

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.

Leden 2020

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 3.1.2020

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 20 leté a 100 leté vlny na nejnižší položeném rybníku, který je průtočný. Následně je proveden návrh rozdělení průtoků povodňových vln. Část povodňové vlny je vedena kaskádou bočních rybníků a je vypočten transformační účinek dosažený tímto opatřením. Výsledky výpočtů transformace 20 leté a 100 leté 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 transformation of flood waves by cascade of ponds. First, the transformation of 20 years and 100 years waves is carried out on the lowest lying pond, which is flow-through. Subsequently, the design of the distribution of flood wave flows is made. Part of the flood wave is led by a cascade of side ponds and the transformation effect achieved by this measure is calculated. Results of transformation calculations of 20 and 100 years are compared and the transformation effect is evaluated using other ponds.

The thesis has three main parts. The first part summarizes the general features and descriptions of all cascade ponds, including the description of their objects and the linking of the ponds to each other. The second part deals with the calculation 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 cascade of small water reservoirs and with the possibility of transferring part of the flood wave by cascade of ponds.

KEY WORDS

Flood wave, transformation, small water reservoir, cascade, fire, safety overflow, Dolní Dobřejov

Obsah

1. ÚVOD.....	9
2. ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ.....	10
2.1 Historie	10
2.2 Klimatické podmínky	12
2.3 Hydrologické údaje.....	13
3. POPIS MVN.....	14
3.1 Horní rybník	14
3.1.1 Hráz	14
3.1.2 Výpustná zařízení	15
3.1.3 Bezpečnostní přeliv	15
3.2 Rybník s ostrůvkem.....	15
3.2.1 Hráz	15
3.2.2 Výpustná zařízení	15
3.2.3 Bezpečnostní přeliv	16
3.3 Prostřední rybník	16
3.3.1 Hráz	16
3.3.2 Výpustná zařízení	16
3.3.3 Bezpečnostní přeliv	17
3.4 Rybník se pstruhy	17
3.4.1 Hráz	17
3.4.2 Výpustná zařízení	17
3.4.3 Bezpečnostní přeliv	18
3.5 Spodní rybník	18
3.5.1 Hráz	19
3.5.2 Výpustná zařízení	19
3.5.3 Bezpečnostní přeliv	19

4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	21
4.1 Charakteristiky nádrží	21
4.1.1 Čáry zatopených ploch a objemů – Spodní rybník.....	21
4.1.2 Čáry zatopených ploch rybníků z kaskády	22
4.1.3 Velikost retenčních prostorů.....	27
4.1.3 Konsumční křivka nouzového bezpečnostního přelivu – Spodní rybník.....	28
4.1.4 Konsumční křivka přes korunu hráze	29
4.1.5 Konsumční křivka nouzového bezpečnostního přelivu – Rybník se pstruhy.....	31
4.2 Průtok vody požerákem za povodně.....	31
4.3 Transformace povodňové vlny	33
4.3.1 Výpočet transformace povodňové vlny MVN.....	34
4.4 Transformace 20 leté povodňové vlny – Spodní rybník	35
4.5 Transformace 20 leté povodňové vlny – kaskáda rybníků.....	36
4.5.1 TPV20 – Horní rybník.....	36
4.5.2 TPV20 – Rybník s ostrůvkem	37
4.5.3 TPV20 – Prostřední rybník.....	39
4.5.4 TPV20 – Rybník se pstruhy	40
4.5.5 TPV20 – Spodní rybník.....	41
4.6 Transformace 100 leté povodňové vlny – Spodní rybník.....	42
4.7 Transformace 100 leté povodňové vlny – kaskáda rybníků	44
4.7.1 TPV100 – Horní rybník.....	44
4.7.2 TPV100 – Rybník s ostrůvkem	45
4.7.3 TPV100 – Prostřední rybník.....	46
4.7.4 TPV100 – Rybník se pstruhy.....	48
4.7.5 TPV100 – Spodní rybník.....	49
5. ZÁVĚR.....	51
6. LITERATURA A ZDROJE INFORMACÍ.....	52

7. FOTODOKUMENTACE.....	54
8. PŘÍLOHY.....	62

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 nedostatek vody v krajině častějšími 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. Odtok vody vzniká nejen na orných půdách, lesních cestách, ale také na loukách a pastvinách. Srážky by se měly vsáknout na ploše, na jaké spadnou, často ale odtečou a způsobují problémy v nižších nadmořských výškách.

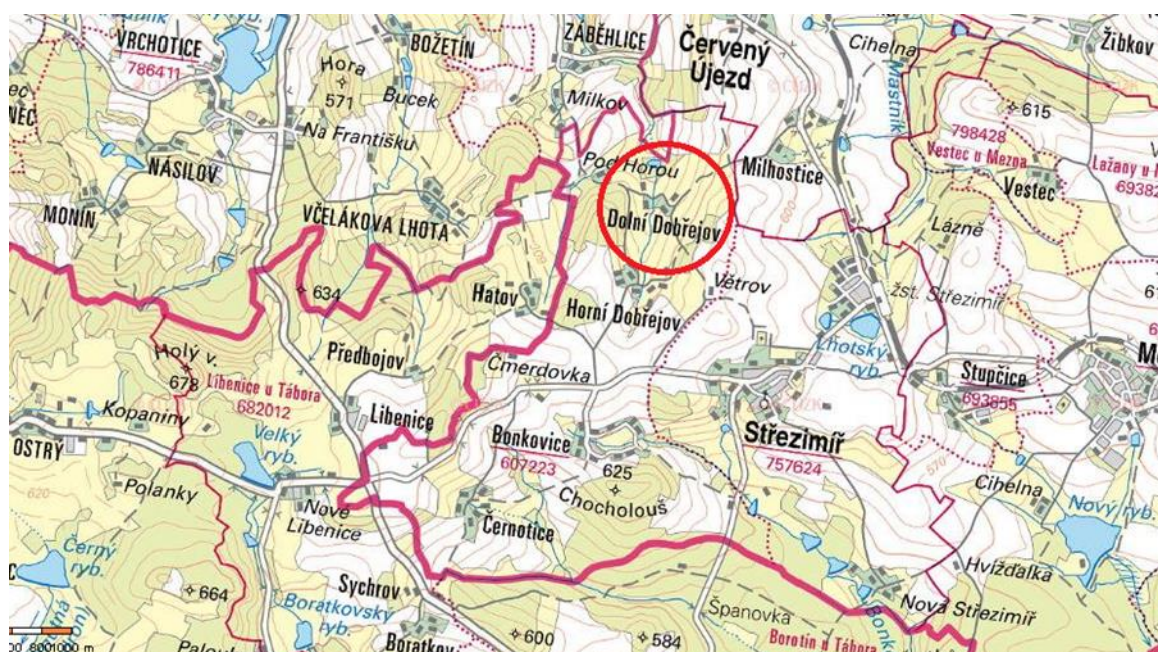
Sucho je jedním z ukazatelů změny klima v globálním měřítku. Jedná se o dočasný přirozený jev, který může vést k nedostatku vody na územích, kde požadavky na užívání vodních zdrojů jsou vyšší než vodní kapacity a kdy požadavky přesahují přirozenou dlouhodobou obnovitelnost vodních zdrojů. V České republice se roční úhrn srážek do budoucna očekává stejný v porovnání s minulými obdobími, změní se však charakter srážek a jejich distribuce v čase. Lze očekávat mnohem vyšší počet hydrologických extrémů, a to přívalové srážky, povodně a období sucha. [5]

Sucha v posledních letech a s tím spojené zlepšení zadržování vody v krajině dokonce přimělo ministerstvo životního prostředí k podpoře projektů na zadržování vody v krajině, jako je stavba rybníků, tůní a mokřadů. Malé vodní nádrže jsou brány jako pozitivní složka krajiny. Udržování a výstavba malých vodních nádrží jsou podporovány.

Jako malé vodní nádrže dle české normy ČSN 75 2410 jsou považovány nádrže s akumulacím objemem menším než 2 mil. m³, které dosahují maximální hloubky 9 metrů [4]. Kaskáda pěti malých nádrží se nachází nedaleko mého bydliště. Jelikož si riziko možných povodní, popřípadě období sucha uvědomuji, chtěla bych v mé práci zjistit, jak se bude kaskáda pěti rybníků chovat při průběhu 20-ti leté a 100-leté povodňové vlny. Cílem této práce nebude návrh protipovodňové ochrany. Zaměří se na možnost transformace povodňových vln a navzájem porovnáme jejich chování.

2. ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Zájmová oblast se nachází v katastrálním území Bonkovice-607223 (obr. 2.1) na hranici 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 pravostranným přítokem Záběhlického potoka. Na některých mapách je jako 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 [6]

2.1 Historie

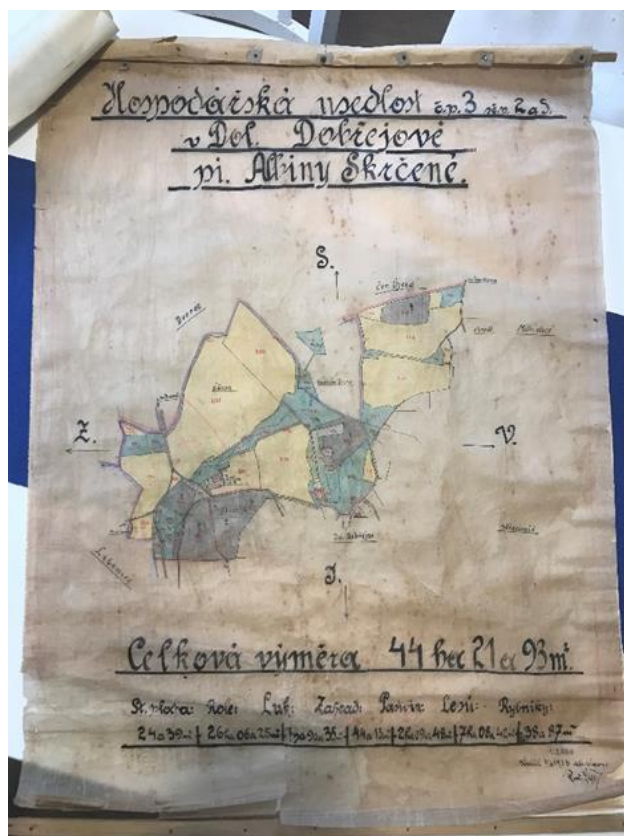
Historie vesnice Dolní Dobřejov sahá dle dochovaných písemností do 15. století, kdy statky patřily k hradu Borotín [1]. Co se týče studovaného rybníčního systému, tak v nejstarší nalezené mapě z roku 1716 v Müllerově mapování ještě žádný rybník zanesen není [7]. V dalším I. vojenském mapování, kdy dle 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 [8]. V mapách z roku 1840 – mapy II. Vojenského mapování je již na pozemku s parcelním číslem 246 zakreslen rybník, dnes zvaný

Rybník se pstruhy. Předpokládáný 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 vybudoval na silně podmáčeném a zemědělsky nevyužitém pozemku číslo 238/1 dosavadní majitel Vlastimil Ploc.



Obr. 2.2 – Detail nejstarší mapy rodinného archivu Skrčených

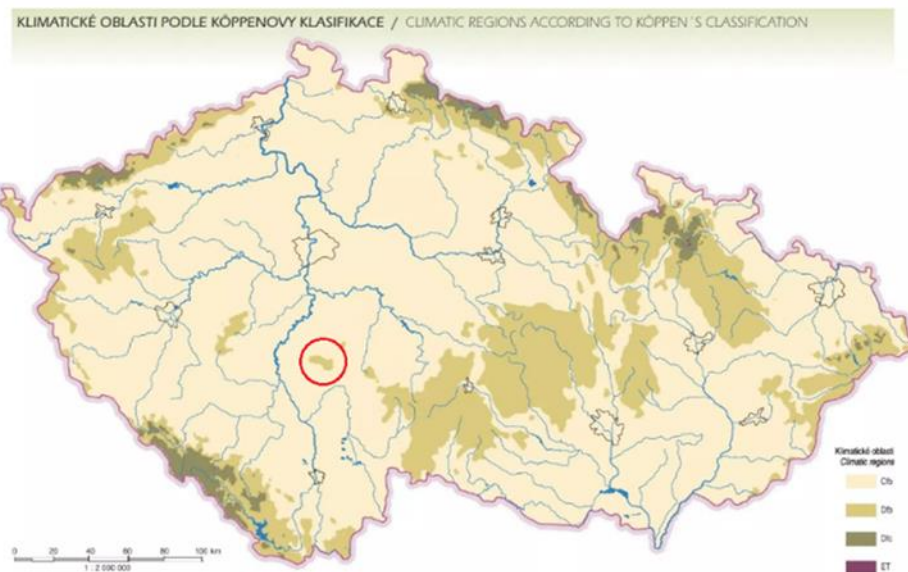


Obr. 2.3 – Nejstarší mapa rodinného archivu Skřených

2.2 Klimatické podmínky

Podnebí naší republiky se podle Konček-Petrovičovy 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 byla zaslána na žádost Českým hydrometeorologickým úřadem. Dvacetiletý povodňový průtok je $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$, stoletý povodňový průtok je $6,2 \text{ m}^3$ (viz. příloha 1). TPV 100 a TPV 20 byly zaslány elektronicky. 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). Spodní rybník je průtočné, Horní rybník, Rybník s ostrůvkem, Prostřední rybník a Rybník se pstruhy jsou rybníky obtokové. Horní rybník má přítok na východní straně z potoka, který teče opodál. Voda z Horního rybníka, která odtéká požerákem pryč, je přítokem Rybníka s ostrůvkem. Na stejném principu je voda přiváděna i do ostatních rybníků, která takto protéká až do Spodního rybníka, kde se k přítoku ze spodní výpusti 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 m². 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 zvyšovat hráz, aby se hladina vody ve studni posunula na vyšší úroveň. Tímto se pravděpodobně změní hydraulika podzemní vody.

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 prosakující hrází, nebo jejím podložím. Rybník je menšího rozměru, není zde 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. Vypouštěcí zařízení 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 kolenu, 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 m². Voda do nádrže přitéká výpustným potrubím 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 zde chybí patní drén. 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. Odpadní potrubí má průměr 200 mm. 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 m². 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 m³, 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 m². 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 přelítí hráze při případném přelítí 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.

