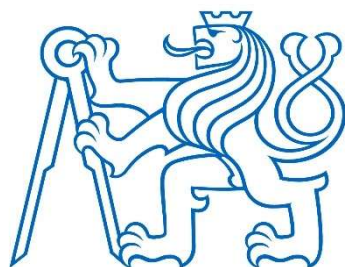


České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studie rekonstrukce vodní nádrže na Petkovském potoce
v Dlouhé Lhotě (Okr. Mladá Boleslav)

Vedoucí bakalářské práce: Ing Václav David, PhD.

Květen 2017

Štefan Ambrozi



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ambrozi Jméno: Štefan Osobní číslo: 395632
Zadávací katedra: Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství (K143)
Studijní program: (B3651) Stavební inženýrství
Studijní obor: (3647R015) Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Studie rekonstrukce vodní nádrže na Petkovském potoce v Dlouhé Lhotě (okr. Mladá Boleslav)

Název bakalářské práce anglicky: Study of the reconstruction of water reservoir on Petkovský stream in Dlouhá Lhota (distr. Mladá Boleslav)

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte studii rekonstrukce malé vodní nádrže v obci Dlouhá Lhota v okrese Mladá Boleslav. V rámci studie se zaměřte jednak na technický stav nádrže a jejích objektů a jednak na její odbahnění. Návrh rekonstrukce bude obsahovat textovou část podrobně popisující navrhované úpravy a výkresovou dokumentaci. Pro potřeby návrhu zpracujte veškeré potřebné výpočty. V rámci návrhu odbahnění proveďte psouzení možností nakládání s vytěženým sedimentem.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže

Vyhláška 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

Vyhláška 257/2009 Sb. o používání sedimentů na zemědělské půdě

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Václav David, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 27.2.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018

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

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

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

.....

Místo zpracování, datum

.....

Štefan Ambrozi

Poděkování:

Rád bych poděkoval panu Ing. Václavu Davidovi, Ph.D. za odborné rady a pozitivní přístup při vedení mé práce. Dále děkuji panu starostovi obce Dlouhá Lhota za jeho pomoc při terénním průzkumu a vysvětlení místní problematiky.

Abstrakt a klíčová slova

Cílem této bakalářské práce je provést rekonstrukci malé vodní nádrže v obci Dlouhá Lhota na Mladoboleslavsku. V práci je nejprve zdokumentován současný stav nádrže a pojmenovány zjištěné technické problémy. Dále je proveden návrh rekonstrukce, který spočívá v odtěžení sedimentu a následném návrhu přestavby celé nádrže a všech jejích částí.

Klíčová slova: malá vodní nádrž, rybník, Dlouhá Lhota, Petkovský potok, rekonstrukce, odbahnění

Abstract and key words

The objective of this bachelor thesis is the reconstruction of water reservoir in Dlouhá Lhota, distr. Mladá Boleslav. At first, the current condition is documented and problems are identified, then a reconstruction is designed. The reconstruction consists of sediment removal and an actual reconstruction of the reservoir and all of its parts.

Key words: small water reservoir, pond, Dlouhá Lhota, Petkovský stream, reconstruction, sediment removal

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	CÍLE PRÁCE	3
3	REŠERŠE.....	3
3.1	MALÉ VODNÍ NÁDRŽE.....	3
3.1.A	ROZDĚLENÍ MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ DLE ČSN 75 2410:.....	3
	<i>a) Zásobní nádrže</i>	<i>3</i>
	<i>b) Ochranné (retenční) nádrže</i>	<i>3</i>
	<i>c) Nádrže upravující vlastnosti vody (čisticí nádrže)</i>	<i>3</i>
	<i>d) Rybochovné nádrže.....</i>	<i>4</i>
	<i>e) Hospodářské nádrže.....</i>	<i>4</i>
	<i>f) Speciální účelové nádrže</i>	<i>4</i>
	<i>g) Asanační nádrže.....</i>	<i>4</i>
	<i>h) Rekreační nádrže.....</i>	<i>4</i>
	<i>i) Krajinnotvorné nádrže a nádrže v obytné zástavbě</i>	<i>4</i>
	<i>j) Nádrže na ochranu bioty.....</i>	<i>4</i>
3.1.B	SOUČASNÉ PROBLÉMY MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ	4
	<i>a) Problémy vodohospodářské.....</i>	<i>4</i>
	<i>b) Problémy technické</i>	<i>5</i>
	<i>c) Problémy ekologické</i>	<i>5</i>
	<i>d) Problémy ekonomické.....</i>	<i>6</i>
3.2	ODBAHNĚNÍ	6
3.2.A	ULOŽENÍ SEDIMENTU NA ZEMĚDĚLSKOU PŮDU	6
3.2.B	VYUŽITÍ SEDIMENTU K TERÉNNÍM ÚPRAVÁM	7
4	POPIS ŘEŠENÉ LOKALITY	8
4.1	ŠIRŠÍ VZTAHY	8
4.2	SOUČASNÝ STAV STAVEBNÍHO POZEMKU, TERÉNNÍ PRŮZKUM	9
4.3	GEOLOGICKÉ POMĚRY	13
4.4	HYDROLOGICKÉ ÚDAJE	13
4.5	GEODETIKÉ ZAMĚŘENÍ.....	15
5	NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ	15

5.1	ODBAHNĚNÍ	16
5.1.A	MNOŽSTVÍ SEDIMENTU	16
5.1.B	ULOŽENÍ SEDIMENTU	16
5.1.C	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ ODBAHNĚNÍ	17
5.2	REKONSTRUKCE.....	18
5.2.A	TĚLESO HRÁZE	18
5.2.B	PROSTOR NÁDRŽE	21
5.2.C	SPODNÍ VÝPUST.....	22
5.2.D	BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV	24
5.2.E	ODPADNÍ KORYTO	25
6	ZÁVĚR.....	28
7	SEZNAM OBRÁZKŮ	29
8	SEZNAM TABULEK	30
9	SEZNAM DOKUMENTACE	30
10	POUŽITÉ ZDROJE.....	31

1 Úvod

Předmětem této bakalářské práce je studie rekonstrukce obecního rybníka v obci Dlouhá Lhota u Mladé Boleslavi. Obec Dlouhá Lhota vlastní celkem tři malé nepojmenované rybníky, které jsou dlouhodobě ve špatném technickém stavu. Obec se chystá provést jejich kompletní rekonstrukci. Tato studie se zabývá pouze jednou nádrží, a to tou nejvíce poničenou.

2 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je provést analýzu stávajícího stavu malé vodní nádrže, určit nejzávažnější problémy a navrhnout optimální řešení. Předpokládá se, že bude zapotřebí odtěžit z nádrže sediment, vybudovat nové provozní objekty a obnovit hráz. Celý technický návrh by měl být v souladu se současnými trendy ve vodním hospodářství, a měl zapadat do okolní krajiny.

3 Rešerše

3.1 Malé vodní nádrže

Za malou vodní nádrž je dle normy ČSN 75 2410 považována každá vodní nádrž se sypanou hrází, která nemá objem ovladatelného prostoru větší než 2 mil m³. Zároveň úroveň hladiny v nejhlubším místě nádrže nesmí přesahovat 9 m. Pro nádrže o objemu do 5 000 m³ se normu doporučuje využít přiměřeně s přihlédnutím k místním podmínkám. [8] U řešené nádrže v Dlouhé Lhotě se nepředpokládá, že tuto hranici překročí. Návrh bude i přesto vycházet především z této normy.

Při návrhu malé vodní nádrže musí být stanoven zejména její účel a funkce. Nádrž by měla být víceúčelová a měla by kladně působit na životní prostředí v jejím okolí. Měla by být bezpečná a spolehlivá, být v souladu s územně plánovací dokumentací a měla by zapadat do rázu okolní krajiny. [8]

3.1.a Rozdělení malých vodních nádrží dle ČSN 75 2410:

a) Zásobní nádrže

Zásobní nádrže mají za úkol akumulovat vodu v období zvýšeného přítoku, a tuto vodu poté poskytovat v období kdy je jí nedostatek. Patří sem zejména nádrže vodárenské, ale i závlahové, průmyslové či nádrže k zadržení vody pro provoz vodních elektráren. [8]

b) Ochranné (retenční) nádrže

Tento typ nádrží slouží zejména k protipovodňové ochraně a transformaci povodňové vlny. V období zvýšených průtoků zadržují vodu ve svém retenčním prostoru, a tím ochraňují území pod hrází. [8]

c) Nádrže upravující vlastnosti vody (čistící nádrže)

Tyto nádrže slouží k řízené úpravě, čištění a ke změně fyzikálních či chemických vlastností vody. Patří sem nádrže chladicí, předehřívací, usazovací, aerobní, anaerobní a dočišťovací. [8]

d) Rybochovné nádrže

Jak název napovídá, tyto nádrže slouží k chovu ryb. Existují různé typy rybochovných nádrží, sloužící například k rozmnožování ryb, jejich odchovu, přezimování a jiné. [8]

e) Hospodářské nádrže

Jedná se o nádrže s konkrétní hospodářskou funkcí. Jsou to například nádrže požární, nádrže pro chov vodní drůbeže či pěstování vodních rostlin, nádrže pro napájení a plavení hospodářských zvířat či nádrže výtopové sloužící k závlaze luk, rýžovišť apod. [8]

f) Speciální účelové nádrže

Tyto nádrže mají konkrétní provozní funkci. Jedná se například o nádrže recirkulační, vyrovnávací, přečerpávací či rozdělovací. [8]

g) Asanační nádrže

Asanační nádrže slouží k zachycení a uskladnění látek, které zejména lidskou činností vnikly do životního prostředí a poškozují ho. [8]

h) Rekreační nádrže

Nádrže rekreační se dělí na přírodní koupaliště a nádrže pro plavání a vodní sporty. Slouží lidem jak ke sportovnímu využití, tak k odpočinku a rekreaci. [8]

i) Krajinotvorné nádrže a nádrže v obytné zástavbě

Jedná se o nádrže, které mají za úkol zlepšit ekologickou a estetickou funkci krajiny. [8]

j) Nádrže na ochranu bioty

Tento typ nádrží slouží k ochraně živých organismů, a to jak flóry, tak fauny. [8]

3.1.b Současné problémy malých vodních nádrží

Současný stav malých vodních nádrží na území České republiky není příliš uspokojivý. Toto je dáno zejména nezájmem o jejich údržbu a nízkými finančními prostředky pro tento účel vyhrazenými. Při hledání řešení problematiky malých vodních nádrží nepostačí věnovat se pouze konkrétním problémům jednotlivých nádrží, ale je třeba pohlížet na povodí jako celek, a zvážit veškeré vazby a interakce. Problémy vyskytující se u malých vodních nádrží lze rozdělit do několika kategorií. [9]

a) Problémy vodohospodářské

Velkým vodohospodářským problémem malých vodních nádrží je jejich zanášení sedimentem. To je způsobeno zejména erozními procesy na zemědělské půdě v povodí nádrže. Velkoplošným pěstováním erozně náchylných plodin dochází k nárůstu erozních procesů a transportu nerozpuštěných a rozpuštěných látek povrchovými toky. Částice půdy unášené tokem se poté v nádržích usazují. To má negativní vliv jak na samotnou nádrž, tak na kvalitu vody. [9]

