

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny

**Studie úpravy koncepce nádrže Jelení
na víceúčelovou nádrž**

Diplomová práce

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Hana Minářová**
Studijní program: Krajinné inženýrství
Obor: Krajinné inženýrství
Název tématu: **Studie úpravy koncepce nádrže Jelení na víceúčelovou nádrž**
Rozsah práce: cca 50 stran textu, přílohy neomezeně

Zásady pro vypracování:

1. Literární rešerše dané problematiky. Studium a vyhodnocení stávajících i historických podkladů, dat a map.
Přírodní poměry lokality: geologie, pedologie, klima, hydrologie, fauna, flora.
2. Podrobný terénní průzkum. Popis stávajícího stavu lokality.
3. Na základě prostudování projektové dokumentace, popis a vyhodnocení navrhované nádrže, (suchá nádrž Jelení na Kobylím potoce).
4. Návrh změny koncepce nádrže z jednoúčelové protipovodňové, na nádrž více účelovou. Návrh bude obsahovat změny úprav hráze, objektů, terénní úpravy zátopy, vegetačního doprovodu.
Vyhodnocení změny transformačního účinku nádrže se zohledněním navržených úprav a další vhodné účely vodního díla. Doporučení vhodné druhové skladby vegetačního doprovodu a využití ploch s ohledem na četnost zatápnění různých výškových úrovní zátopy.
5. Vypracování výkresových a mapových příloh.
6. Ekonomické zhodnocení navrhovaných změn, možné zdroje financování.

Seznam odborné literatury:

1. DOLEŽAL, P. a kol. *Malé vodní a suché nádrže : TP 1.19 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2011. 108 s. ISBN 978-80-86364-16-2.
2. ŘÍHA, J. *Ochranné hráze na vodních tocích*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. 223 s. ISBN 978-80-247-3570-2.
3. HUBAČÍKOVÁ, V. – KOUTNÝ, L. *Optimalizace krajinného prostředí z hlediska protipovodňové ochrany*. Disertační práce. MENDELU Brno, 2012. 109 s.
4. ŠÁLEK, J. – TLAPÁK, V. – SALAŠOVÁ, A. *Protipovodňová prevence a krajinné plánování*. 1. vyd. Pardubice: Česká společnost krajinných inženýrů, 2003. 300 s. ISBN 80-903258-0-7.
5. KOUTNÝ, L. – TLAPÁK, V. – HUBAČÍKOVÁ, V. – SYNKOVÁ, J. – KUBOVÁ, K. *Vlivy vegetace a lesa na protipovodňovou a protierozní ochranu krajiny*. In *sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference Voda v krajině 21. století*. Pardubice: Česká společnost krajinných inženýrů, 2005, s. 123–128. ISBN 80-903258-4-X.
6. *Zvýšení retenční schopnosti území a protipovodňová ochrana obcí na základě návrhů komplexních pozemkových úprav v okrese Olomouc : sborník přednášek z odborného semináře, Těšetice-Majetín, 22. září 2006*. Olomouc: Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, oblastní pobočka Severní Morava, 2006. 52 s.
7. *ČSN 75 2310 Sypané hráze : Embankment dams*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 35 s.
8. JANDORA, J. – ŘÍHA, J. *Porušení sypaných hrází v důsledku přelití*. 1. vyd. Brno: Econ, 2002. 188 s. Práce a studie Ústavu vodních staveb FAST VUT v Brně. ISBN 80-86433-14-5.
9. *ČSN 75 2405 Vodohospodářské řešení vodních nádrží : Water management analysis of reservoirs*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 20 s.
10. VRÁNA, K. – BERAN, J. *Rybníky a účelové nádrže*. 2. vyd. Praha: ČVUT, 2005. 150 s. ISBN 80-01-02570-5.
11. ŠLEZINGR, M. – ÚRADNÍČEK, L. *Vegetační doprovod vodních toků a nádrží*. Brno: Akedemické nakladatelství CERM, s.r.o., 2002. 130 s. ISBN 80-7204-269-6.
12. ŠLEZINGR, M. *Funkce vegetačního doprovodu vodních toků a nádrží*. In *FIALOVÁ, J. Rekreace a ochrana přírody*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, s. 17–18. ISBN 978-80-7375-398-6.

Datum zadání diplomové práce: listopad 2015

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017

L. S.


Bc. Hana Minářová
Autorka práce




Ing. Jana Marková, Ph.D.
Vedoucí práce


doc. Ing. Petr Kupec, Ph.D.
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Radomír Klvač, Ph.D.
Děkan LDF MENDELU

Prohlašuji, že jsem práci: „Studie úpravy koncepce nádrže Jelení na víceúčelovou nádrž“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

Vdne

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych velice ráda poděkovala několika lidem, bez kterých by mi nebylo umožněno vypracování této diplomové práce. Především děkuji vedoucí diplomové práce paní Ing. Janě Markové, Ph.D. za ochotu a vedení. Dále děkuji společnosti AQUATIS a. s., která mi umožnila vypracovat diplomovou práci na zajímavé téma a také za poskytnutí dat.

Abstrakt

MINÁŘOVÁ, H. Studie úpravy koncepce nádrže Jelení na víceúčelovou nádrž. Diplomová práce. Brno 2017

Nádrž Jelení je navržena jako suchá jednoúčelová nádrž, jejímž účelem je protipovodňová ochrana. Tato diplomová práce se bude zabývat studií návrhu na změnu koncepce nádrže na víceúčelovou. Aby mohla být nádrž Jelení využívána jako víceúčelová, budou na návodním líci hráze, konstrukci výpustného zařízení a v zátopě navrženy změny tak, aby mohl v nádrži vzniknout prostor stálého nadržení se stálou minimální hladinou. Zadržaná voda bude mít pozitivní vliv nejen na okolní krajinu a vývoj některých živočichů, ale i na samotnou zemní hráz, u které stálá hladina zabrání vysoušení zeminy, zvláště pak těsnícího jádra hráze. Díky navrženým úpravám mohou být k protipovodňové funkci nádrže Jelení přidruženy i další účely (protipožární, rekreační a jiné).

Klíčová slova: Nádrž, suchá nádrž, protipovodňová, jednoúčelová, víceúčelová,

Abstract

MINÁŘOVÁ, H. Study of conceptual modification of Jelení Reservoir to multi-purpose reservoir. Master's Thesis. Brno 2017

Jelení Reservoir is designed as a single-purpose, dry reservoir that serves as an anti-flood protection. This thesis focused on a proposal for change the reservoir concept to a multi-purpose reservoir.

To make Jelení Reservoir multi-purpose reservoir, there has to be made several changes to structure of the reservoir, embankment dam upstream face and bottom outlets structure so the reservoir would be able to hold constant water level.

The water level increasing will have positive impact on surrounding landscape and various animals environment. In addition the constant water level will prevent the embankment dam impervious core from drying and therefore cracking. Once the aforementioned changes take place, Jelení Reservoir will still serve as an flood protection, but with possible other uses (fire-fighting water supply, recreational etc.).

Keywords: Reservoir, dry reservoir, anti-flood reservoir, single-purpose, multi-purpose

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce.....	10
3	Literární přehled	11
3.1	Rozdělení vodních nádrží.....	11
3.2	Suchá nádrž, poldr.....	14
3.3	Stavební uspořádání nádrží	15
3.4	Prostor zátopy suché nádrže.....	20
3.5	Vysychání tělesa hráze	21
4	Metodika	22
5	Přírodní poměry a stávající stav lokality	24
5.1	Základní údaje	24
5.2	Geomorfologie	24
5.3	Geologie	25
5.4	Pedologie.....	25
5.5	Hydrologie a klimatické poměry.....	25
5.6	Fauna a flóra.....	26
5.7	Popis stávajícího stavu lokality	27
6	Popis stávajícího návrhu suché nádrže Jelení	29
7	Technický návrh změny koncepce nádrže Jelení.....	35
7.1	Změny vtokového objektu.....	35
7.1.1	Uvažované návrhy hrazení v toku	35
7.1.2	Návrh konstrukce požeráku	37
7.2	Úpravy návodního líce hráze	38
7.3	Úprava zátopy	39
7.4	Úprava vegetace v prostoru zátopy	40
8	Ekonomické zhodnocení a možnosti financování	42

9	Hydrotechnické výpočty	43
9.1	Výpočet kapacity výpustného objektu	43
9.1.1	Výpočet přepadového množství přes dlužovou stěnu požeráku	43
9.1.2	Výpočet kapacity průtoků výpustí	44
9.2	Výpočet transformačního účinku nádrže	49
10	Diskuse.....	52
11	Závěr	54
12	Summary	55
13	Seznam literatury	56
14	seznam grafů	58
15	seznam tabulek.....	58
16	seznam rovnic	58
17	seznam příloh.....	59
18	seznam výkresů.....	59

1 Úvod

V posledních letech vzrůstá počet navrhovaných a následně i realizovaných vodohospodářských staveb, mezi které patří i nádrže. Důvody pro realizaci mohou být různé - ochrana před povodněmi, akumulace vody, chov ryb či vodního ptactva, rekreace a mnoho dalších. Každé nádrži je již při návrhu přiřazen její účel, který může být jeden, ale i více. Podle toho rozdělujeme nádrže na jednoúčelové a víceúčelové. Častěji jsou navrhovány víceúčelová avšak s jedním hlavním účelem.

Podkladem pro zpracování této diplomové práce je projekt nádrže Jelení, nacházející se v okrese Bruntál na toku Kobylího potoka, který spadá do povodí Odry. Tato nádrž je navržena jako suchá protipovodňová nádrž, která je schopna transformovat povodňovou vlnu PV₁₀₀ na hladinu neškodného odtoku. Jedná se o suchou nádrž bez stálé minimální hladiny. Úkolem diplomové práce je navrhnout úpravy nádrže tak, aby mohla sloužit jako víceúčelová. Budou navrženy změny na návodním líci hráze, konstrukci stávajícího výpustného objektu a úpravy zátopy. V nádrži bude vytvořen prostor stálého nadržení se stálou minimální hladinou vody. Důvodem je možnost víceúčelového využití, pozitivní vliv zadržetí vody v krajině, ale i zabránění vysychání zemin zemní hráze, především těsnicího jádra.

Pokud budou realizovány navržené úpravy, nádrž Jelení bude mít stále prioritní účel protipovodňové ochrany, ale může zároveň sloužit k rekreaci, protipožární ochraně či ochraně bioty jako víceúčelová nádrž.

2 CÍL PRÁCE

Jak už samotný název napovídá, cílem diplomové práce je studie úpravy koncepce nádrže Jelení na víceúčelovou nádrž. Nádrž Jelení, pro kterou je diplomová práce vypracována, je koncipována jako suchá nádrž, tedy bez stálé minimální hladiny. Nádrž Jelení je navržena jako jednoúčelová – protipovodňová nádrž, schopna transformovat průtok rovnající se Q_{100} na neškodný průtok. Cílem práce je navrhnout úpravy na návodním líci hráze, funkčních objektech a zátopě tak, aby nádrž Jelení mohla být využívána jako víceúčelová. Aby mohla nádrž sloužit jako víceúčelová, bude v zátopě vytvořena stálá minimální hladina, která umožní další využití nádrže - rekreace, protipožární ochrana či ochrana bioty.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

Tato diplomová práce se zabývá úpravou koncepce nádrže Jelení. Před samotnou praktickou částí bude vysvětleno několik základních pojmů, které je potřeba znát pro lepší porozumění dané problematice. Nejdříve budou charakterizovány vodní nádrže, z hlediska rozdělení podle různých kritérií. Poté bude detailněji popsána suchá nádrž a nakonec možnosti úprav nádrže s cílem vytvoření víceúčelové nádrže.

3.1 Rozdělení vodních nádrží

Vodní nádrže mají z vodohospodářského hlediska velký význam pro regulaci odtoku, ale mohou mít vliv i na úpravu vodních poměrů. Vodní nádrže rozdělujeme podle níže uvedených kritérií.

Rozdělení podle zdroje vody zásobující nádrže

Podle tohoto kritéria se nádrže dělí na nádrže zásobené vodou povrchovou, podpovrchovou a vodou odpadní. V České republice se odpadní vody pro napouštění nádrží využívají jen výjimečně. Takové nádrže pak slouží především k čištění odpadní vody například ze sídlišť či z průmyslu. Nejčastějším zdrojem pro zásobení vodní nádrže jsou vody povrchové, které odtékají z povrchu v bystřinách, potocích a řekách. (Šálek a kol., 1983; Tlapák a kol., 2002).

Rozdělení podle způsobu zásobení vodou

Podle těchto kritérií třídíme nádrže na dešťové, pramenné a říční. Dešťové nádrže, neboli nebeské jsou zásobeny dešťovou vodou nebo vodou z tajícího sněhu. Voda do této nádrže přitéká v podobě plošného povrchového ronů. Pramenné nádrže jsou takové, které jsou plněny vývěry podzemní vody. Vývěry mohou být jak ve dně nádrže, tak na jejích březích. Takové nádrže jsou spíše ojediněle, častěji slouží podzemní voda jako doplňkový zdroj, která díky svým vlastnostem přispívá k zlepšení jakosti vody v nádrži. A nakonec nádrže říční, které jsou plněny povrchovou vodou přitékající z bystřin, potoků či řek. Říční nádrže jsou nejčastějším typem nádrží, a to zejména z důvodu stálého a většinou i vydatného přítoku vody (Jůva a kol., 1980; Šálek 1983; Tlapák 2002).

Rozdělení podle způsobu a místa vytvoření - přírodní a umělé

„Přírodní vodní nádrž je nádržní pánev na povrchu nebo pod povrchem země, vzniklá bez zásahu člověkem, případně i jiných ústrojenců (původ technický, vulkanický,

ledovcový krasový apod.)“ (Broža a kol., 1967, str. 20). Mezi přírodní nádrže řadíme například jezera, které jsou z pohledu vodního hospodářství nejdůležitější.

Naproti tomu umělé nádrže jsou vytvořeny člověkem a jeho zásahem do přírodních poměrů.

Rozdělení umělých nádrží - průtočné a neprůtočné

Průtočná nádrž je charakterizována průtokem celého vodního toku nádržným prostorem nádrže. Hladina říčního toku je vzduta čelní hrází a vytváří tak v podstatě rozšířené koryto toku. Tyto nádrže jsou označovány jako nádrže údolní, a to z důvodu, že nádržní prostor je vymezen dnem a svahy údolí a návodním lícem hráze až po maximální hladinu. (Šálek a kol., 1983; Broža a kol., 1967)

„Přítok vody do nádrže je dán odtokem z povodí k přehradnímu profilu a je neregulovatelný. Do nádrže vtéká tedy veškerá voda napájecího toku, a nebereme-li v úvahu ztráty, zase z ní vypustí, přelivem nebo odběrným objektem všechna odtéká.“ (Šálek a kol., 1983, str. 22).