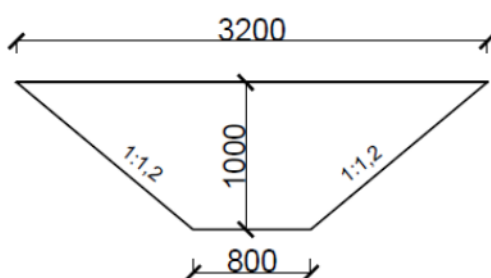
3.4.3 Bezpečnostní přeliv

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



Obr. 3.2 – Umístění bezpečnostního přelivu [11]

obsahu při průchodu povodňové vlny. Nejsou zde žádné odběrné objekty. Boční přeliv není opevněn, je řešen jako nouzový přeliv – průleh. V současné době je zarostlý, průtok vody to v aktuálních podmínkách nevádí. 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 m². 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 hrázi do nezpevněného koryta, které vede pastvinou do Záběhlického potoka. Břehy tohoto koryta jsou značně zerodované a potřebovaly by zpevnit (viz foto 16).

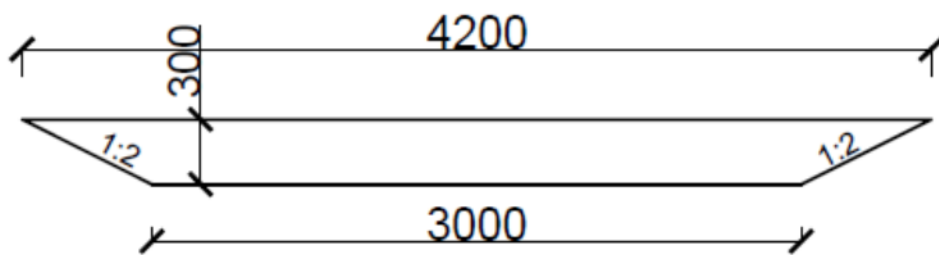
3.5.3 Bezpečnostní přeliv

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 nadržení 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 věnuje získávání výchozích hodnot pro výpočet transformace 20 leté a 100 leté povodňové vlny. O zvýšení transformace obou vln se pokusím část přítoku vést kaskádou rybníků. Na rozdělení přítoku by hypoteticky sloužil objekt vystavený na přítoku do Horního rybníka, a to rozdělovací zeď, nebo oddělovací potrubí, které by mělo kapacitu jen dané části povodňového průtoku.

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.“ [2]

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

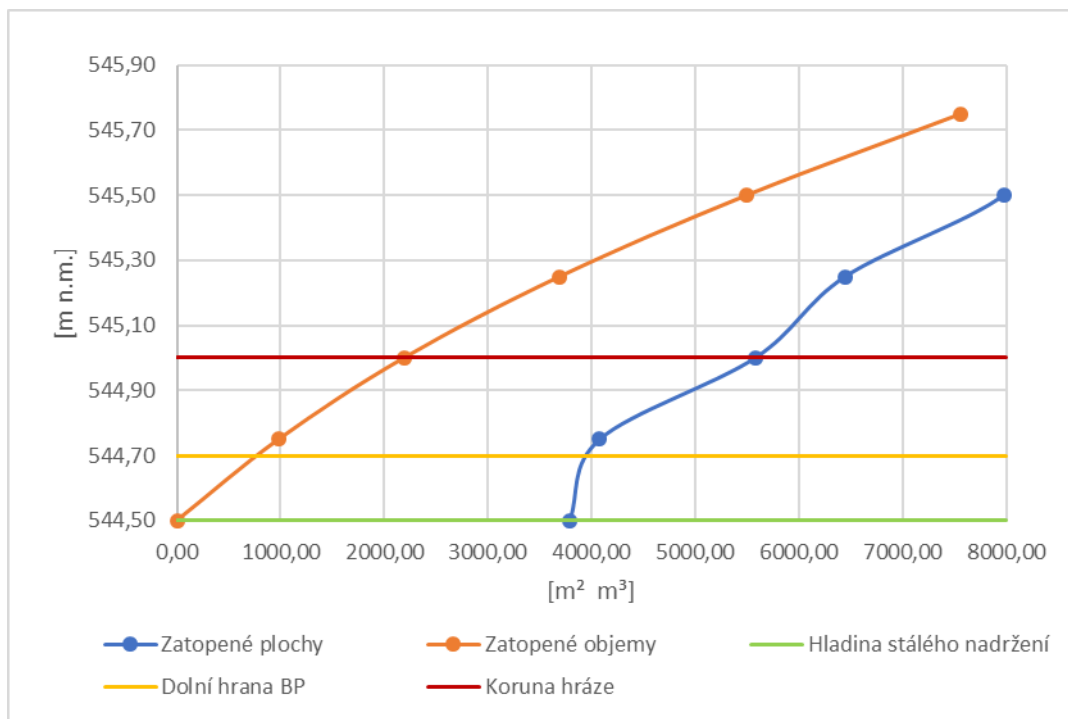
S_i a S_{i+1} – plochy omezené vrstevnicemi

Δh – výškový rozdíl mezi dvěma vrstevnicemi

Tab. 4.1 – Charakteristické čáry nádrže

Kóta hladiny [m n.m.]	Plocha hladiny S [m ²]	Objem vody	
		V [m ³]	ΣV [m ³]
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



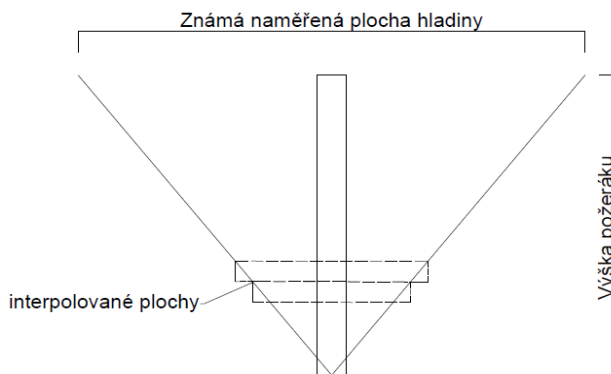
Obr. 4.1 – Graf charakteristických čar

Graf (obr. 4.1) zobrazuje, jak s přibývajícím výškou nad hladinou stálého nadržení se zvětšují zatopené plochy a narůstají 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. Zjednodušením tvaru nádrže, a to na kužel, jehož vrchol byl umístěn u dna požeráku (obr. 4.2), a rozdělením tohoto kužele na pravidelné plochy. Průměrem dvou nad sebou vyinterpolovaných ploch, byla dopočítána plocha požadovaná v určité výšce.



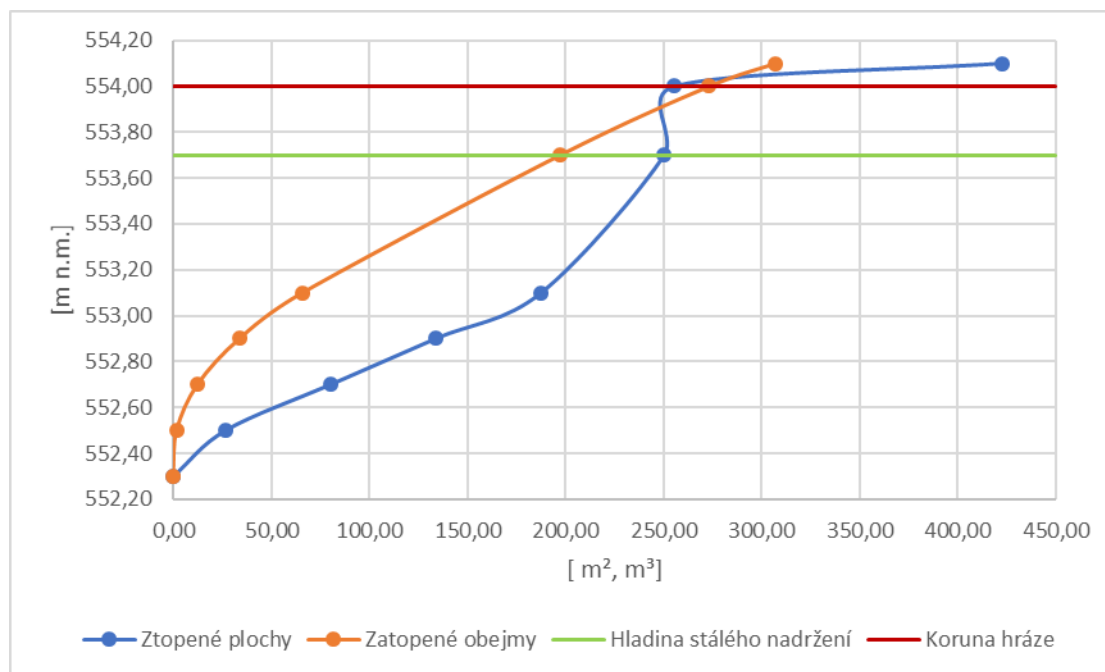
Obr. 4.2 – Schéma výpočtu

4.1.2.1 Horní rybník

Horní rybník je specifický tím, že břehy po výšce zásobního prostoru jsou šikmé. 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 ²]	Objem vody	
		V [m ³]	ΣV [m ³]
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



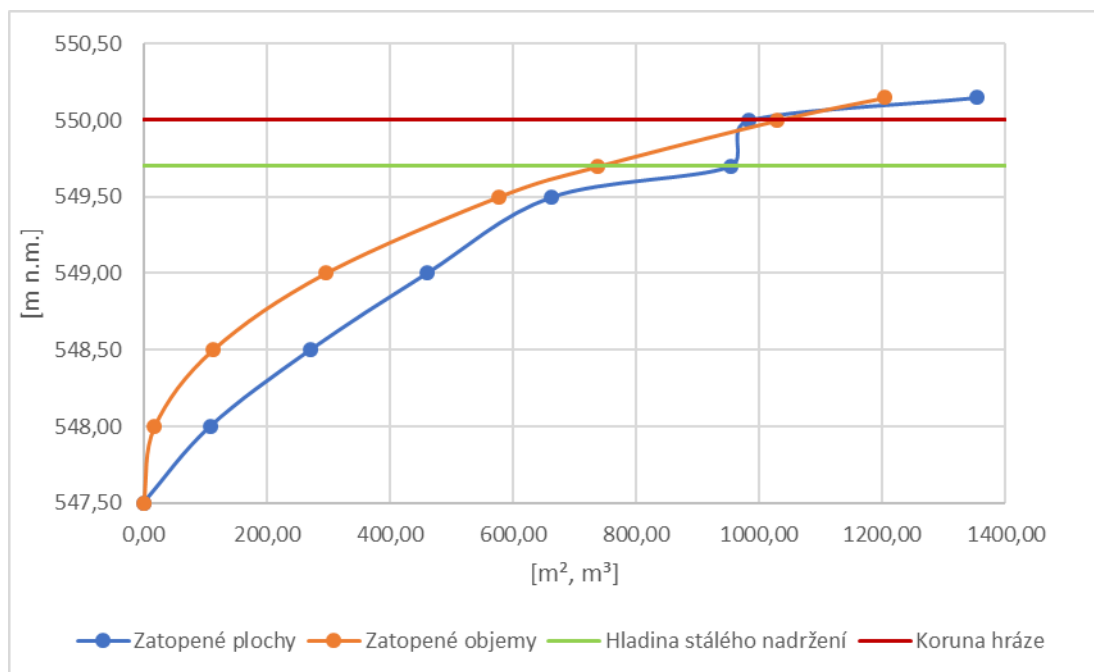
Obr. 4.3 – Čára zatopených ploch a objemů

4.1.2.2 Rybník s ostrůvkem

Tento rybník jako jediný má uprostřed ostrůvek. Důvodem k ponechání části neodtěžené hmoty, 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 je zanedbáno. 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: [m²]	Objem vody	
		V [m³]	ΣV [m³]
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

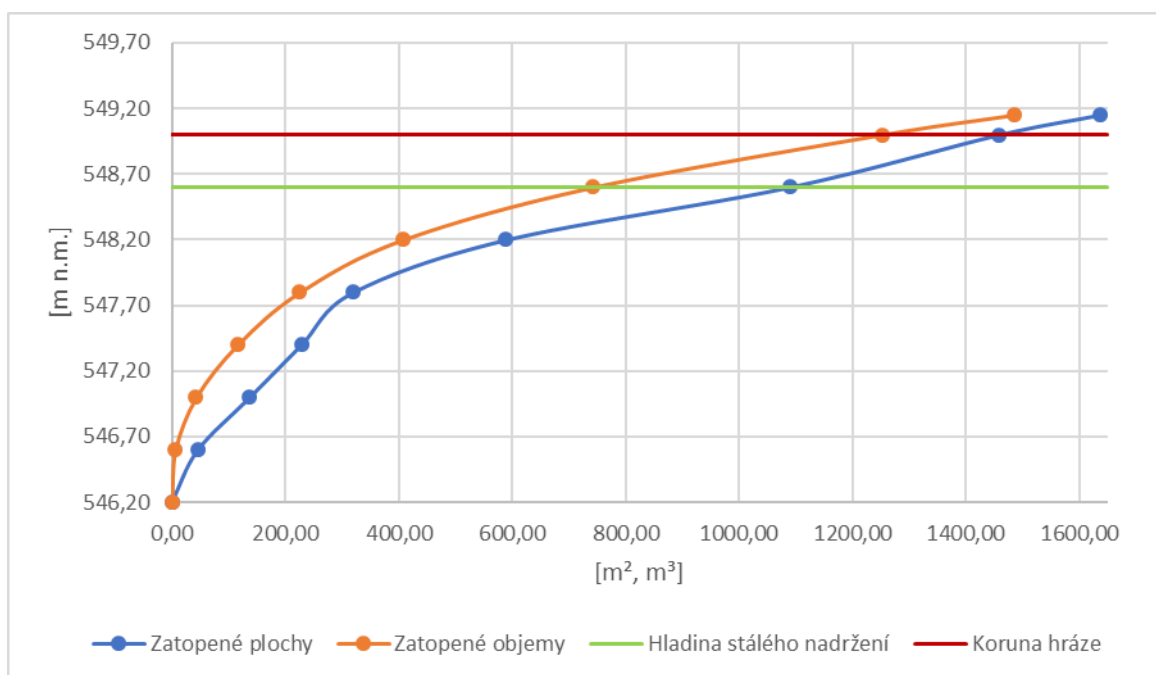
Hladina stálého nadržení je v nadmořské výšce 549,70 m n.m. a koruna hráze 550,00 m n.m.