Sedimenty obsahují velké množství živin a v některých případech i těžké kovy, které se mohou dále uvolňovat do toku. Zanášením dna vodní nádrže dochází ke zmenšování využitelného prostoru nádrže, při poklesu vody pak mohou být plochy sedimentu obnaženy a zarůst vegetací. Opětovný rozklad této vegetace v nádrži způsobí kyslíkové problémy a další uvolňování živin do vody. Nádrž také může zarůst vlhkomilnými rostlinami, což vede k dalšímu snižování zásobního objemu. Podle mocnosti sedimentu lze nádrže rozdělit do tří kategorií naléhavosti potřeby jeho odtěžení. [9]

Tab. č. 1 – skupiny naléhavosti odtěžení sedimentu [9]

Skupina	mocnost [cm]	závažnost
1.	do 20 cm	v současné době nepředstavuje významný problém
2.	20 až 40 cm	nutnost těžby v období příštích 7 až 15 let
3.	nad 40 cm	nutnost okamžité těžby

b) Problémy technické

Technické problémy se v případě malých vodních nádrží týkají zejména hrází a funkčních objektů. Nejčastěji se vyskytující závady jsou především [9]:

- Špatný stav výpustného zařízení
- Neudržovaná vegetace
- Zamokření prostoru pod hrází
- Špatný technický stav přelivu
- Deformace povrchu hráze
- Porušené opevnění hráze
- Kaverny v tělese hráze
- Vývěry vody
- Omezená průjezdnost

c) Problémy ekologické

Hlavními problémy, co se ekologie týče, jsou u malých vodních nádrží především kvalita vody, jakost sedimentu vzhledem k jeho dalšímu využití, ochrana flory fauny a ekosystémů. [9]

Kvalita vody v nádrži je velmi úzce spjatá s celým povodím. Plošné i bodové zdroje, které se v něm vyskytují ji mohou velmi negativně ovlivnit. Mezi hlavní plošné zdroje znečištění se řadí především zemědělská výroba a přenos látek z atmosféry na zemský povrch, jak suchou, tak mokrou cestou. V případě zemědělské výroby dochází k transportu nerozpuštěných látek, ale i fosforu a dusíku, které způsobují eutrofizaci. Eutrofizace je nárůst mikroflóry v nádrži, její následný úhyn a anaerobní rozklad na dně nádrže. To má za následek zhoršení kvality vody. Sedimenty usazené v nádrži mohou obsahovat těžké kovy, které se pak uvolňují zpět do vody. Tím je rovněž zhoršena kvalita vody. [9]

Bodovými zdroji pak mohou být objekty živočišné výroby, skládky či lidská sídla. Na rozdíl od plošných zdrojů znečištění jsou tyto snáze identifikovatelné a řešitelné. [9]

d) Problémy ekonomické

Od problémů ekonomických se odvíjí i všechny ostatní problémy malých vodních nádrží. Pokud vlastník nemá dostatečné finanční prostředky na údržbu nádrže, bude docházet k chátrání funkčních objektů, zanášení dna i zhoršování kvality vody. Toto lze řešit v podobě národních dotací vypisovaných ministerstvem zemědělství. Malé vodní nádrže jsou předmětem dvou dotačních programů [16]:

- 129 280 „Podpora retence vody v krajině – rybníky a vodní nádrže“, který podporuje výstavbu a rekonstrukci malých vodních nádrží větších než 2 ha [16]
- 129 290 „Podpora opatření na drobných vodních tocích a malých vodních nádržích“, který se zaměřuje na drobné vodní toky malé vodní nádrže o menší rozloze [16]

3.2 Odbahnění

Se sedimentem odtěženým z nádrže je potřeba vhodně naložit. Současná česká legislativa připouští dvě varianty nakládání se sedimentem.

První možností je uložení sedimentu na zemědělskou půdu. Dle Zákona o ochraně zemědělského půdního fondu jsou za zemědělskou půdu považovány pozemky „zemědělsky obhospodařované, to je orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, trvalé travní porosty a půda, která byla a má být nadále zemědělsky obhospodařována, ale dočasně obdělávána není“. [4]

V případě, že sediment nebude uložen na zemědělsky využívané pozemky, je považován za odpad a bude s ním nakládáno dle Vyhlášky č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. [5]

3.2.a Uložení sedimentu na zemědělskou půdu

Ukládání sedimentu na zemědělskou půdu upravuje Vyhláška č. 257/2009 Sb. Jsou v ní stanoveny přesné podmínky, za jakých lze sediment na zemědělskou půdu použít. Jednou z nejdůležitějších podmínek uvedenou v této vyhlášce jsou zejména vyhovující rozborů na obsah rizikových prvků a látek jak v samotném sedimentu, tak i v zemědělské půdě na kterou má být ukládán. Jejich limitní koncentrace jsou uvedeny v příloze č. 1 této vyhlášky a jsou citovány v Tab. č. 2 a Tab. č. 3. V případě, že jsou rozborů nevyhovující, není možné sediment na zemědělskou půdu uložit, a je s ním nutno nakládat jako s odpadem dle následující kapitoly. [3]

Výčet dalších důležitých podmínek (jejich kompletní znění je uvedeno ve výše zmíněné vyhlášce) [3]:

- maximální výška vrstvy použitého sedimentu na pozemku nesmí přesáhnout hodnotu 10 cm, a zároveň jednu třetinu hloubky orniční vrstvy. Další podmínky jsou uvedeny ve zmíněné uvedené vyhlášce.
- sedimenty musí být zapraveny do půdy do deseti dnů od jejich rozprostření
- doba od posledního použití sedimentu na daný pozemek musí být delší než 10 let
- doba od posledního použití upraveného kalu na daný pozemek musí být delší než 1 rok
- rozborů sedimentů a půdy se provádějí v akreditovaných laboratořích nebo jiných odborných pracovištích
- odběry vzorků sedimentu se provádějí ze dna nádrží a provádějí je akreditovaná pracoviště

Tab. č. 2 - Limitní hodnoty rizikových prvků a rizikových látek v sedimentu v mg.kg⁻¹ sušiny [3]

Pořad. Číslo	Ukazatel	Limitní hodnoty
1	As	30
2	Be	5
3	Cd	1
4	Co	30
5	Cr	200
6	Cu	100
7	Hg ¹⁾	0.8
8	Ni	80
9	Pb	100
10	V	180
11	Zn	300
12	BTEX ²⁾	0.4
13	PAU	6
14	PCB ³⁾	0.2
15	uhlovodíky C10-C40	300
16	DDT (včetně metabolitů)	0.1

Tab. č. 3 - Limitní hodnoty rizikových prvků a rizikových látek v půdě, na kterou má být sediment použit, v mg.kg⁻¹ sušiny [3]

Textura půdy	Ukazatel													
	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg ¹⁾	Ni	Pb	V	Zn	PCB ²⁾	PAU ³⁾	
Běžné půdy ⁴⁾	20	2	0,5	30	90	60	0,3	50	60	130	120	0,02	1,0	
Lehké půdy ⁵⁾ (písky, hlinité písky, štěrkopísky)	15	1,5	0,4	20	55	45	0,3	45	55	20	105	0,02	1,0	

3.2.b Využití sedimentu k terénním úpravám

V případě, kdy sediment nevyhoví podmínkám ukládání na zemědělskou půdu, nebo pokud je dopředu stanoveno, že nebude uložen na zemědělsky využívanou půdu, je nutno postupovat dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. Tato vyhláška pohlíží na sediment jako na odpad. Je však možné jej využít k povrchovým terénním úpravám v případě, že příslušným rozborům. Prvním rozborem, který se provádí je rozbor sušiny sedimentu na obsah anorganických a organických škodlivin uvedených v Tab. č. 4. Pokud sediment rozboru vyhoví, může být využit na povrchu terénu. Pokud ale nevyhoví v nejvýše třech ukazatelích, je možné provést rozbor akutní toxicity dle Tab. č. 5. Pokud jsou požadavky tohoto rozboru splněny, může být sediment na povrchu terénu použit. Ve všech ostatních případech nelze sediment využít a jedinou možností je uložit jej na řízenou skládku odpadů. [5]

Tab. č. 4 - Požadavky na obsah škodlivin v sedimentech využívaných na povrchu terénu [5]

Ukazatel	Jednotka	Limit
As	mg/kg sušiny	30
Cd	mg/kg sušiny	2,5
Cr celk.	mg/kg sušiny	200
Hg	mg/kg sušiny	0,8
Ni	mg/kg sušiny	80
Pb	mg/kg sušiny	100
V	mg/kg sušiny	180
Cu	mg/kg sušiny	100
Zn	mg/kg sušiny	600
Co	mg/kg sušiny	30
Ba	mg/kg sušiny	600
Be	mg/kg sušiny	5
EOX	mg/kg sušiny	1
uhlovodíky C10-C40	mg/kg sušiny	300
BTEX	mg/kg sušiny	0,4
PAU	mg/kg sušiny	6
PCB	mg/kg sušiny	0,2

Tab. č. 5 - Požadavky na výsledky ekotoxikologických testů [5]

Testovaný organismus	Doba působení [hodina]	I.	II.
Ryba Poecilia reticulata, nebo Brachydanio rerio	96	ryby nesmí vykazovat v ověřovacím testu výrazné změny chování ve srovnání s kontrolními vzorky a nesmí uhynout ani jedna ryba	ryby nesmí vykazovat v ověřovacím testu výrazné změny chování ve srovnání s kontrolními vzorky a nesmí uhynout ani jedna ryba
Perloočka Daphnia magna Straus	48	procento imobilizace perlooček nesmí v ověřovacím testu přesáhnout 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky	procento imobilizace perlooček nesmí v ověřovacím testu přesáhnout 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky
Řasa Desmodesmus subspicatus nebo Pseudokirchneriella subcapitata	72	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice růstu řasy větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice nebo stimulace růstu řasy větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky
Semeno Sinapis alba	72	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice růstu kořene semene větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice nebo stimulace růstu kořene semene větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky

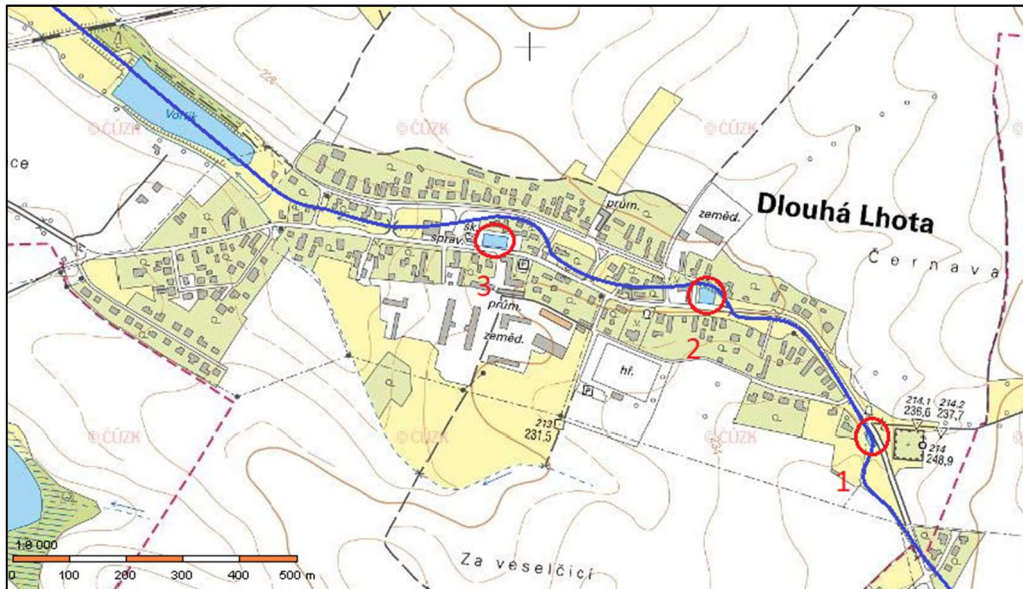
4 Popis řešené lokality

4.1 Širší vztahy

Obec Dlouhá Lhota se nachází v okrese Mladá Boleslav ve Středočeském kraji, asi 8 km východně od města Mladá Boleslav. Řešená lokalita se nachází na území katastru Dlouhá Lhota u Mladé Boleslavi

(k. ú. 626384). Rozloha celého katastru činí 5,94 mil. m². Území katastru je tvořeno převážně zemědělskými (cca 75 %) a lesními (cca 16 %) pozemky. Zastavěné území zastává cca 7 % celkového území katastru. [2]

Zastavěné území obce má protáhlý tvar a kopíruje silnici třetí třídy III/27939, podél které protéká obcí z východu na západ Petkovský potok (č.h.p 1-05-02-0932) [1]. Na tomto vodním toku se v obci nachází celkem tři nepojmenované vodní nádrže. Jejich umístění je znázorněno na Obr. č. 1. Tyto vodní nádrže jsou dlouhodobě ve špatném technickém stavu, a obec zvažuje jejich rekonstrukci. Tato studie se bude zabývat obnovou té nejvíce poničené, na obrázku označené červeným číslem 1.



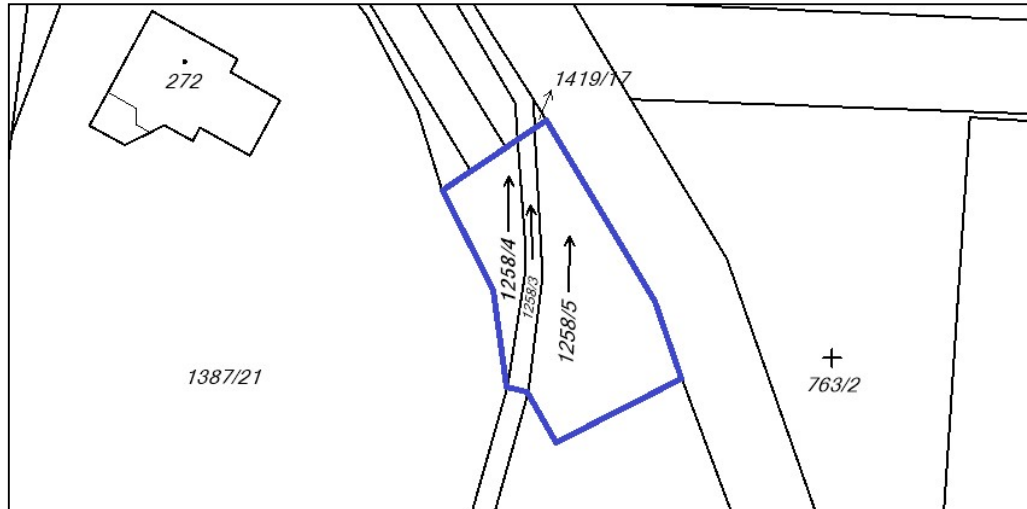
Obr. č. 1 - Umístění obecních rybníků, které má obec Dlouhá Lhota v plánu rekonstruovat [1] [2]

4.2 Současný stav stavebního pozemku, terénní průzkum

V rámci shromažďování podkladů pro tuto studii studie byl proveden terénní průzkum. Se starostou obce a místním občanem byla provedena pochůzka, pořízena fotodokumentace a zkonultován historický vývoj a současný stav nádrže.

Řešená nádrž je průtočná, a navíc se v obci nachází nejvýše na toku. Z tohoto důvodu lze předpokládat její zvýšené zanášení sedimentem. Nádrž má dnes již nefunkční betonovou hráz s bezpečnostním přelivem půlkruhového profilu (Obr. č. 3). Součástí této hráze je i výpustný objekt v podobě jednodlužového požeráku (Obr. č. 4). Dle starostových slov nebyla nádrž dlouhá léta rekonstruována. Vybudována byla v rámci takzvaných zvelebovacích akcí „Z“. Akce „Z“ byly za komunistického režimu v Československu neplacená, dobrovolná pracovní činnost obyvatel. [11] Stavby vzniklé v rámci těchto akcí mají pověst ne příliš kvalitního provedení práce. Po letech provozu nádrže se začal sesouvat její pravý břeh, a tak ho obec nechala zpevnit. To bylo provedeno vytvořením opěrné zdi z železobetonových panelů, zapřených o železobetonové sloupy, které dle starostových slov sloužily k výstavbě panelových domů (Obr. č. 6). To byla poslední úprava, která prý byla na nádrži provedena. Po letech bez údržby bylo sedimentem zaneseno výustní potrubí a vodní erozí byla porušena hráz. Její část se svalila zpět do nádrže a hladina vody tak nadobro klesla. Několik místních obyvatel pak z vlastní iniciativy svalený betonový blok opět postavilo, aby koryto alespoň částečně zahradili (Obr. č. 3). Nicméně funkce výustního objektu a hráze již nikdy nebyla obnovena. Množství sedimentu v nádrži je značné a hladina vody se dlouhodobě drží velmi nízko, nádrž tak

zarůstá vegetací (Obr. č. 7). V prostoru pod hrází se nachází dva propustky z betonových trub (Obr. č. 5). Propustek DN 600 leží na pravostranném přítoku. Nejedná se o žádný pojmenovaný vodní tok, nýbrž pouze o rigol, který zachytává vodu z místního pole. Druhý propustek DN 800 leží na Petkovském potoce a provádí jej pod mostkem k blízké nemovitosti. V prostoru pod hrází si voda našla vlastní cestu a trasu původního koryta tak lze vyhledat jen s obtížemi (Obr. č. 5). Špatný technický stav je patrný na následujících fotografiích.



Obr. č. 2 - Vyznačení pozemkových parcel řešené nádrže [2]



Obr. č. 3 – Probořená hráz



Obr. č. 4 – Výpustný objekt se zaneseným nátokem



Obr. č. 5 – Propustky pod hrází, pohled na pravostranný přítok



Obr. č. 6 – Pohled na nádrž z pravého břehu



Obr. č. 7 – Horní část nádrže, zarůstání vegetací

4.3 Geologické poměry

Řešená lokalita leží v oblasti České křídové pánve. Dle geologické mapy je podloží v místě nádrže tvořeno zejména kvartéřním sedimentem, zpevněným (vápnicí jílovce, slínovce a prachovce, podřadně vložky jílovitého vápence) i nezpevněným (písek, štěrk).[6] [7]

4.4 Hydrologické údaje

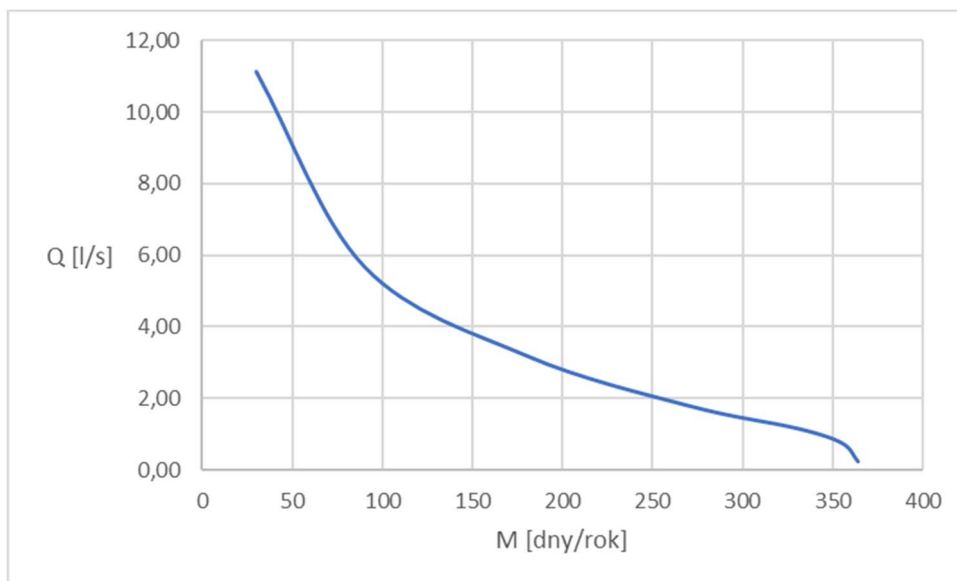
Pro účely této studie nebyla poptávána hydrologická data od ČHMU. Pro zjištění návrhových průtoků byla porovnána historická hydrologická data z okolních povodí, a sice povodí Klenice (1-02-02-102) a povodí Kněžmostka (1-05-02-075). Nejprve byly vyčísleny hodnoty M – denních a N – letých průtoků. Hodnoty porovnávaných povodí byly převzaty z publikace „Hydrologické poměry Československé socialistické republiky díl III“ [6] Návrhové průtoky Petkovského potoka byly vypočteny trojčlenkou, porovnáním návrhových průtoků okolních toků s plochou povodí.