Druhým typem jsou nádrže neprůtočné, jejich typickým znakem je regulovatelnost přítoku do nádrže. V tomto případě je vodní tok odveden mimo nádržní prostor, pak jde o nádrže obtokové. Obtokové nádrže jsou zřízeny přehrazením toku hrází, která je kolmá na osu údolí. Aby se jednalo o neprůtočnou nádrž, musí být zachována podmínka regulovatelnosti. Z tohoto důvodu musí být vybudováno koryto k odvedení vodního toku a odběrný objekt, který přivádí optimální množství vody. Druhou možností je vybudování nádrže podél stávajícího toku, v takovém případě je nádrž zásobena pomocí přívodního kanálu (náhonu), pomocí kterého je možné regulovat množství přitékající vody. Jedná se o nádrž břehovou, boční, hrázovou či kopanou. Břehová a boční nádrž jsou situovány na úbočích a jejich hráz tak neuzavírá celé údolí. Hrázové nádrže vznikají v rovinných terénech, kdy je po obvodu celé nádrže vybudována hráz a dno nádrže leží v úrovni terénu. Posledním typem je kopaná nádrž, která jak už název napovídá, je budována výkopem. Úroveň dna se tedy nachází pod úrovní terénu (Šálek a kol., 1983; Tlapák a kol., 2002; Broža a kol., 1967).

Podle účelové funkce

Z pohledu jaký a kolik účelů nádrží plní, se rozdělují na jednoúčelové a víceúčelové. Dnes je většina nádrží víceúčelových, slouží tedy ke dvěma i více účelům. Funkce a využití nádrže je určena již při projekci. Podle funkce či účelu, kterou bude nádrž

splňovat, se navrhuje její umístění, konstrukce, stavební objekty a podmínky výstavby a provozu. Z tohoto důvodu je z vodohospodářského hlediska důležité určit hlavní účel, který bude nádrž plnit. Nádrže dělíme podle účelové funkce na zásobní, ochranné, energetické, čistící, chladící, odvodňovací, požární, průmyslové, zemědělské, suché, rekreační, rybniční, záchytné, závlahové atd. (Jůva a kol., 1980; Broža a kol., 1967).

„Zásobní nádrže, zvyšují nízké průtoky tím, že vytvářejí zásoby vody v době jejího nadbytku pro období nedostatku; udržují se pokud možno plné, aby byla pohotově zásoba vody pro nástup málovodného období.“ (Broža a kol., 1967, str. 21).

Ochranné nádrže, také se nazývají retenční, jejich účelem je zachytit a zadržet velké povodňové vody. Zachycením, případně transformací povodňové vlny chrání území ležící pod hrází před povodněmi a erozními účinky vody. Jsou situovány především v horních úsecích toků. Jejich retenční prostor je navržen tak, aby byl schopen zachytit povodňovou vlnu. Po opadnutí povodňové vlny se nádržný prostor ochranných nádrží postupně vyprazdňuje, jen tak je schopen zachytit další povodeň. Jestliže nádrže zachycují velké průtoky, jedná se o nádrže protipovodňové. Pokud pomocí sedimentace odstraňují z vody hrubší splaveniny, nazýváme je nádrže záchytné (Jůva a kol., 1980; Broža a kol., 1967).

Pro tuto práci je nejvýznamnější popis suché nádrže neboli poldru. Podle TNV 75 2415 je suchá nádrž charakterizována jako vodní nádrž, která je určena k ochraně před účinky povodní. Suchá nádrž plní retenční funkci a zajišťuje snížení povodňových průtoků na vodním toku. Detailněji budou suché nádrže popsány v kapitole 3.2.

Nádrže rybochovné, jsou většinou menší kapacity. Využívají se především k chovu ryb, ale mohou sloužit i k chovu vodní drůbeže. Tyto nádrže musejí být bezpečně zásobeny dostatkem vody. Budují se v polohách s vhodným klimatem a půdami. Pokud slouží nádrž k rybochovnému účelu, musí být opatřena nejen základními funkčními objekty, ale také speciálními objekty. Ke speciálním objektům na rybochovných nádržích patří zejména loviště, kádiště, přístupové schodiště nebo rampa, příjezdová komunikace a prokysličovací zařízení (Jůva a kol., 1980; Tlapák a kol., 2002).

Dalším typem jsou rekreační nádrže sloužící, jak už název napovídá, k rekreaci veřejnosti. K tomuto účelu slouží jak přírodní koupaliště, tak koupaliště umělá.

3.2 Suchá nádrž, poldr

V předchozím textu byly představeny různé druhy nádrží, jejich základní rozdělení a účely. Tato diplomová práce je zaměřena především na suchou nádrž. Jak již bylo řečeno suchá nádrž plní funkci retenční a zajišťuje snížení povodňových průtoků na vodním toku. Celkový objem nádrže je u suché nádrže téměř shodný se součtem ovladatelného a neovladatelného prostoru. V případě, že se v prostoru nádrže nachází zanedbatelné stálé nadržení plní nádrž také další funkce jako krajínovornou nebo ekologickou.

Nádrž Jelení je ve stávající variantě koncipována jako jednoúčelová suchá nádrž a cílem práce je navrhnout takovou úpravu tak, aby mohla sloužit jako víceúčelová s minimální stálou zdrží. Pojmy jednoúčelová a víceúčelová nádrž byly vysvětleny výše, je ovšem zapotřebí si rovněž objasnit význam termínů suchá nádrž a poldr.

Tyto dva pojmy jsou diskutovanou záležitostí a u odborné veřejnosti nejsou dostatečně vymezeny. Některá odborná literatura uvádí totožnou charakteristiku pro oba, zatímco v jiné literatuře se objevují zvlášť a klade se důraz na rozdíly mezi nimi.

Například TNV 75 2415 uvádí jednu charakteristiku pro suchou nádrž a poldr: *„vodní nádrž určená k ochraně před účinky povodní, ve které je celkový objem nádrže téměř shodný se součtem ovladatelného a neovladatelného prostoru; plní retenční funkci a snižuje povodňový průtok ve vodním toku; může mít v poměru k celkovému objemu zanedbatelné stálé nadržení, které plní krajínovornou nebo ekologickou funkci“*

Oproti tomu (Říha a kol., 2014) uvádí dvě definice. Suchá nádrž je zde definována podle TNV 75 2415, tedy ve stejném znění jako v předešlém odstavci. Je zde však upozorněno, že suché nádrže se často nesprávně zaměňují za poldry, které jsou zde definovány podle ČSN 75 0121: *„Poldr je prostor v říčním údolí přilehlý k toku, který po naplnění vodou při povodni plní retenční funkci a snižuje povodňový průtok v toku. Po průchodu povodně se prostor zcela vyprázdní a zpravidla se zemědělsky využívá (obdoba suchá nádrže)“*

Ve velké většině odborných textů se uvádí termín „suchá nádrž“, z tohoto důvodu bude i v této práci používán tento výraz. Tím pádem lze říci, že Jelení nádrž je navržena jako jednoúčelová suchá nádrž a cílem této práce je návrh přeměny její koncepce na nádrž se stálou hladinou (prostorem stálého nadržení) tak, aby plnila nejen retenční, ochranou funkci, ale i funkci krajínovornou či ekologickou.

3.3 Stavební uspořádání nádrží

Hlavní stavební složkou každé vodní nádrže je hráz a jinak tomu není ani u nádrže suché. Svým umístěním hráz vymezuje prostor zátopy. Nádrž musí dále obsahovat takzvané funkční objekty, které zajišťují bezpečnost, provoz a využití nádrže. Jejich umístění pak společně s manipulačním řádem udává jednotlivé prostory nádrže. Bez těchto stavebních prvků se žádné nádrže neobejdou, proto je vhodné je stručně popsat, i když nejsou hlavním předmětem našeho zájmu.

HRÁZ

Návrh hráze pro suché nádrže musí splňovat požadavky normy ČSN 75 2310 a ČSN 75 2340. Pro suché nádrže se většinou používají sypané hráze, pokud možno z místních materiálů. Sypané hráze rozdělujeme konstrukčně na dvě skupiny, a to homogenní, které jsou používány především pro nižší hráze a nehomogenní, složené z těsnicí a stabilizační části. (Říha, 2010, TNV 75 2415)

Homogenní hráz jsou nasypávány nebo naplavovány (v podmínkách ČR se tento systém používá pouze částečně u odkališť) pouze z jedné zeminy, která je dostatečně nepropustná a zároveň objemově stálá. V současné době se navrhování a výstavba homogenních hrází značně omezuje, a to zejména kvůli jejich problémům po nasycení vodou. Pokud je nasyceno celé těleso hráze, může dojít ke změně fyzikálně chemických vlastností zeminy hráze (Jůva a kol., 1980; Broža a kol., 1998).

Nehomogenní hráze jsou charakteristické přítomností různých druhů zeminy, které jsou v tělese hráze uloženy odděleně. Vznikají tak jednotlivé části hráze, a to těsnicí jádro a stabilizační část. Díky takto uloženým zeminám je řízeno proudění vody v tělese hráze a zároveň úplně vyloučeno z částí, kde by mohla voda způsobit nebezpečné změny (Broža a kol., 1998; Tlapák a kol., 2002).

„Zeminy pro těleso homogenní hráze, popř. pro těsnicí část nehomogenní hráze musí splňovat tyto požadavky:

- *Hydraulická vodivost zeminy musí být menší než $k = 10^{-8} \text{ m/s}$,*
- *Čára zrnitosti leží v zóně 2, popř. 1,*
- *Obsah organických látek nepřesahuje 5 %,*
- *Mez tekutosti není vyšší než 50 %,*

- *Maximální průměr zrna zeminy je 100 mm,*
- *U zemin skupiny ML a CL je index plasticity $I_p = W_L - W_p > 8$.” (Říha, 2010, str. 157)*

Pro stabilizační část zemní hráze by měla být použita zemina se zrnitostní křivkou ležící v mezní oblasti 3, popřípadě 4. Zemina musí zůstat po zhutnění objemově stálá, propustná a nesmí obsahovat organické látky (Říha, 2010).

Při návrhu konstrukčního uspořádání tělesa hráze suché nádrže je nutné brát v úvahu fakt, že v nádrži bude vzdutá hladina pouze v ojedinělých případech. V takovém případě není v tělese hráze vytvořena trvalá průsaková křivka a může docházet k vysychání povrchových vrstev návodního líce hráze a také těsnícího jádra (TNV 75 2415).

FUNKČNÍ OBJEKTY

Funkční objekty umožňují manipulaci s vodou v nádrži, bezpečný provoz a zajištění požadované funkce nádrže. Tyto zařízení slouží k napouštění, odběru a vypouštění vody z nádrže.

Nápuštěné objekty jsou zřizovány pouze u neprůtočných nádrží, kde zajišťují přívod vody a mají podobu gravitačního kanálu, potrubí s nápuštěným stavidlem nebo gravitačního potrubí. Průtočné nádrže jsou naplňovány přímo z koryta řeky či potoka (Broža a kol., 1998; Jůva a kol., 1980).

Odběrné objekty slouží k odběru vody pro zásobní účely nebo pro přivádění vody do vodní elektrárny. Jsou zpravidla umístěny v úrovni stálé hladiny nebo v určité výšce nad dnem nádrže, tak aby voda nebyla znečištěna sedimentem (Broža a kol., 1998; Jůva a kol., 1980).

Mezi nejdůležitější objekty průtočných nádrží patří bez pochyby výpustná zařízení a bezpečnostní přelivy. Těmito objekty je vybavena i nádrž Jelení, proto se jimi budeme zabývat detailněji. Navržení a následná konstrukce spodních výpustí, bezpečnostního přelivu a nouzového přelivu musí splňovat několik požadavků. Musejí zajistit:

- „bezpečný a spolehlivý provoz při průchodu povodní, pokud možno s minimálními nároky na lidskou obsluhu;
- účinnou a snadnou obsluhu a údržbu;
- dlouhodobou životnost a efektivní provoz z hlediska nároků na opravy a rekonstrukce;

- odolnost proti vnějším zásahům cizích osob (neoprávněné manipulace, vandalismus apod.) tak, aby nemohlo dojít k nežádoucímu plnění retenčních prostoru.“ (TNV 75 2415)

Výpustná zařízení

Slouží k regulaci vypouštěné vody z nádrže. Výpustě rozdělujeme na otevřené a trubní, a to podle jejich konstrukčního uspořádání. Ať už je zvolen jakýkoli typ, vždy se umísťuje do nejnižšího místa nádrže, z důvodu jejího úplného vypuštění a většinou do čelní hráze nádrže. (Šálek a kol., 1983)

Otevřené výpusti mají většinou podobu zděného, železobetonového nebo betonového žlabu, která prochází hrází a je vybaven vhodným uzávěrem. Uzavíratelným neboli hradícím zařízením jsou stavidla nebo tabulové, segmentové či klapkové uzávěry. Horní hrana hradící konstrukce je umístěna do výšky hladiny stálého nadržení a v některých případech plní i funkci bezpečnostního přelivu. Za uzávěrem musí být umístěno zařízení pro tlumení kinetické energie přepadající vody v podobě rozrážeců nebo vývařiště. Otevřené výpustě jsou navrhovány především do nižších hrází, a to do výšky 4 m. (Šálek a kol., 1983; Tlapák a kol., 2002)

Druhým konstrukčním typem jsou výpusti trubní. Slouží k vypouštění vody za pomoci potrubí, které je zabudované do nejnižšího místa hráze. Konstrukce trubní výpustě se skládá ze tří částí, a to uzavíracího mechanismu, výpustního potrubí a zařízení na utlumení kinetické energie. Podle uzavíracího zařízení dělíme výpustná zařízení do několika skupin:

- „*lopatkové uzávěry, šikmé tabulové uzávěry na návodní straně,*
- *čepové uzávěry s různými typy šoupátek, regulačních šoupátek a ventilů,*
- *stavidlové uzávěry, ploché kanalizační šoupátka,*
- *segmentové a speciální uzávěry,*
- *požerákové výpustě různých typů a uspořádání.“* (Šálek a kol., 1983, str. 113)

Mezi nejužívanější výpustná zařízení patří požerákové výpustě. Jejich konstrukce je tvořena z betonové, železobetonové nebo dřevěné skříňové konstrukce a uzávěru tzv. dlužovou stěnou. (Tlapák a Herynek, 2002) Požerákové výpustě dělíme podle jejich konstrukčního uspořádání na:

- a) „*Otevřené požeráky s jednoduchou dlužovou stěnou,*

- b) otevřené požeráky s dvojí dlužovou stěnou,
- c) otevřené požeráky s dvojí dlužovou stěnou, druhá dlužová stěna je zdvojená,
- d) polouzavřený požerák se dvěma jednoduchými dlužovými stěnami,
- e) kombinovaný uzavřený požerák s vnitřní dvojitou dlužovou stěnou a kanalizačním šoupátkovým uzávěrem u dna,
- f) kombinovaný uzavřený požerák s jednoduchou dlužovou stěnou a stavidlovým uzávěrem u dna“ (Šálek a kol., 1983, str. 116).

Otevřené požerákové výpustě se používají u malých nádrží s hloubkou do 3,0 m. Dlužová stěna je sestavena dřevěných, nejčastěji dubových nebo modřínových prken s výškou 15 až 20 cm, které se zasouvají do ocelových drážek na stěnách požeráku. Požeráky otevřené s jednoduchou dlužovou stěnou umožňují odběr vody pouze z hladiny, na rozdíl od dvojí dlužové stěny, která umožňuje odběr jak z vodní hladiny, tak ze dna. (Šálek a kol., 1983) V takovém případě je do dolní části návodní dlužové stěny zasunuta česlová stěna místo dluží. Pokud je dlužová stěna zdvojena, je mezi dlužemi umístěn těsnící materiál, např. jíl nebo popel, který zajistí snížení ztrát průsakem. Kombinované požeráky jsou navrhovány u nádrží s hloubkou vyšší jak 3,0 m. V takovém případě je dlužová stěna kombinovaná s dalším typem uzávěru, kterým může být kanalizační šoupátko či stavidlo (Tlapák a Herynek, 2002).