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



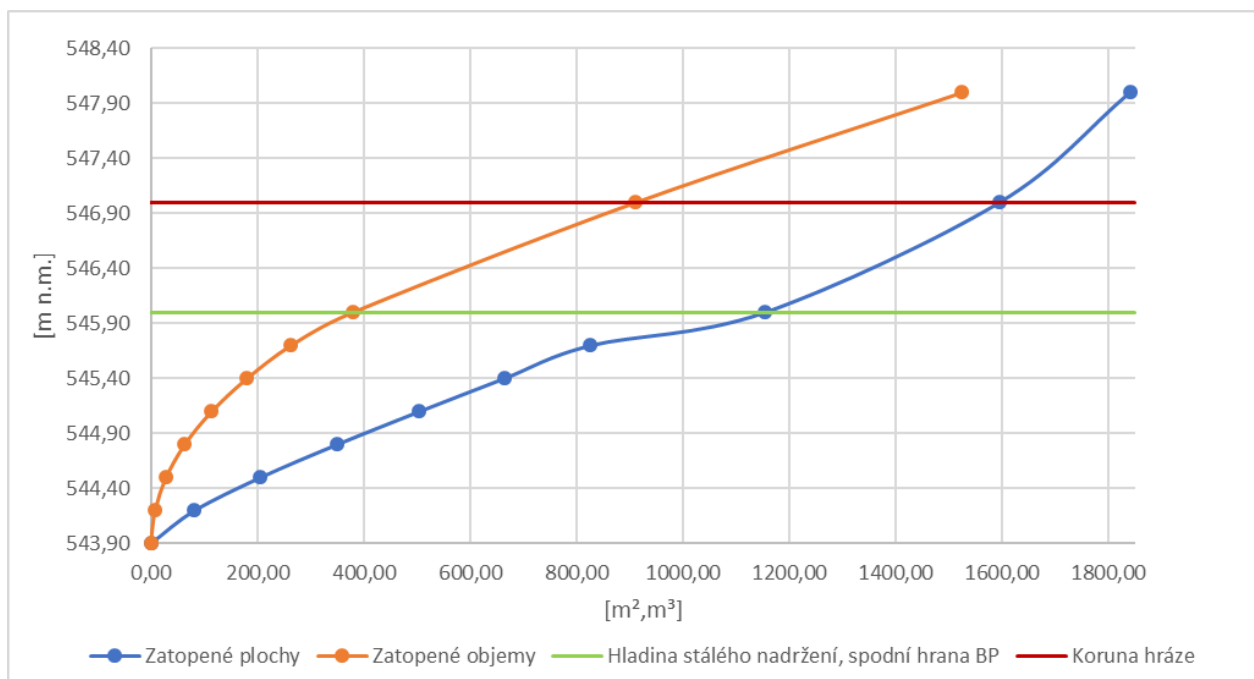
Obr. 4.5 – Čára zatopených ploch a objemů

4.1.2.4 Rybník se pstruhy

Tab. 4.5 – Hladina, výměry ploch a objemy

Hladina: [m n.m.]	Plocha: [m²]	Objem vody	
		V [m³]	ΣV [m³]
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

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



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 m³. Druhý rybník je téměř čtyřikrát svou plochou větší než rybník první, jeho retenční prostor je 98,36 m³. Prostřední rybník kaskády má retenční plochu druhou největší, jeho retenční objem však největší není. Jeho retenční objem dosahuje 181,24 m³. Čtvrtý rybník má rozdíl mezi hladinou stálého nadržení a hladinou retenční největší, také jeho retenční prostor je největší a to 498,5 m³, a tímto objemem je větší i než spodní rybník, který má svou plochu značně největší. Spodní rybník má retenční objem 396,5 m³.

Počítáno bude jaký vliv budou mít první čtyři rybníky kaskády na transformaci 20 leté a 100 leté povodňové vlny. Kaskáda by měla povodňové vlny transformovat, do jaké míry to bude zjištěno níže. Součet retenčních objemů prvních čtyř rybníků je 803,64 m³ a spodní rybník má retenční objem poloviční. Retenční prostor všech pěti rybníků kaskády je 1200,14 m³.

4.1.3 Konsumční křivka nouzového bezpečnostního přelivu – Spodní rybník

Pro výpočet transformace povodňové vlny přes spodní rybník je 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 počítána (viz rovnice 2-5). Při plné kapacitě je bezpečnostní přeliv schopen převést průtok o velikosti 1,715 m³/s při hladině 544,93 m n.m. (viz příloha 3).

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

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

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

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

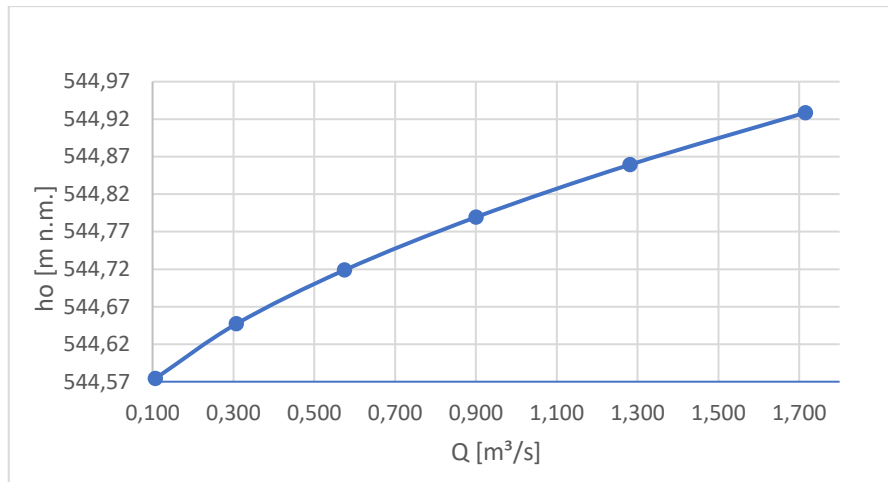
kde v_{kr} – kritická rychlost

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

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

φ – 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 hrana 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 počítány (viz rovnice 6,7).

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

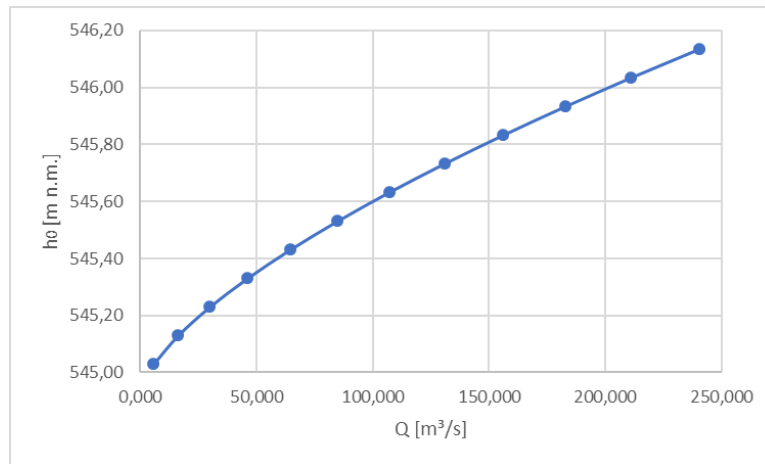
$$Q = \varphi * S * \sqrt{2 * g * h} \quad [7]$$

kde h – kritická výška

S – plocha přepadu

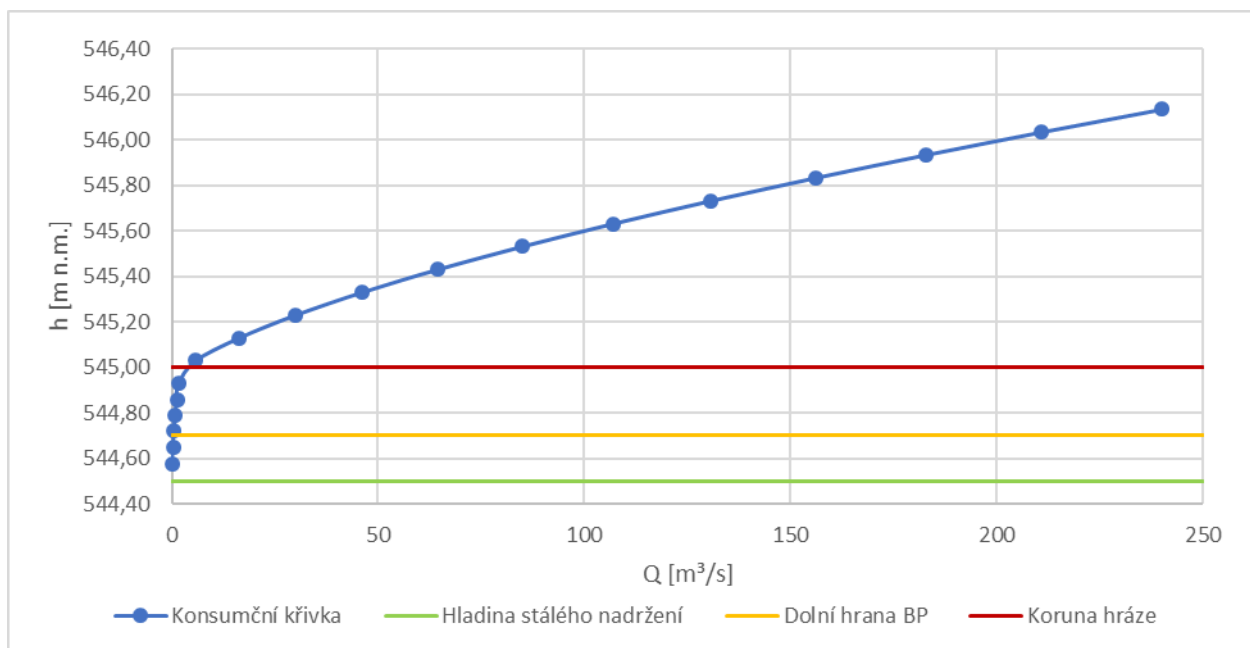
v – rychlost

Q – průtok přes korunu



Obr. 4.9 – Konsumční křivka přes korunu hráze

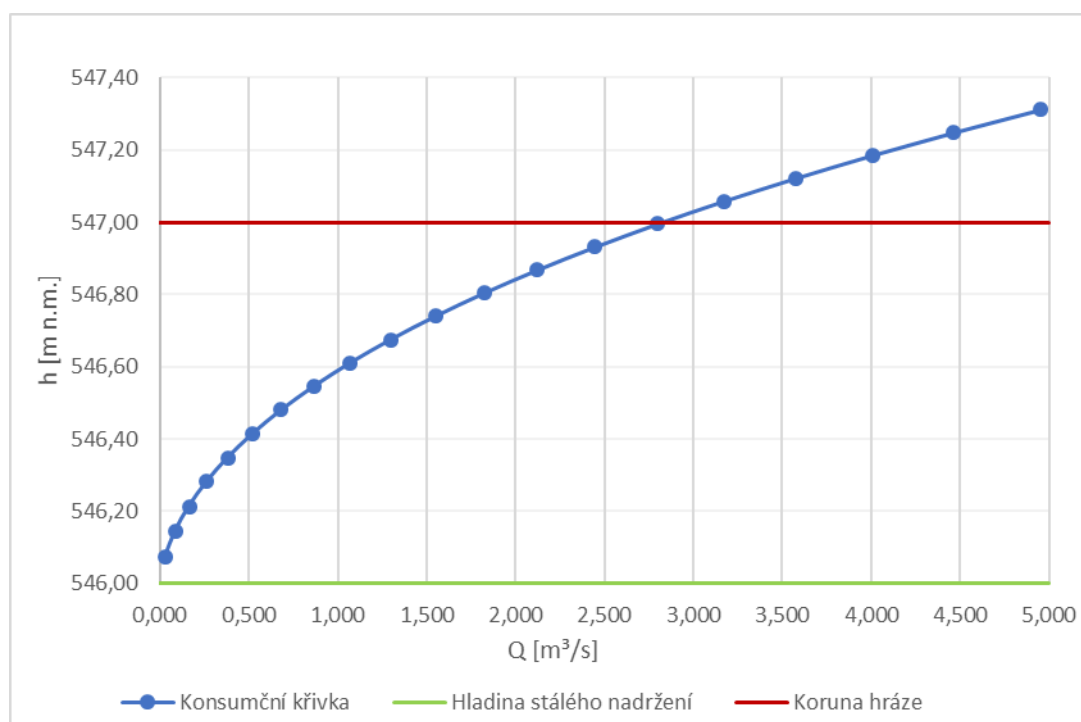
Závislost průtoku na vzrůstající hladině je součástí pro zjištění průběhu povodňové vlny, která zasáhne Spodní rybník. Proto průtok přes bezpečnostní přeliv a na to navazující průtok přes korunu hráze je brán jako celek. Z grafu (viz obr. 4.10) je patrné, že náhlé překročení hladiny retenčního prostoru 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 nejspíše nevyhneme.



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

4.1.5 Konsumční křivka nouzového bezpečnostního přelivu – Rybník se pstruhy

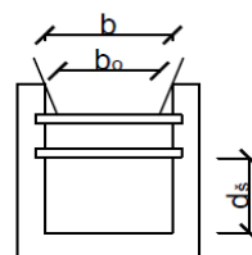
Nouzový bezpečnostní přeliv v Rybníku se pstruhy je konstrukčně řešen stejně jako ve Spodním rybníku – nezpevněný průleh. Jeho kapacita je značně větší. Zatímco bezpečnostní přeliv Spodního rybníka dokáže převést průtok o velikosti maximálně 1,715 m³/s, bezpečnostní přeliv Rybníka se pstruhy převede při plné kapacitě 4,952 m³/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, 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]:

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

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

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

$$Q_{\xi} = m * b_{\xi o} * (2g)^{0,5} * h_{\xi}^{1,5} \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad [11]$$

$$b_{\xi o} = b_{\xi} - 6 * K_v * h_{\xi} \quad [m] \quad [12]$$

$$b_{\xi} = b + 2 * d_{\xi} \quad [m] \quad [13]$$

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

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_{ξ} – přepad přes horní hrany požeráku

$b_{\xi o}$ – účinná šířka horních hran požeráku

h_{ξ} – výška přepadového paprsku nad horní hranou požeráku

b_{ξ} – skutečná šířka horních hran požeráku

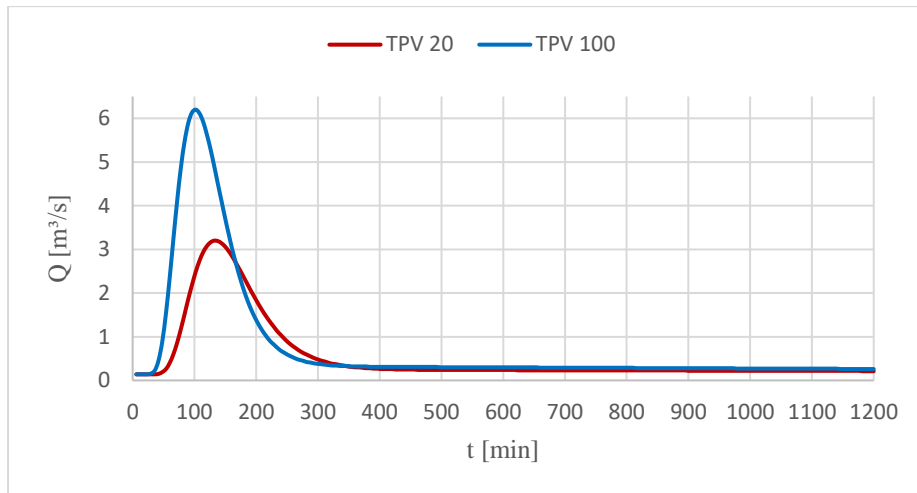
Požerák v prvním rybníku má nejmenší délku přelivné hrany. Jeho průtok při maximální možné kulminační hladině je $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$. Druhý rybník, který má největší požerák v kaskádě je schopen převést průtok $0,24 \text{ m}^3/\text{s}$. Prostřední rybník $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$. Rybník se pstruhy díky jeho největšímu kulminačnímu objemu 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 byly od ČHMÚ poskytnuty údaje o povodňových vlnách s dobou opakování 20 a 100 let. Doba trvání obou vln je 20 hodin. Celkový objem 20 leté povodňové vlny je $39211,2 \text{ m}^3$, vlna dosáhne kulminace ve 132minutě, kulminační průtok je $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Celkový objem 100 leté povodňové vlny je $55969,2 \text{ m}^3$, vlna dosáhne kulminace ve 102minutě a kulminační průtok je $6,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (viz. obr. 4.13). Stoletá povodňová vlna má kulminační přítok o půl hodinu dříve než vlna 20 letá.