Tab. č. 6 – M – denní průtoky [6]

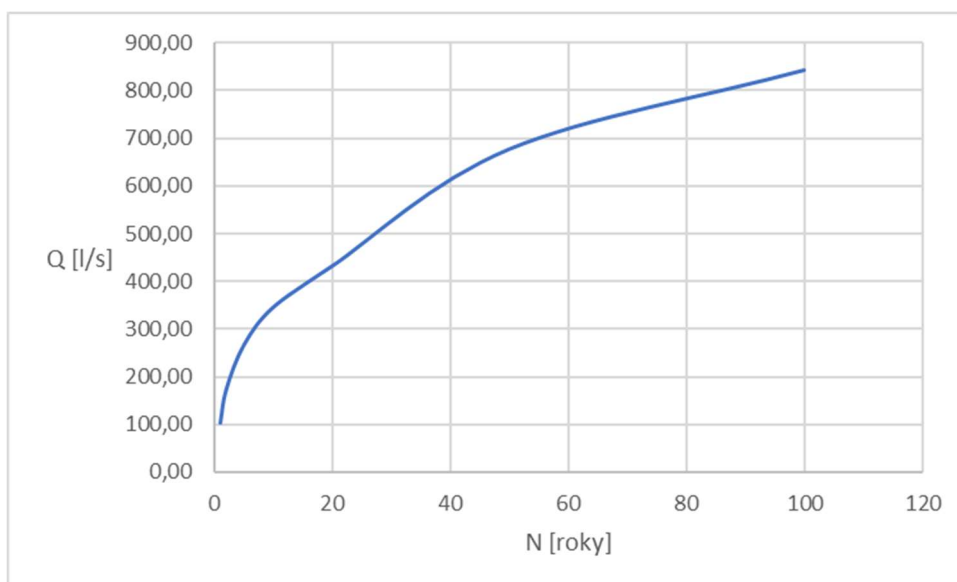
	A [km ²]	M - denní průtoky [l/s]						
		30	90	180	270	330	355	364
Klenice	169,64	1020	520	290	170	100	70	20
Kněžmostka	72,96	450	230	130	70	50	30	10
Petkovský potok	1,83	11,15	5,69	3,19	1,79	1,17	0,75	0,23

Tab. č. 7 – N – leté průtoky [6]

	A [km ²]	N - leté průtoky [l/s]						
		1	2	5	10	20	50	100
Klenice	169,64	10000	16000	24000	34000	43000	72000	91000
Kněžmostka	72,96	4000	7000	11000	13000	16000	23000	28000
Petkovský potok	1,83	104,10	174,09	267,40	346,42	432,59	676,80	841,98



Obr. č. 8 – Křivka M – denních průtoků Petkovského potoka



Obr. č. 9 – Křivka N – letých průtoků Petkovského potoka

Pro návrh malé vodní nádrže jsou prakticky nejdůležitější tři hodnoty. První z nich je průtok Q_{100} na který se navrhuje bezpečnostní přeliv [8]. Dále průměrný roční průtok Q_a . Jeho hodnoty jsou pro vybrané profily rovněž uvedeny v publikaci „Hydrologické poměry Československé socialistické republiky díl III“ [6], a byl stanoven obdobně jako N – leté a M – denní průtoky. Nakonec je potřeba stanovit minimální zůstatkový průtok. To je průtok, který slouží k zachování základních vodohospodářských a ekologických funkcí vodních toků v úsecích pod vodohospodářskými díly a pod odběry vody a určuje se dle současné metodiky Ministerstva životního prostředí. [15]. Ta stanovuje minimální zůstatkový průtok na základě hodnoty Q_{355d} . V našem případě je $Q_{35} = 0,75 \text{ l/s}$. Pro případy, kdy je Q_{355d} nižší než 50 l/s , což je náš případ, je minimální zůstatkový průtok roven hodnotě Q_{330d} . Hodnotu Q_{330d} vyčíslíme na základě křivky M – denních průtoků. Potřebné hodnoty jsou stanoveny níže.

$$Q_{100} = 841,98 \text{ l/s}$$

$$Q_a = 4,76 \text{ l/s}$$

$$Q_{330} = 1,2 \text{ l/s}$$

4.5 Geodetické zaměření

Vzhledem k tomu, že má obec reálný záměr řešenou nádrž rekonstruovat, máme k dispozici její geodetické zaměření. Toto zaměření bude sloužit jako podklad pro celkový technický návrh přestavby nádrže a pro stanovení množství sedimentu.

Rozsah geodetického zaměření:

- Zaměření prostoru nádrže
- Zaměření výpustného objektu
- Zaměření hráze, prostoru pod hrází a bezpečnostního přelivu
- Zaměření dotčeného území v okolí nádrže
- Zaměření koryta toku 30 m pod a nad nádrží, 2 m za hranici břehové hrany
- Zaměření dřevin a hranic kultur
- Stanovení mocnosti sedimentu, do situace je zakreslena předpokládaná kóta dna a kóta povrchu sedimentu (v totožném místě, kde byla provedena sonda, bude zaměřen povrch sedimentu)

5 Navrhované řešení

Z nashromážděných podkladů, zejména z terénního průzkumu lokality jednoznačně vyplývá nutnost rekonstrukce celé nádrže. Hlavními nedostatky, které byly zjištěny, a které si tato studie dává za úkol odstranit jsou následující:

- Dno nádrže zanesené vrstvou sedimentu
- Zničená hráz a bezpečnostní přeliv
- Nefunkční výpustný objekt
- Nevhodně řešená opěrná zeď v blízkosti komunikace
- Nestabilní koryto v prostoru pod hrází

Odtěžení sedimentu bude řešeno v samostatném stavebním objektu. K vyřešení konstrukčních nedostatků bude proveden samostatný návrh rekonstrukce nádrže. Stávající nefunkční provozní objekty budou kompletně odstraněny. Bude vybudována nová sypaná zemní hráz opatřená čelním bezpečnostním přelivem a spodní výpustí v podobě požeráku. Stávající opěrná zeď bude odstraněna a bude nahrazena novou, železobetonovou opěrnou stěnou. V prostoru pod hrází bude vytvářeno nové odpadní koryto, které bude napojeno na stávající propustek, který se nachází pod hrází.

5.1 Odbahnění

5.1.a Množství sedimentu

Na Obr. č. 10 je vidět výstup geodetického zaměření. V jednotlivých bodech nádrže byly provedeny sondy, a byla změřena jak kóta rostlého dna (černě), tak i kóta povrchu sedimentu (červeně). Rozdíl mezi těmito dvěma hodnotami udává skutečnou tloušťku sedimentu v měřeném bodě. Z naměřených bodů byl geodetem vytvořen digitální model, a jeho pomocí pak stanoveno celkové množství sedimentu. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny níže.

$$A = 322 \text{ m}^2$$

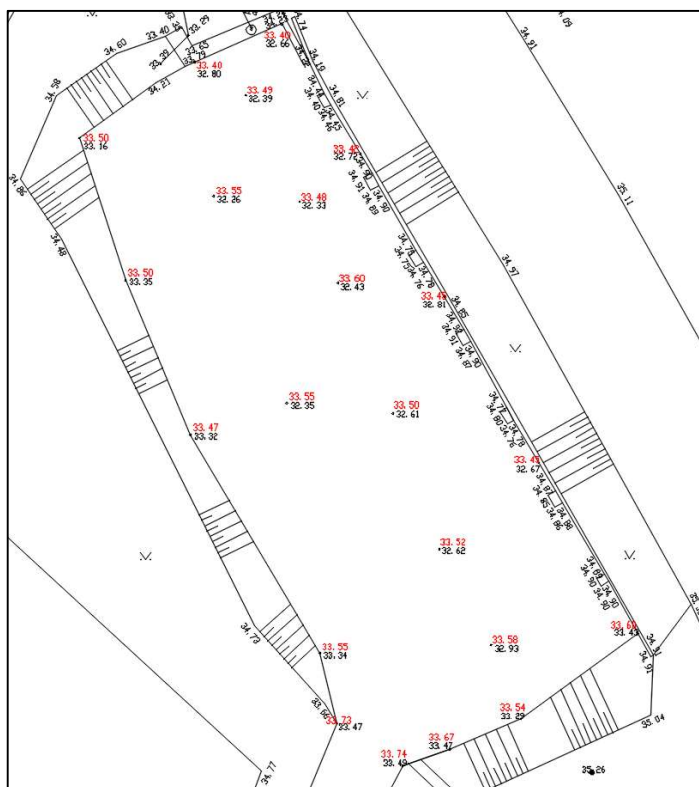
...celková plocha modelu

$$V = 208 \text{ m}^3$$

...celkový objem sedimentu

$$H = \frac{V}{A} = \frac{208}{322} = 0,65 \text{ m}$$

...výpočet průměrné hloubky sedimentu v nádrži



Obr. č. 10 – Zaměření mocnosti sedimentu

V nádrži se tedy nachází průměrně 65 cm sedimentu. Dle Tab. č. 1 uvedené v kapitole č. 3.1.b tedy nádrž spadá do třetí skupiny nálehavosti odtěžení sedimentu, a je potřeba její urychlené odbahnění.

5.1.b Uložení sedimentu

Obec Dlouhá Lhota určila pro uložení sedimentu pozemkovou parcelu č. 243/1 o celkové výměře 1,94 ha [2]. Tato parcela je ve vlastnictví obce. V katastru nemovitostí je vedena jako trvalý travní porost, a ten je dle zákona považován za zemědělskou půdu [4]. Rozbor rybníčního sedimentu je tedy potřeba udělat dle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 257/209 Sb. Zároveň je pak potřeba provést rozbor zemědělské půdy na

dotčených pozemcích, a to dle přílohy č. 3 k vyhlášce č. 257/2009 Sb. [3] Příslušné rozborů si obec již nechala zpracovat akreditovanou chemickou laboratoří, a jejich výsledky vyhovují ve všech sledovaných veličinách. Z toho vyplývá, sediment lze na zemědělskou půdu uložit.

Dle veřejného registru půdy je stanovený pozemek součástí jednoho půdního bloku č. 3104-0, jehož celková plocha je 1,22 ha [10]. Hranice parcel katastru nemovitostí ale zdaleka neodpovídají hranicím půdního bloku. Je tedy potřeba najít průnik těchto dvou oblastí, aby bylo možno stanovit oblast pro uložení sedimentu. Na Obr. č. 11 je tato plocha vyznačena. Fialovou barvou jsou ohraničeny pozemkové parcely a zeleně půdní bloky. Výsledná oblast je ohraničena červeně a má plochu 1,15 ha. Maximální povolená tloušťka vrstvy sedimentu uloženého na zemědělskou půdu je 10 cm [3]. Maximální množství sedimentu, které lze na pozemek uložit je tedy 1 150 m³ a je stanoveno následujícím výpočtem.

