

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



Bakalářská práce

Návrh odbahnění rybníka Zastráněcký

Autor bakalářské práce: Jiří Čermák

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vojtěch Havlíček,
Ph.D.**

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Čermák

Vodní hospodářství

Název práce

Návrh odbahnění rybníka Zastráněcký

Název anglicky

Proposal of sediment removal on Zastráněcký reservoir

Cíle práce

Cílem práce bude zjištění množství sedimentu a návrh odbahnění pro zvolenou malou vodní nádrž

Metodika

Provedení rešerše na téma odstraňování sedimentů v malých vodních nádržích.

Rekognoskace současného stavu dotčené malé vodní nádrže.

Návrh odstranění sedimentu.

Doporučený rozsah práce

30 s. + přílohy

Doporučené zdroje informací

Tlapák V., Herynek J.: Malé vodní nádrže, 2002

Vrána K., Beran J.: Rybníky a účelové nádrže, 1997



Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Vojtěch Havlíček, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2015

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 07. 04. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci "Návrh odbahnění rybníka Zastráněcký" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce. Za použití odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Další informace mi poskytl pan Ing. Tomáš Kreutzer. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze 14. 4. 2015

Motto: Pečujme o rybníky, naše tisícileté dědictví, s pílí a láskou tak, jak je budovali čeští stavitelé a bezejmenní rybníkáři.

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval panu Ing. Vojtěchu Havlíčkovi, Ph.D. za odbornou pomoc a věnovaný čas. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Tomáši Kreutzerovi za podnětné připomínky a cenné rady. Velké poděkování patří mé rodině za podporu a pomoc během celého studia.

V Praze 14. 4. 2015

Návrh odbahnění rybníka Zastráněcký

Abstrakt

Cílem práce je řešení revitalizace zvolené nádrže Zastráněcký. Součástí práce je i literární rešerše věnovaná problematice malých vodních nádrží a jejich zanášení. V rámci práce bylo provedeno měření sedimentu, výpočet návrhových průtoků a návrh nových funkčních objektů.

Pro výpočet návrhu průtoků byl využit program DesQ – MAX Q. Finanční rozvaha a návrh odbahnění byl řešen s firmou Aquasys. Hlavním zjištěním je množství uloženého sedimentu, nevyhovující technický stav výpusti a absence bezpečnostního přelivu. Přínosem této práce je vytvoření podkladu pro případnou revitalizaci nádrže.

Klíčová slova: malá vodní nádrž, rybník Zastráněcký, sediment, funkční objekty, návrh odbahnění

Proposal of sediment removal on Zastráněcký reservoir

Summary

Target thesis is revitalization of selected small water reservoirs Zastráněcký. The thesis also includes a literature search devoted to the issue of small water reservoir and alluviation. As part of labor was carried out measurements of sediment calculation of design flows and design of new functional objects.

For calculation of the proposal flow rate was used DesQ-MAX Q. Financial budget and proposal of sediment removal was dealt with by Aquasys. The main finding is the quantity of sediment deposited and poor technical condition of the drain and lack of spillway. Contribution of this work is the creation base for eventual revitalization.

Keywords: small water reservoir, reservoir Zastráněcký, sediment, functional objects, proposal of sediment

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíl práce a metodika	10
3	Malé vodní nádrže	12
3.1	Definice nádrží	12
3.2	Rozdělení vodních nádrží	12
3.2.1	Krajinné umístění	12
3.2.2	Funkce nádrží	13
3.2.3	Způsob napájení	14
3.3	Technické zařízení malých vodních nádrží	15
3.3.1	Hráz	15
3.3.2	Výpustné zařízení	16
3.3.3	Odpadní potrubí	19
3.3.4	Bezpečnostní přeliv	20
3.3.5	Odběrné a speciální objekty	22
3.4	Vodohospodářské funkce malých vodních nádrží	23
3.5	Současná problematika malých vodních nádrží	24
4	Rybniční sediment	25
4.1	Vznik sedimentu	25
4.1.1	Zanášení přítokem	26
4.1.2	Břehová abraze	27
4.1.3	Vnitřní zanášení	28
4.2	Přípravy na těžbu sedimentu	28
4.2.1	Průzkum dna	29
4.2.2	Chemické rozbory	31
4.2.3	Fyzikální rozbory	31
4.2.4	Rozbory zdravotní nezávadnosti	32
4.2.5	Organické polutanty	32
4.2.6	Radionuklidy	32
4.2.7	Rizikové těžké kovy	33
4.2.8	Financování	34
4.3	Těžba sedimentu	34
4.3.1	Mokrá cesta	35
4.3.2	Suchá metoda	36
4.4	Nakládání se sedimentem	37
4.4.1	Doprava sedimentu	37
5	Malá vodní nádrž Zastráněcký	38
5.1	Základní informace o nádrži	38
5.2	Historie nádrže	39
5.3	Využití nádrže	40
5.4	Chov ryb	40

5.5	Posouzení současného stavu nádrže	41
5.5.1	Sediment	41
5.5.2	Výpust a odpadní potrubí.....	41
5.5.3	Těleso hráze	42
5.5.4	Bezpečnostní přeliv	42
5.6	Hydrologický model DesQ - MAX Q.....	43
5.6.1	Výpočet modelu DesQ - MAX Q	43
6	<i>Revitalizace MVN Zastráněcký.....</i>	44
6.1	Měření vrstvy sedimentu.....	44
6.2	Vyhodnocení množství sedimentu	47
6.2.1	Výsledky výpočtů.....	48
6.3	Chemické rozbory sedimentu	49
6.4	Návrh postupu prací při odstranění sedimentu	49
6.5	Uložení sedimentu	50
6.6	Rekonstrukce zařízení nádrže	51
6.6.1	Výpustné zařízení	51
6.6.2	Bezpečnostní přeliv	52
6.7	Vliv stavby na životní prostředí.....	53
6.8	Stavební rozpočet	53
6.8.1	Rozpočet odbahnění.....	53
6.8.2	Výpustné zařízení-rozpočet	54
6.8.3	Bezpečnostní přeliv-rozpočet.....	54
7	<i>Závěr.....</i>	55
7.1	Seznam obrázku	58
7.2	Seznam tabulek.....	59
7.3	Seznam příloh	59
7.4	Přílohy	60

1 Úvod

Malé vodní nádrže patří po staletí do naší krajiny a jsou její nepostradatelnou součástí. Podílí se na utváření krajiny a ve většině případů působí prospěšně v mnoha ohledech. Dnešní společnost se však musí v mnoha případech potýkat s neuspokojivým technickým stavem těchto nádrží. Zlepšení stavu nádrží je jeden z hlavních úkolů vodohospodářů.

Mezi hlavní problémy patří zanášení nádrží sedimentem. Je to jedno ze zásadních ohrožení pro nádrže a způsobuje další problémy, nejen z vodohospodářského pohledu. Další záležitostí je neuspokojivý stav technických zařízení, která jsou v některých případech stará stovky let.

Z osobního pohledu mám k této problematice velmi blízko, a to nejen z pohledu studenta oboru Vodní hospodářství, ale také jako vlastník a nájemce rybochovných vodních nádrží. V praxi se tedy setkávám a potýkám s problematikou řešenou v této práci.

2 Cíl práce a metodika

Cílem této práce je zjištění a posouzení stavu malé vodní nádrže Zastráněcký. Jedná se o posouzení nádrže z pohledu množství usazeného sedimentu a zjištění stavu technického zařízení.

Rešeršní část je zaměřena na následující pasáže:

- legislativu malých vodních nádrží (MVN),
- popis nádrží a technické zařízení MVN,
- tvorba a ukládání sedimentu,
- způsoby těžby.

Vlastní práce se zaměřuje na tyto části:

- zjištění množství sedimentu,
- návrh odtěžení a uložení dnového sedimentu,
- posouzení a návrh oprav technického stavu výpustného zařízení, bezpečnostního přelivu, odpadního potrubí a odpadní stoky,
- návrh možného finančního nákladu na revitalizaci nádrže,
- stanovení N-letých průtoků na povodí nádrže.

Pro sepsání této práce bylo nutné provést vyhledávání knižních zdrojů, dat a odborných informací. Poté bylo zpracováno vlastní měření a s tím spojené terénní práce. Důležitou částí byly konzultace v rámci České zemědělské univerzity a odborných firem. Sběr dat a informací proběhl na těchto místech:

- Národní technická knihovna v Praze,
- Knihovna SIC - Česká zemědělská univerzita,
- Výzkumný Ústav Vodohospodářský T . G . Masaryka v.v.i.,
- Knihovna Antonína Švehly v Praze,
- Odborná konzultace AQUASYS Žďár nad Sázavou,
- internet.

Terénní práce byly provedeny na rybníku Zastráněcký a v jeho přilehlém okolí za účelem měření vrstvy sedimentu s následným vyhodnocením. V další části terénní práce bylo uskutečněno posouzení stavu technických objektů a celkového stavu nádrže. Byl proveden výpočet N-letých průtoků (Q_N). Závěrečná část zahrnuje návrh odbahnění a rekonstrukce objektů.

3 Malé vodní nádrže

3.1 Definice nádrží

Definice malé vodní nádrže je určena normou ČSN 75 2410. Dle této normy musí splňovat určité podmínky:

- objem nádrže po normální hladinu nepřesahuje 2 mil. m³,
- maximální hloubka nádrže je 9 m.

Malá vodní nádrž je uměle vytvořená a slouží k vodohospodářským účelům. Tvoří se ve vhodných podmínkách, většinou za pomoci zemní hráze a je upravena tak, aby byla možná manipulace s vodou (Jůva a kol. 1980).

3.2 Rozdělení vodních nádrží

Malé vodní nádrže se rozdělují podle několika hledisek. Mezi nejvíce užívané patří rozdělení z pohledu krajinného umístění, funkce a podle způsobu napájení vodou (Pavlica 1964).

3.2.1 Krajinné umístění

Návesní nádrže se nachází v obcích nebo na jejich okraji. Jsou spíše mělké a dobře prohřáté. Splachují se do nich živiny, a proto jsou většinou vhodné pro chov ryb a vodní drůbeže. Zřizují se pro různé způsoby využití. Například chov ryb, požární funkce a ochranná.

Polní nádrže jsou umístěny v údolích obdělávaných polí, proto dochází k zanášení splachy ornice a poté k zarůstání. Mají především účel ochranný a závlahový.

Luční nádrže jsou situovány podobně jako rybníky polní, ale svahy v okolí bývají zatravněné. Dochází tedy k omezení splachů.

Lesní nádrže mají z důvodu lesních přítoků chladnou vodu. Při velikosti větší jak 4 ha dochází k proslunění a prohřátí. Kvalita vody je ovlivněna spadem listí (Pavlica 1964).

3.2.2 Funkce nádrží

Zásobní nádrže vytvářejí zásobu vody v době nadbytku, která je případně využívána v období potřeby. Patří sem vodárenské, zemědělské, průmyslové, závlahové, energetické a kompenzační nádrže.

Ochranné retenční nádrže slouží k zachycení povodňových odtoků a transformaci povodňové vlny. Patří mezi ně ochranné, protierozní, dešťové, suché a vsakovací nádrže. Suché nádrže mohou k zachycení využít celý svůj objem a jejich dno je využíváno k zemědělské činnosti. Nádrže s vymezeným prostorem využívají retenční prostor.

Nádrže upravující vlastnosti vody jsou určeny ke změně fyzikálních, chemických a biologických vlastností vody. K úpravě dochází pomocí přírodních procesů čištění.

Rybochovné nádrže dělíme dle využití v průběhu chovu ryb na třecí, plůdkové, komorové, výtazníky, matečné, a karanténní nádrže (Šálek 1996). Tyto nádrže vznikají v klimaticky a půdně vhodných polohách, s dostatečnou zásobou vody (Jůva a kol. 1980).

Hospodářské nádrže jsou tvořeny kvůli speciálním funkcím. Patří mezi ně nádrže požární, revitalizační, napájecí, plavící a také nádrže určené na pěstování vodních rostlin.

Provozní nádrže, konkrétně nádrže pro provozní potřeby. Zařazujeme mezi ně nádrže recirkulační, vyrovnávací a závlahové vodojemy, které slouží většinou ke krátkodobé akumulaci vody.

Asanační nádrže slouží k asanaci zaplavením území ovlivněného lidskou činností.

Krajinotvorné a urbanizované nádrže. Tvoří se za účelem zlepšení okrasného a estetického rázu krajiny. Jedná se o rozmanité nádrže svým tvarem a konstrukčním řešením (Šálek 1996).

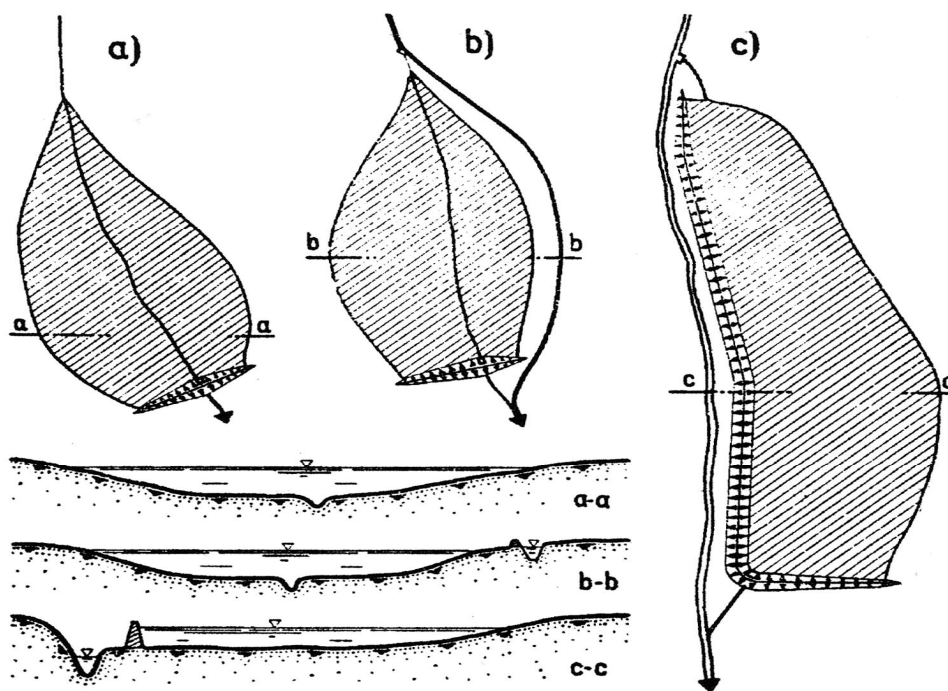
3.2.3 Způsob napájení

Nebeské-dešťové se nachází se v územních kotlinách bez stálého viditelného přítoku. Značnou část vody získávají na jaře, když je ještě zmrzlá zem. Hladinu ovlivňuje během roku výpar, a to až o 50 % (Pavlica 1964).

