

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra hydrotechniky



Bakalářská práce

**Zajištění bezpečnosti Bolešského rybníka při
povodních**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Brouček, PhD.

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

Vojtěch Topinka

Smečno, duben 2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Topinka Jméno: Vojtěch Osobní číslo: 477106

Zadávací katedra: k142 - Katedra hydrotechniky

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Zajištění bezpečnosti Bolešského rybníka při povodních

Název bakalářské práce anglicky: Bolešský Pond - Flood Safety Enhancement

Pokyny pro vypracování:

Na základě nevyhovujícího posudku bezpečnosti VD za povodni zpracujte technické varianty zkapacitnění bezpečnostního přelivu Bolešského rybníka tak, aby vyhověl požadavkům platné legislativy, zejména vyhl. č. 590/2002 Sb. promítnuté do ČSN 752935. Do návrhu řešení zapracujte potřebu kompletní rekonstrukce spodní výpusti. Vodní dílo zabezpečte na převádění Q100.

Varianty řešení rozpracujte v podrobnosti odpovídající studii proveditelnosti - výkresová část (situace, řezy), výpočty, technická zpráva. Pro jednotlivé varianty uveďte rozsah hlavních činností a zhodnoťte je.

Seznam doporučené literatury:

Přehrady, Broža, V., Kratochvíl, J., Peter, P., Votruba, L., 04-728-87, SNTL 1987

Skriptum Hydrotechnické stavby 10, Broža, V., Satrapa, L.; 2000

další odborná literatura z oblastí hydrotechniky se vztahem k tématu bakalářské práce;

relevantní technické normy, zejména ČSN 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních; ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže, ČSN 73 1208 Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů; ČSN 75 2310 Sypané hráze, EC 7 a legislativní předpisy, vyhláška 590/2002 Sb. a 255/2010 Sb. (úprava 471/2001 Sb.)

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 15.2.2021

Termín odevzdání bakalářské práce: 16.5.2021

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

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

24.2.2021

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím zdrojů a literatury v ní uvedených v souladu s metodickým pokynem ČVUT 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Ve Smečně, dne 23. 4. 2021

.....

Vojtěch Topinka

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu své bakalářské práce Ing. Miroslavu Broučkovi Ph.D., jehož poutavé přednášky v předchozích semestrech ve mně vzbudily zájem o hydrotechniku a vodní díla obecně. Jeho vždy milý přístup a cenné rady z praxe mi při tvorbě této práce velmi pomohly. Dále bych rád poděkoval své rodině za poskytnutí zázemí a pomoci po celou dobu studia. Děkuji také všem svým spolužákům – přátelům, se kterými jsem po dobu 4 let studoval a bez jejichž pomoci a společně stráveného času by bylo studium výrazně náročnější.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je navrhnout formou studie proveditelnosti variantní řešení bezpečnostního přelivu Bolešského rybníka v okrese Český Krumlov, v majetku Povodí Vltavy, státní podnik. V práci je popsán současný stav funkčních objektů nádrže a dle terénního průzkumu jsou vybrána vhodná řešení. Za tímto účelem jsou v teoretické části práce uvedeny možné technické varianty bezpečnostních přelivů malých vodních nádrží a je popsána problematika jejich bezpečnosti při povodních s odkazem na příslušnou legislativu. Výsledkem práce je výkresová dokumentace navržených variant, jejich technický popis, výpočet rozsahu hlavních prací a zhodnocení majetkových vztahů. Zpracované varianty jsou vzájemně porovnány a je doporučeno vhodné řešení. Práce má v budoucnu sloužit jako podklad pro další stupeň projektové dokumentace při realizace navržené úpravy.

Klíčová slova

Bolešský rybník, zajištění bezpečnosti při povodních, bezpečnostní přeliv, sdružený objekt, průleh v hrázi

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to propose in the form of a feasibility study a variant solution of the safety spillway Bolešský pond in the district of Český Krumlov, which is owned by the Vltava River Basin, a state enterprise. The work describes the current state of the functional objects of the water reservoir and according to the field survey, suitable solutions are selected. For this purpose, the theoretical part of the work presents possible technical variants of safety spillways of small water reservoirs and describes the issue of their safety during floods with reference to the relevant legislation. The result of the work is the project documentation of the proposed variants, their technical description, calculation of the scope of the main works and evaluation of property relations. The processed variants are compared with each other and a more suitable solution is recommended. In the future, the work should serve as a basis for the next stage of project documentation in the implementation of the proposed modification.

Key words

Bolešský pond, ensuring safety during floods, spillway, associated object, sag in the earth dam

Obsah

1.	Úvod a cíle práce	9
2.	Malé vodní nádrže z pohledu hydrotechniky.....	11
2.1.	Vymezení základních pojmů	11
2.1.1.	Vodní dílo	11
2.1.2.	Malá vodní nádrž.....	11
2.1.3.	Rekonstrukce malých vodních nádrží.....	11
2.1.4.	Ochrana před povodněmi	11
2.1.5.	Kontrolní povodňová vlna	11
2.1.6.	Mezní bezpečná hladina.....	12
2.1.7.	Kontrolní maximální hladina	12
2.2.	Základní funkce malých vodních nádrží.....	12
2.3.	Dělení prostorů v nádrži	12
2.4.	Hlavní technické objekty malých vodních nádrží	14
2.4.1.	Hráz.....	14
2.4.2.	Výpustné zařízení	14
2.4.3.	Bezpečnostní přeliv	15
2.5.	Posuzování bezpečnosti MVN při povodních	16
3.	Přehled a příprava vstupních podkladů	18
3.1.	Literatura a normy	18
3.2.	Mapové a geodetické podklady.....	18
4.	Základní údaje o území.....	20
4.1.	Lokalita Bolešského rybníka	20
4.2.	Údaje o vodním toku	20
4.3.	Hydrologické údaje	21
4.4.	Geomorfologické a geologické poměry.....	22
4.5.	Klimatické poměry	22
4.6.	Sídla.....	22
4.7.	Historie majetkových poměrů Bolešského rybníka	23
5.	Stávající technický stav Bolešského rybníka.....	26
5.1.	Hráz a prostor zátopy	26

5.2.	Spodní výpust	27
5.3.	Bezpečnostní přeliv a koryto pod hrází	28
6.	Zkapacitnění bezpečnostního přelivu varianta A: sdružený objekt	30
6.1.	Určení mezní bezpečné (MBH) a kontrolní maximální (KMH) hladiny.....	30
6.2.	Základní údaje o VD po rekonstrukci.....	30
6.3.	Popis konstrukčního řešení.....	31
6.3.1.	Stavební objekt 01 – Hráz.....	31
6.3.2.	Stavební objekt 02 – Sdružený objekt.....	31
6.3.3.	Stavební objekt 03 – Nové koryto pod hrází.....	33
6.4.	Hydrotechnické výpočty	33
6.4.1.	Bezpečnostní přeliv	34
6.4.2.	Odpad od bezpečnostního přelivu – Rámové propustky.....	37
6.4.3.	Nové koryto pod hrází.....	39
6.5.	Výpočet objemu hlavních prací	40
6.5.1.	Kubatury hráze	41
6.5.2.	Demolice stávajících objektů.....	41
6.5.3.	Kubatury betonu	41
6.5.4.	Kubatury nového koryta.....	42
6.5.5.	Kubatury opěrných zdí	42
6.5.6.	Kubatury opevnění koryta a návodního líce hráze	42
6.6.	Majetkoprávní vztahy	44
7.	Zkapacitnění bezpečnostního přelivu varianta B: průleh v hrázi	46
7.1.	Popis konstrukčního řešení.....	46
7.1.1.	Stavební objekt 01 – Hráz.....	46
7.1.2.	Stavební objekt 2.1 – Bezpečnostní přeliv	47
7.1.3.	Stavební objekt 2.2 – Spodní výpust	47
7.1.4.	Stavební objekt 03 – Koryto pod hrází	48
7.2.	Hydrotechnické výpočty	48
7.2.1.	Bezpečnostní přeliv	49
7.2.2.	Spodní výpust	51
7.2.3.	Odpadní koryto bezpečnostního přelivu a koryto pod hrází	53
7.3.	Výpočet objemu hlavních prací	55

7.3.1.	Kubatury hráze	55
7.3.2.	Demolice stávajících objektů.....	56
7.3.3.	Kubatury betonu	56
7.3.4.	Kubatury opevnění odpadu průlehu a návodního líce.....	56
7.4.	Majetkoprávní vztahy	58
8.	Zhodnocení variant a výběr vhodného řešení.....	60
8.1.	Výběr varianty bezpečnostního přelivu.....	60
8.2.	Další navržené úpravy Bolešského rybníka	61
8.2.1.	Stavební objekt 04 – Úprava zátopy	61
8.2.2.	Stavební objekt 05 – Přehrážka na vtoku do zátopy	61
8.2.3.	Úprava hráze a sanace historické spodní výpusti	62
9.	Závěr.....	63
10.	Seznam použitých zdrojů	64
11.	Seznam použitých zkratek.....	66
12.	Seznam obrázků	67
13.	Seznam tabulek	68
14.	Seznam rovnic	69
15.	Seznam výkresových příloh	70

1. Úvod a cíle práce

Voda je základní podmínkou života na naší planetě. Člověk je z velké části tvořen vodou; bez ní nepřežije déle, než několik dní. Na světě se voda vyskytuje ve všech třech skupenstvích – pevném, kapalném a plynném. Pokrývá velkou část naší planety - přibližně 98% jejího povrchu. Značná nerovnoměrnost vodních zdrojů a jejich rozmístění byli vždy velkým problémem pro člověka. Z tohoto důvodu začaly v minulosti vznikat první přivaděče vody, studny, jímky, cisterny na dešťovou vodu, apod. Ty měly lidem zajistit dostatek kvalitní pitné i užitkové vody. Později s rozvojem zemědělství a jednoduchých technologií začali vznikat první umělé vodní nádrže, mnohdy propojené spojovacími kanály. Vznikly tak první vodohospodářské soustavy (např. Třeboňská rybníční soustava, 16. století).

Historie budování rybníků na našem území spadá do období středověku. V roce 993 je v písemných pramenech uváděna osada Rybníček stojící v místě dnešní pražské ulice Na Rybníčku. V místě byly při archeologickém průzkumu skutečně objeveny pozůstatky vodní nádrže o rozměrech přibližně 6 x 9 m ukryté pod dnešní dlažbou. [1] Další rozvoj výstavby vodních nádrží je zaznamenán ve 13. století (např. dnešní Máchovo jezero).

Hlavní rozmach zažilo české rybníkářství v 15. a 16. století, kdy vznikaly rozsáhlé rybníční soustavy na Třeboňsku, Blatensku a v dalších lokalitách. V 18. a 19. století začal počet vodních ploch na našem území klesat v souvislosti s potřebou využití půdy pro rozvíjející se zemědělství a průmysl. Vodní plochy byly vysušovány a přeměňovány na ornou půdu, příp. stavební pozemky. V roce 1880 bylo na našem území přibližně 77 000 ha rybníků. Tato rozloha postupně klesala, a to až na dnešních cca 50 000 ha. [1] Zásadní období pro změny v hospodaření s vodou v krajině představovalo zejména období 50. a 60. let 20. století, kdy se v rámci kolektivizace zemědělství napřimovaly vodní toky, byly budovány rozsáhlé systémy odvodnění a rovněž zanikaly rybníky. V pohraničních oblastech, kde se Bolešský rybník nachází, byl důvodem zániku vodních ploch také nezáměr o jejich udržování vyvolaný zejména změnou vlastnických poměrů po odsunu německého obyvatelstva po druhé světové válce. Rybníky postupně přešly do majetku státu. Jejich správou byla pověřena Zemědělská vodohospodářská správa. Po jejím zrušení k 30. 6. 2012 byly vodní plochy a toky postupně převáděny do majetku jiných státních institucí, často pod správu státních podniků povodí. [2] Bolešský rybník byl převeden do majetku Povodí Vltavy, státní podnik – závod Horní Vltava (dále též PVL).

Dle ČSN 75 2410 je vodní dílo (dále též VD) Bolešský rybník zařazeno mezi malé vodní nádrže (dále též MVN). Jejich výstavba a rekonstrukce jsou v současné době stále aktuálnější, a to v souvislosti s probíhající klimatickou změnou, jež má dopad na rozložení atmosférických srážek v průběhu roku. Stále častěji dochází k výskytu extrémně suchých období a náhlých povodňových situací, způsobených většinou přivalovou srážkou na relativně malé ploše povodí. V posledních letech (přibližně od roku 2015) je také patrný celkový úbytek ročního srážkového úhrnu. Z tohoto důvodu jsou budovány nové, přírodě blízké nádrže, jejichž hlavní funkcí je zejména zadržení vody v krajině, zvýšení její retenční schopnosti a snížení dopadů

sucha. Ekologickými otázkami těchto vodních děl se zabývá obor hydromeliorací a krajinného inženýrství. Technické a vodohospodářské aspekty MVN řeší obor hydrotechnika. Ta posuzuje konstrukční a hydraulické parametry funkčních objektů nádrží, zabývá se vodohospodářskými studii, rekonstrukcemi, posuzováním bezpečnosti vodních děl při povodních, apod.

Předkládaná bakalářská práce je členěna do dvou hlavních částí – teoretické a praktické. V teoretické části se zaměřím na úvod do problematiky malých vodních nádrží, zejména popis možných technických řešení z pohledu hydrotechniky. Dále bude popsáno posuzování a zajišťování jejich bezpečnosti při povodních. Budu se také věnovat popisu lokality Bolešského rybníka z vodohospodářského hlediska a uvedu částečnou historii vlastnických vztahů nádrže.

Praktická část práce má za cíl formou studie proveditelnosti zpracovat technická variantní řešení bezpečnostního přelivu na základě nevyhovujícího posudku bezpečnosti VD při povodních. Za účelem podrobného průzkumu lokality jsem provedl několik osobních návštěv, při nichž jsem podrobně zmapoval současný stav vodního díla a pořídil jeho fotodokumentaci včetně současného technického stavu všech objektů. Při jedné z prohlídek jsem pomocí nivelace provedl zaměření výšek důležitých bodů na koruně hráze z důvodů ověření přesnosti úprav vrstevnicového plánu. Pro jednotlivé varianty zkapacitnění bezpečnostního přelivu je zpracován rozsah hlavních činností a zhodnoceny majetkoprávní vztahy. Návrh také obsahuje rekonstrukci spodní výpusti. Všechna řešení jsou zanesena do výkresové dokumentace. Dále uvádím další možné úpravy Bolešského rybníka, částečně popsané již ve výše zmíněném posudku bezpečnosti VD při povodních.

2. Malé vodní nádrže z pohledu hydrotechniky

2.1. Vymezení základních pojmů

2.1.1. Vodní dílo

Dle §55, odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon), jsou vodní díla definována jako „stavby, které slouží ke vzdouvání a zadržování vod, umělému usměrňování odtokového režimu povrchových vod, k ochraně a užívání vod, k nakládání s vodami, ochraně před škodlivými účinky vod, k úpravě vodních poměrů nebo k jiným účelům sledovaným tímto zákonem, a to zejména a) přehrady, hráze, vodní nádrže, jezy a zdrže,.....“. [4]

2.1.2. Malá vodní nádrž

Dle ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže lze jako malou vodní nádrž označit vodní dílo (nádrž) se sypanou hrází, které dle kapitoly 2.1.1 slouží ke vzdouvání a zadržování vody. Takové vodní dílo musí současně splňovat podmínky: objem nádrže po hladinu ovladatelného prostoru (normální hladinu)¹ není větší než 2 mil. m³ a současně hloubka nádrže nepřesahuje 9 m.² [3] Obě tyto podmínky VD Bolešský rybník splňuje.

2.1.3. Rekonstrukce malých vodních nádrží

Pojmem rekonstrukce malých vodních nádrží se dle ČSN 75 2410 rozumí „úprava, přestavba a budování nových zařízení a částí malých vodních nádrží (hrází, objektů, prostorů nádrže a okolí) provozovaných, zrušených nebo havarovaných, které nevyhovují požadavkům na jejich funkci a bezpečnost.“ [3] K nejčastějším rekonstrukčním pracím patří např. rekonstrukce nebo výměna původního vypustného zařízení, rekonstrukce nevyhovujících bezpečnostních přelivů, apod.

2.1.4. Ochrana před povodněmi

Dle §63, odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách se ochranou před povodněmi rozumí „činnosti a opatření k předcházení a zvládnutí povodňového rizika v ohroženém území. Zajišťuje se systematickou prevencí a operativními opatřeními.“ [4]

2.1.5. Kontrolní povodňová vlna

Pojmem kontrolní povodňová vlna (dále též KPV) se dle ČSN 75 2935 Posuzování bezpečností vodních děl při povodních rozumí „průtoková vlna určená kulminačním průtokem se zvolenou pravděpodobností překročení, objemem a časovým průběhem. [5]

¹ Rozumí se hladina v úrovni nejnižší části přelivné hrany nehrazeného bezpečnostního přelivu, nebo horní hrany hrazeného přelivu.

² Rozumí se svislá vzdálenost nejnižše položeného místa dna nádrže od maximální hladiny. Lokální větší hloubky např. v místě původního koryta, apod. se neuvažují.

2.1.6. Mezní bezpečná hladina

Pojmem mezní bezpečná hladina (dále též MBH) se dle ČSN 75 2935 rozumí „úroveň hladiny v nádrži, při jejímž překročení nastává aktuální nebezpečí poruchy a havárie vodního díla.“ [5]

2.1.7. Kontrolní maximální hladina

Pojmem kontrolní maximální hladina (dále též KMH) se rozumí „maximální hladina v nádrži při zvolených předpokladech a podmínkách převedení KPV přes vodní dílo“. [5] Prakticky se tedy jedná o nejvyšší úroveň hladiny v nádrži, která nastane při průchodu KPV daným vodním dílem. Obecně se VD považuje za bezpečné, pokud při převádění kontrolní povodňové vlny platí podmínka: $KMH \leq MBH$.

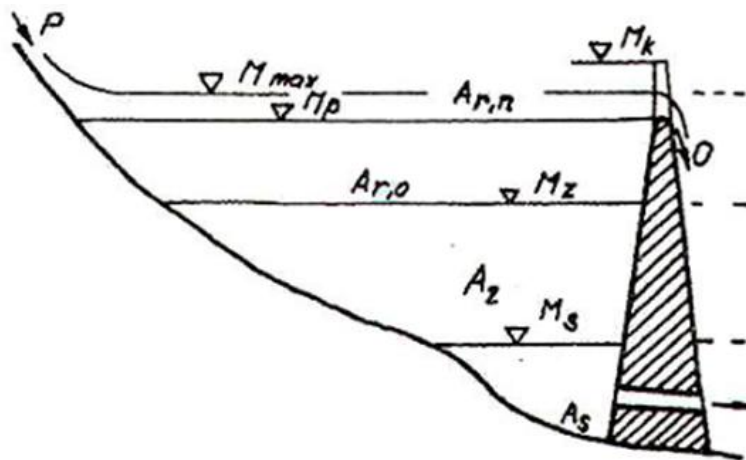
2.2. Základní funkce malých vodních nádrží

Základní funkce a účel malých vodních nádrží lze rozdělit do následujících kategorií:

- Zásobní nádrže (slouží k akumulaci povrchových vod pro vodárenské účely, průmysl, závlahy, apod.),
- ochranné nádrže (suché retenční nádrže, poldry – slouží k ochraně před povodněmi),
- nádrže upravující vlastnosti vody (chladící, usazovací, apod.),
- rybochovné a hospodářské nádrže (chov ryb a vodního ptactva, pěstování vodních rostlin),
- speciální účelové nádrže,
- asanační a rekreační nádrže
- nádrže krajinyotvorné a v obytné zástavbě. [3]

2.3. Dělení prostorů v nádrži

Celkový objem nádrže je rozdělen do několika dílčích prostorů (Obr. 1).



Obrázek 1: Rozdělení prostorů v nádrži (zdroj: Katedra hydrauliky a hydrologie, Fsv ČVUT) [6]

Mrtvý prostor

Je součástí prostoru stálého nadržení. Nachází se mezi nejnižším místem nádrže (dnem) a vtokem do spodní výpusti. Běžný je zejména pro velké přehrady. U staveb malých vodních nádrží obvykle není navrhován, neboť nádrž musí být možno zcela vypustit pro potřeby výlovu, rekonstrukce, apod.[8]

Prostor stálého nadržení (As)

Je zřízen v každé vodní nádrži (pokud se nejedná o nádrž suchou, jejímž hlavním účelem je ochrana před povodněmi). Jeho účelem je zajištění minimální potřebné hloubky v nádrži. Ta je nezbytná pro zamezení přílišného prohřívání vody, které by mělo dopad na její kvalitu (zejména u vodárenských nádrží). Dále k zamezení nasávání vzduchu do přívodného potrubí k vodní elektrárně (způsobilo by destrukci turbín) a k ochraně všech odběrných zařízení před vnikem plávi. Dalším účelem prostoru stálého nadržení je zajištění minimálních plavebních hloubek, je-li nádrž pro plavbu využívána.