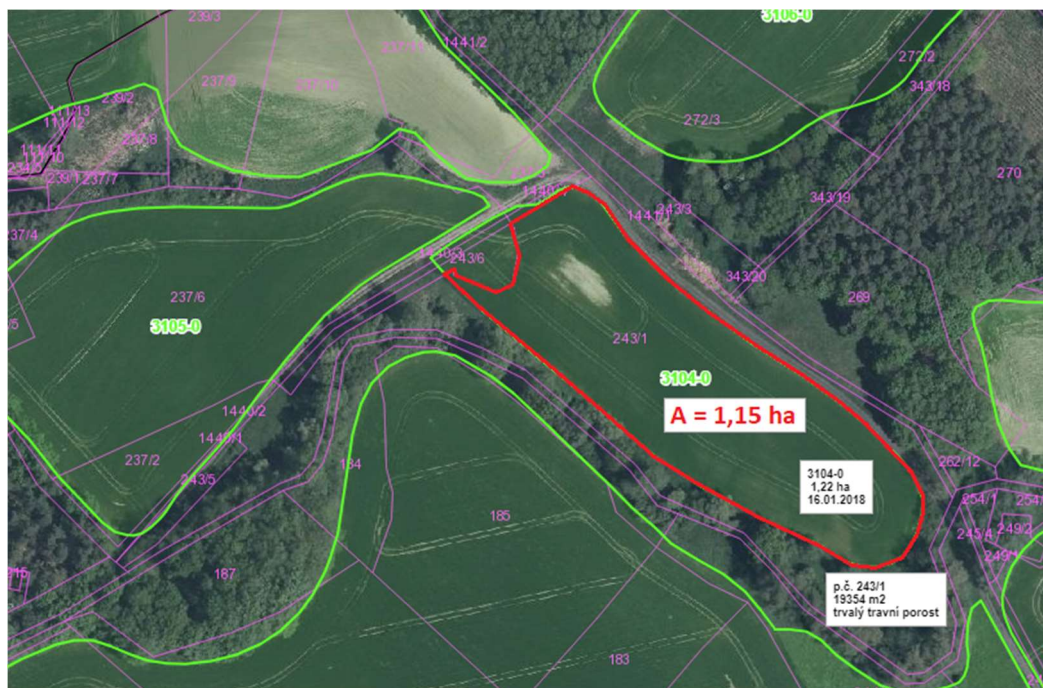
$$A = 1,15 \text{ ha} = 11\,500 \text{ m}^2 \quad \dots \text{využitelná plocha uložště sedimentu}$$

$$H_{max} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \quad \dots \text{maximální povolená tloušťka vrstvy sedimentu}$$

$$V_{max} = A \times H_{max}$$

$$V_{max} = 11\,500 \times 0,1 = 1\,150 \text{ m}^3 \quad \dots \text{maximální množství sedimentu, které lze na pozemek uložit}$$

Výsledná hodnota zdaleka převyšuje celkové zjištěné množství sedimentu v nádrži, které bylo stanoveno v kapitole č. 5.1.a a je rovna hodnotě 208 m³. Lze tedy říct, že plocha pozemku je postačující a sediment bude pravděpodobně uložen pouze na jeho část.



Obr. č. 11 – Stanovení oblasti pro uložení sedimentu [10]

5.1.c Technické řešení odbahnění

Sediment bude odtěžen z celé nádrže a odvezen na pozemek číslo 243/1. k.ú. Dlouhá Lhota u Mladé Boleslavi. Trasa přepravy bude vedena po silnici III/27939 která obec protíná. Poté v krátkém úseku povede

po místních komunikacích v obci, a nakonec polní cestou k místě uložení. Celková délka trasy je 1,84 km. Doprava sedimentu bude zajištěna nákladními vozy. V zastavěném území obce bude při této přepravě dbáno na bezpečnost a pořádek. Při zvýšené míře ušpinění komunikace bude proveden její vyčištění tlakovou vodou bude zapraven do půdy.

Před zahájením těžebních prací bude nádrž vypuštěna rozebráním zbytků probořené betonové hráze. Po vypuštění rybníka bude ve dně vybudována stavební rýha pro odvod povrchových vod a odvodnění sedimentu. Před umístěním nového výpustného potrubí bude voda odtékat po stávající trase, skrz prostor probořené hráze. Odtěžení sedimentu bude probíhat suchou cestou s použitím strojů pro zemní práce. Těžba sedimentu nesmí být hlubší, než byla původní niveleta dna. Je doporučeno ponechat na dně vrstvu o tloušťce 10–15 cm pro zajištění nepropustnosti podloží [8]. V případě řešené nádrže nebude toto doporučení dodrženo, neboť zaměřená úroveň dna v nádrži je nižší než úroveň koryta pod ní. V rámci rekonstrukce celé nádrže se předpokládá s dotvarováním dna tak, aby byl zajištěn odtok vody z celé nádrže.

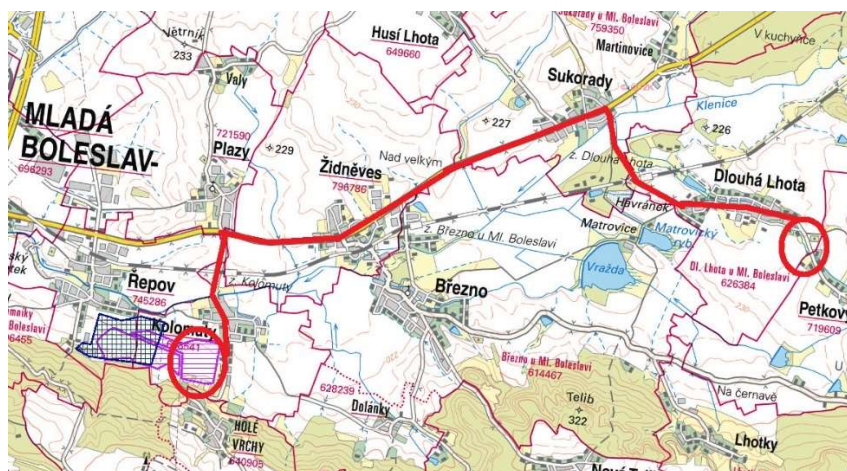
Do úrovně dna nádrže bude vytvořen dočasný sjezd. V místě sjezdu bude terén upraven v pozvolném sklonu a osazen betonovými panely, které budou podsypány štěrkem. Sediment bude převážěn na určený pozemek bez vytváření mezideponie.

Sediment bude po daném pozemku rovnoměrně rozprostřen v maximální výšce vrstvy 10 cm. Sediment bude zapraven do půdy do deseti dnů od jeho rozprostření. Na určeném pozemku je vymezena dostatečně velká plocha (viz výkresová dokumentace).

5.2 Rekonstrukce

5.2.a Těleso hráze

Hráz bude řešena jako homogenní sypaná. I přesto, že se jedná o rekonstrukci stávajícího vodního díla, bude zapotřebí dosypat určité množství materiálu. Hráz bude nasypána z jílu se střední plasticitou, který je k výstavbě hráze vhodným materiálem. [8]. Vzhledem k tomu, že v řešené lokalitě nebylo nalezeno vhodné místo pro těžbu materiálu, bude materiál dovezen ze zemníku vzdáleného asi 10 km od místa stavby, v obci Řepov vzdálené 9,3 km východně na Mladou Boleslav. Umístění zemníku a dopravní trasa jsou znázorněna na následujícím obrázku [16].



Obr. č. 12 – Umístění zemníku [16]

Za nádrží koryto vstupuje do propustku pod příjezdovou komunikací k blízké nemovitosti. Její koruna je široká přibližně 5 m a leží ve stejné výšce jako břehy řešené nádrže. Nabízí se zde varianta nádrž rozšířit až k této komunikaci. Ta by po dosypání návodní a návětrné strany mohla sloužit jako nová hráz za předpokladu, že by byla správně utěsněna. Propustek by pak mohl sloužit jako odpadní potrubí pro spodní výpust a bezpečnostní přeliv. Problémem u této varianty však je především to, že před propustkem se na Petkovský potok napojuje pravostranný přítok, který protéká dalším propustkem. Ten by musel být buďto odkloněn jinam, nebo se napojit na odpadní potrubí přímo v tělese hráze. Dalším faktorem, který zde hraje roli jsou hranice pozemkových parcel. Rozšíření prostoru nádrže až k mostku by mělo za následek zabor dalších pozemků. Z těchto důvodů se od této varianty odkloníme, a novou hráz umístíme přibližně v místě té stávající.

Vzhledem k velikosti nádrže a jejímu specifickému umístění nebude potřeba budovat hráz v pravém slova smyslu, nýbrž z velké části jen její návodní stranu. Návodní líc bude dosypán do sklonu 1:2 z materiálu k tomu vhodného (hlinitý písek, jílovitý písek apod.) [8] Hráz se bude nacházet na hraně pozemkových parcel nádrže a kóta koruny bude 234,50 m n. m. Návodní líc bude opatřen kamenným pohozením. Konkrétní skladba je součástí výkresové dokumentace.

Převýšení koruny hráze nad maximální návrhovou úroveň hladiny vody H_{max} by mělo být dostatečně vysoké, aby nedošlo k přelítí hráze v důsledku větrových vln. Empirické hodnoty uvedené v normě ČSN 75 2410 jsou stanoveny pro větší nádrže, a jejich aplikací by zbytečně došlo ke ztrátě objemu nádrže. Konkrétní výpočet vlivu větrových vln popisuje ČSN 75 0255 [8]. Při předpokladu hlavního směru větru kolmého na hráz se nejprve určí 15 radiál tak, že střední radiála je totožná se směrem větru, a sedm radiál na každé straně s ní svírá postupně $6^\circ, 12^\circ, 18^\circ, \dots, 42^\circ$. Následně se dle příslušného vzorce vypočte efektivní délka rozběhu vlny [18]:

$$L_{ef} = \frac{\sum_{i=1}^{15} L_i \times \cos^2 \varphi_i}{\sum_{i=1}^{15} \cos \varphi_i}$$

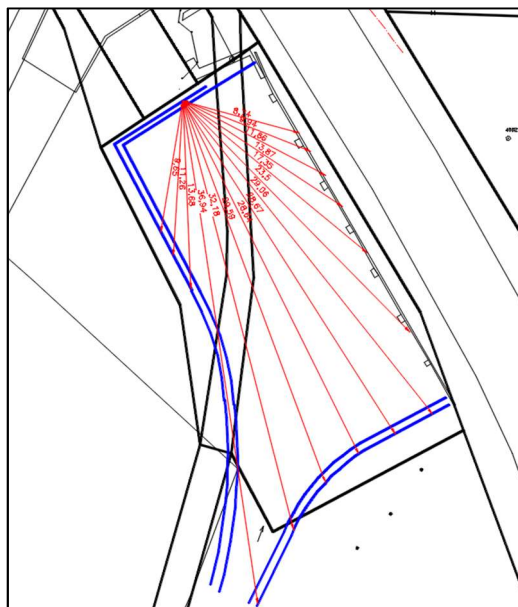
... efektivní délka rozběhu vlny

L_i

... délka i radiály

$\cos \varphi_i$

... úhel mezi i radiálou a hlavním směrem větru



Obr. č. 13 – schéma k výpočtu efektivní délky rozběhu vlny

$$L_{ef} = \frac{\sum_{i=1}^{15} L_i \times \cos^2 \varphi_i}{\sum_{i=1}^{15} \cos \varphi_i}$$

... efektivní délka rozběhu vlny

L_i

... délka i radiály

$\cos \varphi_i$

... úhel mezi i radiálou a hlavním směrem větru

Tab. č. 8 – výpočet efektivní délky rozběhu vlny

i	ϕ	L	$\cos \phi$	$\cos^2 \phi$	$L \cdot \cos^2 \phi$
1	42	9,65	0,74	0,55	5,33
2	36	11,26	0,81	0,65	7,37
3	30	13,68	0,87	0,75	10,26
4	24	36,94	0,91	0,83	30,83
5	18	32,18	0,95	0,90	29,11
6	12	29,59	0,98	0,96	28,31
7	6	28,64	0,99	0,99	28,33
8	0	28,67	1,00	1,00	28,67
9	6	29,06	0,99	0,99	28,74
10	12	23,50	0,98	0,96	22,48
11	18	17,35	0,95	0,90	15,69
12	24	13,87	0,91	0,83	11,58
13	30	11,66	0,87	0,75	8,75
14	36	9,94	0,81	0,65	6,51
15	42	8,74	0,74	0,55	4,83
		suma	13,51	suma	266,78

$$L_{ef} = \frac{\sum_{i=1}^{15} L_i \times \cos^2 \varphi_i}{\sum_{i=1}^{15} \cos \varphi_i} = \frac{266,68}{13,51} = 19,74m$$