Dle ČSN 75 2340 „Každá přehrada musí mít nejméně dvě samostatně použitelné, funkčně na sobě nezávislé spodní výpusti. Výjimečně smí být přehrada vybavena pouze jednou spodní výpustí, jsou-li splněny tyto podmínky:

- a) objem ovladatelného prostoru vodní nádrže je nejvýše 1 mil. m³;
- b) největší hloubka nádrže je nejvýše 9 m;
- c) přeliv přehrady je nehrazený nebo, je-li hrazený, bylo při posouzení bezpečnosti nádrže při povodni počítáno pouze s přepadem přes uzavřené uzávěry;
- d) není požadováno udržování trvalého průtoku v korytě toku pod přehradou.“

Samostatné výpustné zařízení má být vybudováno pro vypouštění stálých průtoků, může být řešeno jako samostatná výpust' nebo jako odbočka z odběrného nebo jiného výpustného zařízení (ČSN 75 2340).

U protékajících suchých nádrží není nutné vybavovat spodní výpusti provozními uzávěry. Jestliže jsou uzávěry součástí spodní výpusti, musí být zajištěny proti neoprávněnému použití (TNV 75 2415).

Spodní výpusti musí být chráněny před poškozením nebo ucpáním. Z tohoto důvodu jsou před vtokovou část výpusti instalovány česlové stěny. Pro suché nádrže je doporučována předsazená česlová stěna s hrubými česlicemi a na vtoku do spodní výpusti se osazují jemné česlice (Říha a kol., 2014).

Bezpečnostní přelivy

Bezpečnostní přelivy slouží k ochraně před velkými vodami a k neškodnému převedení povodňových průtoků. Chrání tak hráz nádrže před poškozením při přelití a zároveň území pod nádrží před škodami způsobenými přelitím nebo dokonce protržením hráze. Bezpečnostní přeliv je složen z několika částí, a to z přelivné části, odvodu vody (skluzu) a zařízení pro útlum kinetické energie vody (vývaru) (Tlapák a kol., 2002; Broža a kol., 1998). Návrhová kapacita bezpečnostního přelivu se volí v závislosti na kategorii vodního díla. Dimenzování se řídí normou ČSN 75 2340 nebo ČSN 75 2410.

Podle rozměrů přelivné hrany volíme typ bezpečnostního přelivu: přímé, boční, kašnové, šachtové, kombinované či speciální (Šálek a kol., 1983).

Pro naše účely je důležité alespoň rámcově popsat kombinovaný typ bezpečnostního přelivu, tento typ je totiž navržen pro převedení povodňových průtoků přes hráz nádrže Jelení.

Kombinované přelivy jsou také nazývány jako sdružené funkční bloky, je tak v jednom objektu zajištěno více funkcí. Jde především o funkci výpustného zařízení, bezpečnostního přelivu a také odběrného zařízení (v případě zásobní nádrže).

Sdružené objekty nacházejí své uplatnění především při částečném zapuštění do tělesa hráze. V takovém případě jsou obvykle navrženy jako kašnové nebo šachtové přelivy, do kterého je zaústěna nehrazená spodní výpust' (Říha a kol., 2014).

Nouzové přelivy

Hlavním úkolem nouzového přelivu je převedení extrémních průtoků v situaci, kdy by hrozilo přelití koruny hráze v době průchodu kulminačního průtoku povodně. Činnost nouzového přelivu je uplatněna pouze v případě, pokud nestačí kapacita hlavního bezpečnostního přelivu. Jelikož je nouzový přeliv využíván pouze při výjimečných stavech, navrhuje se většinou pouze jako průleh (v rostlém terénu či v zavázání hráze) opevněný např. kamennou rovinou.

3.4 Prostor zátopy suché nádrže

Veškeré nádrže, ať už suché nebo s hladinou stálého nadržení se skládají nejen z konstrukčních částí jako je hráz a funkční objekty, ale musíme brát v potaz i samotný prostor zátopy. U suchých nádrží je tento prostor naplněn vodou jen v případě povodňových průtoků. Mezi povodňovými vlnami je prostor zátopy využíván různými způsoby, které jsou vymezeny v TNV 75 2415.

Již v průběhu návrhu musí být řešen způsob využívání jednotlivých pozemků v prostoru zátopy. Ten vyplývá z funkce nádrže a četnosti jejího zaplavování. Pokud je to možné, pozemky mohou být využívány stejným způsobem jako před výstavbou nádrže. Jedná se především o zemědělské či lesnické obhospodařování, ale i využití pro rekreační nebo sportovní účely. Jestliže to není možné z důvodu častějšího zatopení, musí být způsob obhospodařování přizpůsoben novým vodohospodářským podmínkám.

Podle TNV 75 2415 „*Způsob užívání pozemků v zátopě závisí na:*

- a) režimu záplav – s ohledem na jejich četnost v jednotlivých ročních obdobích a na splaveninový režim toku;*
- b) půdních poměrech;*
- c) výrobních poměrech (zemědělství, lesnictví);*
- d) klimatických poměrech;*
- e) jiných územních požadavcích.“*

Jak již bylo řečeno, prostory zátopy se mohou využívat k zemědělským účelům, a to jako trvalé travní porosty nebo orná půda. Při lesnickém užívání mohou v prostoru zátopy vzniknout lesy hospodářské, zvláštního určení nebo speciální kultury.

Ať už je prostor zátopy užíván jakýmkoli způsobem, musí být dodrženo několik zásad uvedených v TNV 75 2415 kapitola 9.

3.5 Vysychání tělesa hráze

Každé těleso hráze je spojeno s riziky, která mohou způsobit jeho narušení. Důvody porušení mohou být různé a řadí se mezi ně i vysychání a následné narušení tělesa hráze. Vysychání povrchových vrstev hráze i těsnícího prvku vzniká především u suchých nádrží, (viz stávající koncepce nádrže Jelení). Z tohoto důvodu je vhodné upravit technické parametry nádrže Jelení tak, aby její hráz zadržovala minimální vzduť vody a byla tak chráněna před vysycháním.

Jak již bylo popsáno v kapitole 3.1, suché nádrže jsou provozovány bez trvalého vzduť vody v nádrži. „Z tohoto důvodu se v tělese hráze nevytváří trvalá průsaková křivka, to může mít za následek vysychání povrchových vrstev návodního líce hráze nebo dokonce těsnícího prvku hráze“ (TNV 75 2415). Trhliny způsobené vysycháním zeminy vznikají především v horní části hráze nebo jejího těsnícího prvku, kde je také nejmenší přitížení od vlastní váhy zeminy (Win, 2006). Ve fázi kdy jsou zeminy postupně ukládány a hutněny do tělesa hráze, jejich vysychání nehrozí. Je to způsobeno vysokým stupněm nasycení, který odpovídá stanovené optimální vlhkosti při hutnění jednotlivých zemín. Avšak během provozu suché nádrže se může v tělese hráze snižovat stupeň nasycení důsledkem výparu z vlastního tělesa či těsnícího jádra. Zemina tak nabývá charakteru nenasycené zóny. Za specifických klimatických podmínek (dlouhodobé vysoké teploty) pak mohou vznikat trhliny, a to právě vlivem vysychání. Takto vzniklé drobné trhliny mohou přispět k vytvoření dalších trhlin. Tím vznikají v tělese hráze potenciální průsakové dráhy. Po naplnění suché nádrže vniká voda do trhlin, způsobuje vnitřní erozi, zvýšení pórových tlaků a v konečném důsledkem i sesuv líce hráze. (Říha, 2010)

Zabránit poškození tělesa hráze vlivem vysychání lze tedy dvěma způsoby. Jak vyplývá z výše řečeného, prvním způsobem je výběr vhodné zeminy na stavbu hráze, která není náchylná k vysychání a změně fyzikálních vlastností v závislosti na změnách polohy hladiny vody v nádrži. Nejvíce náchylné jsou zeminy jemnozrné s velkým obsahem částic menších jak 0,0063 mm (Říha, 2010). Druhý způsob je vytvoření minimálního vzduť v nádrži, tak aby byla zajištěna trvalá průsaková křivka a tím i stálé sycení zeminy tělesa hráze vodou. Nebude tak docházet k vysychání a znovu bobtnání zeminy a vytváření trhlin náchylných k erozi.

4 METODIKA

Prvním krokem byla návštěva společnosti Pöyry Environment a.s. (nyní AQUATIS a.s.) a domluva na tématu diplomové práce - Studie úpravy koncepce nádrže Jelení na víceúčelovou nádrž. Projektová dokumentace nádrže Jelení byla vypracována pro Povodí Odry, státní podnik. Proto musela být podána žádost na Povodí Odry, státní podnik o poskytnutí dat potřebných k vypracování diplomové práce. Po schválení žádosti mohla být zahájena vlastní práce.

Dne 6. 8. 2016 byl zahájen podrobný terénní průzkum lokality a zhotovení fotodokumentace. Následně byly v odborné literatuře vyhledány územní charakteristiky a geomorfologické, geologické a pedologické poměry pro danou lokalitu. Na základě terénního průzkumu byl popsán stávající stav lokality. Aby bylo možné navrhnout různé varianty řešení, musela být pečlivě prostudována stávající projektová dokumentace suché nádrže Jelení.

Úpravy na konstrukci výpustního zařízení, návodního líce hráze a zátopy vycházely z návržení minimální stálé hladiny. Pro navrženou požerákovou výpusť byly spočítány kapacity průtoků a to zvláště pro přepad přes dlužovou stěnu, hrazenou i nehrazenou výpusť. Přepad přes dlužovou stěnu byl počítán pomocí vzorce pro přepad přes ostrou hranu a pro výtoky výpustěmi byl použit vzorec výtoku z nádoby. Po jednotlivých výpočtech mohl být sestaven graf celkové kapacity výpustního objektu, který ukazuje kapacitu výpustě jak s dlužovou stěnou, tak v případě úplného vypouštění. Tedy bez dlužové stěny. Veškeré výpočty a sestavení grafů bylo provedeno v programu Microsoft Excel. Dále byl spočítán transformační účinek nádrže Jelení, který byl proveden taktéž pomocí programu Microsoft Excel. Pro vypočítání transformačního účinku byl zvolen časový krok 0,25 hod.

Pro zpracování výkresové dokumentace byl použit program AutoCAD 2017. V programu AutoCAD byly narýsovány: požeráková výpusť, příčný řez zátopy, podélný řez sedimentační tůň a situace stavby. Do situace byly zaneseny návrhy změn na konstrukcích a zátopy, stálá hladina, litorální zóna a výsadba vegetace. Výkresová část je zpracována v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Balt po vyrovnání.

Jako poslední byly spočítány kubatury a pomocí stavebního ceníku URS I/2017 sestaveny ceny jednotlivých položek. Následně byly vypočítány celkové náklady na stavbu a navrhnuty možnosti financování.

5 PŘÍRODNÍ POMĚRY A STÁVAJÍCÍ STAV LOKALITY

5.1 Základní údaje

Zájmové území navrhované víceúčelové nádrže Jelení se nachází v severozápadní části Moravskoslezského kraje. Svoji polohou spadá do okresu Bruntál. Nádrž Jelení je navržena asi 2 km severovýchodně od obce Karlovice a svoji rozlohou zasahuje do dvou katastrálních území, do katastru Karlovice ve Slezsku a Nové Purkartice. Jedná se o stavbu na toku Kobylí potok, který je levostranným přítokem řeky Opavy. Kobylí potok pramení u přibližně 5 km vzdálené části obce Dlouhá Ves, Holčovice. V zájmovém území se do Kobylího potoka vlévají dva pravostranné bezejmenné přítoky a jeden levostranný. Nejnižší nadmořská výška stávajícího terénu je cca 508 m n. m. a nachází se v místě navrhované hráze. Koruna hráze bude ve výšce 524,70 m n. m.

Podle biogeografického členění České republiky (Culek a kol., 2013) spadá zájmové území do 1.54 Nízkojesenického bioregionu. Bioregion se nachází na hranici severní a střední Moravy a Slezska. Je tvořen náhorními plošinami na usazeninách kulmu a spleť údolí, která jsou vytvářována na obvodu pohoří. Nízkojesenický bioregion je hercynského charakteru, jsou zde však velice patrné prvky karpatské a polonské podprovincie. V zájmovém území dominuje především biota 4. bukového stupně. Nejvyšší polohy bioregionu spadají do 5. jedlo-bukového stupně. (Culek a kol., 2013)

5.2 Geomorfologie

Česká republika se dělí na dvě základní jednotky Český masív a Západní Karpaty. Zájmové území nádrže Jelení se nachází na území Českého masívu, který tvoří celé Čechy a většinu severozápadní části Moravy. Český masív je tvořen skalními horninami krystalinika, proterozoika a staršího paleozoika. Hrubý Jeseník, v jehož podhůří se nachází nádrž Jelení, je vytvářeno krystalinikem (Neuhäuslová; 1998). Provincie Český masív se dále dělí na šest subprovincií a osmnáct oblastí. Zájmové území se nachází v Krkonošsko-jesenické subprovincii a Jesenické oblasti. Na rozhraní celků Zlatohorská vrchovina a Nízký Jeseník, podcelků Hynčická hornatina a Brantická hornatina a rozhraní okrsků Holčovická a Krasovská vrchovina (Demek a kol., 2006).

5.3 Geologie

Nízkojesenický bioregion představuje rozsáhlé litologicky jednotvárné území, které je vytvářeno spodním karbonem během kulmského vývoje, tedy hlavně drobami a břidlicemi. V bioregionu nalezneme i devonské vápence. Devonské břidlice s přeměněnými diabasy se rozprostírají v pásu jdoucím od Šternberka přes Moravský Beroun k Bruntálu. (Culek a kol., 2013). V nivách řek a potoků jsou usazeny nezpevněné sedimenty, převážně hlíny a písky (<https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>)

5.4 Pedologie

Na vzniku půd se podílí nejen geologický podklad, ale i reliéf krajiny, podnebí či vegetace. Díky těmto příčinám a lidské činnosti je zastoupení jednotlivých půd velice pestré. Do Nízkojesenického bioregionu zasahuje submontánní stupeň, ve kterém převažují chudé kambizemě dystrikové, v montánních polohách přecházejí do kambizemních podzolů. (Neuhäuslová, 1998). Kyselé kambizemě hojně i oglejené až pseudoglejivé kambizemě převažují na plošinách a v nivách řek. (Culek a kol., 2013).

5.5 Hydrologie a klimatické poměry

Profil navrhované nádrže Jelení a tedy i zájmové území je umístěn na vodoteči Kobylí potok (číslo hydrologického pořadí 2-02-01-0140). Kobylí potok je pravostranným přítokem řeky Opavy. Dále se na území nacházejí tři bezejmenné potoky, které tvoří přítoky Kobylího potoka.