Pramenné nádrže jsou zásobeny vývěry podzemní vody. Napouštění je zajištěno v kombinaci s přítokem vody sněhové a dešťové. Podzemní voda má nízkou teplotu a je čistá, to se hodí pro chov lososovitých druhů ryb (Jůva a kol. 1980).

Průtočné nádrže jsou napájeny vodotečí a tok protéká nádrží (*Obr.1a*). Nevýhodou je zanášení těchto nádrží sedimentem. V důsledku stálého průtoku se snižuje teplota vody a nedochází k potřebnému vývoji mikroorganismů. To je nevhodné u rybochovných nádrží.

Boční-náhonové mají přítok, ze kterého je nádrž napájena, ale teče mimo nádrž. Hlavní výhodou a možností je regulace přiváděné vody (*Obr.1c*), (Pavlica 1964).



Obrázek 1. Způsob napájení nádrží: a) průtočné, b) obtokové, c) boční (Vrána a Beran 1997)

3.3 Technické zařízení malých vodních nádrží

Pro MVN, v nichž je voda vzdouvána hrází, platí technické a bezpečnostní požadavky plynoucí z české technické normy (ČSN) 75 2410. Základní požadavek je na parametry hráze a bezpečnostního přelivu. Nutností je zabránění přetékání hráze s následnou možnou destrukcí (Šámal 2003).

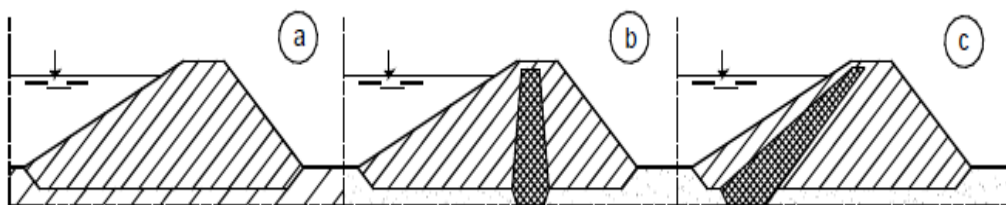
3.3.1 Hráz

Hráz patří mezi základní části malé vodní nádrže. Rozdělujeme je na čelní, boční a dělicí hráze. Hráze rybníků tvoříme ze zemních materiálů, soudržných a nesoudržných (Šálek 1996).

Hráz je nejdůležitější a finančně nejnáročnější stavba. U čelní nádrže je výhodou nižší spotřeba materiálu, zapříčiněná menší délkou hráze. Tím vznikají nižší náklady na finančně nejnáročnější část stavby. Vhodné zeminy pro stavbu hráze uvádí ČSN 75 2410.

Tvar hráze je lichoběžníkový (Obr. 2.). Pro stavbu homogenních hrází jsou vhodné písčité hlíny až hlinitojílovité zeminy. Při dostatku potřebné zeminy jsou homogenní hráze vhodné z důvodu nižší finanční nákladnosti. Dle normy je doporučena výška do 6,0 m.

Nehomogenní hráze se budují v případě nedostatku vhodného materiálu. Jsou složeny ze dvou nebo více zemín. Hráz tvoří těsnící jádro, přechodová stabilizační část a propustná stabilizační část. Návodní těsnící prvek se navrhuje z vhodné nepropustné zeminy nebo z těsnících materiálů. Zejména se využívají folie z polyethylenu nebo PVC (Vrána a Beran 1997).



Obrázek 2. Příčné profily malých zemních nádrží a) jednoduchá homogenní hráze b) hráze s vnitřním těsněním c) hráze s návodní těsnící clonou (Čistý 2005)

3.3.2 Výpustné zařízení

Výpustné zařízení slouží k regulování odtoku vody z nádrže. Mělo by být vytvořeno tak, aby bylo možné regulovat hladinu na libovolnou výšku. Výpust navrhujeme do nejnižšího místa v nádrži, z důvodu možnosti nádrž úplně vypustit (Tlapák a Herynek 2002). Nádrže s větším objemem než 1 mil. m³ musí mít dvě výpustná zařízení. Rozdělit výpusti můžeme podle způsobu odvádění vodou a to na otevřené a trubní. Výpustné zařízení se dělí na dva základní typy (Pokorný 2009).

Otevřené výpusti. Stavidla patří mezi základní a jednoduché výpustné zařízení. Navrhují se v otevřeném žlabu, často jako společný objekt s bezpečnostním přelivem. Stěny žlabu jsou zhotoveny na celou výšku hráze. Nejčastěji je stavba zhotovena z kamenného zdiva nebo z betonu. Hradicím zařízení tvoří stavidlo. Ovládá se pomocí táhla. V dnešní době se také využívají servomotory nebo hydraulické ovládání. Rozměry výpusti mohou dosahovat výšky až 3 metry a šířky 1,6–6 m (Pokorný 2009).

Trubní výpusti odvádí vodu potrubím a uzávěr je zpravidla v patě návodní strany hráze. Mezi běžné trubní výpusti zařazuje (Pokorný 2009) :

- požeráky,
- lopaty a šoupatové uzávěry.

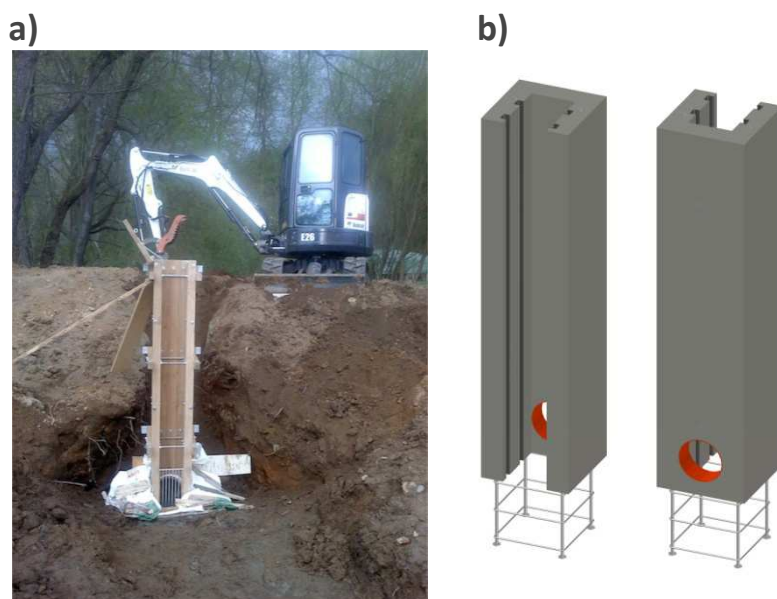
Mezi nejrozšířenější výpusti pak patří požerák. Jednoduchá betonová, železobetonová nebo dříve často využívaná dřevěná konstrukce skříňového tvaru. Uzávěr je tvořen dlužovou stěnou (Vrána a Beran 1997). Dlužová stěna je tvořena z hradicích desek o výšce 12–20 cm. Hradicím deska (dluž), se zasouvá do drážek v požeráku a slouží k manipulaci výšky vody v nádrži.

Požeráky dělí Vrána a Beran 1997 na:

- otevřené s jednou až třemi dlužovými stěnami (*Obr. 3.*),
- polouzavřený požerák s jednou nebo dvěma dlužovými stěnami,
- uzavřený požerák s jednou nebo dvěma dlužovými stěnami.

Mezi výhody požeráku patří snadná obsluha a regulace výšky vody v nádrži, jednoduchá konstrukce a případné opravy. Odběr vody z různé výšky u otevřených požeráků je vhodný především u rybochovných nádrží. Výška nad 3,5 m není u otevřených požeráků vhodná (Pokorný 2009).

Maximální vhodná výška požeráků je různá. Dostupná literatura a výrobci se na maximální výšce neshodují. Na nádržích je v současné době možno vidět i požeráky o výšce 6 m. Při takové výšce se s požerákem hůře manipuluje, především při absenci žebříku.



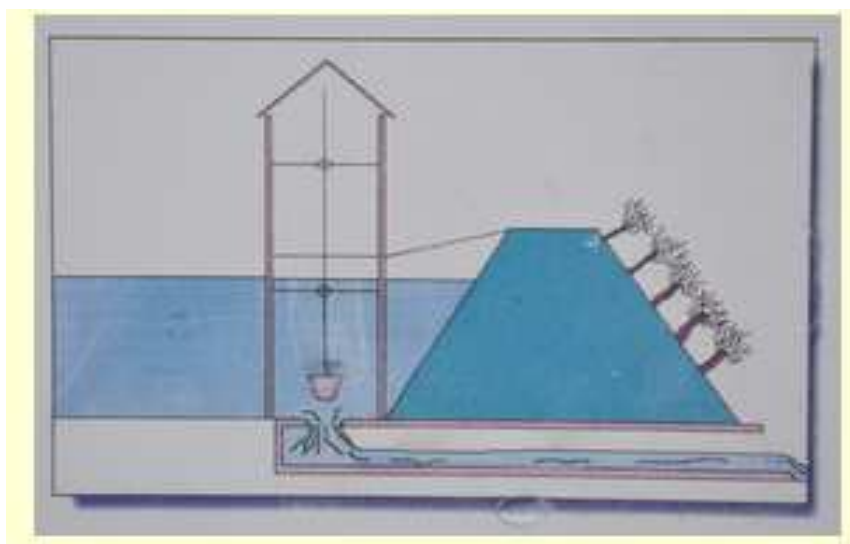
Obrázek 3. a) Dřevěný požerák otevřený (www.drevenepozeraky.cz)

b) Požerák otevřený, železobetonový prefabrikát (www.prefabuhenov.cz)

Lopatové uzávěry patří mezi nejstarší typy výpustí. Lopatová deska oválného tvaru tvoří uzávěr, který je dotlačován tlakem vody na šikmou plochu odpadního potrubí. Manipulace je zajištěna pomocí lopatového táhla, ocelové závitové tyče, případně pomocí lana nebo řetězu. Volný pohyb lopaty zajišťují drážky, ve kterých je usazena (Vrána a Beran 1997). Lopaty byly v některých případech nahrazovány plochými šoupaty. U některých nádrží je výpust osazena více šoupaty. (Pokorný 2009).

Násosková výpust se využívá jako krajní možnost. Důvodem využití je havárie na hlavním výpustném zařízení. Hlavní výhodou násosky je způsob konstrukce, který nenarušuje hrázové těleso. Násoska je tvořena z potrubí s přírubami (Pokorný 2009).

Mezi historický typ požeráku patří **čap** (Obr. 4.). Je tvořen dřevěnou zátkou, která je osazena do čapového okna dřevěného odpadního potrubí. Na čapovém uzávěru se nachází v horní části oko, pomocí něhož se uvolňuje při potřebě vypustit nádrž (Vrána a Beran 1997). Okolí čapu je osazeno brlením, které zabraňuje úniku ryb. V některých případech je součástí vazba s lávkou sloužící k manipulaci s čapem při vypouštění. V současné době se tento typ výpusti nebuduje (Pokorný 2009).

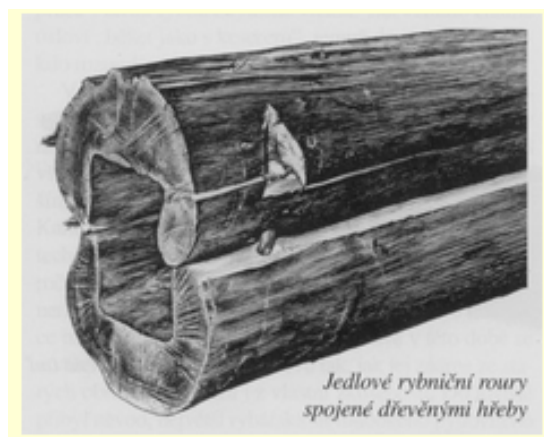


Obrázek 4. Výpust typu čap (www.ruze.ekomuzeum.cz)

3.3.3 Odpadní potrubí

Odpadní potrubí se navrhuje na největší možný průtok, provedený potrubím beztlakově. Při změně hydraulického režimu proudění dochází k nasávání vzduchu do potrubí a vzduch může tvořit dynamické rázy v potrubí. Z tohoto důvodu je možné zaústit do potrubí odvzdušňovací troubu, ta odvádí vzduch nad maximální hladinu nádrže.

Dříve využívané dřevěné potrubí (*Obr. 5.*) se nachází i v současné době na mnoha nádržích. Největší nebezpečí je způsobeno hnilobou materiálu při střídaném vystavování zatápění a vzduchu. V současné době se na stavbu potrubí využívá beton, železobeton nebo ocel (Vrána a Beran 1997). Stále více dochází k využití plastů a kompozitů (Pokorný 2009).



*Obrázek 5. Historická odpadní jedlová trouba
(www.ruze.ekomuzeum.cz)*

3.3.4 Bezpečnostní přeliv

Přelivy slouží k bezpečnému odvedení povodňových průtoků, a tím mají ochránit zemní hráz proti přelití. Přelivy se ve většině případů budují nehrazené, výjimečně mohou být doplněné o hrazení. Navrhují se na kapacitu Q_{100} , požadovanou pro IV. kategorii nádrží.

Bezpečnostní přelivy rozdělujeme podle umístění na hrázové a břehové (Šálek 1996).

Návrh bezpečnostního přelivu vychází z výpočtu na základě vzorce:

$$Q = mb\sqrt{2gh^{3/2}}, \quad (1)$$

- kde Q je návrhový kulminační průtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), Q_{100} , příp. Q_{50} nebo Q_{20} ,
- m - součinitel přepadu,
- b - délka přelivné hrany (m),
- h - výška přepadového paprsku při návrhovém průtoku (m).

V rovnici se nachází dvě neznámé veličiny. Výšku přepadového paprsku volíme v rozmezí 0,3 až 0,6 m. Pro danou výšku provedeme výpočet přelivné hrany ze vztahu:

$$b = \frac{Q}{4,43mh^{3/2}}. \quad (2)$$

Na základě kombinace výšky přepadového paprsku a délky přelivné hrany je možno určit konečný rozměr bezpečnostního přelivu (Vrána a Beran 1997).

Mezi nejběžnější přelivy patří:

- čelní - hrázové přelivy,
- břehové přelivy,
- průjezdové brody,
- boční přelivy,
- kašnové přelivy,
- šachtové přelivy,
- kombinované přelivy,
- speciální přelivy.



Obrázek 6. Čelní bezpečnostní přeliv (www.senea.cz)



Obrázek 7. Kašnový bezpečnostní přeliv
(www.rybarstvi-litomysl.cz)

Čelní - přímé přelivy (Obr. 6.) se budují v hlavní ose hráze a samotný objekt přepadu je tvořen vlastní přelivnou hranou, dále korytem nebo skluzem k případnému odvedení vody. Před přeliv s v případě rybochovné nádrže instaluje česlová stěna (Pokorný 2009).

