

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

## Bakalářská práce

### Vyhodnocení rekonstrukce a údržby nádrží v zemědělské krajině

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Autor práce: Petra Michalíková

České Budějovice, 2015

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra MICHALÍKOVÁ**  
Osobní číslo: **Z12054**  
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**  
Název tématu: **Vyhodnocení rekonstrukce a údržby nádrží v zemědělské krajině**  
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

**Z á s a d y p r o v ý p r a c o v á n í :**

Cílem bakalářské práce je vypracovat podrobnou literární rešerši z hlediska uplatnění nádrží v zemědělské krajině.  
Provést vyhodnocení literárních pramenů řešících možnou problematiku výstavby nádrží.  
Popsat historii a vývoj nádrží v podhorských oblastech Šumavy.  
Vybrat a vyhodnotit problematiku nádrží v řešeném povodí.  
Posoudit možnosti rekonstrukce nádrží jako součásti projektu KPÚ.  
Provést odhad ekonomické náročnosti rekonstrukce nádrží.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran textu**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

Forman, R.T., Godron, M.: Landscape ecology. J. Wiley and sons, New York, 1986  
Sklenička, P.: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 2003  
Dumbrovský, M.: Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace. VÚMOP Praha, 2000  
Brutsaert, W. Hydrology: An introduction. Cambridge University Press, 2005, 605 s.  
Maidment, D.R. (ed.): Handbook of hydrology. McGraw-Hill, New York, 1993, 1424 s.  
Holý, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978  
Janeček, M.: Základy erodologie. ČZU Praha, Praha, 2008  
WESTRICH, B., FÖRSTNER, U. (Eds.). 2007. Sediment Dynamics and Pollutant Mobility in Rivers. New York: Springer. 430 s. ISBN 978-3-540-34785-9.  
Časopis Soil and Water

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.**  
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: **17. března 2014**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 02 České Budějovice

  
prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 17. března 2014

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci Vyhodnocení rekonstrukce a údržby nádrží v zemědělské krajině jsem vypracovala samostatně na základě poskytnutých materiálů s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2015

Petra Michalíková

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za cenné rady a připomínky, které mi v průběhu vypracování bakalářské práce poskytl.

## **Abstrakt**

Práce se zabývá problematikou nádrží v zemědělské krajině, v literárním přehledu konkrétně jejich historickým vývojem, funkcí, výstavbou, stavebním uspořádáním a technickým vybavením, údržbou, rekonstrukcí a revitalizací nádrží. V rámci vybraného zájmového území, povodí Hadačského potoka, obsahuje popis, aktuální stav jednotlivých nádrží, zhodnocení údržby a hlavní problémy s kterými se dané nádrže potýkají a následně jejich řešení.

Klíčová slova: nádrž, rekonstrukce nádrží, údržba nádrží, Hadačský potok

## **Abstract**

The work deals with the reservoirs in the agricultural landscape in the literature review specifically their historical development, function, construction, building arrangement and technical equipment, maintenance, reconstruction and revitalization of reservoirs. Within the selected area of interest, river Hadačského stream contains a description of the current status of each reservoirs, maintenance and evaluation of the main problems which faced the tanks and then solving them.

Keywords: reservoir, reconstruction reservoirs, maintenance of reservoirs, Hadačský stream

## Obsah

<b>1.</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>Literární přehled .....</b>	<b>9</b>
2.1	Historický vývoj nádrží .....	9
2.2	Vodní nádrže .....	11
2.2.1	Malé vodní nádrže .....	13
2.3	Dělení vodních nádrže dle účelu .....	15
2.4	Výstavba vodních nádrží .....	20
2.5	Stavební uspořádání a technické vybavení .....	25
2.5.1	Hráze .....	25
2.5.2	Výpustná zařízení .....	26
2.5.3	Odběrná zařízení .....	27
2.5.4	Bezpečnostní přepad .....	27
2.6	Údržba vodních nádrží .....	28
2.7	Opravy a rekonstrukce .....	29
2.7.1	Opravy hráze .....	30
2.7.2	Opravy těsněný MVN a staveb .....	31
2.8	Revitalizace malých vodních nádrží .....	32
2.8.1	Odstraňování sedimentů .....	34
2.8.2	Úprava dna nádrží .....	37
2.8.3	Úprava břehové linie .....	38
<b>3.</b>	<b>Metodika a cíl práce .....</b>	<b>39</b>
<b>4.</b>	<b>Charakteristika zájmové oblasti .....</b>	<b>40</b>
4.1	Charakteristika povodí .....	40
4.2	Charakteristika přírodních podmínek .....	40
<b>5.</b>	<b>Výsledky a diskuze .....</b>	<b>43</b>
<b>6.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>50</b>
<b>7.</b>	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>55</b>

# 1. Úvod

Voda jako základní přírodní zdroj, je předpokladem veškerého organického života na Zemi. Především je nepostradatelná po stránce mechanické a anorganické. Zcela jedinečný je význam vody v jejím koloběhu v přírodě. Ve vědomí našich předků představovala voda denní životní nutnost.