Podnebí bioregionu je relativně chladné, jeho okrajové svahy leží v mírně teplé oblasti MT7, plošiny nacházející se ve výšce do 600 m spadají do mírně teplé oblasti MT2 a MT3. Vyšší oblasti bioregionu zasahují do chladné oblasti CH7. (Culek a kol., 2013) Pro mírně teplou oblast MT3 je charakteristické krátké, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché léto, mírné jaro a podzim. MT2 je nejchladnější oblast v rámci mírně teplých oblastí. Významné jsou pro ně vyšší množství srážek, vlhčí léta a kratší přechodné období. Chladná oblast CH7 představuje nejteplejší místa v rámci chladných oblastí. V těchto oblastech jsou krátké, vlhké a chladné léta, dlouhé přechodné období, zima velmi dlouhá s dlouhou až velmi dlouhou sněhovou pokrývkou (Quitt, 1971, Neuhäuslová, 1998).

5.6 Fauna a flóra

Podle mapy potenciální přirozené vegetace České republiky dominuje na daném území bučina s kyčelnicí devítilistou (*Dentario enneaphylli-Fagetum*), tato fytocenóza není na území zachována.

Na zájmovém území, údolí Kobyliho potoka severovýchodně od obce Karlovice, nalezneme především zemědělsky obhospodařované pozemky. Konkrétně se jedná o pastviny, louky, trvalé travní porosty. Jižní svahy zájmového území jsou pokryty lesními porosty, kde nalezneme především smrkovou monokulturu s malou příměsí jiných druhů dřevin (*Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Larix decidua* atd.). Podél dopravní komunikace a polních cest se vyskytují náletové a částečně i vysázené dřeviny. V okolí toku Kobyliho potoka a jeho pravostranného přítoku nalezneme pozůstatky jasanových olšin *Fraxini-alneta*. (Buček, 1999) Jsou tvořeny liniovými segmenty dřevin, kde ve stromovém patře převládá *Alnus glutinosa* *Alnus incana* *Fraxinus excelsior*, *Salix fragilis*. Keřové patro není vlivem podmáčených půd příliš vyvinuto. V bylinném patře můžeme pozorovat především ostřice - *Carex*, řeřišnice hořká – *Cardamine amara*. Na území nebyly nalezeny žádné chráněné ani významné druhy, definovány vyhláškou 395/1992 Sb. zákona 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny v platném znění pozdějších předpisů.

Podle Culka 2013 se v Nískojesenickém bioregionu nachází několik významných druhů živočichů. Ze savců je to například ježek západní (*Erinaceus europaeus*), plch lesní (*Dryomys nitedula*), nebo netopýr brvitý (*Myotis emarginatus*). Dále zde můžeme nalézt zmiji obecnou (*Vipera berus*), tetřívka obecného (*Tetrao tetrix*), modráška bahenního (*Maculinea nausithius*) a mnoho dalších.

Z biologického hodnocení provedeného panem Kočvarou (2015) vyplývá, že se na území plánované nádrže Jelení vyskytuje vranka pruhoploutvá (*Cottus poecilopus*), která je podle vyhlášky 395/1992 Sb. zvláště chráněným druhem a patří do kategorie „ohrožený“ Žádné jiné chráněné druhy živočichů se zde nenalézají.

5.7 Popis stávajícího stavu lokality

Navržená víceúčelová nádrž se nachází v okrese Bruntál na severozápadním okraji Moravskoslezského kraje, v katastrálním území obce Karlovice a Nové Purkartice. Nádrž je navrhována na toku Kobyliho potoka pramenícího v přibližně 5 km vzdálené obci Dlouhá Ves. Celé území plánované výstavby nádrže se nachází v neurbanizované zóně. Z důvodu výstavby nádrže Jelení bude přeložena část silnice II/452, její dnešní trasa je vedena napříč navrhovanou hrází nádrže. Dále bude přeložena lesní cesta na levém břehu Kobyliho potoka. V okolí asi 300 m od plánovaného vodního díla stojí dva rodinné domy, takzvaná Usedlost, tyto pozemky nebudou plánovanou výstavbou dotknuty. Další zastavěná oblast se nachází přibližně 800 m po toku Kobyliho potoka směrem k obci Karlovice.

V místě záměru se nenachází žádná z lokalit Natura 2000. Nevyskytuje se zde Ptačí oblast (PO) ani Evropsky významná lokalita (EVL). V širším okolí se však nachází několik lokalit Natura 2000 například nejbližší EVL CZ0813472 Suchá Rudná - zlatý lom vzdálena asi 9 km JZ, EVL CZ0813445 – Heřmanovice nebo EVL CZ0813468 - Sokolí potok. Nejbližší Ptačí oblast se nachází mezi obcemi Heřmanovice, Vrbno pod Pradědem, Karlova Studánka, Rýmařov, Sobotín, Jeseník a Písečná. Jedná se o rozsáhlou PO CZ0711017 – Jeseníky. Žádná z lokalit Natura 2000 nebude výstavbou nádrže Jelení dotčena ani ohrožena. (<http://www.nature.cz/natura2000-design3/hp.php>)

Přibližně 3 km západním směrem od území se rozkládá CHKO Jeseníky spadající do velkoplošně chráněných krajinných oblastí. CHKO Jeseníky zahrnuje několik maloplošně chráněných oblastí. Nejbližšího zájmového území, asi 3 km západně, je PR Karlovice-sever. Východním směrem je to PR Krasovský kotelník, přibližně 6 km od zájmového území. Ani tyto zvláště chráněná území nebudou v žádném rozsahu stavby dotčeny (<http://jeseniky.ochranaprirody.cz/ochrana-prirody-a-krajiny/Maloplosna-chranena-uzemi/>).

Dle zákona č 114/1992 Sb. §3 odst. 1 písm. b) jsou veškeré lesní porosty, vodní toky, rybníky, jezera, mokřady, trvalé travní porosty atd. významným krajinným prvkem. Jedná se o ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky významnou část krajiny, která buď vytváří její typický vzhled, anebo přispívá k udržení její stability. V rámci zájmového území jde tedy především o tok Kobyliho potoka, jeho dva pravostranné

přítoky, lesní porosty a trvalé travní porosty v jeho okolí. Podle zákona č. 114/1992 Sb. se ochrana přírody a krajiny zajišťuje ovlivněním vodního hospodářství v krajině s cílem udržovat přirozené podmínky pro život vodních a mokřadních ekosystémů při zachování přirozeného charakteru a přírodě blízkého vzhledu vodních toků a ploch a mokřadů. Při výstavbě protipovodňové nádrže Jelení bude tato ochrana zajištěna a stavba nebude nijak ohrožovat ekologicko-stabilizační funkci krajiny.

V zákoně 114/1992 Sb. je vymezen i pojem územní systém ekologické stability krajiny (ÚSES). Je to významně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů. Tyto systémy udržují v krajině přírodní rovnováhu. Ochrana přírody a krajiny je zajištěna vytvářením a ochranou ÚSES. Severně od plánované suché nádrže Jelení se nachází regionální biokoridor, naopak na jižní straně je vymezen biokoridor nadregionální. Jelení nádrž nebude zasahovat ani do jednoho biokoridoru, nebude tak narušena přírodní rovnováha ani omezena migrace organismů mezi jednotlivými biocentry.

6 POPIS STÁVAJÍCÍHO NÁVRHU SUCHÉ NÁDRŽE JELENÍ

Předmětem projektové dokumentace zpracované společností Pöyry Environment a. s. (nyní AQUATIS a.s.) je návrh retenční suché nádrže. Projektová dokumentace suché nádrže Jelení byla zpracována pro investora Povodí Odry, státní podnik. Níže bude popsán navrhovaný technický stav z projektové dokumentace tak, aby na něj mohl navázat návrh přeměny nádrže Jelení na víceúčelovou nádrž, což je předmětem této závěrečné práce.

Účelem stavby nádrže je snížení povodňových průtoků, omezení odnosu splavenin a ochrana zástavby části obce Karlovice před negativními účinky povodňových průtoků způsobených lokálními přívalovými srážkami. Návrhový průtok pro nádrž Jelení je $Q_{100} = 33,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Retenční prostor nádrže je navržen tak, aby byla zajištěna transformace teoretické stoleté povodňové vlny na neškodný odtok, ten byl stanoven na $Q_{\text{neš}} = 4,41 \text{ m}^3/\text{s}$ a odpovídá průtoku Q_1 . V zátopě a v podhráží bude Kobylí potok a jeho pravostranný přítok revitalizován. Od hráze nádrže bude voda odvedena otevřeným korytem, které bude napojeno na stávající koryto Kobylího potoka. Hráz nádrže Jelení bude nehomogenní, lichoběžníkového průřezu. Funkci bezpečnostního a výpustného zařízení bude plnit sdružený objekt. Úpravy v zátopě nádrže a v okolí hráze jsou navrženy za účelem revitalizace úseku vodního toku.

HRÁZ

Hráz nádrže Jelení je navržena jako lichoběžníková, nehomogenní s vodorovnou korunou a přímou osou. Koruna hráze bude ležet na kótě 524,70 m n. m. a bude široká 4 m. Výška hráze od nejnižšího bodu nádrže bude 16 m a délka 273 m. Sklon návodního líce je navržen na 1 : 3,2 a vzdušní líc na 1 : 2,5. Pro středovou těsnicí hráz bude použita zemina F4-CS, F6-CI, G5-GC a hutněna do sklonu 1 : 0,6. Stejně zatříděné zeminy, ale s příměsemi štěrků budou použity do přechodové části hráze se sklonem 1 : 1,2. Stabilizační část budou tvořit zeminy G3-G-F, G2-GP. Na povrch hráze je navržena orniční vrstva tl. 0,3 m s osetím, která bude sloužit jako ochrana před erozí a k zamezení vysychání konstrukční vrstvy zeminy v hrázi. Hráz bude založena v hloubce 0,5 m pod terénem. Pod těsnicí částí v místě injekční clony je navržena zavazovací ostruha se šířkou 4 m a hloubkou na úroveň skalního podloží. V témže místě je navržen betonový bloček 1 m pode dno zavazovací ostruhy, a to v údolí a na pravém

svahu. Na levém svahu bude zavazovací ostruha s betonovým bločkem na suti zhotovena do hloubky 1,5 m pod stávající terén. V blízkosti zavázání hráze do levého i pravého svahu bude ostruha zasahovat pouze do hloubky 1,5 m pod stávající terén, a to bez betonového bločku.

Na vzdušní patě hráze je navržen drén obsypaný hrubozrnným štěrkem frakce 0-32 mm. Patní drén je tvořen prefabrikovaným potrubím DN 200 na svazích a DN 300 v údolí. Drenáž má dvě větve sbíhající se v místě křížení paty hráze se stávajícím korytem ústící do společné šachty. Ze šachty je voda svedena neperforovaným potrubím DN 300 do odpadního koryta pod hrází. Drenáž je osazena celkem deseti šachtami, které slouží k čištění a kontrole drénů a měření průsaků.

SDRUŽENÝ OBJEKT

Sdružený objekt je navržen tak, aby plnil funkci výpustného i bezpečnostního zařízení. Bude tvořen vtokovou částí, bezpečnostním přelivem s přepadovou šachtou a odpadní štolou. Sdružený objekt bude propojen s hrází pomocí obslužné lávky. Konstrukce sdruženého objektu bude provedena z vodostavebního betonu (dle ČSN EN 206-1) – max. průsak 20 mm (ČSN EN 12390-8) s ocelovou výztuží 10 505 (R), krytí výztuže min. 50 mm. Stěny přiléhající k zemní konstrukci tělesa hráze budou provedeny ve sklonu 10:1 (resp. 4:1). Tloušťka stěn bude min 1,0 m.

Spodní výpusti

Ke sdruženému objektu bude voda přivedena upraveným přívodním korytem, které bude na délce cca 25 m před sdruženým objektem opevněno dlažbou z lomového kamene na štěrkopískový podklad. Vtoková část bude tvořena vtokovou šachtou otevřenou směrem do nádrže. V šachtě budou instalovány hrubé česle (světlost 0,10 m, plocha česlí 25 m²) a drážkami pro osazení provizorního hrazení. Hrazení je navrženo po kótu 516,0 m n. m. Bude sloužit především při prvním zkušebním naplnění nádrže, dále pak jako ochrana při opravách nebo revizích technologického zařízení. Spodní výpusti jsou navrženy ve dvou výškových úrovních nad sebou. Spodní výpust je průtočná a je navržena v úrovni dna nádrže. Bude sloužit pro permanentní propouštění průtoků. Na spodní výpusti tedy nejsou navrženy provozní uzávěry. Spodní výpust je čtvercového průřezu 600/600 s plynule tvarovaným vtokem. Z důvodu očekávaných vysokých rychlostí proudění vody (přes 10 m/s) bude vtokový otvor včetně nátoky

oplechován nerezovým materiálem. Výpust bude osazena dočasným hrazením ocelovou tabulí, které bude sloužit jen pro první zkušební naplnění nádrže.

Druhá výpust je navržena osově nad dolní výpustí, je tvořena krátkým ocelovým potrubím DN 700 a šoupátkem. Tato výpust je navržena jako záložní a při běžném provozu nádrže bude zcela uzavřena. Použije se pouze v případě ucpání nebo havárie dolní provozní výpusti a při zkušebním plnění nádrže. Horní výpust je taktéž zaústěna do spadiště navazujícího bezpečnostního přelivu, a to 2,95 m nad jeho dnem. Ovládání šoupátka bude ruční pomocí ovládacích tyčí přístupných z obslužné lávky.

Bezpečnostní přeliv, spadišťová šachta

Bezpečnostní přeliv byl navržen na $Q_{100} = 33,5 \text{ m}^3/\text{s}$ při výšce přepadového paprsku 0,8 m. Přelivná hrana na kótě 522,90 m n. m. bude dlouhá 2 x 10,5 m a bude kruhově zaoblena v poloměru 0,5 m. Šachta bezpečnostního přelivu je navržena na délku 10,5 m, výšku 13,3 m a šířku 3,0 m. Šachta sdruženého objektu bude založena do hloubky cca 5 m pod stávající terén na únosné podloží. Základová deska dilatačního bloku šachy je tloušťky 2,85 m. Podkladní beton je tl. 150 mm, z betonu C30/37 XC4. Stěny jsou výšky cca 15,1 m a výška stěny v místě přelivné hrany je 13,3 m. Tloušťka stěn v koruně je 1 m, stěny se na styku se zemí postupně rozšiřují ve sklonu 10 : 1. V zadní stěně šachty přelivu je osazeno zavzdušňovací potrubí 3 x DN 500 a stěna je zakončena diafragmou. Přelivná hrana bude prefabrikovaná a kotvená do železobetonových stěn.

Odpadní štola

Odpadní štola má délku 45,45 m, obdélníkový příčný průřez. Byla navržena tak, aby bezpečně bez zahlcení provedla průtok $2 \times Q_{100} = 67 \text{ m}^3/\text{s}$. Šířka štoly je navržena 3,0 m a výška 4 m. Podélný sklon dna 1 % zajistí přiměřenou rychlost vody ve štole okolo 5 m/s.