... Efektivní délka rozběhu vlny

Efektivní délka rozběhu vlny je tedy 19,74m. Průměrná rychlost větru v 10 m nad zemí má být podle normy uvažována $w_{10z} = 25$ m/s při pravděpodobnosti překročení 1%. Rychlost větru nad hladinou vody se vypočte vynásobením této hodnoty součinitelem k, který se odvíjí od efektivní délky rozběhu vlny. Pro L_{ef} do 800 m je $k = 1,08$ [18]. Tedy:

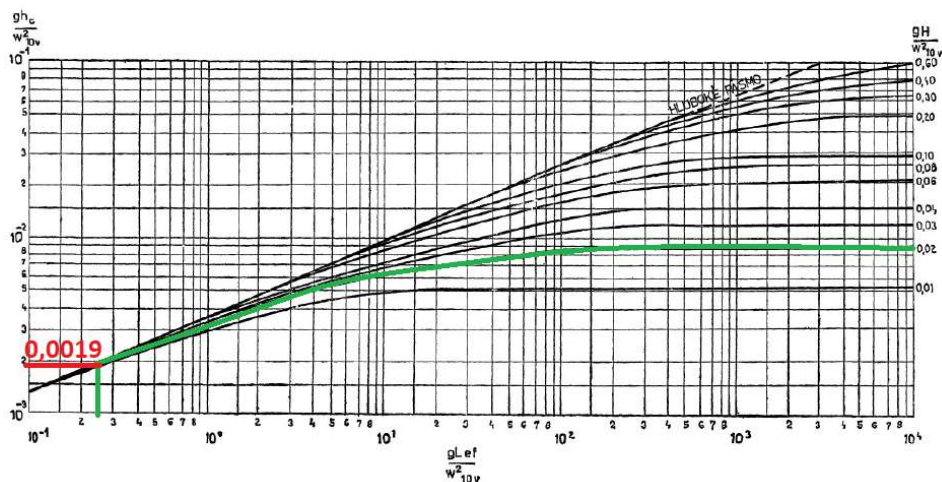
$$w_{10v} = k \times w_{10} = 1,08 \times 25 = 27 \frac{m}{s}$$

... Rychlost větru nad hladinou vody

Nakonec se z grafu uvedeného v normě stanoví charakteristická výška vlny. Graf porovnává L_{ef} s hloubkou vody v nádrži, která je v našem případě $H = 1,5m$ [18].

$$\frac{g \times H}{w_{10v}^2} = 9,81 \frac{9,81 \times 1,5}{27^2} = 0,02$$

$$\frac{g \times L_{ef}}{w_{10}^2} = 9,81 \frac{9,81 \times 19,74}{27^2} = 2,6 \times 10^{-1}$$



Obr. č. 14 – Graf pro stanovení charakteristické výšky vlny [18]

Z grafu vyčteme hodnotu $\frac{g \times h_c}{w_{10v}^2}$, ta je rovna 0,0019. Zpětným výpočtem pak dostáváme hodnotu $h_c = 0,14$ m, což je charakteristická výška výběhu vlny [18].

Převýšení kóty koruny hráze nad maximální hladinu vody bylo na základě tohoto výpočtu navrženo 0,2 m. úroveň hladiny tedy může při návrhovém průtoku Q_{100} dosáhnout maximálně úrovně 232,3 m n.m.

5.2.b Prostor nádrže

Z geodetického zaměření vyplynulo, že úroveň dna nádrže se nachází pod úrovní nátok do propustku pod ní. Odtěžením sedimentu dojde k vytvoření prostoru, který by v budoucnu nebylo možné gravitačně vypustit. Z tohoto důvodu bude dno dotvarováno. Kóta dna v nejnižším místě, kterým je nátok do požeráku bude 232,80 m n.m. Navržená niveleta se pak od nátok k tomuto místu bude svažovat ve sklonu 1 %. Nadmořská výška nivelety je do značné míry omezena úrovní dna propustku pod nádrží. Pokud bychom ve dně nádrže chtěli budovat koryto, bylo by zapotřebí zvednou celkovou úroveň dna nádrže. Toto navýšení by pak negativně ovlivnilo celkový prostor v nádrži, který je už tak dosti omezený. Ve dně nádrže proto nebude budováno koryto, protože niveletu není možné dostatečně zahloubit. Celé dno proto bude pouze vyspádováno ve sklonu 1 % směrem k výpustnému zařízení. V případě budoucí potřeby vypustit důkladně celou nádrž bude voda ze dna čerpána, nebo převedena dočasně umístěným plastovým potrubím.

Stávající břehy nádrže jsou porostlé dřevinami a do značné míry podemlety. Podemílání břehů negativně ovlivňuje stabilitu těchto dřevin. V některých místech už dřeviny byly vykáceny. Zbylé dřeviny v bezprostřední blízkosti nádrže budou rovněž odstraněny, a břehy budou nově vytvářeny. Jejich hrana bude přibližně kopírovat hrany pozemkových parcel, na kterých se nádrž nachází, a budou se do prostoru nádrže svažovat ve sklonu 1:3.

Na pravém břehu nádrže se nachází opěrná stěna, která bude odstraněna. Na tomto břehu není vhodné budovat svah, neboť je jeho poloha omezena blízkou silnicí. Vybudování svahu v potřebném sklonu by vedlo k velké ztrátě téměř 30 % objemu nádrže. Tato stěna proto bude nahrazena novou, železobetonovou monolitickou stěnou. Nová stěna bude provázána s bezpečnostním přelivem, a bude pokračovat až do prostoru pod ním. Předběžně navrhují stěnu výšky 2 m a šířky 0,3 m, se základovým pasem o rozměrech 500

x 800 mm. Konkrétní návrh opěrné stěny by vyžadoval statické posouzení pro nejnepříznivější zátěžový stav, kterým je v tomto případě aktivní zemní tlak na opěrnou stěnu při prázdné nádrži.

5.2.c Spodní výpust

Jako spodní výpust je navržen otevřený požerák s jednoduchou dlužovou stěnou a odběrem z hladiny. Byl zvolen konkrétní požerák dodávaný firmou Prefa Hubenov s.r.o. Zvolená varianta má vnější rozměry 650 x 650 mm a výpustné hrdlo DN 300. Prefabrikát je osazen úhelníky U č.65 pro umístění až dvou dlužových stěn. Navržená výška požeráku je 1,8m. [12] Vnitřní drážka požeráku bude sloužit k osazení dubových dluží o výšce 150 mm. Dle normy musí být možnost spodní výpust provizorně zahradit. [8] Právě k tomu bude sloužit vnější drážka požeráku, která při běžném provozu bude osazena rámovými česlemi k zachycení splavenin, které by mohly požerák ucpat. V případě potřeby provizorního hrazení pak budou česle nahrazeny druhou dlužovou stěnou. Odpadní potrubí spodní výpusti bude mít průměr DN 300, bude přímo napojené na výpustné hrdlo a bude odvádět vodu skrz těleso hráze a bude obetonované. Přístup k požeráku bude řešen ocelovou lávkou z pravého břehu nádrže. Vzhledem k tomu, že délka lávky bude pouze 1,2 m, bude lávka řešena jako ocelový rošt pevně uchycený ke konstrukci opěrné stěny a požeráku, s jednostranným zábradlím výšky 1m.

Úroveň hladiny v nádrži bude regulována přidáváním a odebíráním dluží. Požerák musí být schopen vypouštění průtoků do toku při všech v úvahu připadajících úrovních hladiny. [8] Voda v odpadním potrubí bude proudit s volnou hladinou, aby při vypouštění nedocházelo k přehlcení odpadního potrubí, budou dluže odebírány postupně, na základě konsumpční křivky požeráku při maximálním stupni plnění potrubí 70%. Konsumpční křivka požeráku byla stanovena výpočtem rovnice přepadu pro každou úroveň dlužové stěny. V případě odebrání všech dluží se pak počítá průtok korytem, které v tomto případě tvoří odpadní potrubí. Průtok korytem je vypočten Chézyho rovnicí a rovnicí kontinuity. Níže je uveden postup výpočtu, vzorová výpočtová tabulka nejvyšších (9 a 8 dluží) a nejnižších (bez dluží) úrovní hladiny a výsledné konsumpční křivky celého přelivu.

Výpočet přepadu přes dlužovou stěnu [13] :

$Q = m \times b \times \sqrt{2g} \times h^{3/2}$	$[m^3/s]$	... Rovnice přepadu
$m = \left(0,405 + \frac{0,003}{h}\right) \times \left[1 + 0,55 \times \left(\frac{h}{h+s}\right)^2\right]$	$[-]$	... Součinitel přepadu (Bazinův)
$g = 9,81$	$[m/s^2]$	... Gravitační zrychlení
h	$[m]$	... Výška přepadového paprsku
s	$[m]$	... Výška přelivné hrany

Výpočet průtoku potrubím o volné hladině [13] :

$Q = v \times S$	$[m^3/s]$	... Rovnice kontinuity
$v = C \times \sqrt{R \times i}$	$[m/s]$	... Chézyho rovnice
$C = \frac{1}{n} \times R^{\frac{1}{6}}$	$[-]$	... Chézyho rychlostní součinitel
$R = \frac{S}{o}$	$[m]$	... Hydraulický poloměr

