



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

NÁVRH MALÉ VODNÍ NÁDRŽE NA DROBNÉM VODNÍM TOKU

DESIGN OF A SMALL WATER RESERVOIR

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

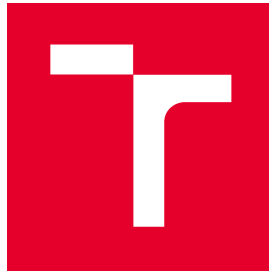
Bc. Václav Pojsl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Václav Pojsl
Název	Návrh malé vodní nádrže na drobném vodním toku
Vedoucí práce	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2016
Datum odevzdání	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

VRÁNA, Karel a Jan BERAN. Rybníky a účelové nádrže. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-01-01713-3.

VRÁNA, Karel. Rybníky a účelové nádrže: příklady. 1. vyd. Praha: Ediční středisko Českého vysokého učení technického, 1991. ISBN 80-01-00656-5.

ŠÁLEK, Jan, Zdeněk MIKA a Anna TRESOVÁ. Rybníky a účelové nádrže. 1. vyd. Brno: Ediční středisko Vysokého učení technického, 1983.

TLAPÁK, Václav a Jaroslav HERYNEK. Malé vodní nádrže. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002. ISBN 80-7157-635-2.

ŠÁLEK, Jan. Malé vodní nádrže v životním prostředí. 1. vyd. Ostrava: VŠ báňská, 1996. ISBN 80-7078-370-2.

ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže

Zaměření lokality, podklady hydrologické, geologické, podologické.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Diplomní práce bude zpracována formou studie, konkrétní lokalita bude upřesněna vedoucím práce. Diplomant nejprve vypracuje stručnou literární rešerši zpracovávané problematiky. Poté provede podrobný terénní průzkum v místě, doplnění podkladů a případně další zaměření.

Provede podrobné vodohospodářské řešení nádrže s využitím dostupných programových prostředků, vyhodnotí vhodnou variantu řešení a umístění hráze. Zpracuje technickou dokumentaci funkčních objektů dle požadavků vedoucího práce, a to jak v textové, tak výkresové formě.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

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

Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce je zpracována formou studie malé vodní nádrže. Jedná se o nádrž s homogenní hrází se sdruženým bezpečnostním objektem. Technický návrh řešení nádrže vychází z normy ČSN 75 2410 „Malé vodní nádrže“.

Vodní nádrž bude sloužit jako ekologický a krajnotvorný prvek v krajině. Bude zvyšovat biodiverzitu krajiny a přispívat k ekologické stabilitě území. Litorální zóna v prostoru nádrže bude sloužit v budoucnu jako životní prostor pro různé organismy. Doprovodná vegetace poslouží k začlenění malé vodní nádrže do biokoridoru.

KLÍČOVÁ SLOVA

Malá vodní nádrž, homogenní hráz, sdružený bezpečnostní objekt, dlužová stěna, litorální zóna.

ABSTRACT

The Master's thesis is elaborated in a study small reservoirs. It is a container with a homogeneous dam with associated security object. The technical design solution tank based on the ČSN 75 2410 "Small water reservoirs".

Water reservoir will serve as an ecological and landscaping features in the landscape. Will increase the biodiversity of the landscape and contribute to the ecological stability of the territory. The littoral zone of the reservoir area will serve in the future as a habitat for a variety of organisms. Accompanying vegetation serve to integrate small water tank to the ecological corridor.

KEYWORDS

A small water reservoir, homogeneous dam, safety associated object, sluice wall, littoral zone.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Václav Pojsl *Návrh malé vodní nádrže na drobném vodním toku*. Brno, 2017. 53 s., 19 s. příl. (+výkresová část) Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Eva Hyánková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

Bc. Václav Pojsl
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 1. 2017

Bc. Václav Pojsl
autor práce



POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Autor práce	Bc. Václav Pojsl
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav vodního hospodářství krajiny
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Název práce	Návrh malé vodní nádrže na drobném vodním toku
Název práce v anglickém jazyce	Design of a small water reservoir
Typ práce	Diplomová práce
Přidělovaný titul	Ing.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	PDF
Abstrakt práce	<p>Diplomová práce je zpracována formou studie malé vodní nádrže. Jedná se o nádrž s homogenní hrází se sdruženým bezpečnostním objektem. Vodní nádrž je projektována jako prvek zvyšující ekologickou stabilitu krajiny.</p> <p>Výkresová dokumentace byla vytvořena v programu AutoCAD 2015 a hydrotechnické výpočty v programu Microsoft Excel.</p>
Abstrakt práce v anglickém jazyce	<p>The Master's thesis is elaborated in a study small reservoirs. It is a container with a homogeneous dam with associated security object. Water reservoir is designed as an element increasing the ecological stability of the landscape.</p> <p>Drawing documentation was created in AutoCAD 2015, and the hydro-mechanical calculations in Microsoft Excel.</p>

Klíčová slova Malá vodní nádrž, homogenní hráz, sdružený bezpečnostní objekt, dlužová stěna, litorální zóna.

Klíčová slova A small water reservoir, homogeneous dam, safety associated object,
v anglickém jazyce sluice wall, littoral zone.

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Evě Hyánkové, Ph.D. za její odborné vedení, věcné připomínky, rady a náměty a také za její trpělivost, vstřícnost a ochotu. Dále bych rád poděkoval své rodině za jejich podporu a bezmeznou trpělivost při celém dlouhém studiu.

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	CÍL PRÁCE	2
3	MALÉ VODNÍ NÁDRŽE	3
3.1	<i>Definice malé vodní nádrže</i>	3
3.2	<i>Rozdělení nádrží dle funkce</i>	3
3.3	<i>Historie a současnost malých vodních nádrží</i>	6
3.4	<i>Vliv malé vodní nádrže na životní prostředí</i>	9
3.5	<i>Současné problémy malých vodních nádrží</i>	9
3.6	<i>Význam malé vodní nádrže v územním systému ekologické stability</i>	10
4	OBECNÝ POSTUP NÁVRHU MALÉ VODNÍ NÁDRŽE	13
4.1	<i>Prostory v nádrži</i>	13
4.2	<i>Vstupní podklady pro návrh malé vodní nádrže</i>	14
5	ŘEŠENÁ LOKALITA	15
6	NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ MALÉ VODNÍ NÁDRŽE	22
6.1	<i>Základní charakteristika navrhované nádrže</i>	22
6.2	<i>Hydrotechnické výpočty</i>	23
6.2.1	<i>Celková roční bilance</i>	23
6.2.2	<i>Měsíční bilance</i>	25
6.2.3	<i>Ztráty vody v nádrži</i>	25
6.2.4	<i>Výpustný objekt</i>	29
6.2.5	<i>Bezpečnostní přeliv</i>	32
6.2.6	<i>Tlumení energie v korytě</i>	36
7	POPIS OBJEKTŮ NÁDRŽE	38
7.1	<i>Hráz</i>	38
7.2	<i>Sdružený funkční blok</i>	42
7.3	<i>Zátopa</i>	44
7.4	<i>Litorální zóna</i>	44

8	SHRNUTÍ NÁVRHOVÝCH PARAMETRŮ OBJEKTŮ.....	46
9	ZÁVĚR.....	47
10	SUMMARY	48
11	POUŽITÁ LITERATURA	49
	SEZNAM TABULEK	50
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	51
	SEZNAM GRAFŮ.....	52
	SEZNAM PŘÍLOH	53

1 ÚVOD

Téma této práce jsem si vybral z důvodu mého zájmu o danou problematiku malých vodních nádrží. Diplomová práce se bude zaměřovat na návrh studie malé vodní nádrže.

Malé vodní nádrže (dále jen MVN) jsou v posledních letech velice probírané téma, jak z důvodu rekonstrukcí, tak i výstavby nových nádrží. Vodní plocha má ve většině případů spíše pozitivní vliv na utváření krajiny a její estetický dojem. Proto je i právě vodní dílo chápáno jako významný krajinný prvek. Je dáno dnešní dobou, že čím dál více se rozmáhá průmysl a budování velkých měst na úkor právě úbytku toho nejužitečnějšího, co lidská populace má, a to je právě příroda.

V minulosti sloužily vodní nádrže především jako zásoba vody pro hospodářské účely, ale také jako ochrana před extrémními vodami, nebo pro chov živočichů. Postupem času se naučil člověk využívat vodní zdroje i v jiných odvětvích, a to především využívat vodu jako zdroj energie.

V moderní době je budování malých vodních nádrží také nezbytným prvkem přírody, který zajišťuje zvyšování a zachování ekologické stability krajiny, vytváří estetický ráz, stává se domovem mnohých živočichů a rostlin.

Nejen nově vybudovaná vodní nádrž je dalším přispěním k zvýšení ekologické stability krajiny a vnímání vodního díla jako nezbytný významný krajinný prvek. Vodní nádrže jsou často plánovány jako součást biocenter a biokoridorů.

Při návrhu nové MVN je nutné brát v úvahu všechny kritéria, vyplývající z pedologických, geologických, geomorfologických podmínek. Dále se musí vzít v potaz klimatické charakteristiky zájmového území a hydrologické poměry. Pro dlouhodobou účinnost a správnou funkci MVN musíme správně zvolit vhodné umístění. Po výstavbě nádrže je nutná pravidelná údržba a kontrola hráze, z důvodu předcházení vzniku poruch a havárií.

Z pohledu ekologie krajiny je nádrž přínosem v podobě retence vody v krajině a pozitivním působením vodní hladiny na mezoklima oblasti (vysoká měrná kapacita vody v nádrži). Vznikající příbřežní pásmo (litorál) přispívá k ekologické rovnováze krajiny, dle zákona § 3b zák. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, je MVN pozitivně hodnocena jako významný krajinný prvek.

2 CÍL PRÁCE

Předmětem diplomové práce je návrh studie malé vodní nádrže (dále jen MVN) na drobném toku. Po dohodě s vedoucím byla vybrána lokalita v katastrálním území Mohelno. Součástí této lokality je nadnárodní biokoridor, a tak bude práce řešena zejména jako začlenění MVN do krajiny a do územního systému ekologické stability (dále jen ÚSES). Tato studie by mohla v budoucnu přispět k realizaci nádrže a vylepšení stability krajiny. Cílem práce je teoretický i technický návrh studie MVN, včetně vypracování výkresových příloh.

Práce bude provedena s využitím dostupných programových prostředků. Nádrž je zvolena, po dohodě s vedoucím na toku Mohelnička. Bude prováděna jako nádrž průtočná s hlavní funkcí krajino tvornou. V případě realizace se bude jednat o významný krajinný prvek se začleněním do biokoridoru, který bude plnit požadavky ÚSES.

V první části diplomové práce bude stručně popsána problematika MVN, v druhé části se studie bude zaměřovat na již zvolenou lokalitu a samotný návrh MVN.

3 MALÉ VODNÍ NÁDRŽE

V této kapitole bude pojednáno o problematice, rozdělení nádrží dle funkce a typu, historie MVN, vliv na životní prostředí, typologie, současné problémy MVN.

3.1 Definice malé vodní nádrže

Za malou vodní nádrž dle ČSN 75 2410 je možné považovat, dle těchto podmínek:

- a) Celkový objem nádrže (počítaný po hladinu ovladatelného prostoru) nepřesahuje 2 mil. m³.
- b) Maximální hloubka nádrže nepřesahuje 9 m (počítáno od nejnižšího místa po maximální hladinu). [1]

3.2 Rozdělení nádrží dle funkce

Dle ČSN 75 2410 malé vodní nádrže se dělí na několik základních typů. U každého typu nádrže je uveden základní popis a praktické možnosti využití.

a) Ochranné nádrže

Navrhovány na transformaci povodňových vln, zachycení povodňových odtoků a ochrana části nebo celého zájmového území.

- Vsakovací nádrže
- Suché ochranné nádrže
- Vsakovací nádrže

b) Zásobní nádrže

Využití k akumulaci vody v dobách jejího nadbytku, k zásobování nejrůznějších odběratelů v době sucha.

- Vodárenské
- Závlahové
- Energetické

c) Nádrže upravující vlastnosti vody

Pro úpravu vody, případně pro změnu fyzikálních, chemických a biologických vlastností s využitím především přírodních samočisticích procesů ve vodním prostředí.

- Usazovací nádrže
- Chladicí nádrže
- Aerobní biologické nádrže

d) Rybochovné nádrže

Vytvoření optimálního vodního prostředí pro chov ryb.

- Plůdkové výtažníky
- Výtěrové rybníky
- Sádky

e) Hospodářské nádrže

Speciální nádrže k plnění konkrétních hospodářských funkcí. Dle zadaných a požadovaných potřeb.

- Protipožární nádrže
- Nádrže pro chov vodní drůbeže
- Napájecí a plavicí nádrže

f) Speciální účelové nádrže

Nádrže různého typu určené pro konkrétní provozní potřeby.

- Splavovací nádrže
- Přečerpávací nádrže
- Závlahové vodojemy

g) Rekreační nádrže

Vodní nádrže určené k odpočinku, plavání a provozování vodních sportů (vodní lyžování apod.)

- Přírodní koupaliště

- Nádrže pro plavání a vodní sporty

h) Asanační nádrže

Využívají akumulovanou vodu k ozdravení narušeného životního prostředí pomocí zaplavení území vodou.

- Záchytné nádrže
- Umělé laguny
- Otevřené vyhnívací nádrže

i) Krajínovotvorné nádrže a nádrže v obytné zástavbě

Navrženy ke zlepšení ekologických funkcí a estetického účinku krajiny či dané zástavby (sídliště, parků apod.) Jedná se o konstrukčně a tvarové rozmanitá uspořádání malých vodních nádrží s různým vybavením.

- Hydromeliorační nádrže
- Okrasné nádrže
- Umělé mokřady

[1], [2]

Rybníky můžeme rozdělit podle různých hledisek:

a) podle polohy – rybníky vrchovinné a nížinné.

Rybníky vrchovinné mají nižší průměrnou roční teplotu vody a kratší vegetační dobu. Jsou méně vhodné pro chov kapra a ostatních teplomilných ryb.

b) podle okolí – rybníky polní, luční, lesní, návesní, podvesní.

Nejúrodnější bývají rybníky polní vlivem úrodných náplavů z okolí. Bývají často přetěžovány přísunem živin z okolních pozemků hnojených vysokými dávkami průmyslových hnojiv. Lesní rybníky bývají zásobovány kyselou vodou. Návesní a podvesní rybníky slouží často k dočišťování odpadních vod a mají stále více charakter rybníků biologických. Bývají velmi úrodné.

c) podle hlavní chované ryby – rybníky kaprové a pstruhové.

Kaprové rybníky jsou zpravidla v nižších zeměpisných polohách, značně eutrofizované. Voda je teplejší, dno měkčí, s vrstvou úrodného bahna. Pstruhové

rybníky se nacházejí většinou ve středních a vyšších polohách, jsou oligotrofní. Voda v nich je chladnější, dno tvrdší.

d) podle vedlejších úkolů – rybníky závlahové, biologické, požární, pro zásobování užitkovou vodou, rybníky usazovací, rekreační aj.

e) podle způsobu napájení vodou – nebeské, pramenité, průtočné a náhonové. [3]

3.3 Historie a současnost malých vodních nádrží

Obecně známým faktem je, že vývoj lidské společnosti závisel mj. na dostatku či nedostatku vody a že celá historie lidstva na zemi je těsně spojena s vodou, která je jednou ze základních podmínek života vůbec. [4]

Malé vodní nádrže, se v minulosti nazývali především rybníky, tvořily vždy v krajině významný prvek její ekologické stability. Začátek výstavby rybníků byl podporován církví, hlavní účel nádrží v té době byl rybochovný a ryby tvořily základní obživu tehdejších obyvatel. O výstavbu rybníků a o chov ryb však velmi brzo a velmi rychle začala projevovat zájem i šlechta i města, z důvodu rostoucího obchodu. V polovině 14. století byla technika výstavby nádrží již natolik osvojena a rozvinuta, že byly budovány už poměrně vysoké hráze v širokých údolích toků. Důvodem k tomu byla i skutečnost, že chov ryb v té době se stal jedním z nejvýnosnějších podnikání v zemi, rybami nebyly zásobovány jen domácí trhy, nýbrž i trhy v sousedních zemích. Mnoho vybudovaných rybníků začalo sloužit i jiným účelům než jen chovu ryb, jako např. k provozu mlýnů, pil, hamrů, báňských zařízení či k plavení dřeva. Pro nové rybníky byly využívány hlavně stávající močály a blata, přispívalo se tak i k ozdravení krajiny a nové hráze se stávaly základem pro tvorbu nové cestní sítě. [5]

Počátkem 15. století skončila první velká éra budování rybníků. V období husitských válek bylo mnoho hrází strženo, často posloužil rybník ve válečné taktice, jak dodnes hlásá Žižkův pomník u Sudoměře. Teprve v 70. letech 15. století nastává opět zájem šlechty o rozvoj rybníkářství. [6]

Počátkem 16. století se začalo projevovat velké úsilí v tomto směru u Vítkovců, později Rožmberků, v jižních Čechách, přesněji na Třeboňsku. Byla vyvíjena nová metodika a nové technologie návrhu, rybniční soustavy.

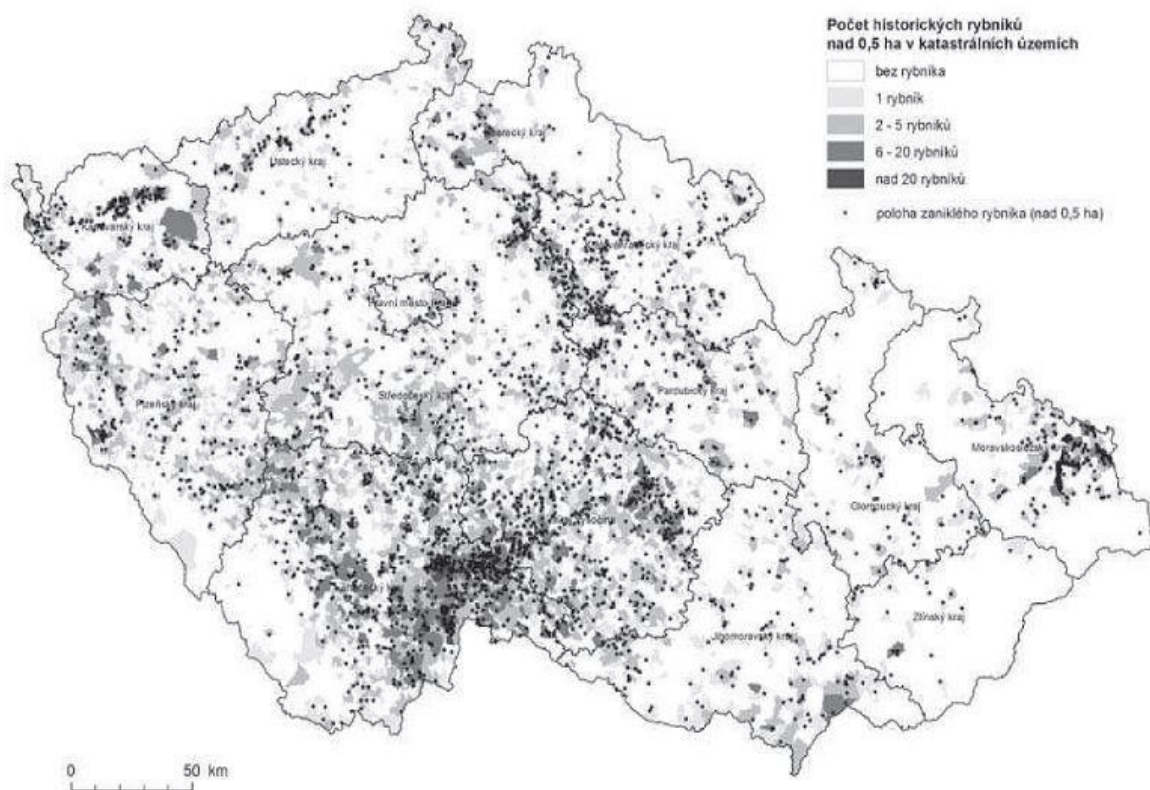
Rybniční soustava Třeboňska je v současné době pozoruhodná mnoha skutečnostmi. Jednou z těchto skutečností je, že území třeboňské pánve na ploše zhruba 700 km² je chráněno – dokonce pod záštitou UNESCO – jako biosférická rezervace. Mnoho lidí nebere v potaz, že jde o ochranu území, které nemá přirozený charakter, nýbrž bylo vytvořeno uměle a má zásadní vliv na antropogenní činnosti a tato činnost kompletně změnila estetický a krajinný ráz oblasti. Tento čin zcela evidentně a výrazně zvýšila kvalitu území. Na místě se nabízí otázka, zda by toto velkolepé dílo mohlo vzniknout i dnes, s novými poznatky a technologiemi.