Nouzový přeliv

Nouzový přeliv bude umístěn do pravého zavázání hráze. Je navržen jako opevněný lichoběžníkový průleh s šířkou ve dně 15 m (v ose hráze). Svahy přelivu jsou navrženy ve sklonu 1 : 8. Kapacita nouzového přelivu bude cca $13,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Přelivná hrana leží na kótě 524,05 m n. m., tzn. 0,65 m pod úrovní koruny hráze (524,70 m n.m.). Nouzový

přeliv je ze štětovitě uložených kamenů o velikosti cca 600 mm (hmotnost kamene min. 100 kg) na šterkopískovém podsypu tl. 150 mm. Na vzdušné i návodní straně hráze je opevnění nouzového přelivu překryto zeminou s ohumusováním v tl. 150 mm a se zatravněním. V ose přelivu je navržen stabilizační betonový blok o šířce 0,5 m se založením do hloubky 1,2 m. Stejně tak je zpevňující práh navržen na začátku a na konci balvanitého opevnění. Prahy jsou navrženy z prostého betonu C30/37 XC4 XF3 na podkladním betonu C30/37 XC4 tl. 100 mm. Od přelivu je voda odvedena lichoběžníkovým průlehem šířky 15 m se sklony svahů 1 : 8, ve výšce 0,65 m nade dnem se sklon mění na 1 : 2 v návaznosti na okolní terén. Podélný sklon průlehu na vzdušné straně je cca 2 % v délce 42 m, na návodní straně je sklon 1 % a délka průlehu 31 m. Na přechodu mezi ukončujícími betonovými prahy a zatravněným průlehem je navržen kamenný zához.

VODNÍ TOKY

Kobylí potok

Trať Kobylího potoka byla v dřívějších dobách uměle napřímena. V novém návrhu trati, který vychází z historických mapových podkladů, bude koryto navráceno do svíjí přirozené polohy. Nově navržené koryto má délku 695 m se začátkem u hrany sdruženého objektu (výšková kóta 509,60 m n. m.) a koncem asi 16m před mostkem ležícím ve východní části území (výšková kóta 522,49 m n. m.). Celé koryto je situováno do zatravněného průlehu. Kapacita nového koryta je v jednotlivých úsecích rozdílná, pohybuje se v rozmezí $Q_1 = 4,41 \text{ m}^3/\text{s}$ až $Q_{30d} = 0,367 \text{ m}^3/\text{s}$. Hloubka koryta je navržena v rozmezí 0,25 – 0,3 m. Při vyšší hladině vody dojde k rozlití do přilehlých zatravněných a podmáčených lučních porostů. Navržený průleh má proměnlivou šířku (průměrně 7 m) a sklony svahů (průměrně 1 : 5), jeho hloubka je 0,35 m. Podélné sklon koryta je navrženo na 1,6 %, pro jeho stabilizaci bude ve dně Kobylího potoka zbudováno sedm dřevěných prahů o výšce 0,2 m. Břehy koryta budou tvořeny travním drnem a jeho dno bude neopevněné. Pouze místně bude do dna umístěn šterkokamenný materiál, který bude vytěžen z původního koryta.

Před vtokem do sedimentační tůně v podhrází bude vytvořen peřejnatý úsek o délce 24 m. Důvodem je zpomalení přitékající vody do tůně vlivem zvýšené drsnosti. Od výtoku ze sedimentační tůně směrem ke sdruženému objektu povede balvanitý skluz délky 11,2 m, sklonem 1 : 12. Balvanitý skluz bude vzdouvat hladinu na kótu

511,10 m n. m. Před vtokem do sdruženého objektu bude koryto Kobylího potoka opevněno dlažbou z lomového kamene na šterkový podklad, a to v délce 25 m.

Přítoky Kobylího potoka

Do Koryta Kobylího potoka je navržena zaústění tři bezejmenných přítoků. Prvním z nich je bezejmenný pravostranný přítok, přitékající z bývalé vesnice Adamov. Délka úpravy tohoto toku je 246 m. Sklon koryta je navržena na 2,8 %. Začátek úpravy je při vtoku do sedimentační tůně, kde je navržen peřejnatý úsek o délce 14,7 m. V toku se nacházejí betonové žlaby, které budou v rámci úprav odstraněny.

Druhý přítok Kobylího potoka se nachází v jižní části území, tento potok odvádí vodu z lesa. V současné době je voda odváděna do Kobylího potoka pomocí potrubí a šachet. Je navrženo volně meandrující koryto, které se bude při zvýšených průtocích rozlévat do plochy zemníku. Odtud pozvolným odtokem do sedimentační tůně. Délka úpravy činí 201 m s navrženým sklonem do 3,0 %.

Třetí přítok Kobylího potoka se nachází v severní části území a odvádí vodu z lesních pozemků. Taktéž má navržené volně meandrující koryto s délkou 103 m a podélným sklonem 3 %. Ve dně toku bude umístěno 7 dřevěných prahů o výšce 0,15 m.

TŮNĚ

Na trase stávajícího koryta Kobylího potoka bude vybudováno 8 tůní. Dvě jsou navrženy v podhrázi a 6 v ploše zátopy. Dvě tůně v zátopě jsou navrženy jako průtočné sedimentační. Další 4 tůně jsou navrženy ve stávajícím korytě bezejmenného pravostranného přítoku Kobylího potoka, z nichž 2 tůně jsou průtočné. Tůně byly navrženy především v místech stávajících břehových nádrží a budou napájeny spodní vodou. Charakter tůní a jejich hloubka bude proměnlivá. V nižší části tůně - místě zasypání původního koryta budou tůně opevněny kamennou rovnatinou, z důvodu zabránění vymílání materiálu a zamezení případnému obnovení trasy toku. Průtočné tůně budou mít v místě výtoku umístěn stabilizační práh, přes který bude volně přetékat voda.

V pravobřežní části, přibližně v jedné třetině horní části úseku Kobylího potoka, je navržena neprůtočná tůň o ploše přibližně 615 m². Tato tůň bude napájena spodní

vodou. V ploše tůň budou vytvořeny ostrovy, které budou ponechány sukcesnímu vývoji. Hloubka vody v tůni bude do 1 m.

Další dvě tůň jsou navrženy při bezejmenném pravostranném přítoku Kobyliho potoka. Jedna v horní části při levém břehu a druhá v jeho spodní části v pravobřežní. Plochy těchto tůní čítají přibližně 90 a 145 m² s hloubkou do 1 m.

7 TECHNICKÝ NÁVRH ZMĚNY KONCEPCE NÁDRŽE JELENÍ

Nádrž Jelení je navržena jako suchá retenční nádrž. Po důkladném prostudování stávající projektové dokumentace a aktuálního stavu lokality bylo navrženo několik úprav vedoucí ke změně koncepce nádrže. Návrh bude koncipován tak, aby byla v nádrži stálá minimální hladina a nádrž Jelení mohla být využívána jako víceúčelová. Při hledání vhodného způsobu úpravy nádrže Jelení bylo posuzováno několik možných variant řešení. Jednotlivé varianty budou níže detailně popsány a vyhodnoceny zda jsou vhodným řešením.

Při hledání vhodné výše hladiny bylo bráno v potaz několik důležitých faktorů. Hlavním cílem bylo zvolit takovou kótu hladiny, aby voda dosahovala k patě návodního líce hráze, a to po celé její šířce. Bude tak zajištěna trvalá průsaková křivka a snížení rizika objemových změn zemin hráze. Především těsnícího jádra. Dalším kritériem bylo vytvoření takového prostoru stálého nadržení, který nebude zasahovat příliš daleko proti proudu Kobylího potoka a snižovat tak retenční prostor nádrže Jelení. Posledním, avšak neméně důležitým kritériem, byla snaha o vytvoření přírodě blízkého vzhledu a zapojení do okolní krajiny. Na základě těchto kritérií byla vybrána kóta 513,00 m n. m., která bude použita ve veškerých návrzích změn.

7.1 Změny vtokového objektu

7.1.1 Uvažované návrhy hrazení v toku

V návrhu změny koncepce nádrže Jelení bylo nejdříve uvažováno se zachováním stávajícího výpustného zařízení beze změny. Hlavním důvodem byla snaha o co nejmenší zásah do stávající konstrukce, minimalizace investičních nákladů a zároveň vytvoření více biotechnického řešení změny nádrže.

Bylo uvažováno o dvou řešeních, které byly podobného charakteru. Prvním z nich byl návrh změny stávajícího kamenného skluzu, který se nachází v místě výtoku ze sedimentační nádrže před hrází. V návrhu se počítalo se zvednutím přelivné hrany balvanitého skluzu o 1,9 m na kótu 513,00 m n. m., která by byla zároveň kótou pro stálou hladinu vody v nádrži. Délka balvanitého skluzu byla prodloužena na délku 17,1 m a výška na 2,85 m, tak aby sklon skluzu byl 1 : 6. Přelivná hrana byla navržena s šířkou ve dně 4 m a sklonem svahů 1 : 2. Skluzová plocha balvanitého skluzu je

navržena s postupným zužováním ve dně až k zavazovacímu prahu se šířkou ve dně 3 m.

Na konstrukci kamenného skluzu budou použity kameny s největším rozměrem 0,5 m. Jednotlivé kameny budou štetově usazeny ve dně skluzu a rozmístěny tak, aby umožnily migraci rybí osádce a vodním živočichům a svým uspořádáním budou nahrazovat komůrkový rybí přechod. Na skluzové ploše budou kameny tvořit určitou formu přepážky se střídavými mezerami pro proudící vodu. Za přepážkami tak vznikne prostor s klidnou vodou. Podmínkou uspořádání kamenů je umožnění proudění vody i při minimálních průtocích.

Druhý návrh spočívá v zachování veškerých parametrů navrženého kamenného skluzu a vytvoření hrazení na jeho přelivné hraně. Přelivná hrana je tvořena betonovým prahem se šířkou ve dně 3 m a sklonem svahů 1 : 2. V průtočné ploše betonového prahu bylo navrženo hrazení v podobě dřevěných dluží. Dluže budou dubové fošny o výšce 0,19 m. Aby nebyly narušeny svahy betonové konstrukce prahu vybrušováním drážek pro dluže, budou drážky přivrtány. Tvořit je bude UPE ocelové nosníky, které budou připevněny na svahy přelivného betonového prahu pomocí několika chemických kotev. Do ocelových nosníků budou zasunuty dluže, které vytvoří hrazení až na kótu 513,00 m n. m. Při nízké hladině vody mohou být jednotlivé dluže postupně vydlužovány a hladina tak může klesnout až na kótu 511,10 m n. m.

Tato řešení byla uvažována zejména pro svůj přírodně blízký vzhled, jednoduchému řešení a v prvním případě i pro možnost vytvoření migračně prostupné překážky. Po detailním prošetření však nebyly tyto varianty shledány jako vhodné, a to z důvodu nevyhovující výšce břehové hrany. Břehová hrana stávajícího terénu se u přepadové hrany kamenného skluzu či dlužové stěny nachází ve výšce 512,18 m n. m. Při záměru zvednutí hladiny na kótu 513,0 m n. m. by tak došlo k vylití vody do okolních, nižších poloh. Tomu lze zabránit vybudováním valu, který by tvořil novou břehovou hranu. Val by byl vytvořen postupně nasypanou a zhutněnou zeminou a následně zatravněn a osazen vegetací. Tímto řešením však odpadá veškerá jednoduchost proveditelnosti jednotlivých řešení. Dalším důvodem pro zamítnutí těchto variant je potřeba vykopání a přemístění velkého množství zeminy a s tím spojí vysoký nárůst nákladů. Z těchto důvodů nebude nadále ani s jedním s výše zmíněných návrhů uvažováno ani počítáno.

7.1.2 Návrh konstrukce požeráku

Při návrhu změny koncepce nádrže Jelení ze suché jednoúčelové na víceúčelovou, byly navrženy změny na konstrukci sdruženého objektu. Sdružený objekt plní funkci výpustného zařízení bez hrazení. Aby mohla být nádrž Jelení využívána jako víceúčelová, bylo navrženo nadržení hladiny na kótu 513,00 m n. m. Z tohoto důvodu musely být na otevřeném výpustném zařízení navrženy úpravy, které umožní zadržet vodu až na stanovenou hladinu, ale i její úplné vypuštění. Výška hladiny byla stanovena na kótu 513,00 m n. m., toto množství vody zajistí stálou hladinu a zároveň výrazně nenaruší transformační účinek.

Je navržena konstrukce uzavřeného požeráku, který je nejčastějším typem uzávěru. Požerák převezme funkci výpustného zařízení. Bude umístěn do stávajícího sdruženého objektu a tvořit tak hrazení do výšky o kótě 513,00 m n. m.

Konstrukce požeráku je tvořena skříňovou konstrukcí a uzávěrem z dlužové stěny, pro jeho dostupnost je spojen s obslužnou komunikací. Zadní část skříňové konstrukce tvoří stěny stávajícího sdruženého objektu. Jeho přední část bude dobetonována po stranách vtokového čela, k zavazovacím křídům. Konstrukce bude provedena z betonu třídy C30/37 XC4 XF3 na podkladní beton C16/20 tl. 150 mm. Konstrukce bude založena na očištěném skalním podloží. Technické řešení napojení betonových konstrukcí bude provedeno odbouráním povrchové vrstvy stávající konstrukce, a to tloušťky 100 mm. Následně bude povrch očištěn pomocí vodního paprsku a poté mechanicky opracována a zdrsněna pomrlováním do hloubky 6 mm. K takto upravené stávající betonové konstrukci bude nová betonová konstrukce plošně kotvena ocelovými kotvami. Ocelové kotvy budou vlepeny do návrťů ve stávající konstrukci. Dilatační spáry mezi stěnami stávajícího výpustného objektu a zavazujícími křídly zůstanou zachovány. V pravé stěně stávajícího sdruženého objektu se nachází potrubí pro převod vody během případné revize. Toto potrubí bude prodlouženo do nové betonové konstrukce požerákové výpusti a jeho vtoková část se tak bude nacházet na pravé stěně požeráku.

Nová betonová konstrukce bude mít na vtokové části šířku 1,6 m a délku 2,8 m. Čelní stěna požeráku je navržena na tloušťku 0,3 m a výšku 4,08 m. Uzávěr je tvořen zdvojenou dlužovou stěnou, dluže jsou dubové desky s rozměry 0,2 × 0,08 × 3,08 m (v × t × š). Jednotlivé dlužové desky se postupně zasouvají do drážek původního

provizorního hrazení a drážek česlové stěny umístěných na stěnách původního výpustného zařízení a mohou tak dosahovat až na kótu 516,00 m n. m. Prostor mezi dlužovými stěnami je vyplněn směsí jílu a popelu, který slouží jako výplňový těsnicí materiál a zabrání či sníží ztráty vody průsakem mezi jednotlivými dlužemi. Snížení hladiny nebo úplné vypuštění nádrže je umožněno postupným vyhrazením dluží z drážek. Uzavřený požerák je uzavřen po celé své výšce s výjimkou nátoky ve dně o výšce 2,30 m. Otvor ve dně je chráněn hrubými česlemi (světlost 0,10 m, plocha česlí 7,5 m²), které jsou zasunuty do drážek před čelní stěnou požeráku.

Na levobřežní stěně požerákové výpusti jsou navrženy ocelová stupadla, a to před i za dlužovou stěnou. Stupadla zajistí přístup k výpustím i k dlužové stěně při revizi či poruše objektu. Požerák je z části kryt betonovou deskou, která zajistí dostatečnou tuhost konstrukce. Betonová deska umístěna mezi nově vybetonované stěny požeráku má na délku 1,35 m. Zbylá část požeráku je svrchu opatřena ocelovým pochůzným roštem s uzamykatelným nad ocelovými stupadly. Celý rošt je možné odklopit z důvodu manipulace s dlužemi. Rošt je připevněn pomocí ocelových skob a zabezpečuje požerák před nevhodnou manipulací neoprávněných osob.