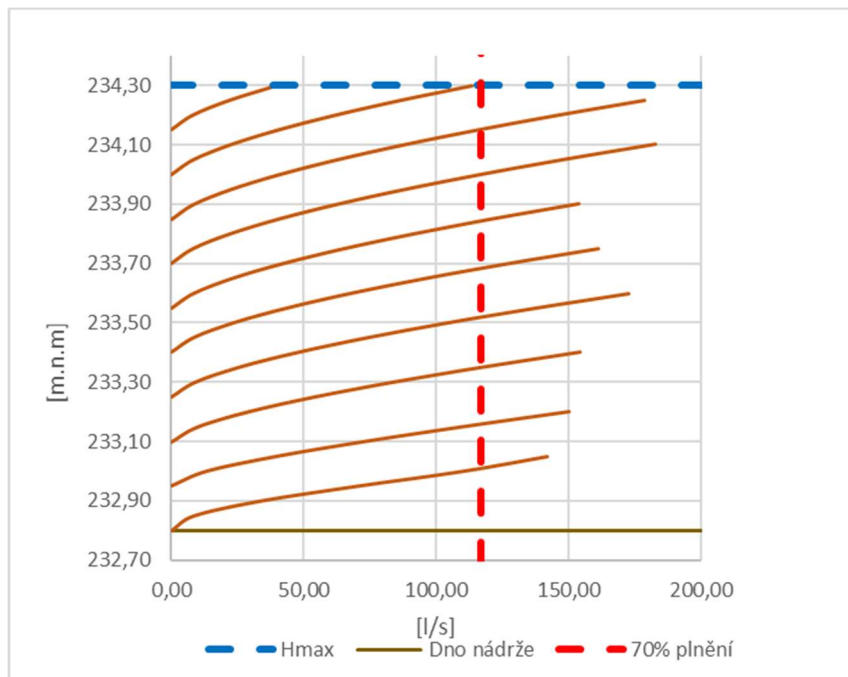
$n = 0,009$ pro plastové potrubí [14] [-] ... Manningův rychlostní součinitel
 $i = 10$ [‰] ... Podélný sklon koryta
 S [m²] ... Průtočná plocha
 O [m] ... Omočený obvod

n	H hrany	H hladiny	s	h	m	b	Q	Q	plnění
[dluží]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m ³ /s]	[l/s]	[%]
9	234,15	234,15	1,35	0,00	3E+19	0,35	0,00	0,00	0
	234,15	234,20	1,35	0,05	0,47	0,35	0,01	8,17	16
	234,15	234,25	1,35	0,10	0,45	0,35	0,02	21,88	26
	234,15	234,30	1,35	0,15	0,44	0,35	0,04	39,68	36
8	234,00	234,00	1,20	0,00	3E+19	0,35	0,00	0,00	0
	234,00	234,05	1,20	0,05	0,47	0,35	0,01	8,20	16
	234,00	234,10	1,20	0,10	0,45	0,35	0,02	22,02	26
	234,00	234,15	1,20	0,15	0,44	0,35	0,04	40,01	36
	234,00	234,20	1,20	0,20	0,44	0,35	0,06	61,51	46
	234,00	234,25	1,20	0,25	0,44	0,35	0,09	86,09	56
	234,00	234,30	1,20	0,30	0,45	0,35	0,11	113,47	68

Obr. č. 15 – Požerák, výpočet konsumpční křivky rovnicí přepadu

n	H dna	H hladiny	h	i	n	DN	O	S	R	C	Q	Q	plnění
[dluží]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[‰]	[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[-]	[m ³ /s]	[l/s]	[%]
0	232,80	232,80	0,00	10	0,009	0,3	0,00	0,00	0,00	13,58	0,00	0,0	0,0
	232,80	232,85	0,05	10	0,009	0,3	0,25	0,01	0,03	62,17	0,01	8,4	16,7
	232,80	232,90	0,10	10	0,009	0,3	0,37	0,02	0,06	68,70	0,03	33,5	33,3
	232,80	232,95	0,15	10	0,009	0,3	0,47	0,04	0,08	72,16	0,07	69,8	50,0
	232,80	233,00	0,20	10	0,009	0,3	0,57	0,05	0,09	74,01	0,11	109,5	66,7
	232,80	233,05	0,25	10	0,009	0,3	0,69	0,06	0,09	74,55	0,14	141,7	83,3

Obr. č. 16 – Požerák, výpočet konsumpční křivky Chézyho rovnicí



Obr. č. 17 – Konsumpční křivky spodní výpustí pro všechny úrovně vyhrazení

5.2.d Bezpečnostní přeliv

Řešená nádrž je průtočná, z toho důvodu musí být opatřena bezpečnostním přelivem pro převádění vody při povodni o návrhovém průtoku Q_{100} . [8] Návrhový průtok $Q_{100} = 841,98 \text{ l/s}$. Vzhledem k velikosti nádrže a jejímu prostorovému uspořádání se jako nejvíce vhodný jeví bezpečnostní přeliv čelní. Při návrhovém průtoku Q_{100} nesmí dojít k přelítí hráze, a to ani v důsledku větrových vln. Pro efektivní délku rozběhu vlny 20 m a návrhovou rychlost větru 22,5 m/s byla vypočtena výška výběhu vlny 0,2 m. Po odečtení této hodnoty od úrovně koruny hráze dostáváme maximální úroveň hladiny $H_{max} = 234,30 \text{ m n. m.}$ Délka přelivné hrany vychází z prostorového uspořádání nádrže, a je rovna hodnotě 3,6 m. Na základě této délky a velikosti návrhového průtoku byla pomocí rovnice přepadu vypočtena konsumpční křivka bezpečnostního přelivu. Kóta přelivné hrany byla poté zvolena tak, aby při Q_{100} nebyla překročena úroveň hladiny H_{max} . Postup výpočtu a výsledná konsumpční křivka jsou vidět níže. Výsledkem je, že hrana bezpečnostního přelivu byla umístěna na kótu 234,10 m. n.m.. Hrana má půlkruhový tvar o poloměru 0,35 m. Konstrukce přelivu je navržena s betonovým jádrem, které je zahlobeno tak, aby byla prodloužena průsaková dráha pod konstrukcí přelivu. Nad terénem pak bude toto jádro obezděno do požadovaného tvaru. Na tuto konstrukci navazuje skluz z kamenné dlažby, který ve sklonu 11,5% převádí vodu přes těleso hráze. Šířka ve dně se postupně snižuje z hodnoty 3 m na hodnotu 2,37 m. Pravý břeh skluzu tvoří železobetonová opěrná stěna, levý břeh má sklon 1:1,6 a je opevněn kamennou dlažbou, která plynule navazuje na opevnění odpadního koryta. Na konci skluzu se nachází betonový zavazovací pas, přes který voda přepadá do odpadního koryta z výšky 0,6m. Tímto pasem prochází i potrubí spodní výpusti. Koryto tak slouží společně pro bezpečnostní přeliv i spodní výpust.

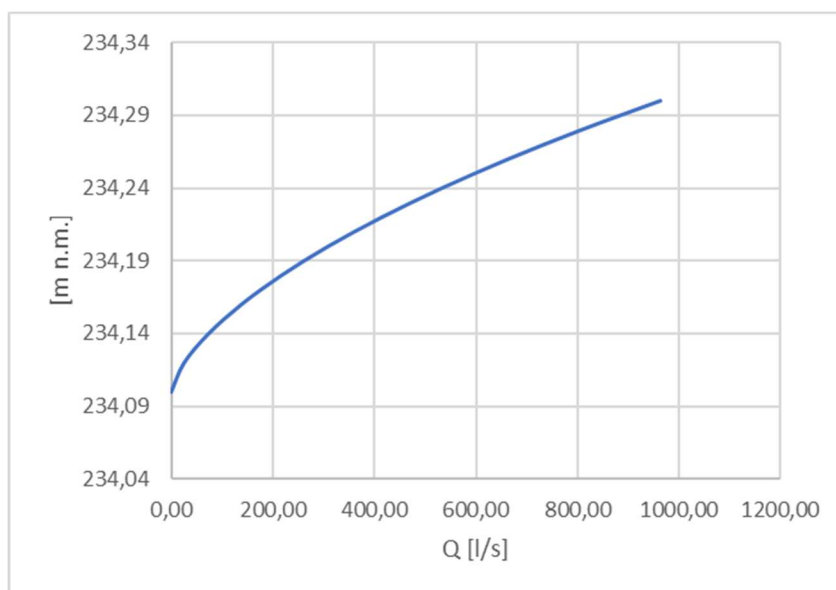
Výpočet přepadu přes hranu bezpečnostního přelivu [13] :

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

$m = 0,55 + 0,22 \times \frac{h}{r}$	[-]	... Součinitel přepadu (Rehbock)
$g = 9,81$	[m/s ²]	... Gravitační zrychlení
h	[m]	... Výška přepadového paprsku
r	[m]	... Poloměr přelivné hrany

b	s	m	h	Q	Q	max kóta
[m]	[m]	[-]	[m]	[m ³ /s]	[l/s]	[m n. m.]
3,6	0,35	0,55	0,00	0,00	0,00	234,10
3,6	0,35	0,56	0,02	0,03	25,37	234,12
3,6	0,35	0,58	0,04	0,07	73,37	234,14
3,6	0,35	0,59	0,06	0,14	137,74	234,16
3,6	0,35	0,60	0,08	0,22	216,59	234,18
3,6	0,35	0,61	0,10	0,31	309,04	234,20
3,6	0,35	0,63	0,12	0,41	414,57	234,22
3,6	0,35	0,64	0,14	0,53	532,92	234,24
3,6	0,35	0,65	0,16	0,66	663,94	234,26
3,6	0,35	0,66	0,18	0,81	807,55	234,28
3,6	0,35	0,68	0,20	0,96	963,74	234,30

Tab. č. 9 – Výpočet konsumpční křivky bezpečnostního přelivu



Obr. č. 18 – Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu

5.2.e Odpadní koryto

V prostoru pod hrází je navrženo odpadní koryto pro spodní výpust i bezpečnostní přeliv. Celková délka koryta před napojením na propustek je pouze necelých 3,5 m. Koryto pod hrází má šířku ve dně 0,4 m a svahy ve sklonu 1:1,6. Pravý svah v tomto sklonu stoupá pouze do výšky 0,6 m, poté navazuje na opěrnou

zed', která pokračuje až k propustku pod hrází. Před tímto propustkem se na koryto napojuje pravostranný přítok vytékající z druhého propustku. Část koryta tohoto přítoku bude zasypána a propustek bude prodloužen až na okraj nové opěrné stěny. Za touto opěrnou stěnou se pak přítok plynule napojí do navrženého koryta. Levý svah je opevněn až do výšky 1 m. Zbytek svahu bude oset trávou.

Vzhledem k tomu, že je koryto společné jak pro spodní výpust, tak i pro bezpečnostní přeliv, nebude v něm budován zahloubený vývar. Běžné průtoky vytékající ze spodní výpusti by měli problém překonat vývar navržený na stoletý průtok bezpečnostního přelivu. V tomto místě by stála voda zanášelo by se. Stabilita koryta pod hrází bude zajištěna vložением betonového zavazovacího pasu do místa před soutokem.

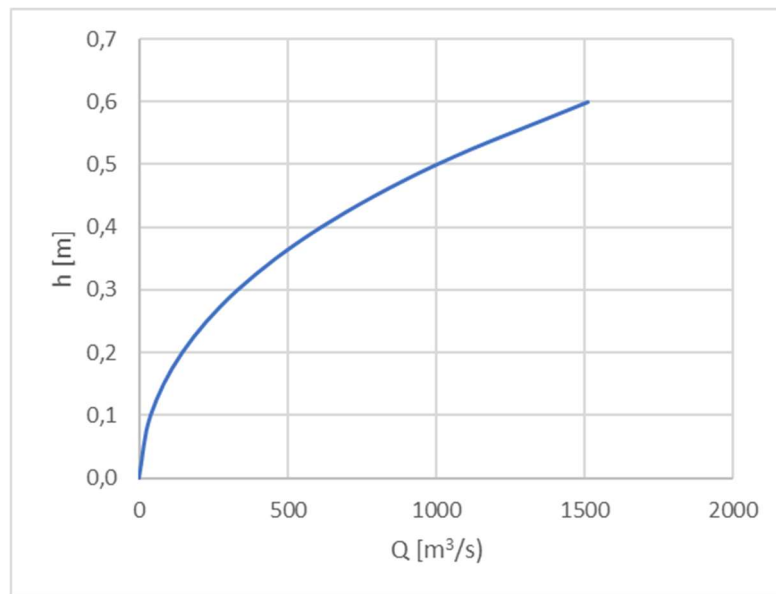
Odpadní koryto bylo posouzena na převedení návrhového průtoku $Q_{100} = 841,98 \text{ l/s}$. K výpočtu konsumpční křivky koryta byla využita Chézyho rovnice a rovnice kontinuity. Byla rovněž posouzena kapacita propustku pod hrází. Při stoletém průtoku se propustek DN 800 naplní do výšky 0,34 m, návrhový průtok tedy bez problému převede. Výpočet kapacity propustku byl proveden pouze pracovníě a není v této studii uveden.