Obr. 4.13 – Průběh 20 a 100 leté povodňové vlny

4.3.1 Výpočet transformace povodňové vlny MVN

K určení přítoku vody do nádrže byl od ČHMU vyžádán časový průběh povodňových vln. Každá vlna je počítána samostatně a nezávisle na sobě. Odtok vody z nádrže je dán konsumční křivkou bezpečnostního přelivu (pokud BP nádrž má) v závislosti na výšce hladiny vody. Po překročení kapacity bezpečnostní přelivu je odtok vody z nádrže určen konsumční křivkou průtoku přes hráz, ač je přelití hráze nepřijatelné z bezpečnostních důvodů. U rybníků bez bezpečnostního přelivu je odtok vody počítán taktéž. Aktuální hladina vody v nádrži je určována v každém časovém intervalu z vypočteného objemu vody v nádrži s použitím charakteristických čar nádrže. Časový interval povodňových vln je 30 sekund.

Celkový objem vody, který do nádrže přiteče udává vztah (viz. rovnice 15). S přítokem, také zároveň probíhá odtok přes požerák a pokud má nádrž bezpečnostní přeliv, posléze i přes bezpečnostní přeliv. Objem vody, který přibude v nádrži je dán rozdílem přítoku a odtoku. Výsledný objem zvedne hladinu, o kolik se hladina zvedne určují charakteristické čáry retenčních prostorů. Tento krok se pro výpočet opakuje po jednotlivých časových intervalech.

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

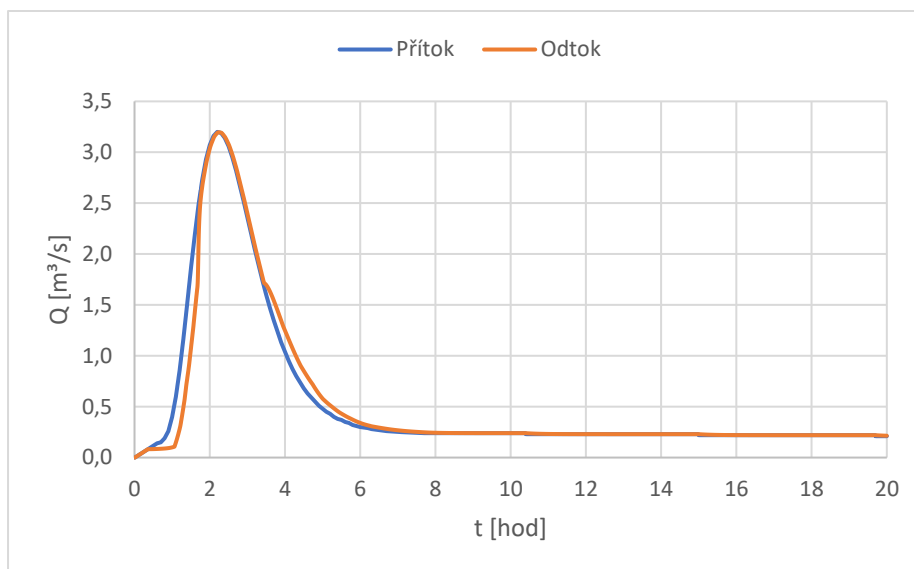
kde ΔV_1 – objem vody, který přitéká do nádrže

t – časový úsek

Q – přítok

4.4 Transformace 20 leté povodňové vlny – Spodní rybník

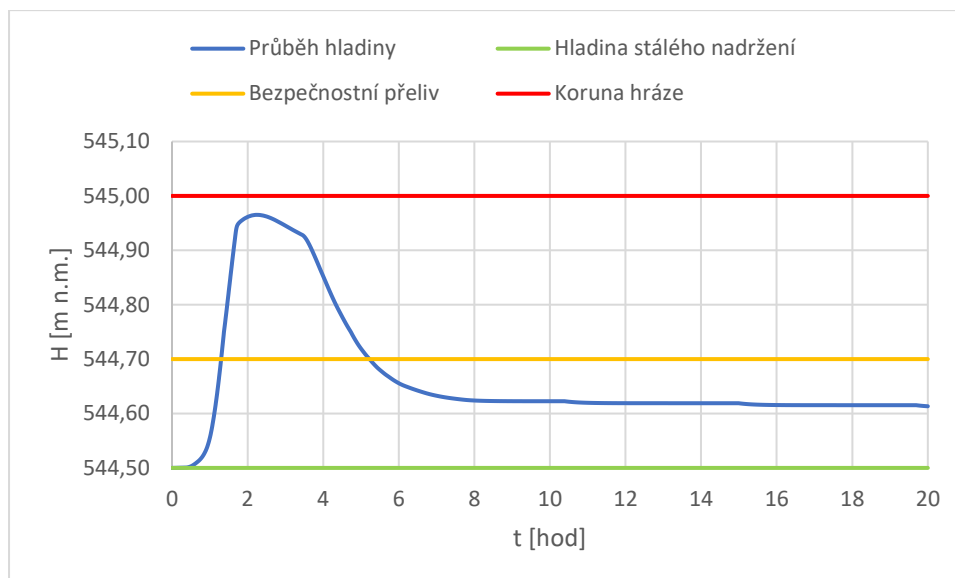
Na největším rybníku kaskády – Spodní rybník, byl vypočítán průběh 20 leté transformované povodňové vlny (viz. obr. 14).



Obr. 4.14 – Transformace PV20 – Spodní rybník

Dvacetiletou povodňovou vlnu je tento rybník schopen převést. Díky kapacitě bezpečnostního přelivu a retenčnímu prostoru k přelítí hráze nedojde. Vlna se zde transformuje, leč jen minimálně. Kulminační průtok se z 3,2 m³/s zmenší na 3,196 m³/s. Doba kulminace se ze 132 minuty posune na 134,5 minutu. Z grafu je patrné, že zpočátku je přítok do rybníka stejný jako odtok. K transformaci dochází ve 21 minutě, kdy přítok začíná být větší než odtok, tím se začíná plnit retenční prostor nádrže. Po kulminační době začne být odtok větší než přítok, nádrž se vyprazdňuje.

Aniž by byla využita celá kapacita bezpečnostního přelivu, povodňová vlna rybníkem proteče. Koruna hráze se nepřelije. Z počátku je přítok odveden požerákem. Přes bezpečnostní přeliv začne voda odtékat v 78 minutě, kdy přítok dosáhne 1,17 m³/s. Odtok povodňové vlny přes bezpečnostní přeliv odtéká do 310 minuty od začátku povodně. Zbytek vody, než se hladina v nádrži sníží na stálou hladinu odteče požerákem (viz. obr. 15).

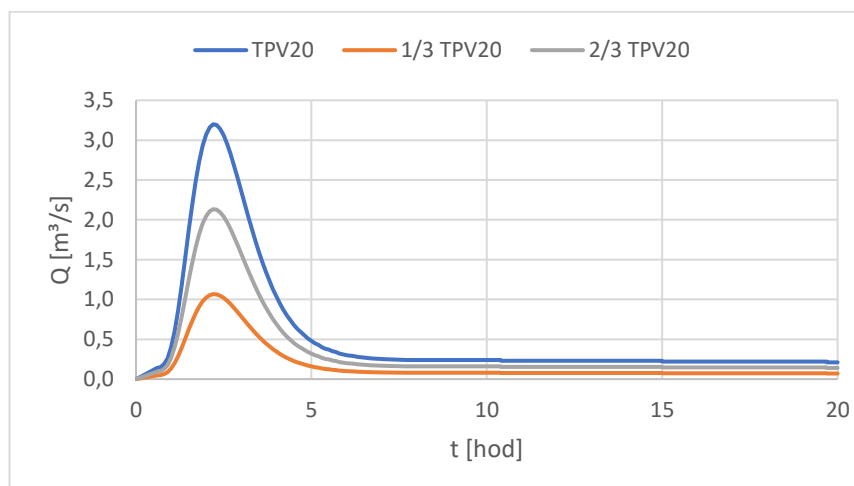


Obr. 4.15 – Průběh hladiny při PV20 – Spodní rybník

4.5 Transformace 20 leté povodňové vlny – kaskáda rybníků

Aby byla transformace povodňové vlny větší, bude 1/3 povodňové vlny vedena přes kaskádu rybníků (viz. obr. 16).

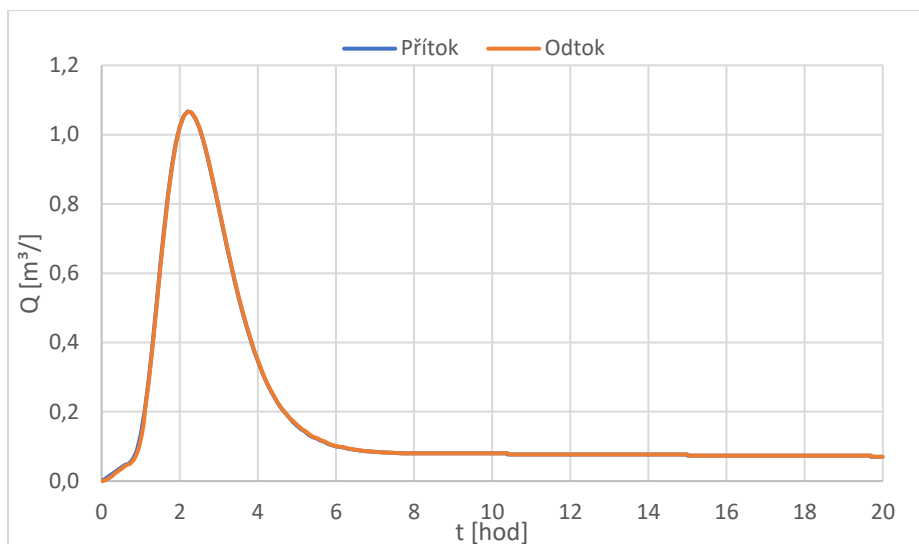
Spodní rybník bude převádět odtok z Rybníku se pstruhy, který bude zmenšen o objem, kterým se naplní retenční prostory nádrží a zbývajících 2/3 stávající povodňové vlny.



Obr. 4.16 – Rozdělení PV20

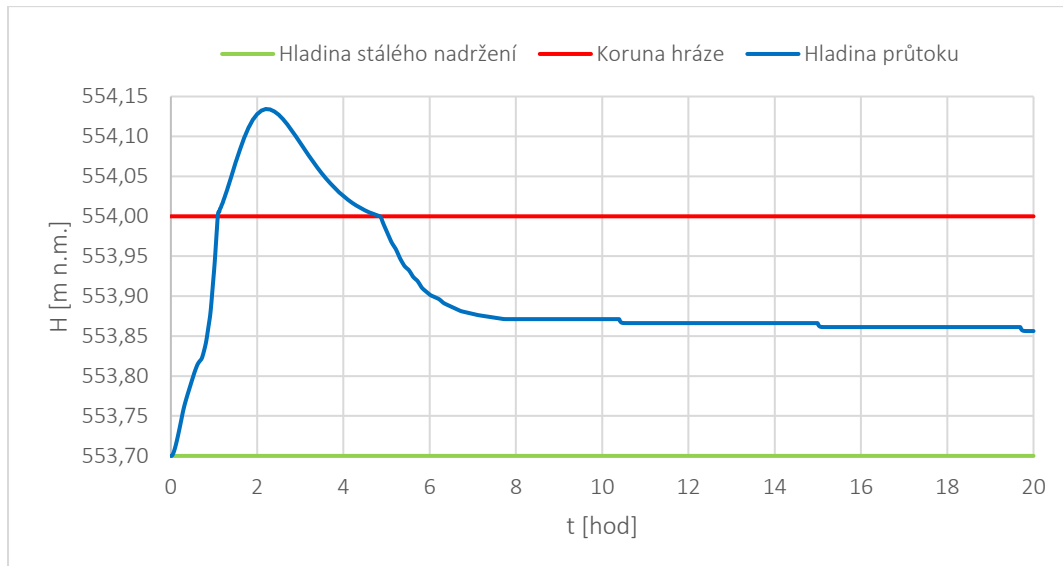
4.5.1 TPV20 – Horní rybník

Horní rybník nedokáže transformovat ani 1/3 20 leté povodňové vlny. Z grafu je patrné, že přítok je stejně velký jako odtok (viz. obr. 17).



Obr. 4.17 – 1/3 TPV20 – Horní rybník

Malý retenční prostor je naplněn po 65,5 minutě od začátku povodňové vlny. Požerák s malou odváděcí kapacitou nestačí odvést přitékající vodu a hráz se začíná přelévat. Celkový objem, který přeteče přes hráz je 279 m³. Voda přes hráz teče až do 291,5 minuty, kdy hladina vody klesne pod 544 m n.m.