Zásobní prostor (Az)

Zásobní prostor se nachází mezi prostorem stálého nadržení a ochranným prostorem. Slouží pro akumulaci potřebného množství vody pro následné odběry (vodárenství, průmysl, závlahy, apod.) Jeho objem je stanoven na základě zpracované vodohospodářské bilance a vypočteného množství vody potřebné pro odběry. V zásobním prostoru se provádí hospodaření s vodou v závislosti na odběrech a aktuální bilanci vodní nádrže. [7]

Ochranný prostor

Ochranný (někdy také retenční) prostor se dělí na ochranný ovladatelný prostor (A_r, o) a ochranný neovladatelný prostor (A_r, n). Ovladatelný ochranný prostor je v nádrži zřízen mezi zásobním prostorem (A_z) a přepadovou hranou bezpečnostního přelivu. Při běžném provozu vodního díla není ochranný prostor využíván. Uplatní se v době povodňových průtoků, kdy se využije jeho ochranná funkce a dochází k transformaci povodňové vlny. Pokud se hladina vody v nádrži dostane nad úroveň přepadové hrany bezpečnostního přelivu, je uplatňován neovladatelný ochranný prostor. Dochází k přepadu vody přes bezpečnostní přeliv a vodní dílo se stává neovladatelným. U přehrad jsou často navrhovány hrazené bezpečnostní přelivy, které zvětšují ovladatelný ochranný prostor a umožňují lepší manipulaci při průchodu povodňové vlny. Neovladatelný retenční prostor dosahuje do úrovně maximální hladiny v nádrži.

Dílčí objemy výše popsaných prostorů závisí na primárním účelu nádrže. Nádrže se zásobní funkcí (vodárenské) mají objem zásobního prostor co největší, ochranný prostor je značně omezen. Ochranné retenční nádrže sloužící primárně k ochraně před povodněmi a transformaci povodňové vlny mají naopak zásobní prostor maximálně zmenšen ve prospěch prostoru ochranného. V případě suchých nádrží se jejich celkový objem skládá jen

z ochranného prostoru. U malých vodních nádrží se hladina zásobního prostoru většinou navrhuje na stejné úrovni, jako přelivná hrana bezpečnostního přelivu. Nádrž má proto jen neovladatelný ochranný prostor.

2.4. Hlavní technické objekty malých vodních nádrží

Účelem této kapitoly je popsat možná technická řešení funkčních objektů MVN a uvést hlavní zásady pro jejich navrhování. Z uvedených řešení bezpečnostních přelivů budou následně vybrány a podrobně rozpracovány dvě technické varianty zkapacitnění bezpečnostního přelivu Bolešského rybníka.

2.4.1. Hráz

Hráz je nejdůležitějším a stavebně nejnáročnějším prvkem každé vodní nádrže s největším nebezpečím selhání. To představuje její případné poškození, nebo destrukce. [9] Primárním účelem hráze je vzdouvání vody. Hráze malých vodních nádrží jsou většinou zemní sypané, jiné typy se vyskytují pouze výjimečně. Hráze jsou většinou homogenní, jejich těleso je sypano většinou z místních materiálů. Nehomogenní hráze s různými typy těsnění se u MVN vyskytují pouze v omezené míře. Příčný profil hráze je většinou lichoběžníkový, se sklonem vzdušního líce 1:2,0 až 1:2,2. Sklon návodního líce je menší: 1:3 až 1:3,7. [3] Důvodem je většinou plné nasycení návodního líce vodou. Jako konstrukční materiál hráze jsou vhodné zejména hlinité a jílovité štěrky, příp. štěrkovité a písčité jíly. [3]

Návodní líc hráze je opevněn zpravidla pružným typem opevnění (např. kamenným pohozem), vzdušný líc bývá zatravněn. Úprava koruny hráze se provede dle způsobu jejího předpokládaného využívání. Hráz může být vybavena zavazovací ostruhou sloužící k zavázání těsnící jádra heterogenních hrází pod úroveň základové spáry a snížení průsaků pod tělesem hráze. [10] Návodní líc hráze by měl být bez vegetace, vzdušný líc je možno osázet dřevinami. Hráz může být vybavena patním drénem pro svedení případných průsaků do koryta pod hrází, případně stabilizační patkou v patě návodního líce.

2.4.2. Výpustné zařízení

Každá MVN musí být dle ČSN 75 2410 vybavena spodní výpustí.³ Výpust musí být osazena tak, aby bylo nádrž možné zcela vypustit (nádrž nemá mrtvý prostor, viz kapitola 2.3). Každá spodní výpust se skládá ze dvou technických částí: uzávěru, který slouží k regulaci hladiny v nádrži) a odpadu, sloužícího k převedení vody tělesem hráze.

Uzávěr je umístěn většinou na návodním líci hráze. V minulosti se využívalo mnoho typů uzávěrů (lopatové, čepové, stavidlové, šoupátkové, apod.) Nevýhoda těchto technických řešení spočívala v obtížné regulaci hladiny, zanášení uzávěrů sedimenty a obtížné manipulaci. Vzhledem k nevýhodám výše popsaných řešení je v současné době využíván zejména uzávěr požerákového typu. Je tvořen zpravidla prefabrikovanou

³ Nádrž s ovladatelným objemem větším, než 1 mil. m³ musí být vybavena minimálně dvěma spodními výpustmi (jako druhou výpust lze uvažovat odběrné zařízení, pokud splňuje technické požadavky spodní výpusti). [3]

betonovou (u starších nádrží dřevěnou) šachtou opatřenou drážkami, do kterých se zasouvají dřevěné fošny – dluže. Ty umožňují regulovat hladinu vody v nádrži. Dlužová stěna je často dvojitá, příp. trojitá. To umožňuje vypouštět vodu i ze dna nádrže.

Odpad od spodní výpusti je většinou uzavřený (trubní, nebo rámový propustek, na který je sypáno těleso hráze), nebo otevřený. Minimální průměr uzavřeného trubního odpadu je 300 mm. [3]. Otevřený odpad se navrhuje zejména pro kombinaci spodní výpusti a bezpečnostního přelivu. Jeho výhodou je značná kapacita, nevýhodou zvýšené riziko průsaků v místě kontaktu stěn odpadu s tělesem hráze.

2.4.3. Bezpečnostní přeliv

Protékané nádrže musí být vybaveny přelivy k bezpečnému odvádění vody z nádrže při povodních. [3] U MVN se přelivy navrhují nehrazné, bez pohyblivých uzávěrů, aby pro jejich spolehlivou funkci nebyla nutná obsluha. Pro MVN se využívají následující typy přelivů: přímé, boční, kašnové, propustkové, speciální a sdružené objekty (šachtové přelivy se vzhledem k riziku ucpání a zahlcování pro MVN nenavrhují).

Přímý přeliv je veden přímo tělesem hráze, často je navržen jako průleh - snížení koruny hráze a její opevnění (Obr. 2). Boční přeliv má přelivnou hranu se spadištěm zasahujícím směrem do nádrže a je navržen vždy v místě zavázání hráze. (Obr. 3). Umožňuje navrhnout větší délku přelivné hrany a je proto vhodný pro větší návrhové průtoky. Kašnový přeliv má přelivnou hranu různého půdorysného tvaru, vystupující směrem do nádrže. Přeliv je často v přední části zaoblen, tento typ se pro svůj tvar označuje jako kachní zobák. Boční i kašnový přeliv je vybaven odpadním korytem, které je nutno opevnit.



Obrázek 2: Přímý přeliv řešený jako průleh v hrázi s mírnými sklony břehů pro pojezd vozidel – opevnění provedeno kamennou dlažbou, skluz těžkým kamenným záhozem – bezejmenný rybník v obci Sýkořice, okr. Rakovník (foto autor, březen 2021)



Obrázek 3: Boční přeliv na MVN v obci Zlonice, okr. Kladno (foto autor, leden 2021)

Propustkové přelivy jsou tvořeny trubními, nebo rámovými propustky. Vhodné jsou zejména pro menší návrhové průtoky. Kvůli riziku ucpávání je u nich nutné řešit osazení česlí na vtoku do propustku. Speciální přelivy jsou především nouzové přelivy, většinou budované v kombinaci s hlavním přelivem. Sdružené objekty (Obr. 4) sdružují více funkcí (zpravidla spodní výpust a bezpečnostní přeliv). Jejich hlavní výhodou je nutnost budovat pouze jeden odpadní objekt tělesem hráze. Pokud je odpad od objektu navržen jako uzavřený, je nutné jej vždy dimenzovat na beztlakové proudění. V čele sdruženého objektu je zpravidla umístěn prefabrikovaný požerák, za ním je navržena přelivná hrana bezpečnostního přelivu. Ta může mít různé půdorysné tvary. Řešení závisí zejména na velikosti návrhového průtoku.



Obrázek 4: Sdružený objekt na MVN u obce Páleč, okr. Kladno (foto autor, leden 2021)

2.5. Posuzování bezpečnosti MVN při povodních

Malou vodní nádrž lze využít jako částečné protipovodňové opatření v případě, kdy má nádrž zřízen ochranný retenční prostor. Vzhledem k obvyklému rozložení prostorů

v MVN, kdy je hladina zásobního prostoru navržena na kótě přelivné hrany bezpečnostního přelivu, má nádrž pouze neovladatelný ochranný prostor (viz kapitola 2.3). Retenční účinek nádrže je tedy za běžné situace prakticky nulový, při povodňové situaci je obvykle přítok do nádrže stejný, jako odtok. Jako protipovodňové opatření tedy lze MVN využít pouze v případě, kdy je hladina zásobního prostoru níže, než kóta přelivné hrany. Takový návrh je však u některých nádrží v rozporu s jejich hlavní funkcí – zadržování vody v krajině a funkce krajinyotvorná. V případě posuzování výstavby nové MVN je proto otázkou, jak k jejímu návrhu přistupovat i s ohledem na potřebu vybudování bezpečnostního přelivu, jehož dimenze může být díky velikosti návrhového průtoku značná.

Příloha č. 1 Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 471/2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly stanoví kritéria pro zařazení VD do kategorie z hlediska dohledu. Většina méně významných malých vodních nádrží spadá do kategorie IV. (též VD Bolešský rybník). Kritéria hodnotící škody vzniklé při případném kolapsu VD jsou pro IV. kategorii následující:

- Ztráty na životech jsou nepravděpodobné.
- Poškození určeného vodního díla, oprava je proveditelná.
- V území na vodním toku pod určeným vodním dílem jsou malé materiální škody.
- Ztráty způsobené vyřazením určeného vodního díla z provozu jsou malé.
- Škody na životním prostředí jsou zanedbatelné. [11]

Dle ČSN 75 2935 je možno vodní díla zařazená do IV. kategorie zabezpečit na povodeň s pravděpodobností překročení kulminačního průtoku $p=0,05$ (doba opakování $N=20$ let) v případě, „kdy vyvolané škody postihnou jen vlastníka vodního díla a ostatní škody jsou nevýznamné. Uplatnění této nižší míry bezpečnosti, než $p=0,01$ a $N=100$ let je nutné písemně zdůvodnit. Příkladem jsou velmi malé MVN s celkovým objemem do 5000 m^3 .“ [5] VD Bolešský rybník tuto podmínku splňuje (při současné provozní hladině je zadržovaný objem cca 2000 m^3). [12] Při návrhu variant zkapacitnění bezpečnostního přelivu Bolešského rybníka je dle zadání bakalářské práce uvažováno s kontrolní povodňovou vlnou určenou kulminačním průtokem Q_{100} . Požadavek zabezpečit VD Bolešský rybník na Q_{100} vychází ze závěrů investora (PVL).

Při stanovení kontrolní maximální hladiny v nádrži KMH (definována v kapitole 2.1.7) se dle normy u vodních děl IV. kategorie postupuje individuálně. Vzhledem k malému retenčnímu objemu se u velmi malých MVN neuvažuje s transformačním účinkem nádrže. KMH je proto určena hladinou při návrhovém průtoku v profilu hráze. Její výpočet pro VD Bolešský rybník je součástí posudku VD při povodních, jenž je jedním z podkladů práce a bude dále rozpracován v kapitole 6.1. Skladba a rozsah posudku bezpečnosti VD při povodních je stanoven normou ČSN 75 2935.

3. Přehled a příprava vstupních podkladů

3.1. Literatura a normy

Podkladem pro tuto bakalářskou práci byla literatura týkající se problematiky malých vodních nádrží a zejména internetové zdroje. Pro zmapování historie vlastnických poměrů Bolešského rybníka byla využita historická knihovní vložka z pozemkových knih získaná z katastrálního úřadu v Českých Budějovicích. Vzhledem k projekčnímu a výpočetnímu charakteru praktické části práce byly stěžejním podkladem technické normy týkající se dané problematiky. Hlavním podkladem pro zhotovení variantních řešení bezpečnostního přelivu byl posudek VD Bolešský rybník při povodních zhotoveným Povodím Vltavy, s. p. (březen 2016). Pro vyhodnocení majetkoprávních vztahů byly využity informace získané z katastru nemovitostí. Všechny použité zdroje jsou uvedeny na konci této práce. Při zpracování bakalářské práce byly využity systémy Autodesk AutoCAD 2018, MS Office Word, MS Office Excel a MS Teams.

3.2. Mapové a geodetické podklady

Jako hlavní mapový podklad byl využit portál Mapy.cz a dále historické i současné mapy včetně katastrální dostupné na webových stránkách ČÚZK.

Pro projekční část práce byly využity geodetické podklady poskytnuté PVL. Podklady obsahují vrstevnicový plán a geodetické zaměření zhotovené v rámci posudku bezpečnosti VD v březnu 2016. Zaměření bylo vyhotoveno ve dvou výškových systémech – v Baltském po vyrovnání (Bpv) a v místním výškovém systému. Obě zaměření jsou v souřadném systému S-JTSK. Za účelem sjednocení obou výškových systémů byl místní výškový systém přepočten do systému Bpv. Jako výchozí body byly využity kóty požeráku a hrana bezpečnostního přelivu zaměřené v obou systémech.

Kóta požeráku v systému Bpv: 650,82 m n. m.

Kóta požeráku v místním systému: 100,00 m n. m. (zvolena při geodetickém zaměřování)

Odtud byla stanovena srovnávací rovina místního systému: $650,82 - 100,00 = 550,82$ m n. m.

Následně byl tento postup ověřen pomocí kót přelivné hrany stávajícího bezpečnostního přelivu tvořené dřevěnými dlužemi:

Kóta přelivné hrany v Bpv: 650,18 m n. m.

Kóta přelivné hrany v místním systému: 99,34 m n. m.

Odtud: $650,18 - 99,34 = 550,84$ m n. m.

Výsledná srovnávací rovina byla určena aritmetickým průměrem obou vypočtených hodnot: **550,83 m n. m.** Všechny výšky byly následně pomocí určené srovnávací roviny převedeny do systému Bpv.

Po sjednocení výšek zaměřených bodů bylo zjištěno, že vrstevnicový plán je zejména ve střední části hráze velmi nepřesný (rozdíly oproti geodetickému zaměření se pohybovaly až kolem 50 cm). Chyba vznikla patrně řadě bodů při vykreslení vrstevnic v systému GIS. Z toho důvod byl pomocí digitálního modelu reliéfu na portálu ČÚZK - analýza výškopisu vytvořen podélný profil hráze a na jeho základě byly vrstevnice částečně zpřesněny. [13] Z důvodu ověření přesnosti upraveného vrstevnicového plánu bylo při osobní prohlídce Bolešského rybníka dne 3. 3. 2021 provedeno zaměření nejnižšího místa koruny hráze pomocí nivelačního přístroje (Obr. 5). Dále byla zaměřena osa koruny hráze v celé délce, pata vzdušného líce, vyústění odpadního potrubí bezpečnostního přelivu, odpadní koryto, apod. Jako výchozí bod byl použit vrchol požeráku se známou výškou v místním systému 100,00 m n. m. Pomocí této kóty byly stanoveny výšky zaměřených bodů, následně přepočítány do systému Bpv a zakresleny do situace. Na jejich základě byl v systému AutoCAD znovu zpřesněn vrstevnicový plán. Takto upravené vrstevnice a zaměřené body již bylo možné použít pro zhotovení výkresové dokumentace.

Požadavek přesně určit výšku nejnižšího bodu koruny hráze vychází z nutnosti stanovit mezní bezpečnou hladinu, ze které bude následně vycházeno při určení přepadové výšky pro výpočet přepadu přes bezpečnostní přeliv. Posudek bezpečnosti VD stanovil nejnižší bod koruny hráze na kótu 650,68 m n. m. (po přepočtu do Bpv). Dle vrstevnic byl tento bod vykreslen podstatně níže, než je ve skutečnosti. Na hrázi by tak vzniklo výrazné terénní sedlo. Nejnižší místo hráze bylo dle vrstevnic na kótě cca 650,10 m n. m., digitální model reliéfu pak určil jeho výšku na 650,55 m n. m. Jeho skutečná výška zajištěná nivelací je 650,64 m n. m.⁴



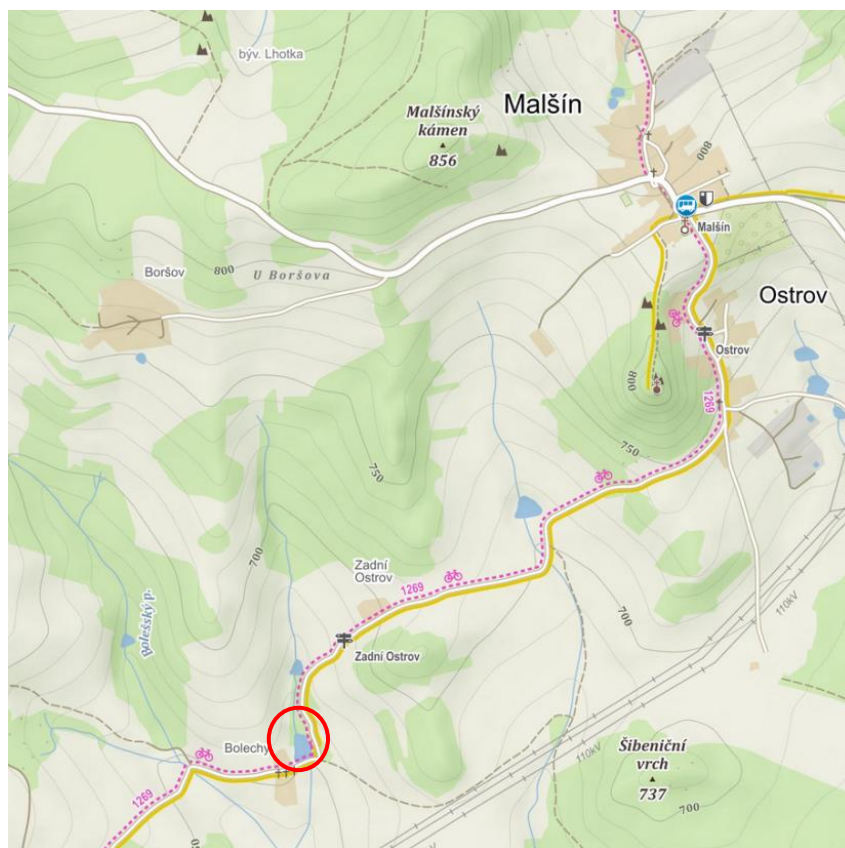
Obrázek 5: Zaměřování výšek na hrázi Bolešského rybníka pomocí nivelace (foto autor)

⁴ Nejnižší místo koruny hráze se nachází v ose komunikace u lávky k požeráku (na obr. 5 vyznačeno).

4. Základní údaje o území

4.1. Lokalita Bolešského rybníka

Bolešský rybník leží v Jihočeském kraji, okres Český Krumlov, mezi obcemi Lipno nad Vltavou a Malšín. (Obr. 6). Přibližně 4 km jihozápadně od rybníka se nachází hráz VD Lipno I. Název rybníka je odvozen od osady Bolechy, která je součástí správního území města Vyšší Brod. Po hrázi a východním břehu rybníka vede místní asfaltová komunikace spojující osadu Bolechy s obcí Malšín. Okolí rybníka je tvořeno především částečně podmáčenými loukami a pastvinami. Na východním břehu nad místní komunikací je vzrostlý les, tvořený zejména břízami a osikami. Oblast se nenachází v žádném přírodně ani jinak chráněném území.



Obrázek 6: Lokalita Bolešského rybníka (Mapy.cz) [14]

4.2. Údaje o vodním toku

Bolešský rybník leží na říčním kilometru 0,29 (dále též ř. km.) bezejmenného, levostranného přítoku Bolešského potoka, do kterého ústí jižně pod obcí Bolechy. Potok protéká rybníkem téměř přesně od severu k jihu. Jeho celková délka je přibližně 1,3 km. Jeho koryto je částečně dotováno vodou ze zřízených meliorací zemědělských pozemků. Celková plocha povodí k profilu hráze Bolešského rybníka je 0,75 km². [12] Přibližně 200 m nad vtokem uvedeného potoka do Bolešského rybníka se nachází další menší rybník, který je dlouhodobě vypuštěný. Spád toku od pramene po profil Bolešského rybníka je cca 9%. Tento spád má za následek poměrně velké množství splavenin, které s sebou potok unáší. Jedná se

zejména o oplach z okolních zemědělských pozemků, usazující se v místě menšího spádu před vtokem do rybníka. Od hráze až po ústí je potok veden napřímeným korytem upraveným v minulosti v rámci meliorací. Jejich přítomnost dokládají i betonové kontrolní šachty osazené na drenážích nad profilem vtoku do rybníka.