Výpočet průtoku potrubím o volné hladině [13] :

$Q = v \times S$	$[m^3/s]$	... Rovnice kontinuity
$v = C \times \sqrt{R \times i}$	$[m/s]$	... Chézyho rovnice
$C = \frac{1}{n} \times R^{\frac{1}{6}}$	$[-]$	... Chézyho rychlostní součinitel
$R = \frac{S}{o}$	$[m]$	... Hydraulický poloměr
$n = 0,009$ <i>pro plastové potrubí [14]</i>	$[-]$	... Manningův rychlostní součinitel
$i = 10$	$[‰]$	... Podélný sklon koryta
S	$[m^2]$	... Průtočná plocha
O	$[m]$	... Omočený obvod

h	b	1 : m	i	n	S	O	R	C	Q	Q
[m]	[m]	[-]	[‰]	[-]	[m ²]	[m]	[m]	[-]	[m ³ /s]	[l/s]
0,0	0,40	1,64	10,00	0,03	0,00	0,40	0,00	4,00	0,00	0
0,1	0,40	1,64	10,00	0,03	0,06	0,78	0,07	25,80	0,04	39
0,2	0,40	1,64	10,00	0,03	0,15	1,17	0,12	28,27	0,15	145
0,3	0,40	1,64	10,00	0,03	0,27	1,55	0,17	29,84	0,33	332
0,4	0,40	1,64	10,00	0,03	0,42	1,94	0,22	31,03	0,61	612
0,5	0,40	1,64	10,00	0,03	0,61	2,32	0,26	32,01	1,00	1001
0,6	0,40	1,64	10,00	0,03	0,83	2,70	0,31	32,85	1,51	1512

Tab. č. 10 – Výpočet konsumpční křivky odpadního koryta



Obr. č. 19 – Konsumpční křivka odpadního koryta

6 Závěr

Cílem práce bylo zanalyzovat současný stav malé vodní nádrže v obci Dlouhá Lhota na Mladoboleslavsku, a navrhnout vhodná opatření pro její obnovu. Jako podklad pro rekonstrukci bylo využito zejména geodetické zaměření, které si obec nechala zpracovat vzhledem k tomu, že má reálný záměr nádrž zrekonstruovat.

Prvním krokem bylo provedení terénního průzkumu, při kterém byl zmapován a zdokumentován současný stav nádrže. Terénní průzkum proběhl za přítomnosti starosty obce, který předal informace o výstavbě nádrže a jejím následném provozu.

Výsledkem terénního průzkumu a analýzy geodetického zaměření je zjištění, že technický stav nádrže je nevyhovující. Provozní objekty v nádrži jsou v dezolátním stavu, nádrž má podemleté břehy, je zanesena sedimentem a zarostlá vegetací. Na základě těchto zjištění bylo navrženo řešení rekonstrukce nádrže. Rekonstrukce bude spočívat zaprvé v jejím odbahnění, dále pak v kompletní přestavbě nádrže.

V části zabývající se odbahněním byly nejprve zjištěny možnosti, jakými lze s rybničním sedimentem nakládat a za jakých podmínek. Na základě konzultace s obcí byl zvolen cílový pozemek pro uložení sedimentu. Dle platných předpisů bylo zhodnoceno, zda je pozemek pro uložení vhodný. Nakonec byl navržen postup, kterým bude odbahnění probíhat.

V druhé části se práce zabývá rekonstrukcí nádrže. Hlavním problémem se kterým bylo zapotřebí se při návrhu vypořádat byl především nedostatek prostoru. Výsledná plocha zátopy při úrovni zásobní hladiny je pouhých 382,8 m². Návrh se musel přizpůsobit prostorovému uspořádání, které je vymezeno komunikací na pravém břehu a propustkem pod hrází. Bylo také potřeba respektovat hranice pozemkových parcel, které jsou pro účel nádrže určené. Byly navrženy nové provozní objekty, a sice otevřený jednodlužový požerák a čelní bezpečnostní přeliv. Dále bylo navrženo dotvarování dna a břehů a přestavba opěrné stěny na pravém břehu nádrže. V prostoru pod hrází byla rovněž navržena úprava, a sice dotvarování a opevnění koryta. Navržené parametry nádrže byly vypočteny podle příslušných postupů a s využitím odvozených hydrologických dat v řešené lokalitě.

7 Seznam obrázků

Obr. č. 1 - Umístění obecních rybníků, které má obec Dlouhá Lhota v plánu rekonstruovat [1] [2]	9
Obr. č. 2 - Vyznačení pozemkových parcel řešené nádrže [2].....	10
Obr. č. 3 – Probořená hráz.....	10
Obr. č. 4 – Výpustný objekt se zaneseným nátokem	11
Obr. č. 5 – Propustky pod hrází, pohled na pravostranný přítok	11
Obr. č. 6 – Pohled na nádrž z pravého břehu	12
Obr. č. 7 – Horní část nádrže, zarůstání vegetací	12
Obr. č. 8 – Křivka M – denních průtoků Petkovského potoka	14
Obr. č. 9 – Křivka N – letých průtoků Petkovského potoka	14
Obr. č. 10 – Zaměření mocnosti sedimentu	16
Obr. č. 11 – Stanovení oblasti pro uložení sedimentu [10]	17
Obr. č. 12 – Umístění zemníku [16]	18
Obr. č. 13 – schéma k výpočtu efektivní délky rozběhu vlny	19
Obr. č. 14 – Graf pro stanovení charakteristické výšky vlny [18]	21
Obr. č. 15 – Požerák, výpočet konsumpční křivky rovnicí přepadu.....	23
Obr. č. 16 – Požerák, výpočet konsumpční křivky Chézyho rovnicí	23
Obr. č. 17 – Konsumpční křivky spodní výpustí pro všechny úrovně vyhrazení.....	24
Obr. č. 18 – Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu	25
Obr. č. 19 – Konsumpční křivka odpadního koryta	27

8 Seznam tabulek

Tab. č. 1 – skupiny naléhavosti odtěžení sedimentu [9]	5
Tab. č. 2 - Limitní hodnoty rizikových prvků a rizikových látek v sedimentu v mg.kg ⁻¹ sušiny [3]	7
Tab. č. 3 - Limitní hodnoty rizikových prvků a rizikových látek v půdě, na kterou má být sediment použit, v mg.kg ⁻¹ sušiny [3].....	7
Tab. č. 4 - Požadavky na obsah škodlivin v sedimentech využívaných na povrchu terénu [5]	8
Tab. č. 5 - Požadavky na výsledky ekotoxikologických testů [5]	8
Tab. č. 6 – M – denní průtoky [6]	13
Tab. č. 7 – N – leté průtoky [6]	13
Tab. č. 8 – výpočet efektivní délky rozběhu vlny.....	20
Tab. č. 9 – Výpočet konsumpční křivky bezpečnostního přelivu.....	25
Tab. č. 10 – Výpočet konsumpční křivky odpadního koryta.....	27

9 Seznam dokumentace

- C.1 – Situační výkres širších vztahů
- D.1.1 – Situace rekonstrukce
- D.1.2 – Uložiště sedimentu
- D.1.4 – Vzorový řez tělesem hráze
- D.1.5 – Řezy prostorem nádrže
- D.1.6 – Bezpečnostní přeliv a odpadní koryto
- D.1.7 – Výkres tvaru požeráku

10 Použité zdroje

- [1] **Centrální evidence vodních toků (CEVT).** Portál eAGRI - resortní portál Ministerstva zemědělství [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html>
- [2] **Nahlížení do katastru nemovitostí** [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz>
- [3] **Vyhláška č. 257/2009 Sb.:** Vyhláška o používání sedimentů na zemědělské půdě [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-257>
- [4] **Zákon č. 334/1992 Sb.:** Zákon České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-334>
- [5] **Vyhláška č. 294/2005 Sb.:** Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-294>
- [6] **Hydrologické poměry Československé socialistické republiky díl III.** Praha: Ústřední správa geodézie a kartografie, 1970.
- [7] **Česká geologická služba: Geovědní mapy 1 : 50 000** [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [8] **ČSN 75 2410: Malé vodní nádrže.** 2011.
- [9] VRÁNA, Karel a Jan BERAN. **Rybníky a účelové nádrže.** Vyd. 3. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008. ISBN 978-80-01-04002-7.
- [10] **LPIS: Veřejný registr půdy** [online]. [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>
- [11] **Akce Z.** *Wikipedie* [online]. [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Akce_Z
- [12] **Prefa Hubenov s.r.o.** [online]. [cit. 2018-05-25]. Dostupné z <https://www.prefahubenov.cz/>
- [13] HAVLÍK, CSC., Doc. Ing. Aleš. **Hydraulika 141HYA2: Přednášky** [online]. [cit. 2018-05-25]. Dostupné z: <http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Hydraulika/Hydraulika/Predmety/HY2V/prednasky.htm>
- [14] HAVLÍK, CSC., Doc. Ing. Aleš. **Hydraulika 141HYA2: Cvičení** [online]. [cit. 2018-05-25]. Dostupné z: <http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Hydraulika/Hydraulika/Predmety/Hya/cviceni.htm>
- [15] MŽP. **METODICKÝ POKYN odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí ke stanovení hodnot minimálních zůstatkových průtoků ve vodních tocích** [online]. [cit. 2018-05-27]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BB978B5BAEDF46C0C1256FC8003F1EB8/\\$file/metod.html](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BB978B5BAEDF46C0C1256FC8003F1EB8/$file/metod.html)
- [16] **eAGRI: Dotace ve vodním hospodářství** [online]. [cit. 2018-05-27]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/narodni-dotace/dotace-ve-vodnim-hospodarstvi/>
- [17] **Česká geologická služba: Surovinový informační systém** [online]. [cit. 2018-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/suris/>
- [18] **ČSN 75 0255: Výpočet účinků vln na stavby na vodních nádržích a zdržích.** 1988.
- [19] ING. VÁCLAV DAVID, PH.D. **Vodní hospodářství krajiny 7. cvičení** [online]. [cit. 2018-05-28]. Dostupné z: http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/VK2/VK2_cvic07.pdf