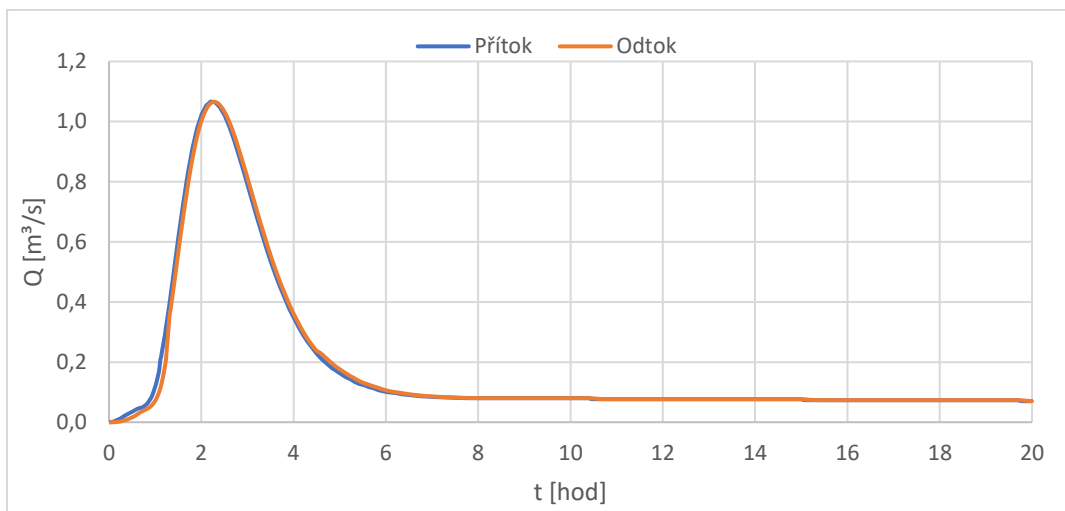


Obr. 4.18 - Průběh hladiny PV20 – Horní rybník

4.5.2 TPV20 – Rybník s ostrůvkem

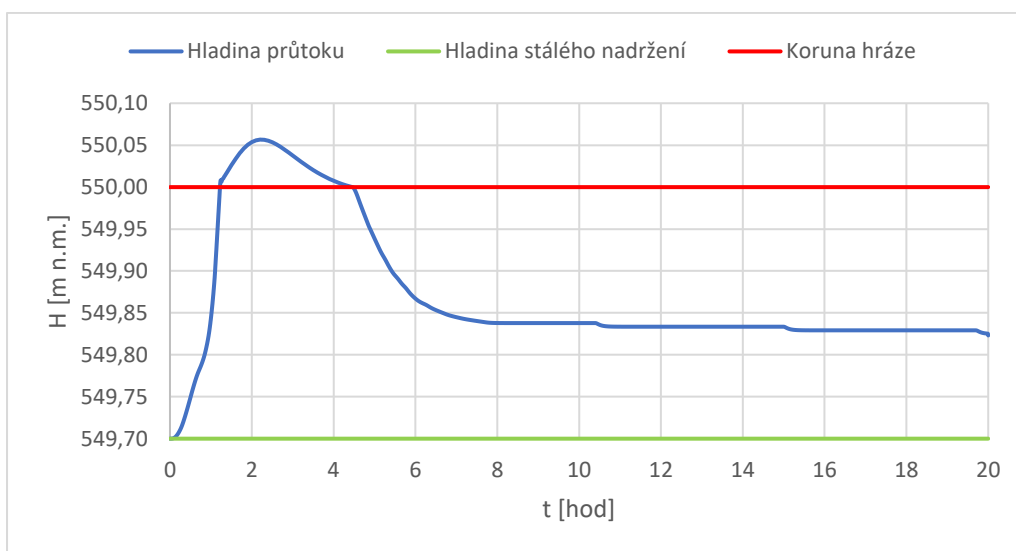
Rybník s ostrůvkem má retenční prostor větší, požerák má větší kapacitu. V tomto rybníku k malé transformaci dojde. Kulminační průtok klesne z 1,0665 m³/s na 1,0656 m³/s a posune

se o 3 minuty ze 133 minuty od začátku průběhu vlny na 136 minutu. Odtok je větší než přítok do 136 minuty (viz. obr. 19).



Obr. 4.19 – 1/3 TPV20 – Rybník s ostrůvkem

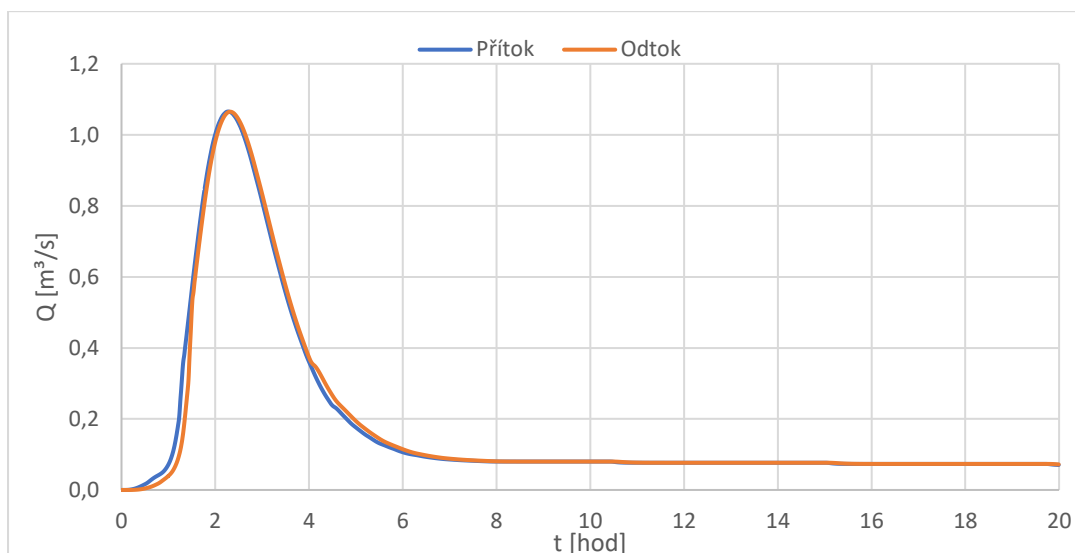
Rybník nemá bezpečnostní přeliv, retenční prostor s kapacitou požeráku nepohlí celý objem příchozí vody, hráz se zde začne přelévat ve 73,5 minutě. Přelévá se do 267 minuty, kdy hladina klesne pod korunu hráze a přítékající voda stíhá odtékat požerákem (viz. obr. 20). Celkový přelitý objem je 265 m^3



Obr. 4.20 – Průběh hladiny PV20 – Rybník s ostrůvkem

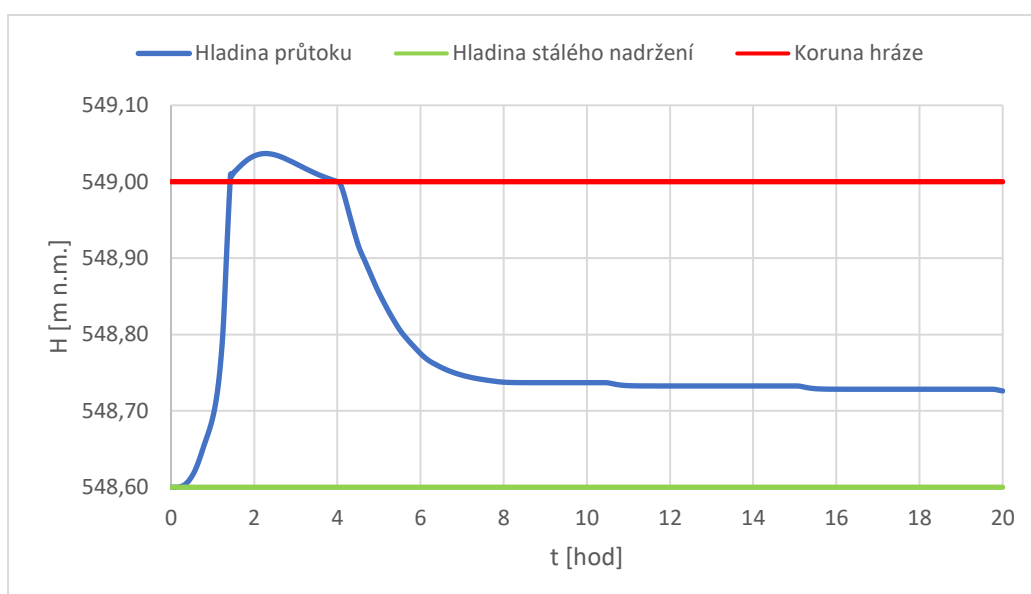
4.5.3 TPV20 – Prostřední rybník

Díky převedení vlny přes dva předešlé rybníky, dochází k transformaci vlny už od začátku průběhu. Doba kulminace se ze 136 minuty posune na 139 minutu a průtok se zmenší z 1,0656 m³/s na 1,0651 m³/s (viz. obr.21).



Obr. 4.21 – 1/3 TPV20 – Prostřední rybník

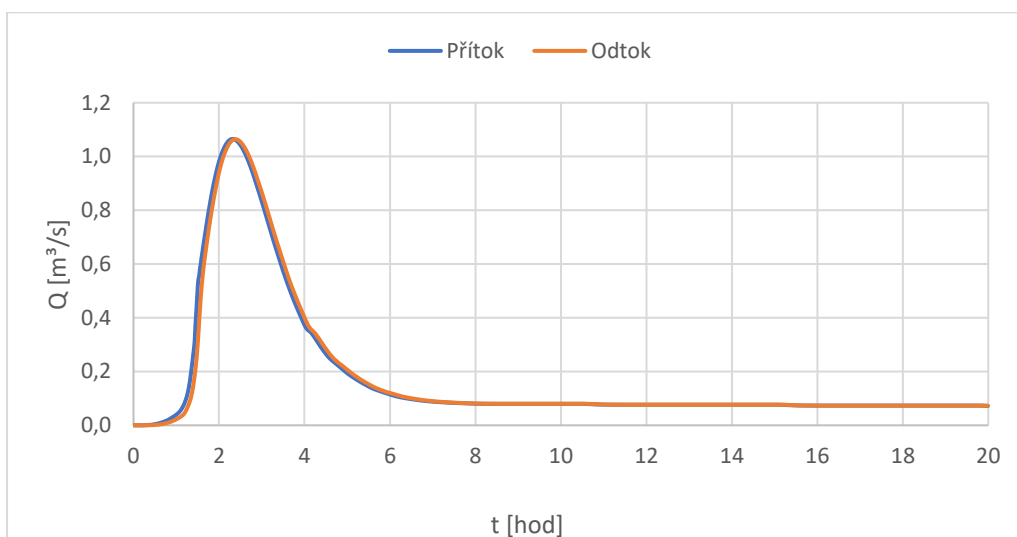
Nepřítomnost bezpečnostního přelivu, menší kapacita retenčního prostoru i zde podpoří to, že se koruna hráze přelije. Jedná se o celkový objem vody ve výši 265 m³. K přelévání zde dochází od 85,5 minuty do 242,5 minuty (viz. obr. 22).



Obr. 4.22 – Průběh hladiny PV20 – Prostřední rybník

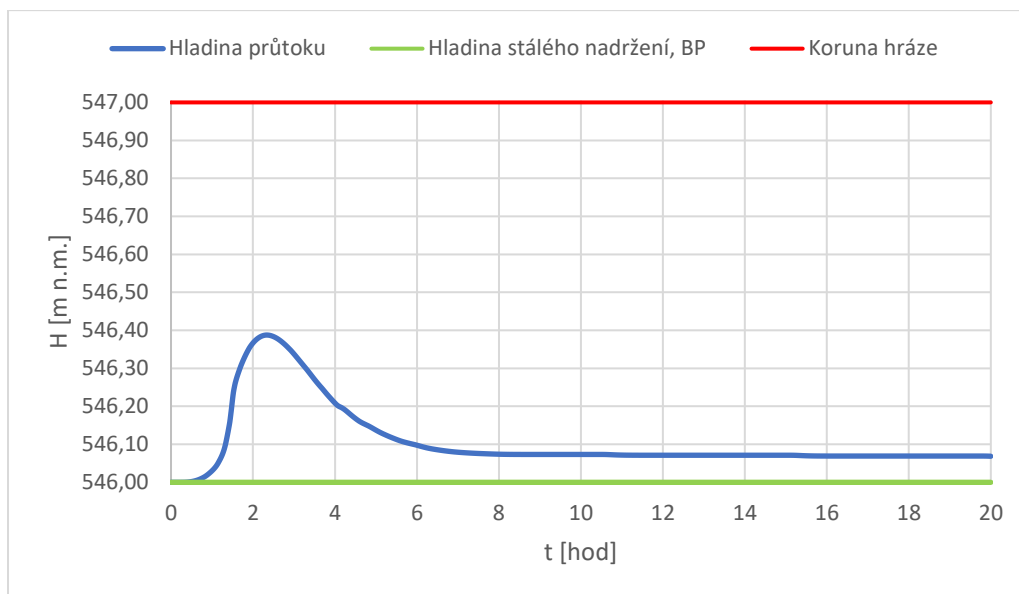
4.5.4 TPV20 – Rybník se pstruhy

Rybník se pstruhy má po prvních třech rybnících bezpečnostní přeliv. Kulminační doba se zde posouvá ze 138,5 minuty na 140 minutu. Kulminační průtok je zde transformován z $1,0651 \text{ m}^3/\text{s}$ na $1,0648 \text{ m}^3/\text{s}$. Od počátku je přítok větší než odtok, ve 140 minutě se stává přítok menším než odtok (viz. obr. 23).



Obr. 4.23 – 1/3 TPV20 – Rybník se pstruhy

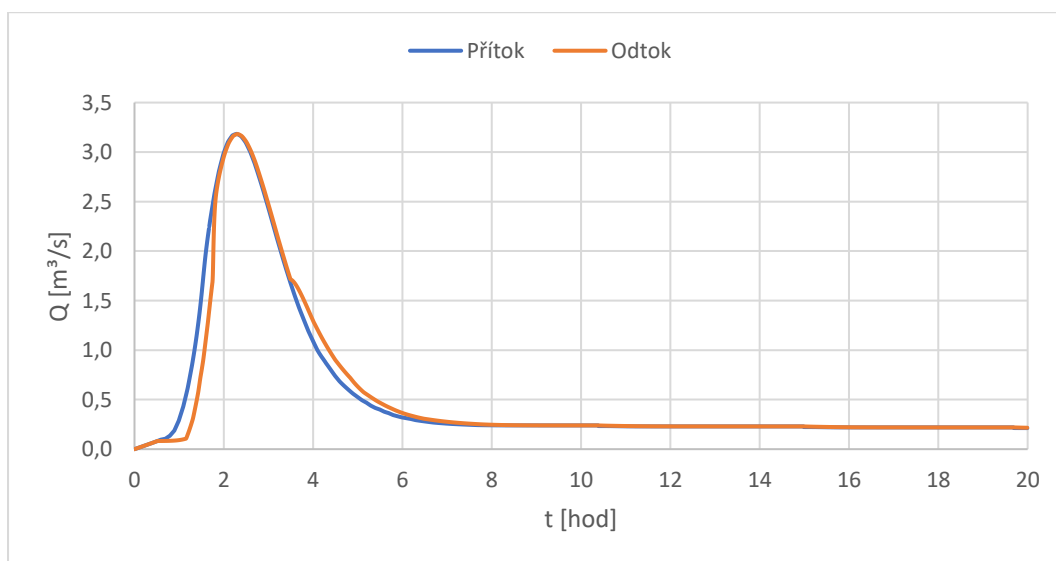
Díky bezpečnostnímu přelivu se hráz rybníka nepřelije. Při 20 leté povodňové vlně není využita celá kapacita bezpečnostního přelivu, přeliv je využit jen do necelých 39%. V době kulminace hladina vody stoupne na 546,388 m n.m., tato hladina vystoupá do 38,8 cm v bezpečnostním přelivu (viz. obr. 24).