Vodní tok, kterým je napájen Bolešský rybník ústí do Bolešského potok na jeho ř. km. 2,47. Bolešský potok pramení severně od obce Bolechy a celý jeho tok vede především zemědělsky využívaným územím – loukami a pastvinami. Severní část toku je částečně vedena lesem. Na potoce se nacházejí 2 bezejmenné malé vodní nádrže. Nejvyšší místo povodí má nadmořskou výšku cca 860 m n. m., nejnižší místo v profilu ústí do Vltavy pak cca 570 m n. m. Celková plocha povodí Bolešského potoka je 4,91 km², délka toku je cca 4,2 km. [12] Jediné objekty, které se na toku nachází, jsou čtyři rekreační objekty vzdálené 2,1 km pod profilem VD Bolešský rybník. Vzhledem k charakteru území pod VD lze předpokládat, že případná zvláštní povodeň způsobená havárií VD nebude mít na tyto objekty zásadní vliv. Okolní terén umožní ztransformování vlny a rozlité vody do zemědělsky využívaných pozemků. Bolešský potok ústí zleva do řeky Vltavy na jejím ř. km. 321,7, v profilu cca 850 m nad začátkem vzduť VD Lipno II. [14]

4.3. Hydrologické údaje

Pro zpracování bakalářské práce byly využity hydrologické údaje uvedené v posudku bezpečnosti VD. Údaje pro profil VD Bolechy poskytl ČHMÚ v posudku č. j. 796/521/15 ze dne 11. 2. 2015. Údaje jsou ve IV. třídě přesnosti. [12] Na základě hydrologických dat byly sestaveny čáry překročení m-denních průtoků a opakování N-letých průtoků. (Obr. 7 a 8).

Dlouhodobý průměrný roční srážkový úhrn: **784 mm**
 Dlouhodobý průměrný průtok: Q_a: **5,6 l/s**

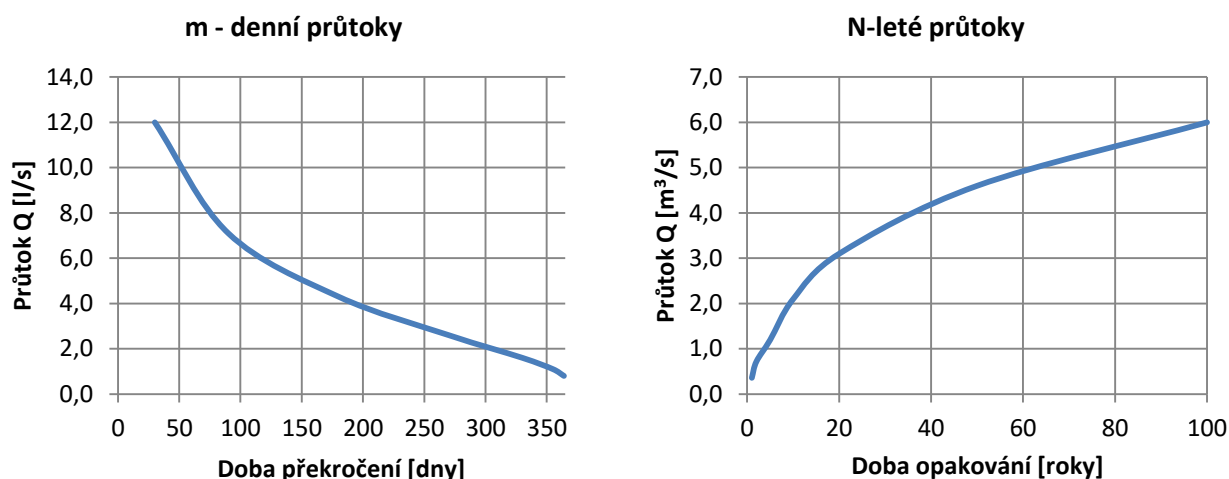
Tabulka 1: m - denní průtoky (zdroj: ČHMÚ) [12]

dny	30	90	180	270	330	355	364
Q [l/s]	12,0	7,1	4,3	2,6	1,6	1,1	0,8

Tabulka 2: N-leté průtoky (zdroj: ČHMÚ) [12]

N [roky]	1	2	5	10	20	50	100
Q [m ³ /s]	0,36	0,72	1,20	2,10	3,10	4,60	6,00

Obrázek 7: Čára překročení m-denních průtoků (s využitím dat ČHMÚ) [12]



Obrázek 8: Čára opakování N-letých průtoků (s využitím dat ČHMÚ) [12]

4.4. Geomorfologické a geologické poměry

Lokalita Bolešského rybníka leží v Šumavském podhůří, v geologické oblasti moladanubikum. Geologický vývoj území výrazně ovlivnila řeka Vltava, která zde vytvořila hluboké údolí Čertových proudů. Přibližně 1 km na jih od Bolešského rybníka se již vltavské údolí začíná otevírat. Lokalita je od západu ohraničena horami Kramolín (900 m n. m.) a Ostrý, od východu Šibeničním vrchem (737 m n. m.). Od severu k jihu ve směru toku Bolešského potoka je údolí otevřené a pozvolna klesá směrem k Vltavě. V podloží se nachází zejména prvohorní žuly a ruly. Dno údolí Bolešského potoka včetně lokality Bolešského rybníka je tvořeno smíšenými sedimenty.

4.5. Klimatické poměry

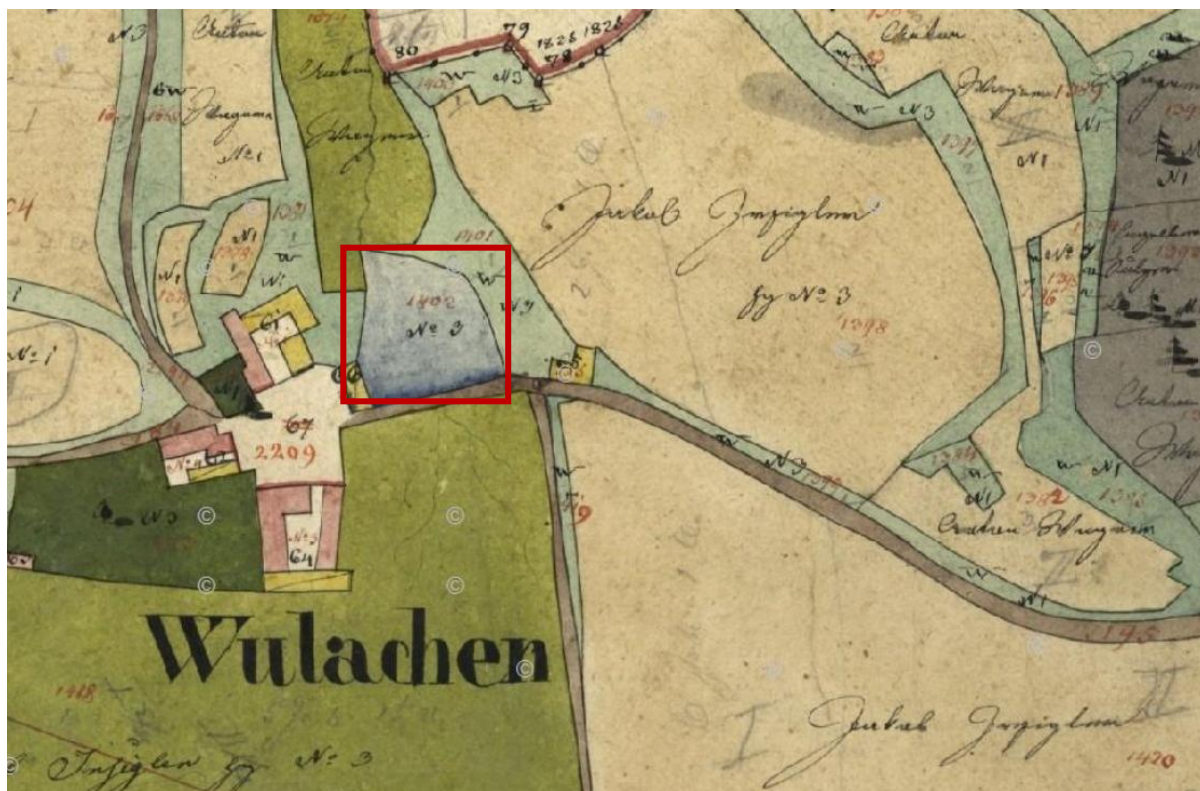
Lokalita leží v mírném podnebném pásu v nadmořské výšce 650 m n. m. Klimatické podmínky odpovídají poloze v Šumavském podhůří. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 6,5 °C, průměrný srážkový úhrn je 784 mm. [12] Údolí Vltavy je typické chladnějším počasím s inverzním charakterem přítomným zejména v podzimních měsících. Oblast Vyšebrodského průsmyku (Bolešský rybník spadá správně pod město Vyšší Brod) je ovlivněna teplým alpským prouděním. Tím je dáno i mírně teplejší klima Vyššího Brodu ve srovnání s jeho okolím⁵. [15]

4.6. Sídla

Osada Bolechy, v níž se Bolešský rybník nachází, spadá správně do k. ú. Bolechy, do správního území města Vyšší Brod. První zmínka o obci je ze 14. století, kdy byla převedena do majetku kláštera ve Vyšším Brodě. Jednalo se především o zemědělskou osadu, jejíž obyvatelstvo bylo tvořeno občany německé národnosti. Obec je na mapách označována historickým německým názvem Wulachen. V mapě stabilního katastru z roku 1826 jsou patrné 3 zemědělské usedlosti včetně v té době již vybudovaného Bolešského rybníka (Obr. 9). Na mapě je znázorněna i dnešní

⁵ Teplé klima Vyššího Brodu umožnilo v minulosti i pěstování vinné révy na exponovaných jižních svazích. [15]

místní komunikace vedoucí přes hráz. V místě levého zavázání však pokračovala dále směrem na východ až do obce Malšín. Současná silnice je dnes vedena po levém břehu rybníka. Nejvíce obyvatel měla osada před odsunem německého obyvatelstva v roce 1946. Žilo zde 29 obyvatel ve 4 domech. [16]. Z těch se do dnešní doby dochovaly pouze objekty č. p. 1 a č. p. 3, využívané dnes jako rekreační objekty. V původním stavu je pouze objekt č. p. 1.



Obrázek 9: Detail obce Bolechy a Bolešského rybníka, Stabilní katastr 1826 (zdroj: ČÚZK) [17]

Významný vliv na historii a vývoj lokality měl Cisterciácký klášter Vyšší Brod založený Rožmberky v roce 1259. Klášter spravoval rozsáhlé území a hospodařil na zemědělských i lesních pozemcích. Významný vliv měl i na budování vodních děl na spravovaném území. Klášter založil a vybudoval značné množství rybníků, které lze dnešní legislativou označit jako MVN. Velká část velmi malých vodních ploch zanikla v souvislosti s odsunem německého obyvatelstva po roce 1945, kdy byl veškerý majetek kláštera znárodněn. Po roce 1990 byl klášter v rámci restitucí navrácen Cisterciáckému řádu, který dnes území spravuje. Do jeho majetku spadá kromě velkého množství lesní i zemědělské půdy celkem 11 MVN s celkovou rozlohou kolem 18 hektarů. Nádrže jsou využívány zejména k chovu ryb.

4.7. Historie majetkových poměrů Bolešského rybníka

Prvním dohledatelným důkazem existence vodní nádrže v místě dnešního Bolešského rybníka je výše uvedená mapa stabilního katastru z roku 1826 (Obr. 9). Z mapy lze vyčíst číslo původního pozemkového katastru PK 1402. Toto číslo je dnes stále v katastru nemovitostí (dále též KN) používáno jako číslo parcelní (parc. č.). Zapsána je i příslušnost nádrže k objektu č. p. 3 (objekt patrný na mapě nad názvem Wulachen). Příslušnost ke statku č. p. 3 dokládá i z velké části

německy vedená knihovní vložka č. 83, k. ú. Bolechy, získaná z pozemkových knih z katastrálního pracoviště v Českých Budějovicích (Obr. 11 a 12). Parcela PK 1402 je zde vedena pod německým označením der Teich (rybník). V knihovní vložce jsou zapsány vlastnické vztahy rybníka mezi roky 1842 a 1959. V této době patřila nádrž německé rodině Fuxů⁶, která vlastnila též zmíněný dům č. p. 3 v osadě Bolechy. Dnes stojí na jejím místě rekreační objekt. Z bývalé usedlosti č. p. 3 se dodnes zachovala pouze kamenná kaplička stojící u cesty od usedlosti k rybníku. V knihovní vložce je uvedeno celkem pět převodů rybníka mezi jednotlivými členy rodiny. Poslední převod byl proveden 25. 7. 1921. (německy psaný, obtížně čitelný záznam). Rodina rybník vlastnila do roku 1945, kdy jí byl veškerý majetek dle dekretů č. 12/1945 Sb. a 108/1945 Sb. odebrán a rodina byla odsunuta do Německa.

Následně byl dle vyjádření katastrálního úřadu v Českém Krumlově rybník převeden do majetku Státního statku Kyselov (osada cca 2 km od Bolech). Po roce 1989 byla nádrž pod správou dalších státních institucí (např. Rybářství Nové Hradky, apod.) V roce 1997 připadl rybník do správy Státního pozemkového fondu. Ten jej následně převedl pod Zemědělskou vodohospodářskou správu. Po jejím zrušení v roce 2012 připadl rybník do majetku Povodí Vltavy, s. p.

Na ortofotomapě z roku 1952 (Obr. 10) je patrná menší plocha rybníka v porovnání s dnešním stavem. Rybník byl pravděpodobně zvětšen odtěžením sedimentů v místě přítoku v 60. letech minulého století⁷. Z tohoto období pochází i současné výpustné zařízení a bezpečnostní přeliv. Na snímku je také v té době ještě stojící objekt č. p. 3 viditelný i na mapě Stablního katastru (Obr. 9.).



Obrázek 10: Osada Bolechy s Bolešským rybníkem v roce 1952 (zdroj: ČÚZK) [18]

⁶ V některých záznamech knihovní vložky č. 83 psáno též jako Familie Fuchs.

⁷ Tato informace byla potvrzena i jedním z místních chatařů při návštěvě Bolešského rybníka dne 3. 3. 2021. Dle jeho vyjádření byl rybník rekonstruován v souvislosti s melioračními pracemi na okolních zemědělsky využívaných plochách.



KOPIE

577

A.

Číslo vložky knihovní: 83 Erbhof 172/42

Eingetragen in der Erbhöferolle von Bolešky

Katastrální obec: Bolešky

Konfiskován podle dekretu č. 12/1943 Sb. a č. 108/1945 Sb.

č. d. 1926-63

Soudní okres: Vyšší Brd. Český Krumlov

Bežné číslo	Číslo katastrální	Poznačení parcely (číslo domu, spíšeň vzdálenosti)	Bežné číslo	Číslo katastrální	Poznačení parcely (číslo domu, spíšeň vzdálenosti)
1	69	Číslo domu 18			
2	69	Číslo domu 18			
3	1064	Boleš			
4	1069	Boleš			
5	1070	Boleš			
6	1071	Boleš			
7	1072	Boleš			
8	1073	Boleš			
9	1074	Boleš			
10	1075	Boleš			
11	1076	Boleš			
12	1077	Boleš			
13	1078	Boleš			
14	1079	Boleš			
15	1080	Boleš			
16	1081	Boleš			
17	1082	Boleš			
18	1083	Boleš			
19	1084	Boleš			
20	1085	Boleš			
21	1086	Boleš			

83

Obrázek 11: Část otisku knihovní vložky č. 83, k. ú. Bolešky. Vyznačen je zápis Bolešského rybníka a údaje o konfiskaci majetku v roce 1945 (Zdroj: ČÚZK, katastrální pracoviště České Budějovice) [19]

B.

Vklad

Bežné číslo	
1	1. 17. Jänner 1886 AC 260 Hilfsgeld des Bauernbrotgesamts vom 17. Jänner 1886 zum Bau des Gemeindefriedhofes für <u>Friedrich Fux</u>
2	1. 17. Jänner 1886 AC 260 Hilfsgeld des Bauernbrotgesamts vom 17. Jänner 1886 zum Bau des Gemeindefriedhofes für <u>Adolf Fux</u> und seine Gattin <u>Margaretha Fux</u>
3	1. 17. Jänner 1889 AC 260 Hilfsgeld des Bauernbrotgesamts vom 17. Jänner 1889 zum Bau des Gemeindefriedhofes für <u>Anton Fux</u> und seine Gattin <u>Margaretha Fux</u>
4	1. 11. Jänner 1921 AC 44 Hilfsgeld des Bauernbrotgesamts vom 11. Jänner 1921 zum Bau des Gemeindefriedhofes für <u>Adalbert Fux</u>
5	1. 25. Jänner 1921 AC 237 Das Grundstück des verstorbenen <u>Anton Fux</u> veräußert an <u>Adalbert Fux</u> am 5. Jänner 1921 AC 314 Das Grundstück des verstorbenen <u>Anton Fux</u> veräußert an <u>Adalbert Fux</u> am 19. Jänner 1921 AC 238 Das Grundstück des verstorbenen <u>Anton Fux</u> veräußert an <u>Adalbert Fux</u> am 19. Jänner 1921 AC 238 Das Grundstück des verstorbenen <u>Anton Fux</u> veräußert an <u>Adalbert Fux</u> am 19. Jänner 1921 AC 238

83

Obrázek 12: Část otisku knihovní vložky č. 83, k. ú. Bolešky. Vyznačena jsou jména vlastníků Bolešského rybníka – německé rodiny Fuxů (Zdroj: ČÚZK, katastrální pracoviště České Budějovice) [19]

5. Stávající technický stav Bolešského rybníka

V této kapitole je popsán současný stav Bolešského rybníka zjištěný při jeho osobních návštěvách. Při nich jsem provedl dokumentaci všech funkčních objektů a přímého okolí hráze. Ze znalosti terénu jsem následně vycházel při návrhu variantních řešení bezpečnostního přelivu. Současný účel VD je dle provozního a manipulačního řádu vodohospodářský, ekologický a akumulační (stabilizace hladiny podzemní vody v okolí, zadržení vody v krajině, požární nádrž). [12] Jako požární nádrž byl dle mého názoru i rybník budován, v okolí osady Bolechy se žádný další vodní zdroj nenachází. Dalším způsobem využití mohlo být např. chov ryb a vodního ptactva. Všechny obrázky uvedené v této kapitole byly pořízeny autorem při prohlídce rybníka dne 3. 3. 2021.

5.1. Hráz a prostor zátopy

Hráz VD je zemní sypaná, pravděpodobně z místních materiálů. Délka v koruně je cca 55 m, její největší výška je 2,3 m (nade dnem koryta pod odpadem spodní výpusti). Sklon vzdušního ani návodního líce nelze vzhledem ke členitosti terénu a zanesení nádrže bahnem jednotně určit. Po koruně hráze vede místní asfaltová komunikace šířky 3,2 m. Hráz je celkově v dobrém stavu, problém představují 2 místa v prostoru výpustných zařízení. Prostup odpadního potrubí od bezpečnostního přelivu a požeráku je ve zcela nevyhovujícím stavu, vzdušní líc hráze je výrazně narušen. Hráz zde byla dosypána částečně stavební sutí a kamením pravděpodobně při výstavbě současného výpustného zařízení v 60. letech. Stav této části hráze bude vyřešen společně s rekonstrukcí výpustného zařízení. Dalším problematickým místem hráze je pravděpodobný výpustný objekt původní nádrže z 19. století. Ten se nachází cca 15 m od současného požeráku směrem k pravému zavázání. Jedná se o blíže nespecifikovaný objekt, který zabíhá z návodního líce cca 40 cm do nádrže. (Obr. 13). Existenci původní výpusti nelze s jistotou určit, situace bude jasnější až po vypuštění nádrže a odhalení objektu. Přítomnosti původního výpustného zařízení v tomto místě však nasvědčuje i fakt, že odpadní koryto je pod hrází výrazně zatočeno směrem k současné výpusti. Zlom pod hrází je přesně v místě, kde se nachází předpokládaná výpust původní. Hráz je v tomto zlomu narušena a vlivem proudící vody je v ní vytvořena mírná kaverna. Zda však původní výpustí voda z nádrže vytéká nelze s jistotou určit. Pokud tomu tak je, jedná se o velmi malé množství vody. Umístění původní výpusti v tomto místě nahrává i zakreslení dvou výtoků z VD na Základní mapě ČR 1:10 000. [13]

Obrázek 13: Praviděpodobné původní výpustné zařízení



Obrázek 14: Pohled do zátopy z pravého zavázání hráze

Nádrž má rozlohu cca 0,25 ha, její objem při současné provozní hladině je cca 2000 m³. [12] Nejhlubší místo u výpustného zařízení má hloubku 1,7 m k nánosům sedimentů. Původní hloubka nádrže byla přibližně 2,5 m - dle hloubky požeráku. Mocnost nánosů v tomto místě je tedy kolem 80 cm. Průměrná hloubka v nádrži se pohybuje kolem 1 m. Horní část je výrazněji zanesena sedimenty, v prostoru nátoky vzniká rozsáhlá šterková lavice postupně zarůstající rákosím. Hladina v den měření (3. 3. 2021) odpovídala kótě bezpečnostního přelivu – 650,18 m n. m. Běžná hladina je tedy cca 45 cm pod nejnižším místem koruny hráze. V severní části zátopy se nachází kruhový ostrůvek o průměru cca 7 m s několika stromy (Obr. 14). Před rozšířením v 60. letech 20. Století tvořil původní severní břeh nádrže. Břehy jsou porostlé především náletovou vegetací, na návodním líci hráze se nachází vzrostlé olše. V místě nátoky se nachází nefunkční betonová přehrážka původně zabraňující zanášení nádrže.