Obrázek 3.3-1 Třeboňsko [7]

Kromě této rybníční soustavy existovaly, a ještě existují v menším rozsahu i jiné soustavy, např. Českobudějovická, Blatenská, na Pardubicku či na jižní Moravě. Období počátku 17. století je označováno jako období největšího rozkvětu rybníkářství v Čechách a na Moravě, na jehož konci zde prý existovalo až 75 000 rybníků. Nemělo však dlouhého trvání. Další desetiletí a staletí přinášela však už jen stagnaci a útlum. Během třicetileté války byla řada rybníků zničena, řada rybníků zanikla z důvodů zanedbání údržby.

Dalším zlomem v rozvoji rybníkářství bylo zrušení nevolnictví, kdy mezi svobodnými bývalými nevolníky nastal „hlad po půdě“. To mělo za následek rušení rybníků a uvolněné pozemky byly k dispozici pro pěstování zemědělských plodin. Další snížení počtu rybníků a nádrží nastalo s rozvojem pěstování cukrovky u nás počátkem 19. století, neboť pozemky po zrušení rybníků a vysušení jejich dna byly považovány za velice příznivé pro pěstování cukrové řepy. [4]



Obrázek 3.3-2 Přehled historických rybníků s rozlohou větší než 0,5 ha a lokalizace zaniklých rybníků [8]

Mírné oživení nastává v 2. polovině 19. století, kdy vyřešením některých základních otázek bylo rybníkářství postaveno na vědecký základ a bylo postaveno na roveň ostatním zemědělským odvětvím. Zcela přesný počet malých vodních nádrží, akumulovaný objem vody ani rozloha těchto nádrží v České republice nejsou známy. Poslední oficiálně uveřejněné informace tohoto typu jsou obsaženy ve Směrných vodohospodářských plánech ČSSR (SVP, 1976), kde se uvádí, že v roce 1970 bylo na území České republiky 23 400 malých vodních nádrží s objemem zadržené vody 486 mil. m³ a katastrální výměrou 518 km². [4]

V Generelu rybníků a nádrží České republiky jsou k roku 1995 uvedeny tyto informace na základě evidence Vodní díla – TBD a.s., a to počtem 20 až 22 tisíc nádrží o rozloze málo přes 500 km² a objemu zadržené vody přibližně 420 mil. m³. [6]

Porovnáním údajů z obou období je patrné, že za těchto 25 let výstavba malých vodních nádrží byla téměř pozastavena.

Největší podíl malých vodních nádrží je soustředěn do 24 hlavních rybníčních soustav, v nichž je cca 2800 nádrží o rozloze 1 až 3 ha, cca 1800 nádrží o rozloze 3 až 5 ha a cca 1100 nádrží o rozloze nad 5 ha. Převážná část nádrží spadá z hlediska technickobezpečnostního dohledu do IV. kategorie, cca 150 nádrží patří do III. Kategorie. [5]

V současné době nově navrhované a budované malé vodní nádrže plní funkce především účelové, krajinytvorné a jsou významnou součástí biocenter. Podle zákona č. 114/1992 Sb. „O ochraně přírody a krajiny“ patří rybníky k významným krajinným prvkům, utvářejícím její vzhled a přispívajícím k udržení její stability. [4]

3.4 Vliv malé vodní nádrže na životní prostředí

Souvislosti vyplývající z plánování vlivu výstavby a rekonstrukcí MVN na životní prostředí je třeba dbát pokynům dle ustanovení zákona č. 100/2001 Sb. (Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)). Tímto je nutné dbát a přihlížet k procesům EIA (Environmental Impact Assessment).

Charakter těchto staveb a objektů je možné posuzovat z mnoha různých hledisek. Primárním znakem je bezprostřední závislost na přírodních podmínkách, tato závislost je vždy podstatně vyšší než u ostatních inženýrských staveb.

3.5 Současné problémy malých vodních nádrží

V současnosti tvoří malé vodní nádrže velice významnou část krajiny, dobře ovlivňují její ekologickou vyrovnanost a stabilitu. Dnešní stav MVN je velmi neupokojivý, dlouhodobý nezájem o údržbu a financování nádrží, vede k devastaci a často k úplnému zániku nádrží. Budoucí záměr pomalu směřuje ke zlepšení těchto podmínek, bohužel velice pomalu.

Aktuální problematika malých vodních nádrží tvoří rozsáhlý komplex navzájem se ovlivňujících a provázaných hledisek. Při řešení problémů, souvisejících s malými vodními

nádržemi, není možno se zabývat pouze izolovanými nádržemi, ale je nutno uvažovat jejich vazbu na celý komplex vodohospodářských problémů povodí a vzájemné interakce. Problémy, vyskytující se v současné době v tomto oboru lze rozdělit do následujících skupin, které se však vzájemně prolínají. Jsou to především problémy vodohospodářské, technické, ekologické, ekonomické, majetkoprávní a legislativní. [5]

Aktuální problematika v této době, je ohrožení suchem. Teplotně nadprůměrné počasi posledních let, má za příčinu pokles spodních vod a úbytek vod povrchových. Proto je v posledních letech tendence zadržovat vodu v krajině, z důvodu zásoby vody a retence, v období sucha.



Obrázek 3.5-1 Zarůstající rybník ve Středočeském kraji [8]

3.6 Význam malé vodní nádrže v územním systému ekologické stability

Územní systém ekologické stability (dále ÚSES) je podle § 3 písmene a) zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu.

Hlavním smyslem ÚSES je posílit ekologickou stabilitu krajiny zachováním nebo obnovením stabilních ekosystémů a jejich vzájemných vazeb. Cílem územních systémů ekologické stability je zejména:

- vytvoření sítě relativně ekologicky stabilních území ovlivňujících příznivě okolní, ekologicky méně stabilní, krajinu,
- zachování či znovuobnovení přirozeného genofondu krajiny,
- zachování či podpoření rozmanitosti původních biologických druhů a jejich společenstev (biodiverzity).

Vytváření územního systému ekologické stability je podle § 4 odst. (1) zákona č. 114/1992 Sb. veřejným zájmem, na kterém se podílejí vlastníci pozemků, obce i stát. [11]

Důležitou součástí územního systému ekologické stability je biokoridor. Biokoridor znamená území, které neumožňuje rozhodující části organismů trvalou dlouhodobou existenci, avšak umožňuje jejich migraci mezi biocentry a tím vytváří z oddělených biocenter síť.

Min. plochy BC	Typ společenstva	Plocha (ha)
lokální	lesní	3
	vodní	1
	mokřadní	1
	luční	3
	stepní lada	1
	skalní	0,5
regionální	lesní dle veg. stupně	
	1. bukový, 2. bukodubový	30
	3. dubobukový, 4. bukový	20
	5. jedlobukový	25
	6. smrkojedlobukový	40
	7. smrkový	40
	8. klečový, 9. alpský	30
	mokřadní olšiny	10
	vodní	10
	mokřadní	10
	luční	30
	stepní lada	10
	skalní	5
	nadregionální	jádrová území	10–50
celková plocha		1000
provinciální	jádrová území	1000
	celková plocha	10 000
biosférická	jádrová území	10 000
Délky a šířky BK		délka
lokální	Max. přípustná délka	1–2 km
	Min. nutná šířka	10–20 m
regionální	Max. přípustná délka	0,4–1 km
	Min. nutná šířka	20–50 m

Obrázek 3.6-1 Parametry biocenter a biokoridoru [19]

Další součástí ÚSES jsou biocentrum a interakční prvek. Biocentrum označuje biotop, nebo centrum biotopů v krajině, který svým stavem a velikostí umožňuje trvalou existenci přirozeného či pozměněného, avšak přírodě blízkého ekosystému. Interakční prvky jsou hierarchicky na nejnižší úrovni a nemusí být propojeny s ostatními skladebnými částmi ÚSES. Jedná se o krajinný segment, který na lokální úrovni zprostředkovává příznivé působení základních skladebných částí ÚSES (biocenter a biokoridorů) na okolní méně stabilní krajinu do větší vzdálenosti. Interakční prvky často umožňují trvalou existenci určitých druhů organismů, majících menší prostorové nároky (vedle řady druhů rostlin některé druhy hmyzu, drobných hlodavců, hmyzožravců, ptáků, obojživelníků atd.). Mohou to být plochy zeleně, jako jsou parky, izolovaná maloplošná chráněná území nebo třeba izolované remízy v polích. [11]

Malé vodní nádrže jsou velmi významným členem pro biocentrum a biokoridor, přispívají ke zlepšení funkcí biocentra a biokoridoru. Nádrže se řadí jako významný krajinný prvek. Zlepšují ekologické podmínky v krajině a zajišťují trvalou ochranu pro různé organismy. Největším přínosem ekologické stability je u malých vodních nádrží litorální a příbřežní zóna.



Obrázek 3.6-2 Ukázka malé vodní nádrže v pozadí a biokoridoru Zatčany [8]

4 OBECNÝ POSTUP NÁVRHU MALÉ VODNÍ NÁDRŽE

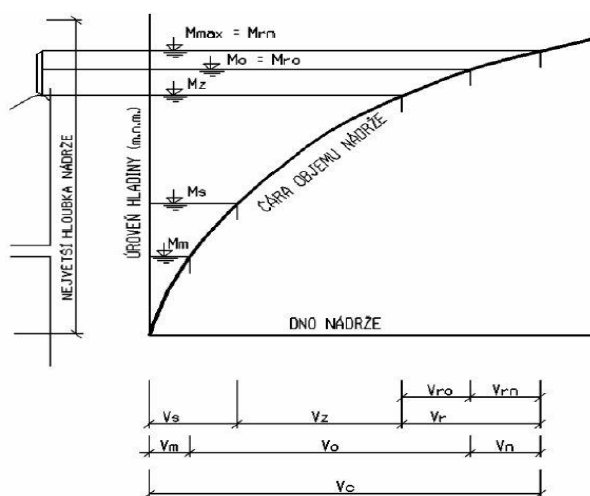
V této kapitole bude popsáno vodohospodářské řešení, bude pojednáno i o podkladech potřebných k vypracování a o metodách výpočtu, zvolených pro daný projekt.

Samotné vodohospodářské řešení je nutné pro návrh MVN. Účelem je zejména zabezpečení požadavků na nádrž stanovením jejího objemu, stanovení parametrů objektu, rozdělení jednotlivých prostorů v nádrži, ztráty v nádrži atd. K velikosti zpracování vodohospodářského řešení je potřeba přistoupit uvážlivě dle významu nádrže, její spolehlivosti, požadované funkce a dostupnosti podkladových materiálů.

4.1 Prostory v nádrži

U každé nádrže jsou charakteristicky rozděleny prostory v nádrži. U malých vodních nádrží je důležitá velikost zásobního prostoru (akumulace vody) a prostor ochranný (retenční funkce).

Prostor mrtvý (V_m) není možné ovládat ani vypouštět, jelikož leží pod spodními výpustmi. Prostor stálého nadržení (V_s) je za běžného provozu nepřetržitě zatopen. Prostor zásobní (V_z) je ovládán výpustným a odběrným zařízením a vytváří zásobu vody v nádrži. Prostor retenční má funkci ochrannou a je schopen mírnit následky povodňové vlny. Dělí se na prostor retenční ovladatelný (V_{ro}) a neovladatelný (V_{rn}). Analogicky se stejnými indexy jsou označeny ohraničující hladiny jednotlivých prostorů (M_z pro hladinu zásobního prostoru atd.). [2]



Obrázek 4.1-1 Prostory v nádrži [2]

4.2 Vstupní podklady pro návrh malé vodní nádrže

Velmi důležitou začáteční součástí jsou batygrafické křivky neboli čáry zatopených ploch a objemů. Zobrazují vazbu mezi plochami hladiny na objemy nádrže. Pro tyto části jsou nejlepší podklady výškového zaměření dané lokality, zejména budoucí zátopy nádrže, včetně výškového zaměření.

K dalším výpočtům jsou zapotřebí hydrologické údaje. Pokud údaje nedodá přímo Český hydrometeorologický ústav, je zapotřebí tyto údaje ověřit. Kromě základních údajů je to zejména reálná nebo odvozená hydrologická řada průměrných měsíčních průtoků za určité období.

Při řešení ochranné funkce je nutno znát přítok do nádrže, parametry vodního díla a požadavek na neškodný odtok, v neposlední řadě hydrogramy povodňových vln charakterizované velikostí kulminačního průtoku a objemem. Ke stanovení charakteristik nádrže slouží geodetické podklady. Za účelem získání přehledu o složení a vlastnostech zeminy v dané lokalitě je vhodné nechat si vypracovat geologické podklady. [2]

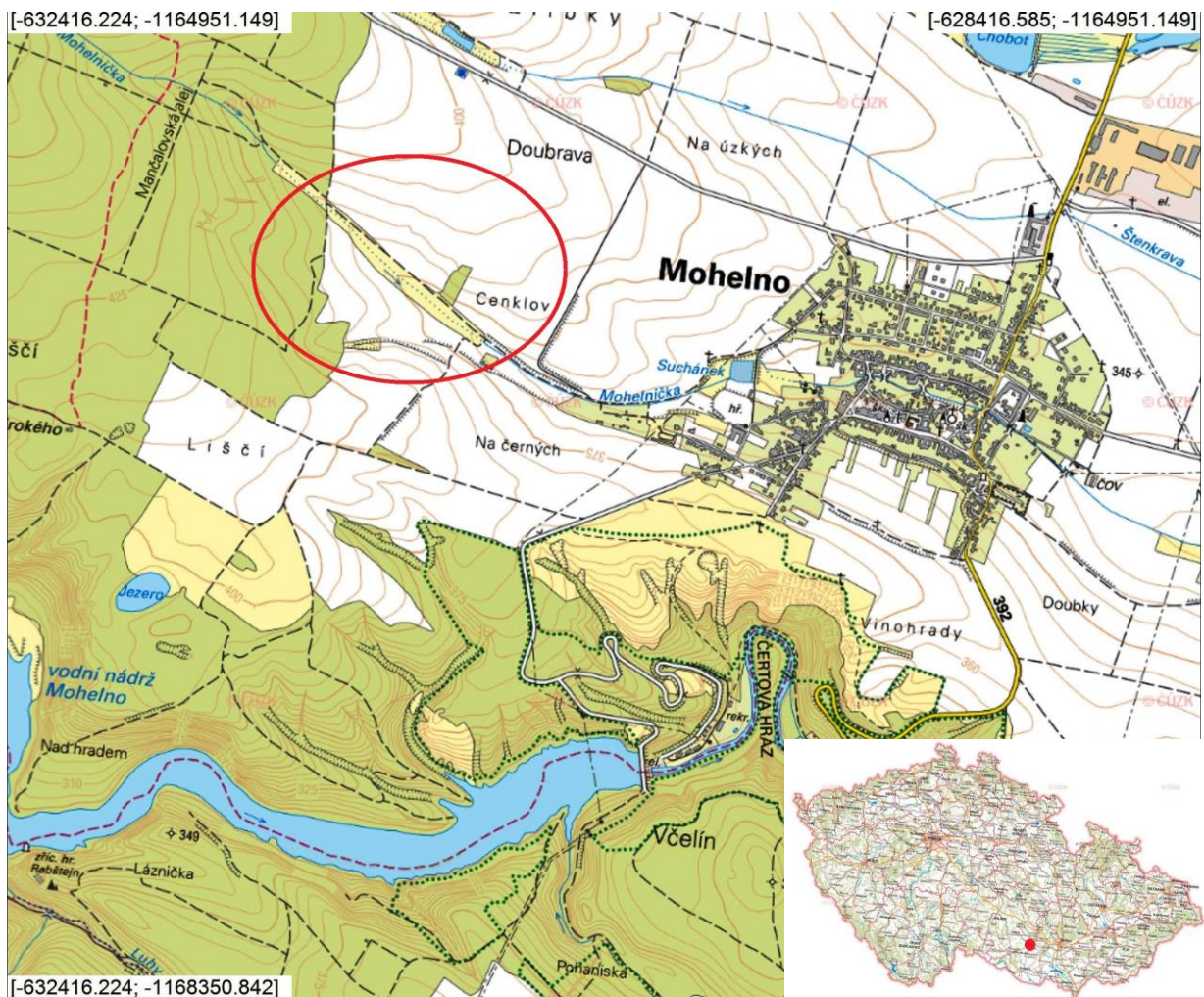
5 ŘEŠENÁ LOKALITA

Lokalita návrhu malé vodní nádrže se nachází v kraji Vysočina, okresu Třebíč, v katastrálním území Mohelno.

V blízkosti lokality návrhu se nachází městys Mohelno (základní územní jednotka 591173). Městys Mohelno se nachází jihovýchodně 22 km od města Třebíč. Dle sčítání lidu v roce 2006 zde žije 1380 obyvatel.

V blízkosti zájmové oblasti jižně 2 km je vodní nádrž Mohelno. Vodní nádrž Mohelno je součástí vodního díla Dalešice, které leží na řece Jihlavě asi 30 km jihovýchodně od Třebíče a slouží jako spodní vyrovnávací nádrž. Do provozu byla uvedena v roce 1977. [10]

Vodní dílo Dalešice je přečerpávací vodní nádrž, která leží na řece Jihlavě jihovýchodně od Třebíče. Byla postavena v letech 1970 až 1978 a její součástí je dolní nádrž Mohelno. [10]



Obrázek 4.2-1 Mapa zájmové oblasti [9]

Středem zájmové oblasti protéká vodní tok Mohelnička, tento tok bude napájet navrhovanou malou vodní nádrž. (hydrologické číslo povodí 4-16-01-1060). Plocha dílčího povodí Mohelničky je 1,94 km².

V okolí městyse Mohelno se vyskytuje nadregionální biokoridor. Biokoridor prochází zájmovou oblastí. Malá vodní nádrž bude zlepšovat funkci biokoridoru a přispívat k ekologické stabilitě krajiny. Biokoridor znázorněn na obrázku 3.6-2 *Výřez z mapy nadregionálního biokoridoru*.



Obrázek 4.2-2 Výřez z mapy nadregionálního biokoridoru [20]

V zájmové oblasti se nacházejí meliorační drenáže. Drenáže pocházejí ze 70. let minulého století. Slouží pro odvodnění území a zemědělskou výrobu, z tohoto důvodu je tok Mohelnička zatrubněn až po soutok s tokem Štekrava, do železobetonových trub. Drenáž bude odstraněna pod tělesem hráze a zaslepena v prostoru zátopy.