Obr. 4.24 - Průběh hladiny PV20 – Rybník se pstruhy

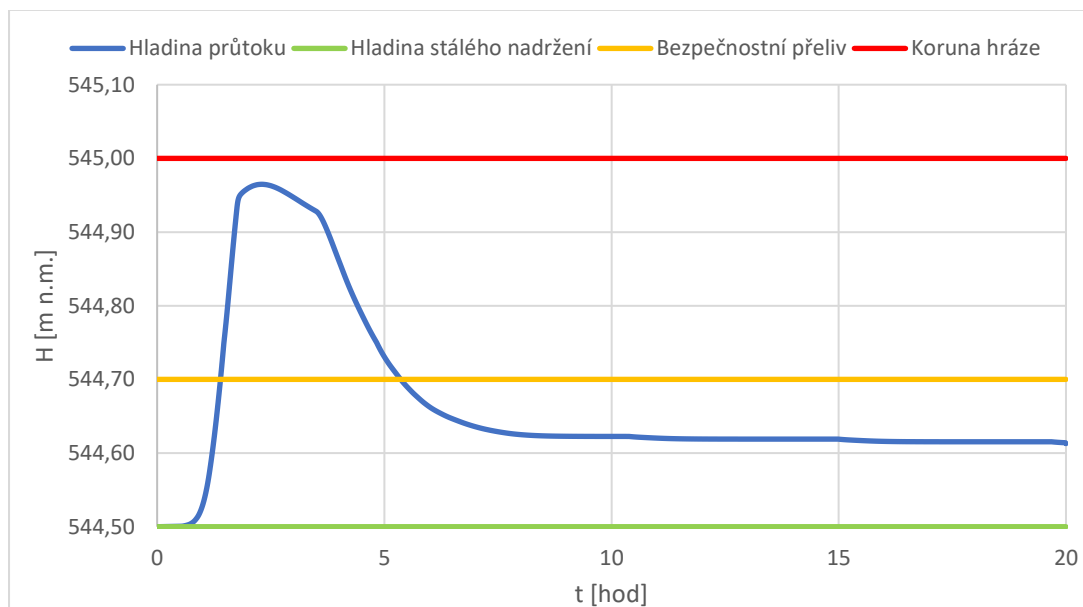
4.5.5 TPV20 – Spodní rybník

Spodní rybník transformuje odtok z rybníku se pstruhy, což je zbytek 1/3 povodňové vlny a celé 2/3 vlny, která přitéká po potoce bez transformace kaskádou. Doba kulminace se posune z 137,5 minuty na 138,5 minutu. Kulminační průtok se zmenší z 3,1841 m³/s na 3,1818 m³/s. Zpočátku se přítok rovná odtoku a to do 30,5 minuty. Od této chvíle až do 138,5 minuty je přítok menší než odtok, tím je vlna transformována. Po době kulminace je odtok větší než přítok, nádrž se začíná prázdnit a hladina začíná klesat (viz. obr. 25).



Obr. 4.25 – TPV20 – Spodní rybník

Hráz spodního rybníka nebude při 20 leté povodňové vlně přelita. Bezpečnostní přeliv je využit z 88%, hladina vody zde vystoupá na svou maximální hladinu 544,965 m n.m. Voda začne odtékat přes bezpečnostní přeliv v 84 minutě, přes přeliv odtéká do 321,5 minuty. Zbylý objem povodňové vlny odeče pomocí požeráku (viz. obr. 26).

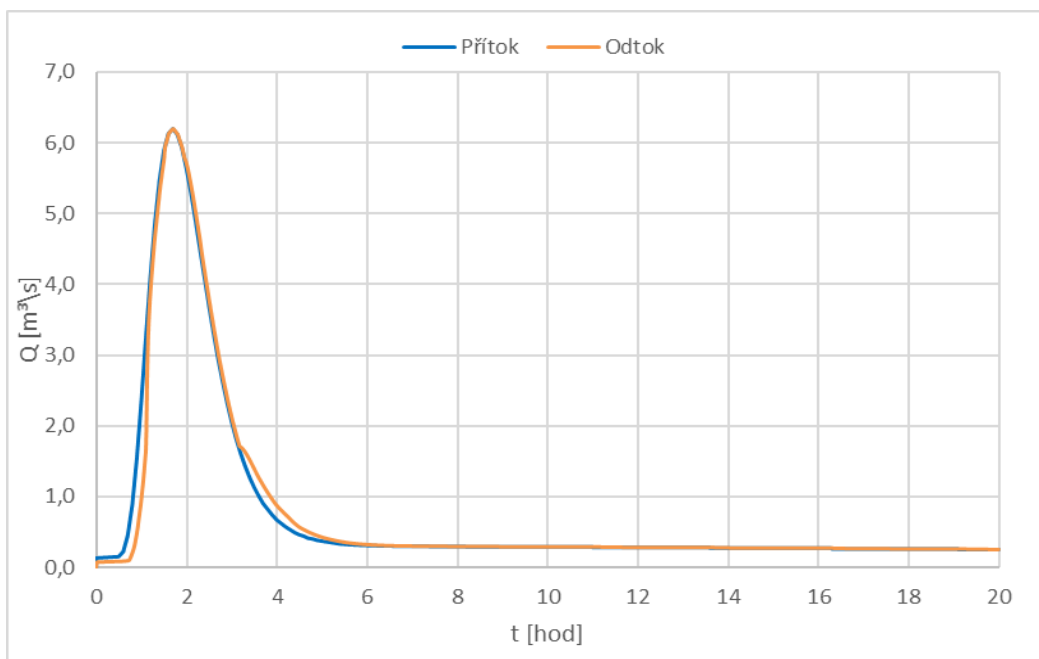


Obr. 4.26 – Průběh hladiny PV20 – Spodní rybník

4.6 Transformace 100 leté povodňové vlny – Spodní rybník

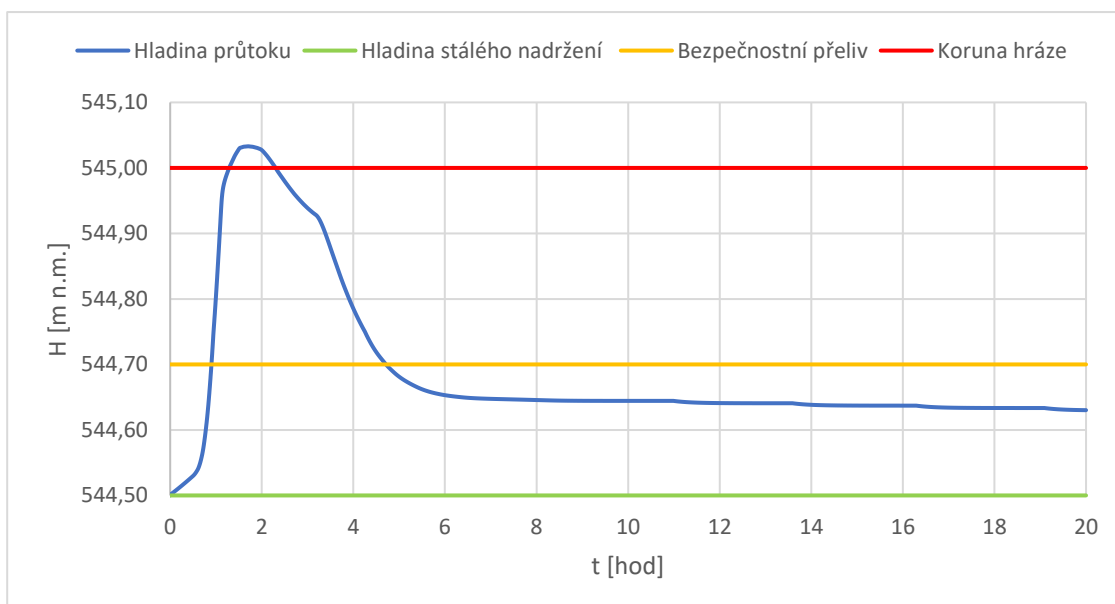
Spodní rybník se s celou 20 letou povodňovou vlnou i s 20 letou vlnou která je z části transformovaná kaskádou rybníků vypořádá. Jak to ale bude se 100 letou povodňovou vlnou? Bude na objem celé vlny retenční prostor a bezpečnostní přeliv stačit tak, aby nebyla přelita hráz?

K transformaci leč malé zde dochází, a k časovému posunu také. Příklad je transformován z 6,2000 m³/s na 6,1973 m³/s. Ke kulminaci dochází ve 102 minutě a ta je posunuta na 102,5 minutu (viz. obr. 27).



Obr. 4.27 – Transformace PV100 – Spodní rybník

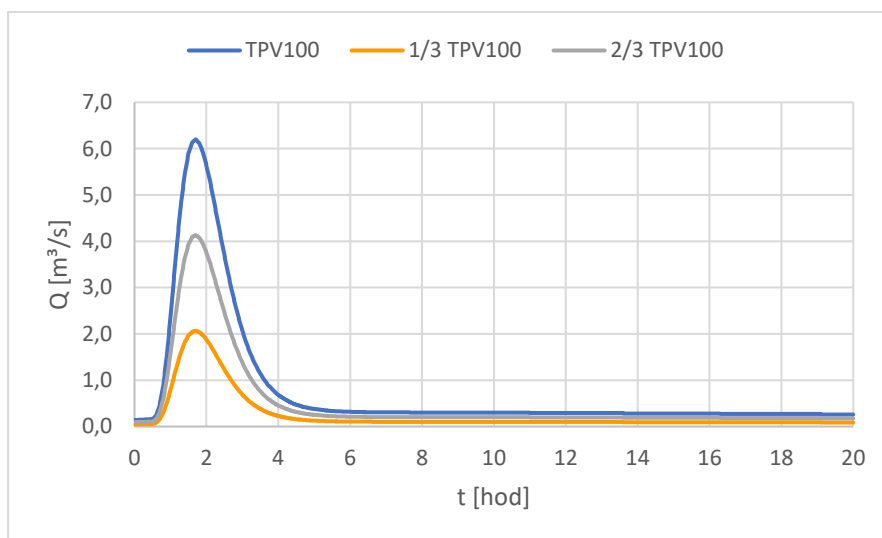
Při transformaci 100 leté povodňové vlny na Spodním rybníku dojde k nepřípustnému přelítí hráze. Bezpečnostní přeliv dosáhne své maximální kapacity po 77 minutě a hráz se začne přelévat. Přitékající průtok přetéká přes hráz do 138 minuty od začátku průběhu povodňové vlny (viz. obr. 28).



Obr. 4.28 – Transformace PV100 – Spodní rybník

4.7 Transformace 100 leté povodňové vlny – kaskáda rybníků

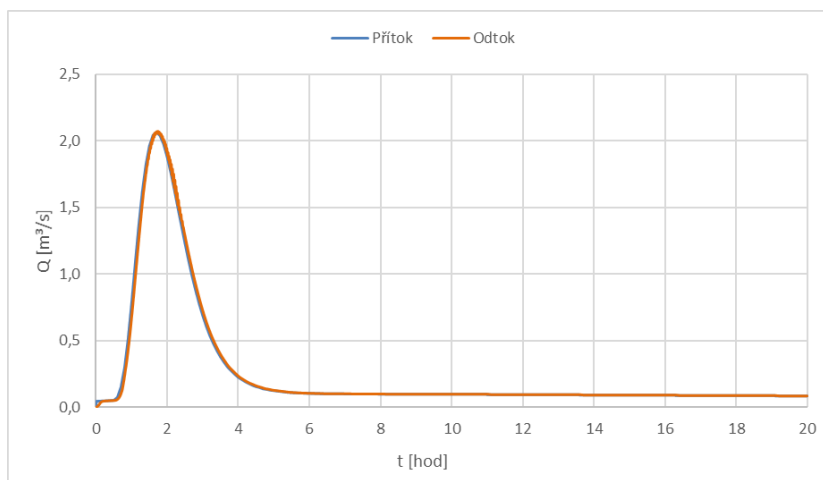
Povodňová vlna je rozdělena stejně jako 20 letá povodňová vlna. 1/3 vlny bude vedena a transformována kaskádou rybníků, zbytek poteče potokem rovnou do Spodního rybníka, kde se spojí se zbytkem objemu vody, který oteče z posledního rybníka kaskády z rybníka se pstruhy (viz. obr. 29).



Obr. 4.29 -Rozdělení PV100

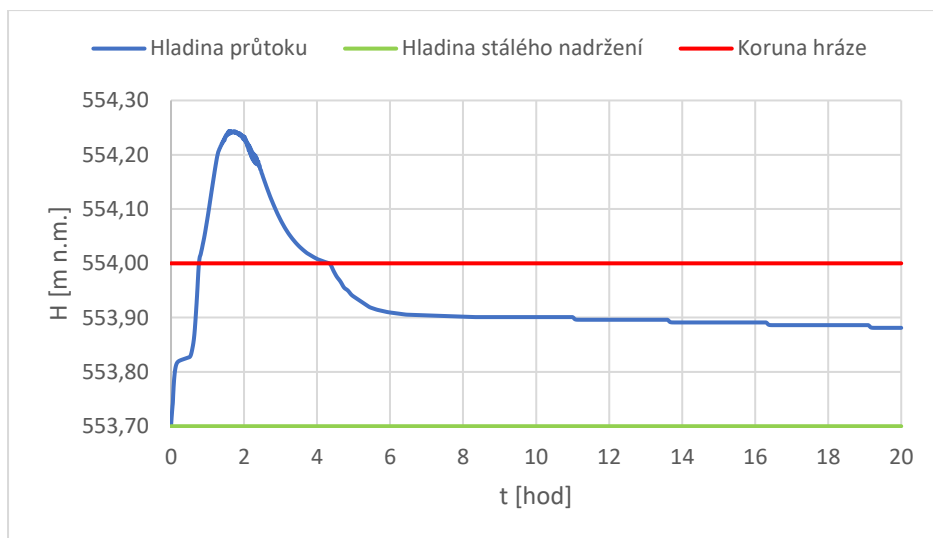
4.7.1 TPV100 – Horní rybník

Horní rybník nedokázal markantně transformovat ani 1/3 20 leté povodňové vlny, u vlny pět krát větší je předpoklad stejný. Kulminační průtok je snížen z 2,0667 m³/s na 2,0663 m³/s, doba kulminace je ze 102 minut posunuta jen o 30s (viz.obr.30).