Vnitřní prostor požeráku má obdélníkový půdorys o rozměrech 4,4 × 3 m a výšce 6,37 m.

Jeden metr před česlovou stěnou jsou navrženy drážky pro osazení provizorního hrazení. Provizorní hrazení je navrženo na kótu 516,00 m n. m. a bude sloužit jako ochrana při opravách nebo revizích výpustného objektu. Před česlovou stěnou bude rovněž umístěna měrná lať. Na levé straně dna koryta před železobetonovou stěnou je umístěna železobetonová jímka pro vyústění bubleru. Toto zařízení slouží pro odečet výšky hladiny vody. Železobetonové stěny požerákové výpusti byly navrženy tak, aby nebyla jímka bubleru poškozena či narušena funkčnost.

7.2 Úpravy návodního líce hráze

Z důvodu navržení stálé minimální hladiny vody, která bude dosahovat na kótu 513,00 m n. m., musí být provedeny i změny na návodním líci hráze. Návodní líc bude opevněn, aby chránil těleso hráze před působením vln, ledů a dalších jevů, které mohou narušit konstrukci tělesa hráze. Dále bude zrušena obslužná komunikace vedoucí z levého břehu ke vtokové části sdruženého objektu.

Na místě změny opevnění návodního líce hráze bude nejdříve sejmut travní drn do hloubky 0,3 m. Následně bude návodní líc hráze opevněn kamennou rovnaninou z neopracovaného lomového kamene. Kameny budou kladeny na sucho tak, aby na sebe těsně doléhaly. Vzniklé mezery budou vyplněny menšími kameny a šterkodrtí. Kostru kamenné rovnaniny bude tvořit lomový kámen s hmotností do 80 kg a jako výplň bude použita šterkodrt' s frakcí 0/32. Tloušťka kamenné rovnaniny je navržena na 0,40 m. Opevnění návodního líce bude provedeno po celé délce hráze do výšky 2 m nad navrženou hladinou stálého nadržení (513,00 m n. m.) a 2 m ve dně před patou hráze.

Obslužná komunikace vedoucí z lesní cesty na levém břehu měla umožňovat přístup ke spodním výpustem a sedimentační tůni. Koruna vozovky u výpustného objektu se nachází na kótě 511,5 m n. m. Z důvodu zvýšení minimální hladiny vody a tím zrušení sedimentační tůně, nebude moci být obslužná komunikace využívána. Je navrženo zrušení konstrukčních vrstev vozovky a zachování zemní pláně v příčném sklonu 3 %. V místě zátopy bude zemní pláň opevněna kamennou rovnaninou a mimo zátopy ohumusována, tl. 0,3 m a oseta travní směsí.

Pro obsluhu a revizi sdruženého objektu zůstane zachována obslužná komunikace vedoucí z účelové komunikace na pravém břehu nádrže.

7.3 Úprava zátopy

Navržené úpravy na výpustném zařízení umožní zadržet vodu až na kótu stálé minimální hladiny 513,00 m n. m. Dojde tak i k úpravám břehové linie pro novou úroveň hladiny stálého nadržení, vytvoření litorální zóny, nové sedimentační tůně, zatravnění a přípravě pro výsadbu dřevin.

Z důvodu zvýšení stálé hladiny by došlo k zatopení některých stávajících objektů. Konkrétně se jedná o sedimentační tůň a kamenný skluz před výpustným objektem, tři přilehlé tůně a peřejnatý úsek před vtokem do sedimentační tůně. Tyto objekty by při zatopení vodou nemohly plnit svoji funkci, z toho důvodu budou odstraněny a terén bude vysvahován směrem k navrženému korytu. Koryto má šířku ve dně 3 m, břehové hrany jsou ve sklonu 1 : 2 s výškou 0,5 m. Koryto je napojeno na opevněné koryto před výpustným objektem.

Na východním břehu bude vytvořena zátoka, která bude sloužit jako litorální zóna o celkové ploše 3055,36 m² hloubce 0,5 m a minimálním sklonem 1 %. Na severním

břehu bude vytvořena zátoka s pozvolným vstupem do vody pro bezpečný přístup. Z tohoto místa může být nádrž využívána pro rekreaci v letních i zimních měsících.

Terén zátopy bude upraven do 3 výškových úrovní s plynulým navázáním na stávající terén.

Z důvodu zachycení splavenin z horního toku Kobyliho potoka a zamezení zanášení výpustného objektu, bude na toku stávajícího koryta navržena sedimentační tůň zachycující splaveniny. Sedimentační tůň bude mít v místě výtoku umístěn stabilizační práh. Plocha tůně bude 599,9 m² a hloubka maximálně 1 m.

7.4 Úprava vegetace v prostoru zátopy

Vegetační doprovod vodních nádrží má významný vliv na biodiverzitu a ekologickou stabilitu území, ale plní i řadu dalších funkcí, mezi které patří zvyšování stability břehů, zeslabení účinků větru, snížení výparu z vodní hladiny, snížení erozních účinků a mnoho dalších. Dále mají velký význam pro živočichy žijící v okolí. V porostech mohou najít útočiště před dravci nebo naopak místo pro kladení mláďat. Právě z těchto důvodů je nezbytné navrhnout výsadbu vegetace i v okolí nádrže Jelení.

Úprava vegetačního doprovodu bude provedena v prostorách zátopy nádrže, především pak v pobřežní a břehové zóně nově navržené stálé hladiny a sedimentační tůně. Výsadba bude provedena až po zkušebním naplnění nádrže tak, aby nedošlo k poškození výsadby. Druhovú skladbu porostu bude navržena především podle původnosti, ale také na základě předchozího dendrologického průzkumu území. Jelikož je předpoklad pravidelného zatopení, bude dřevinná skladba vybrána s ohledem na odolnost vůči zatopení, nároků na vodu a světlo.

Pro výsadbu byl zvolen krytokořenný sadební materiál ve stáří poloodrostků a odrostků s nadzemní částí o výšce do 120 cm pro poloodrostky a do 250 cm pro odrostky. Jednotlivé druhy vrb budou vysazovány pomocí řízků či kůlů. Poloodrostky budou vysazovány ve sponu 3 × 3 m, odrostky ve sponu 5 × 5 m a jejich stabilita bude zajištěna pomocí vyvázání ke kůlům. Vrbovými řízků a kůly budou vysázeny ve sponu 1 × 1 m nebo do hustších skupin. Rozmístění sadebního materiálu bude nepravidelné, tak aby působilo přirozeně. Vrbové řízků a kůly budou předem vypěstovány z místního materiálu.

S ohledem na stanovištní podmínky, původní a nynější skladbu dřevin byly pro výsadbu zvoleny tyto druhy: olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), topol černý (*Populus nigra*), topol osika (*Populus tremula*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), brslen evropský (*Euonymus europaeus*), vrba bílá (*Salix alba*) a vrba křehká (*Salix fragilis*). Aby byla zastoupena i ovocnářská složka dřevin, bude na lokalitě vysázeno i několik kusů jabloně domácí (*Malus domestica*) a třešně ptačí (*Prunus avium*). Dále budou do horní zóny eulitorálního pásma vysázeny shluky keřových vrb, které budou sloužit ke snížení účinku abraze. A to zejména vrba nachová (*Salix prunaeae*) vrba košíkářská (*Salix viminalis*) a vrba trojmužná (*Salix triandra*). Na východní straně bude s nově vzniklou stálou hladinou vytvořena litorální zóna, která bude ponechána přirozeně vznikající vegetaci. V litorální zóně budou vysety mokřadní rostliny, orobinec (*Typha sp.*), rákos (*Phragmites*) či ostřice (*Carex*). Vegetační pokryv v litorální zóně bude snižovat účinek abraze na břehové linii.

Péče o dřevinnou vegetaci

Odrostky a poloodrostky budou při výsadbě ukotveny pomocí tří dřevěných kůlů, tak aby nedošlo k jejich vyvrácení. Dále bude kolem báze kmínku instalována plastová chránička, která bude dřevinu chránit před okusem zvěří. Keřové porosty budou před okusem chráněny pomocí postřiků.

Kolem každé rostliny bude při výsadbě vytvořena závlahová jamka, tak aby zadržela a vsákla vodu ke kořenům rostliny. Bezprostředně po výsadbě budou jednotlivé dřeviny dostatečně zalaty. Následující dva roky po výsadbě se bude závlaha opakovat podle potřeby, a to v závislosti na klimatických podmínkách. Okolí výsadby bude pravidelně sečeno, aby nedocházelo k zarůstání buření. Plastové chráničky a dřevěné kůly budou odstraněny nejdříve tři roky po výsadbě.

8 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ A MOŽNOSTI FINANCOVÁNÍ

Nádrž Jelení, pro kterou jsou navrženy úpravy, se nachází na toku Kobyliho potoka, který je ve správě Povodí Odry, státního podniku, v jehož správě bude i plánovaná nádrž. V případě realizace by mohlo být zažádáno o podporu formou dotací, které poskytuje Ministerstvo zemědělství. Konkrétně se jedná o dotační program 129 290 „Podpora opatření na drobných vodních tocích a malých vodních nádržích.“, nebo program 129 292 „Podpora opatření na drobných vodních tocích, rybnících a malých vodních nádržích ve vlastnictví státu.“ Oba dotační programy jsou určeny na rekonstrukci a opravu malých vodních nádrží, vodních toků a souvisejících vodních děl.

Tyto dotační programy jsou realizovatelné pouze do roku 2020 a je zapotřebí o ně požádat prostřednictvím Ministerstva zemědělství.

(<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/narodni-dotace/dotace-ve-vodnim-hospodarstvi/drobne-vodni-toky-a-male-vodni-nadrze/>)

Finanční náklady byly spočítány jednotlivě pro dílčí položky podle měrné jednotky a množství použitého materiálu. Následně byly částky sečteny pro jednotlivé objekty. Celková částka byla vypočítána na 4 395 519 Kč. Nejdražší částka je vypočítána pro zemní práce, a to 1 863 687 Kč. Podkladem pro finanční rozpočet byl použit ceník stavebních prací URS I/2017. Ceny pro jednotlivé položky byly konzultovány s odborným pracovníkem. Díky konzultaci mohly být pro typy betonů uvedeny reálné částky namísto ceníkových, které se uvádějí v mnohem vyšších částkách, než za které se reálně staví. Celkový rozpočet je uveden jako příloha C.

9 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

9.1 Výpočet kapacity vypustného objektu

Výpočet je rozdělen do dvou kroků, která na sebe navzájem navazují. Jedná se o výpočet přepadového množství přes zdvojenou dlužovou stěnu požeráku a následně výpočet kapacity obou výpustí.

9.1.1 Výpočet přepadového množství přes dlužovou stěnu požeráku

Vstupní parametry navrženého požeráku

$H_{\text{stal}} = 513,00$ m n. m.	hladina stálého nadržení
$H_{\text{max}} = 257,10$ m n. m.	maximální hladina
$s = 3,4$ m	výška dlužové stěny
$b = 3$ m	šířka přelivné hrany
$t = 0,45$ m	tloušťka přelivné hrany
$m = 0,41$	Bazinův součinitel přepadu pro ostrohranný přepad
$m = 0,33; 0,37$	Bazinův součinitel přepadu pro přepad přes širokou korunu

Rovnice pro výpočet přepadového množství:

Rovnice 1: Výpočet přepadového množství (Boor a kol., 1968, str. 206)

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

kde: msoučinitel přepadu ($m = 0,33-0,41$)

bšířka přelivné hrany

hpřepadová výška

Přepadové množství je počítáno pro navrženou přelivnou hranu tloušťky 0,45 m a výšky 6,4 m. Jedná se tak o přepad přes širokou korunu do výšky přepadového paprsku 0,6 m. Při větší výšce přepadového paprsku se přepad mění na ostrohranný.

Tab. 1 Výpočet přepadového množství přes dlužovou stěnu požeráku

H (m n. m.)	h (m)	b (b)	m (-)	Q _p (m ³ /s)
513,0	0,0	3	0	0,000
513,2	0,2	3	0,33	0,392
513,4	0,4	3	0,33	1,109
513,6	0,6	3	0,37	2,285
513,8	0,8	3	0,41	3,898
514,0	1,0	3	0,41	5,448
514,2	1,2	3	0,41	7,162
514,4	1,4	3	0,41	9,025
514,6	1,6	3	0,41	11,026
514,8	1,8	3	0,41	13,157
515,0	2,0	3	0,41	15,410
516,0	3,0	3	0,41	28,310
517,0	4,0	3	0,41	43,586
518,0	5,0	3	0,41	60,913
519,0	6,0	3	0,41	80,072
520,0	7,0	3	0,41	100,902
521,0	8,0	3	0,41	123,279
522,0	9,0	3	0,41	147,102
523,0	10,0	3	0,41	172,288
524,0	11,0	3	0,41	198,767
524,8	11,8	3	0,41	220,840

9.1.2 Výpočet kapacity průtoků výpustí

Vstupní parametry výpustí

$H_{nv} = 509,6$ m n. m.	kóta dna nehrazené výpustí
$H_{hv} = 512,21$ m n. m.	kóta dna hrazené výpustí
600 × 600 mm	rozměr průřezu nehrazené výpustí
DN 700 mm	rozměr průřezu hrazené výpustí
$\xi = 0,5$	součinitel ztrát na vtoku

Byla spočítána kapacita nehrazené i hrazené výpustí. Průtoky výpustí jsou počítány podle vzorce pro výtok otvorem ve dně, pro které platí:

Rovnice 2 Výpočet průtoku výpustí (Boor a kol, 1968, str. 174)

$$Q = S \cdot v \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

kde: S.....plocha průřezu
v.....vtoková rychlost

Vzorec pro vtokovou rychlost:

Rovnice 3 Výpočet vtokové rychlosti (Jandora a kol, 2002, str. 41)

$$v = \mu \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad [\text{m/s}]$$

kde: μsoučinitel výtoku
g.....tíhové zrychlení
h.....přepadová výška

Pro součinitel výtoku platí:

Rovnice 4 Výpočet součinitele výtoku (Boor a kol, 1968, str. 173)

