5844	0,0133	0,0197
0,10	549,80	0,432	0,2751	0,0744	0,0166	0,61	0,5654	0,0342	0,0509
0,15	549,85	0,423	0,2702	0,0659	0,0294	0,61	0,5507	0,0599	0,0894
0,20	549,90	0,419	0,2663	0,0592	0,0442	0,61	0,5390	0,0895	0,1337
0,25	549,95	0,416	0,2631	0,0537	0,0605	0,61	0,5294	0,1218	0,1823
0,30	550,00	0,414	0,2605	0,0492	0,0785	0,61	0,5215	0,1571	0,2356

Prostřední rybník



<b>h = hš</b>	<b>h<sub>n</sub></b>	<b>m</b>	<b>bo</b>	<b>K<sub>v</sub></b>	<b>Q<sub>d</sub></b>	<b>bš</b>	<b>bšo</b>	<b>Qš</b>	<b>Q</b>
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
0,05	548,65	0,459	0,3114	0,0865	0,0071	0,59	0,5641	0,0128	0,0199
0,10	548,70	0,432	0,3048	0,0762	0,0184	0,59	0,5443	0,0329	0,0514
0,15	548,75	0,423	0,2996	0,0681	0,0326	0,59	0,5287	0,0576	0,0902
0,20	548,80	0,419	0,2954	0,0615	0,0490	0,59	0,5162	0,0857	0,1347
0,25	548,85	0,416	0,2919	0,0561	0,0672	0,59	0,5058	0,1164	0,1835
0,30	548,90	0,414	0,2890	0,0516	0,0871	0,59	0,4971	0,1498	0,2369
0,35	548,95	0,413	0,2866	0,0478	0,1085	0,59	0,4897	0,1855	0,2940
0,40	549,00	0,412	0,2844	0,0444	0,1313	0,59	0,4833	0,2231	0,3545

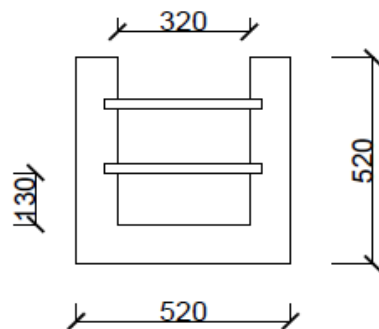
Rybník se pstruhy



<b>h = hš</b>	<b>h<sub>n</sub></b>	<b>m</b>	<b>bo</b>	<b>K<sub>v</sub></b>	<b>Q<sub>d</sub></b>	<b>bš</b>	<b>bšo</b>	<b>Qš</b>	<b>Q</b>
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
0,05	546,05	0,459	0,1623	0,0773	0,0037	0,48	0,4568	0,0104	0,0141
0,10	546,10	0,432	0,1574	0,0630	0,0095	0,48	0,4422	0,0268	0,0363
0,15	546,15	0,423	0,1541	0,0531	0,0168	0,48	0,4322	0,0470	0,0638
0,20	546,20	0,419	0,1516	0,0459	0,0252	0,48	0,4249	0,0705	0,0957
0,25	546,25	0,416	0,1498	0,0405	0,0345	0,48	0,4193	0,0965	0,1309
0,30	546,30	0,414	0,1483	0,0362	0,0447	0,48	0,4149	0,1250	0,1697
0,35	546,35	0,413	0,1471	0,0327	0,0557	0,48	0,4113	0,1558	0,2115
0,40	546,40	0,412	0,1461	0,0298	0,0675	0,48	0,4084	0,1886	0,2560
0,45	546,45	0,411	0,1453	0,0274	0,0799	0,48	0,4060	0,2231	0,3030
0,50	546,50	0,410	0,1446	0,0254	0,0929	0,48	0,4039	0,2593	0,3522
0,55	546,55	0,410	0,1440	0,0236	0,1067	0,48	0,4021	0,2978	0,4045

0,60	546,60	0,410	0,1435	0,0221	0,1211	0,48	0,4005	0,3381	0,4592
0,65	546,65	0,410	0,1430	0,0207	0,1360	0,48	0,3991	0,3794	0,5154
0,70	546,70	0,409	0,1426	0,0195	0,1513	0,48	0,3979	0,4222	0,5736
0,75	546,75	0,409	0,1423	0,0185	0,1674	0,48	0,3968	0,4670	0,6344
0,80	546,80	0,409	0,1420	0,0175	0,1840	0,48	0,3959	0,5132	0,6972
0,85	546,85	0,409	0,1417	0,0167	0,2011	0,48	0,3950	0,5608	0,7619
0,90	546,90	0,409	0,1414	0,0159	0,2187	0,48	0,3942	0,6098	0,8285
0,95	546,95	0,409	0,1412	0,0152	0,2368	0,48	0,3935	0,6601	0,8969
1,00	547,00	0,409	0,1409	0,0145	0,2553	0,48	0,3928	0,7117	0,9670

Spodní rybník



<b>h = hš</b>	<b>h<sub>n</sub></b>	<b>m</b>	<b>bo</b>	<b>K<sub>v</sub></b>	<b>Q<sub>d</sub></b>	<b>bš</b>	<b>bš<sub>o</sub></b>	<b>Qš</b>	<b>Q</b>
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
0,05	544,55	0,459	0,3114	0,0865	0,0071	0,58	0,5541	0,0126	0,0197
0,10	544,60	0,432	0,3048	0,0762	0,0184	0,58	0,5343	0,0323	0,0508
0,15	544,65	0,423	0,2996	0,0681	0,0326	0,58	0,5187	0,0565	0,0891
0,20	544,70	0,419	0,2954	0,0615	0,0490	0,58	0,5062	0,0840	0,1331
0,25	544,75	0,416	0,2919	0,0561	0,0672	0,58	0,4958	0,1141	0,1812
0,30	544,80	0,414	0,2890	0,0516	0,0871	0,58	0,4871	0,1468	0,2339