Boční přeliv je umístěn mimo těleso hráze. Voda je odváděna ve většině případů skluzem pod hráz. Nejjednodušší provedení tohoto přepadu je příkopový přepad. Dochází k vyhloubení příkopu s malým sklonem a odvedení vody v bezpečné vzdálenosti od hráze (Pavlica 1964).

Břehové přelivy jsou budovány v břehové části nádrže v rostlém terénu. Přeliv se spadištěm má tvar žlabu.

Budování **kašnových přelivů** (*Obr. 7.*) spadá až do 20. století. Navrhují se v případech potřeby dlouhé přelivné hrany. Nutností jsou dobré základové poměry v místě stavby.

Speciální přelivy jsou budovány ve většině případů jako nouzové. Hlavním účelem těchto přepadů je odlehčení hlavnímu přepadu při povodňové situaci. Tyto přepady se zřizují dodatečně, na základě předchozích zkušeností s povodňovými průtoky.

Sdružený objekt (*Obr. 8.*). Jedná se o kašnový přeliv v kombinaci s výpustným zařízením. Předností tohoto objektu je, že celistvost hrázového tělesa je narušena pouze v jednom místě.

Šachtové a hrazené přelivy najdeme na MVN velmi zřídka. Využívají se spíše u přehrad.



Obrázek 8. Sdružený objekt (www.projekcekurka.cz)

3.3.5 Odběrné a speciální objekty

Odběrné objekty se navrhují na základě jejich účelu. Dělí se na objekty gravitační a s čerpáním. Dalším rozdělením je možnost regulovatelného nebo neregulovaného odběru (Vrána a Beran 1997).

Účelové malé vodní nádrže jsou v některých případech vybaveny dalšími speciálními objekty, které umožňují využívat nádrž pro účely, na které byla navržena. Tyto nádrže jsou uvedeny v ČSN 75 2410. Řadí se mezi ně například zásobní nádrže, ochranné retenční nádrže nebo nádrže upravující kvalitu vody.

3.4 Vodohospodářské funkce malých vodních nádrží

V české republice je podle posledních údajů asi 24 000 rybníků a malých vodních nádrží (Tab. 1.). Jejich celková plocha se pohybuje okolo 52 000 ha s odhadovaným objemem 456 milionů m³, při normální hladině nádrže. Objem využitelný při povodních má odhadovanou velikost 520 mil. m³.

Protipovodňová ochrana nádrží byla důležitá již dříve, což lze to doložit z řady historických materiálů. Tato funkce nádrží se u nás projevila především v roce 2002, kdy na Třeboňsku došlo k velké akumulaci vody při povodních v měsíci srpnu. (Urbánek 2012)

Mikroklimatická funkce je další mimoprodukční funkcí. Nádrže pomáhají vytvářet místní klima, čím je větší plocha, tím je větší jejich vliv. Tepelná kapacita vody zvyšuje délku vegetačního období. Výpar z hladiny zvyšuje vlhkost ovzduší, snižuje se tím sesychání zemědělských kultur.

Další významnou funkcí je rovněž biologická funkce, která se projevuje ve zlepšování kvality vod. Samočisticí procesy v nádržích fungují na základě větší rozlohy, s tím souvisejícím zvýšeným příjmem kyslíku a při nižším průtoku v nádrži (Jůva a kol. 1980).

Tabulka 1. Stručný přehled vodních ploch a jejich objem v ČR (Urbánek 2012)

	ÚN	Rybníky	Tůně (pinky)	Jezera	Rašeliniště	Mokřady	Toky
Tis. ha	30	52	1	0,045	7,2	17,8	25,9
Počet	138	24 000	?	7	?	?	
Objem mil. m³	3 676	456	1,2	5,7	?	18	

3.5 Současná problematika malých vodních nádrží

Malé vodní nádrže tvoří důležitou složku krajiny, kladně se projevují na ekologické stabilitě. V současné době je stav nádrží neuspokojivý. To je dáno výsledkem dlouhodobého nezájmu o údržbu a nedostatkem finančních prostředků vkládaných do údržby.

Problematika stavu nádrží je velký komplex navzájem se ovlivňujících a provázaných potíží. Při řešení problému je nutné uvažovat s vazbou na celý vodohospodářský koloběh. Problémy lze rozdělit do skupin, které jsou navzájem propojené (Vrána a Beran 1997).

- Problémy vodohospodářské,
- technické problémy (*Tab. 2.*),
- ekologické problémy,
- ekonomická stránka,
- majetkoprávní neshody,
- problémy legislativní (Vrána a Beran 1997)

Tabulka 2. Nejčastější závady u malých vodních nádrží (Vrána a Beran 1997)

Pořadí dle četnosti	Charakteristika závady	Výskyt u nádrží v %
1.	špatný stav výpustného zařízení	39
2.	neudržovaná vegetace	35
3.	zamokření podhrází	34
4.	nevyrovnaná koruna hráze	30
5.	špatný stav přelivu	26
6.	deformace povrchu hráze	25
7.	porušení opevnění hráze	24
8.	kaverny v tělese hráze, vývěry vody, omezená průjezdnost	12

4 Rybníční sediment

Za sediment se považuje to, co leží na dně nádrže, tedy sedimentované látky dopravené tam přitékající vodou nebo vzniklé jako zbytky rozkladných produktů živých organismů v nádrži žijících. Z pohledu fyzikálního jde o vodnou směs minerálních a organických látek různé měrné hmotnosti (Barchánek 2009).

Rybníční sediment je třeba v současné době brát jako odpad. Pokud kvalita sedimentu splní požadavky podle přílohy č. 9 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech v plném znění po vydání novely č. 9/2009 Sb. Rozhodující ukazatele pro využití sedimentu uvádí vyhláška č. 257/2009 Sb. (Kubík 2009).

4.1 Vznik sedimentu

Sediment vzniká důsledkem přirozených erozních a transportních procesů, které probíhají v povodí nádrží. Vlivem dešťových srážek a následného povrchového odtoku dochází k uvolňování a přesunu půdních částic (MZe ČR 1996).

Vodní eroze je způsobená dešťovými kapkami a povrchovým odtokem. Jedná se o kombinaci příčin způsobených přírodou a člověkem. Na vznik eroze má největší vliv sklonitost pozemků v kombinaci s jejich velikostí. Mezi další faktory vzniku patří vegetační pokryv, vlastnosti půdy a náchylnost k erozi. K eroznímu smyvu dochází ve vzájemné kombinaci faktorů.

Pohyb částic z místa vzniku do hydrografické sítě je složitým transportním procesem, který je proměnlivý v prostorovém a časovém měřítku. Podle vlastností usazenin a rychlosti proudění dochází na určitých místech k jejich usazování (Janeček 2008).

Pro stanovení odnosu sedimentu z povodí se v současné době využívá univerzální rovnice pro ztrátu půdy (USLE). Rovnici odvodil Wischmeier a Smith v roce 1978.

Výsledkem rovnice je množství půdy, která může být odnesena z daných pozemků za určitých podmínek. Rovnice se využívá na období jednoho roku, nelze využít na krátkodobou situaci (Janeček 2008).

Dle ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže jsou zdroje přísunu sedimentu:

- přítok nerozpuštěných látek z povodí nádrže,
- břehová abraze,
- vnitřní zanášení.

4.1.1 Zanášení přítokem

Zdrojem zanášení přítokem jsou ohroženy všechny průtočné nádrže. U neprůtočných nádrží hrozí nebezpečí při poruše a nesprávné obsluze rozdělovacího zařízení na přítoku do nádrže. Zdrojem zanášení je sediment vznikající smyvem pozemků. Jedná se o látky z celého povodí i o produkty eroze z vodního toku (Vrána a Beran 1997).

4.1.2 Břehová abraze

Břehová abraze je plošné obrušování dna a břehů, způsobené vlivem pohybu vody. Na základě vlnění dochází k uvolňování a přemísťování materiálu. Vznik a velikost abraze je kombinace více faktorů. Dochází k výraznému poškození břehů, vzniku abrazních srubů a k transportu velkého množství materiálu (Šlezinger 2011).

K abrazi dochází v břehové linii. Faktory podmiňující vznik abraze jsou sklony svahu, geologické a pedologické poměry a fyzikálně - mechanické vlastnosti povrchových útvarů břehu.

Mezi hlavní činitele působící při abrazi uvádí Šlezinger, 2011:

- vlnění způsobené větrem,
- kolísání hladiny v nádrži,
- vlnění způsobené pohybem plavidel,
- účinky mrazu a tání,
- vliv ledové pokrývky a ledových ker,
- vliv průsaku vody půdním horizontem,
- antropogenní vlivy.

Ochrana proti tomuto druhu zanášení je dvojího druhu. První možností je technické opatření, to je ochrana namáhaného svahu opevněním, nebo ochrana na základě vegetačního opatření. Nejlepší řešení je celkové opatření na litorálním pásu nádrže. Zde je dán prostor pro vodní tvrdé rostliny, jako je například rákos obecný (*Phragmites australis*), orobinec úzkolistá (*Typha angustifolia L.*) a zblochan vodní (*Glyceria maxima*), (Tlapák a Herynek 2002).

4.1.3 Vnitřní zanášení

Vody přitékající do nádrže z přilehlého povodí přináší dostatek živin, které jsou následně příčinou růstu vodních rostlin. K tomu dochází především v nádržích mělkých s hloubkou pod 0,6 m. Produktem vodních rostlin je až několik desítek tun hmoty z hektaru vodní plochy. Hmota na konci vegetačního období odumírá a dochází k rozkladu vegetace. Přestavuje tak následný nárůst sedimentu o 20–50 mm každý rok. Proto je základní požadavek na hloubku u okrajů nádrže 0,6–0,8 m. Nádrže s vytvořeným litorálním pásem představují výjimku. Hlavním cílem je v tomto případě konzervace dosavadního stavu (Gergel a Husák 1997).

Prevence vnitřního zanášení spočívá ve snížení dodávek živin přítokem a z blízkého okolí nádrže. Dále v eliminaci rostlinné hmoty s pomocí býložravých druhů ryb. Vhodný druh ryby je amur bílý (*Ctenopharyngodonidella*) a tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthysmolitrix*), (Pokorný 2009).

Další možností je omezení růstu rostlin, především sečením s následným odstraněním rostlin mimo nádrž. Toto opatření je někdy spojeno s problémy ekologického rázu (Tlapák a Herynek 2002).

4.2 Přípravy na těžbu sedimentu

Odstranění sedimentu je úkon, který patří do údržby nádrží. Revitalizace se provádí na základě řádné přípravy a nutností je zpracování projektu (Tlapák a Herynek 2002). Rybniční sediment řeší vyhláška č. 257/09 Sb. o používání sedimentů na zemědělské půdě. Vyhláška stanovuje používání sedimentu na zemědělské půdě, způsob vedení evidence, limitní hodnoty rizikových prvků a rizikových látek v sedimentu.

4.2.1 Průzkum dna

Provádí se měření při plném stavu vodní hladiny v nádrži nebo na odvodněném dně. Metoda průzkumu je odvislá od místních podmínek a podle způsobu těžby (Gergel 1995). Na průzkumu závisí celá další činnost revitalizace nádrže. U průzkumu je nezbytně nutné volit tvar a hustotu sítě odběru tak, aby výsledné hodnoty co nejoptimálněji charakterizovaly danou nádrž (Vojtěch 1997).

Průzkum dna při plné vodní hladině je nejlépe zadat odborné firmě, která zajistí měření, vyhodnocení výsledků a dokumentaci o horizontálním a vertikálním uložení sedimentu (Gergel 1995). Měření se provádí několika metodami. Nejvíce využívaná je nivelační metoda, při této metodě se zaměří nové dno a porovná se s původním dnem. Nevýhodou je menší přesnost a chybějící dokumentace u některých nádrží.

Průzkum na dně vypuštěné nádrže je nutné provést na vystokovaném dně. Vystokováním se umožní odtok veškerých zbytků vody zadržované v nerovnostech dna (Mze 1996). Průzkum vertikálního uložení se provádí sondovací tyčí do 0,8 m, případně je možné založit kopanou sondu. Zjištění přesné nivelety je z důvodu obtížného rozlišení vrstev sedimentu a původního dna nepřesné (Gergel 1995)

Měření pomocí sondovací tyče je náročný způsob (*Obr. 9, 10*). V určených intervalech na stanovených profilech dochází k zapichování sondy do dna a tím je zmapováno původní dno (Vojtěch 1997)

Při vyhodnocení horizontálního uložení sedimentů se dno rozděluje na sedimentární a původní část. Ta obvykle v určité šířce doprovází spojnicí mezi vtokem, výpustí a erozní částí nádrže. Zpravidla větší plocha dna nádrže patří do přechodové části. Průzkum dna se z tohoto důvodu zaměřuje na vlastní kotlinu nádrže, ale i na litorální část stávající nádrže. U některých nádrží je rozdíl mezi katastrální výměrou a vodní plochou až 30–50 % výměry nádrže. Základem je proto vymezení původní hranice zátopy (MZe ČR 1996)



Obrázek 9. Měření sedimentu pomocí sondovací tyče (autor)



Obrázek 10. Provádění měření na rybníku Zastráněcký v místech s největší mocností sedimentu (autor)

4.2.2 Chemické rozbory

Z hlediska dalšího využití sedimentu je vytěžený sediment považován za odpad. Hranice obsahu toxických kovů a dalších cizorodých látek se stanovují pomocí chemických rozborů (Pokorný 2009).

Mezi nutné chemické rozbory patří:

Jedním ze základních ukazatelů je **půdní kyselost**. Jedná se o vyjádření podílu hydroxoniového iontu v půdním roztoku, a to v H₂O nebo v interakci s organominerálním sorpčním komplexem KCl. Hodnota pH ovlivňuje různé biologické a chemické procesy. Hodnotu pH lze upravit vápněním (MZe ČR 1996).

Sorpční kapacita udává schopnost výměny kationtů. Rybniční bahno je díky svému vysokému podílu jemných zrnitostních částí významným zdrojem sorpční kapacity.

Mezi další ukazatele patří **obsah uhlíku**, dále **huminové látky**, které jsou produktem rozkladu rostlinné a mikrobiální biomasy. Patří mezi významné transportní prvky pro pohyb kationtů, hlavně také těžkých kovů. Zabraňují tedy pohybu škodlivých látek. Zjišťují se také množství dusíku, fosforu a draslíku (Gergel 1995).

4.2.3 Fyzikální rozbory

Fyzikální rozbory stanovují zrnitostní kategorie, tedy křivku zrnitosti. Dalším ukazatelem je měrná hmotnost, ta upřesňuje povahu sedimentu. Mezi vedlejší ukazatele patří kapilární kapacita, pórovitost, objemová hmotnost a plasticita (Mze ČR 1996).