Výstavba každé nové vodní nádrže je významným zásahem do původního přírodního prostředí a do ekologické rovnováhy krajiny. Všeobecně je však známo, že malé vodní nádrže jsou pro tvorbu a uspořádání krajiny rozhodující. Nynější ekologické aspekty a jejich uplatnění v rybníkářství kladou značné nároky na stavitele vodních děl a na jejich uživatele. Legislativa k ochraně přírody, jejímž základem je zákon č. 114/1992 Sb., je rozsáhlá. Územní systém ekologické stability definuje zmíněný zákon jako vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Vodní režim krajiny ovlivňuje lidská činnost četnými technickými zásahy. Každá vodní nádrž, ať již obnovená nebo vystavěná, stává se významným krajinným prvkem (dle § 4 zákona č. 114/1992, Sb., o ochraně přírody a krajiny).

Při jakékoliv výstavbě, obnově nebo rekonstrukci malé vodní nádrže se jedná o miliony až o desítky milionů korun, stavba může významně ovlivňovat přírodu a krajinu a může představovat i bezpečnostní riziko. Neplatí, že jakákoliv nádrž, ať už rybník, poldr nebo nějaká účelová nádrž, je automaticky přínosem pro přírodu a krajinu, naopak řada těchto objektů je z tohoto hlediska problematických. Rozhodně je tedy třeba přistupovat k projektům malých vodních nádrží velmi uvážlivě a zodpovědně.

Dotační programy na podporu vodního režimu krajiny ve značném rozsahu podporují obnovy, rekonstrukce a výstavbu malých vodních nádrží.

V současnosti plní vodní nádrže funkce zásobní, ochranné, vyrovnávací, akumulační, asanační, záchytné, vsakovací a čistící. Důležitý je i estetický, rekreační a krajinnotvorný význam. Všechny nádrže mají hlavní a vedlejší funkce. Nádrže napomáhají velkou mírou k zlepšení kvality vody v povodí, jsou zdrojem vody pro obyvatelstvo, zemědělství a průmysl.



## 2. Literární přehled

### 2.1 Historický vývoj nádrží

Zakládání vodních nádrží má v českých zemích staletou tradici. Nejstarší zmínky jsou v tzv. Kladrubské listině již z roku 1115, dále v nadační listině krále Přemysla Otakara I. Opatu premonstrátu ve Znojmě z roku 1255. Sloužily různým účelům, především k zajištění vody pro provoz mlýnů, pil, bucharů, báňských zařízení, při plavení dříví a hlavně k chovu ryb. Rybníční hospodářství se rozšířilo zejména v době rozvinutého feudalismu, kdy se rybníky staly prostředkem na velkovýrobu rybího masa.

Rozvoj českého rybníkářství účinně podporoval osvícený panovník Karel IV., který dal vystavět kolem roku 1350 mnoho rybníků v jižních Čechách a na Pardubicku. Propagoval širší vodohospodářský význam rybníků. Od 14. století začal stoupat počet zakládaných rybníků za účelem protipovodňové ochrany nížinných porůčí s akumulací vody a chovem ryb. To bylo přerušeno pouze obdobím husitských válek a kulminovalo v druhé polovině 16. století, kdy rybníky zaujímaly jenom v českých zemích rozlohu asi 180 000 ha (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980). Během dvou století však klesla pod polovinu a v roce 1948 měřila jen cca 40 000 ha (Votruba a Broža, 1966). Vznikaly také velké rybníční soustavy, zejména na Třeboňsku, Jindřichohradecku, Hlubocku, na Českomoravské vrchovině, v Pomoraví, v Poodří i jinde, měly nejen velký hospodářský význam, ale vtiskly také těmto krajům specifický a stále esteticky působivý svéráz.