5.2. Spodní výpust

Spodní výpust tvoří betonový požerák s rozměry 1x0,8 m a hloubkou 2,5 m. Vrchol požeráku je na kótě 650,84 m n. m. Vzdouvání vody zajišťuje jednoduchá dlužová stěna šířky 40 cm (Obr. 15). Požerák má uzavřenou čelní stěnu, nátok je zajištěn pouze otvorem u dna nádrže (v současnosti zanesený). Z toho důvodu je požerák téměř nefunkční, nedochází k přepadu přes dluže a odtok je tvořen pouze malým množstvím vody prosakujícím přes nános sedimentů. Hlavní odtok z nádrže je proto zajišťován bezpečnostním přelivem. Odpad požeráku tvoří blíže nespecifikované potrubí. Na vzdušném líci pravděpodobně došlo k jeho zborcení a zasypaní. Voda proto volně vytéká z tělesa hráze. Přístup na požerák je zajištěn 2,5 m dlouhou lávkou z ocelových trubek a prken, která je v současnosti ve špatném technickém stavu (Obr. 16).

Obrázek 15: Šachta požeráku s jednoduchou dlužovou stěnou



Obrázek 16: Celkový stav požeráku s lávkou

5.3. Bezpečnostní přeliv a koryto pod hrází

Bezpečnostní přeliv je propustkový, jeho kapacita je zcela nevyhovující (cca $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$). [12] Přelivná hrana s betonovým spadištěm je umístěna na návodním líci pod lávkou k požeráku (Obr. 17). Tvoří ji dřevěné dluže šířky 60 cm, vrchol dluží je cca 45 cm pod nižším místem koruny hráze. Hloubka spadiště je cca 50 cm. Odpad tvoří betonová trouba DN500 navazující na spadiště. Vyústění odpadu do koryta pod hrází je v celkově špatném stavu (zasypaný odpad od požeráku, dosypaná hráz). Zcela chybí opevnění odpadního koryta a dochází tak k vymílání jemných zrn z tělesa hráze (Obr. 18). Dno odpadní trouby v místě vyústění je na kótě 648,99 m n. m. Na návodním líci hráze ústí do odpadní trouby směrem od levého zavází plastová trubka průměru cca 80 mm (Obr. 19) Jedná se pravděpodobně o drenážní potrubí zřízené při výstavbě bezpečnostního přelivu.

Koryto pod hrází má hloubku 0,7-1,0 m a je částečně zarostlé vegetací. Od vyústění odpadu bezpečnostního přelivu vede nejprve šikmo směrem k pravému zavázání hráze (do místa pravděpodobné historické výpusti) a následně se stáčí kolmo od hráze směrem na jih. Tato konfigurace předurčuje vyústění odpadu od navrhovaného průlehu v hrází, příp. bočního přelivu do místa zlomu v trase koryta (Obr. 20). Koryto dále pod hrází pokračuje napřímenou trasou upravenou v minulosti v rámci výše zmíněných meliorací.

Obrázek 17: Přelivná hrana a spadiště bezpečnostního přelivu



Obrázek 18: Vyústění odpadu od bezpečnostního přelivu a od požeráku (červeně)

Obrázek 19: Odpad přelivu po vodě - pohled ze spadiště, vpravo plastová drenážní trubka



Obrázek 20: Místo zlomu v trase odpadního koryta, pohled k levému závězu

6. Zkapacitnění bezpečnostního přelivu varianta A: sdružený objekt

V této části bakalářské práce jsou navržena a popsána jednotlivá variantní řešení zkapacitnění bezpečnostního přelivu a nutné rekonstrukce spodní výpusti. V úvodu je popsáno určení mezní bezpečné hladiny, které se týká i varianty průlehu v hrázi. Dále jsou uvedeny základní údaje o hrázi a nádrži po rekonstrukci VD.

6.1. Určení mezní bezpečné (MBH) a kontrolní maximální (KMH) hladiny

Současnou MBH VD Bolešský rybník lze uvažovat na nejnižším místě koruny hráze, tj. 650,64 m n. m. Po odečtení redukované výšky výběhu vlny 0,05 m je MBH stanovena na kótě 650,59. ⁸ KMH byla v posudku bezpečnosti VD určena jako hladina při průtoku Q_{20} na kótě 650,84. [12] Vzhledem k požadavku zabezpečit VD na průtok Q_{100} je KMH ještě vyšší a není tedy splněna podmínka $KMH \leq MBH$ ($650,84 \geq 650,59$) a VD není možno považovat za bezpečné.

Při návrhu obou variant bezpečnostního přelivu bylo počítáno s navýšením koruny hráze v jejím nejnižším místě na kótu 650,70 m n. m. (tj. o 6 cm). Vzhledem k nutnosti odstranění současných výpustných zařízení a zbudování nových bude v nejnižším místě hráze proveden její překop a při následném dosypávání hráze bude koruna navýšena. Po odečtení redukované výšky výběhu vlny 0,05 m je tedy MBH pro obě varianty přelivu stanovena na kótě **650,65 m n. m.**

KMH je maximální hladina v profilu hráze při průchodu návrhového průtoku $Q_{100} = 6,00 \text{ m}^3/\text{s}$ (výpočet viz kapitoly 6.4.1 a 7.2.1). Pro variantu A – sdružený objekt je KMH vypočtena na kótě 650,64, pro variantu B – průleh v hrázi na kótě 650,65. Pro obě varianty je tedy splněna podmínka $KMH \leq MBH$:

Varianta A: $650,64 \leq 650,65 \Rightarrow$ VYHOVUJE

Varianta B: $650,65 \leq 650,65 \Rightarrow$ VYHOVUJE

Vodní dílo je možné po rekonstrukci považovat za bezpečné. Mírně vyšší míru zabezpečení představuje varianta sdruženého objektu. Vzhledem k charakteru VD je však rozdíl zanedbatelný.

6.2. Základní údaje o VD po rekonstrukci

Uvedené hodnoty jsou společné pro obě variantní řešení bezpečnostního přelivu.

typ nádrže:	průtočná
délka hráze v koruně:	55,7 m
maximální výška hráze:	2,35 m - v místě současných výpustných zařízení
nejnižší místo koruny hráze:	650,64 m n. m. (současné) 650,70 m n. m. (po rekonstrukci)
kóta maximální hladiny H_{\max} :	650,65 m n. m. (po rekonstrukci), (odpovídá MBH)
kóta normální hladiny H_{nn} :	650,20 m n. m.

⁸ Norma ČSN 75 2410 stanoví pro podmínky VD Bolešský rybník výšku výběhu vlny 0,42 m. Redukovaná výška 0,05 m byla stanovena po zohlednění situace na VD na základě podmínky uvedené v kapitole 1 předmětné normy: „Pro velmi malá vodní díla s celkovým objemem do 5000 m³ se doporučuje normu použít přiměřeně dle místních podmínek.“ [3]

zatopená plocha při H_{nn} :	2650 m ²
zatopená plocha při H_{max} :	3100 m ²
zatopený objem při H_{nn} :	cca 2000 m ³
zatopený objem při H_{max} :	cca 3000 m ³
návrhový průtok:	$Q_{100} = 6,0 \text{ m}^3/\text{s}$

6.3. Popis konstrukčního řešení

6.3.1. Stavební objekt 01 – Hráz

Úpravy hráze budou prováděny pouze v rámci výstavby navrženého sdruženého objektu v místě současných výpustných zařízení. Za účelem jejich demolice a zbudování sdruženého objektu bude proveden překop hráze. Před zahájením prací bude odtěženo těleso místní komunikace (mocnost cca 20 cm – odhad) a provedena sanace dřevin na tělese hráze (viz tabulka 3). Svahy překopu budou ve sklonu 1:1 a rozděleny lavičkami šířky 1 m (viz výkres A. 5). Celková hloubka překopu v ose hráze bude 2,7 m. Při jeho hloubení bude odtěžen nevyhovující materiál (částečně stavební suť) a budou odstraněny betonové objekty současné spodní výpusti a bezpečnostního přelivu. Po dokončení překopu bude zahájena výstavba sdruženého objektu. Po jeho dokončení bude překop postupně zasypáván (hutnění po vrstvách max. 20 cm, u stěn odpadu sdruženého objektu dohutnit ručně). Pro dosypání tělesa hráze bude využita původní vhodná vytríděná zemina, příp. bude zřízen malý zeminík na konci zátopy po odtěžení sedimentů. Za tímto účelem je nutné před zahájením prací provést podrobnější průzkum. Po dosypání tělesa hráze bude obnoven povrch místní asfaltové komunikace v délce 11 m (šířka 3,2 m). Návodní líc dosypané části hráze bude opevněn pohozelem z lomového kamene fr. 63-125 mm, tl. 200 mm, příp. lze dle situace po odtěžení sedimentů zřídit opěrnou kamennou patku. Kamenný pohoz bude doplněn i na zbývající část návodního líce hráze (viz výpočet kubatur v kapitole 6.5.6).

Tabulka 3: Kácené dřeviny pro variantu sdruženého objektu

Druh stromu	počet	průměr kmene ve výšce 1,3 m (cm)	číslo pozemku dle KN	Nutné povolení
olše lepkavá	2	20	203/1	NE
topol osika	1	10	203/1	NE
topol osika	1	15	203/1	NE
topol osika	7	8	203/2	NE
Celkem	11	dále drobné náletové dřeviny a keře		

6.3.2. Stavební objekt 02 – Sdružený objekt

Vzhledem k nutnosti provést spolu se zkapacitněním bezpečnostního přelivu i rekonstrukci spodní výpusti byla jako optimální zvolena varianta sdruženého objektu. Jeho návrhu nahrává i fakt, že po hrázi prochází komunikace, která nebude díky uzavřenému odpadu sdruženého objektu nijak ovlivněna. Kompletní stavební řešení sdruženého objektu je obsahem výkresu A. 6. Celý sdružený objekt je navržen v jednotném sklonu 1,5 % a je rozdělen na následující funkční zařízení:

Spodní výpust – požerák

Jako spodní výpust je navržen otevřený prefabrikovaný požerák (Prefa Hubenov) s vnějšími rozměry 750x750 mm a výškou 2600 mm. Požerák bude umístěn v čele sdruženého objektu a při betonáži bude výztuží propojen s jeho čelní zdí. K regulaci hladiny vody v nádrži slouží dvojitá dlužová stěna šířky 450 mm. Pod návodní dlužovou stěnou bude osazen železný vtokový rošt umožňující vypouštění vody ze dna nádrže. Požerák bude proti neoprávněné manipulaci s dlužemi opatřen poklopem s visacím zámkem. Základ požeráku tvoří železobetonový blok výšky 400 mm s přesahem 200 mm. Požerák bude dle pokynů výrobce uložen na vyztužený podkladní beton tl. 100 mm a zakotven pomocí 4 roxor do základu v délce 400 mm. Šachta požeráku bude propojena se spadištěm bezpečnostního přelivu plastovou troubou DN 400 délky 450 mm osazenou při výrobě. Trouba bude zabetonována do čelní zdi spadiště přelivu. Dno nádrže u vtoku do požeráku bude opevněno kamennou dlažbou do štěrkového lože. Napojení nově vyhloubené rybniční stoky bude vyřešeno na místě dle situace po odtěžení sedimentů (viz kapitola 8.2.1).

Přístup k požeráku bude zajištěn 6 m dlouhou lávkou s jednostranným zábradlím. Šířka lávky je dle šířky požeráku navržena 0,75 m. Lávka bude na tělese hráze podepřena betonovým blokem s rozměry 500x300x1000 mm vzdáleným 1,9 od osy komunikace v koruně hráze. Další opěry lávky jsou tvořeny čelními zdmi spadiště bezpečnostního přelivu. Konstrukce lávky je navržena z ocelových U profilů spojených přivařenými I profily. Pochozí část lávky je z dřevěných fošen.

Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv má železobetonovou monolitickou konstrukci s půdorysnými rozměry 2,6x4,8 m s tloušťkou stěn 300 mm. Dvě rovnoběžné přelivné hrany jsou umístěny kolmo na těleso hráze tak, aby voda do spadiště přepadávala z boků. Spadiště je navrženo jako tuhý monolitický U rám s čelními monolitickými zdmi. Dvě přelivné hrany, každá délky 4,2 m, jsou umístěny na kótě 650,20 m n. m. (tj. na kótě normální hladiny). Přelivné hrany jsou tvořeny plastovou troubou DN 300, která bude při výstavbě sloužit jako ztracené bednění. Trouba bude podélně rozříznuta a přikotvena výtuží ke stěně spadiště a následně vyplněna tlakovým betonem. Dno spadiště je železobetonové monolitické tl. 300 mm. Největší hloubka spadiště je 1,76 m od přelivné hrany, jeho šířka je 2 m. Čelní zdi spadiště jsou dobetonovány 290 mm nad úroveň přelivné hran a slouží jako opěry pro lávku k požeráku.

Odpad sdruženého objektu

Odpad sdruženého objektu je uzavřený, tvořený prefabrikovanými železobetonovými propustky typu Beneš s rozměry 2,0 x 1,0 x 1,18 m (světlá šířka x světlá výška x délka). Svislé stěny propustků mají tloušťku 200 mm, podstavy 220 mm. Navrženo je 7 kusů, což odpovídá celkové délce odpadu 8,26 m. Propustky budou uloženy na podkladní beton tl. 180 mm sloužící k vyrovnání povrchu a vytvoření spádu 1,5%. Tloušťka podkladního betonu byla navržena tak, aby základová spára sdruženého objektu byla v jedné rovině bez stupňů. Vzhledem k malé výšce hráze a tím malému spádu hladin není nutné provádět skloněné obetonování propustků za účelem lepšího

těsnění mezi tělesem hráze a betonem. Pro zajištění těsnění budou propustky před dosypáním tělesa hráze natřeny jílovým mlékem. Propustky končí přibližně v místech vyústění odpadu současného bezpečnostního přelivu. Pod posledním propustkem je navržen zavazovací pas hloubky 1 m sloužící k zajištění propustků proti posunutí. Pas je zavázán 1 m do břehů. Výtok z odpadu je ve dně opatřen kamennými rozražeči zapuštěnými ze 2/3 výšky do betonového lože tl. 400 mm. Jako rozražeče mohou být částečně využity vytríděné kameny z odtěžené části tělesa hráze, příp. lomový kámen min. velikosti 400 mm. Stěny výtoků tvoří kamenné zdivo na cementovou maltu tl. 300 mm vyzděné jako přechodová plocha. Zdivo je proti posunutí zajištěno lichoběžníkovým betonovým pasem tl. 300 mm s šířkou ve dně 2 m sklonem svahů 1:2 (viz výkres A. 6). Za zavazovacím pasem je provedena kamenná patka sloužící jako práh vývaru. Patka zajišťuje stabilitu zavazovacího při případné zpětné erozi. Dále navazuje nově vyhloubené odpadní koryto.

6.3.3. Stavební objekt 03 – Nové koryto pod hrází

Vzhledem k výraznému zlomu v trase původního koryta pod hrází bylo přikročeno k napřímení jeho trasy a návrhu nového koryta. Původní koryto by bylo vzhledem k delšímu odpadu sdruženého objektu oproti současnému bezpečnostnímu přelivu možné využít jen velmi obtížně. V případě významnějšího povodňového průtoku by navíc zcela jistě došlo k poškození koryta a jeho vymletí v místě zlomu trasy. Nové koryto je navrženo jako lichoběžníkové s šířkou ve dně 2 m a sklonem břehů 1:2. Hloubka koryta je 40 cm a je dostatečná pro převedení průtoku Q_{100} (výpočet viz kapitola 6.4.3). Sklon nového koryta je vzhledem k velké sklonitosti terénu navržen 9,3% tak, aby niveleta dna respektovala dno původního koryta v místě jeho napojení na nové. Opevnění koryta je navrženo pohozelem z lomového kamene fr. 0-125 mm, tl. 200 mm v délce 2 m pod kamennou patku pod posledním zavazovacím pasem. Opevnění má sloužit k zajištění stability koryta bezprostředně pod vyústěním odpadu sdruženého objektu při běžných průtocích. Zbylá část nového koryta v délce 23,5 m nebude opevňována a předpokládá se postupný zárůst vegetací a vytvoření přirozeného vzhledu koryta. Vzhledem k velkému sklonu nivelety a návrhovému rychlostem nebude koryto stabilní při zvýšených průtocích. Pro zajištění stability koryta by bylo nutno navrhnout těžké opevnění, např. kamennou dlažbou do betonu. Vzhledem k situaci v terénu (otevřený prostor, nevyužívaná louka) je však takovéto opevnění nepřiměřené a s ohledem na estetickou a především finanční stránku nebylo navrženo. Případné destrukce koryta povodňovými průtoky nepředstavují zásadní problém a lze je snadno vyřešit drobnými terénními úpravami. Současné koryto pod hrází není rovněž v celé své délce nijak opevněno. Bezpečnost sdruženého objektu proti případné zpětné erozi je zajištěna popsány zavazovacími pasy a kamenným prahem. Zemina vytěžená při hloubení nového koryta bude využita k zasypání původní trasy, na březích budou vysazeny dřeviny.

6.4. Hydrotechnické výpočty

Obsahem této kapitoly jsou všechny potřebné výpočty pro návrh všech částí sdruženého objektu a úprav koryta pod hrází. V úvodu každého výpočtu jsou uvedeny informace k použitým výpočtovým metodám a použité vzorce.

6.4.1. Bezpečnostní přeliv

Délka přelivné hrany potřebná pro převedení návrhového průtoku Q_{100} byla určena pomocí rovnice nezatopeného přepadu se zohledněním tvaru přelivné hrany, hloubky vody před přelivem a vlivu bočních kontrakcí.

Rovnice 1: **Rovnice nezatopeného přepadu**

$$Q = m \cdot b_0 \cdot \sqrt{2g} \cdot h_0^{3/2} = \frac{2}{3} \mu_p \cdot b_0 \cdot \sqrt{2g} \cdot h_0^{3/2}$$

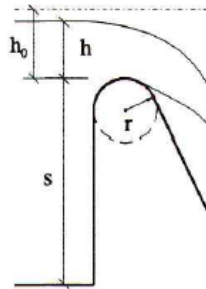
Q návrhový průtok [m^3/s]

m, μ_p součinitel přepadu [-]

b_0 účinná šířka přelivu se zohledněním boční kontrakce [m]

h_0 výška přepadového paprsku [m] (nádrž => přítoková rychlost $v \approx 0$ m/s) => $h_0 = h$

g tíhové zrychlení [m/s^2]



Obrázek 21: Schéma pro výpočet součinitele přepadu dle Kramera [21]

Rovnice 2: **Výpočet součinitele přepadu dle Kramera**

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

μ_p součinitel přepadu [-]

h přepadová výška [m]

r poloměr přelivné hrany [m]

s hloubka vody před přelivem [m]

Rovnice 3: **Výpočet účinné šířky přelivu**

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

b_0 účinná šířka přelivu se započtením vlivu bočních kontrakcí [m]

b konstrukční délka přelivné hrany [m]

ξ součinitel tvaru pilíře [-]

Tabulka 4: **Vstupní hodnoty pro výpočet bezpečnostního přelivu**

Q	6,00	m ³ /s	návrhový průtok Q ₁₀₀
g	9,81	m/s ²	tíhové zrychlení
h	0,45	m	určena jako rozdíl MBH a H _{nn}
s	1,70	m	vychází z konstrukčního návrhu
r	0,15	m	vychází z konstrukčního návrhu
n	4	-	počet bočních kontrakcí
ξ	1	-	pravoúhlý pilíř

Určení součinitele přepadu dle rovnice 2:

$$\mu_p = 1,02 - \frac{1,015}{\frac{0,45}{0,15} + 2,08} + \left(0,04 \cdot \left(\frac{0,45}{0,15} + 0,19\right)^2\right) \cdot \frac{0,15}{1,70} = 0,86 [-]$$

$$m = \frac{2}{3} \cdot \mu_p = \frac{2}{3} \cdot 0,856 = \mathbf{0,57} [-]$$

Délka přelivné hrany bez vlivu kontrakcí (odvozeno z rovnice 1):

$$b = \frac{Q}{m \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}} = \frac{6,00}{0,57 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,45^{3/2}} = 7,87 \text{ m}$$

Na základě iterace v programu MS Excel byla určena konstrukční délka přelivné hrany **b = 8,4 m**.

odtud účinná šířka přelivu a návrhový průtok:

$$b_0 = 8,4 - 0,1 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 0,45 = \mathbf{8,22 \text{ m}}$$

$$Q = 0,57 \cdot 8,22 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,45^{3/2} = \mathbf{6,27 \text{ m}^3/\text{s}}$$

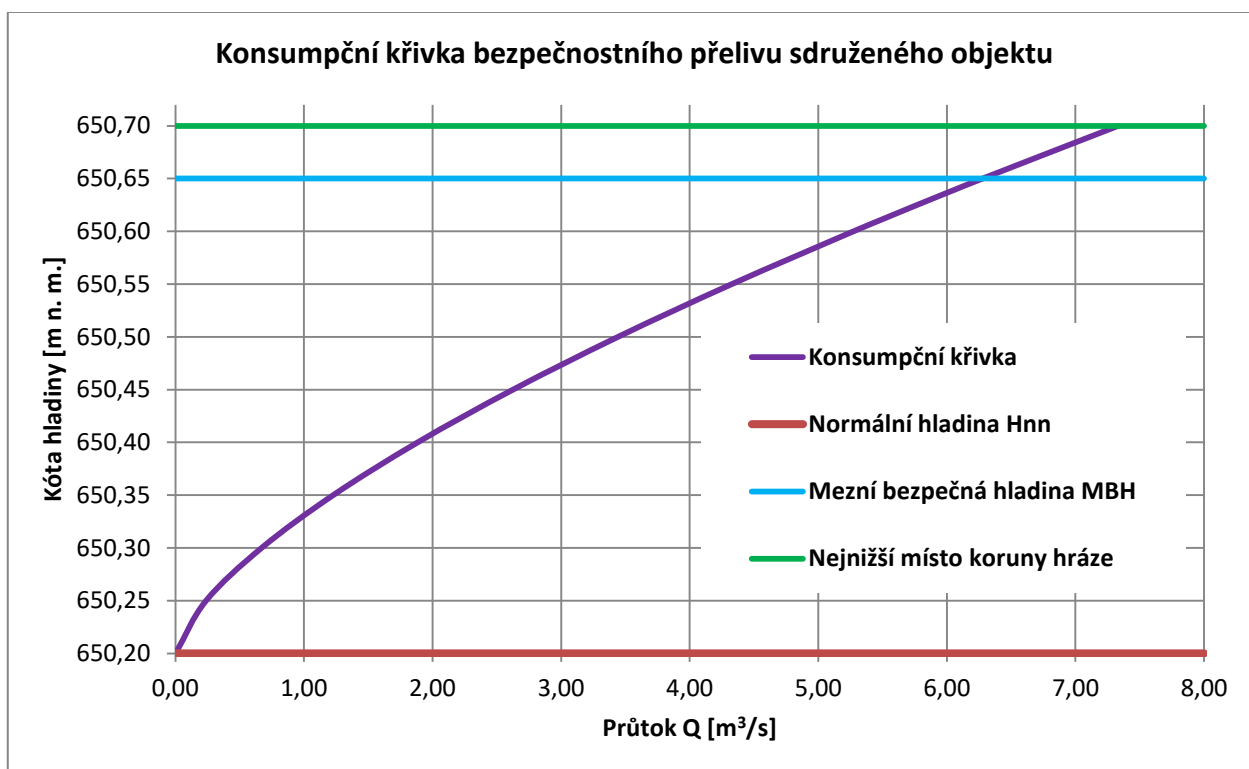
$$Q \geq Q_{100} \quad 6,26 \geq 6,00 \quad \mathbf{Návrh\ vyhovuje}$$

Navržena je přelivná hrana o délce 8,4 m (2 rovnoběžné hrany, každá o délce 4,2 m).