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \quad [-]$$

kde: ξsoučinitel ztrát na vtoku

Tab. 2 Výpočet kapacity nehrazené výpusti

H	h	n	S	μ	v	Q_{nv}
(m n. m.)	(m)	(-)	(m ²)	(-)	(m/s)	(m ³ /s)
509,6	0	0,016	0	0,6	0	0
509,8	0,2	0,016	0,12	0,6	1,189	0,143
510,0	0,4	0,016	0,24	0,6	1,681	0,403
510,2	0,6	0,016	0,36	0,6	2,059	0,741
510,4	0,8	0,016	0,36	0,6	2,377	0,856
510,6	1,0	0,016	0,36	0,6	2,658	0,957
510,8	1,2	0,016	0,36	0,6	2,911	1,048
511,0	1,4	0,016	0,36	0,6	3,145	1,132
511,2	1,6	0,016	0,36	0,6	3,362	1,210
511,4	1,8	0,016	0,36	0,6	3,566	1,284
511,6	2,0	0,016	0,36	0,6	3,759	1,353
511,8	2,2	0,016	0,36	0,6	3,942	1,419
512,0	2,4	0,016	0,36	0,6	4,117	1,482
512,2	2,6	0,016	0,36	0,6	4,285	1,543
512,4	2,8	0,016	0,36	0,6	4,447	1,601
512,6	3,0	0,016	0,36	0,6	4,603	1,657
512,8	3,2	0,016	0,36	0,6	4,754	1,712
513	3,4	0,016	0,36	0,6	4,900	1,764
513,2	3,6	0,016	0,36	0,6	5,043	1,815
513,4	3,8	0,016	0,36	0,6	5,181	1,865
513,6	4,0	0,016	0,36	0,6	5,315	1,914
513,8	4,2	0,016	0,36	0,6	5,447	1,961
514,0	4,4	0,016	0,36	0,6	5,575	2,007
515,0	5,4	0,016	0,36	0,6	6,176	2,223
516,0	6,4	0,016	0,36	0,6	6,723	2,420
517,0	7,4	0,016	0,36	0,6	7,230	2,603
518,0	8,4	0,016	0,36	0,6	7,703	2,773
519,0	9,4	0,016	0,36	0,6	8,148	2,933
520,0	10,4	0,016	0,36	0,6	8,571	3,085
521,0	11,4	0,016	0,36	0,6	8,973	3,230
522,0	12,4	0,016	0,36	0,6	9,359	3,369
523,0	13,4	0,016	0,36	0,6	9,729	3,502
524,0	14,4	0,016	0,36	0,6	10,085	3,631
524,7	15,1	0,016	0,36	0,6	10,327	3,718

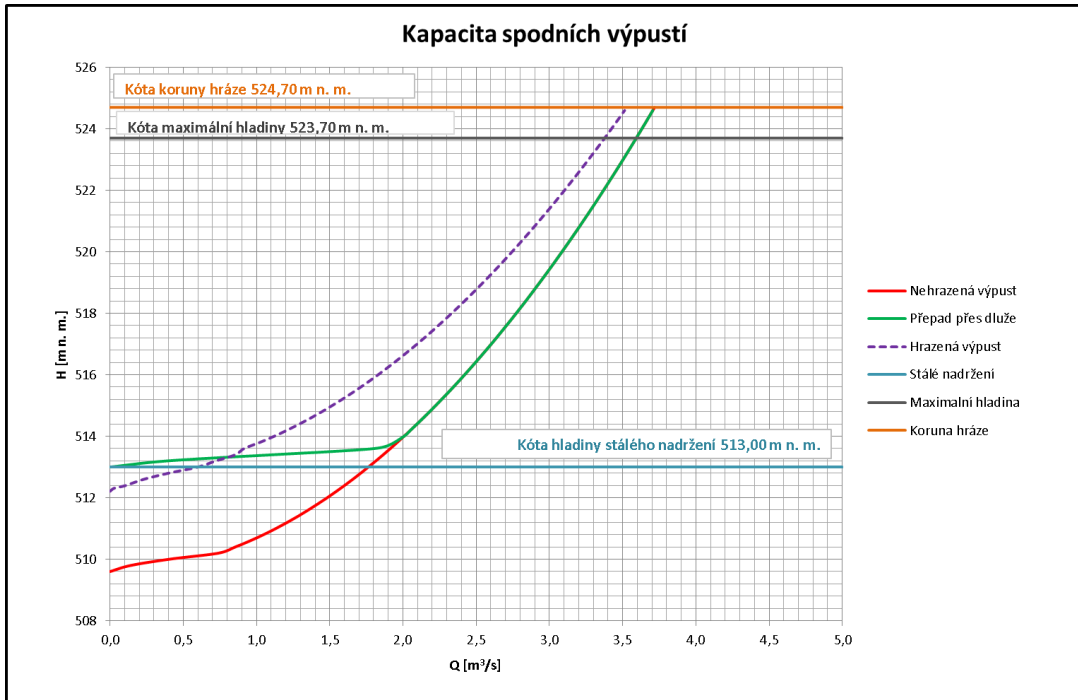
Tab. 3 Výpočet kapacity hrazené výpusti

H	h	n	S	μ	v	Q_h
(m n. m.)	(m)	(-)	(m ²)	(-)	(m/s)	(m ³ /s)
512,21	0,0	0,016	0,000	0,6	0,000	0,000
512,31	0,1	0,016	0,034	0,6	0,840	0,028
512,4	0,2	0,016	0,091	0,6	1,189	0,108
512,6	0,3	0,016	0,158	0,6	1,456	0,229
512,8	0,35	0,016	0,192	0,6	1,572	0,400
513,0	0,4	0,016	0,227	0,6	1,681	0,600
513,2	0,6	0,016	0,351	0,6	2,059	0,723
513,4	0,7	0,016	0,385	0,6	2,224	0,856
513,6	0,8	0,016	0,385	0,6	2,377	0,915
513,8	1,0	0,016	0,385	0,6	2,658	1,023
514,0	1,2	0,016	0,385	0,6	2,911	1,120
514,2	1,4	0,016	0,385	0,6	3,145	1,210
514,4	1,6	0,016	0,385	0,6	3,362	1,294
514,6	1,8	0,016	0,385	0,6	3,566	1,372
514,8	2,0	0,016	0,385	0,6	3,759	1,446
515,0	2,2	0,016	0,385	0,6	3,942	1,517
516,0	3,2	0,016	0,385	0,6	4,754	1,830
517,0	4,2	0,016	0,385	0,6	5,447	2,096
518,0	5,2	0,016	0,385	0,6	6,060	2,332
519,0	6,2	0,016	0,385	0,6	6,618	2,547
520,0	7,2	0,016	0,385	0,6	7,131	2,744
521,0	8,2	0,016	0,385	0,6	7,610	2,929
522,0	9,2	0,016	0,385	0,6	8,061	3,102
523,0	10,2	0,016	0,385	0,6	8,488	3,267
524,0	11,2	0,016	0,385	0,6	8,894	3,423
524,8	12,0	0,016	0,385	0,6	9,206	3,543

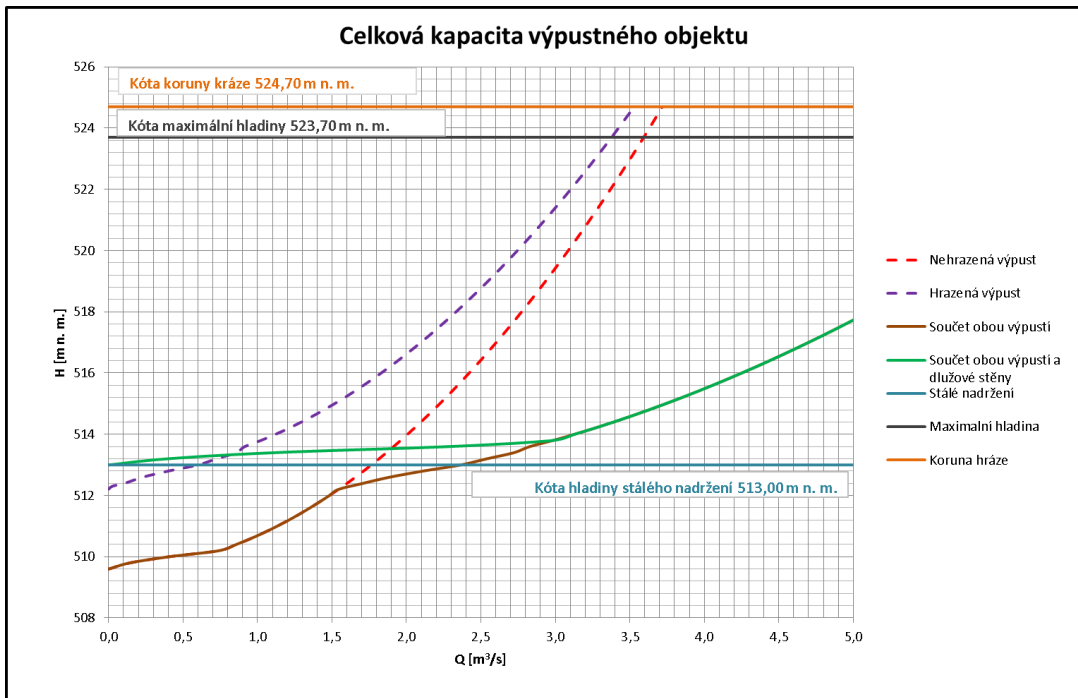
Kapacita požeráku je dána průtokem, který přepadá přes dlužovou stěnu požeráku a kapacitou jedné, případně obou výpustí.

Kapacita průtoku nehrazené a hrazené výpusti pro různé výšky hladiny vody je znázorněna v grafu 1. Graf 2 znázorňuje celkovou kapacitu výpustního objektu při otevření hrazené výpusti.

Graf 1 Kapacita spodních výpustí



Graf 2 Celková kapacita výpustního objektu



9.2 Výpočet transformačního účinku nádrže

Vstupními parametry pro výpočet transformace jsou:

Čára zatopených objemů

Časový průběh povodňové vlny

Konsumpční křivka výpustného objektu

Pro výpočet transformačního účinku nádrže byl použit vzorec:

Rovnice 5 Výpočet transformačního účinku nádrže (Dočkal, Vrána, 2007, str. 3)

$$Q_p \cdot \Delta t - Q_o \cdot \Delta t = \pm \Delta V$$

kde: Q_pčasový průběh přítoku vody do nádrže (m^3/s)

Q_očasový průběh odtoku vody z nádrže (m^3/s)

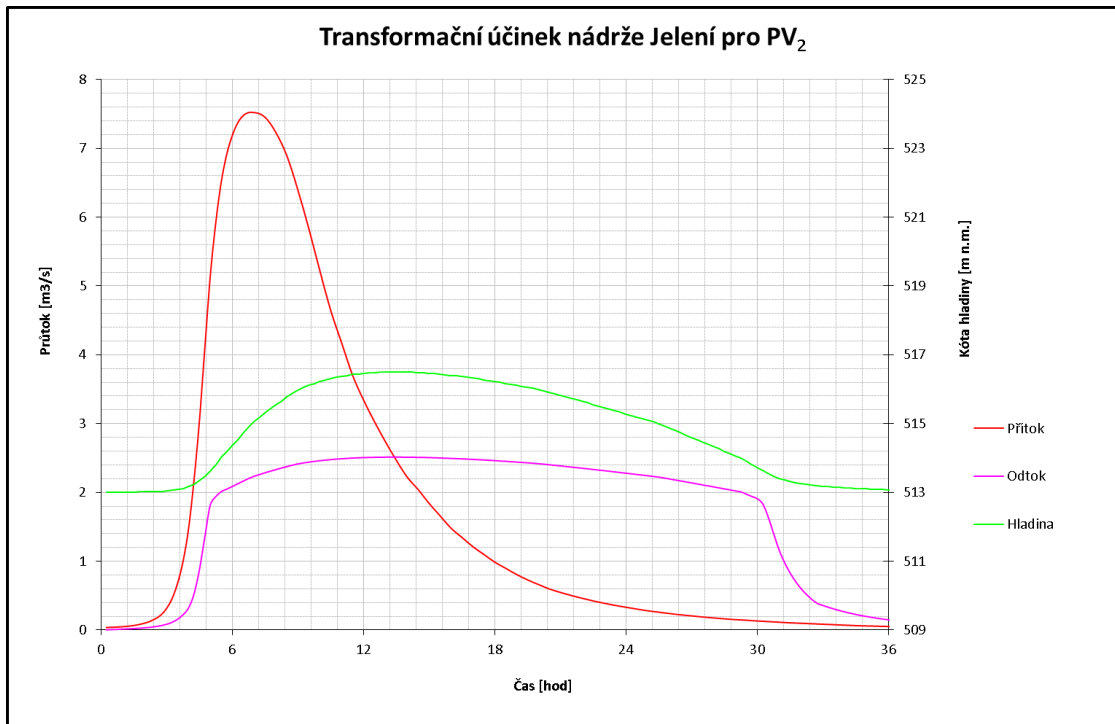
tčasový krok (s)

Vobjem vody v záchytném prostoru nádrže (m^3)

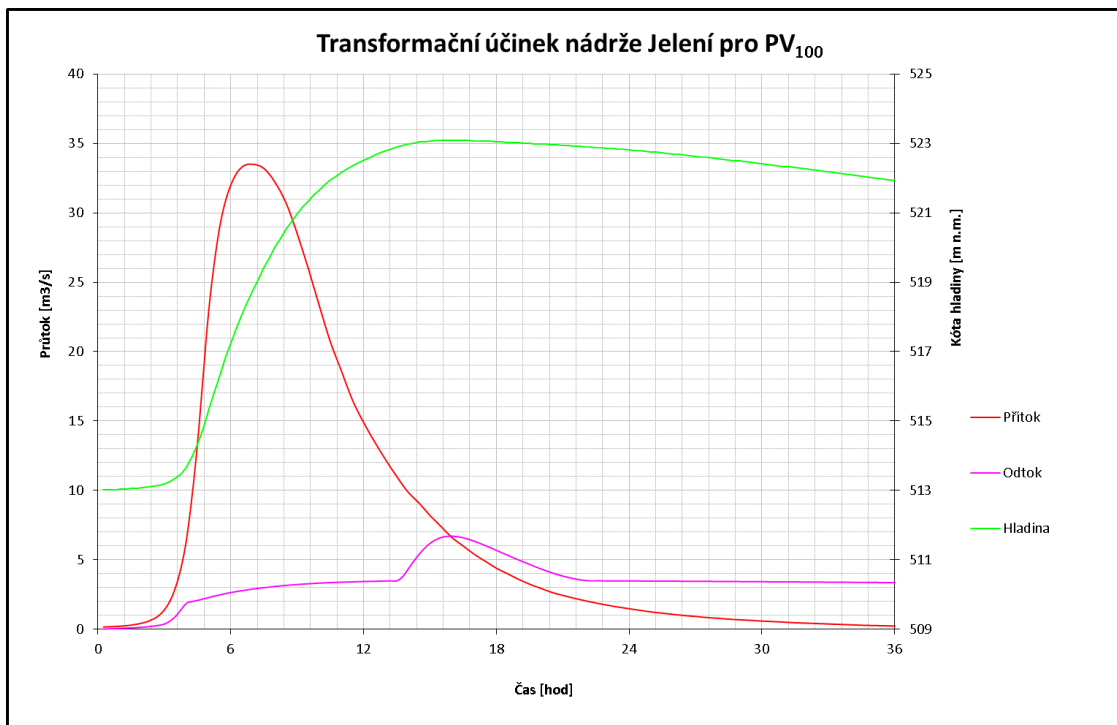
Pro výpočet transformačního účinku nádrže Jelení byl zvolen časový krok 0,25 hod. Ke každému časovému kroku bylo z čáry časového průběhu povodně odečteno množství vody, které přiteklo do nádrže Jelení. Poté byla z čáry objemů v nádrži odečtena úroveň hladiny vody. Tím došlo k vypouštění vody přes výpustný objekt. Kapacita vytékající vody byla pro daný časový krok opět odečtena z grafu, a to grafu 2. Na začátku dalšího časového kroku je objem v nádrži dán rozdílem přitékající od odtékající vody z nádrže.