4.2.4 **Rozbory zdravotní nezávadnosti**

V sedimentu se ukládají nejen biogenní prvky, ale i rizikové látky. Velikost kontaminace je hlavním faktorem při nakládání se sedimentem. Stanovuje se množství toxických kovů, radioaktivita a organické škodlivé látky (Gergel 1995).

Základem je rozbor podle přílohy č. 1 vyhlášky 257/2009 Sb. Ta určuje limitní hodnoty rizikových prvků a rizikových látek v sedimentu (Kubík 2009).

Rizikové prvky se vyskytují v přírodě v malém množství. Problém nastává s jejich odbouráváním, nelze je odstranit pomocí přírodních procesů. Obsah těžkých kovů ve vodách je závislý na interakcích mezi vodou a sedimentem. Vysoká hodnota pH pomáhá k vazbě na sediment. (MZe ČR 1996).

4.2.5 **Organické polutanty**

Jedná se o škodlivé organické látky vykazující toxické vlastnosti, které jsou stálé a akumulují se. Dochází u nich k dálkovému přenosu a vyznačují se vysokou škodlivostí pro lidské zdraví nebo životní prostředí.

Vyskytují se jako jediná chemická látka nebo jako směs látek. Do prostředí se dostávají jako směs chemických látek. Dle Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech mezi ně patří aldrin, DDT, endrin, heptachlor, HCB, toxafen, mixer, dieldrin, chlordan a polychlorované bifenyly.

Zdrojem znečištění je aplikace zemědělských hnojiv, použití čistírenských kalů nebo únik ze skládek (Holoubek 2001).

4.2.6 **Radionuklidy**

Radionuklidy jsou nekontrolovatelně šířeny do životního prostředí. Nejvíce se šíří při spalování v podobě imisních spadů. Dále se dostávají do prostředí aplikací fosforečných hnojiv. Hlavním faktorem kontaminace sedimentů je geologická stavba povodí. Radionuklidy se přirozeně ukládají v horninách s obsahem těžkých minerálů (MZe ČR 1996).

4.2.7 Rizikové těžké kovy

Těžké kovy patří mezi rizikové prvky při stanovení parametrů sedimentu. Mezní hodnoty zjišťovaných těžkých kovů uvádí (Tab. 3.).

Tabulka 3. Limitní hodnoty rizikových prvků v sedimentu v mg.kg^{-1} sušiny podle vyhlášky č. 257/2009 Sb.

Pořadové 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 ³⁾	6
14	PCB ⁴⁾	0,2
15	Uhlovodíky C10–C40	300
16	DDT (včetně metabolitů)	0,1

Vysvětlivky:

1) Obsah Hg se stanoví jako celkový obsah; obsahy ostatních prvků, tj. As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn se stanoví extrakcí lučavkou královskou

2) BTEX - suma benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenu

3) PAU - polycyklické aromatické uhlovodíky (suma, antracenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluoranthenu, benzo(k)fluoranthenu, benzo(a)pyrenu, benzo(ghi)perylenu, fenantrenu, fluoranthenu, chrysenu, indeno (1,2,3-cd)pyrenu, naftalenu a pyrenu)

4) PCB - polychlorované bifenyly

4.2.8 **Financování**

Odstranění sedimentu a rekonstrukce MVN je finančně velice náročná činnost. Financování z vlastních zdrojů majitele nádrže je akce s pomalou návratností. V dnešní době je ve většině případů nutnost využití finanční podpory z fondů Ministerstva zemědělství ČR.

Program 129 130, podpora obnovy, a rekonstrukce rybníků a zřizování vodních děl k ochraně před povodněmi a suchem. Program řeší obnovu a rekonstrukci nádrží, odbahnění nejvíce zanesených rybníků, výstavbu vodních nádrží na ochranu před povodněmi a suchem a odstranění povodňových škod na nádržích a jejich objektech. Výše podpory je až 100 %, do maximální výše 210,- Kč/m³ vytěženého sedimentu.

Další možností je Operační program Rybářství. Tento program vychází z nařízení Evropského rybářského fondu. Řídícím orgánem je Ministerstvo zemědělství ČR, zprostředkovatelem Státní zemědělský intervenční fond. Výše podpory je maximálně do 60%. Program je vyhrazen pro nádrže o velikosti do 1 ha (AOPK ČR 2015).

4.3 **Těžba sedimentu**

V současné době se využívají dva hlavní způsoby odtěžení sedimentu:

- mokrou cestou pomocí sacího bagru,
- suchou cestou ve vysušené nádrži (Tlapák a Herynek 2002).

Nejstarší metodou bylo karbování sedimentu. Jde v podstatě o rozmíchávání rybničního bahna při vypouštění. Odtékající voda unáší co největší množství sedimentu (Livečka a kol. 1962). V minulosti se jednalo o běžný způsob, který současná platná legislativa zakazuje (Pokorný 2009).

4.3.1 Mokrý cesta

Pod názvem " sací bagr " se skrývají dvě odlišné těžební technologie (*Obr. 11.*). První z nich je plovoucí sací bagr, který těží kal ze dna a přepravuje ho do okolních míst v podobě hydro - směsi. Transportní médium je voda, ta zředí kal na potřebnou hustotu. Dále po transportu na dané místo dochází k vysychání nebo mechanickému oddělování pomocí výkonných odstředivek.

Druhý způsob je pneumatické odsávání průmyslovými vysavači. Manipulační médium je v tomto případě vzduch. Není nutné tedy sediment ředit a výsledkem je dobrá kvalita sušiny. Sediment se přímo čerpá do cisterny (Janáč 2007).

Dále je možná aplikace kombinované těžby sedimentu s pomocí těžebního stroje, který se pohybuje přímo v nádrži se sacím aparátem. Doprava je možná až na 300 metrů, to je výhodou především v nedostupném terénu pro sací vozidla (Janáč 2007).

Výhody mokré cesty jsou:

- těžba na plné vodě za přítomnosti rybí obsádky,
- těžit lze za všech klimatických podmínek s výjimkou velkých mrazů,
- snadná aplikace rozstříkem na pole,
- na základě kvalitního průzkumu lze těžit potřebné části sedimentu,
- odbahňovat po částech podle momentálních nároků.

Nevýhody:

- problematika s aplikací sedimentu na pole (nedůvěra zemědělců),
- v případě znemožnění aplikace sedimentu na pole je nutná tvorba lagun. To je závislé na terénu a finančních možnostech.
- Pro revitalizaci litorálu je nutné využít částečně suchou cestu odbahnění (Vojtěch 1997).

4.3.2 Suchá metoda

Těžba sedimentu suchou metodou probíhá ve vysušené nádrži s použitím strojů na zemní práce (*Obr. 12.*). Sediment se odtěžuje po vrstvách. Postupuje se po vrstvách se stejným složením a vlastnostmi. Těžba se ukončí 10 - 15 cm nad původním dnem, z důvodu zachování úrodnosti nádrže (Čistý 2005).

Nejčastějším postupem při této metodě je vypuštění a vysušení dna nádrže v podzimních měsících. Vlastní odtěžení se provádí v jarních měsících na základě mocnosti sedimentu a jeho únosnosti. Mocnost určuje pracovní postup, zda lze přímo odebírat sediment bagrem nebo nakladačem, či musí nejdříve dojít k shrnování buldozerem. Únosnost dna určuje použití kolové nebo pásové mechanizace (Tlapák a Herynek 2002). Nejobtížnější záležitost je zachování nepropustnosti dna. Je nutné posoudit, zda je možné s opatrností odtěžit pouze přebytečný sediment bez poškození nepropustného dna (Vrána a Beran 1997).

Výhody suché metody jsou:

- osvědčená a odzkoušená metoda,
- odtěžený sediment neobsahuje přebytečné množství vody,
- současně lze provést opravy zařízení v nádrži (výpustné zařízení, hráz, stoky, loviště).

Nevýhody jsou:

- velký zásah do MVN,
- po takovémto zásahu trvá několik let, než se produkce MVN vrátí do původních hodnot,
- promíchání a znehodnocení vrstev sedimentu,
- vyřazení MVN z funkce během vypuštění,
- voda odtékající během oprav je znečištěná a zatěžuje negativně další tok,
- kvalitu a úspěch revitalizace ovlivňuje počasí,
- náročná aplikace sedimentu na pole,
- devastace krajiny těžkou těžební technikou (Vojtěch 1997).



Obrázek 11. Sací bagr Vašek (www.plosab.cz)



Obrázek 12. Těžba sedimentu suchou cestou (www.aqasys.cz)

4.4 Nakládání se sedimentem

Vytěžený sediment z nádrží lze využít na výrobu kompostů, při rekultivaci písčitých půd, na skládky odpadů, na hnojení lesních a zemědělských pozemků a případně také na zúrodnění písčitých MVN. Sediment využitý k hnojení nesmí zvyšovat hodnoty rizikových látek nad povolenou hranici (Čistý 2005). Sediment lze kompostovat. Nevýhodou však je délka procesu, která trvá až dva roky a s tím související potřebné prostory pro tuto činnost. Kompostovat je vhodné sediment vytěžený suchou metodou (Vojtěch 1997).

4.4.1 Doprava sedimentu

Doprava se řídí dle platných dopravních předpisů. Nesmí docházet ke znečišťování vozovky a ohrožování ostatních uživatelů silničního provozu. Vhodné je vybírat co nejkratší trasu a odpovídající dopravní prostředky (Tlapák a Herynek 2002).

5 Malá vodní nádrž Zastráněcký

Rybník Zastráněcký se nachází nedaleko obcí Horní Studenec a Rovný, v blízkosti nádrže se nachází zemědělská usedlost Vyhnálov. Nádrž je obklopena zemědělskými a lesními pozemky. Svojí polohou nádrž spadá pod chráněnou krajinnou oblast Železné hory. Rybník je napájený levostranným přítokem Barchaneckého potoka, mezi další zdroj vody patří meliorační potrubí zaústěné do této nádrže. V současné době se nádrž využívá jako rybochovná.

5.1 Základní informace o nádrži

Název nádrže:	Zastráněcký rybník
Kraj:	Vysočina
Okres:	Havlíčkův Brod
Obec:	Horní Studenec
Místně příslušný vodoprávní úřad:	Městský úřad Chotěboř
Vodní tok:	Neznámý levostranný přítok Barchaneckého potoka
Číslo hydrologického pořadí:	1 - 03 - 03 - 0170 - 0 - 00
Parcela:	číslo: 179/3, výměra: 8179 m ² , vodní plocha číslo: 238/3, výměra: 984 m ² , ostatní plocha číslo: 179/3, výměra: 2806 m ² , vodní plocha číslo: 179/30, výměra: 285 m ² , vodní plocha
Vlastnictví:	Čermák Jiří, Vojnův Městec 76, Podíl: 1/2 Česká republika, Podíl: 1/2
Nadmořská výška nádrže:	571 m n.m. -(ČÚZK 2015)

Klimatický region určený na základě BPEJ přilehlých pozemků zařazuje pozemky do sedmého klimatického regionu.

Základní charakteristika klimatu:

- mírně teplý a vlhký region.
- Průměrná roční teplota 6 - 7 °C.
- Srážkový úhrn 650 - 700 mm (VUMOP 2015).

5.2 Historie nádrže

Po prozkoumání mapových podkladů českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), bylo zjištěno, že rybník Zastráněcký, dříve možná pod jiným názvem, byl zjištěn na mapových podkladech prvního vojenského mapování z roku 1764–1768. V těchto letech tvořilo soustavu 9 rybníků (*Obr. 13.*). Na základě vyznačení cest je s největší pravděpodobností rybník Zastráněcký sedmou nádrží soustavy.

Druhé vojenská mapování proběhlo v letech 1836–1852. V tomto období soustava rybníků měla 5 nádrží. Na základě přibližné polohy a tvaru lze předpokládat, že řešená nádrž byla plochou největší, a nacházela se uprostřed soustavy.

Podle mapových podkladů ze třetího vojenského mapování lze odhadnout, že mezi lety 1852–1876 došlo ke zrušení celé soustavy. V tomto období se na místě nádrží nachází bažiny a pozůstatky po hrázích.

Nádrž přestala plnit svojí funkci nejspíše z důvodu rozpadu dřevěného odpadního potrubí. Poté nedošlo k opravě a rybník se proměnil na zamokřené místo, zarostlé vodními rostlinami. V roce 1975 došlo k obnově nádrže obyvateli Horního Studence. Od tohoto roku plní nádrž především rybochovnou funkci.



Obrázek 13 - Soustava nádrží včetně rybníku Zastráněcký
(www.oldmaps.geolab.cz)

5.3 Využití nádrže

Nádrž je využívána k rybochovným účelům. Svoji povahou se jedná o plůdkový rybník, případně je nádrž vhodná na chov vedlejších druhů ryb. Nádrž je mělkého charakteru s největší hloubkou 1,6 m. Hloubkový součinitel pro tuto nádrž je 0,44. Jde tedy o biologicky aktivní nádrž. Díky tomu dochází k rychlému oteplování vody, což je dobré pro růst ryb. Nevýhodou je menší přítok, který společně s menší hloubkou dělá rybník nevhodný k zimování ryb. Nejlépe je v tomto rybníku nezimovat ryby, nebo případně přes zimní období přechovávat jen menší množství rybí obsádky. Celkově se jedná o úživný rybník, v porovnání s okolními rybníky je v tomto ohledu jeden z nejlepších.

5.4 Chov ryb

V předchozích letech byla v nádrži chovaná štika obecná (*Esox lucius*). Jednalo se o plůdek této ryby. Nasazována byla štika rychlená. V podzimních měsících došlo k vylovení ryb a nasazení do větších nádrží. Problémem v chovu je kanibalismus, který u štiky obecné vzniká při nedostatku přirozené potravy.

V tomto trendu hospodaření není v současné době možné pokračovat z důvodu problematického výlovu ryb způsobeného vodní vegetací a zmiňovaného kanibalismu. Proto je nutné vysadit vhodné druhy ryb, a to z důvodu potlačení vodní vegetace, viz 4.1.3 Vnitřní zanášení.



Obrázek 14. Fotografie z roku 2002 (autor)



Obrázek 15. Fotografie nádrže z roku 2015 (autor)

5.5 Posouzení současného stavu nádrže

Posouzení stavu nádrže bylo provedeno na základě poznatků z praxe a několikaleté zkušenosti s obhospodařováním této nádrže za účelem chovu ryb. Dále také na základě konzultací s pracovníky vodohospodářské stavební firmy Aquasys.

Jde o vodohospodářské dílo, k němuž nejsou k dispozici podklady o výstavbě a doklady o kolaudaci. Z pohledu technicko-bezpečnostního dohledu (TBD) se jedná o dílo IV. kategorie.