Geomorfologické poměry

Městyse Mohelno náleží do geomorfologické provincie Český vysočina, zatřídění do subprovincie Česko-moravská subprovincie, oblast Českomoravská vrchovina. Dále se oblast řadí do celku Česká vysočina, Hercynské pohoří a okrsku Jevišovická pahorkatina.

Jevišovická pahorkatina je geomorfologický celek Českomoravské vrchoviny. Nejvyššího bodu dosahuje v Zadní hoře (633,5 m n. m.), další nejvyšší a nejprominentnější hory a kopce se nacházejí v Seznamu vrcholů v Jevišovické pahorkatině. Celková plocha činí 2007,71 km², střední výška pak 414,3 m n. m., střední sklon 3°. Skládá se z krystalických břidlic a žul. Člení ji údolí Dyje a jejích přítoků, zejm. Jihlavy, Rokytné, Oslavy a Jevišovky. Povrch pahorkatiny charakterizují zbytky tropických zvětralin z druhohor a třetihor, v plochých kotlinách pak zbytky neogenních usazenin. [12]



Obrázek 4.2-3 Geomorfologická mapa ČR [13]

Geologické poměry

Okolí městyso Mohelna převládá smíšený sediment (tato hornina převládá v zájmové oblasti návrhu malé vodní nádrže) a další horniny.

Zastoupení hornin v zájmové oblasti:

- nivní sediment – Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: hlína, písek, štěrk, Typ hornin: sediment nezpevněný, Zrnitost: hlína,

písek, štěrk, Poznámka: inundovaný za vyšších vodních stavů, Soustava: Český masiv – pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér

- smíšený sediment – Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: sediment smíšený, Typ hornin: sediment nezpevněný, Zrnitost: jemnozrnná převážně, Poznámka: včetně výplavových kuželu, Soustava: Český masiv – pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
- spraš a sprašová hlína – Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: pleistocén, Suboddělení: pleistocén svrchní, Horniny: spraš, sprašová hlína, Typ hornin: sediment nezpevněný, Mineralogické složení: křemen + příměsi + CaCO₃, Barva: okrová, Poznámka: spraš navátá do vody, Soustava: Český masiv – pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
- rula – Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Poznámka: paleozoikum – proterozoikum, archaikum, Horniny: rula, Typ hornin: metamorfít, Mineralogické složení: sillimanit biotit, Poznámka: perlová, Soustava: Český masiv – krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfnní jednotky v moldanubiku, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské
- serpentinit, peridotit – Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Skupina: gföhlská skupina, Horniny: serpentinit, peridotit, Typ hornin: metamorfít, Mineralogické složení: granát, (0), Poznámka: (0), typ Mohelno, Soustava: Český masiv – krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfnní jednotky v moldanubiku, Subjednotka: gföhlská skupina, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské
- amfibolit – Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Skupina: gföhlská skupina, Horniny: amfibolit, Typ hornin: metamorfít, Mineralogické složení: granát pyroxen, Poznámka: lem tělesa Mohelno, Soustava: Český masiv – krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region:

metamorfnní jednotky v moldanubiku, Subjednotka: gföhlská skupina, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské

- granulit – Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Skupina: gföhlská skupina, Horniny: granulit, Typ hornin: metamorfit, Mineralogické složení: granát biotit, Barva: leukokratní, Poznámka: často rekrystalovaný, Soustava: Český masiv – krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfnní jednotky v moldanubiku, Subjednotka: gföhlská skupina
- štěrky, písčité štěrky – Eratém: kenozoikum, Útvar: neogén, Oddělení: miocén, Poznámka: v okolí Ivančic také miocén spodní, miocén střední, Horniny: štěrk, Typ hornin: sediment nezpevněný, Poznámka: písčité, Soustava: Karpaty, Oblast: karpatská předhlubeň [13]

V zájmové oblasti se nachází velké množství zemědělských půd.

Pedologické poměry

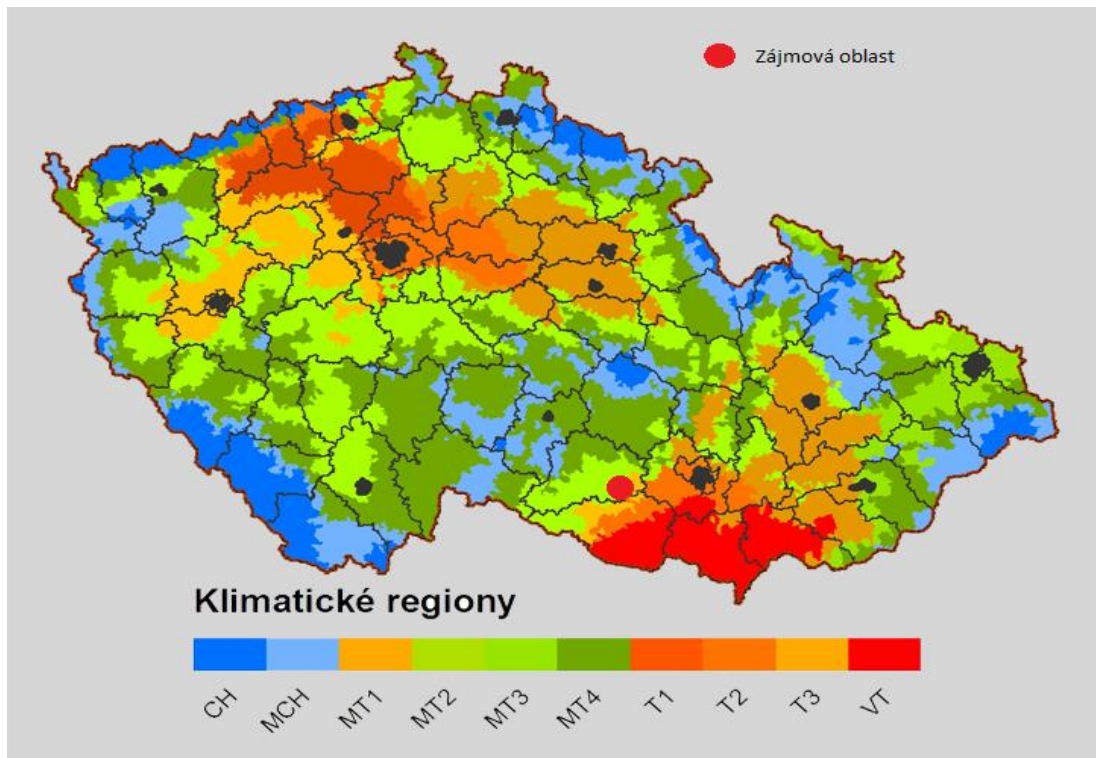
Půdy nacházející se v zájmové oblasti jsou velice pestré svou minerální skladbou. Vlivem nadprůměrné minerální síly hornin je převládajícím typem hnědá orná půda, která zde tvoří převážnou část širokého území včetně zájmové oblasti. V závislosti na substrátu a reliéfu terénu se vyvinula mozaika těchto půd s různými variantami. Jedná se nejčastěji o půdy nadprůměrně úrodné, s humusovým základem. Jedná se zde o půdu většinou hlinitou, písčitolhinitou až hlinitopísčitou.

Klimatické údaje

Městy Mohelno leží v nadmořské výšce 360 m. n. m. a nachází se v mírně teplé oblasti MT1. Charakteristická data pro tuto oblast jsou:

- Označení regionu: mírně teplý
- Suma teplot na 10 °C: 2400-2600
- Vláhová jistota: 0-4
- Suchá vegetační období: 30-40
- Průměrné roční teploty: 7-8,5 °C

- Roční úhrn srážek: 450-550 mm



Obrázek 4.2-4 Klimatické regiony ČR [14]

Inženýrsko-geologické a geodetické zaměření

Inženýrsko-geologický průzkum byl vytvořen v místě zájmového území, jak v místě budoucí nádrže, tak i v místě hráze. Uvedeno v příloze číslo 3, údaje poskytl Agroprojekt s.r.o. Zaměření bylo využito pro návrh malé vodní nádrže.

Zaměření krajiny je v souřadnicovém systému S-JTSK ve výškovém systému Balt po vyrovnání, údaje poskytl Agroprojekt s.r.o.

Hydrologické údaje

Tokem, jenž bude napájet navrhovanou malou vodní nádrž je tok Mohelnička. Tento tok pramení ze Zeleného kopce (491 m. n. m.) pokračuje přes městys Mohelno, dále 6 km ve směru toku, se přilévá do Mohelničky potok Štenkrava. Potok Mohelnička ústí do řeky Jihlavy, délka toku je 12,67 km. V oblasti návrhu se vyskytují malé vodní nádrže, například rybníky Suchánek, Chobot a Tlustý.

Návrh malé vodní nádrže bude proveden s ohledem na uvedená hydrologická data toku Mohelnička (4-16-01-106). Podklady budou použity pro základní vodohospodářské řešení nádrže.

Hydrologické členění toku Mohelnička (ČHP 4-16-01-106), data pro vodohospodářské řešení návrhu nádrže:

- Hydrologická data pro část toku nad městysem Mohelno

Tabulka 4.2-1 Hydrologická data Mohelno

Název toku	Číslo hydrologického pořadí	Plocha povodí (km ²)	Prům. roční výška srážek (mm)	Prům. roční průtok (l/s)	p-procentní denní průtok Q99% (l/s)
Mohelnička	4-16-01-106	1,94	518	5,3	0,1

- M-denní průtoky v l/s:

Tabulka 4.2-2 Hydrologická data Mohelno

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q _{md}	13,7	8,3	6,1	4,7	3,8	3,0	2,4	2,0	1,5	1,0	0,6	0,25	0

- N-leté průtoky v m³/s:

Tabulka 4.2-3 Hydrologická data Mohelno

N	1	2	5	10	20	50	100
Q _N	0,29	0,6	1,3	2,1	3,2	5,0	7,0

Tyto údaje byly vypracovány pro období 1931-2008.

6 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ MALÉ VODNÍ NÁDRŽE

Navrhovaná nádrž se bude řadit jako významný krajinný prvek zlepšující ekologickou stabilitu krajiny, nádrž bude součástí nadregionálního biocentra a biokoridoru.

Vzhledem k výskytu meliorační drenáže, v prostoru návrhu malé vodní nádrže, bude drenáž:

- odstraněna pod tělesem hráze,
- v ploše zátopy bude zaslepena,
- případné odvodňovací drény budou svedeny potrubím do koryta za těleso hráze.

6.1 Základní charakteristika navrhované nádrže

Rozdělení z hlediska polohy nádrže k zdroji vody:

- Nádrž průtočná s bezpečnostním přelivem

Z hlediska zařízení, které slouží k zadržení vody:

- Nádrž hrázová, ke vzdouvání slouží hráz

Dle polohy hráze k toku:

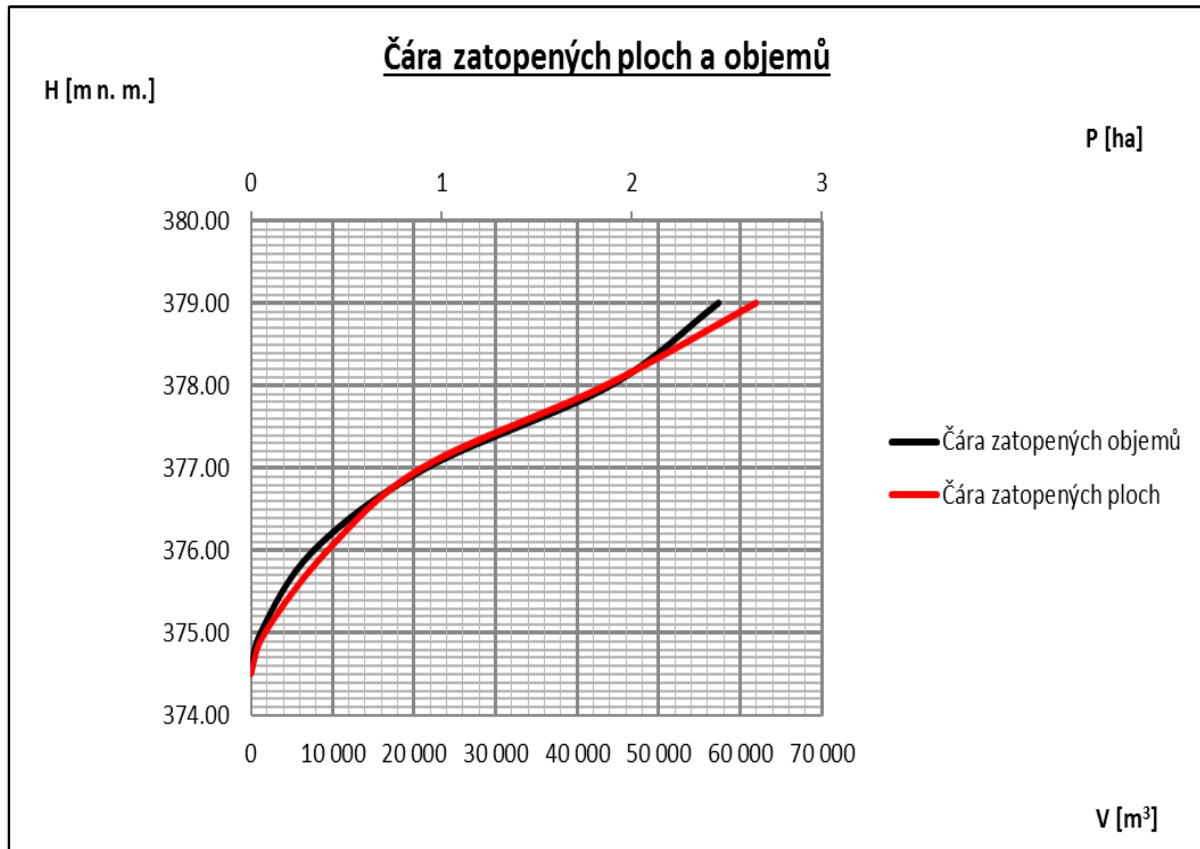
- Nádrž údolní, tedy s krátkou hrází napříč údolím

Tabulka 6.1-1 Charakteristika navrhované nádrže

	Nadmořská výška [m n. m.]	Plocha [ha]	Objem [m ³]
koruna hráze	379.00		
kóta H _{MAX}	378.30	2.10	48 080
kóta H _{sn}	377.80	1.67	39 585

V projektu není řešeno vlastnické právo na umístění hráze.

Batygrafické čáry vynesené dle geodetického zaměření, vyjadřují závislosti hloubky na zatopené ploše a vzniklého objemu ve vybrané lokalitě. Batygrafické čáry jsou zobrazeny v grafu 7.3-1 *Batygrafické křivky nádrže*.



Graf 6.1-1 Batygrafické křivky nádrže

6.2 Hydrotechnické výpočty

Po vypočtení a zakreslení batygrafických křivek následují další hydrotechnické výpočty. Návrh výšky hráze vychází z vodohospodářského řešení nádrže. Výška hráze je 4,5 metru.

6.2.1 Celková roční bilance

Stanovení dlouhodobého průměrného průtoku dle dat z ČHMÚ viz kapitola 5.5 *Hydrologické údaje*. Dlouhodobý průměrný průtok Q_a se rovná $0,053 \text{ m}^3/\text{s}$, specifický odtok q_a je $2,71 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ a plocha povodí P_p je $1,94 \text{ km}^2$.

Dále je zapotřebí vypočítat hodnotu průtoků pro velmi suchý rok s pravděpodobností překročení 80 %. Pro tyto výpočty se stanoví koeficient variace C_v a koeficient asymetrie C_s . Koeficienty vyjadřují tyto vzorce 6.2.1-1 a 6.2.1-2.

Koeficient variace C_v a koeficient asymetrie C_s :

$$C_v = \frac{1.06}{q_a^{0,596}} + 0,0384 \cdot \log \frac{1270}{P_p} \quad (6.2.1-1)$$

q_a ... specifický odtok [$l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$]

P_p ... plocha povodí [km^2]

$$C_s = 2 \cdot C_v \quad (6.2.1-2)$$

Vyneseme čáru překročení ročních průtoků. Dle koeficientu asymetrie C_s vyhledáme v tabulkách Foster – Rybkin hodnoty funkce ϕ pro jednotlivá pravděpodobnostní překročení P , hodnoty překročení jsou patrné v tabulce 6.2-1 *Překročení ročních průtoků*. Foster – Rybkinovi tabulky viz elektronická příloha číslo 2.

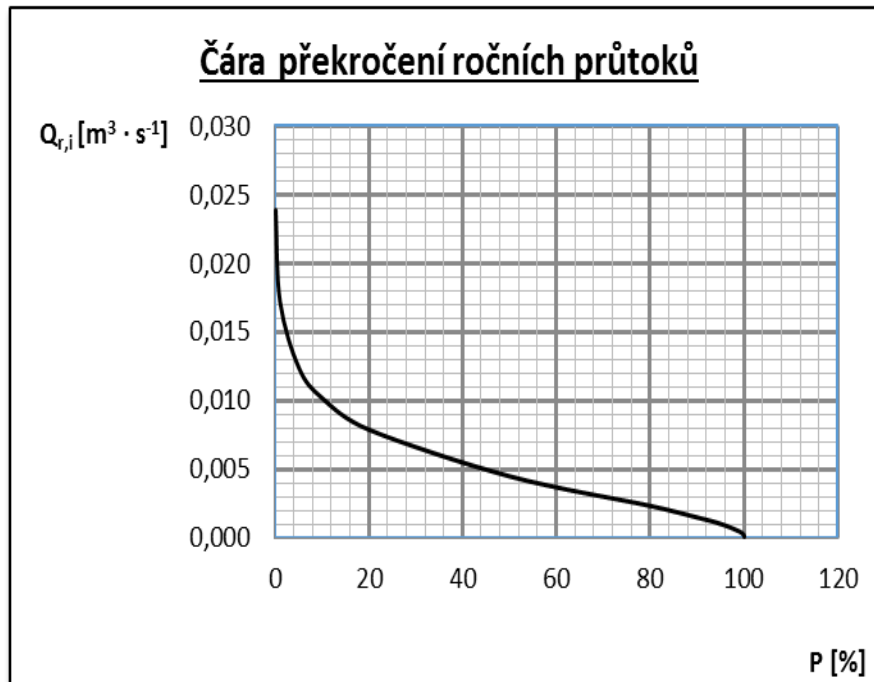
Tabulka 6.2-1 *Překročení ročních průtoků*

P	ϕ	$Q_{r,i}$
[%]	[-]	[$m^3 \cdot s^{-1}$]
0.1	5.09	0.024
1.0	3.27	0.017
5.0	1.95	0.012
10.0	1.34	0.010
20.0	0.71	0.008
50.0	-0.22	0.004
80.0	-0.81	0.002
90.0	-1.04	0.001
95.0	-1.17	0.001
99.0	-1.32	0.000
99.9	-1.39	0.000
100.0	-1.43	0.000

$Q_{r,i}$... Překročení ročních průtoků [$m^3 \cdot s^{-1}$]

P ... Pravděpodobnostní překročení [%]

Φ ... Hodnota funkce jednotlivého pravděpodobnostního překročení [-]



Graf 6.2-1 Čára překročení ročních průtoků

6.2.2 Měsíční bilance

Základní bilance mezi měsíčním přítokem a objemem vody, pro rok s vybraným pravděpodobnostním překročením (přítok do nádrže v suchém roce).