Transformační účinek nádrže Jelení byl počítán pro povodňové vlny s různým časovým opakováním (PV_1 , PV_2 , PV_5 , PV_{10} , PV_{20} , PV_{50} , PV_{100} a PV_{1000}). Avšak pro účel vyhodnocení postačí pouze některé. Vyhodnocení transformačního účinku bylo provedeno pro PV_2 – Graf 3 a návrhové teoretické PV_{100} – Graf 4.

Graf 3 Transformační účinek nádrže Jelení pro PV₂



Graf 4 Transformační účinek nádrže Jelení pro PV₁₀₀



Tab 4 Srovnání hodnot pro PV₂, PV₁₀₀ a PV₁₀₀₀

	PV2	PV100	PV1000
Q_{Pmax} [m³/s]	7,52	33,5	57,3
Q_{Omax} [m³/s]	2,513	6,708	36,79
T_{QPmax} [hod]	6,75	7	7,5
T_{QOmax} [hod]	13,5	16	10,5
Max. hladina [m n. m.]	516,5	523,09	523,68

kde: Q_{Pmax}maximální kapacita přítoku

Q_{Omax}maximální kapacita odtoku

T_{QPmax}čas maximální kapacity přítoku

T_{QOmax}čas maximální kapacity odtoku

Z grafu 3 je patrná výška hladiny a především doba zatopení pro povodňovou vlnu s opakováním průměrně jednou za dva roky. Přesto že je kóta hladiny nad kótou dlužové stěny odtéká voda z nádrže pouze přes požerákovou výpusť neškodným odtokem ($Q_{neš} = 4,41\text{m}^3/\text{s}$). Naproti tomu z grafu 4 lze poznat, že při PV₁₀₀ dojde na cca 6 hodin ke zvýšení kapacity odtoku nad odtok neškodný. Maximální hladina při průchodu PV₂ bude na kótě 516,2 m n. m. Při průchodu návrhové teoretické PV₁₀₀ bude maximální hladina vody na úrovni 523,091 m n. m.

10 DISKUSE

V diplomové práci bylo navrženo řešení pro změnu koncepce nádrže Jelení na víceúčelovou nádrž. Vycházelo se z myšlenky vytvoření minimální stálé hladiny v retenčním prostoru nádrže. Stálá hladina byla navržena na úroveň 513,00 m n. m. Tato kóta byla zvolena z více důvodů. Prvním z nich je dosah vody k patě hráze po celé její délce a zabránění vysychání zemin hráze a těsnícího jádra. Dále pak vytvoření stálé hladiny na malé ploše a zachování úpravy toku Kobyliho potoka v zátopě nádrže. Dalšími důvody jsou například vhodné začlenění do okolní krajiny, zachování biodiverzity, zadržení vody v krajině. Aby mohl být tento záměr realizován, muselo být navrženo několik dalších úprav.

Nejdříve byla navržena změna vtokového objektu, která by nevyžadovala technickou a finanční náročnost. Jedná se o návrh hrazení v toku, konkrétně na závěrovém profilu sedimentační tůně. Došlo by k vytvoření dlužového hrazení či zvednutím dna závěrového profilu na kótu 513,00 m n. n. Avšak z důvodu nízkých břehových hran není možné toto řešení realizovat. Břehové hrany by musely být uměle zvednuty pomocí vytvořených zemních valů, čímž by se stavba nejen prodražila, ale stala by se i technicky náročnější než bylo zamýšleno. Proto bylo od tohoto návrhu opuštěno a bylo navrženo jiné, vhodnější řešení.

Konečný návrh obsahuje změnu konstrukce výpustného zařízení, úpravu návodního líce hráze, úpravu zátopy a vegetace. Byla navržena úprava konstrukce výpustného zařízení. Cílem bylo navrhnout takové řešení výpustného zařízení, aby bylo možné v nádrži nadržet vodu na stálou hladinu. Proto byla navržena uzavřená požeráková výpust', a to především z důvodu zamezení ucpání vtokové části splávním při vyšších průtocích. Požerák bude připojen ke stávající konstrukci výpustného zařízení tak, aby mohly být využity některé stávající konstrukční prvky, čímž se uleví finančním nákladům. Jako hrazení, které bude schopno zadržet vodu na úroveň 513,00 m n. m., byla navržena zdvojená dlužová stěna. Pro navržené výpustné zařízení byla spočítána kapacita, která je dána kapacitou dlužové stěny a obou výpustí.

Jelikož bude hladina vody po úpravách dosahovat až na hráz, je navrženo opevnění návodního líce hráze kamennou rovnatinou. Opevnění bude provedeno dva metry nad

úroveň stálé hladiny a dva metry ve dně od paty hráze. Opevnění eliminuje negativní účinek vln, ledu a dalších jevů.

V retenčním prostoru nádrže Jelení vznikne díky úpravám prostor minimálního stálého nadržení. Objekty, které se nyní nacházejí před výtokovým objektem – sedimentační tůň, kamenný skluz a neprůtočné tůně – nebudou z důvodu zaplavení moci plnit svoji funkci a proto je navrženo jejich zrušení. Dojde k odstranění kamenného skluzu a zasypání tůní zeminou. Následně bude terén srovnán do požadovaného sklonu tak, aby byly vyrovnány terénní deprese a bylo možné úplné vypuštění nádrže. V okolí nově vzniklé vodní plochy je navržena výsadba vzrostlých stromů. K břehovým hranám budou vysázeny vrbové pruty, toto opatření sníží účinek abraze břehů. Stejnou funkci bude plnit i vytvořená litorální zóna s vysetým mokřadním společenstvem.

Vlivem navržení stálé minimální hladiny bude právě o tento objem snížen retenční prostor nádrže Jelení. Společně s úpravou výpustného zařízení může dojít ke změně transformačního účinku nádrže Jelení. Z tohoto důvodu byl transformační účinek spočítán s novými hodnotami. Vyhodnoceny byly transformační účinky pro teoretické povodňové vlny PV_2 a PV_{100} , které jsou důležité z hlediska doby zaplavení dřevinných porostů a bezpečného převedení povodňového průtoku na neškodný odtok. U návrhové PV_2 dojde ke zvýšení odtokového množství cca na 24 hod. a nebude překročena kapacita neškodného odtoku. Hladina dosáhne maximální kóty 516,2 m n. m. a dojde k zatopení části retenčního prostoru. S ohledem na dobu trvání povodňové vlny s průměrným dvouletým opakováním byla navržena skladby dřevin pro výsadbu. Nádrž Jelení je navržena tak, aby byla schopna transformovat PV_{100} na neškodný odtok. Po navržení stálé hladiny se transformační účinek změnil a to především pro navrženou PV_{100} , kdy dochází po dobu cca 6 hodin ke zvýšení odtoku nad neškodný odtok. V tomto případě dojde k zatopení retenčního prostoru nádrže na více jak 37 hodin.

11 ZÁVĚR

Podkladem pro zpracování diplomové práce byla nádrž Jelení, která je koncipována jako jednoúčelová suchá nádrž. Úkolem této práce bylo vypracování studie návrhu změny koncepce nádrže na víceúčelovou. Aby byla splněna podmínka, bylo navrženo několik zásadních změn, a to především na výtokovém objektu a retenčním prostoru nádrže.

V retenčním prostoru nádrže byla navržena stálá minimální hladina, která bude mít pozitivní vliv jak na samotnou zemní hráz, tak na biodiverzitu krajiny. Stálá hladina vody zajistí trvalou průsakovou křivku, čímž dojde ke stálému sycení zemin hráze. Zemní hráz a především těsnící jádro tak budou chráněny před vysycháním, či jiným objemovým změnám a následnému poškození. Z tohoto důvodu byla nastavena stálá hladina na kótu 513,00 m n. m. Bude tím zajištěn dosah vody k patě hráze návodního líce a možnost tvarování dna nádrže.

Z důvodu návrhu stálé minimální hladiny musely být provedeny změny na konstrukci sdruženého objektu, který slouží jako výpustné zařízení bez hrazení. Pro zadržení vody byl navržen uzavřený požerák se zdvojenou dlužovou stěnou, který bude napojen na stávající výpustné zařízení. Požerák je navržen s vtokovou částí ve dně krytou a chráněn česlovou stěnou. Při vyšších průtocích tak nedojde k ucpání česlové stěny splávním z horního toku.

Při nadržení vody na zvolenou hladinu dojde k zaplavení stávajících objektů v retenčním prostoru. Jedná se především o sedimentační tůň, která měla za úkol zachytit splaveniny a zamezit ucpání výpusti. Aby byla tato funkce i nadále zajištěna, je navržena nová sedimentační tůň na Kobylím potoce výše proti proudu. Dno zátopy nádrže Jelení bude z části upraveno jako litorální zóna s výsevem mokřadních rostlin. Na pravém břehu bude vytvořen pozvolný vstup do vody, který může být využíván například k účelu rekreace. Výsadba dřevin zejména vrb v příbřežní zóně bude snižovat účinek abraze břehových hran.

12 SUMMARY

This thesis was addressing Jelení, which is single-purpose, dry reservoir. The ultimate goal of this work was a study of concept modification of reservoir Jelení to multi-purpose reservoir. To ensure this, it was crucial to undergo several changes including orifice discharge and retention space.

In retention space it was necessary to establish constant water level of 513 meters above sea level. Due to this fact it was essential to make some changes to conjugate object, that serves as outlet device without gate. To keep the water level at aforementioned level it was crucial to build closed "požerák" with doubled wall. After reaching the wanted water level all the objects in retention space will be inundated. That concerns mostly sedimentary pool, which will be replaced with newly designed sedimentary pool. The bottom of the Jelení reservoir will be partially modified as a littoral zone fitted with several marshlands plants. There will be gradual entrance on the right bank for occasional tourists. Plantation of birch trees (and several others) will decrease the effect of abrasion on banks edges.

13 SEZNAM LITERATURY

Tištěné zdroje

BOOR, Boris – KUNŠTÁTSKÝ, Jiří - PATOČKA, Cyril (1968): Hydraulika pro vodohospodářské stavby. Praha. SNTL - Nakladatelství technické literatury.

BROŽA, Vojtěch a kol. (1967): Nádrže, jezy a přehrady. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury.

BROŽA, Vojtěch - ČIHÁK, František - SATRAPA, Ladislav (1998): Hydrotechnické stavby. Praha: Český svaz stavebních inženýrů.

CULEK, Martin - GRULICH, Vít - LAŠTŮVKA, Zdeněk - Divíšek, Jan (2013): Biografické regiony České republiky. Brno: Munipress.

DEMEK, Jaromír a kol. (2006): Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny. Brno: AOPK ČR.

DOČKAL, Martin - VRÁNA, Karel (2007): Numerická metoda pro posouzení efektivity suché nádrže. Praha: ČVUT

JANDORA, Jan - STARA, Vlastimil - STARÝ, Miloš (2002): Hydraulika a hydrologie. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o.

JŮVA, Karel - HRABAL, Antonín - PUSTĚJOVSKÝ, Rudolf (1980): Praha. Státní zemědělské nakladatelství.

KOČVARA, Radim (2015): Biologické posouzení záměru. Chropyně

QUITT, Evžen (1971): Klimatické oblasti Československa. Brno: ACADEMIA.

ŘÍHA, Jaromír (2010): Ochranné hráze na vodních tocích. Praha: Grada Publishing.

ŘÍHA, Jaromír a kol. (2014): Návrh a realizace suchých nádrží. Praha: Ministerstvo životního prostředí, odbor ochrany vod.

SEHNAL, Jan - ČEJDA, Marek - SEDLÁKOVÁ, Ivana (2015): Souhrnná technická zpráva. Brno: Pöyry Environment a.s.

ŠÁLEK, Jan a kol. (1983): Rybníky a účelové nádrže. Brno: Vysoké učení technické v Brně.

ŠÁLEK, Jan a kol. (2002): Vodní stavitelství. Brno: Vysoké učení technické v Brně.

ŠÁLEK, Jan - MIKA, Zdeněk - TRESOVÁ, Anna (1989): Rybníky a účelové nádrže. Brno: SNTL - Nakladatelství technické literatury.

TLAPÁK, Václav - HERYNEK, Jaroslav (2002): Malé vodní nádrže. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.

WIN, S.S (2006): Tensile strength of compacted soils subject to wetting and drying. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the MSc degree of engineering. Civil and Environmental Engineering. The University of New South Wales.

Elektronické zdroje

AOPK ČR. Natura 2000 [online] citováno 1.2.2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.nature.cz/natura2000-design3/hp.php>>

AOPK ČR. CHKO [online] citováno 1.2.2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://jeseniky.ochranaprirody.cz/ochrana-prirody-a-krajiny/Maloplosna-chranena-uzemi/>>

eAGRI. Dotace [online] citováno 14.3.2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/narodni-dotace/dotace-ve-vodnim-hospodarstvi/drobne-vodni-toky-a-male-vodni-nadrze/>>

Národní geoportál INSPIRE. Mapy [online] citováno 3.12.2016. Dostupné na World Wide Web: <<https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>>

Normy, Právní předpisy

ČSN 75 0121: Vodní hospodářství – Terminologie hydrotechniky, 2009.

ČSN 75 2340: Navrhování přehrad – Hlavní parametry a vybavení, 2004.

ČSN 75 2310: Sypané hráze, 2006.

ČSN 75 2410: Malé vodní nádrže, 2011.

TNV 75 2415: Suché nádrže, 2013.

URS I/2017: Ceník stavebních prací, 2017.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

14 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Kapacita spodních výpustí.....	48
Graf 2 Celková kapacita výpustného objektu	48
Graf 3 Transformační účinek nádrže Jelení pro PV ₂	50
Graf 4 Transformační účinek nádrže Jelení pro PV ₁₀₀	50

15 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Výpočet přepadového množství přes dlužovou stěnu požeráku.....	44
Tab. 2 Výpočet kapacity nehrazené výpusti	46
Tab. 3 Výpočet kapacity hrazené výpusti	47
Tab 4 Srovnání hodnot pro PV ₂ , PV ₁₀₀ a PV ₁₀₀₀	51

16 SEZNAM ROVNIC

Rovnice 1: Výpočet přepadového množství	43
Rovnice 2 Výpočet průtoku výpustí	45
Rovnice 3 Výpočet vtokové rychlosti.....	45
Rovnice 4 Výpočet součinitele výtoku	45
Rovnice 5 Výpočet transformačního účinku nádrže	49

17 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha A: Mapa polohy nádrže Jelení..... **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha B: Mapa hranic lokality nádrže Jelení..... **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha C: Finanční rozpočet pro navržené změny **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha D: Výpočet kapacity hrazené a nehrazené výpustě **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha E: Výpočet kapacity přepadu přes dlužovou stěnu **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha F: Graf kapacity spodních výpustí **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha G: Graf kapacity výpustného zařízení **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha H: Graf transformace povodňové vlny PV_2 .. **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha I: Graf transformace povodňové vlny PV_{100} . **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha J: Graf transformace povodňové vlny PV_{1000} **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha K: Fotodokumentace území **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha L: Fotodokumentace území **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha M: Fotodokumentace území **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha N: Fotodokumentace území **Chyba! Záložka není definována.**
- Příloha O: Fotodokumentace území – bezejmenný pravostranný přítok **Chyba! Záložka není definována.**

18 SEZNAM VÝKRESŮ

C1	Požeráková výpust'	1:100
C2	Příčný řez zátopou	1:200
C3	Podélný řez sedimentační tůň	1:200/2000
C4	Situace	1:1000