5.5.1 Sediment

V současné době je rybník částečně zanesen sedimentem. To je způsobeno erozními procesy, vznikajícími na přilehlých zemědělských pozemcích. Množství sedimentu se za poslední roky zvyšuje velice rychle. Lze to pozorovat při vypuštění nádrže. Dochází k výraznému zanášení loviště a stokového systému. Hlavním problémem je zarůstání vodními rostlinami (*Obr. 14 a 15.*), v současnosti je jedna třetina nádrže pokryta vodními rostlinami. To také výrazně přispívá ke zvyšování množství sedimentu, viz *6.1 Měření vrstvy sedimentu.*

5.5.2 Výpust a odpadní potrubí

Jedná se betonový dvouřadý otevřený požerák. Výpustné zařízení nedosahuje potřebné výšky ke koruně hráze (*Příloha G*). Při větší lokální povodni dochází k jeho celkovému zatopení a ke znemožnění manipulace s vodou. Beton je narušen a dochází k jeho odpadávání.

Odpadní potrubí je z betonových trub DN 400 ocelkové délce 12 metrů. Délka jednotlivých dílů potrubí je potom 2 m. Ve vývařišti na návětrné straně došlo k posunu poslední části trubky a dochází k vývarům vody v hrázi a následnému odnášení těsnícího materiálu. Na opevnění trub je zvolen nevhodný materiál, velký lomový kámen, viz (*Obr. 17*).

5.5.3 Těleso hráze

Jedná se o homogenní zemní hráz (*Příloha F*). Těleso hráze má nestejnomyšný tvar a není na některých místech opevněno na návodní straně, z tohoto důvodu dochází k abrazi a tím narušováním hrázového tělesa. Na hrázi se nachází nevhodná vegetace (*Obr. 16.*) a dochází pouze k částečnému kosení travin během vegetačního období. Koruna hráze není zpevněna pro jízdu automobilů a dochází k narušování a vytváření kolejí od projíždějících vozidel. Celkově je hráz ve špatném stavu.

5.5.4 Bezpečnostní přeliv

Nádrž nemá vlastní BP a v případě povodňových stavů a zahlcení výpustního zařízení dochází k naplnění nádrže a přetékání vody přes korunu hráze. Při jarním tání 2015 došlo k poslednímu lokálnímu povodňovému stavu a odtoku vody přes hráz a následně také odtokem orební spárou na okraji přilehlého pole. Při těchto stavech hrozí nebezpečí narušení hráze.



Obrázek 16. Hráz nádrže (autor)



Obrázek 17. Odpadní potrubí (autor)

5.6 Hydrologický model DesQ - MAX Q

Model se využívá pro výpočet maximálního průtoku z povodí, které lze definovat buď jedním svahem, nebo dvěma svahy ve tvaru "otevřené knihy", bez ohledu na rozvinutí hydrografické sítě v povodí.

Model umožňuje výpočet N-letých návrhových průtoků a objemů povodňových vln (Hrádek a Kuřík 2001).

5.6.1 Výpočet modelu DesQ - MAX Q

Výpočet Q_n pro povodí rybníka Zastráněcký je nutný provést pro návrh BP a výpustného zařízení. Pro tento výpočet bude nutná hodnota Q_{100} . Pro výpočet je nutné posoudit stav povodí v rámci terénního zkoumání a prací s mapovými podklady. Výpočet byl proveden na základě těchto vstupních hodnot:

Tok:	Levostranný bezejmenný přítok do Barchaneckého p.
Uzavírací profil:	hráz Zastráněckého rybníka
Délka údolnice:	1,17 km
Sklon údolnice:	1,62 %
Plocha svahu:	L- 0,38 km ² , P- 0,25 km ²
Sklon svahu:	L- 4,55 %, P- 2,41 %
Drsnost:	L - 7,16 s, P - 7,9 s
Typ CN křivky:	2
Číslo CN křivky:	L - 69,96 P - 70,57
1-denní max. srážkový úhrn pro N100: 110,0mm	

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
5	Q_{max}	maximální průtok	0,486	0,297	0,189	[m ³ ·s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	6,47	3,87	2,60	[10 ³ ·m ³]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H ₁₄₅	10,7	6,39	4,29	[10 ³ ·m ³]
10	Q_{max}	maximální průtok	1,16	0,705	0,450	[m ³ ·s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	9,98	5,97	4,01	[10 ³ ·m ³]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H ₁₁₀	16,8	10,1	6,75	[10 ³ ·m ³]
20	Q_{max}	maximální průtok	1,82	1,10	0,713	[m ³ ·s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	12,5	7,49	5,05	[10 ³ ·m ³]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H ₁₂₀	19,9	11,9	7,99	[10 ³ ·m ³]
50	Q_{max}	maximální průtok	2,79	1,69	1,09	[m ³ ·s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	15,5	9,23	6,26	[10 ³ ·m ³]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H ₁₅₀	22,7	13,6	9,15	[10 ³ ·m ³]
100	Q_{max}	maximální průtok	3,60	2,18	1,42	[m ³ ·s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	17,6	10,5	7,12	[10 ³ ·m ³]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H ₁₀₀	25,1	15,0	10,1	[10 ³ ·m ³]

Obrázek 18. Výsledky maximálního průtoku (autor)

Na základě zadaných parametrů je výsledná hodnota $Q_{100}=3,6$ (m³·s⁻¹). Kompletní výsledky vyhodnocení viz (Obr. 18).

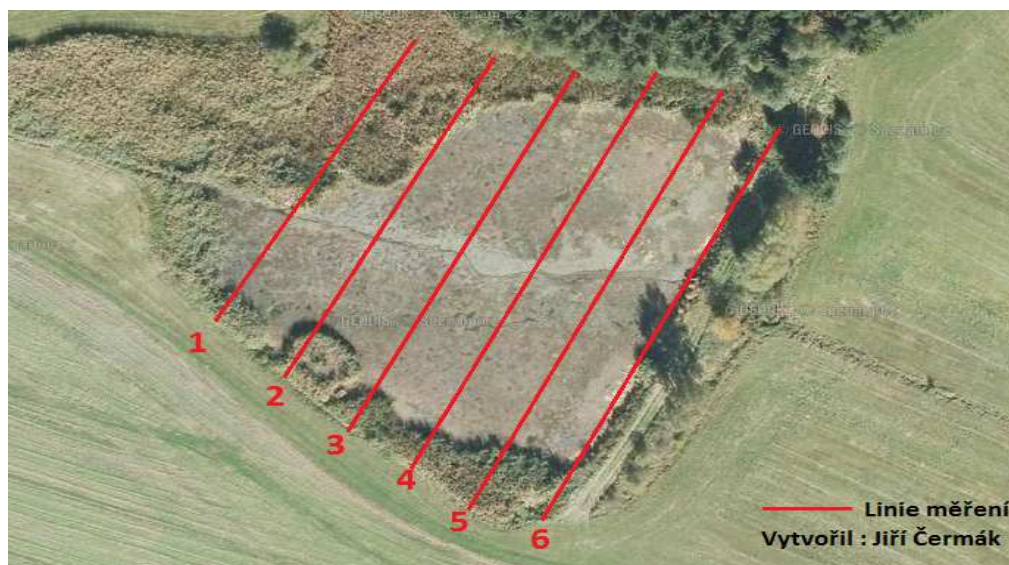
6 Revitalizace MVN Zastráněcký

Tato část bakalářské práce je zaměřena na revitalizaci nádrže, na těžbu sedimentu a rekonstrukci technických objektů. Problémem je chybějící bezpečnostní přeliv. Odpadní potrubí a výpustné zařízení jsou v nevyhovujícím stavu. Jedná se o vodohospodářské dílo bez dokladů o kolaudaci. Z hlediska TBD se jedná o dílo IV. kategorie. Navrhované odbahnění rybníka zvýší jeho retenční schopnost a výstavba bezpečnostního přelivu přispěje k bezpečnému převedení povodňové vlny.

6.1 Měření vrstvy sedimentu

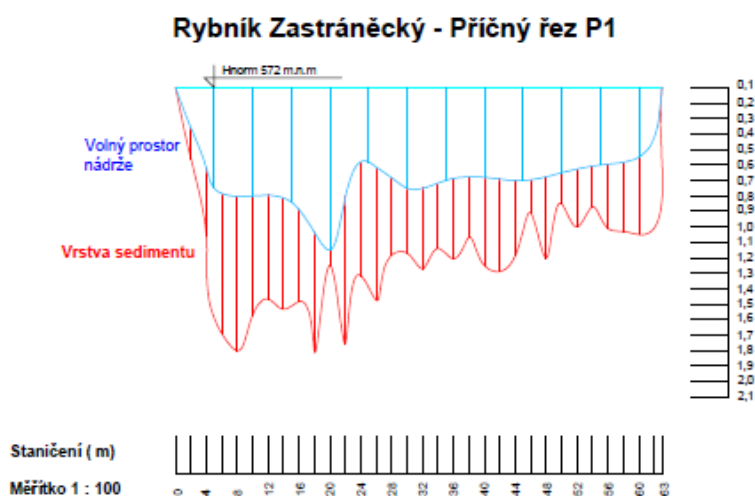
Z důvodu chybějícího geodetického zaměření původního dna nádrže nebylo využito měření sedimentu pomocí geodetických metod, byl zvolen způsob měření sedimentu sondovací tyčí. K měření byla využita sondovací tyč o délce 1,5 m. Postup měření byl navrhnut v pěti měřených profilech rovnoměrně rozložených v nádrži, s krokem měření po 2 m. Vzdálenost profilů je 15 m (*Obr. 19.*).

Měření bylo provedeno na vypuštěné nádrži, ihned po výlovu ryb. Z důvodu dalšího rybochovného využití nebylo možné provést vystokování a následné vysušení dna. Pro přesné měření bylo využito pásmo s vyznačeným krokem 2 metry. Pro vytvoření příčných profilů bylo následně vyměřeno i nové dno a tedy současná hloubka a objem vody v nádrži.

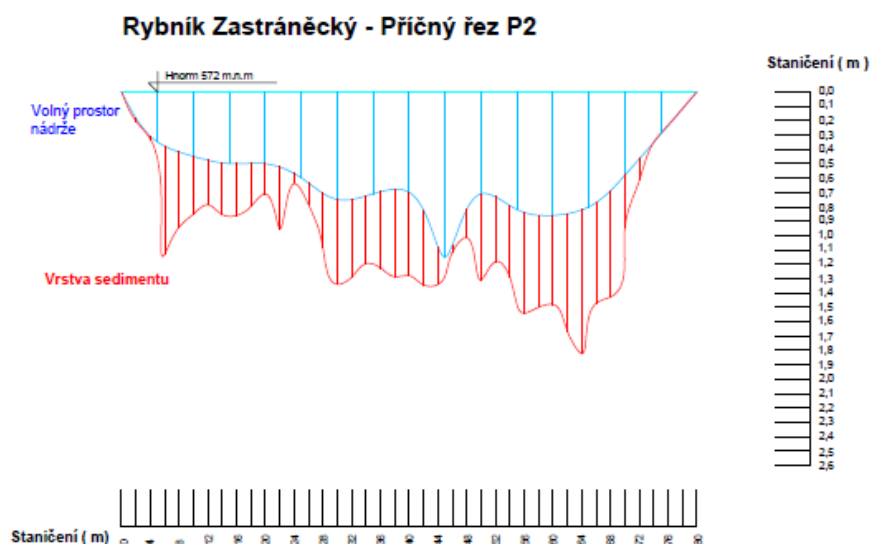


Obrázek 19. Linie měření na nádrži Zastráněcký(www.cuzk.cz obr. pozměněn autorem)

Z naměřených hodnot v daných liniích jsou vytvořeny následující příčné řezy (Obr. 20–24). Původní dno je dle řezů nerovnoměrné a není svažité ke stoce, to je způsobeno odchylkami při měření sondovací tyčí. Při různých tvrdostech sedimentu je problematické určení původního dna. Při stanovení volného prostoru nedocházelo k větším odchylkám. Lze tedy určit s velkou přesností objem volného prostoru nádrže. Na příčných řezech můžeme odhadnout odpadní stoku, jedná se místo v daném řezu. Na základě největších mocností sedimentu je možné určit místa s nejvíce zanesenou oblastí nádrže.

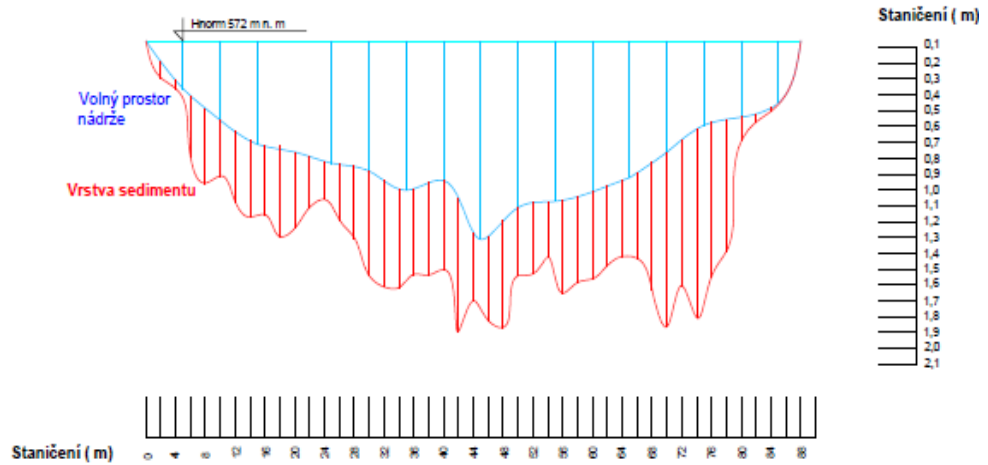


Obrázek 20. Příčný řez 1. (autor)



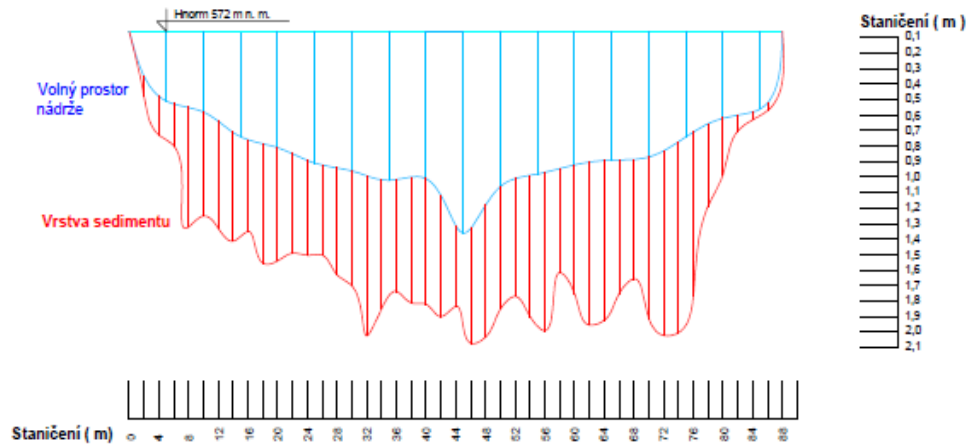
Obrázek 21. Příčný řez 2. (autor)