Obr. 4.30 – 1/3 TPV100 – Horní rybník

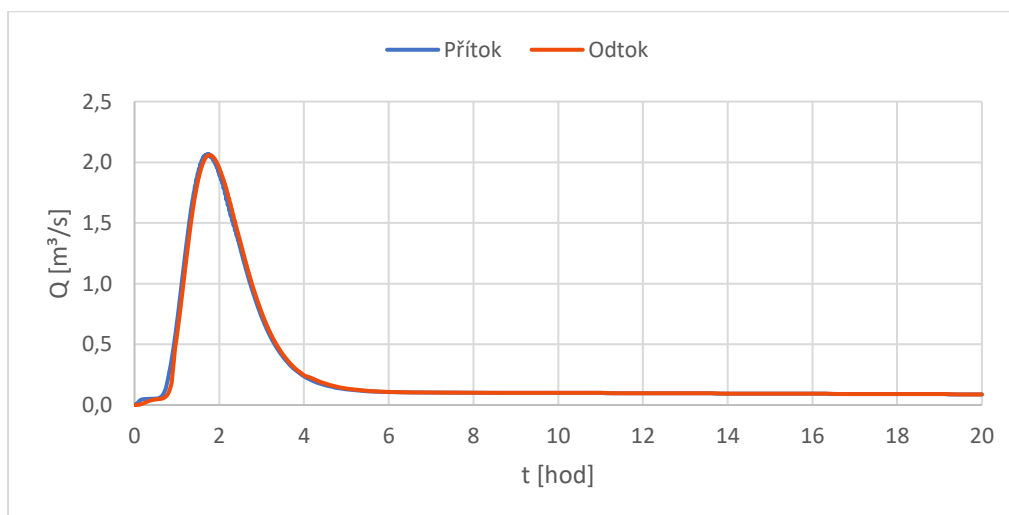
K přelítí hráze dochází dříve, a to již ve 44 minutě. Celkový objem který přeteče přes hráz je větší 429 m³. Hráz přetéká do 260 minuty, poté hladina začíná klesat na hladinu stálého nadržení. To však již jen požerákem (viz. obr. 31).



Obr. 4.31 – Průběh hladiny PV100 – Horní rybník

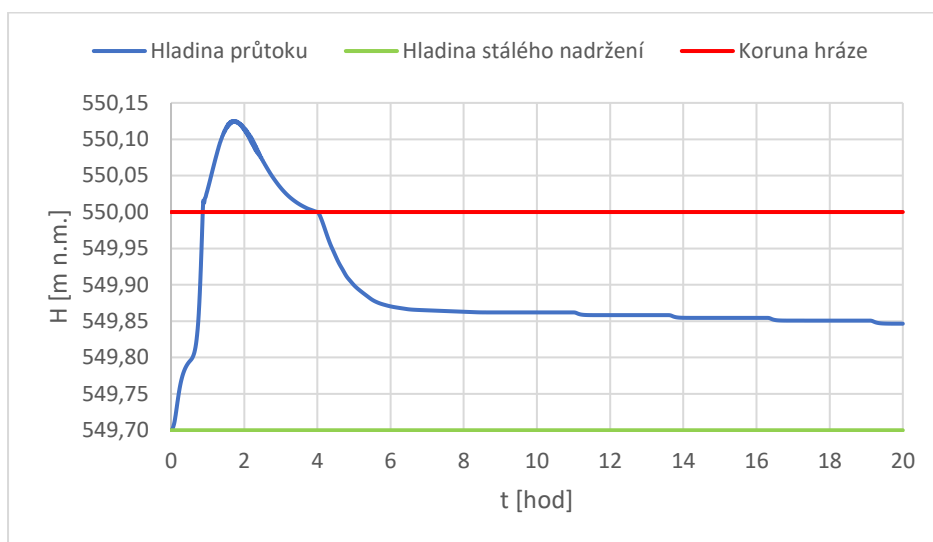
4.7.2 TPV100 – Rybník s ostrůvkem

Druhý rybník v kaskádě 100 letou povodňovou vlny transformuje jen minimálně. Po celou dobu se přítok téměř rovná odtoku. Maximální přítok klesá z 2,0685 m³/s na 2,0598 m³/s. Doba kulminace se posouvá ze 104,5 minuty na 107 minutu (viz. obr. 32).



Obr. 4.32 – 1/3 TPV100 – Rybník s ostrůvkem

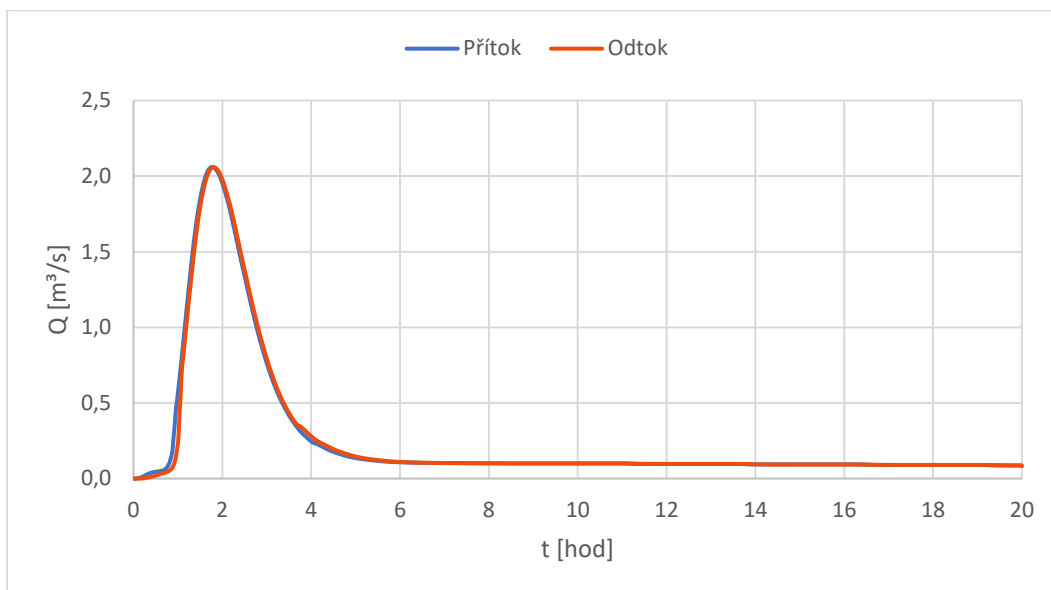
Přítok je odváděn požerákem až do jeho plné kapacity. Poté se začne plnit retenční prostor, který se naplní po 52,5 minutě. V této době se začíná přelévat hráz. Voda přes hráz teče do 241 minuty od začátku povodňové vlny. Přes hráz přeteče 417 m³ přitékající vody. Po 241 minutě hladina vody začíná klesat až do míry na hladinu stálého nadržení (viz. obr. 33).



Obr. 4.33 – Průběh hladiny PV100 – Rybník s ostrůvkem

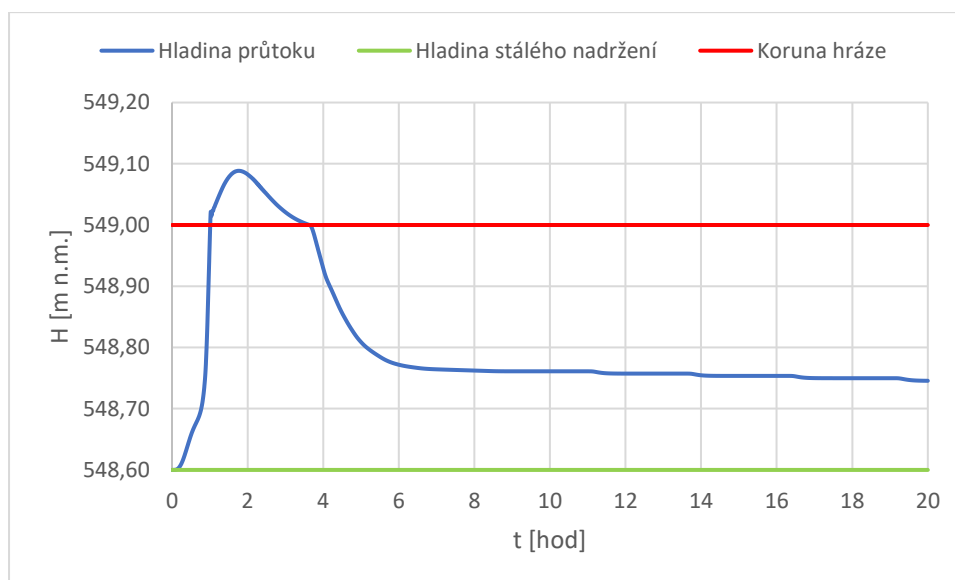
4.7.3 TPV100 – Prostřední rybník

Při 100 leté povodňové vlně k markantní transformaci nedochází na Prostředním rybníku. Přítok se zmenšuje z 2,0601 m³/s na 2,0587 m³/s. Doba kulminace se posouvá ze 160 minuty na 108 minutu (viz. obr. 34).



Obr. 4.34 – 1/3 TPV100 – Prostřední rybník

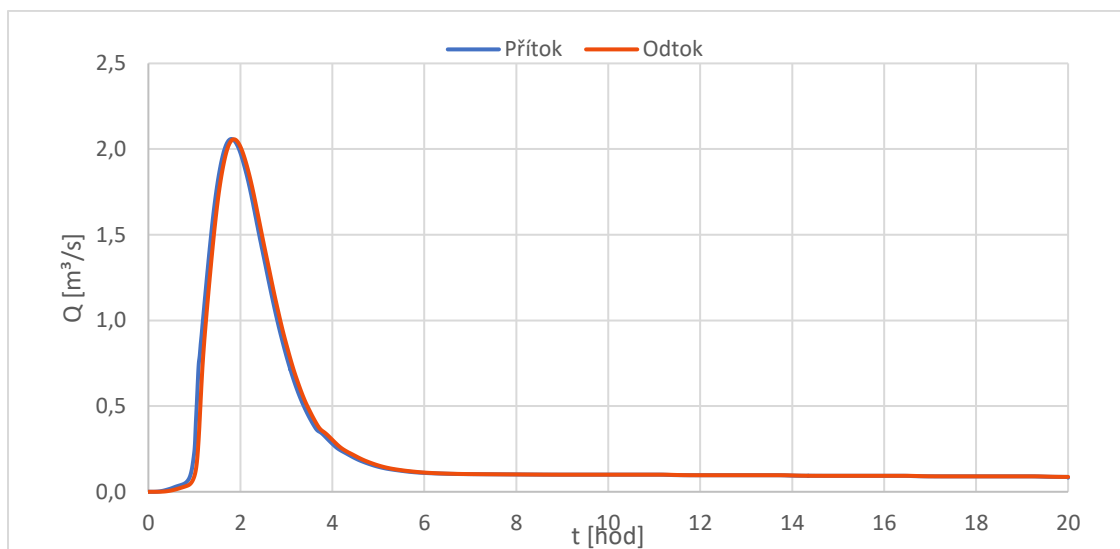
Retenční prostor je zaplněn po 61 minutách a hráz se začíná přelévat. Přelítí přetrvává do 218 minut (viz. obr. 35). Celkové množství vody, které přeteče přes hráz je 397 m^3 . Na konci povodňové vlny je hladina vody v nádrži $548,75 \text{ m n.m.}$, voda z retenčního prostoru odtéká požerákem, tak klesne zpět na hladinu stálého nadržení.



Obr. 4.35 – Průběh hladiny PV100 – Prostřední rybník

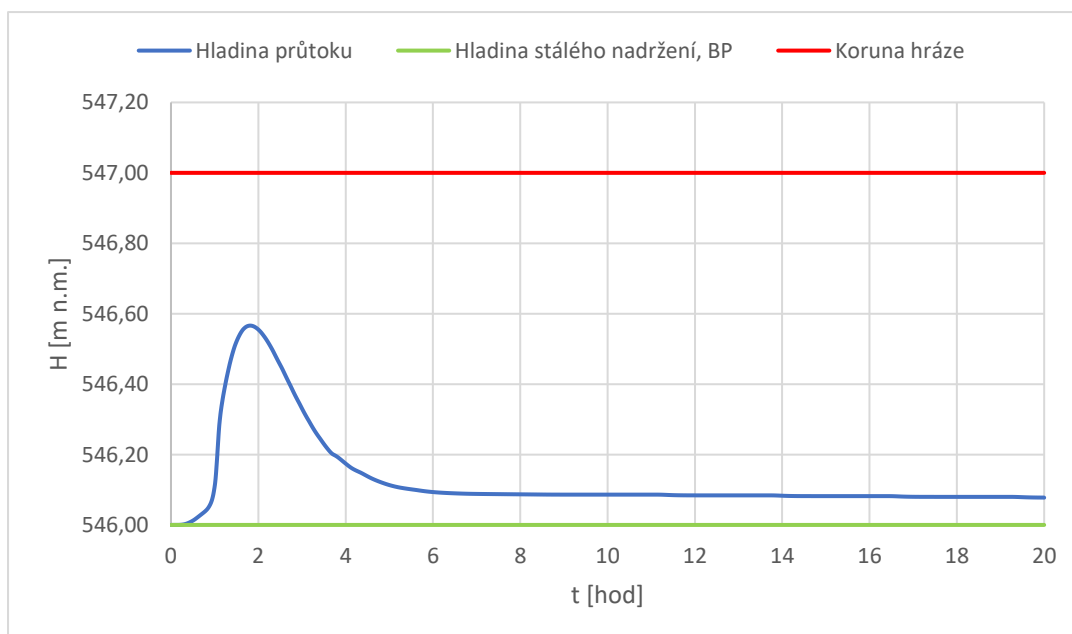
4.7.4 TPV100 – Rybník se pstruhy

Předposlední rybník kaskády, tady se přítok zmenší z 2,0587 m³/s na 2,0570 m³/s. Doba kulminace se posune ze 108 minuty na 111,5 minutu (viz. obr. 36).