Tabulka 6.2-2 Měsíční bilance

měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$V_{m,p}$	7.5	7.5	8.5	10.5	15.0	16.0	7.5	5.0	6.5	5.0	4.5	6.5
$[m^3]$	5631	5631	6381	7883	11261	12012	5631	3754	4880	3754	3378	4880

6.2.3 Ztráty vody v nádrži

Důležité pro vhodné vodohospodářské řešení jsou ztráty vody v nádrži způsobené průsakem hrází a pod hrází, výparem z hladiny a rostlin, infiltrací do dna, netěsností objektů, provozní ztráty.

Ztráty vody výparem z volné hladiny

Existuje zde více metod určení množství vypařené vody.

- 1) Stanovení průměrného denní výparu [mm] dle nomogramu, zde je nutná znalost průměrného měsíčního tlaku vodních par [kPa] a průměrné měsíční teploty vzduchu

[°C]. Případně lze využít vztah mezi průměrnou měsíční teplotou vzduchu T [°C] a relativní měsíční vlhkostí vzduchu [%]. Vzorec platí pro teploty větší než 5 °C, pro teploty menší je vzorec roven nule.

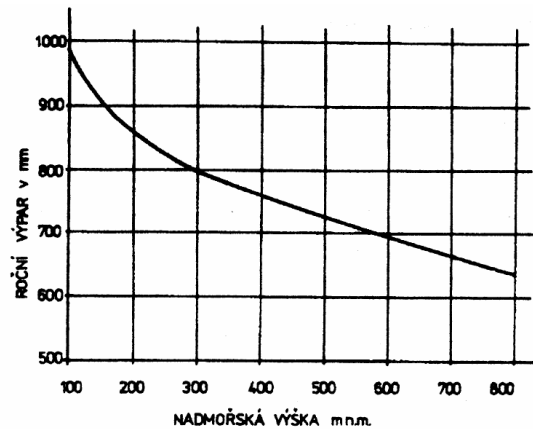
$$H_d = 13,5 \cdot \frac{T}{W_r} \quad [\text{mm.den}^{-1}] \quad (6.2.3-1)$$

H_d ... Výpar vody [mm.den⁻¹]

T ... průměrná měsíční teplota vzduchu [°C]

W_r ... průměrná měsíční relativní vlhkost vzduchu [%]

2) Orientačně dle ČSN 75 2410, z grafu roční hodnoty výparu (podle nadmořské výšky).



Obrázek 6.2-1 Nomogram výparu dle ČSN 75 2410

Hodnota z grafu se rozpočte podle procentuálního rozdělení podle tabulky 6.2.3-1
Rozdělení hodnoty výparu dle procent.

Tabulka 6.2-3 Rozdělení hodnoty výparu dle procent

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Výpar [%]	2	2	4	6	11	14,5	18	17	11,5	7	4	3

Ve výpočtu byla zvolena varianta dle ČSN 75 2410. Roční výpar dle nomogramu výparu je 750 mm.

Tabulka 6.2-4 Výpočet výparu z hladiny

Měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$V_{m,v}$	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	6.0	11.0	14.5	18.0	17.0	11.5	7.0
$[m^3]$	501	376	251	251	501	752	1 378	1 816	2 255	2 129	1 440	877

Ztráty vody výparem z vodních rostlin

Jen pro případ větší litorální zóny a jen ve vegetačním období rostlin. Vynásobení výparu z hladiny a opravného součinitele, pro dané území 1,055.

Tabulka 6.2-5 Transpirace rostlin

Měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$[m^3]$						41	76	100	124	117	79	

Ztráty infiltrací do dna

Uvažuje se u nádrží při prvním, případně opětovném napouštění, pokud byla nádrž po delší dobu bez vody. U nádrží po vypuštění bezprostředně opět napouštěných se ztráta infiltrací do dna neuvažuje. Ztráta je závislá na ploše a materiálu dna, morfologii nádržní pánve a geologických podmínkách podloží. [5]

Výpočet je možné provést podle Isajeva, z následujícího vztahu 7.4.3-2.

$$Zd = \frac{P}{100} \cdot (h - h_k) \cdot S \quad [m^3] \quad (7.4.3-2)$$

P ... Pórovitost dna nad výškou kapilárního vztlínání [%]

h ... hloubka hladiny podzemní vody [m]

h_k ... Kapilární výška materiálu dna [m]

S ... plocha nádrže [m^3]

Při nehomogenní skladbě dna se pórovitost počítá jako vážený průměr jednotlivých vrstev. Nejmenší kapilární výšky dosahuje voda u písku (0,03 – 0,10 m), největší naopak u jílu (přes 50 m). Pórovitost u písku je v rozmezí 28–38 %, zatímco u jílu je to 46–55 %. [5]

Ztráty průsakem hrází a jejím podložím

Stanovuje se specifický průsak hrází výpočtem pro homogenní hráze na nepropustném podloží. Výpočet se odvozuje z ustáleného rovnoměrného proudění a specifický průsak q je počítán na jednotku šíře hráze. Dle následujících vztahů. Přesný výpočet se nalézá v příloze číslo 2.

$$q = K \cdot \frac{H^2}{2L} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}] \quad (7.4.3-3)$$

K ... Součinitel hydraulické vodivosti zeminy hráze $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$

L ... Délka průsakové křivky $[\text{m}]$

H ... Výška vody v nádrži

Délka průsakové křivky je vypočtena dle vztahu:

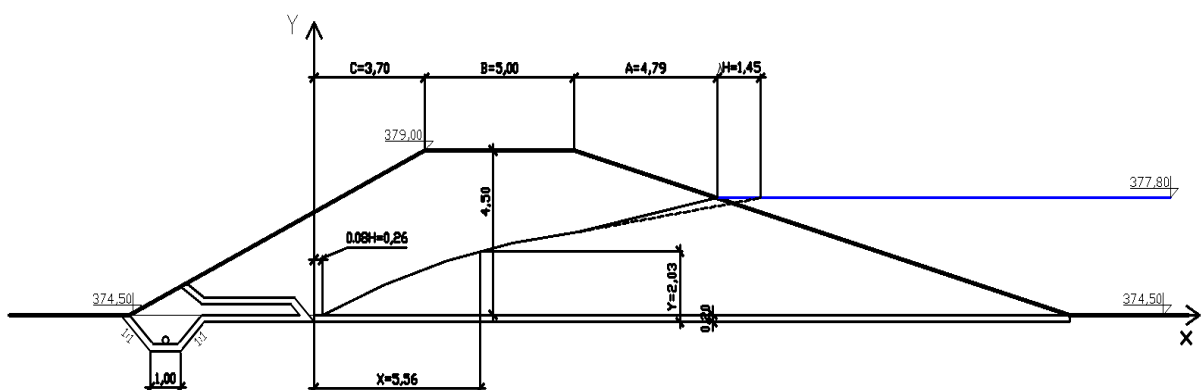
$$L = \lambda \cdot H + A + B + C \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}] \quad (7.4.3-4)$$

Kde λ je ze vztahu:

$$\lambda = \frac{m}{1 + 2m} \quad [-] \quad (7.4.3-5)$$

m ... sklon návodního líce hráze

Rozměry A , B , C , viz *Obrázek 6.2-2 Průsaková křivka [16]*.



Obrázek 6.2-2 Průsaková křivka [16]

Celková měsíční bilance ztrát vody v nádrži

Celková měsíční bilance se stanoví porovnáním hodnot ztrát vody a průměrnými měsíčními přítoky dle vztahu:

$$Z_m = V_{m,p} - (V_{m,v} - V_{m,t} - V_{MZP} - V_{pr}) \quad [m^3] \quad (6.2.3-6)$$

$V_{m,p}$... Průměrný měsíční přítok [m^3]

$V_{m,v}$... Průměrné měsíční výpary z volné hladiny [m^3]

$V_{m,t}$... Průměrné měsíční ztráty transpirací rostlin [m^3]

V_{MZP} ... Minimální zůstatkový průtok [m^3]

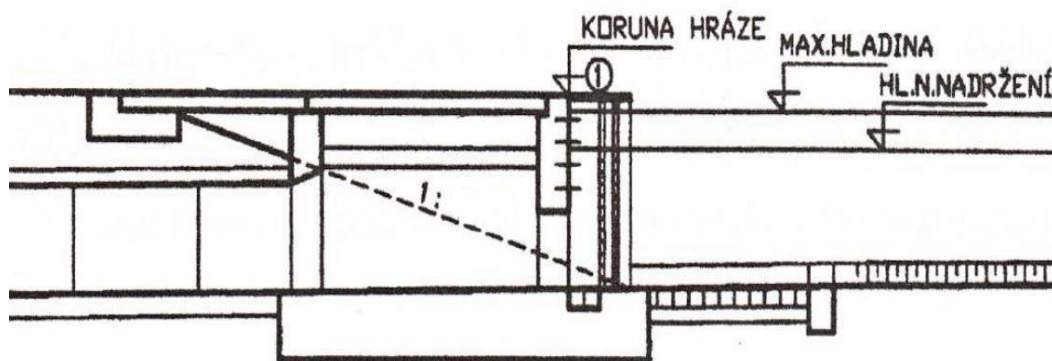
V_{pr} ... Průsak hrází [m^3]

Ve výpočtu nebyly zahrnuty ztráty vody infiltrací do dna. Z důvodů dané vodnosti a skladbě podloží, bylo možné ztráty infiltrací zanedbat.

6.2.4 Výpustný objekt

Každá nádrž musí být vybavena vypouštěcím zařízením. Kapacita výpustných objektů musí umožnit vypouštění průtoků do toku v souladu s požadavky kladenými na funkci nádrže.

Nejmenším průměrem výpustí je 300 mm. Každá výpust musí být opatřena nejméně jedním uzávěrem, použitelným za všech stavů v nádrži a umožňující regulaci průtoků, a dalším uzávěrem (revizní, popř. provizorním), kterým lze vtok do výpusti spolehlivě a bezpečně zahradit při poruchách provozního uzávěru, opravách a revizích (např. požerák má mít nejméně dvoje drážky pro osazení dluží).



Obrázek 6.2-3 Schéma výpustného objektu [18]

① ... Výpustný objekt nádrže

Před vtokem do výpustě se umísťují česle. Z důvodu usnadnění údržby je doporučeno používat rámové česle. Vedení (drážky) pro osazení rámových česlí lze využít také pro osazení revizního nebo provizorního uzávěru. Konstrukce a umístění česlí musí umožnit jejich čištění a údržbu. Pokud není dána rozteč česlic zvláštními požadavky, určí se v závislosti na nejmenším vnitřním rozměru výpusti podle tabulky 6.2-6 *Rozteč česlic dle rozměru výpusti*. [17]

Tabulka 6.2-6 Rozteč česlic dle rozměru výpusti [17]

Rozměr (světlost) výpustí [mm]	Rozteč česlic [mm]
do 500	60
500 až 800	90
nad 800	120

Rozdělení návrhu výpustě:

- 1) Přepad přes dlužovou stěnu. Kapacita se vypočte jako přepad přes ostrou hranu s uvažováním bočních kontrakcí. Pro výpočet lze použít základní rovnici přepadu, rovnice 7.4.4-1. Podrobný výpočet se nalézá v příloze 2.

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{\frac{3}{2}} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (6.2.4-1)$$

m ... přepadový součinitel

g ... tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

h ... přepadová výška [m]

Účinná šířka přelivné hrany b_0 , je ze vztahu:

$$b_0 = b - 2 \cdot K_v \cdot h \quad [\text{m}] \quad (6.2.4-2)$$

b ... šířka přelivné hrany [m]

K_v ... součinitel vtoku

2) Zúžení výtokového otvoru – diafragma. U požeráku se jedná o profil, který omezuje kapacitu dlužové stěny, kdy dochází k zatopení šachty požeráku a dochází zde k tlakovému proudění. Výpočet průtoku provádíme jako výtok otvorem.

$$Q = S_d \cdot \mu \cdot \sqrt{2g \cdot H} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (6.2.4-3)$$

S_d ... plocha diafragmy [m^2]

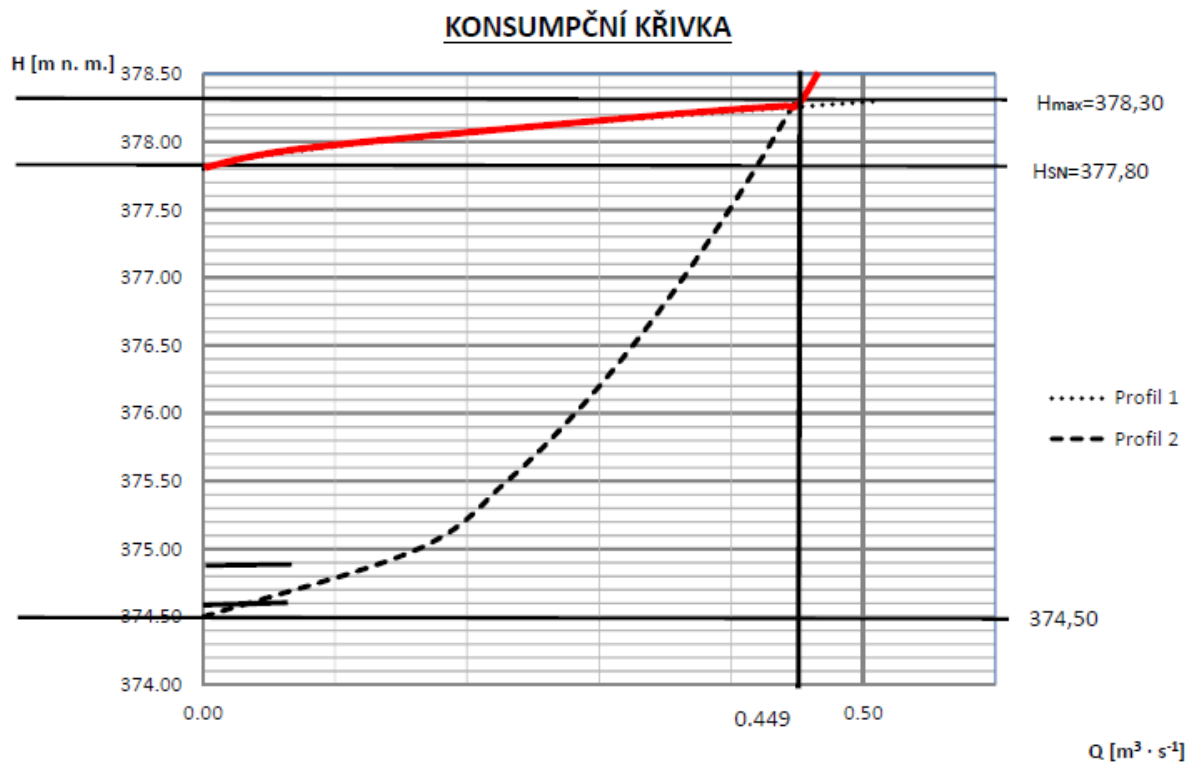
g ... tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

H ... rozdíl hladiny a těžiště výtokového otvoru [m]

Součinitel výtoku μ , je vypočten ze vzt ahu:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \xi_i}} \quad [-] \quad (6.2.4-3)$$

ξ ... součinitel místních ztrát [-]

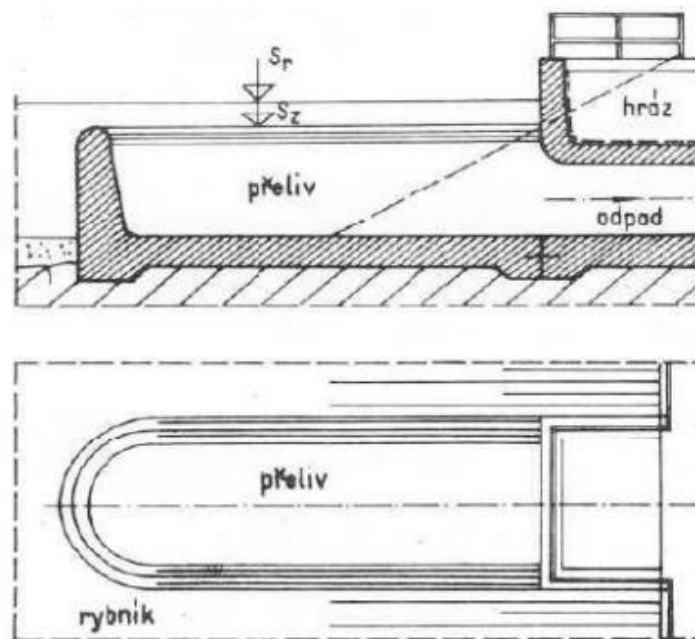


Graf 6.2-2 Konsumpční křivka

6.2.5 Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv slouží jako ochrana před velkými vodami, je určen k neškodnému převedení povodňové vlny. Tato stavba se musí vyskytovat na každé nádrži, do níž může vniknout nadměrné množství cizí vody, která by mohla ohrozit bezpečnost nádrže, narušit zemní hráz a způsobit havárii.