V tabulce 5 je uveden výpočet průtoku přelivem sdruženého objektu pro rozmezí normální hladiny H_{nn}=650,20 m n. m. a kóty nejnižšího místa koruny hráze 650,70 m n. m. Výpočtem byla určena KMH na kótě 650,64 m n. m. Na základě výše uvedeného návrhu přelivné hrany byla stanovena konsumpční křivka navrženého bezpečnostního přelivu (obr. 22).

Tabulka 5: Výpočet průtoku přelivem sruženého objektu

kóta hladiny v nádrži	součinitel přepadu	přepadová výška	délka přelivné hrany	průtok
H [m n. m.]	m [-]	h [m]	b_0 [m]	Q [m ³ /s]
650,20	0,35	0,00	8,40	0,00
650,25	0,40	0,05	8,38	0,24
650,30	0,44	0,1	8,36	0,67
650,35	0,46	0,15	8,34	1,22
650,40	0,49	0,2	8,32	1,88
650,45	0,51	0,25	8,30	2,62
650,50	0,53	0,3	8,28	3,44
650,55	0,54	0,35	8,26	4,32
650,60	0,56	0,4	8,24	5,27
650,64	0,57	0,44	8,22	6,07
650,65	0,57	0,45	8,22	6,27
650,70	0,58	0,5	8,20	7,33



Obrázek 22: Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu sruženého objektu

Vzhledem ke stavebnímu charakteru přelivu sruženého objektu není nutné dále posuzovat poměry ve spadišti. Přepad bude vzhledem k výšce přelivné hrany nade dnem spadiště (min. 1,7 m) nezatopený. Spadiště i rámy jsou navrženy v jednotném sklonu 1,5 %. Z následujících výpočtů vyplývá, že jde o sklon nadkritický a v odpadu bude bystřinné proudění. K ověření nezatopeného přepadu byla stanovena kritická hloubka v rámových propustcích.

Rovnice 4: **Výpočet kritické hloubky pro obdélník**

$$y_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot b^2}}$$

- y_k kritická hloubka [m]
- α Coriolisovo číslo [-]
- Q průtok [m^3/s]
- g tíhové zrychlení [m/s^2]
- b šířka koryta [m]

Tabulka 6: **Vstupní hodnoty pro výpočet kritické hloubky**

α	1,00	-	Coriolisovo číslo
Q	6,00	m^3/s	návrhový průtok Q_{100}
g	9,81	m/s^2	tíhové zrychlení
b	2,00	m	světlná šířka rámu

odtud

$$y_k = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 6^2}{9,81 \cdot 2^2}} = \mathbf{0,97 \text{ m}}$$

$y_k \ll$ Hloubka spadiště $0,97 \ll 1,70$ => Dokonalý přepad

6.4.2. Odpad od bezpečnostního přelivu – Rámové propustky

Odpad od sdruženého objektu je navržen jako uzavřený, tvořený sedmi Benešovými rámy. Sklon odpadu je 1,5 %. Rámy je nutno navrhnout tak, aby v nich bylo proudění s volnou hladinou a to i při průtoku Q_{100} . Pro návrh byly vybrány typizované propustky dodávané společností Prefa Žatec a posouzeny pomocí rovnic pro proudění v otevřeném korytě. Průtok odpadem sdruženého objektu se vypočte pomocí následujících vztahů:

Rovnice 5: **Rovnice kontinuity**

$$Q = v \cdot S$$

- Q průtok profilem [m^3/s]
- v rychlost proudění [m/s]
- S průtočná plocha koryta [m]

Rovnice 6: **Hydraulický poloměr**

$$R = \frac{S}{O}$$

- R hydraulický poloměr [m]
- O omočený obvod [m]

Rovnice 7: **Chézyho rovnice**

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

c Chézyho rychlostní součinitel [$m^{0,5}/s$]

i sklon čáry energie [-] (uvažuje se podélný sklon dna)

Rovnice 8: **Odvozený vztah pro Manningův drsnostní součinitel**

$$c = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

n Manningův drsnostní součinitel [-]

Pomocí uvedených vztahů byla vypočtena konsumpční křivka rámových propustků. Hodnota Manningova drsnostního součinitele **n** byla uvažována 0,012 (hladký beton) a sklon **i** jako 0,015 (tj. 1,5%). Hodnoty **S** a **O** byly určeny pomocí vzorců pro obdélník z hloubky **v** korytě **y** [m].

Tabulka 7: **Výpočet kapacity odpadu sdruženého objektu**

y [m]	S [m ²]	O [m]	R [m]	c [m ^{0,5} /s]	v [m/s]	Q [m ³ /s]
0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,20	2,20	0,09	55,88	2,06	0,41
0,20	0,40	2,40	0,17	61,82	3,09	1,24
0,30	0,60	2,60	0,23	65,27	3,84	2,30
0,40	0,80	2,80	0,29	67,63	4,43	3,54
0,50	1,00	3,00	0,33	69,39	4,91	4,91
0,60	1,20	3,20	0,38	70,77	5,31	6,37
0,70	1,40	3,40	0,41	71,88	5,65	7,91
0,80	1,60	3,60	0,44	72,80	5,94	9,51
0,90	1,80	3,80	0,47	73,58	6,20	11,16
1,00	2,00	4,00	0,50	74,24	6,43	12,86

>Q₁₀₀

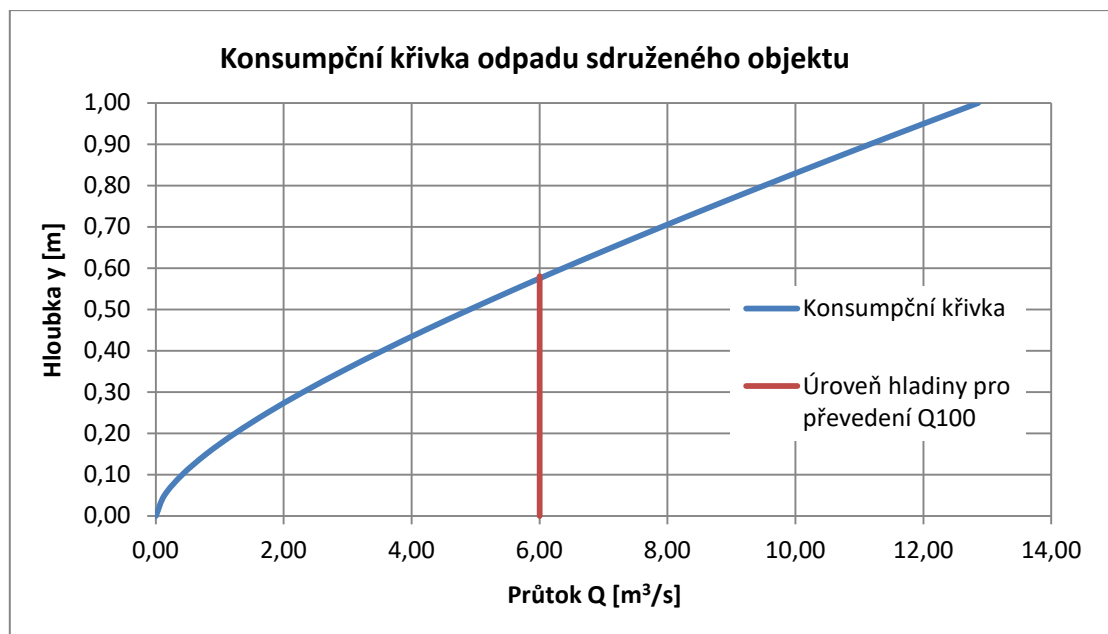
>Q₁₀₀

>Q₁₀₀

>Q₁₀₀

>Q₁₀₀

Z tabulky 7 vyplývá, že ani při průtoku Q₁₀₀ nedojde k zahlcení rámových propustků. Hloubka vody v odpadu při návrhovém průtoku bude 0,58 m. Kapacita odpadu je při světlé výšce rámu 1 m 12,86 m³/s. Návrh typizovaných propustků tedy splňuje podmínky proudění s volnou hladinou. Z vypočtených hodnot byla sestavena konsumpční křivka odpadu sdruženého objektu (obr. 23).



Obrázek 23: Konsumpční křivka odpadu od sdruženého objektu

6.4.3. Nové koryto pod hrází

Z důvodů popsaných v kapitole 6.3.3 bude zbudováno nové koryto pod hrází. To má být navrženo tak, aby jeho kapacita byla dostatečné pro převedení průtoku Q_{100} . Geometrický návrh příčného řezu koryta vychází z přibližných rozměrů koryta stávajícího v místě jeho napojení na nové. Výpočtem tedy bude ověřena i kapacita stávajícího koryta dále pod hrází. Šířka koryta ve dně vychází z jeho vhodného napojení na odpad sdruženého objektu. Výpočet je proveden pro proudění s volnou hladinou pomocí rovnic 5-8 uvedených v předchozí kapitole.

Navrženo je lichoběžníkové koryto s šířkou ve dně 2 m, sklon břehů 1:2 a hloubkou 40 cm. Sklon nivelety dna byl určen na základě výškových poměrů v území jako 9,3 % (tj. 0,093). Niveleta byla navržena tak, aby došlo k jejímu plynulému napojení na původní koryto na kótě 645,80 m n. m. Značná sklonitost území byla ověřena i pomocí analýzy výškopisu na internetových stránkách ČÚZK. [13]

Tabulka 8: Vstupní hodnoty pro výpočet kapacity navrženého koryta

Q	6,00	m^3/s	návrhový průtok Q_{100}
b	2,0	m	šířka koryta ve dně
n	2	-	sklon břehů 1:2
h	0,4	m	hloubka koryta
b₁	0,8	m	vodorovný průmět břehu
B	3,6	m	maximální šířka koryta (v hladině pro $Q_{kapacitní}$)
i	0,093	-	sklon nivelety (dle výškových poměrů)
n	0,025	-	drsnot (umělé koryto, částečně zarostlé)

Rovnice 9: **Průtočná plocha pro lichoběžník**

$$S = \frac{(b + B) \cdot h}{2} = \frac{(2 + 3,6) \cdot 0,4}{2} = 1,12 \text{ m}^2$$

Rovnice 10: **Omočený obvod pro lichoběžník**

$$O = b + 2 \cdot \sqrt{b_1^2 + h^2} = 2 + 2 \cdot \sqrt{0,8^2 + 0,4^2} = 3,79 \text{ m}$$

odtud:

$$R = \frac{1,12}{3,79} = 0,30 \text{ m}$$

$$c = \frac{1}{0,025} \cdot 0,3^{1/6} = 32,73 \text{ m}^{0,5}/\text{s}$$

$$v = 32,73 \cdot \sqrt{0,30 \cdot 0,093} = 5,46 \text{ m/s}$$

$$Q = 5,46 \cdot 1,12 = \mathbf{6,12 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q \geq Q_{100} \quad 6,12 \geq 6,00 \quad \mathbf{\text{Návrh vyhovuje}}$$

Navržený příčný profil je dostatečně kapacitní pro převedení návrhového průtoku Q_{100} . Pomocí Froudova čísla byl určen režim proudění. Uveden je jeho výpočet pro průtok Q_{100} .

Rovnice 11: **Určení režimu proudění pomocí Froudova čísla**

$$Fr = \frac{\alpha \cdot v}{\sqrt{g \cdot \frac{S}{B}}} = \frac{1 \cdot 5,46}{\sqrt{9,81 \cdot \frac{1,12}{0,8 + 2 + 0,8}}} = \mathbf{3,13 [-]}$$

Fr Froudovo číslo [-]

B šířka v hladině [m]

$Fr > 1 \Rightarrow$ v korytě je **Bystřinné proudění**

Z výpočtů vyplývá, že jak v odpadu sdruženého objektu, tak v korytě pod hrází bude bystřinné proudění. Z tohoto důvodu není pod odpadem navržen vývar. Ke vzniku vodního skoku vůbec nedojde a dále v korytě bude pokračovat bystřinné proudění. K utlumení kinetické energie vody je navrženo bezvývarové řešení s kamennými rozražeči popsané v kapitole 6.3.2.

6.5. Výpočet objemu hlavních prací

V této kapitole jsou uvedeny přibližné objemy základních materiálů, které budou pro stavbu využity, a objemy zemin, se kterými bude manipulováno. Vypočtené hodnoty mohou sloužit jako podklad pro stanovení přibližných nákladů na stavbu. Výpočet neobsahuje stanovení kubatur sedimentů, které bude nutné odtěžit z prostoru zátopy (bude součástí projektu odbahnění nádrže), ani kubatury materiálů pro obnovu místní komunikace.

6.5.1. Kubatury hráze

Před demolicí stávajících výpustných zařízení bude zřízen překop hrází (viz výkres A. 5). V překopu bude později provedena výstavba odpadu od sdruženého objektu. Část odtěženého materiálu ze současného tělesa hráze nebude možné využít pro zpětné zasypání překopu (kameny, stavební suť – viz kapitola 5.1). Podíl této zeminy byl určen jako 30% z celkového objemu zeminy z překopu (odhad). Vzhledem k umístění rámových propustků a spadiště bezpečnostního přelivu částečně do tělesa hráze je objem zeminy pro dospání překopu nižší, než objem zeminy odtěžené. Uvedené hodnoty byly odměřovány z řezů hrází v programu AutoCAD.

Objem zeminy odtěžené z překopu:	155 m ³
Z toho lze využít 70%:	108 m ³ (odhad)
Objem zeminy potřebné na dosypání tělesa hráze:	115 m ³ (po zřízení odpadu sdruženého objektu)

Z výše uvedených kubatur vyplývá, že po vytřídění zeminy z tělesa hráze bude chybět na jeho dosypání přibližně 7 m³. Jako chybějící zemina bude použit výkopek z hloubení nového odpadního koryta pod hrází. (viz kapitola 6.5.4). Vhodnost této zeminy pro použití v tělese hráze bude určena základním hydrogeologickým průzkumem.

6.5.2. Demolice stávajících objektů

Demolice se týká odtěžení tělesa místní komunikace v místě překopu hráze v délce 10,8 m (šířka 3,2 m, mocnost uvažována 0,2 m). Dále bude provedena demolice betonových objektů současných výpustných zařízení (tab. 9). Odpadní potrubí spodní výpusti není do výpočtu zahrnuto (není možné zjistit jeho dimenzi, ani materiál).

Demolice místní komunikace: asfaltobeton + štěrkové lože: 6,9 m³

Tabulka 9: Demolice betonových konstrukcí

požerák	1,45	m ³
spadiště BP	0,50	m ³
základ lávky	0,37	m ³
odpadní potrubí BP	0,50	m ³
Celkem	2,82	m ³

Celková kubatura demolice je přibližně 9,7 m³.

6.5.3. Kubatury betonu

Na základě výkresové dokumentace sdruženého objektu byl stanoven celkový objem betonu pro stavbu (tab. 10). Ve výpočtu jsou zvlášť uvedeny monolitické konstrukce a zvlášť konstrukce prefabrikované (rámové propustky a požerák).

Tabulka 10: Kubatury betonu pro sdružený objekt

Monolitické konstrukce		
základ požeráku	0,44	m ³
čelní zdi spadiště	2,52	m ³
spadiště - U rám	8,95	m ³
podkladní beton - propustky, spadiště	5,37	m ³
vývařiště	1,62	m ³
zavazovací pasy	2,18	m ³
základ lávky	0,15	m ³
Celkem monolit	21,23	m³
Prefabrikované konstrukce		
Rámový propustek "Beneš" - 7 ks	16,11	m ³
Požerák - 1 ks	0,64	m ³
Celkem prefabrikáty	16,75	m³

Celkové množství betonu pro stavbu sdruženého objektu je přibližně 38 m³.

6.5.4. Kubatury nového koryta

Objem zeminy vytěžené při hloubení nového koryta byl přibližně stanoven z příčného řezu. Zemina bude využita pro dosypání tělesa hráze v místě překopu a částečně pro zasypání původního koryta.

Zemina vytěžená při hloubení nového koryta:	54,6 m ³
Z toho využito na dosypání tělesa hráze:	7,0 m ³
Z toho využito na zasypání původního koryta:	47,6 m ³
Zemina potřebná na zasypání původního koryta:	63,7 m ³
Chybějící objem zeminy pro zasypání původního koryta:	16,1 m ³

Jako chybějící zeminu pro zásyp původního koryta lze využít část sedimentů odtěžených z prostoru zátopy, příp. nevyhovující zeminu vytříděnou z překopu hrází.

6.5.5. Kubatury opěrných zdí

Opěrné zdi budou zajišťovat přechod mezi Benešovými rámy a nově vyhloubeným odpadním korytem. Budou vyzděny z lomového kamene na cementovou maltu jako přechodová plocha. Tloušťka zdí bude 300 mm.

Kamenné zdivo na cementovou maltu:	1,1 m ³
------------------------------------	--------------------

6.5.6. Kubatury opevnění koryta a návodního líce hráze

Nově vyhloubené koryto bude v délce 2 m opevněno pohozelem z lomového kamene fr. 63-125 mm, tloušťka pohozele je navržena 200 mm.

Lomový kámen fr. 63-125 mm 1,5 m³

Stejným způsobem bude opevněn návodní líc dosypané části hráze. Stejně opevnění bude použito i na zbylou část návodního líce v celé délce hráze. Celková plocha návodního líce hráze opevněná tímto pohozením je přibližně 241 m² (odměřeno ze situace).

Lomový kámen fr. 63-125 mm 48,2 m³

Vtok do požeráku bude opevněn kamennou dlažbou uloženou do šterkového lože tl. 200 mm. Vtok bude opevněn přibližně do vzdálenosti 1,2 m před požerákem.

Lomový kámen tl. 100 mm, půdorysně 100x100 mm 0,15 m³

Ke stabilizaci odpadu sdruženého objektu je navržen těžký zához z lomového kamene o hmotnosti min. 200 kg.

Lomový kámen min. hmotnost 200 kg 1,8 m³

Celkový přehled zemních prací a potřebných materiálů pro výstavbu sdruženého objektu je uveden v následující tabulce.