Rybník Zastráněcký - Příčný řez P3



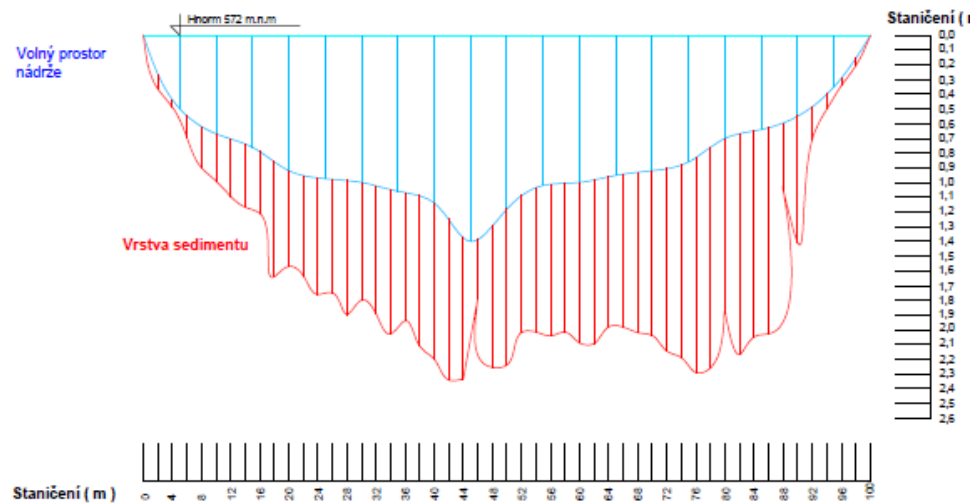
Obrázek 22. Příčný řez 3. (autor)

Rybník Zastráněcký - Příčný řez P4



Obrázek 23. Příčný řez 4. (autor)

Rybník Zastráněcký - Příčný řez P5



Obrázek 24. Příčný řez 5. (autor)

6.2 Vyhodnocení množství sedimentu

Vyhodnocení objemu sedimentu bylo provedeno pomocí dvou metod. Výpočty byly provedeny na základě zjištěných dat z terénního měření.

První postup č. 1 je metoda koncové oblasti:

$$V = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) * L, \quad (4)$$

- A - plocha příčného profilu,
- L - délka profilu.

Metoda pracuje na základě zjištění objemu mezi dvěma sousedními průřezy. Průřezová plocha je průměr z naměřených hodnot. Násobeno je délkou mezi průřezy.

Druhý postup č. 2, využitý při výpočtu je metoda kónického sblížení:

$$V = \left(\frac{h}{3} \right) (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1} * A_2) \quad (5)$$

- h - vzdálenost mezi plochami,
- A - plocha profilu.

Jde o metodu kónického sblížení. Vypočítává objem mezi dvěma průřezy (Autodesk 2014).

6.2.1 Výsledky výpočtů

Výsledek byl vyhodnocen na základě dvou popsaných metod, viz 6.2 *Vyhodnocení množství sedimentu*. Celkový přehled výpočtu viz *Tabulka č. 4*. Výsledné hodnoty objemu jsou:

- Metoda č. 1–3492,7 m³,
- Metoda č.2–3348,7 m³.

Na základě přiložených výsledků je zřejmé, že rozdíl ve vyhodnocení metod je 144 m³. Pro výslednou hodnotu množství sedimentu k vytěžení byl vytvořen průměr z obou hodnot a následně snížení množství o 10 cm průměrné výšky sedimentu, ten bude ponechán z důvodu rychlejšího oživení nádrže. Výsledná hodnota uvažovaného množství sedimentu k odtěžení je tedy 2740 m³. S výslednou hodnotou je následně uvažováno ve finanční rozvaze projektu.

Tabulka 4- Výpočet množství sedimentu (autor)

Výpočet množství sedimentu v nádrži

	Linie 1	Linie 2	Linie 3	Linie 4	Linie 5	linie 6
Průměr výška sedimentu (m)	0,48	0,41	0,49	0,67	0,78	0,05
Plocha profilu (m2)	30,18	30,95	42,37	59,04	78,24	4,75
Průměrná výška vody	0,58	0,59	0,67	0,71	0,79	0,84
Plocha profilu (m2)	36,59	44,62	57,85	62,48	78,90	79,80

Metoda End Area Method

Profily	1	2	3	4	5	6
Objem sedimentu (m3)	70,93	458,45	549,90	760,60	1029,55	622,39
Objem vody v nádrži	85,98	609,04	768,47	902,45	1060,39	1190,29

Celkový objem sedimentu	3491,81 m3
Celková objem vody v ndárži	4616,61 m3

Approximation Method

Profily	1	2	3	4	5	6
Objem sedimentu (m3)	47,28	458,44	547,66	757,15	1026,18	511,31
Objem vody v nádrži	57,32	608,04	766,33	902,22	1057,99	1190,28

Vzdálenost mezi profily 15 m
Průměrná vzdálenost od profilu 1 k břehu nádrže 4,7 m

Celkový objem sedimentu	3348,02 m3
Celková objem vody v ndárži	4582,19 m3

Průměrný objem vody - obě metody	4599,40 m3
Průměr sediment- obě metody	3419,92 m3
Průměrná vrstva sedimentu	0,48037 m

Při zůstatku 10 cm z průměrné vrstvy je nutné odtěžit 2740 m³.
Zůstatek sedimentu je nutný pro následné oživení nádrže.

6.3 Chemické rozbory sedimentu

Pro tuto bakalářskou práci nebyly rozbory provedeny. Důvodem je finanční náročnost a omezená délka platnosti, přičemž délka platnosti vzorku není přesně určena zákonem. Platnost ovlivňují možné změny jako je povodňový stav nebo nadměrné působení eroze s následným uložením sedimentu v nádrži.

6.4 Návrh postupu prací při odstranění sedimentu

V naší situaci, při posouzení stavu nádrže a její velikosti je zvolena možnost odtěžení sedimentu suchou metodou. Nejdříve je nutné vypustit nádrž a pomocí stok odvést vodu ze dna nádrže. Dále po vysušení se odbagruje sediment za pomoci pásového rypadla, případně s možností využití dozeru. Na základě odborné konzultace v podniku Aquasys Žďár, by při velikosti nádrže bylo dostačující využití pásového, případně kolového bagru v závislosti na únosnosti dna nádrže.

Následná přeprava sedimentu od nádrže je závislá na vzdálenosti místa uložení. V případě převozu na okolní pozemky jsou nejvhodnější dampry (*obr. 25*), v případě přepravy sedimentu na vzdálenější pozemky nebo skládky je nutné využít kamionovou dopravu.

Výhoda dampru je velikost objemu ložné plochy až 20 m³ a také účinnost a rychlost přepravy v těžkém terénu. Tento stroj však lze využít pouze na stavbě v terénu (Aquasys 2015).



Obrázek 25. Práce dampru a pásového rypadla při těžbě sedimentu (www.aquasys.cz)

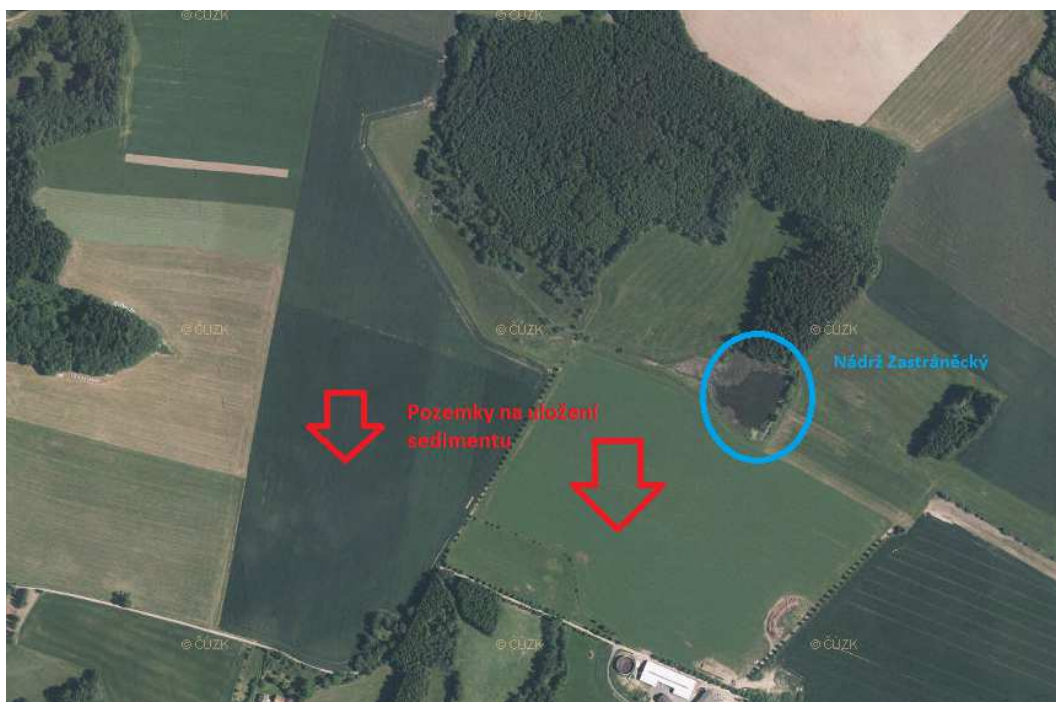
6.5 Uložení sedimentu

Absence chemického rozboru nám neumožňuje určit jeho kvalitu a možnosti přesného využití. V našem případě je uvažováno s kladným vyhodnocením rozboru sedimentu a možností uložení na zemědělském pozemku. Tato varianta je finančně nejméně náročná. Přilehlé pozemky je vhodné využít z důvodu nižší finanční náročnosti dopravy a omezení pohybu těžké stavební techniky na komunikacích.

Hlavním důvodem uložení na pozemcích, ze kterých částečně sediment pochází je jeho úživnost a navrácení na místa jeho původního výskytu viz 5.1 *Vznik sedimentu*.

Na základě dohody s místním zemědělcem a vlastníkem pozemků o uložení materiálu na přilehlé pole viz (obr. 26), je vyznačeno místo možného uložení červenou šipkou. Dalším krokem by bylo rozprostření sedimentu do výšky 10 cm. V posledním kroku uložení je hnojení vápenatým hnojivem o množství 2 t/ha, následně zapravení pomocí hluboké orby nad 25 cm. Po zapravení je možné pozemky opět využívat k zemědělské činnosti.

V případě nutnosti uložení sedimentu na skládku, je nejbližší možná varianta skládka Nasavrky. Vzdálenost od místa těžby je 20 km.



Obrázek 26. Pozemky na uložení sedimentu (www.ikatast.cz obr. pozměněn autorem)

6.6 Rekonstrukce zařízení nádrže

V této práci je řešeno výpustné zařízení, bezpečnostní přeliv a odpadní potrubí. Speciální objekty se na nádrži nenachází.

Opravy hráze nejsou předmětem této práce. Současný stav vyžaduje její rekonstrukci, především opevnění návodní strany hráze a úpravu sklonů hráze. Současný sklon nesplňuje požadavky ČSN 75 2410. Doporučuje se očištění hráze od dřevin, dosypání vhodným materiálem a opevnění kamenem.

6.6.1 Výpustné zařízení

V návrhu nové výpusti je uvažováno s dvouřadým otevřeným požerákem betonové konstrukce obdélníkového půdorysu. Jedná se o stejný typ, jaký je na nádrži v současné době. Z hlediska hlavního rybochovného využití nádrže se jedná o vhodný typ požeráku.

Při rekonstrukci je uvažováno s bouráním starého zařízení a následnou výstavbou nového betonového zařízení přímo na místě. Výpust bude osazena vtokovou kovovou mříží a dlužemi z dubového dřeva. Odpadní potrubí bude z materiálu PVC, odpadní trouba bude obetonovaná.

Pro výpočet šířky dlužové stěny se využívá přesnější tvar rovnice (1). Ve výpočtu se zohledňuje míra kontrakce na vtoku.

Účinná šířka přelivu se započtením vlivu kontrakce:

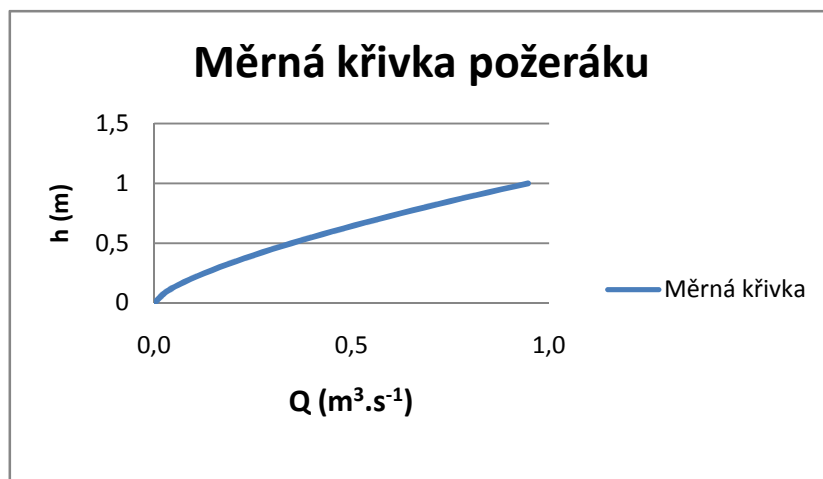
$$b_0 = b - 2 * K_v * h, \quad (6)$$

- b - šířka přelivné hrany bez vlivu kontrakce, volitelná od 0,5 do 1 (m).
- K_v - součinitel vtoku (m).

$$K_v = \frac{b * K_{v0}}{b + h}, \quad (7)$$

- kde K_{v0} závisí na ostrosti přelivné hrany.

V našem výpočtu volíme hodnotu K_{v0} 0,1. Šířku přelivné hrany 0,6 a součinitel přepadu 0,407.