Největší soustava jihočeských rybníků u Třeboně byla založena v letech 1505 – 1604 na panství Rožmberků vynikajícími staviteli rybníků Josefem Štěpánkem z Netolic a Jakubem Krčínem z Jelčan. V této soustavě dominuje rybník Rožmberk, s hrází o délce 2 430 metrů a výškou v nejhlubším místě terénu 11,50 metrů, nádržný objem je přibližně 7 miliónů m<sup>3</sup> a při zatopené ploše asi 490 ha a až 50 miliónů m<sup>3</sup> (v r. 1890) při největší zátopě 1000 ha. Pro napuštění rybníků byl vybudován v letech 1506 – 1520 kanál zvaný Zlatá stoka o délce 42,6 km a průtočností až 2,5 m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup>, který dodnes slouží svému původnímu účelu. Později vystavěný kanál, takzvaná Nová řeka (1585 – 1590), dlouhý 13,48 km o průtočností až 90 m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup> odlehčuje řeku Lužnici do Nežárky, aby se zmenšily povodňové vlny protékající rybníkem

Rožmberkem. U nás i na evropském kontinentu je to první a velkorysé řešení převedení vod z jedné řeky do druhé.

Dle údajů z roku 1585 zaujímaly rybníky na území nynější ČR rozlohu asi 180 000 ha, z toho asi ze dvou třetin v Čechách a z jedné třetiny na Moravě a ve Slezsku. V 16. Století se stalo české rybníkářství známé a slavné po celé Evropě, k čemuž přispěl i spis Jana Skály z Doubravy (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

V době třicetileté války (1618 – 1648) začal rozvrat nejen národního hospodářství, kulturních a církevních památek, vypálení řady vesnic a úbytku obyvatel, ale také zánik řady rybníků. Celé soustavy byly vypuštěny a zásady správného obhospodařování zapomenuty. V období až do poloviny 19. Století pokračovalo rušení rybníků právě z důvodů vzkvétajícího polního hospodářství. Vysoušení rybníků bylo aktuální zejména v Polabí a na jižní Moravě, postupně přecházelo do podhůří. Pokles rybníčního fondu představoval téměř 80 %, výměra rybníků se snížila z původních 180 tisíc ha na 37 tisíc ha. K obnově bývalých rybníků a k budování nových bylo přistupováno v jednotlivých krajích rozdílně. Nejdříve se obnovovaly nádrže v místech, kde byla půda neúrodná, zamokřená a často zaplavovaná. Takovým místem bylo především Třeboňsko. Jinde to byly místa s nedostatkem vody, ať již srážkové nebo podzemní (např. jižní Morava a Roudnicko), nebo si obnovu nebo stavbu nových rybníků vynutily důvody energetické (Pokorný, 2009).

Koncem 18. století v době zakládání pozemkové katastru (r. 1788) poklesla rozloha rybníků v Čechách a na Moravě již na 76 815 ha a do poloviny 19. Století dokonce na 35 400 ha. Tato výměra se zvětšovala jen pomalu a udržovala se až do začátku 20. Století, kdy dosáhla v r 1904 asi 44 000 ha (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

V současnosti se ochranou vodních nádrží zabývá celá řada smluv, zákonů a konvencí (Šálek, 1996).

## 2.2 Vodní nádrže

Vodní nádrže lze dělit na přirozené a umělé. Bez činnosti člověka vznikají nádrže přirozené, mezi které řadíme například plesa, jezera, vytvořená trvalým zahrazením údolí přirozeným způsobem. Nádrže umělé jsou nádrže uměle vybudované, například rybníky, malé nádrže nebo přehradny, které vznikají přehrazením údolí řeky uměle vybudovanou hrází. Vodu v těchto umělých nádržích lze ovládat, tj. nádrž se může vypouštět i napouštět, můžeme regulovat výši hladiny (Pavlica, 1964). Umělé vodní nádrže, včetně rybníků, přispívají k regionální biologické rozmanitosti (Mitsuo et al., 2014).

Dle Kratochvila (1961) je vodní nádrž umělý prostor, vytvořený přehradní stavbou, v němž se na rozdíl od přirozených jezer shromažďuje velké množství vody pro různé vodohospodářské potřeby. Prostor vodní nádrže je tvořen údolím řeky až po nejvyšší vodní hladinu, která vznikla vzduťím původní hladiny v řece. V podélném profilu řeky končí nádrž v místě, kde hydraulické vzduťí protíná nevzduťou hladinu v řece.

U nás se nevyskytují příliš vodnaté řeky, tudíž nemůžeme budovat velké vodní nádrže pro každou vodohospodářskou potřebu samostatně, ale spojujeme několik potřeb dohromady.