Tabulka 11: **Kubatury sdruženého objektu - přehled**

Výkopy celkem (překop hrází a hloubení koryta)	209,6	m ³
Násypy celkem (dosypání tělesa hráze, zasypání pův. koryta)	178,7	m ³
Stavební suť (demolice, nevyhovující zemina z překopu)	56,7	m ³
Chybějící zemina pro násypy	16,1	m ³
Železobeton – monolit	21,2	m ³
Železobeton – prefabrikáty	16,8	m ³
Kamenné zdivo na cementovou maltu	1,1	m ³
Lomový kámen tl. 100 mm, půdorysně 100x100 mm	0,2	m ³
Lomový kámen fr. 63-125 mm	49,7	m ³
Lomový kámen min. hmotnost 200 kg	1,8	m ³

6.6. Majetkoprávní vztahy

Všechny stavbou dotčené pozemky jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 12: **Dotčené pozemky pro variantu A – sdružený objekt** (informace převzaty z KN) [20]

Parcelní číslo	k. ú.	číslo LV	výměra (m ²)	druh pozemku	Vlastnické právo	Způsob ochrany
st. 203/1	Bolechy [687111]	302	385	zastavěná plocha a nádvoří	Česká republika - Povodí Vltavy, s. p., Holečkova 3178/8, Smíchov, 150 00, Praha 5	Věcné břemeno ve prospěch nemovitosti neevidované v katastru
st. 203/2			192			-
st. 203/4			29			-
1402			1827	-		
1374/8			2009	-		
1374/9			661	-		
1418/12		232	1078	vodní plocha	SJM Stiskala František a Stiskalová Anna, č.p. 45, Malšín 382 73	-
1418/13			34209			-
1418/19			3678			trvalý travní porost

Vlastníky pozemků (parc. č. st. 203/1, st. 203/2, st. 203/4, 1402, 1374/8 a 1374/9) VD Bolešský rybník je Česká republika - Povodí Vltavy s. p. VD spadá pod správu závodu Horní Vltava se sídlem Litvínovická 5, 370 01, České Budějovice. Pozemky pod hrází (parc. č. 1418/12, 1418/13 a 1418/19), kterých se týkají především změny v trase odpadního koryta, jsou v SJM Stiskala František a Stiskalová Anna, č. p. 45, Malšín 382 73. Trvalý zábor na pozemcích mimo vlastnictví investora (PVL) je navržen na pozemcích parc. č. 1418/19 (trvalý travní porost) a 1418/12 (vodní plocha – koryto vodního toku). Na pozemku parc. č. 1418/19 bude trvalý zábor tvořen částí vyústění odpadu od sdruženého objektu (5,3 m²) a dále nově vyhloubeným korytem (95,7 m²). Zabraná plocha však bude nahrazen zasypáním starého koryta (127,5 m²) na pozemku parc. č. 1418/12. Vzhledem k charakteru pozemků (nevyužívaná louka) se nepředpokládá z této strany problém při schvalovacím procesu. Přístup na pozemky nebude změnou trasy koryta nijak omezen.

Na pozemku parc. č. st. 203/1 v majetku PVL (zastavěná plocha a nádvoří) – hráz rybníka s místní komunikací je v KN uvedeno věcné břemeno ve prospěch nemovitosti neevidované v katastru. Ve výpisu z listu vlastnictví (dále též LV) 302 pro k. ú. Bolechy [68711] získaného rozšířeným dálkovým přístupem do KN je uvedeno: „*služebnost spočívá v právu strpění, umístění a provozování místní komunikace a spojené právo chůze a jízdy za účelem provozování, kontroly, údržby a oprav této komunikace v rozsahu celé parcely.*“ [20] Výstavbou sdruženého objektu nevzniknou ve věci tohoto věcného břemene žádná omezení a stavební úřad by měl navržené řešení schválit. Podmínkou bude obnovení povrchu komunikace v místě překopu hrází do původního stavu.

Žádná další omezení kromě zařazení pozemků parc. č. 1418/19 a 1418/13 do zemědělského půdního fondu se na dotčených pozemcích dle KN nevyskytují (stav k 16. 4. 2021). Trvalý zábor se týká pozemku parc. č. 1418/19 (třída ochrany III). Do nákladů stavby bude tedy nutné zahrnout poplatek za vyjmutí ze zemědělského půdního fondu.

7. Zkapacitnění bezpečnostního přelivu varianta B: průleh v hrázi

Jako druhá varianta byl nejprve zvažován boční přeliv v levém zavázání hráze. Vzhledem ke sklonitosti terénu na levém břehu by však bylo nutné vybudovat odpad od přelivu přímo tělesem hráze pomocí rámových propustků. Odpad by bylo nutno vést šikmo k podélné ose hráze směrem k současnému korytu. Délka odpadu by byla značná, bylo by nutné použít 15 rámových propustků. Další problém by představovalo případné obtížné založení spadiště u levého břehu po odtěžení sedimentů. Vzhledem k těmto problémům byl jako druhá varianta zvolen průleh v hrázi.

7.1. Popis konstrukčního řešení

7.1.1. Stavební objekt 01 – Hráz

Úpravy hráze budou prováděny v místě rekonstrukce spodní výpusti a nového bezpečnostního přelivu. Před zahájením prací bude provedena sanace dřevin prakticky po celém tělese hráze (viz tabulka 13). V místě současných výpustných zařízení bude stejně jako v případě sdruženého objektu proveden překop hráze (výkres B. 5). Celková hloubka překopu v ose hráze bude 2,5 m. Při jeho hloubení bude odtěžen nevyhovující materiál (částečně stavební suť) a budou odstraněny betonové objekty současné spodní výpusti a bezpečnostního přelivu. Po dokončení překopu bude zahájena výstavba nové spodní výpusti. Po jejím dokončení bude překop postupně zasypáván a bude obnoven povrch místní asfaltové komunikace. Návodní líc dosypané části hráze bude opevněn pohozelem z lomového kamene fr. 63-125 mm, tl. 200 mm, příp. lze dle situace po odtěžení sedimentů zřídit opěrnou kamennou patku.

Další úpravy hráze budou prováděny v místě navrženého bezpečnostního přelivu (průleh v hrázi). Před zahájením prací bude odtěženo těleso místní asfaltové komunikace v celkové délce 21,8 m (šířka 3,2 m). Následně bude těleso hráze postupně odtěžováno až na kótu přibližně 649,90 m n. m. (dle plánované tloušťky obnoveného povrchu komunikace) a svahy průlehu budou vyspádovány ve sklonu 12:1. Největší mocnost odtěžené části hráze bude přibližně 0,8 m. Následně budou provedeny všechny konstrukce související s výstavbou průlehu (viz kapitola 7.1.2).

Tabulka 13: Kácené dřeviny pro variantu průlehu v hrázi

Druh stromu	počet	průměr kmene ve výšce 1,3 m (cm)	číslo pozemku dle KN	Nutné povolení
olše lepkavá	2	20	203/1	NE
topol osika	1	10	203/1	NE
topol osika	1	15	203/1	NE
olše lepkavá	3	15	203/1	NE
olše lepkavá	2	40	203/1	ANO
topol osika	7	8	203/2	NE
topol osika	5	20	203/2	NE
jasan ztepilý	3	35	203/3	ANO
bříza bělokorá	1	40	1418/13	ANO
Celkem	25	dále jen drobné náletové dřeviny a keře		

7.1.2. Stavební objekt 2.1 – Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv je navržen jako průleh v hrázi se šířkou ve dně 8,5 a sklony svahů 1:12. Konstrukční řešení je obsahem výkresu B. 6. Celková šířka průlehu bude 21,8 m. Kóta přelivné hrany je navržena na kótě 650,20 m n. m. Průleh je oproti koruně hráze snížen o přibližně 55 cm. Návodní líc hráze v místě průlehu bude opevněn pohozem z lomového kamene fr. 63-125 mm, tl. 200 mm. Pohoz bude v patě hráze zajištěn opěrnou patkou z lomového kamene. Stejně bude opevněna i odtěžená část tělesa hráze před konstrukcí místní komunikace ve dně a svazích průlehu. Obnovená místní komunikace ve dně i svazích průlehu je navržena v původní šířce 3,2 m. Z obou stran je zajištěna monolitickými železobetonovými pasy hloubky min. 600 mm ve dně průlehu, se zavázáním 500 mm do tělesa hráze po obou stranách. Celková délka pasů je 22,8 m. Pasy budou provedeny na podkladní beton tl. 100 mm. Horní povrch pasů je proveden na líc s hranami místní komunikace. Průleh je v hrázi navržen v podélném sklonu 0,5%. To zajišťuje odtékání vody z povrchu komunikace (osa na kótě 650,18 m n. m.).

Na spodní zavazovací pas navazuje odpad od bezpečnostního přelivu vedený po vzdušném líci hráze. Navržen je ve sklonu 18% v délce 16,2 m. Hloubka odpadu bude provedena dle terénu, min. však 500 mm. Odpad je navržen v lichoběžníkovém profilu, který se postupně zužuje z původních rozměrů průlehu (šířka ve dně 8,5 m a sklony svahů 1:12) až na šířku ve dně 2 m a sklony svahů 1:2. Vzhledem k průtočným rychlostem při průtoku Q_{100} kolem $5 \text{ m}^3/\text{s}$ a nutnosti zajistit stabilitu vzdušného líce hráze je navrženo těžké opevnění odpadu ve dně i březích pomocí kamenné dlažby tl. 300 mm s proléváním betonovou směsí. Dlažba bude uložena do betonu tl. 150 mm. Ke stabilizaci opevnění odpadu jsou navrženy 2 zavazovací pasy. První je navržen v místě zúžení odpadu do původního odpadního koryta pod hrází, druhý pod napojením odpadu spodní výpusti. Opevnění je provedeno v celé délce odpadu až k poslednímu zavazovacímu pasu. Za ním je navržen těžký zához z lomového kamene sloužící ke stabilizaci posledního pasu a jeho zajištění proti zpětné erozi. Dále navazuje původní koryto bez opevnění.

Vzhledem k velkému podélnému sklonu koryta pod hrází (9,3%) je stejně jako v případě sdruženého objektu navrženo bezvývarové řešení. Vývar pod odpadem bezpečnostního přelivu by byl vzhledem k bystřinnému režimu proudění v korytě pod hrází zbytečný. Ke vzniku vodního skoku by nedošlo a proudění by dále pokračovalo v bystřinném režimu. Z tohoto důvodu není vývar navržen. K částečnému tlumení kinetické energie budou v odpadu bezpečnostního přelivu umístěny kamenné rozražeče zapuštěné ze 2/3 výšky do kamenné dlažby a podkladního betonu. Jako rozražeče mohou být částečně využity vytříděné kameny z odtěžené části tělesa hráze, příp. lomový kámen.

7.1.3. Stavební objekt 2.2 – Spodní výpust

Požerák

Jako spodní výpust je navržen otevřený prefabrikovaný požerák (Prefa Hubenov). Řešení je stejné, jako v případě sdruženého objektu (viz kapitola 6.3.2). Výtok z požeráku je zajištěn plastovou troubou DN400 osazenou při výrobě. Přístup k požeráku bude zajištěn 4,5 m dlouhou

lávku s jednostranným zábradlím. Šířka lávky je dle šířky požeráku navržena 0,75 m. Lávka bude na tělese hráze podepřena betonovým blokem s rozměry 500x300x1000 mm vzdáleným 1,9 od osy komunikace v koruně hráze. Konstrukce lávky je navržena z ocelových U profilů spojených přivařenými I profily. Pochozí část lávky je z dřevěných fošen.

Odpadní potrubí

Odpad spodní výpusti je tvořen plastovou korugovanou troubou DN400 nasazenou na nátrubek požeráku. Potrubí je navrženo tak, aby při maximální hladině nebo při vypouštění nádrže nedošlo k jeho zahlcení a tlakovému proudění. Trouba bude uložena na podkladní beton tl. 200 mm ve sklonu 1,5%, zajištěna výztuží a obetonována ve sklonu 5:1. Celková délka odpadu spodní výpusti je 12,45 m. Vyústění potrubí je navrženo přes železobetonové výtokové čelo tl. 300 mm délky 4,4 m a hloubkou založení 800 mm. Čelo bude provedeno na podkladní beton tl. 100 mm. Slouží k zajištění stability tělesa hráze nad odpadním korytem a zabraňuje příp. zpětné erozi tělesa hráze. Dno odpadního koryta těsně pod výtokem bude v délce opevněno kamennou dlažbou tl. 300 mm uloženou do štěrkového lože tl. 100 mm. Dlažba slouží k zajištění stability koryta těsně pod výtokem z odpadního potrubí. Břehy těsně pod výtokovým čelem jsou proti vymílání zajištěny patkou z lomového kamene min. velikosti 200 mm. Kompletní dokumentace spodní výpusti je obsahem výkresů B. 6 (půdorys) a B. 7. (řezy).

7.1.4. Stavební objekt 03 – Koryto pod hrází

Původní koryto pod hrází bude využito v celé své délce při zachování současné trasy i nivelety. V místě výtoku odpadního potrubí od spodní výpusti je v trase koryta výrazný zlom (nové odpadní potrubí je přibližně o 2 m delší, než původní). Výtok z odpadu proto směřuje přímo do pravého břehu současného koryta. Z tohoto důvodu bude břeh zajištěn kamennou patkou v délce cca 3,5 m popsanou výše. Průtok odpadním potrubí je nevýznamný (max. 0,25 m³/s při max. hladině, příp. při vypouštění nádrže). Z tohoto důvodu není zbytek koryta nijak opevňován. Navrženo je pouze vyčištění koryta od vegetace a splavenin a dotvarování současného dna. V místě zlomu v trase původního koryta je provedeno vyústění odpadu od bezpečnostního přelivu. Původní koryto je opevněno stejně, jako odpad (kamenná dlažba do betonu). Stejným způsobem je opevněno i zaústění původního odpadu spodní výpusti. Opevnění je přetaženo 2 m směrem proti vodě ke spodní výpusti. Opevnění této části slouží ke stabilizaci napojení koryta a zabraňuje příp. zpětné erozi. Opevnění současného koryta končí posledním zavazovacím pasem a těžkým kamenným záhozem (viz kapitola 7.1.2).

7.2. Hydrotechnické výpočty

Obsahem této kapitoly jsou všechny potřebné výpočty pro návrh průlehu v hrází a spodní výpusti. V úvodu každého výpočtu jsou uvedeny informace k použitým výpočtovým metodám a použité vzorce.

7.2.1. Bezpečnostní přeliv

Délka přelivné hrany potřebná pro převedení návrhového průtoku Q_{100} byla určena pomocí rovnice nezatopeného přepadu. Rovnice vychází z integrace pro lichoběžníkový přeliv a stanovená kapacita přelivu bude pravděpodobně konzervativní (ve skutečnosti má navržený přeliv větší kapacitu). Z toho důvodu byla pro ověření výpočtu použita metoda po úsecích.

Výpočet pomocí rovnice nezatopeného přepadu pro lichoběžníkový přeliv

Rovnice 12: Rovnice nezatopeného přepadu pro lichoběžník

$$Q = m \times \sqrt{2g} \times \left(b_d \times h^{3/2} + n \times \frac{4}{5} \times h^{5/2} \right)$$

Q	návrhový průtok [m ³ /s]
m	součinitel přepadu [-]
b _d	šířka ve dně [m]
h	přepadová výška [m]
n	sklon svahů přelivu [-]
g	tíhové zrychlení [m/s ²]

Tabulka 14: Vstupní hodnoty pro výpočet lichoběžníkového přelivu

Q	6,0	m ³ /s	návrhový průtok Q_{100}
m	0,35	-	uvažován konstantní pro celý průběh hloubek
b_d	8,50	m	navržená šířka ve dně
h	0,45	m	určena jako rozdíl MBH a Hnn
n	12	-	sklon svahů 1:12, vychází z požadavku na bezproblémový pojezd vozidel
g	9,81	m/s ²	tíhové zrychlení

$$Q = 0,35 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times \left(8,50 \times 0,45^{3/2} + 12 \times \frac{4}{5} \times 0,45^{5/2} \right) = 6,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \geq Q_{100} \quad 6,00 \geq 6,00 \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

Dle první metody výpočtu byl navržen lichoběžníkový přeliv se šířkou ve dně 8,5 m a sklony svahů 1:12. Návrhový průtok přelivu je hraniční, ale dle metody výpočtu je předpokládán konzervativní návrh. Výpočet byl následně ověřen pomocí druhé metody.

Výpočet pomocí metody po úsecích

Při výpočtu byl lichoběžníkový přeliv rozdělen na obdélníkovou a trojúhelníkové části. Průtok obdélníkovou částí (Q_1) byl počítán pomocí rovnice nezatopeného přepadu (rovnice 1) a trojúhelníkové části ($Q_{2,3}$) byly počítány pomocí metody po úsecích. Trojúhelník byl rozdělen na svislé obdélníkové úseky s šířkou 5 cm a délkou měnící se dle sklonu svahu přelivu. Celkový průtok byl určen jako suma obdélníkové a dvou trojúhelníkových částí.

Průtok obdélníkovou částí (výpočet dle rovnice 1):

Tabulka 15: **Vstupní data pro výpočet průtoku obdélníkovou částí (výpočet dle rovnice 1)**

m	0,35	-	uvažován konstantní pro celý průběh hloubek
b_d	8,50	m	navržená šířka ve dně
h	0,45	m	určena jako rozdíl MBH a Hnn
g	9,81	m/s ²	tíhové zrychlení

$$Q_1 = 0,35 \cdot 8,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,45^{3/2} = 3,98 \text{ m}^3/\text{s}$$

Výpočtem byl stanoven průtok obdélníkovou částí přelivu $Q_1 = 3,98 \text{ m}^3/\text{s}$.

Průtok pro trojúhelníkové části přelivu byl stanoven metodou po úsecích. Celkový počet úseků v jedné trojúhelníkové části byl stanoven dle navržené délky svahu přelivu (vychází ze situace v terénu). V tabulce 16 je uveden výpočet prvních 10 úseků pro pravou trojúhelníkovou část. Délka úseků byla stanovena pomocí sklonu svahu přelivu. Průtok jednotlivými úseky $Q_{\text{úsek}}$ byl počítán pomocí rovnice 1. Celkový průtok trojúhelníkovými částmi přelivu byl stanoven jako suma všech dílčích úseků:

Tabulka 16: **Výpočet prvních deseti úseků pravé trojúhelníkové části**

úsek	délka úseku (m)	$Q_{\text{úsek}} (\text{m}^3/\text{s})$
1	0,450	0,023
2	0,446	0,023
3	0,442	0,023
4	0,438	0,022
5	0,433	0,022
6	0,429	0,022
7	0,425	0,021
8	0,421	0,021
9	0,417	0,021
10	0,413	0,021

Průtok trojúhelníkovými částmi přelivu: $Q_{2,3} = \sum Q_{\text{úsek}} = 2,05 \text{ m}^3/\text{s}$.

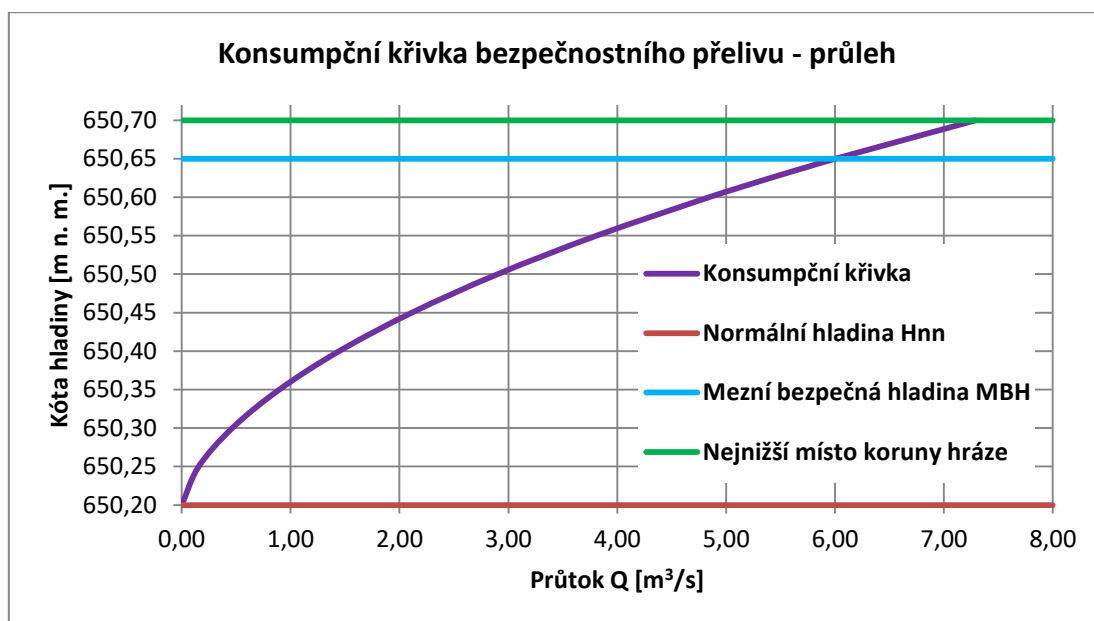
Celkový průtok přelivem: $Q = Q_1 + Q_{2,3} = 3,98 + 2,05 = 6,03 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$Q \geq Q_{100} \quad 6,03 \geq 6,00 \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

Výpočtem pomocí metody po úsecích byla ověřena celková kapacita bezpečnostního přelivu v hrázi. Navržen je lichoběžníkový přeliv jako průleh v hrázi se šířkou ve dně 8,5 m a sklony svahů 1:12 zajišťující bezpečný pojezd vozidel. Na základě návrhu byla pomocí rovnice 12 a vstupních dat z tab. 14 sestavena konsumpční křivka bezpečnostního přelivu – průleh v hrázi, (viz tab. 17 a obr. 24).