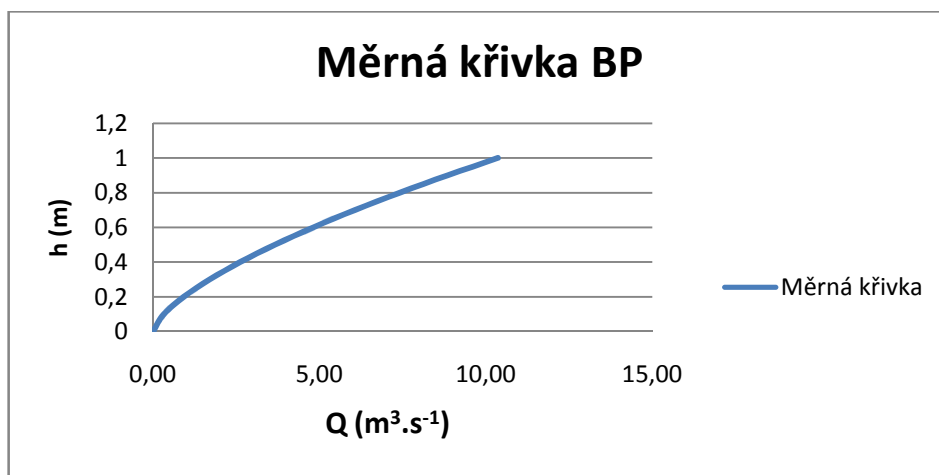


Obrázek 27. Měrná křivka požeráku (autor)

6.6.2 Bezpečnostní přeliv

Na rybníku Zastráněcký je nutné navrhnout a vybudovat nový bezpečnostní přeliv. V návaznosti na místní podmínky a velikost nádrže je vhodný čelní BP viz 3.4.4 Bezpečnostní přeliv. Na základě zjištěných N- letých průtoků byl navrhnout bezpečnostní přeliv, který provede povodňový průtok $Q_{100}=3,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Výpočet byl proveden podle vzorců (1) a (2).

Šířka přelivné hrany byla navržena na 6,5m. Přepadová výška 0,5 m a součinitel přepadu na 0,36.



Obrázek 28. Měrná křivka navrženého bezpečnostního přelivu (autor)

6.7 Vliv stavby na životní prostředí

Případnou realizací stavby nedojde k trvalému nevhodnému zásahu do krajiny. Během stavby může dojít k dočasnému zvýšení hlučnosti a prašnosti. Celková revitalizace bude mít kladný vliv na místní prostředí. Dojde ke zvýšení retenční schopnosti vody v nádrži, to pozitivně ovlivní kvalitu vody v nádrži, ale i v následném toku. Podmínkou je zachování minimálního zůstatkového průtoku pod nádrží v průběhu stavby, dle pokynů Ministerstva životního prostředí (MŽP).

6.8 Stavební rozpočet

Cena případného projektu byla vypočítána ve spolupráci se stavební firmou Aquasys s.r.o. Cenový návrh rozpočtu na stavbu byl proveden v programu RTS.

RTS je program využívaný ve stavebnictví k vytváření stavebních rozpočtů, program definuje stavební úkony a určuje jejich cenu, aktualizace cen je prováděna každých šest měsíců. Cena každého úkonu je rozdělena na náklad na práci, mzdu, náklady na stroj a zisk pro daný podnik. Každá činnost je rozdělena na vlastní činnost a využitý materiál.

V naší bakalářské práci je uvažováno s ideální situací, a to odvozem sedimentu na přilehlé pozemky. Rozpočet se týká odstranění sedimentu, demolice a stavby nového výpustného objektu a stavby BP.

6.8.1 Rozpočet odbahnění

Základní vstupní hodnotou pro stanovení ceny odbahnění je množství vytěženého sedimentu. V návrhu pro nádrž Zastráněcký se jedná o 2740 m³ sedimentu. Popis činností uvedených v rozpočtu je popsán v *Tabulce. 5*. Celková cena je uvedena bez DPH. Stavební rozpočet (*Tab. 5.*) obsahuje hlavní a nejvíce nákladné položky stavby, neřeší některé doplňkové činnosti a finanční náklady, které mohou vzniknout při případném provedení stavby. Cena bez DPH činí 636 422 Kč.

Tabulka 5. Stavební rozpočet odbahnění (autor)

C. Objekt		Kód	Zkrácený popis	Mj	Množství	Jednot. cena (Kč)	Náklady (celkem v Kč)		Náklady celkem (Kč)		Hmotnost (t)	
							Dodávka	Montáž			Jednot.	Celková
01			Odbahnění				0,00	636 422,51	636 422,51			0,0000
01		12	Odkopávky a prokopávky				0,00	93 982,00	93 982,00			0,0000
1	01	122703603R00	Odstranění nánosů při únosnosti dna nad 60 kPa	m3	2740	34,30	0,00	93 982,00	93 982,00		0,0000	0,0000
01		16	Přemístění výkopku				0,00	379 517,40	379 517,40			0,0000
2	01	162253101R00	Vodorovné přemístění nánosů, únos.dna přes 40 kPa	m3	2740	26,10	0,00	71 514,00	71 514,00		0,0000	0,0000
3	01	167101102R00	Nakládání výkopku z hor.1-4 v množství nad 100 m3	m3	2740	58,50	0,00	160 290,00	160 290,00		0,0000	0,0000
4	01	162301101R00	Vodorovné přemístění výkopku z hor.1-4 do 500 m	m3	2740	53,91	0,00	147 713,40	147 713,40		0,0000	0,0000
01		18	Povrchové úpravy terénu				0,00	162 923,11	162 923,11			0,0000
5	01	181006111R00	Rozproštění zemlin v rov./sklonu 1:5, tl. do 10 cm	m2	27400	5,80	0,00	153 440,00	153 440,00		0,0000	0,0000
6	01	183408222R00	Orba hluboká nad 25 cm, pl. nad 1 ha, půda střední	ha	2,74	3 194,99	0,00	8 754,27	8 754,27		0,0000	0,0000
7	01	183552511R00	Hnojení vápen. hnojiv 2 t/ha, do 5 ha, do 5 st.	ha	2,74	266,00	0,00	728,84	728,84		0,0000	0,0000
Celkové náklady:										636 422,51	Kč	

6.8.2 Výpustné zařízení-rozpočet

Rozpočet výpustného zařízení byl vypracován na základě kapitoly 6.6 *Rekonstrukce zařízení nádrže*. V rozpočtu viz (*Příloha D*) je uvažováno se zbouráním starého výpustného objektu, včetně jeho odvozu a likvidace. Hlavní částí je stavba nového výpustního objektu. Byla zvolena možnost stavby požeráku za pomoci bednění přímo na nádrži. Do rozpočtu je započítán potřebný materiál, odhad na množství materiálu byl proveden pomocí místního šetření na nádrži Zastráněcký a v rámci odborné konzultace s pracovníky firmy Aquasys. Po ukončení stavebních prací jsou v rozpočtu plánovány povrchové terénní úpravy, včetně založení trávníku. Rozpočet je orientační, ale konečně cena by se neměla výrazněji odlišovat od této verze. Celkové náklady bez DPH jsou 267 994 Kč. Podrobný rozpočet viz *Příloha C*.

6.8.3 Bezpečnostní přeliv-rozpočet

U zhodnocení nákladů na BP bylo doporučeno zástupcem firmy Aquasys počítat s podobnou cenou jako u výpustného zařízení. Případná cena by se tedy pohyboval v rozmezí 200 až 300 tis. Kč. Z důvodu časového vytížení odborného konzultanta, nebylo možné vytvořit podrobný rozpočet BP.

7 Závěr

V této bakalářské práci byla řešena problematika malých vodních nádrží. Práce je zaměřena na konkrétní lokalitu nádrže Zastráněcký. O nádrži byly shromážděny dostupné údaje vhodné pro případnou revitalizaci.

Vlastní měření sedimentu bylo stěžejní záležitostí pro zjištění objemu sedimentu. Výsledné hodnoty průměrné výšky sedimentu 0,48 m potvrzují správnost záměru sediment v dohledné době odtěžit. Celkový retenční prostor je zanesený sedimentem ze 40 %. MVN Zastráněcký tedy spadá do skupiny nádrží s nutností okamžité těžby sedimentu.

Nevyhovující technický stav výpustného zařízení a odpadního potrubí je nutné řešit a bylo by vhodné provést odbahnění s rekonstrukcí současně. Nutností je také výstavba bezpečnostního přelivu pro splnění požadavků daných normou ČSN 75 2410. Přibližná celková cena revitalizace bude pro nádrž Zastráněcký 1,2 mil. Kč.

Tato práce má pomoci jako podklad pro případné provádění revitalizace. Majitel této nádrže se na základě výsledků práce může lépe seznámit se stavem nádrže. Jako autor práce a částečný vlastník nádrže doufám, v co nejrychlejší realizaci zpracovaného návrhu.

Revitalizace nádrže je z finančního pohledu velice náročná činnost. Důležité je tedy trvalá podpora přes státní dotace. Vhodné by bylo i snížení legislativní náročnosti. Především problematika okolo kvality sedimentu je velice přísná. Sediment by se měl vracet zpět do krajiny, na místa jeho původu. Již naši předkové věděli, že bahno z rybníka je úrodné a bylo vždy využíváno na hnojení.

Při přípravě revitalizace je překážkou nedostatečně zmapované původní dno nádrží. To způsobuje problém při zjištění objemu sedimentu. Především u větších nádrží je využití sondovací tyče problematické.

Stanovené cíle práce byly dodrženy a následně splněny.

Citovaná literatura

AOPK, ČR. 2015. Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu. [Online] 2015. <http://www.dotace.nature.cz/>.

Aquasys. 2015. Aquasys - vodohospodářské stavby. [Online] 2015. <http://www.aquasys.cz/>.

Autodesk. 2015. Autodesk Knowledge Network. [Online] 2015. <http://knowledge.autodesk.com/>.

Český úřad zeměměřický a katastrální. 2015. Katastr nemovitostí a katastrální mapy. [Online] 2015. <http://www.cuzk.cz/>.

Čistý, Milan. 2005. *Rybníky a malé vodné nádrže II*. Bratislava : Slovenská technická univerzita V Bratislave, 2005. 978-80-901510-7-8.

Dušek, Jan. 2001-2014. Prezentace starých mapových děl z území Čech, Moravy a Slezska. [Online] Fakulta životního prostředí Univerzity J.E.Purkyně, 2001-2014. <http://oldmaps.geolab.cz/>.

Dvořák, Tomáš. 2014. Dřevěné požeráky. [Online] 2014. <http://drevnepozeraky.cz/>.

Gergel, Jiří a Husák, Štěpán. 1997. *Revitalizace vodních nádrží*. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 1997. 292/97-3020.

Holoubek, Ivan, a další. 2001. Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí. [Online] 2001. <http://recetox.chemi.muni.cz/>.

Hrádek, František a Kuřík, Karel. 2001. *Maximální odtok z povodí*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001. 80-213-0782-X.

Janeček, Miloslav. 2008. *Základy erodologie*. Praha : Česká zemědělská univerzita a Praze, 2008. 978-80-213-1842-7.

Just, Tomáš, a další. 2003. *Revitalizace vodního prostředí*. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny české republiky, 2003. 80-86064-72-7.

Jůva, Hrabal a Pustějovský. 1980. *Malé vodní nádrže*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1980. 07-100-80.

Kolektiv, autorů. 2012. *Naše rybářství*. místo neznámé : Rybářské sdružení České republiky, 2012. 978-80-901510-7-8.

Kubík, Ladislav. 2009. *Monitoring rybníčních a říčních sedimentů*. Brno : Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský v Brně, 2009.

Kurka, Václav. 2015. Projekční kancelář. [Online] 2015. <http://www.projekcekurka.cz/>.

Litomyšl, Rybářství. 2015. RYBÁŘSTVÍ LITOMYŠL s.r.o. . [Online] 2015. <http://www.rybarstvi-litomysl.cz/>.

Livečka, Urban a Hampl. 1962. *Těžba a využití rybníčního sedimentu*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1962. 07-015-62.

Odpadové fórum. Barchánek, Michael. 2009. 6/2009, Praha : autor neznámý, 2009.

Pavlica, Jan. 1964. *Malé vodní nádrže a rybníky*. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1964. 04-748-64.

Plosab. PLOSAB s.r.o. - odbahnění a údržba vodních ploch. [Online] <http://www.plosab.cz/>.

Pokorný, Josef. 2009. *Vodní hospodářství - Stavby v rybářství*. Praha : Informatorium, 2009. 978-80-7333-071-2.

Pospíšil, Michal. 2015. Vodní eroze. [Online] 2015. <http://www.vodnieroze.cz/>

Praha, Mebis s.r.o. 1996. *Voda v krajině - Malé vodní nádrže*. Praha : MZe ČR, 1996.

Prefa Hubenov s r.o. [Online] <http://www.prefahubenov.cz/>.

Sedimenty vodných tokov a nádrží. Janáč, Alexej. 2007. Bratislava : Slovenská vodohospodárska spoločnosť ZSVTS, 2007. 978-80-89062-51-5.

SENEA. SENEA spol. s r.o. [Online] <http://www.senea.cz/>.

Šálek, Jan. 1996. *Malé vodní nádrže v životním prostředí*. Brno : Vysoká škola báňská , 1996. 80-7078-370-2.

Šlezinger, Miloslav. 2011. *Břehová abraze - možnosti stabilizace břehů*. Brno : Mendelova univerzita v Brně, 2011. 978-80-7375-566-9/1803-2109.

Tlapák, Václav a Herynek, Jaroslav. 2002. *Malé vodní nádrže*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická Univerzita v Brně, 2002. 80-7157-635-2.

Vojtěch, Václav. 1997. *Metodická příručka pro obnovu a odbahnění rybníků a předzdrží*. Praha : Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 1997. 80-85900-16-5.

Vrána, Karel a Beran, Jan. 1997. *Rybníky a účelové nádrže*. Praha : Česká technika - nakladatelství ČVUT, 1997. 978-80-01-04002-7.