Obr. 4.35 – 1/3 TPV100 – Rybník se pstruhy

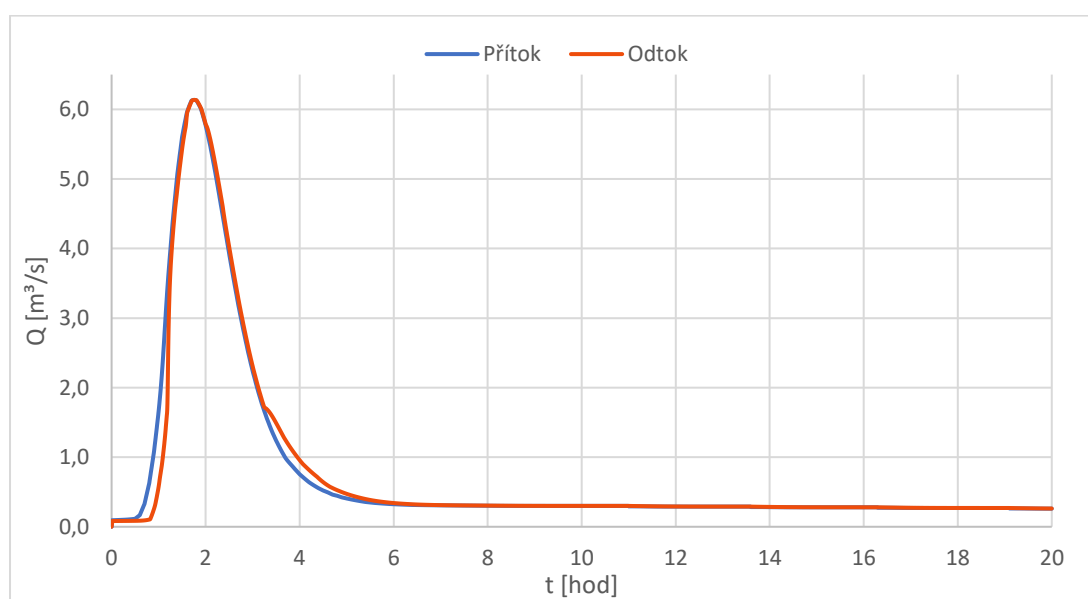
Bezpečnostní přeliv v rybníku se pstruhy má velkou kapacitu. Přeliv je při 100 leté povodňové vlně využit z 57%. Hráz v této nádrži přelita nebude (viz. obr. 37).



Obr. 4.37 – Průběh hladina PV100 – Rybník se pstruhy

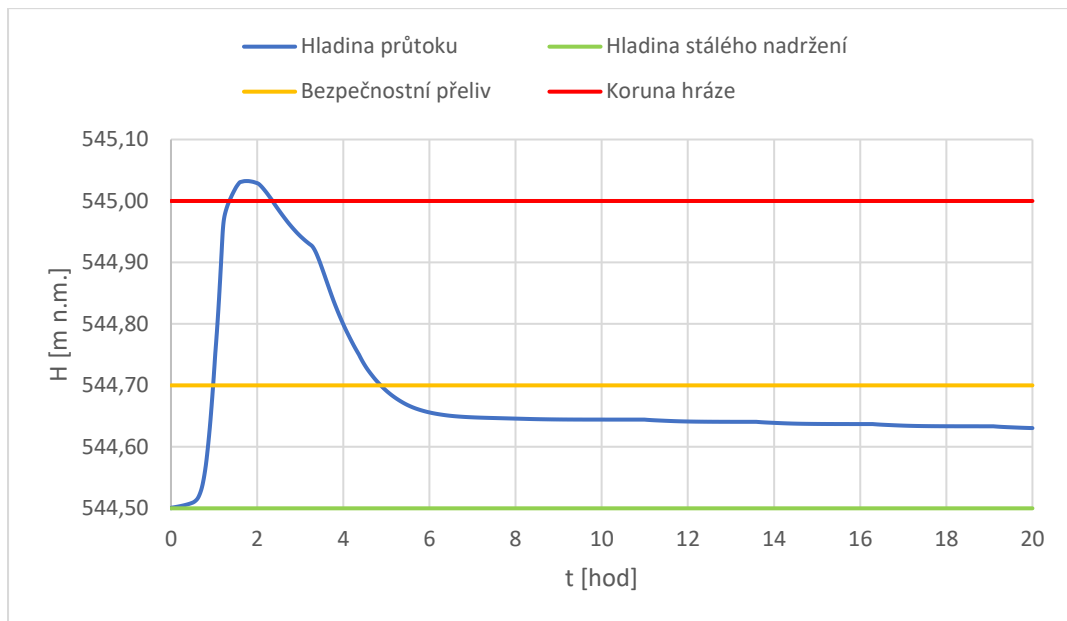
4.7.5 TPV100 – Spodní rybník

Do spodního rybníka přitékají celé 2/3 100 leté povodňové vlny po potoce a zbytek transformované 1/3 vlny kaskádou rybníků. Takto velký objem přitékající vody rybník téměř netransformuje. Příklad se zmenší jen ze 6,1361 m³/s na 6,1360 m³/s a doba kulminace se ze 105 minut posune o 30s. Od počátku průběhu je přítok větší než odtok. Ke většímu rozdílu dochází po 15 minutách. Po hodině a půl od začátku průběhu povodňové vlny se začíná přítok rovná odtoku. Takto se vlna chová až do 200 minuty, kdy se odtok začíná zvětšovat a je větší než přítok (viz. obr. 38).



Obr. 4.38 – TPV100 – Spodní rybník

U spodního rybníka je kapacita bezpečnostní přelivu naplněna v 81,5 minutě a hrát se začíná přelévat. Voda přes hráz teče do 142 minuty, poté hladina klesá pod korunu hráze a přitékající objem odtéká požerákem a bezpečnostním přelivem. Celkový objem, který zde přes hráz přeteče je 670 m³ (viz. obr. 39).



Obr. 4.39 – Průběh hladiny PV100 – Spodní rybník

5. ZÁVĚR

Jak jsem již v úvodu předeslala, cílem této práce nebyl návrh protipovodňové ochrany, ale možnost transformace povodňových vln, které dle předpokladu jsou výše potvrzeny výpočty.

Kaskáda rybníků i Spodní rybník sám se lépe dokáže vypořádat s 20 letou povodňovou vlnou, než se 100 letou povodňovou vlnou. Při průchodu obou vln dojde k přelítí hrází u prvních třech rybníků v kaskádě. Tato skutečnost je přisuzována nevybudovaným bezpečnostním přelivům a nízké kapacitě požeráků.

Spodní rybník 20 letou povodňovou vlnu v obou řešených případech transformuje a hráz nebude přelita. Při průchodu celé vlny Spodním rybníkem hladina vody v nádrži vystoupá na 544,97 m n.m. Maximální hladina klesne o pouhý jeden centimetr, když 1/3 vlny bude přepuštěna přes kaskádu rybníků na to na 544,96 m n.m. Skutečnost, že se u prvních třech rybníků hráz přelije vyvrací možnost, nějaký průtok přes kaskádu vůbec vést.

Stoletá povodňová vlna na Spodním rybníce způsobí přelítí hráze jak v případě, kdy není vlna rozdělena, i v případě kdy je její část vedena kaskádou rybníků. Celkový objem vody, který přes hráz proteče, když celá vlna přitéká do rybníka je 684 m³ a když její část je vedena kaskádou rybníků je 670 m³, což není markantní rozdíl. Doba přelévání je téměř stejná. V prvním případě se hráz bude přelévat 61 minut a v případě druhém 60,5 minuty.

Cílem mé práce nebylo zajistit a vybudovat protipovodňovou ochranu. Cílem bylo zjistit, jak se jednotlivý rybník bude při průchodu 20 i 100 leté vlny, nebo její části, zde je to konkrétně 1/3 z každé vlny, chovat a k čemu by eventuelně mohlo dojít. U prvních třech rybníků je nutné vybudovat bezpečnostní přelivy a zvážit rekonstrukci požeráků. Pod Spodním rybníkem se nacházejí rozlehlé pastviny, na kterých žádné ztráty na životech nehrozí, když zde bylo zjištěno přelítí hráze a s tím spojené její eventuální protržení. Vzhledem k tomu, že kaskáda rybníků nijak markantně neovlivňuje průběh 20 leté, ani 100 leté povodňové vlny, je bezpředmětné při příchozí povodni jakékoli množství průtoku povodně přes kaskádu pouštět.

Kaskáda rybníků v Dolním Dobřejově nebude mít vliv na transformaci dvacetileté, ani stoleté povodňové vlny.

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] Ing. Miriam Dzuráková, Mgr. Pavla Štěpánková, Ph.D., Ing. Viktor Levitus, VTEI 5/2018 Katalog přírodě blízkých opatření. Dostupné z URL: <https://www.vtei.cz/2018/10/katalog-prirode-blizkych-opatreni-pro-zadrzeni-vody-v-krajine-a-jeho-uplatneni-ve-webove-mapove-aplikaci-pro-verejnost/>
- [6] 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>
- [7] 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
- [8] 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
- [9] Wikipedie. Koppenova klasifikace. Dostupné z URL: 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&tbm=isch&tbs=rimg:CTc00cR_1XHv6IjBENkjHIRx-gXkHtG1RDXa_1hljqIEImhXuj9Ye9HNfUfxu586uHxAFCBmqjVZ4stDwb-QOq1TVSioSCdsQ2SMchHH6Ef9vLoX2x8uiKhIJBeQe0bVENdoRDVRlyKxrBxUqEgn-GWOqIQiaFRE1hhU6LJKvGyoSCe6P1h70c19REYCYuwM7VguVKhIJ_1G7nzq4fEAU_RjqmqIFCw-

[RcqEgkIGaqNVniy0BE1hhU6LJKvGyoSCfBv5A6rVNVKEepujVnwP6_1y&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwjMpKG3mbLiAhXDyqQKHb6ICgIQ9C96BAgBEBs&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=272Ly_5j8std3M](https://www.mapy.cz/zakladni?x=14.5983846&y=49.5449533&z=15&source=ward&id=13784)

[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

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

DATUM: 19.03.2019
Číslo ev.: CHMI/2589/2019
Číslo jednací: CHMI/511/193/2019
Spisová zn.:

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 ^{a)}	1,12 km ²

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí P _a	665	mm
Dlouhodobý průměrný průtok Q _a	7,0	l.s ⁻¹ Třída IV

M-denní průtoky Q _{Md} ^{b)}													l.s ⁻¹		Tř.
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364			
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 _N										m ³ .s ⁻¹		Třída
1	2	5	10	20	50	100	200	500				
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

Stránka 4 z 9

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 [km²] 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:

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

RYBNÍK S OSTRŮVKEM:

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

PROSTŘEDNÍ RYBNÍK:

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

RYBNÍK SE PSTRUHY:

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

SPODNÍ RYBNÍK:

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

Příloha 3 – Výsledky výpočtu konsumční křivky bezpečnostního přelivu

h_{kr} [m]	Q [m³/s]	v_{kr} [m/s]	S_{kr} [m²]	h_{kr}s [m]	B_{kr} [m]
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

h_{kr} [m]	Q [m³/s]	v_{kr} [m/s]	h_o	
			[m]	[m n.m.]
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

h_{kr} [m]	S [m²]	Q [m³/s]	v_{kr} [m/s]	h_o	
				[m]	[m n.m.]
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

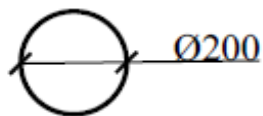
hkr [m]	Q [m ³ /s]	vkr [m/s]	Skr [m ²]	hkrs [m]	Bkr [m]
0,05	0,029	0,677	0,043	0,047	0,9
0,10	0,086	0,932	0,092	0,088	1,0
0,15	0,164	1,115	0,147	0,127	1,2
0,20	0,263	1,263	0,208	0,163	1,3
0,25	0,382	1,388	0,275	0,196	1,4
0,30	0,522	1,499	0,348	0,229	1,5
0,35	0,682	1,598	0,427	0,260	1,6
0,40	0,865	1,689	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

hkr [m]	Q [m ³ /s]	vkr [m/s]	ho	
			[m]	[m n.m.]
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

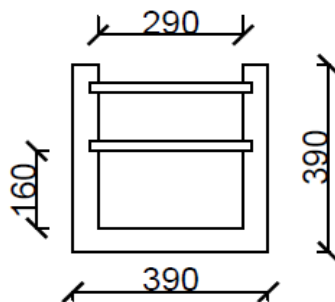
Příloha 6 – Schéma požeráků a výsledky výpočtu průtoků

Horní rybník



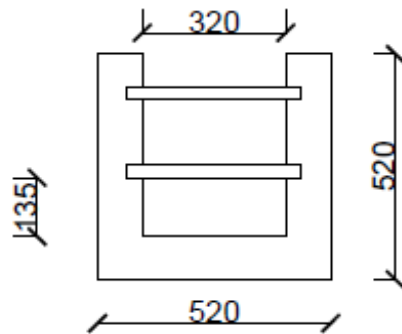
h = hš	h_n	m	bo	K_v	Q_d
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m ³ /s]
0,05	553,75	0,459	0,6191	0,0926	0,0141
0,10	553,80	0,432	0,6111	0,0863	0,0370
0,15	553,85	0,423	0,6041	0,0807	0,0658
0,20	553,90	0,419	0,5980	0,0759	0,0993
0,25	553,95	0,416	0,5926	0,0715	0,1363
0,30	554,00	0,414	0,5877	0,0677	0,1771

Rybník s ostrůvkem



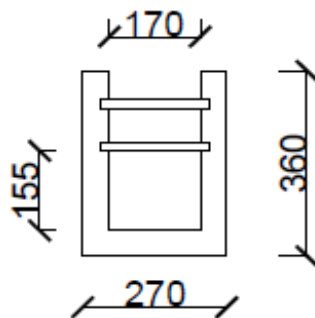
h = hš	h_n	m	bo	K_v	Q_d	bš	bšo	Qš	Q
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
0,05	549,75	0,459	0,2815	0,0853	0,0064	0,61	0,5844	0,0133	0,0197
0,10	549,80	0,432	0,2751	0,0744	0,0166	0,61	0,5654	0,0342	0,0509
0,15	549,85	0,423	0,2702	0,0659	0,0294	0,61	0,5507	0,0599	0,0894
0,20	549,90	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



h = hš	h_n	m	bo	K_v	Q_d	bš	bšo	Qš	Q
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m ³ /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

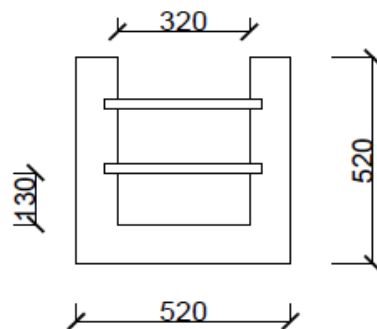
Rybník se pstruhy



h = hš	h_n	m	bo	K_v	Q_d	bš	bšo	Qš	Q
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m ³ /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



h = hš	h_n	m	bo	Kv	Qd	bš	bšo	Qš	Q
[m]	[m n.m.]	[-]	[m]	[-]	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m ³ /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