Tabulka 17: Konsumpční křivka průlehu v hrázi.

kóta hladiny v nádrži	přepadová výška	průtok
H [m.n.m.]	h [m]	Q [m ³ /s]
650,20	0,00	0,00
650,25	0,05	0,16
650,30	0,10	0,46
650,35	0,15	0,90
650,40	0,20	1,44
650,45	0,25	2,11
650,50	0,30	2,90
650,55	0,35	3,81
650,60	0,40	4,84
650,61	0,41	5,06
650,62	0,42	5,29
650,63	0,43	5,52
650,64	0,44	5,76
650,65	0,45	6,00
650,70	0,50	7,29



Obrázek 24: Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu - průleh

7.2.2. Spodní výpust

Spodní výpust tvoří prefabrikovaný požerák s dvojitou dlužovou stěnou. Odtok vody je zajišťován přepadem přes dlužovou stěnu. Požerák převádí přes VD běžné průtoky. Kapacita požeráku je s ohledem na kapacitu bezpečnostního přelivu zanedbatelná. Celkovou kapacitu požeráku je však nutné určit kvůli ověření kapacity odpadního potrubí. To je nutné navrhnout tak, aby v něm i při maximálním průtoku požerákem bylo proudění s volnou hladinou. Výpočet

přepadu přes dluže byl proveden pomocí rovnice nezatopeného přepadu (rovnice 1), viz tabulka 19. Při výpočtu bylo uvažováno s plně zahrazenou dlužovou stěnou a přelivnou hranou na kótě 650,20 m n. m. Hodnoty plnění odpadu byly vypočteny na základě zjištěné kapacity odpadního potrubí (viz tabulka 20).

Tabulka 18: Vstupní hodnoty pro výpočet přepadu přes dlužovou stěnu dle rovnice 1

m	0,42	-	uvažován konstantní pro celý průběh hloubek
b	0,40	m	šířka dluží – dle konstrukce požeráku
g	9,81	m/s ²	tíhové zrychlení

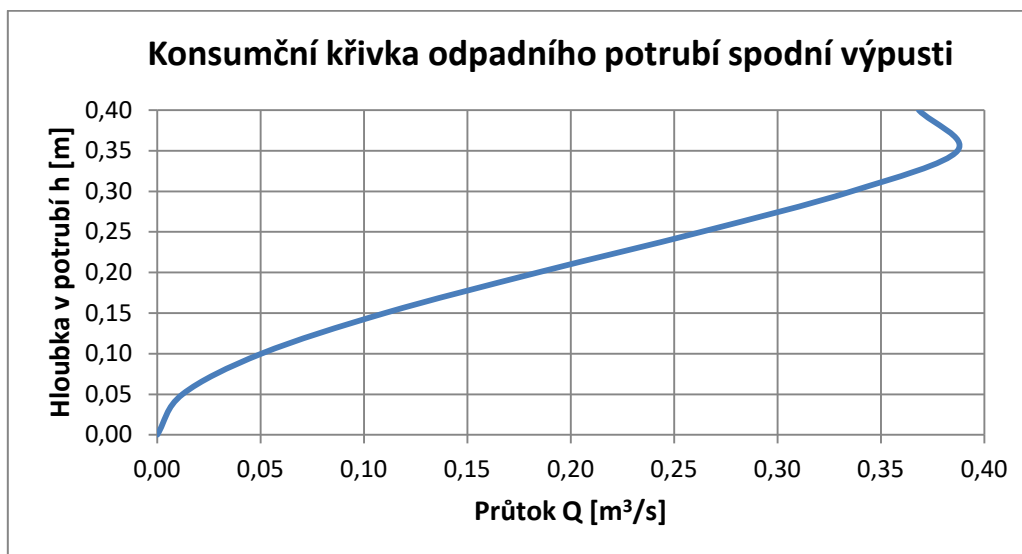
Tabulka 19: Průtok přes požerák, plnění odpadního potrubí

H_{hladina} [m n. m.]	h [m]	Q [m³/s]	plnění odpadu [%]
650,20	0,00	-	-
650,25	0,05	0,009	3
650,30	0,10	0,026	7
650,35	0,15	0,049	13
650,40	0,20	0,075	20
650,45	0,25	0,105	28
650,50	0,30	0,138	37
650,55	0,35	0,173	47
650,60	0,40	0,212	57
650,65	0,45	0,253	69

Výpočet kapacity odpadního potrubí spodní výpusti byl proveden pomocí rovnic pro výpočet proudění s volnou hladinou (rovnice 5, 6, 7, 8). Výpočet je totožný, jako výpočet kapacity odpadu sdruženého objektu (viz kapitola 6.4.2). Průřezové charakteristiky byly počítány pomocí vzorců pro kruhovou úseč. Navržen je průměr odpadního potrubí DN400. Hodnota Manningova drsnostního součinitele *n* byla uvažována 0,009 (hladké plastové potrubí) a sklon *i* jako 0,015 (tj. 1,5 %). Výpočet je uveden v následující tabulce. Na základě výpočtu byla sestavena konsumpční křivka odpadního potrubí spodní výpusti (obr. 25).

Tabulka 20: Výpočet plnění odpadního potrubí spodní výpusti

h [m]	S [m²]	O [m]	R [m]	c [m^{0,5}/s]	v [m/s]	Q [m³/s]
0,00	0,00	0,00	-	-	-	0,00
0,05	0,01	0,29	0,03	62,40	1,35	0,01
0,10	0,02	0,42	0,06	69,26	2,05	0,05
0,15	0,04	0,53	0,08	73,18	2,56	0,11
0,20	0,06	0,63	0,10	75,70	2,93	0,18
0,25	0,08	0,73	0,11	77,29	3,19	0,26
0,30	0,10	0,84	0,12	78,11	3,32	0,34
0,35	0,12	0,97	0,12	78,09	3,32	0,39
0,40	0,13	1,26	0,10	75,70	2,93	0,37



Obrázek 25: Konsumční křivka odpadní potrubí spodní výpusti DN400

Z výpočtu je patrné, že průtok odpadem spodní výpustí těsně před jejím zahlcením a vznikem tlakového proudění je $0,39 \text{ m}^3/\text{s}$. Tato uvažovaná kapacita byla použita pro výpočet plnění odpadu v tabulce 19.

Z výše uvedeného postupu je patrné, že při maximálním průtoku požerákem při hladině na úrovni průtoku Q_{100} bude odpadní potrubí zaplněno přibližně z 69% a nedojde k jeho zahlcení.

Další případ, kdy může dojít ke zvýšenému průtoku požerákem je vypouštění nádrže. Výpočet byl v programu MS Excel upraven tak, aby byl zjištěn maximální počet dluží (uvažovaná výška dluží 15 cm), které je možné odebrat, aby při vypouštění nedošlo k zahlcení odpadního potrubí. Uvažována úroveň hladiny v nádrži je na úrovni normální hadiny (650,20 m n. m.). Výpočtem bylo zjištěno, že při vypouštění nádrže je možné odebrat maximálně 3 dluží, aby nedošlo k zahlcení odpadu. Průtok požerákem bude v tomto případě $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ a odpad bude zaplněn přibližně ze 70 %. Při reálném vypouštění nádrže je však nutné odebírat dluží postupně dle manipulačního řádu.

Návrh spodní výpusti DN400 tedy svojí kapacitou vyhovuje pro oba posuzované případy plnění potrubí.

7.2.3. Odpadní koryto bezpečnostního přelivu a koryto pod hrází

Odpadní koryto bude vyhloubeno na vzdušném líci hráze. Je navrženo v lichoběžníkovém přechodovém profilu, který se postupně zužuje z původních rozměrů průlehu (šířka ve dně 8,5 m a sklony svahů 1:12) až na šířku ve dně 2 m a sklony svahů 1:2. V následujícím výpočtu bude posouzena kapacita navržených rozměrů koryta pod přechodovou částí.

Navrženo je lichoběžníkové koryto s šířkou ve dně 2 m, sklony břehů 1:2 a hloubkou 50 cm. Sklon nivelety dna byl určen na základě výškových poměrů v území (dle převýšení přelivné hrany a

napojení na současné koryto) jako 18 %. Niveleta je navržena tak, aby vyústění odpad plynule navázalo na původní niveletu koryta (napojení na kótě 647,08 m n. m.). Uvedená drsnost 0,050 je maximální možná hodnota, pro kterou bude koryto dostatečně kapacitní. Její velikost je dostatečná (na straně bezpečnosti) s ohledem na umístění kamenných rozražečů na skluzu bezpečnostního přelivu.

Tabulka 21: **Vstupní hodnoty pro výpočet kapacity odpadního koryta**

Q	6,00	m ³ /s	návrhový průtok Q ₁₀₀
b	2	m	šířka koryta ve dně
n	2	-	sklon břehů 1:2
h	0,5	m	hloubka koryta
b₁	1	m	vodorovný průmět břehu
B	4	m	maximální šířka koryta (v hladině pro Q _{kapacitní})
i	0,18	-	sklon nivelety (dle výškových poměrů)
n	0,050	-	drsnost (kamenná dlažba, uvážení vlivu kamenných rozražečů)

Pomocí rovnice 9 byla stanovena průtočná plocha pro lichoběžník:

$$S = \frac{(b + B) \cdot h}{2} = \frac{(2 + 4) \cdot 0,5}{2} = 1,5 \text{ m}^2$$

Omočený obvod byl vypočten pomocí rovnice 10:

$$O = b + 2 \cdot \sqrt{b_1^2 + h^2} = 2 + 2 \cdot \sqrt{1^2 + 0,5^2} = 4,24 \text{ m}$$

Odtud hydraulický poloměr dle rovnice 6:

$$R = \frac{1,5}{4,24} = 0,35 \text{ m}$$

pomocí rovnic 5, 7 a 8 byla vypočtena kapacita koryta (proudění s volnou hladinou)

$$c = \frac{1}{0,050} \cdot 0,35^{1/6} = 16,82 \text{ m}^{0,5}/\text{s}$$

$$v = 16,82 \cdot \sqrt{0,35 \cdot 0,18} = 4,25 \text{ m/s}$$

$$Q = 4,22 \cdot 1,5 = 6,37 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \geq Q_{100} \quad 6,37 \geq 6,00 \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

Navržený příčný profil je dostatečně kapacitní pro převedení návrhového průtoku Q₁₀₀. Pomocí Froudova čísla byl určen režim proudění. Uveden je jeho výpočet pro průtok Q₁₀₀.

Režim proudění dle rovnice 11:

$$Fr = \frac{\alpha \cdot v}{\sqrt{g \cdot \frac{S}{B}}} = \frac{1 \cdot 4,25}{\sqrt{9,81 \cdot \frac{1,5}{0,5 + 2 + 0,5}}} = 1,92 [-]$$

$Fr > 1 \Rightarrow$ v korytě je **Bystřinné proudění**

Z výpočtů vyplývá, že v odpadu průlehu v hrázi bude bystřinné proudění. Stejný režim proudění bude i ve stávajícím korytě pod hrází (výpočet obdobný, jako pro variantu sdruženého objektu, viz kapitola 6.4.3). Z tohoto důvodu není pod odpadem navržen vývar. Ke vzniku vodního skoku vůbec nedojde a dále v korytě bude pokračovat bystřinné proudění. K utlumení kinetické energie vody je navrženo bezvývarové řešení s kamennými rozražeči popsané v kapitole 7.1.2.

7.3. Výpočet objemu hlavních prací

7.3.1. Kubatury hráze

Před demolicí stávajících výpustných zařízení bude zřízen překop hráze (viz výkres B. 5). V překopu bude provedena výstavba odpadního potrubí spodní výpusti. Dále bude stejně jako v případě sdruženého objektu vytríděna nevyhovující zemina (viz kapitola 6.5.1). Vzhledem k dosypání návodního i vzdušního líce do navržených sklonů je objem zeminy potřebné pro dosypání mírně vyšší, než objem zeminy odtěžené. Objem zeminy odtěžené z překopu je mírně nižší, než v případě sdruženého objektu. Důvodem je menší šířka překopu pro odpadní potrubí spodní výpusti. Dále je uveden objem zeminy odtěžené z tělesa hráze v místě průlehu. Při terénním průzkumu bylo zjištěno, že v tomto místě již není hráz dosypána stavební sutí a zemina by měla být použitelná pro dosypání překopu. Uvedené hodnoty byly odměřovány z řezů hrází v programu AutoCAD.

Objem zeminy odtěžené z překopu:	105 m ³
Z toho lze využít 70%:	74 m ³ (odhad)
Objem zeminy potřebné na dosypání tělesa hráze:	112 m ³
Chybějící objem zeminy pro dosypání:	38 m ³
Objem zeminy odtěžené z tělesa hráze v místě průlehu	61 m ³
Objem zeminy odtěžené z tělesa hráze při hloubení odpadu průlehu	65 m ³
Objem výkopů při hloubení odpadního koryta pod hrází	18 m ³
Celkový objem výkopů pro zřízení průlehu:	144 m ³
Z toho využito do dosypání překopu:	38 m ³
Přebývajcí zemina	106 m ³

Z výše uvedených kubatur lze vyčíst, že konečnou bilancí zemních prací je přebytek 106 m³ zeminy. Přebývajcí zemina bude spolu s odtěženým sedimentem z nádrže nabídnuta místním zemědělským subjektům a uložena na vybrané ploše. K jejímu uložení mohou být případně využity

pozemky v majetku investora (PVL). V k. ú. Bolechy však PVL žádný pozemek využitelný k těmto účelům nevlastní.

7.3.2. Demolice stávajících objektů

Demolice se týká odtěžení tělesa místní komunikace v místě překopu a budovaného průlehu (šířka 3,2 m, celková délka 30,9 m, mocnost uvažována 0,2 m). Dále bude provedena demolice betonových objektů současných výpustných zařízení. Výpočet je obdobný jako v případě sdruženého objektu (viz tabulka 9).

Demolice betonových konstrukcí: 2,8 m³

Demolice místní komunikace: asfaltobeton + šterkové lože: 20,9 m³

Celková kubatura demolic pro variantu průleh v hrázi je přibližně 23,7 m³.

7.3.3. Kubatury betonu

Na základě výkresové dokumentace byl stanoven celkový objem betonu pro stavbu (tab. 22). Ve výpočtu jsou zvlášť uvedeny monolitické konstrukce a zvlášť konstrukce prefabrikované (požerák).

Tabulka 22: Kubatury betonu pro variantu průleh

Monolitické konstrukce		
základ požeráku	0,44	m ³
obetonování spodní výpusti	6,98	m ³
výtokové čelo	2,06	m ³
podkladní beton - požerák, výtokové čelo	0,31	m ³
základ lávky přelivu	0,15	m ³
zavazovací pasy průlehu	14,30	m ³
podkladní beton pasů	1,75	m ³
podklad kamenné dlažby	28,37	m ³
Celkem monolit	54,36	m ³
Prefabrikované konstrukce		
Požerák - 1 ks	0,64	m ³
Celkem prefabrikáty	0,64	m ³

Celkové množství betonu pro stavbu průlehu v hrázi a rekonstrukci spodní výpusti je přibližně 55 m³.

7.3.4. Kubatury opevnění odpadu průlehu a návodního líce

Odpadní koryto průlehu bude ve dně i březích opevněno kamennou dlažbou tl. 300 mm, půdorysně min. 300x 300 mm s prolitím betonovou směsí. Dlažba bude uložena do betonu tl. 150 mm. Objem podkladního betonu je uveden v tabulce 22.

Lomový kámen pro kamennou dlažbu 48,2 m³

Vtok do požeráku bude opevněn kamennou dlažbou uloženou do štěrkového lože tl. 200 mm. Vtok bude opevněn přibližně do vzdálenosti 1,2 m před požerákem. Stejně bude opevněno dno koryta pod vyústěním odpadu spodní výpusti.

Lomový kámen tl. 100 mm, půdorysně 100x100 mm 0,8 m³

Poslední zavazovací pas bude proti zpětné erozi zajištěn těžký kamenným záhozem o hmotnosti min. 200 kg.

Lomový kámen min. hmotnost 200 kg 1,8 m³

Návodní líc dosypané části hráze v místě překopu bude opevněn pohozem z lomového kamene fr. 63-125 mm tloušťky 200 mm. Stejně opevnění bude použito i na zbylou část návodního líce v celé délce hráze a na těleso hráze v místě zřízeného průlehu. Celková plocha návodního líce hráze je přibližně 241 m², opevněná plocha průlehu přibližně 35 m².

Lomový kámen fr. 63-125 mm 55,2 m³

Celkový přehled zemních prací a potřebných materiálů pro výstavbu průlehu v hrázi a rekonstrukci spodní výpusti je uveden v následující tabulce.

Tabulka 23: **Kubatury pro variantu průleh v hrázi - přehled**

Výkopy celkem (překop hrází, průleh, odpadní koryto)	249	m ³
Násypy celkem (dosypání tělesa v místě překopu)	112	m ³
Stavební suť (demolice, nevyhovující zemina z překopu)	54,7	m ³
Přebývajících zemina z násypů	106	m ³
Železobeton – monolit	54,4	m ³
Železobeton – prefabrikáty	0,6	m ³
Lomový kámen tl. 300 mm, půdorysně min. 300x300 mm	48,2	m ³
Lomový kámen tl. 100 mm, půdorysně 100x100 mm	0,8	m ³
Lomový kámen, min. hmotnost 200 kg	1,8	m ³
Lomový kámen fr. 63-125 mm	55,2	m ³

7.4. Majetkoprávní vztahy

Všechny stavbou dotčené pozemky jsou shodné s řešením A – sdružený objekt (viz následující tabulka).

Tabulka 24: Dotčené pozemky pro variantu B – průleh v hrázi (informace převzaty z KN) [20]

Parcelní číslo	k. ú.	číslo LV	výměra (m ²)	druh pozemku	Vlastnické právo	Způsob ochrany
203/1	Bolechy [687111]	302	385	zastavěná plocha a nádvoří	Česká republika - Povodí Vltavy, s.p., Holečkova 3178/8, Smíchov, 150 00, Praha 5	Věcné břemeno ve prospěch nemovitosti neevidované v katastru
203/2			192			-
203/4			29			-
1402			1827	-		
1374/8			2009	-		
1374/9			661	-		
1418/12		232	1078	vodní plocha	SJM Stiskala František a Stiskalová Anna, č.p. 45, Malšín 382 73	-
1418/13			34209			trvalý travní porost
1418/19			/3678			

Trvalý zábor na pozemcích mimo vlastnictví investora (PVL) je navržen na pozemcích parc. č. 1418/13, 1418/19 (trvalý travní porost) a 1418/12 (vodní plocha) . V případě pozemků parc. č. 1418/13 a 1418/12 se jedná o část skluzu od bezpečnostního přelivu, opevnění stávajícího koryta a zavazovací pasy (48,5 m² na parc. č. 1418/13 a 19,1 m² na parc. č. 1418/12). Na pozemku parc. č. 1418/19 bude trvalý zábor tvořen opevněním koryta pod vyústěním odpadu spodní výpusti a částí dosypaného tělesa hráze (4,6 m²). Na rozdíl od sdruženého objektu nebudou tyto zabrané plochy nahrazeny zasypáním původního koryta pod hrází. Vlastníkům předmětných pozemků (SJM Stiskala František a Stiskalová Anna, č. p. 45, Malšín 382 73) tedy vznikne celkový trvalý zábor 72,2 m²). Z toho vyplývá, že Stiskalovi jsou neopomenutelnými účastníky správních řízení ve věci povolování stavby (souhlas vlastníků se stavbou, zřízení věcného břemene, příp. odkup dotčených částí pozemků apod.). Přístup na pozemky nebude navrhovaným řešením nijak omezen.

Na pozemku parc. č. st. 203/1 v majetku PVL (zastavěná plocha a nádvoří) – hráz rybníka s místní komunikací je v KN uvedeno věcné břemeno ve prospěch nemovitosti neevidované v katastru. Ve výpisu z LV 302 pro k. ú. Bolechy [68711] získaného rozšířeným dálkovým přístupem do KN je uvedeno: „*služebnost spočívá v právu strpění, umístění a provozování místní komunikace a spojené právo chůze a jízdy za účelem provozování, kontroly, údržby a oprav této komunikace v rozsahu celé parcely.*“ [20] Výstavbou navrženého řešení vznikne ve věci tohoto věcného břemene případné omezení v místě bezpečnostního přelivu. Při zvýšených průtocích bude přes těleso komunikace přepadat voda a dojde k omezení v jejím užívání např. pro pěší. Další případné omezení představuje např. namrzání povrchu komunikace vlivem proudící vody v zimních

měsících, apod. Při schvalovacím procesu je tedy nutno počítat s připomínkami účastníků řízení (město Vyšší Brod jako vlastník komunikace, Městský úřad Vyšší Brod - odbor dopravy, Policie ČR, apod.) a záleží na jejich vyjádřeních, zda je navržené řešení v souladu s výše uvedeným věcným břemenem. Další podmínkou je obnovení povrchu komunikace v místě překopu hrází do původního stavu.

Žádná další omezení kromě zařazení pozemků parc. č. 1418/19 a 1418/13 do zemědělského půdního fondu se na dotčených pozemcích dle KN nevyskytují (stav k 16. 4. 2021). Trvalý zábor se týká pozemku parc. č. 1418/19 (třída ochrany III). Do nákladů stavby bude tedy nutné zahrnout poplatek za vyjmutí ze zemědělského půdního fondu.

8. Zhodnocení variant a výběr vhodného řešení

V práci byla zpracována dvě variantní řešení bezpečnostního přelivu. Od původně zamýšlené třetí varianty bočního přelivu bylo z důvodů uvedených v kapitole 7 upuštěno. V této kapitole budou porovnávána jednotlivá posuzovaná hlediska obou variant a bude doporučeno vhodné řešení.