7.1 Seznam obrázku

Obrázek 1. Způsob napájení nádrží (Vrána a Beran 1997).....	14
Obrázek 2. Příčné profily malých zemních nádrží (Čistý 2005)	15
Obrázek 3. a) Dřevěný požerák otevřený (www.drevenepozeraky.cz)	
b) Požerák otevřený, železobetonový prefabrikát (www.prefabuhenov.cz).....	17
Obrázek 4. Výpust typu čap (www.ruze.ekomuzeum.cz)	18
Obrázek 5. Historická odpadní jedlová trouba (www.ruze.ekomuzeum.cz) ..	19
Obrázek 6. Čelní bezpečnostní přeliv (www.senea.cz)	21
Obrázek 7. Kašnový bezpečnostní přeliv (www.rybarstvi-litomysl.cz)	21
Obrázek 8. Sdružený objekt (www.projekcekurka.cz).....	22
Obrázek 9. Měření sedimentu pomocí sondovací tyče (autor).....	30
Obrázek 10. Provádění měření na rybníku Zastráněcký (autor)	30
Obrázek 11. Sací bagr Vašek (www.plosab.cz).....	37
Obrázek 12. Těžba sedimentu suchou cestou (www.aqasys.cz)	37
Obrázek 13. Soustava nádrží (www.oldmaps.geolab.cz)	39
Obrázek 15 . Fotografie nádrže z roku 2015 (autor).....	40
Obrázek 14. Fotografie z roku 2002 (autor).....	40
Obrázek 16. Hráz nádrže (autor)	42
Obrázek 17. Odpadní potrubí (autor)	42
Obrázek 18. Výsledky maximálního průtoku (autor)	43
Obrázek 19. Linie měření na nádrži Zastráněcký(www.cuzk.cz)	44
Obrázek 20. Příčný řez 1. (autor)	45
Obrázek 21. Příčný řez 2. (autor)	45
Obrázek 24. Příčný řez 5. (autor)	46
Obrázek 22. Příčný řez 3. (autor)	46
Obrázek 23. Příčný řez 4. (autor)	46
Obrázek 25. Práce dampru a pásového rypadla (www.aquasys.cz).....	49
Obrázek 26. Pozemky na uložení sedimentu (www.ikatast.cz).....	50
Obrázek 27. Měrná křivka požeráku (autor).....	52
Obrázek 28. Měrná křivka navrženého bezpečnostního přelivu (autor).....	52

7.2 Seznam tabulek

<i>Tabulka 1. Stručný přehled vodních ploch a jejich objem v ČR (Urbánek 2012)</i>	23
<i>Tabulka 2. Nejčastější závady u malých vodních nádrží (Vrána a Beran 1997)</i>	24
<i>Tabulka 3. Limitní hodnoty rizikových prvků v sedimentu v mg.k^{-1} sušiny podle vyhlášky č. 257/2009 Sb.</i>	33
<i>Tabulka 4. Výpočet množství sedimentu (autor)</i>	48
<i>Tabulka 5. Stavební rozpočet odbahnění (autor).....</i>	54

7.3 Seznam příloh

<i>Příloha A. Tabulka měření sedimentu (autor)</i>	60
<i>Příloha B. Měření hloubky vody v kroku 5 m (autor)</i>	61
<i>Příloha C. Hydrogram $N = 100$.....</i>	61
<i>Příloha D. Stavební rozpočet výpustného objektu (autor).....</i>	62
<i>Příloha E. Nádrž Zastráněcký (autor)</i>	63
<i>Příloha F. Hráz nádrže (autor).....</i>	63
<i>Příloha G. Výpust nádrže (autor).....</i>	63

7.4 Přílohy

Měření vrstvy sedimentu

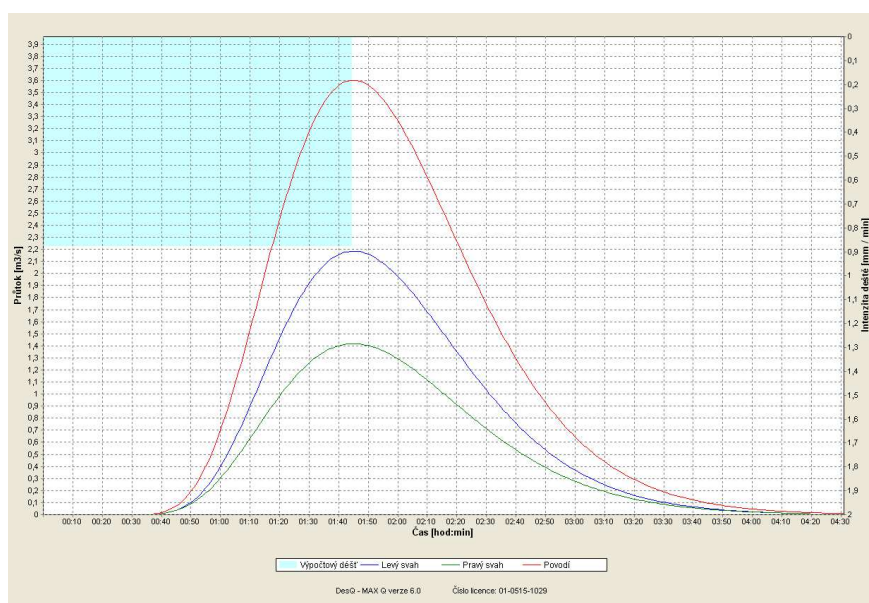
Zpracoval : Jiří Čermák

Vzdálenost (m)	Linie 1 (m)	Linie 2 (m)	Linie 3 (m)	Linie 4 (m)	Linie 5 (m)
0	0	0	0	0	0
2	0,07	0,02	0,1	0,13	0,05
4	0,5	0,02	0,05	0,25	0,05
6	0,46	0,75	0,39	0,27	0,15
8	0,42	0,52	0,47	0,76	0,28
10	0,26	0,4	0,35	0,67	0,32
12	0,37	0,31	0,44	0,69	0,39
14	0,2	0,38	0,48	0,7	0,43
16	0,53	0,36	0,43	0,59	0,42
18	0,22	0,3	0,57	0,77	0,78
20	0,49	0,21	0,49	0,73	0,65
22	0,6	0,43	0,32	0,64	0,68
24	0,58	0,07	0,24	0,61	0,79
26	0,38	0,15	0,35	0,58	0,77
28	0,51	0,38	0,45	0,69	0,91
30	0,43	0,59	0,66	0,74	0,8
32	0,54	0,54	0,67	1,03	0,87
34	0,42	0,47	0,62	0,83	0,98
36	0,5	0,53	0,54	0,72	0,87
38	0,86	0,61	0,58	0,8	1,02
40	0,62	0,58	0,56	0,81	1,06
42	0,83	0,52	0,84	0,78	1,09
44	0,78	0,26	0,43	0,79	0,96
46	0,1	0,2	0,53	0,74	0,4
48	0,58	0	0,67	0,85	0,96
50	0,7	0,6	0,43	0,52	1,06
52	0,65	0,45	0,45	0,76	0,93
54	0,77	0,5	0,35	0,91	0,98
56	1,02	0,7	0,58	1,02	1,03
58	0,3	0,64	0,54	0,67	1,01
60	0,44	0,62	0,55	0,83	1,09
62	0,2	0,82	0,5	1,05	1,11
64	0	1	0,48	1,03	1,02
66		0,7	0,54	0,86	1,04
68		0,74	0,8	0,77	1,09
70		0,36	1,1	1,04	1,12
72		0,15	0,92	1,19	1,24
74		0	1,19	1,23	1,31
76		0	0,97	1,05	1,46
78			0,83	0,53	1,5
80			0,15	0,36	1,18
82			0,05	0,1	1,5
84			0,02	0,05	1,4
86			0	0,05	1,4
88			0	0	0,45
90					0,88
92					0,22
94					0,1
96					0,05
98					0,05
100					0

Příloha A. Tabulka měření sedimentu, zelené části označují plochu MVN zarostlou vegetací (autor)

	Linie 1	Linie 2	Linie 3	Linie 4	Linie 5	Linie 6 - pata
0	0	0	0	0	0	0
5	0	0,35	0,3	0,45	0,5	0,5
10	0,32	0,45	0,5	0,52	0,67	0,6
15	0,5	0,5	0,65	0,68	0,76	0,7
20	0,55	0,5	0,7	0,75	0,92	0,75
25	0,6	0,6	0,77	0,85	0,95	0,85
30	0,58	0,75	0,87	0,9	1	0,9
35	0,6	0,71	0,89	0,96	1,06	1,1
40	0,65	0,7	0,88	0,9	1,14	1,3
45	0,58	1,15	1,25	1,3	1,4	1,6
50	1,05	0,71	1,05	1	1,18	1,2
55	0,77	0,82	1,01	0,92	1,02	1,05
60	0,7	0,88	0,95	0,88	1	1,1
65	0,65	0,8	0,86	0,83	0,95	1,05
70	0	0,58	0,7	0,81	0,92	1
75		0,48	0,53	0,68	0,86	0,92
80		0	0,48	0,56	0,7	0,9
85			0,39	0,5	0,64	0,8
90			0	0	0,55	0,72
95					0,35	0,6
100					0	0

Příloha B. Měření hloubky vody v kroku 5 m (autor)



Příloha C. Hydrogram N = 100

Stavební rozpočet

Název stavby: Odbahnění rybníku "Zaštráněcký"	Doba výstavby:	Objednatel:
Druh stavby:	Začátek výstavby: 4.3.2015	Projektant:
Lokalita: Horní Studenec	Konec výstavby:	Zhotovitel:
JKSO:	Datum zpracování 4.3.2015	Zpracoval:

C.	Objekt	Kod	Zkrácený popis	Mj	Množství	Jednot. cena (Kč)	Náklady (celkem v Kč)		Náklady celkem (Kč)	Hmotnost (t)	
							Dodávka	Montáž		Jednot.	Celková
	02		Výpust				70 990,57	197 003,47	267 994,04		47,6297
	02	0	Všeobecné konstrukce a práce				14 500,00	4 500,00	19 000,00		0,1000
1	02	002VD	D+M vodících profilů U č. 10	kg	50	200,00	10 000,00	0,00	10 000,00	0,0010	0,0500
2	02	003VD	D+M žele	ks	1	5 000,00	2 500,00	2 500,00	5 000,00	0,0300	0,0300
3	02	004VD	D+M ocelový rám, poklop	ks	1	4 000,00	2 000,00	2 000,00	4 000,00	0,0200	0,0200
	02	12	Odkopávky a prokopávky				0,00	9 480,84	9 480,84		0,0000
4	02	123202102R00	Vykopávky zářezů v hor.3 do 10000 m3	m3	123	70,39	0,00	8 657,97	8 657,97	0,0000	0,0000
5	02	123202109R00	Příplatek za leplost - výkop zářezů v hor.3	m3	36,9	22,30	0,00	822,87	822,87	0,0000	0,0000
	02	17	Konstrukce ze zemin				70,11	43 350,12	43 420,23		0,0000
6	02	172102101R00	Zřízení těsnící výplně se zhuštěním do 100% PS	m3	123	353,01	70,11	43 350,12	43 420,23	0,0000	0,0000
	02	18	Povrchové úpravy terénu				2 672,80	644,80	3 317,60		0,0250
7	02	181006111R00	Rozproštění zemin v rov/sklonu 1,5, tl. do 10 cm	m2	40	5,60	0,00	224,00	224,00	0,0000	0,0000
8	02	180401212R00	Založení trávníku lučního výsevem ve svahu do 1:2	m2	40	11,09	22,80	420,80	443,60	0,0000	0,0000
9	02	00572480	Směs jelelotravní III. - 3 druhy jelele PROF	kg	25	106,00	2 650,00	0,00	2 650,00	0,0010	0,0250
	02	21	Úprava podloží a základové spáry				0,00	781,20	781,20		0,0000
10	02	215901101R00	Zhuštění podloží z homin nesoudržných do 92% PS	m2	120	6,51	0,00	781,20	781,20	0,0000	0,0000
	02	32	Zdi přehradní a opěrné				23 337,74	17 576,62	40 914,36		13,8701
11	02	321311114R00	Konstrukce přehrad z prostého bet.vodostav. C 25/30	m3	2	4 550,00	7 096,58	2 003,42	9 100,00	2,9541	5,9083
12	02	321321114R00	Konstrukce přehrad z želez., betonu C 25/30 XA2	m3	2,5	4 485,00	8 133,55	3 078,95	11 212,50	3,0027	7,5066

C.	Objekt	Kod	Zkrácený popis	Mj	Množství	Jednot. cena (Kč)	Náklady (celkem v Kč)		Náklady celkem (Kč)	Hmotnost (t)	
							Dodávka	Montáž		Jednot.	Celková
13	02	329361211R00	Výztuž ostatních ŽB konstr. oceli 11373, D 12 mm	t	0,225	27 880,00	4 768,47	1 504,53	6 273,00	1,0610	0,2387
14	02	329351010R00	Obednění konstrukcí ostatních ploch rovinných	m2	14	619,00	2 762,62	8 703,38	11 466,00	0,0145	0,2030
15	02	329352010R00	Obednění konstrukcí ostatních ploch rovinných	m2	14	204,49	576,52	2 286,34	2 862,86	0,0010	0,0134
	02	87	Potrubi z trub plastických, skleněných a čedičových				9 928,89	448,11	10 377,00		0,1886
16	02	871393121R12	Montáž trub z plastu, gumový kroužek, DN 400	m	9	1 153,00	9 928,89	448,11	10 377,00	0,0210	0,1886
	02	89	Ostatní konstrukce a práce na trubním vedení				8 631,28	3 412,93	12 044,21		10,1355
17	02	899623131R00	Obetonování potrubí nebo zdiva stok betonem C 8/10	m3	4	2 329,99	8 139,72	1 180,24	9 319,96	2,5250	10,1000
18	02	899643111R00	Bednění pro obetonování potrubí v otevřeném výkopu	m2	6,5	320,50	491,56	2 232,69	2 724,25	0,0042	0,0355
	02	91	Doplňující konstrukce a práce na pozemních komunikacích a zpevněných plochách				6 159,68	6 860,31	13 019,99		7,0275
19	02	919441211R00	Česlo propustku z lom. kamene z trub DN 30 - 50 cm	kus	1	13 019,99	8 159,68	6 860,31	13 019,99	7,0275	7,0275
	02	93	Různé dokončovací konstrukce a práce inženýrských staveb				5 690,07	3 831,76	9 521,83		0,3230
20	02	934953112R00	Obsluhovací lávka nádrží délky do 3 m s náletem	m2	3	1 507,01	3 208,35	1 312,68	4 521,03	0,0551	0,1652
21	02	934956125R00	Hraditka z dubového dřeva tloušťky 6 cm	m2	2,8	1 786,00	2 481,72	2 519,08	5 000,80	0,0564	0,1578
	02	96	Bourání konstrukcí				0,00	67 928,00	67 928,00		15,9600
22	02	960321271R00	Bourání konstrukcí ze železobetonu	m3	5,6	12 130,00	0,00	67 928,00	67 928,00	2,8500	15,9600
	02	H33	Nádrže na tocích, úpravy toků a kanály				0,00	7 758,65	7 758,65		0,0000
23	02	999332011R00	Přesun hmot, úpravy toků a kanálů, hráze ostatní	t	31,7327	244,50	0,00	7 758,65	7 758,65	0,0000	0,0000
	02	S	Přesuny suti				0,00	30 430,13	30 430,13		0,0000
24	02	979013112R00	Svislá doprava vybouraných hmot na H do 3,5 m	t	15,96	282,50	0,00	4 688,30	4 688,30	0,0000	0,0000
25	02	979082318R00	Vodorovná doprava suti a hmot po suchu do 6000 m	t	15,96	129,50	0,00	2 066,82	2 066,82	0,0000	0,0000
26	02	979082319R00	Příplatek k vodor.dopravě po suchu, dalších 1000 m	t	223,44	88,19	0,00	19 705,17	19 705,17	0,0000	0,0000
27	02	979999999R00	Poplatek za skládku suti 5% příměsí	t	15,96	249,99	0,00	3 989,84	3 989,84	0,0000	0,0000

Celkové náklady: **267 994,04 Kč**

Příloha D. Stavební rozpočet výpustného objektu (autor)



Příloha E. Nádrž Zastráněcký (autor)



Příloha F. Hráz nádrže (autor)



Příloha G. Výpusť nádrže (autor)