K ochraně před velkými vodami se navrhují bezpečnostní přelivy nehrazené, nevyžadující pro spolehlivou funkci žádnou obsluhu. Při návrhu bezpečnostního přelivu se předpokládá, že všechna ostatní zařízení jsou uzavřena. [18]



Obrázek 6.2-4 Kašnový bezpečnostní přeliv [18]

Velmi důležitým parametrem návrhu kašnového, sduženého nebo bočního bezpečnostního přelivu je návrh účinné délky přelivné hrany b_0 podle rovnice dokonalého přepadu, přesné určení z rovnice 6.2.5-1.

$$b_0 = \frac{Q_n}{m \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h^3}} \quad [\text{m}] \quad (6.2.5-1)$$

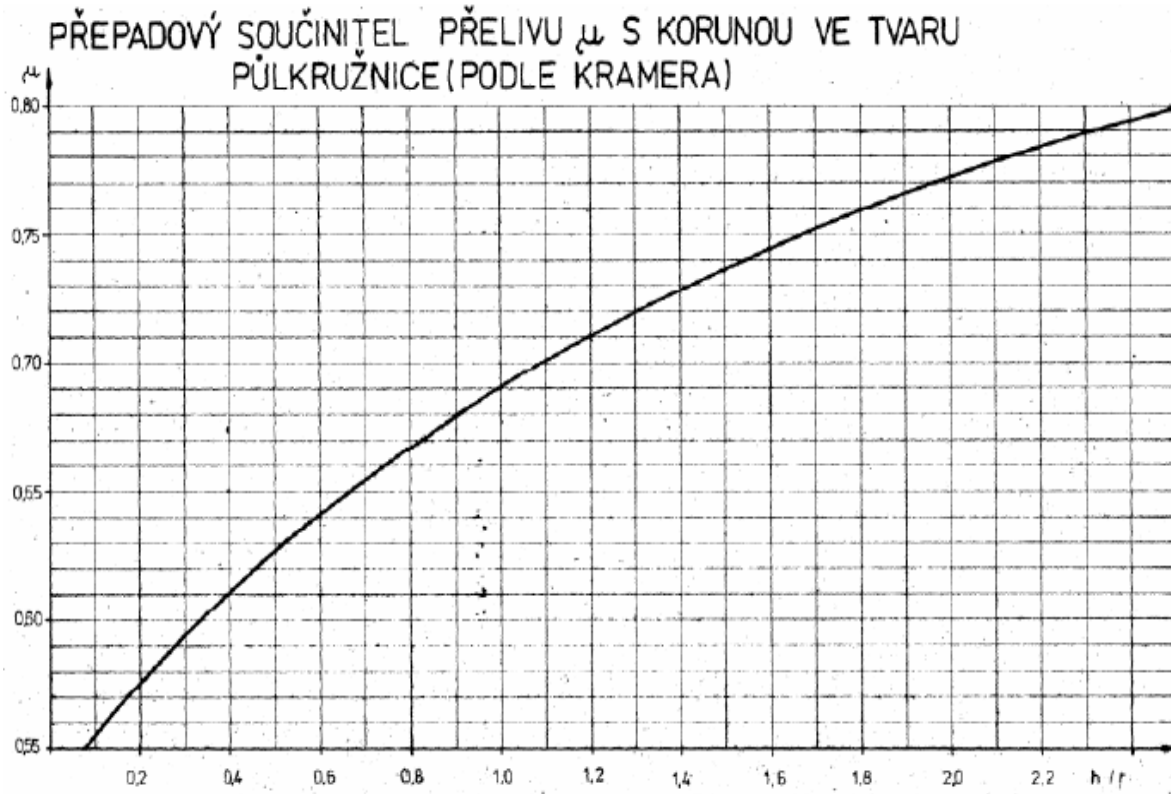
Q_n ... návrhový průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

g ... tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

h ... přepadová výška [m]

Přepadový součinitel m , ze vztahu 6.2.5-2.

$$m = \frac{2}{3} \cdot \mu \quad [-] \quad (6.2.5-2)$$



Obrázek 6.2-5 Nomogram přepadového součinitele [2]

μ ... přepadový součinitel [-]

r ... poloměr zaoblení [m]

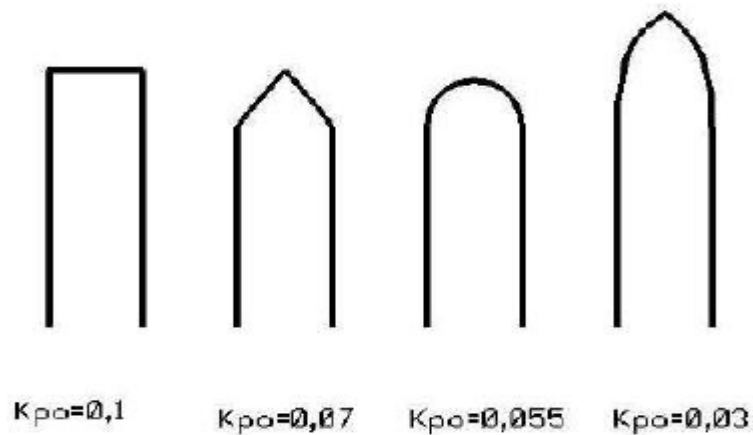
h ... výška přepadového paprsku [m]

Délka přelivné hrany navýšena o následující parametry z rovnice 6.2.5-3:

$$b = b_0 + n \cdot K_{PO} \cdot h \quad [m] \quad (6.2.5-3)$$

b_0 ... účinná délka přelivné hrany [m]

n ... počet kontrakcí [-]



Obrázek 6.2-6 Součinitel tvaru pilířů [18]

K_{p0} ... součinitel tvaru pilířů [-]

Dalším parametrem návrhu přeřadu je hloubka spadiště h_{sp} . Šířka spadiště u sřruženého bezpečnostního objektu je stejná jako u skluzu. Podmínka návrhu hloubky spadiště je patrná z nerovnice 7.4.5-4.

$$h_{sp} \geq 2 \cdot h_k \quad (6.2.5-4)$$

h_{sp} ... hloubka spadiště [m]

h_k ... kritická hloubka spadiště [m]

$$h_k = \sqrt[3]{\left(\frac{\alpha \cdot Q_N^2}{g \cdot b_{sp}^2}\right)} \quad [m] \quad (6.2.5-5)$$

b_{sp} ... šířka spadiště [m]

Q_N ... návrhový průtok [$m^3 \cdot s^{-1}$]

g ... tíhové zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]

α ... Coriolosovo číslo [-]

Kapacita spadiště vychází z podmínky:

$$Q \geq 2 \cdot Q_N \quad (6.2.5-6)$$

Kde průtok Q je počítán ze vztahu:

$$Q = v \cdot A \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (6.2.5-7)$$

A ... průtoční plocha [m^2]

Výpočet rychlosti v se stanoví z Chézyho rovnice:

$$v = C \cdot \sqrt{Ri} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (6.2.5-8)$$

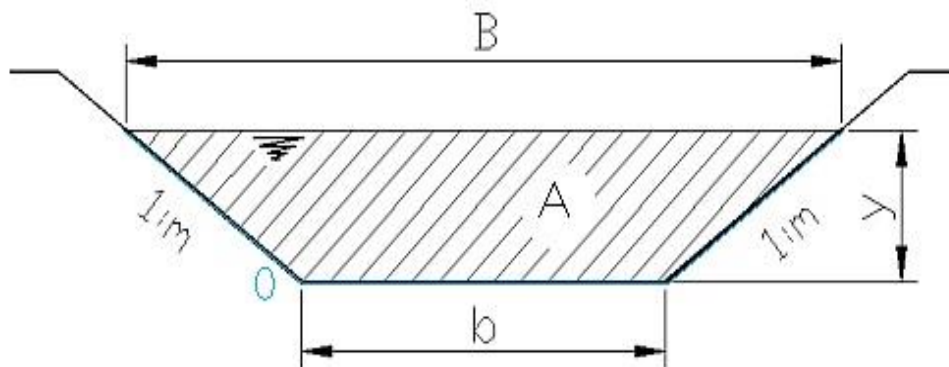
C ... rychlostní součinitel [$\text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$]

R ... hydraulický poloměr [m]

i ... sklon [-]

$$R = \frac{A}{O} \quad [\text{m}] \quad (6.2.5-9)$$

O ... omočený obvod [m]



Obrázek 6.2-7 Schéma koryta

Rychlostní součinitel se určuje dle autora Manninga:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}} \quad [\text{m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (6.2.5-10)$$

n ... drsnostní součinitel

Přesný výpočet bezpečnostního přelivu se nachází v příloze číslo 1.

6.2.6 Tlumení energie v korytě

V lichoběžníkovém korytě vznikají vysoké rychlosti, a proto je vyžadován návrh tlumení energie v korytě. Tlumení energie může být provedeno různými způsoby.

- a) Vývarové (vodní skok)
- b) Bezvývarové (zvýšená drsnost koryta)

V projektu je zvoleno bezvývarové řešení, zvýšení drsnosti koryta, viz výpočet v příloze číslo 1.

Stabilita úseku se zvýšenou drsností koryta

Posouzení pro část, kde není kámen uložen do betonu. Vychází z následujících vzorců.

Maximální měrný průtok:

$$q_{\max} = \left(1,2 + \frac{0,064}{J_d}\right) \cdot \sqrt{g} \cdot A^{1,5} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (6.2.6-1)$$

J_d ... sklon dna [-]

A ... největší rozměr charakteristického balvanu [m]

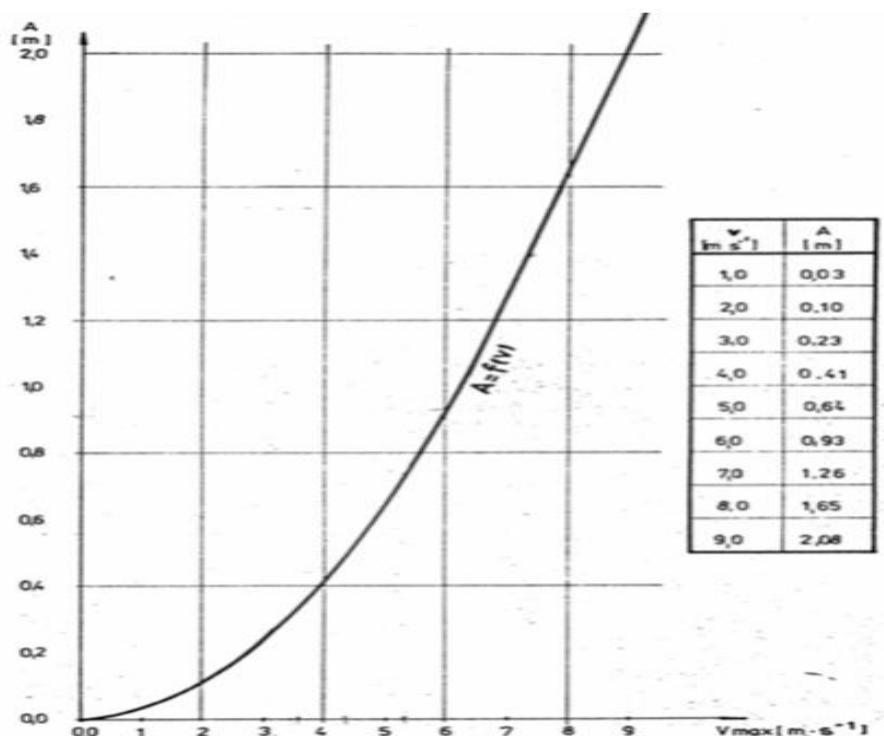
Přípustná středová rychlost dle autora Knausse:

$$v_{\max} = 6,235 \cdot \sqrt{A} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (6.2.6-2)$$

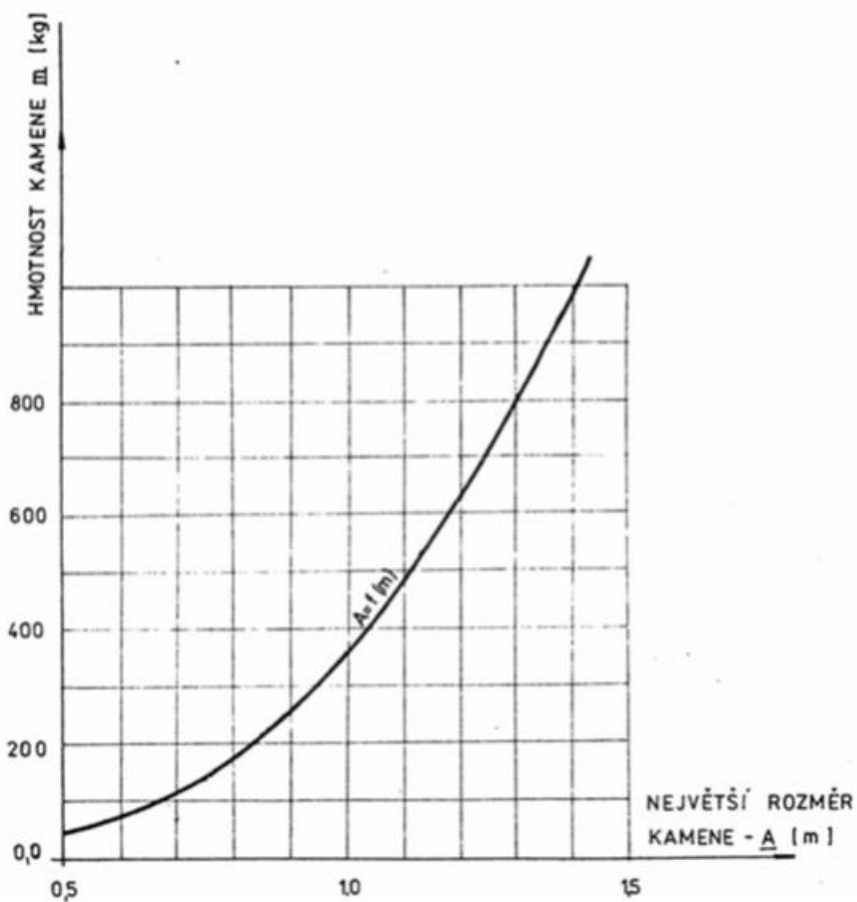
Podmínky návrhu:

$$q < q_{\max} \quad (6.2.6-3)$$

$$v < v_{\max} \quad (6.2.6-4)$$



Obrázek 6.2-1 Velikost kamene dle Knausse [2]



Obrázek 6.2-2 Minimální hmotnost kamene [2]

7 POPIS OBJEKTŮ NÁDRŽE

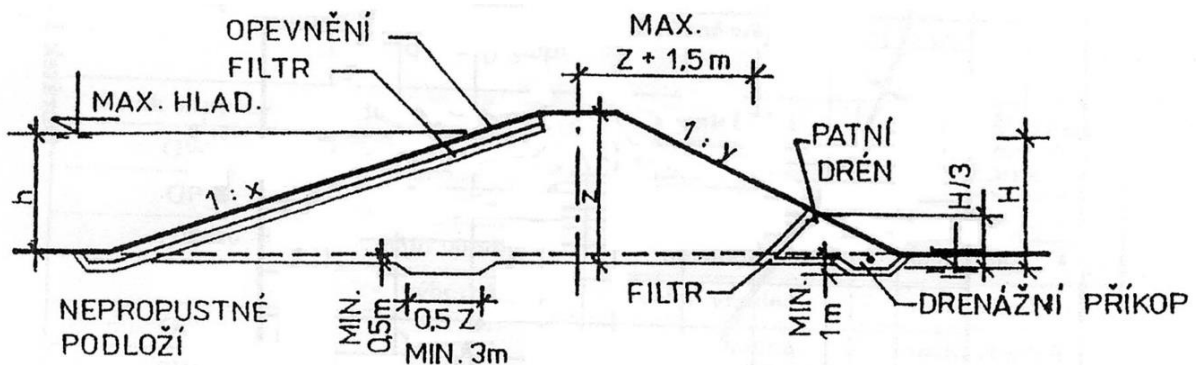
V této kapitole budou popsány objekty vyskytující se v návrhu malé vodní nádrže.

7.1 Hráz

Hráze vodní nádrže se dělí na homogenní a nehomogenní. V projektu byla zvolena homogenní hráze. Dále bude popsána homogenní hráze navržená v projektu.

Druh hráze se volí dle lokality a materiálu, z kterého je hráze postavena. Ve volbě hráze se zohledňují náklady a možnosti získání materiálu (vč. dopravy a zpracování materiálu).

Podmínkou pro návrh homogenní hráze je výška hráze do 6 metrů, pokud se materiál na stavbu hráze vyskytuje v blízkém okolí.



Obrázek 7.1-1 Schéma homogenní hráze [18]

Původní meliorační drenáž bude odstraněna pod tělesem hráze, svodné drény meliorační drenáže budou vyvedeny za těleso hráze do odpadního koryta.

Ze složení půdy v místě návrhu malé vodní nádrže (příloha číslo 3) byla vyhodnocena homogenní hráze, jako vhodná pro návrh hráze dle ČSN 75 2410. V místě návrhu je skladba podloží následující (obě zeminy jsou vhodné pro návrh):

- CL-CI – jíl s nízkou plasticitou,
- ML-MI – štěrk hlinitý.

Tabulka 7.1-1 Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází [17]

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

Sklon svahů zemní hráze závisí na druhu použité zeminy. Pro návrh sklonů vzdušného a návodního svahu hráze lze použít údajů uvedených v obrázku 7.1-2. Pokud jsou splněny následující požadavky:

- těleso hráze i podloží jsou řádně odvodněny,
- materiál v tělese hráze je dokonale hutněn,
- návodní svah je vystaven náhlému poklesu hladiny vody v nádrži většímu než 0,15 m za den. Není-li návodní svah vystaven takovému poklesu hladiny, je možno zvýšit sklon oproti hodnotě 1:x (uvedené v obrázku 8.1-2) na hodnotu 1:(x-0,5).

Těsnicí část hráze (jádro) leží v zóně	Stabilizační část hráze leží v zóně	Zařazení zemín		Svahy	
		Těsnicí část hráze (jádro)	stabilizační část hráze	návodní 1:x ⁴⁾	vzdušný 1:y
A	DB, CE	GM, GC, SM	lom. kámen	1:1,75	1:1,5
		SC, CG, MG	GW, SW	1:2,8 ¹⁾	1:1,75
		ML-MI, CL-CI	GP, SP	1:3 ¹⁾	1:1,75
AB	D, CE	GM, SM	lom. kámen	1:3	1:1,5
		GC, SC, MG, CG, MS, CS	GW, SW	1:3,2	1:1,75
		ML-MI, CL-CI	GP, SP	1:3,4	1:1,75
CAB	D, E	GM, GC, SM, SC, MG, CG, MS, CS	lom. kámen, GW, GP	jako při poloze jádra	1:2,0 ²⁾
		ML-MI, CL-CI	SW, SP	v zóně AB	1:2,2 ³⁾
CABD	E			jako u homogenních hrází	jako při poloze jádra v zóně CAB
Homogenní hráze ⁵⁾		GM, SM		1:3	1:2
		GC, SC		1:3,4	1:2
		MG, CG, MS, CS		1:3,3	1:2
		ML-MI, CL-CI		1:3,7	1:2,2

1) U velmi propustného materiálu, popř. se zřetelem k rychlosti poklesu hladiny, je možné zvětšit až na 1:2,25.
 2) Je-li v podloží hráze materiál o smykové pevnosti min. $tg\varphi_f = 0,74$, je možné zvětšit na 1:1,8.
 3) Je-li v podloží hráze materiál o smykové pevnosti min. $tg\varphi_f = 0,74$, je možné zvětšit na 1:2.
 4) Uvedený sklon pro návodní svah se použije pod nejvyšší dlouhodobě udržovanou hladinou, nad touto hladinou se může svah provést o sklonu 1:(x - 0,5).
 5) U hrází do výšky 4 m se může sklon návodního svahu zvětšit na 1:(x - 0,5)

Obrázek 7.1-2 Sklony svahů hrází [17]

Sklon návodního líce hráze je zvolen 1:3,7. Líc je opevněn vrstvou kamenné dlažby o tloušťce 0,2 m a pod ním se nachází šterkopískový filtr o tloušťce 0,2 m. Spáry mezi kameny je třeba vyklínovat. Opevnění bude provedeno od koruny k patě hráze. Opevnění líce slouží jako ochrana před živočišnými narušiteli (např. hlodavci), účinky vln a větru. Opevnění se zaváže do svahů a dna údolí.

Vzdušný svah má sklon 1:2,2. Svah musí být dostatečně chráněn před erozní činností povrchově stékající srážkové vody a jinými nepříznivými vlivy. Je zvoleno zpevnění zatravněním. Travní svěs se bude vysévat na urovnanou a zvlhčenou pláň s nasypanou uvalcovanou ornici o tloušťce 0,1 m. Musí být zajištěna údržba a zavlažování vzdušného líce hráze.

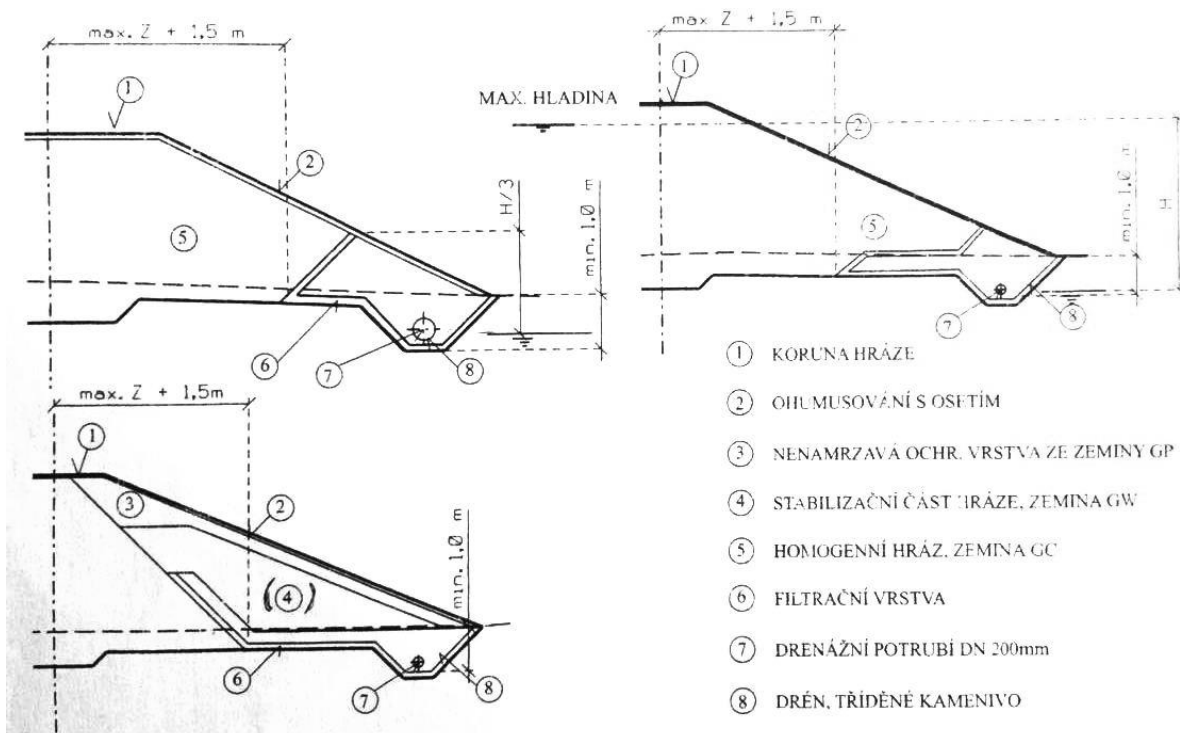
Délka hráze je 176 metrů, kóta koruny hráze je 379 m n.m., šířka koruny je 5 metrů.