8.1. Výběr varianty bezpečnostního přelivu

Provozní hladiny nádrže a zadržené objemy byly pro obě varianty uvažovány stejné. Z pohledu konstrukčního řešení se mi jako výhodnější jeví varianta sdruženého objektu. Vzhledem k potřebě rekonstrukce spodní výpusti a obnovy části hrázi bude výstavba soustředěna do jednoho místa a hráz bude zasažena pouze v místě překopu. To má vliv také na obnovovanou délku místní komunikace (11 m v případě sdruženého objektu, 21,8 m v případě průlehu). Varianta průleh počítá s poměrně radikálním zásahem do tělesa hráze. To ovlivní i počet kácených dřevin a zásadně změní vzhled vodního díla. Vzhledem k potřebě systémového bednění, založení U rámu spadiště, apod. však bude výstavba sdruženého objektu technologicky náročnější, než výstavba průlehu v hrázi. Vzhledem k osazování rámových propustků odpadu (hmotnost 4,3 t) bude tato varianta rovněž vyžadovat použití složitější mechanizace na stavbě. Rekonstrukce spodní výpusti je u obou variant řešena prefabrikovaným požerákem. Jeho odpad je v případě sdruženého objektu tvořen rámovými propustky. V případě běžných průtoků (průměrný dlouhodobý průtok $Q_a=5,6$ l/s bude hladina v propustcích i navazujícím odpadním korytě minimální. S ohledem na estetiku je výhodnější použití trubního odpadu a původního odpadního koryta v případě varianty průleh.

Z pohledu kapacity navrženého bezpečnostního přelivu jsou obě varianty dle zadání navrženy na návrhový průtok Q_{100} . Mírně vyšší kapacitu než průleh v hrázi ($6,00$ m³/s) má bezpečnostní přeliv sdruženého objektu ($6,26$ m³/s). S ohledem na charakter vodního díla je však rozdíl zanedbatelný.

Výpočet kubatur vykázal vzhledem k charakteru navržených variant rozdílné výsledky v objemu zemních prací. Z tohoto pohledu je výhodnější průleh v hrázi, kde výpočet vykázal přebytek přibližně 106 m³ zeminy. V případě sdruženého objektu chybí pro dokončení zemních prací přibližně 16 m³ zeminy. Jedná se však o dokončení zasypání původního koryta, které lze snadno vyřešit využitím např. nevyhovující zeminy z překopu hráze, případně částí odtěžených sedimentů z nádrže. V případě průlehu bude nutné řešit uložení přebytečné zeminy.

Z pohledu kubatur betonových konstrukcí je výhodnější výstavba sdruženého objektu. Celkem bude nutné uložit přibližně 38 m³ betonu. Výhodu představuje také částečně prefabrikovaný odpad tvořený rámovými propustky ($16,11$ m³), který umožní urychlení výstavby. V případě varianty průlehu v hrázi je nutné uložit 55 m³ betonu. Velká část kubatury je tvořena uložení kamenné dlažby (28 m³). Ostatní materiály použité zejména na opevnění návodního líce hráze a odpadního koryta jsou u obou variant velmi podobné. V případě variant průleh představuje rozdíl lomový kámen potřebný k opevnění odpadu bezpečnostního přelivu (48 m³). Celkově tedy z pohledu kubatur vychází výrazně lépe varianta sdružený objekt.

Posouzení majetkoprávních vztahů vykazalo pro obě varianty stejné dotčené pozemky. V obou případech jsou dotčeny 3 pozemky mimo vlastnictví investora (PVL). V případě sdruženého objektu bude trvalý zábor na těchto pozemcích tvořen zejména nově vyhloubeným odpadním korytem (celkem 101 m²). Zábor však bude nahrazen zasypáním koryta původního (127,5 m²). Pro variantu průlehu tvoří trvalý zábor na těchto pozemcích zejména část odpadu od bezpečnostního přelivu (celkem 72 m²). V tomto případě však nebude zábor nahrazen zasypáním původního koryta. Výstavba průlehu bude mít také větší vliv na provozování místní komunikace a je otázkou, jak bude navržené řešení posouzeno vlastníkem této komunikace (město Vyšší Brod).

S ohledem na výše uvedené porovnání se mi jako výrazně vhodnější jeví varianta A – sdružený objekt. Prakticky ve všech posuzovaných hlediscích je tato varianta ve srovnání s průlehem v hrázi výhodnější a dle uvedených kubatur a objemu všech prací je tento návrh pravděpodobně také ekonomičtější. Výhodu představuje rovněž menší zásah do krajiny a estetičtější vnímání sdruženého objektu, než v případě plošně náročného těžkého opevnění odpadu od průlehu v hrázi.

8.2. Další navržené úpravy Bolešského rybníka

8.2.1. Stavební objekt 04 – Úprava zátopy

V rámci prováděných úprav Bolešského rybníka (za předpokladu výstavby sdruženého objektu) je navržena i celková úprava zátopy. Jedná se především o odbahnění nádrže, které bude řešit samostatný projekt. Nádrž je v současnosti zanesena na celé ploše zátopy, nánosy sedimentů jsou i u vtoku do nádrže. Jedná se především o oplach z okolních zemědělských ploch a vzhledem k velkému sklonu koryta nad nádrží také o dnové splaveniny. Z tohoto důvodu lze předpokládat, že splaveniny v nádrži nebudou nijak kontaminovány. Předpokládaná hloubka sedimentů u současných výpustných zařízení je cca 80 cm (viz kapitola 5.1). Odhadované množství splavenin, které bude nutno z nádrže vytěžit je přibližně 1000 m³. [12] Odbahnění přispěje rovněž ke zvětšení zásobního objemu nádrže a tím ke zvýšení zadrženého množství vody. Po odtěžení sedimentů bude dno nádrže vyspádováno a vyhloubeno nové koryto rybníční stoky. Odbahnění bude řešeno samostatným projektem, řešení nátoku do požeráku uvedené ve výkresové dokumentaci je pouze orientační. Dle situace po odtěžení sedimentů bude případně zřízena opěrná kamenná patka a návodní líc bude opevněn kamenným pohozením (viz kapitola 6.5.6).

8.2.2. Stavební objekt 05 – Přehrážka na vtoku do zátopy

Na vtoku do nádrže se nachází nefunkční betonová přehrážka. Její současný stav je patrný z obrázku 26. Vtok je značně zanesen sedimenty a postupně zarůstá vegetací. V rámci stavebních prací bude přehrážka zrekonstruována tak, aby opět plnila svoji původní funkci a nedocházelo k opětovnému zanášení nádrže, jež lze vzhledem k velkému spádu očekávat. Betonová konstrukce přehrážky bude očištěna a lokálně vyspravena. K zastavení chodu splavenin jsou navržena dřevěná hradidla, která budou zasouvána do současných železných U profilů zabetonovaných v tělese přehrážky. Vlivem zanášení budou hradidla postupně navyšována až do chvíle, kdy dojde k zanesení retenčního prostoru přehrážky. Poté bude nutno sedimenty odtěžit. Přítok do nádrže

bude zajišťován přepadem přes hradidla. Koryto nad přehrážkou bude napřímeno a v těsném okolí hradidel opevněno kamennou dlažbou tl. 100 mm uloženou do štěrkového lože. Dlažba bude sloužit ke snazšímu odtěžení sedimentů a zabránění vymýlání dna nádrže pod přehrážkou vlivem přepadající vody. Celkové řešení rekonstrukce přehrážky je obsahem výkresu A. 7.



Obrázek 26: Současný stav přehrážky (pohled směrem do nádrže)

8.2.3. Úprava hráze a sanace historické spodní výpusti

Úpravy hráze jsou navrženy v místě překopu (viz kapitola 6.3.1). Po dokončení výstavby bude obnoven povrch místní asfaltové komunikace. Při terénním průzkumu nebyly zjištěny žádné průsaky hrází a při rekonstrukci tedy není nutné dodatečně zřizovat patní drén.

Dalším místem, kde bude do hráze zasahováno, je pravděpodobná historická spodní výpust popsaná v kapitole 5.1. V rámci stavby bude výpust sanována tak, aby nedocházelo k případným únikům vody z nádrže. V návodním líci hráze bude v místě výpusti odtěžen prostor k zajištění přístupu a výpust bude utěsněna zeminou. Následně bude místo dosypáno, zhutněno a opevněno kamenným pohozem. Celkový stav a nutná opatření však budou plně zřejmá až po vypuštění nádrže a odtěžením sedimentů.

9. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo na základě nevyhovujícího posudku bezpečnosti VD navrhnout možná řešení zajištění bezpečnosti Bolešského rybníka při povodních. V úvodu práce byla daná problematika popsána z pohledu legislativy, byly zavedeny základní pojmy a uvedeno posuzování malých vodních nádrží při povodních. Součástí úvodní části práce je i stručný přehled a popis hlavních objektů malých vodních nádrží. Cílem této části bylo uvést nejčastěji používaná řešení bezpečnostních přelivů, z nichž bylo následně vybíráno v projekční části práce. Zpracován byl také popis lokality z vodohospodářského hlediska a historie majetkových vztahů řešené nádrže, kterou považuji s ohledem na umístění lokality v jižním pohraničí ČR za velmi zajímavou.

Pro projekční část práce jsem nejprve VD Bolešský rybník několikrát navštívil, provedl terénní průzkum, pořídil fotodokumentaci a zaměřil výšky důležitých bodů pomocí nivelace. Cílem zaměření bylo získat podklad pro zpřesnění vrstevnicového plánu, na jehož základě byla následně projektována jednotlivá řešení. Součástí práce je i podrobný popis současného stavu vodního díla. Hlavní část práce tvoří 2 variantní řešení bezpečnostního přelivu – sdružený objekt a průleh v hrázi. Obě varianty jsou stejně strukturovány a zpracovány ve stejných oblastech. Uveden je jejich technický popis, potřebné hydrotechnické výpočty, rozsah hlavních prací, kubatury materiálů a majetkoprávní vztahy. Obě varianty jsou následně porovnány.

Výsledkem práce je doporučení výstavby sdruženého objektu. S ohledem na charakter a relativní nevýznamnost VD bude jeho realizace záviset na vyřešení majetkových poměrů v daném území a dostupnosti finančních prostředků. Vzhledem k velkému počtu spravovaných vodních děl ve vlastnictví investora Povodí Vltavy, státní podnik předpokládám, že rekonstrukce Bolešského rybníka bude mít v porovnání s ostatními projekty menší prioritu. V případě realizace je možné tuto práci použít jako podklad pro další stupeň projektové dokumentace. Po doplnění všech příloh uvedených ve vyhlášce č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb (technické zprávy v přílohách A, B, D. 1 a Koordinační situační výkres C. 3) je možné použít práci jako dokumentaci pro stavební povolení.

10. Seznam použitých zdrojů

- [1] LIEBSCHER, Petr a Jan RENDEK. *Rybníky České republiky*. Praha: Academia, 2014. Průvodce (Academia). ISBN 978-80-200-2368-1.
- [2] *Povodí Odry | Domů* [online]. Copyright © [cit. 26. 02. 2021]. Dostupné z: <https://www.pod.cz/data/pages/files/TZ-20120725-zruseni-ZVHS.pdf>
- [3] ČSN 75 2410. *Malé vodní nádrže*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 48 s.
- [4] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon).
- [5] ČSN 75 2935. *Posuzování bezpečností vodních děl při povodních*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 16 s.
- [6] Havlík, Aleš. *Nádrže a přehrady*. Katedra hydrauliky a hydrologie - K141 [online]. Copyright © [cit. 26. 02. 2021]. Dostupné z: http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Nadrze_prehrady.pdf
- [7] *Vodohospodářská zařízení III.* [online]. Copyright © Copyright 2013 [cit. 26. 02. 2021]. Dostupné z: <http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ3/prehrady.html>
- [8] *K143 | Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství* [online]. Copyright © [cit. 26. 02. 2021]. Dostupné z: http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/VK2/VK2_prednVD01_ZS2020.pdf
- [9] VRÁNA, Karel a Jan BERAN. *Rybníky a účelové vodní nádrže*. Vydání třetí. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008, 150 s. ISBN 978-80-01-04002-7.
- [10] *K143 | Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství* [online]. Copyright © [cit. 27. 02. 2021]. Dostupné z: http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/VK2/VK2_prednVD02_ZS2020.pdf
- [11] *Vyhláška č. 471/2001 Sb. o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly*. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © AION CS, s.r.o. 2010 [cit. 27.02.2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-471>
- [12] FILIP, Pavel. *VD Bolešský rybník Posouzení bezpečnosti při povodních*. Povodí Vltavy, s. p. – závod Horní Vltava. České Budějovice, březen 2016
- [13] *Analýzy výškopisu*. [online]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/av/>
- [14] *Mapy.cz*. *Mapy.cz* [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/turisticka?x=14.2720911&y=48.6554320&z=15>
- [15] Přírodní park Vyšebrodsko – Wikipedie. [online]. [cit. 26. 02. 2021]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD_park_Vy%C5%A1ebrodsko

[16] *Zaniklé obce*. Bolechy. [online]. Copyright © [cit. 28. 02. 2021]. Dostupné z: <http://www.zanikleobce.cz/index.php?obec=513>

[17] *Prohlížení archiválií*. [online]. Copyright © ČÚZK [cit. 28. 02. 2021]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/archiv/openmap.html?typ=skicic&idrastru=BUD400018260>

[18] *Prohlížení archiválií. Document Moved* [online]. Copyright © ČÚZK [cit. 28. 02. 2021]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/archiv/openmap.html?typ=lms&idrastru=WMSA08.1952.HPLA08.01399>

[19] Knihovní vložka č. 83, k. ú. Bolechy. Poskytnuto za úplatu z ČÚZK, k. p. České Budějovice.

[20] *Informace o pozemku | Nahlížení do katastru nemovitostí. Úvodní stránka | Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. Copyright © 2004 [cit. 27. 03. 2021]. Dostupné z: <http://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=687111&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

[21] Havlík, Aleš. *Přepady. Katedra hydrauliky a hydrologie - K141* [online]. Copyright © [cit. 28. 03. 2021]. Dostupné z: http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Hydraulika/Hydraulika/Predmety/HY2V/ke_stazeni/prednasky/HY2V_06_Prepady.pdf

11. Seznam použitých zkratek

MVN	malá vodní nádrž
VD	vodní dílo
PVL	Povodí Vltavy, státní podnik
ČSN	česká technická norma
KPV	kontrolní povodňová vlna
MBH	mezní bezpečná hladina
KMH	kontrolní maximální hladina
DN	Diametr normal – vnitřní světlost (průměr) potrubí
ČR	Česká republika
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
BPV	výškový systém Baltský po vyrovnání
ř. km	říční kilometr
k. ú.	katastrální území
č. p.	číslo popisné
KN	katastr nemovitostí
LV	list vlastnictví
parc. č.	parcelní číslo
BP	bezpečnostní přeliv
SV	spodní výpust

12. Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdělení prostorů v nádrži (zdroj: Katedra hydrauliky a hydrologie, Fsv ČVUT) [6].....	12
Obrázek 2: Přímý přeliv řešený jako průleh v hrázi (foto autor, březen 2021)	15
Obrázek 3: Boční přeliv na MVN v obci Zlonice, okr. Kladno (foto autor, leden 2021)	16
Obrázek 4: Sdružený objekt na MVN u obce Páleč, okr. Kladno (foto autor, leden 2021).....	16
Obrázek 5: Zaměřování výšek na hrázi Bolešského rybníka pomocí nivelace (foto autor)	19
Obrázek 6: Lokalita Bolešského rybníka (Mapy.cz) [14]	20
Obrázek 7: Čára překročení m-denních průtoků (s využitím dat ČHMÚ) [12]	22
Obrázek 8: Čára opakování N-letých průtoků (s využitím dat ČHMÚ) [12]	22
Obrázek 9: Detail obce Bolechy a Bolešského rybníka, Stabilní katastr 1826 (zdroj: ČÚZK) [17].....	23
Obrázek 10: Osada Bolechy s Bolešským rybníkem v roce 1952 (zdroj: ČÚZK) [18].....	24
Obrázek 11: Část otisku knihovni vložky č. 83 (Zdroj: ČÚZK, katastrální pracoviště České Budějovice) [19].....	25
Obrázek 12: Část otisku knihovni vložky č. 83 (Zdroj: ČÚZK, katastrální pracoviště České Budějovice) [19].....	25
Obrázek 13: Pravděpodobné původní vypustné zařízení	27
Obrázek 14: Pohled do zátopy z pravého zavázání hráze	27
Obrázek 15: Šachta požeráku s jednoduchou dlužovou stěnou	28
Obrázek 16: Celkový stav požeráku s lávkou	28
Obrázek 17: Přelivná hrana a spadiště bezpečnostního přelivu	29
Obrázek 18: Vyústění odpadu od bezpečnostního přelivu a od požeráku (červeně)	29
Obrázek 19: Odpad přelivu po vodě - pohled ze spadiště, vpravo plastová drenážní trubka	29
Obrázek 20: Místo zlomu v trase odpadního koryta, pohled k levému zavázání	29
Obrázek 21: Schéma pro výpočet součinitele přepadu dle Kramera [21]	34
Obrázek 22: Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu sdruženého objektu	36
Obrázek 23: Konsumpční křivka odpadu od sdruženého objektu	39
Obrázek 24: Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu - průleh	51
Obrázek 25: Konsumpční křivka odpadní potrubí spodní vypusti DN400	53
Obrázek 26: Současný stav přehrážky (pohled směrem do nádrže)	62

13. Seznam tabulek

Tabulka 1: <i>m</i> - denní průtoky (zdroj: ČHMÚ) [12]	21
Tabulka 2: <i>N</i> -leté průtoky (zdroj ČHMÚ) [12].....	21
Tabulka 3: Kácené dřeviny pro variantu sdruženého objektu.....	31
Tabulka 4: Vstupní hodnoty pro výpočet bezpečnostního přelivu	35
Tabulka 5: Výpočet průtoku přelivem sdruženého objektu.....	36
Tabulka 6: Vstupní hodnoty pro výpočet kritické hloubky.....	37
Tabulka 7: Výpočet kapacity odpadu sdruženého objektu	38
Tabulka 8: Vstupní hodnoty pro výpočet kapacity navrženého koryta	39
Tabulka 9: Demolice betonových konstrukcí	41
Tabulka 10: Kubatury betonu pro sdružený objekt	42
Tabulka 11: Kubatury sdruženého objektu - přehled	43
Tabulka 12: Dotčené pozemky pro variantu A – sdružený objekt (informace převzaty z KN) [20]	44
Tabulka 13: Kácené dřeviny pro variantu průlehu v hrázi.....	46
Tabulka 14: Vstupní hodnoty pro výpočet lichoběžníkového přelivu	49
Tabulka 15: Vstupní data pro výpočet průtoku obdélníkovou částí (výpočet dle rovnice 1)	50
Tabulka 16: Výpočet prvních deseti úseků pravé trojúhelníkové části	50
Tabulka 17: Konsumpční křivka průlehu v hrázi	51
Tabulka 18: Vstupní hodnoty pro výpočet přepadu přes dlužovou stěnu dle rovnice 1	52
Tabulka 19: Průtok přes požerák, plnění odpadního potrubí.....	52
Tabulka 20: Výpočet plnění odpadního potrubí spodní výpusti.....	52
Tabulka 21: Vstupní hodnoty pro výpočet kapacity odpadního koryta.....	54
Tabulka 22: Kubatury betonu pro variantu průleh.....	56
Tabulka 23: Kubatury pro variantu průleh v hrázi - přehled	57
Tabulka 24: Dotčené pozemky pro variantu B – průleh v hrázi (informace převzaty z KN) [20].....	58

14. Seznam rovnic

<i>Rovnice 1: Rovnice nezatopeného přepadu</i>	34
<i>Rovnice 2: Výpočet součinitele přepadu dle Kramera</i>	34
<i>Rovnice 3: Výpočet účinné šířky přelivu</i>	34
<i>Rovnice 4: Výpočet kritické hloubky pro obdélník</i>	37
<i>Rovnice 5: Rovnice kontinuity</i>	37
<i>Rovnice 6: Hydraulický poloměr</i>	37
<i>Rovnice 7: Chézyho rovnice</i>	38
<i>Rovnice 8: Odvozený vztah pro Manningův drsnostní součinitel</i>	38
<i>Rovnice 9: Průtočná plocha pro lichoběžník</i>	40
<i>Rovnice 10: Omočený obvod pro lichoběžník</i>	40
<i>Rovnice 11: Určení režimu proudění pomocí Froudova čísla</i>	40
<i>Rovnice 12: Rovnice nezatopeného přepadu pro lichoběžník</i>	49

15. Seznam výkresových příloh

A. Varianta A - sdružený objekt

- A. 1 Celková situace
- A. 2 Katastrální situace
- A. 3 Příčný řez hráze PŘ1 – současná výpustná zařízení
- A. 4 Podélný profil hráze
- A. 5 Překop hrází – podélný řez osou koruny
- A. 6 Sdružený objekt, odpadní koryto
- A. 7 Retenční přehrážka na vtoku do zátopy – rekonstrukce

B. Varianta B - průleh v hrázi

- B. 1 Celková situace
- B. 2 Katastrální situace
- B. 3 Příčný řez hráze PŘ2 – hráz v místě průlehu
- B. 4 Podélný profil hráze
- B. 5 Překop hrází – podélný řez osou koruny
- B. 6 Situace spodní výpusti a bezpečnostního přelivu, řezy bezpečnostního přelivu
- B. 7 Spodní výpust - řezy

C. Situační výkresy

- C. 1 Situace širších vztahů
- C. 2 Situace – vodohospodářská mapa