Koruna hráze bude sloužit jako komunikace pro případnou údržbu, musí být upravena tak, aby v celé délce byla přístupná pro kontrolu a údržbu hráze a objektů nádrže.

Zavázání tělesa hráze do upraveného a předem připraveného terénu, bude v hloubce 1,4 m pod stávajícím terénem s šířkou 3,0 m a sklonem svahů 1:1, hloubka založení je s ohledem na hladinu podzemní vody. Toto bude uskutečněno pomocí zavazovacího zámku.

Patní drén slouží k bezpečnému odvedení prosáklé vody hrází nebo jejím podložím. Patní drén bude umístěn u paty vzdušného líce hráze. Vlastní těleso patního drénu bude tvořeno silně propustným materiálem (hrubozrný štěrk). Soustředěná prosáknutá voda v patním drénu se odvádí drenážními trubkami (PVC DN 200 mm), umístěnými v tělese patního drénu a vyústěnými do koryta pod hrází. Je účelné, aby v místě vyústění drenážního potrubí do toku pod hrází potrubí přesahovalo líc zídek 0,05 až 0,10 m pro možnost objemového měření průsaku hrází. Z důvodů možného mechanického poškození přesahujících drenážních trub se doporučuje poslední úsek drenážního potrubí v délce 0,5 až 1,0 m nahradit ocelovou troubou stejného průměru.

[5]



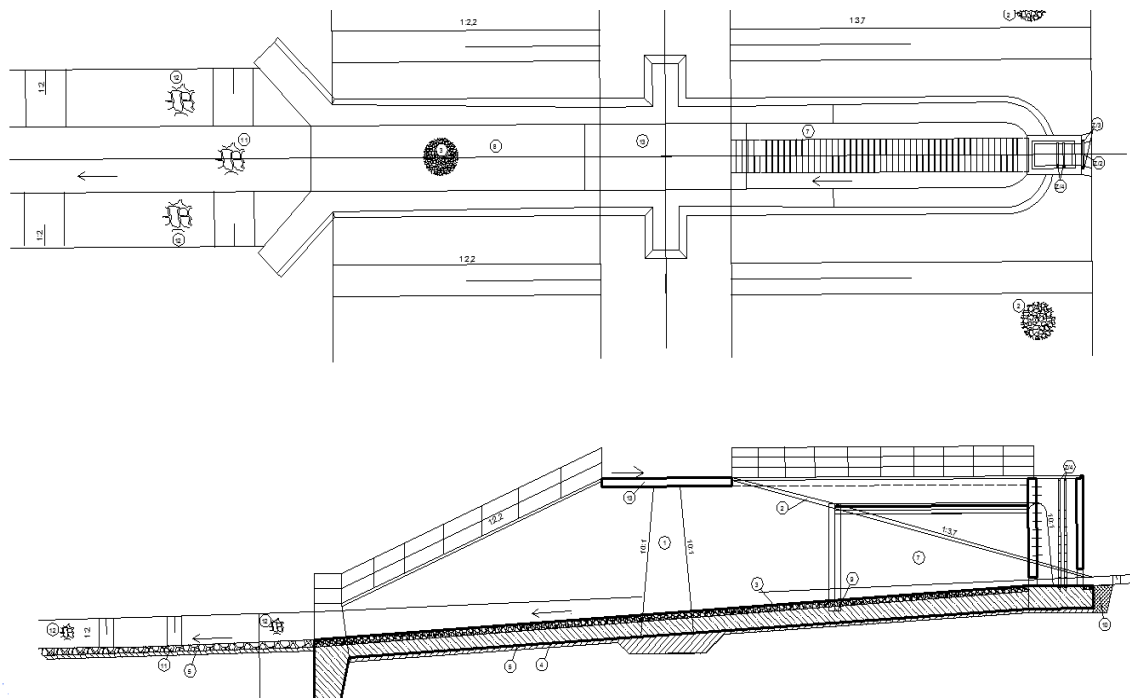
Obrázek 7.1-3 Patní drény [2]

7.2 Sdružený funkční blok

V projektu je zvolen sdružený funkční blok, jako kombinace bezpečnostního přelivu a výpustného objektu.

Zajišťuje neškodné převedení návrhové vody, plní funkci výpustného zařízení. Kombinovaný objekt se skládá z bezpečnostního přelivu a výpustného zařízení. Z těchto důvodů se zařízení umísťuje do nejnižšího místa nádrže.

V projektu ústí základová výpust přímo do spadiště bezpečnostního přelivu.



LEGENDA:

- ① TĚLESO HRÁZE
- ② OPEVNĚNÍ
- ③ KAMENNÁ DLAŽBA
- ④ ZÁKLADOVÁ SPÁRA
- ⑤ PODKLADNÍ BET ON
- ⑥ PŘELIVNÁ HRANA
- ⑦ ŽB SPADIŠTĚ SDRUŽENÉHO OBJEKTU
- ⑧ SKLIZ SDRUŽENÉHO OBJEKTU
- ⑨ TĚSNĚNÍ PRYZOVÝM DILATAČNÍM PÁSEM - KUNEX D 320
- ⑩ ZÁSYP KONSTRUKCE HUTNĚNOU JÍLOVOU ZEMINOU
- ⑪ KAMENNÝ ZÁHŮZ - velikost kamene 1,0-1,2 m
- ⑫ KAMENNÝ ZÁHŮZ - velikost kamene 0,8-1,0 m
- ⑬ MOSTNÍ KONSTRUKCE

ZAŘÍZENÍ:

- Ⓩ1) ZÁBRADLÍ
- Ⓩ2) ČESLE
- Ⓩ3) DRÁŽKY PRO ZASUNUTÍ ČESLÍ
- Ⓩ4) DLUŽOVÁ STĚNA

Obrázek 7.2-1 Schéma sdruženého funkčního blok

Bezpečnostní přeliv

Stavební objekt bezpečnostního přelivu je situován uprostřed hráze, v nejhlubším místě zátopy. Skládá se z přelivné hrany, spadiště, skluzu a odpadního koryta. Betonové konstrukce procházející hrází mají sklon 10:1 (stykové plochy).

Koruna přelivu je navržena ve výšce 377,00 m n.m. Délka přelivné hrany je 7,62 m se šířkou spadiště 2,5 m. Výška přelivu je 2,9 m. Přepadovou část bude provedena z voděodolné betonové směsi. Prostor spadiště bude pokrývat kamenná dlažba do betonového podkladu o tl. 0,2 m.

Jako ochrana proti promrzání jsou navrženy zavazovací žebra v ose hráze do tělesa hráze, šířka základu je 2,0 m.

Skluz je o stejné šířce jako spadiště, tj. 2,5 m. Skluz má sklon 5 %. V nadmořské výšce 373,60 m n.m. ústí skluz do lichoběžníkového koryta. Lichoběžníkové koryto se napojuje na stávající zatrubnění, toto napojení není předmětem diplomové práce. Dno skluzu a dno koryta je opevněno zdrsněnou dlažbou do betonu. Opevnění bude provedeno po celé délce koryta z důvodu bezpečnosti a snížení rychlosti proudění vody v korytě a spadišti.

Výpust

Výpustné zařízení slouží k regulovatelnému vypouštění vody z nádrže. Zařízením je možné regulovat hladinu vody v nádrži.

V projektu je zvolena uzavřená požeráková výpust. Je tvořena kvádrovou konstrukcí, otevřenou v horní části, z důvodu údržby a regulace, dále je otevřena u dna (vtokový otvor chráněný česlemi a výtokový otvor). Konstrukci požeráku tvoří železo betonová šachta (voděodolná a mrazu vzdorná). Pro přístup k požeráku bude zřízena ocelová lávka, z důvodu údržby a manipulace s dlužemi. Lávka bude vybavena ocelovým zábradlím, u koruny hráze bude na lávce umístěna branka s možností uzamčení, jako ochrana před vandalismem. Uzávěr tvoří dvojité dlužové stěny.

Výška konstrukce požeráku je 3,9 m. Půdorysné rozměry jsou následující délka 2,05 m a šířka 1,4 m. Tloušťka stěn je 0,3 m. Délka přelivné hrany je 0,8 m. Dluže budou dřevěná, přesněji dubové, prkna výšky 0,25 m a tloušťky 0,05 m, zasouvají se do ocelových vodících drážek z profilu U 70. Vzdálenost mezi dlužemi 0,3 m a těsnění mezi dlužemi tvoří jílová směs. Postupným odendáváním dluží z drážek je možné regulovat hladinu vody v nádrži. Požerák je vybaven ocelovým pozinkovaným roštem (s možností uzamčení) a ocelovým

žebříkem, který vede na dno požeráku. Dno požeráku je opevněno kamennou dlažbou uloženou do betonu. Nátok do požeráku je chráněn česlicemi umístěnými v ocelových vodících drážkách (rozteč česlic je 90 mm).

7.3 Zátopa

Zřízením hráze vznikne zátopa o maximálním objemu 39 585 m³ a ploše 1,67 ha. Ze dna nádrže bude shrnuta humosní vrstva a zemník. Zemník bude využit na stavbu hráze. Spolu s odstraněnou zeminou bude odstraněna vegetace vyskytující se v prostoru zátopy (traviny, stromy, keře). Hlavní funkce nádrže bude zlepšení ekologické stability krajiny. V zátopě bude zřízeno sběrné lichoběžníkové hlavní odvodňovací koryto se sklonem svahů 1:2 a minimální hloubkou 0,6 m a šířkou ve dně 0,5 m. Do koryta budou svedeny odvodňovací drény.

V prostoru zátopy bude stávající meliorační drenáž zaslepena, sběrné drény, nad úrovní zátopy, budou podchyceny do nových svodných drénů a vyvedeny za těleso hráze do odpadního koryta.

7.4 Litorální zóna

Litorální zóna je oblast pobřežní mělčiny u stojaté vody s trvalou vegetací. Umisťuje se v nejbližším prostoru zátopy od tělesa hráze. V tomto prostoru budou zajištěny růstové podmínky pro růst a vývoj břehové vegetace. Litorální zóna bude zpevněna vegetačním pokryvem, který bude vytvořen umělou výsadbou mokřadních rostlin. V projektu jsou navrženy tyto rostliny:

- Rákos obecný (*Phragmites australis*)
- Orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*)
- Orobinec širokolistý (*Typha latifolia*)

Takto vytvořená zóna bude přínosem pro ochranu před břehovou abrazí a uvolňováním zeminy z prostoru litorální zóny. Sklon svahů v zóně bude 2 %. Maximální hloubka zátopy v prostoru litorálu je 0,6 m. Vybudováním zóny bude mít za efekt zvýšení biodiverzity krajiny. Po dostatečném rozvinutí rostlin v litorální zóně, bude zóna sloužit jako úkryt pro rozličné druhy vodních a obojživelných živočichů. V litorální zóně bude vytvořena tůňka, s hloubkou 0,8 m. Tůňka bude mít účel ochrany obojživelných živočichů v případě vypouštění nádrže.

Pro začlenění vodní nádrže do krajiny bude provedena výsadba doprovodné vegetace kolem nádrže. Vegetační doprovod umožní zvýšení estetického vzhledu a zvýšení ekologické stability. Dojde ke zpevnění břehů nádrže.

Pro výsadbu byly zvoleny dřeviny:

- Vrba košíkářská (*Salix viminalis*)
- Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*)
- Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*)
- Dub červený (*Quercus rubra*) – vzdálenost od břehu 5–20 m
- Smrk černý (*Picea mariana*) – vzdálenost od břehu 5–20 m

Navržené porosty jsou v souladu s okolní přirozenou vegetací dle mapy potenciální přirozené vegetace (zdroj Česká informační agentura životního prostředí). Vegetace bude přispívat k ekologické stabilitě krajiny. Z důvodu zachování podmínek pro existenci biokoridoru je nutná výsadba doprovodných dřevin v okruhu 20 m kolem celé zátopy nádrže.

8 SHRNU TÍ NÁVRHOVÝCH PARAMETRŮ OBJEKTŮ

Hráz

- typ hráze: homogenní,
- výška hráze: 4,50 m,
- délka hráze v koruně: 176,00 m,
- šířka koruny hráze: 5,00 m,
- nadmořská výška koruny hráze: 379,00 m n.m,
- sklon návodního líce: 1:3,7,
- sklon vzdušného svahu: 1:2,2,
- výška koruny od max. hladiny: 0,7 m,

Sdružený bezpečnostní objekt

- nadmořská výška přelivné hrany: 378,00 m n.m,
- délka přelivné hrany: 7,7 m,
- šířka spadiště: 2,5 m,
- šířka skluzu: 2,5 m,
- sklon skluzu: 5 %,
- výpustný objekt: požerák
- výška požeráku: 3,9 m,
- šířka přelivné hrany: 0,8 m,
- průměr základové výpusti: 0,6 m,

Zátopa

- objem maximální hladiny: 48 080 m³,
- plocha maximální hladiny: 2,10 ha,
- objem stálého nadržení hladiny: 39 585 m³,
- plocha stálého nadržení hladiny: 1,67 ha.

9 ZÁVĚR

Tématem diplomové práce bylo vypracování studie návrhu malé vodní nádrže v katastrálním území Mohelno, kraj Vysočina. Práce obsahuje textovou a výkresovou dokumentaci, která může posloužit v budoucnu jako možný podklad pro realizaci malé vodní nádrže. Technický návrh řešení nádrže vychází z normy ČSN 75 2410 „Malé vodní nádrže“.

Vodní nádrž bude sloužit jako ekologický a krajnotvorný prvek v krajině. Bude zvyšovat biodiverzitu krajiny a přispívat k ekologické stabilitě území. Litorální zóna v prostoru nádrže bude sloužit v budoucnu jako životní prostor pro různé organismy. Doprovodná vegetace poslouží k začlenění malé vodní nádrže do biokoridoru.

Dle zadání diplomové práce byla provedena fotodokumentace a terénní průzkum okolí budoucí stavby. Výkresová dokumentace byla vypracována na základě vodohospodářského řešení a dalších výpočtů.

Malá vodní nádrž byla navržena jako průtočná, vzhledem k morfologii terénu, na toku Mohelnička, který bude napájet nádrž. Hráz nádrže je homogenní s výškou 4,5 m a délkou 176 m. Materiál na stavbu hráze je možné použít z prostoru zátopy.

Jako výpustné zařízení a bezpečnostní přeliv jsem zvolil sdružený funkční blok. Výpustným zařízením sdruženého objektu bude uzavřený požerák.

Na vtoku do zátopy nádrže je vytvořena litorální zóna. Litorál je tvořen mělkou částí s mokřadní a vodní vegetací, která bude mimo jiné sloužit jako prostředí pro živočichy a má význam i pro samočištění toku. V prostoru litorálu bude vytvořena tůňka, jako ochrana pro obojživelníky, v případě vypouštění nádrže. S návrhem litorální zóny je navržena i doprovodná vegetace, která bude napomáhat k zapojení nádrže do okolní krajiny a biokoridoru.

Do budoucna by bylo vhodné odstranění původního zatrubnění toku Mohelnička a doplnění doprovodné vegetace. Tok by měl být revitalizován, aby se stal funkční součástí biokoridoru a celého územního systému ekologické stability krajiny. Tím by mělo být dosaženo zlepšení stupně ekologické stability krajiny a funkce celého krajinného systému.

10 SUMMARY

The Master's thesis was the development of the study design small water reservoirs in the cadastral Mohelno, Vysočina region. Work contains textual drawings that can serve the future as a possible basis for implementation of small water reservoirs. Technical proposals for solving the tank based on the ČSN 75 2410 "Small water reservoirs".

Water reservoir will serve as ecological landscaping element in the landscape. Will increase biodiversity reservoirs contribute to the ecological stability of the territory. The littoral zone in the area of the tank will serve in the future as a habitat for various organisms.

11 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Malé vodní nádrže. Duben 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [2] DOLEŽAL, Petr. Studijní opora – BS53 Rybníky a účelové nádrže. Brno: Vysoké učení technické, 2007.
- [3] ČÍTEK J., KRUPAUER V, KUBŮ F., 1998: Rybnikářství. Praha: Informatorium, 306 str., ISBN 80-86073-37-8.
- [4] ŠÁLEK J., 1996: Malé vodní nádrže v životním prostředí. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostravy, 1996.
- [5] VRÁNA K., BERAN J., 1998: Rybníky a účelové nádrže. Praha: skriptum, vydavatelství ČVUT, 1998.
- [6] SYNKOVÁ, Jana a Karel ZLATUŠKA. Malé vodní nádrže: cvičení. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-672-7.
- [7] VISITTREBON, Rybnikářství a rybníky na Třeboňsku, Zář 2010. Třeboň: VisitBohemia, 2010.
- [8] EKOLIST, Rybníky, Srpen 2013. Praha: Ekolist, 2013.
- [9] Geoportal. Geoportal.cuzk.cz/ [online]. Praha: Zeměměřický úřad, 2016 [cit. 2016-10-15]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [10] Vodní nádrž Mohelno. Wikipedia [online]. Ostrava: Wikipedia, 2016 [cit. 2016-10-15]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Vodni_nadrz_Mohelno
- [11] ÚSES. Ochrana přírody.cz [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2016 [cit. 2016-10-15]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/obecna-ochrana-prirody-a-krajiny/uses/>
- [12] DEMEK, Jaromír; MACKOVČIN, Peter, a kolektiv. Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. 2. vyd. Brno : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2006. ISBN 80-86064-99-9.
- [13] Česká geologická služba [online]. Brno: Česká geologická služba, 2016 [cit. 2016-10-16]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy>
- [14] Klimatické regiony ČR. MIG – Energy Saving Paint [online]. Praha: Jaca-Jasu, a.s., 2013 [cit. 2016-10-17]. Dostupné z: <http://www.migesp.cz/klimaticke-regiony-cr>
- [15] Centrální evidence vodních toků. Eagri [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2016 [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: <http://eagri.cz/>
- [16] POJSL, Václav. Hydrotechnické výpočty: Návrh malé vodní nádrže. Brno, 2016. Výpočet. VUT FAST.
- [17] ČSN 75 2410. Malé vodní nádrže. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2011.
- [18] ŠÁLEK J., MIKA Z., TRESOVÁ A., 1989: Rybníky a účelové nádrže. Praha: SNTL, 265 str., ISBN 80-03-00092-0.
- [19] Zákon 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. In: Praha: Ministerstvo zemědělství, 1992, ročník 1992, číslo 114.
- [20] Ochrana přírody. MapoMat [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2015 [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: <http://mapy.nature.cz/>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 5.2-1 Hydrologická data Mohelno	21
Tabulka 5.2-2 Hydrologická data Mohelno	21
Tabulka 5.2-3 Hydrologická data Mohelno	21
Tabulka 6.1-1 Charakteristika navrhované nádrže	22
Tabulka 6.2-1 Překročení ročních průtoků	24
Tabulka 6.2-2 Měsíční bilance	25
Tabulka 6.2-3 Rozdělení hodnoty výparu dle procent.....	26
Tabulka 6.2-4 Výpočet výparu z hladiny	27
Tabulka 6.2-5 Transpirace rostlin.....	27
Tabulka 6.2-6 Rozteč česlic dle rozměru výpusti [17].....	30
Tabulka 7.1-1 Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází [17].....	39

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 3.3-1 Třeboňsko [7].....	7
Obrázek 3.3-2 Přehled historických rybníků s rozlohou větší než 0,5 ha a lokalizace zaniklých rybníků [8]	8
Obrázek 3.5-1 Zarůstající rybník ve Středočeském kraji [8].....	10
Obrázek 3.6-1 Parametry biocenter a biokoridoru [19].....	11
Obrázek 3.6-2 Ukázka malé vodní nádrže v pozadí a biokoridoru Zatčany [8].....	12
Obrázek 3.6-1 Mapa zájmové oblasti [9]	15
Obrázek 3.6-2 Výřez z mapy nadregionálního biokoridoru [20]	16
Obrázek 3.6-3 Geomorfologická mapa ČR [13].....	17
Obrázek 3.6-4 Klimatické regiony ČR [14]	20
Obrázek 5.1-1 Prostory v nádrži [2]	13
Obrázek 6.2-1 Nomogram výparu dle ČSN 75 2410	26
Obrázek 6.2-2 Průsaková křivka [16].....	28
Obrázek 6.2-3 Schéma výpustného objektu [18].....	29
Obrázek 6.2-4 Kašnový bezpečnostní přeliv [18]	32
Obrázek 6.2-5 Nomogram přepadového součinitele [2].....	33
Obrázek 6.2-6 Součinitel tvaru pilířů [18].....	34
Obrázek 6.2-7 Schéma koryta.....	35
Obrázek 6.2-1 Velikost kamene dle Knausse [2]	37
Obrázek 6.2-2 Minimální hmotnost kamene [2].....	37
Obrázek 7.1-1 Schéma homogenní hráze [18]	38
Obrázek 7.1-2 Sklony svahů hrází [17]	40
Obrázek 7.1-3 Patní drény [2]	41
Obrázek 7.2-1 Schéma sdruženého funkčního objektu	42

SEZNAM GRAFŮ

Graf 6.1-1 Batygrafické křivky nádrže	23
Graf 6.2-1 Čára překročení ročních průtoků.....	25
Graf 6.2-2 Konsumpční křivka	31

SEZNAM PŘÍLOH

P 1 Podrobné hydrotechnické výpočty

P 2 Fotodokumentace

P 3 Inženýrsko-geologický průzkum

Výkresová dokumentace:

V.1. SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ, M 1:5000

V.2. PODROBNÁ SITUACE, M 1:1000

V.3. MELIORAČNÍ DRENÁŽ SITUACE, M 1:1000

V.4. EKOLOGICKÁ STABILITA KRAJINY SITUACE, M 1:2000

V.5. PODÉLNÝ PROFIL HRÁZE, M 1:1000/100

V.6. PODÉLNÝ PROFIL NÁDRŽE, M 1:1000/100

V.7. PŘÍČNÉ ŘEZY NÁDRŽÍ, M 1:2500/250

V.8. VZOROVÝ ŘEZ HRÁZE, M 1:100

V.9. PŘÍČNÉ PROFILY HRÁZE, M 1:200

V.10. SDRUŽENÝ OBJEKT, M 1:100

V.11. VZOROVÉ ŘEZY KORYT, M 1:50

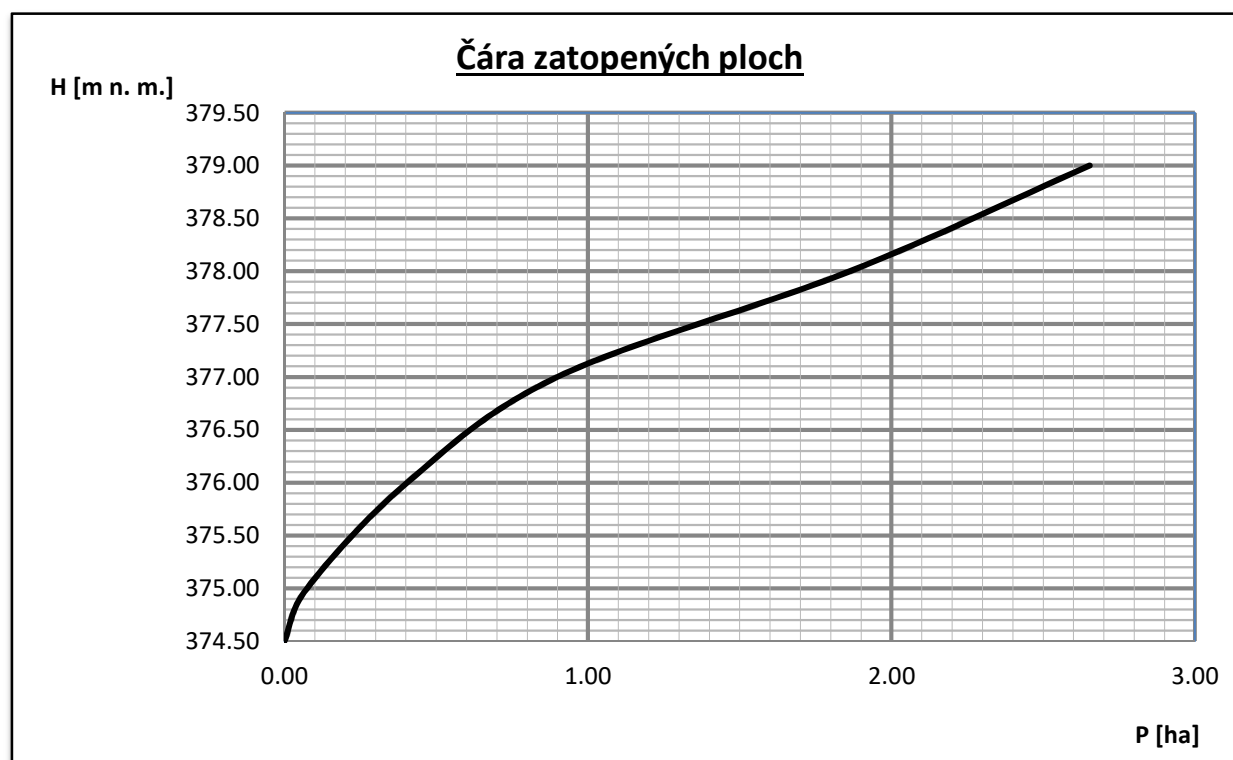
Přílohová část

P1 Podrobné hydrotechnické výpočty

1. BATYGRAFICKÉ ČÁRY

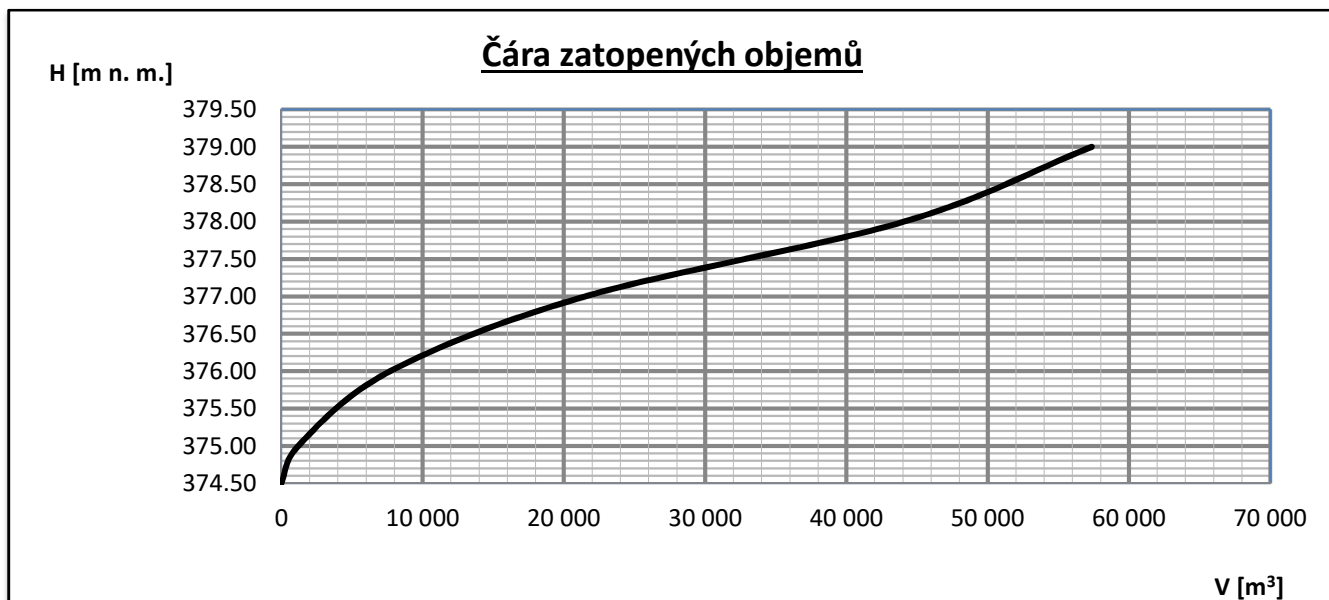
1. 1. Čára zatopených ploch

i	H [m]	kóta hadiny [m n. m.]	P_d [m ²]	P_c [m ²]	P_c [ha]
0	0.00	374.50	0	0	0
1	0.50	375.00	743	743	0.074
2	1.50	376.00	3 301	4 044	0.404
3	2.50	377.00	4 947	8 991	0.899
4	3.50	378.00	9 634	18 625	1.863
5	4.50	379.00	7 905	26 530	2.653



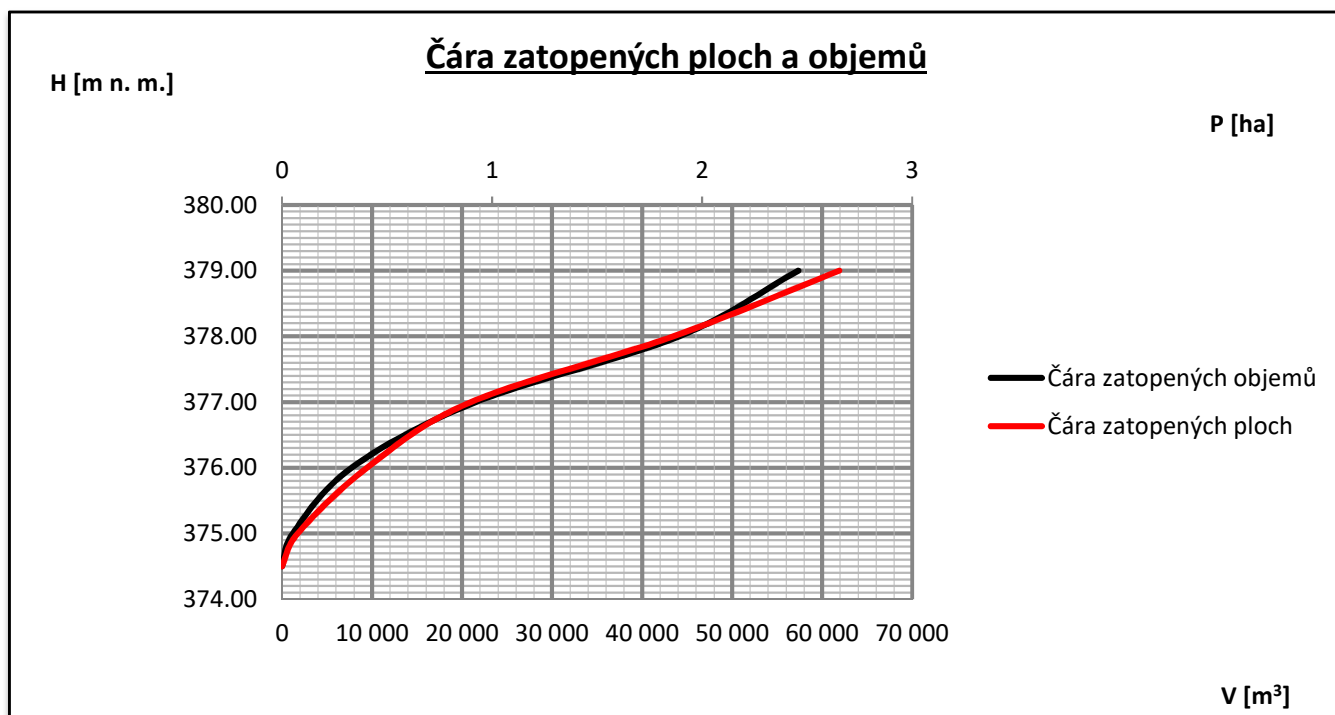
1. 2. Čára zatopených objemů

i	H [m]	kóta hadiny [m n. m.]	V_d [m ³]	V_c [m ³]
0	0.00	374.50	0	0
1	0.50	375.00	1 197	1 197
2	1.50	376.00	6 518	7 715
3	2.50	377.00	13 808	21 523
4	3.50	378.00	22 578	44 101
5	4.50	379.00	13 265	57 367

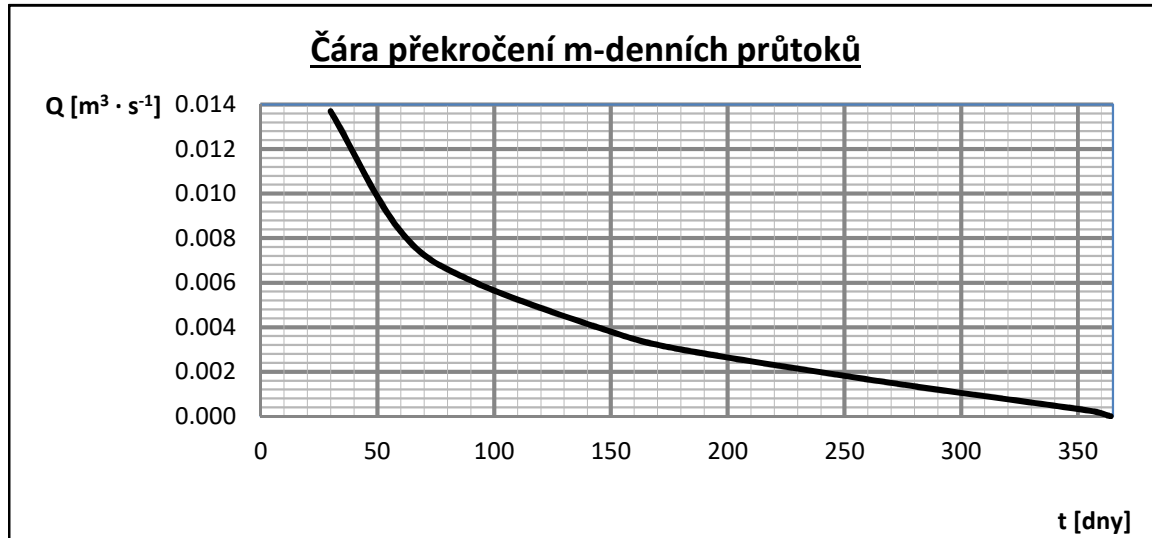


2. CHARAKTERISTIKA NÁDRŽE

	nadmořská výška [m n. m.]	plocha [ha]	objem [m ³]
koruna hráze	379.00		
kóta H_{MAX}	378.30	2.10	48 080
kóta H_{rn}	377.70	1.86	44 101
kóta H_{sn}	377.80	1.67	39 585
Plocha povodí $P_p = 1.94 \text{ km}^2$			



Tabulka m - denních průtoků								
m	30	60	90	150	180	270	355	364
Q [m ³ · s ⁻¹]	0.014	0.008	0.006	0.004	0.003	0.002	0.000	0.000



3. CELKOVÁ ROČNÍ BILANCE

3.1. Dlouhodobý průměrný specifický odtok

dle ČHMÚ specifický odtok q_a

$$q_a = 2.7 \text{ [l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2\text{]}$$

$$q_a = 2.73 \text{ [l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2\text{]}$$

3.2. Dlouhodobý průměrný průtok

dle ČHMÚ

$$Q_a = q_a \cdot P_p$$

$$Q_a = 0.0053 \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

3.3. Hodnota průtoků pro velmi suchý rok (pravděpodobnost překročení 80 %) z čáry překroční ročních průtoků

koeficient variace C_v

$$C_v = \frac{1.06}{q_a^{0.596}} + 0,0384 \cdot \log \frac{1270}{P_p}$$

$$C_v = 0.690$$

koeficient asymetrie C_s

$$C_s = 2 \cdot C_v$$

$$C_s = 1.4$$

3.4. Čára překročení průtoků pro velmi suchý rok (pravděpodobnost překročení 80 %) (dle C_s z tabulek Foster - Rybkin)

P [%]	φ [-]	$Q_{r,i}$ [$m^3 \cdot s^{-1}$]
0.1	5.09	0.024
1.0	3.27	0.017
5.0	1.95	0.012
10.0	1.34	0.010
20.0	0.71	0.008
50.0	-0.22	0.004
80.0	-0.81	0.002
90.0	-1.04	0.001
95.0	-1.17	0.001
99.0	-1.32	0.000
99.9	-1.39	0.000
100.0	-1.43	0.000



3.4. Objem vody přitéklé do nádrže v suchém roce

$$V_{r,80} = Q_{r,80} \cdot t \quad t = 32\,140\,800 \quad [\text{s}]$$

$$V_{r,80} = 75\,076 \quad [\text{m}^3]$$

4. MĚSÍČNÍ BILANCE

4.1. Průměrné měsíční přítoky ($V_{m,p}$)
(přítok do nádrže pro suchý rok)

měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$V_{m,p}$	7.5	7.5	8.5	10.5	15.0	16.0	7.5	5.0	6.5	5.0	4.5	6.5
$[\text{m}^3]$	5 631	5 631	6 381	7 883	11 261	12 012	5 631	3 754	4 880	3 754	3 378	4 880

4.2. Průměrné měsíční výpary z volné hladiny ($V_{m,v}$)
(roční výpar $H_v = 750$ mm)

měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$V_{m,v}$	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	6.0	11.0	14.5	18.0	17.0	11.5	7.0
$[\text{m}^3]$	501	376	251	251	501	752	1 378	1 816	2 255	2 129	1 440	877

4.3. Průměrné měsíční ztráty transpirací rostlin ($V_{m,t}$)

plocha litorální zóny = 20% (z plochy při hladině stálého nadržení) → 0.33 ha
opravný součinitel = 1.055

měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$V_{m,t}$						6.0	11.0	14.5	18.0	17.0	11.5	
$[\text{m}^3]$						41	76	100	124	117	79	

4.4. Stanovení minimálního zůstatkového průtoku (V_{MZP})
dle AOPK (Agentury ochrany přírody a krajiny ČR)

$$Q_{330} = 0.00025 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \rightarrow \text{MZP} = 0.00025 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$$

měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
V_{MZP}	3E+06	3E+06	3E+06	2E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06
$[\text{m}^3]$	648	670	670	605	670	648	670	648	670	670	648	670

4.5. Stanovení průsaku hrází a průsaková křivka ($V_{\text{průsak}}$)specifický průsak

$$q = K \cdot \frac{H^2}{2 \cdot L} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}]$$

$$K = 10.0 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \dots \quad \text{hydraulická vodivost zhutněného materiálu (CL)}$$

$$L = 14.94 \text{ m} \quad \dots \quad \text{délka průsakové křivky} \quad L = \lambda \cdot H + A + B + C$$

$$\lambda = 0.44 \quad \dots \quad \lambda = \frac{m}{1 + 2 \cdot m}$$

$$m = 3.70 \quad \dots \quad \text{sklon návodního líce}$$

$$H = 3.30 \text{ m} \quad \dots \quad \text{výška vody v nádrži } H_{\text{SN}}$$

$$A = 4.79 \text{ m}$$

$$B = 5.00 \text{ m}$$

$$C = 3.7 \text{ m}$$

$$D = 176.00 \text{ m} \quad \dots \quad \text{délka hráze}$$

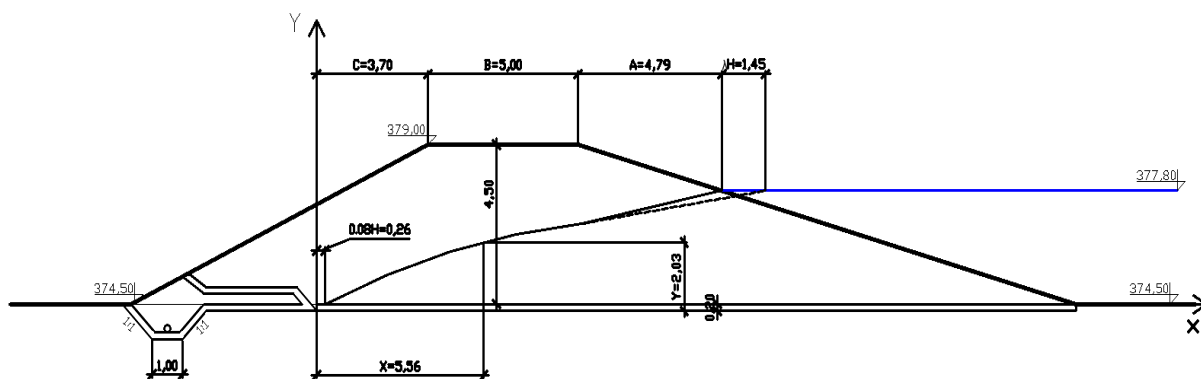
rovnice depresní křivky

$$y^2 = \frac{H^2}{L} \cdot x \quad [2]$$

CAD

$$x = 5.56$$

$$y = 2.03$$

průsaková křivkapatní drén

Řez	A	Z+1.5m=	4.3 [m]	H/3=	1 [m]
Řez	B	Z+1.5m=	5.2 [m]	H/3=	1.2 [m]
Řez	C	Z+1.5m=	5.9 [m]	H/3=	1.5 [m]
Řez	D	Z+1.5m=	5.6 [m]	H/3=	1.4 [m]
Řez	E	Z+1.5m=	4 [m]	H/3=	1 [m]

specifický průsak

$$q = 0.00000036 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}]$$

průsak hrází

$$q_q = 0.000064 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] = 0.231 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{hod}]$$

měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$V_{\text{průsak}}$ [m ³]	3E+06	3E+06	3E+06	2E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06
	166	172	172	155	172	166	172	166	172	172	166	172

4.5. CELKOVÁ MĚSÍČNÍ BILANCE

měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$V_{\text{m.p}}$	5 631	5 631	6 381	7 883	11 261	12 012	5 631	3 754	4 880	3 754	3 378	4 880
$V_{\text{m.v}}$	501	376	251	251	501	752	1 378	1 816	2 255	2 129	1 440	877
$V_{\text{m.t}}$	0	0	0	0	0	41	76	100	124	117	79	0
V_{MZP}	648	670	670	605	670	648	670	648	670	670	648	670
$V_{\text{průsak}}$	166	172	172	155	172	166	172	166	172	172	166	172
Z_m	4 315	4 414	5 290	6 873	9 919	10 405	3 336	1 024	1 660	666	1 045	3 162

5. VÝPOČET VÝPUSTNÉHO OBJEKTU

charakteristika odpadního potrubí

DN: 600 mm

plocha trubí: 0.2827 m²

rozteč česlic: 90 mm

podélný sklon: 5 %

charakteristika požeráku

typ: zavřený dvojitý zdvojený

šířka: 0.8 m

5.1 VSTUPNÍ HODNOTY PRO VÝPOČET

$h =$	0.500 m	přepadová výška	
$m =$	0.459	přepadový součinitel	
$g =$	9.81 m · s ⁻²	tíhové zrychlení	
$b_0 =$	0.8	účinná šířka přelivu	$b_0 = b - 2 \cdot K_v \cdot h$

$K_v =$	0	součinitel vtoku	$K_v = \frac{b \cdot K_{v0}}{b + h}$
$K_{v0} =$	0	součinitel vtoku pro ostrohranný přeliv	

$d =$	300 mm	průměr diafragmy
$S_d =$	0.07069 m ²	plocha diafragmy

$\mu =$	0.735	součinitel výtoku	$\mu = \frac{1}{\sqrt{(1 + \sum \xi_i)}}$
---------	-------	-------------------	---

součinitelé místních ztrát ξ_i

$\xi_1 =$	0.50	vtok ostrohranný
$\xi_2 =$	0.25	náhlé rozšíření
$\xi_3 =$	0.10	česle

5.2. 1 PROFIL ① - přepad přes dlužovou stěnu

$$Q = m \cdot b_0 \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

hladina [m n. m.]	h [m]	m	K_{v0}	K_v	b_0 [m]	Q [m ³ · s ⁻¹]
H_{sn}	377.80	0	0	0	0.800	0.000
	377.85	0.05	0.459	0	0.800	0.018
	377.90	0.10	0.432	0	0.800	0.048
	377.95	0.15	0.422	0	0.800	0.087
	378.00	0.20	0.419	0	0.800	0.133
	378.05	0.25	0.416	0	0.800	0.184
	378.10	0.30	0.414	0	0.800	0.241
	378.15	0.35	0.413	0	0.800	0.303
	378.20	0.40	0.412	0	0.800	0.369
	378.25	0.45	0.411	0	0.800	0.440
H_{MAX}	378.30	0.50	0.409	0	0.800	0.512

5.2. 2 PROFIL ② - výtok otvorem: DIAFRAGMA

$$Q = S_d \cdot \mu \cdot \sqrt{2g \cdot H}$$

hladina [m n. m.]	H [m]	S _d [m ²]	μ	Q [m ³ · s ⁻¹]	
374.50	0.00	0.071	0.735	0.000	
375.00	0.50	0.071	0.735	0.163	
375.50	1.00	0.071	0.735	0.230	
376.00	1.50	0.071	0.735	0.282	
376.50	2.00	0.071	0.735	0.326	
377.00	2.50	0.071	0.735	0.364	
377.50	3.00	0.071	0.735	0.399	
H _{sn}	377.80	3.30	0.071	0.735	0.418
	377.85	3.35	0.071	0.735	0.421
	377.90	3.40	0.071	0.735	0.424
	377.95	3.45	0.071	0.735	0.428
	378.00	3.50	0.071	0.735	0.431
	378.05	3.55	0.071	0.735	0.434
	378.10	3.60	0.071	0.735	0.437
	378.15	3.65	0.071	0.735	0.440
	378.20	3.70	0.071	0.735	0.443
	378.25	3.75	0.071	0.735	0.446
H _{MAX}	378.30	3.80	0.071	0.735	0.449

5.2. 3 PROFIL ③ - průtok odpadním potrubím

charakteristika odpadního potrubí

DN =	600 mm	průměr potrubí	
r =	0.3 m	poloměr potrubí	
n =	0.012	drsnost potrubí - Manning	materiál: beton
I =	0.050	podélný sklon potrubí	

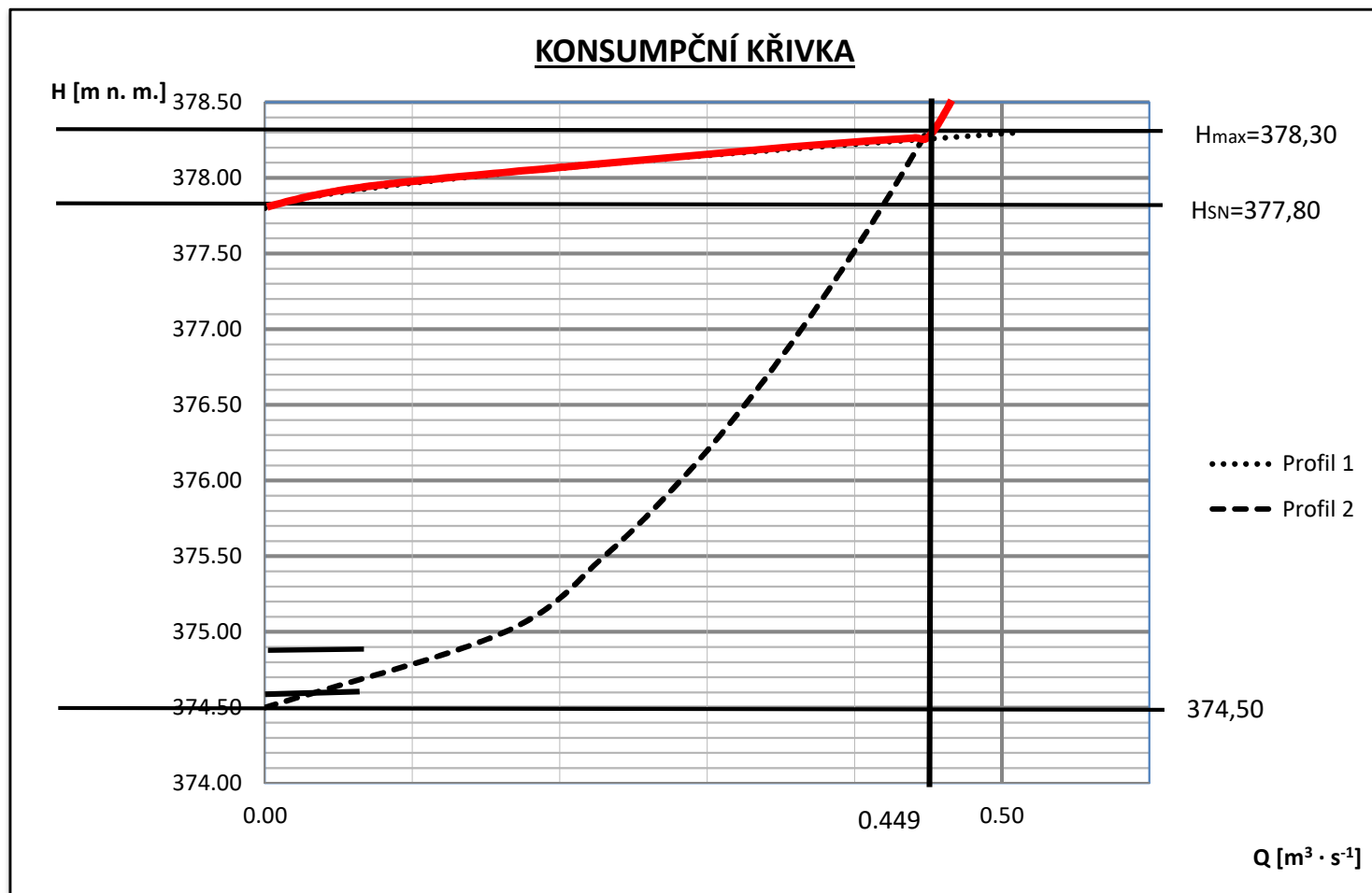
HYDRAULICKÝ VÝPOČET V DANÉM POTRUBÍ

%	ϕ [rad]	A [m ²]	O [m]	R [m]	c [m ^{1/2} · s ⁻¹]	v [m · s ⁻¹]	Q [m ³ · s ⁻¹]	Fr [-]	režim proudění	U [Pa]
1%	0.401	0.000	0.120	0.004	33.18	0.47	0.000	626	bystřinné	2.0
5%	0.902	0.005	0.271	0.020	43.25	1.35	0.007	486	bystřinné	9.6
10%	1.287	0.015	0.386	0.038	48.34	2.11	0.031	441	bystřinné	18.7
15%	1.591	0.027	0.477	0.056	51.50	2.72	0.072	421	bystřinné	27.3
20%	1.855	0.040	0.556	0.072	53.79	3.24	0.130	410	bystřinné	35.5
25%	2.094	0.055	0.628	0.088	55.57	3.69	0.204	404	bystřinné	43.2
30%	2.319	0.071	0.696	0.103	57.01	4.08	0.291	402	bystřinné	50.3
35%	2.532	0.088	0.760	0.116	58.20	4.43	0.391	402	bystřinné	56.9
40%	2.739	0.106	0.822	0.129	59.20	4.75	0.501	405	bystřinné	63.0
45%	2.941	0.123	0.882	0.140	60.04	5.02	0.620	410	bystřinné	68.6
50%	3.142	0.141	0.942	0.150	60.74	5.26	0.744	418	bystřinné	73.6
55%	3.342	0.159	1.003	0.159	61.33	5.47	0.871	428	bystřinné	78.0
60%	3.544	0.177	1.063	0.167	61.81	5.64	0.999	442	bystřinné	81.7
65%	3.751	0.195	1.125	0.173	62.20	5.78	1.125	459	bystřinné	84.8
70%	3.965	0.211	1.189	0.178	62.49	5.89	1.245	483	bystřinné	87.2
75%	4.189	0.227	1.257	0.181	62.68	5.96	1.356	514	bystřinné	88.8
80%	4.429	0.242	1.329	0.183	62.76	6.00	1.454	558	bystřinné	89.5
85%	4.692	0.256	1.408	0.182	62.73	5.98	1.533	624	bystřinné	89.3
90%	4.996	0.268	1.499	0.179	62.55	5.91	1.585	739	bystřinné	87.7
95%	5.381	0.277	1.614	0.172	62.14	5.76	1.598	1 003	bystřinné	84.3
100%	6.283	0.283	1.885	0.150	60.74	5.26	1.487	3.4E+18	bystřinné	73.6

MAXIMÁLNÍ PRŮTOK při H_{MAX}

69.6%	3.949	0.210	1.185	0.177	62.47	5.88	1.237	481	bystřinné	87.0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-----	-----------	------

5.II KONSUMPČNÍ KŘIVKA - GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ



6. BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV

6.I DÉLKA PŘELIVNÉ HRANY

Vstupní údaje:

návrhový průtok Q_{100} (dle ČHMÚ)

$$Q_{100} = 7 \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] = Q_N$$

účinná délka přelivné hrany

$$b_0 = 7.56 \text{ m}$$

$$b_0 = \frac{Q_N}{m \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}}$$

$\mu =$	0.700	.....	přepadový součinitel μ
$h =$	0.500 m	.....	přepadová výška
$m =$	0.467	.....	přepadový součinitel

délka přelivné hrany

$$b = 7.62 \text{ m}$$

$$b = b_0 + n \cdot K_{p0} \cdot h$$

$n =$	2	.....	počet kontrakcí
$K_{p0} =$	0.055	.....	součinitel tvaru pilířů

NAVRŽENO: $b = 7.7 \text{ m}$

6.II SPADIŠTĚ

NAVRŽENÁ šířka spadiště

$$b_{sp} = 2.5 \text{ m}$$

hloubka spadiště

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

$$h_k = \sqrt[3]{\left(\frac{\alpha \cdot Q_N^2}{g \cdot b_{sp}^2}\right)}$$

$$h_k = 0.89775 \text{ m}$$

$$h_{sp, \min} = 1.7955 \text{ m}$$

$$\text{NAVRŽENO } h_{sp} = 2.9 \text{ m}$$

sklon spadiště $i = 5\%$

kapacita spadiště: $\min = 2 \cdot Q_N$

A	O	R	c	v	Q
[m ²]	[m]	[m]	[m ^{1/2} · s ⁻¹]	[m · s ⁻¹]	[m ³ · s ⁻¹]
7.250	8.300	0.873	27.93	5.84	42.3

$$Q \geq 2 \cdot Q_N$$

VYHOVUJE

6.III SKLUZ

sklon skluzu:

Hodnoty při kritické hloubce			
A_k [m ²]	O_k [m]	R_k [m]	c_k [m ^{1/2} · s ⁻¹]
2.244	4.296	0.522	52.79

$$i_{\text{krit}} = \frac{g \cdot O_k}{\alpha \cdot C_k^2 \cdot b_{\text{sp}}}$$

$$i_{\text{krit}} = 0.00576$$

NAVRŽENO:	$i_{\text{skluzu}} = 5\%$
-----------	---------------------------

$$i_{\text{skluzu}} \geq i_{\text{krit}}$$

VYHOVUJE

hloubka skluzu:

$$\text{hloubka min } 1,8 \cdot h_k = 1.616 \text{ m}$$

NAVRŽENO:	2.900 m
-----------	---------

$$h_{\text{skluz}} \geq 1,8 \cdot h_k$$

VYHOVUJE

kapacita skluzu:

$$\text{kapacita min } 2 \cdot Q_N = 14.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

A_{skluz} [m ²]	O_{skluz} [m]	R_{skluz} [m]	c_{skluz} [m ^{1/2} · s ⁻¹]	V_{skluz} [m · s ⁻¹]	Q_{skluz} [m ³ · s ⁻¹]
7.250	8.300	0.873	27.93	5.84	42.3

$$Q_{\text{skluz}} \geq 2 \cdot Q_N$$

VYHOVUJE

6.IV NÁVRH DRNOSTI ODPADNÍHO KORYTA

Bezvývarové tlumení energie - umělá drsnost koryta

Rozměr koryta:

bdno=	2.5 m	...šířka
b=	6.5 m	...šířka
sklon=	1:2	
h=	1 m	... hloubka
A=	4.5 m	... plocha koryta
O=	6.0 m	... omočený obvod
R=	1.3 m	... hydraulický poloměr
n=	0.03	... drsnost
C=	31.77	... chézyho součinitel
Q=	16.2 m ³ · s ⁻¹	$Q \geq Q_{100}$... kapacita koryta

stabilita úseku se zvýšenou drsností

$$q_{\max} = \left(1,2 + \frac{0,064}{J_d} \right) \sqrt{g} \cdot A^{1,5}$$

J_d= 0.05 - ... sklon dna
 A= 1 m ... největší rozměr charakteristického balvanu
 L= 15 m ... délka

$$v_{\max} = 6,235 \cdot \sqrt{A} \quad \dots \text{ maximální přípustná středná profilová rychlost dle Knausse}$$

v_{max}= 6.235 m · s⁻¹
 v= 5.84 m · s⁻¹ ... rychlost
 m= 350 kg ... hmotnost kamene

q_{max} ≥ q VYHOVUJE

q_{max}= 7.77 m³ · s⁻¹
 q= 7 m³ · s⁻¹

v_{max} ≥ v VYHOVUJE

v= 5.84 m · s⁻¹
 v_{max}= 6.235 m · s⁻¹

P2 Fotodokumentace



Obr. 1 Pohled směrem k městysu Mohelno (jihovýchod)



Obr. 2 Pohled směrem od městysu Mohelno (severozápad)



Obr. 3 Pohled směrem severovýchod



Obr. 4 Pohled směrem jihozápad

P3 Inženýrsko-geologický průzkum