Jůva, Hrabal, Pustějovský (1980) rozděluje vodní nádrže dle zásobení vodou:

### a) Dešťové

Nádrže o menších rozlohách v územních kotlinách zpravidla bez stálého průtoku vody, jsou odkázány pouze na přítok vody z dešťů nebo tajícího sněhu příslušného povodí. Hloubka činí alespoň 2 metry, s nepropustným dnem a strmými svahy, aby byl co nejmenší výpar a průsak vody. Zachycují a zmírňují erozně škodlivé odtoky za prudkých dešťů a tání sněhu. Umožňují takto akumulovanou vodu pro místní potřeby zásobovací, závlahové a jiné.

### b) Pramenné

Zásobené vývěry podzemní vody ve dně a břehových svazích. Podzemní voda je úplně čistá a chladná, tudíž je vhodná po provzdušení a obohacení kyslíkem k chovu studenovodních ryb, jako jsou pstruzi, hlavatky. Po prohřátí také k jiným zásobovacím účelům.

c) Říční nebo potoční

Nádrže plněné nejbezpečněji vodou z řek a potoků. Zřizují se buď přímo na tocích jako nádrže průtočné, nebo mimo toky jako neprůtočné neboli boční s vlastním napájecím kanálem. Nádrže se nesmějí napouštět nečistými a závadnými vodami, které by mohli ohrozit chov ryb, zanést nádrže.

Vodohospodářským řešením vodních nádrží se rozumí soubor výpočtů a grafických řešení, která vedou k stanovení objemu akumulačního a retenčního prostoru, optimálnímu využití daného objektu, k určení kapacity výpustí a bezpečnostních přelivů, k určení vlivu nádrže na průtoky a funkci ostatních vodních děl na toku. Charakteristiku každé nádrže vyjadřuje vrstevnicový plán a jeho grafické znázornění. Představují tvar a velikost topografického útvaru tvořeného hrází, boky a dnem nádrže. Vodohospodářské řešení musí být ověřeno ČHMÚ (Pokorný, 2009).

Členění nádržního prostoru:

a) Ochranný prostor

Velikost prostoru závisí především na účelu nádrže (Pokorná, 2009). Retenční prostor slouží k částečnému zadržení velkých vod a snížení škodlivých vrcholů povodňových vln. Je omezen nejvyšší vodní hladinou v nádrži a horní hladinou užitkového prostoru (Kratochvil, 1961) a (Šálek, 1996).

b) Užitkový prostor

Užitkový, neboli zásobní prostor slouží k akumulaci vody pro různé vodohospodářské účely, je nejdůležitější pro způsob hospodaření s vodou. Je omezen horní a dolní hladinou užitkového prostoru (Kratochvil, 1961). Pokorný (2009) uvádí, že je plně ovládán výpustným zařízením a může být kdykoliv dokonale nebo částečně vypuštěn.

c) Stálý prostor

Vymezen dolní hladinou užitkového prostoru a dnem nádrže (Kratochvil, 1961). Prostor tzv. stálého nadržení se vyskytuje pouze u údolních nádrží a je vypouštěn zcela výjimečně. Neúčastní se hydrologického oběhu a jeho zanesení sedimenty není na újmu vodnímu režimu údolní nádrže (Pokorný, 2009).

#### d) Půdní prostor

Pouze u nádrží rybničního typu, patří mu ta část dna, které se po vypuštění vody postupně vyprázdní a zbylá voda odteče výpustí. Vyprázdnění u menších rybníků může trvat týdny, u větších měsíce. Po napuštění nádrže je prostor znovu zaplněn a může představovat s nasycením spodních vrstev i více než 50 % celkového objemu vody v nádrži (Pokorný, 2009).

### 2.2.1 Malé vodní nádrže

Malé vodní nádrže představují významný prvek ekologické stability krajiny. Jejich budování na území našeho státu má skoro tisíciletou tradici. Naši předkové při tom vytvořili z původní močálovité a neobyvatelné krajiny krajinu optimálně funkční (Gergel a Husák, 1997).

Malé vodní nádrže musí mít maximálně objem po hladinu ovladatelného prostoru 2 mil. m<sup>3</sup> a největší hloubka u hráze nesmí přesahovat 9 m (Šálek a Tlapák, 2011) a (Rybářsky, Švehla, Geissé, 1991).

Malé vodní nádrže mohou sloužit k chovu ryb, akumulaci vody pro závlahy a mnoha dalším vodohospodářským účelům. Podle toho, k jakému účelu bude nádrž sloužit, se musí přizpůsobit stavba a provozní uspořádání (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

Just a kol. (2009) uvádí, že rybníky jsou nejběžnějším typem malých vodních nádrží. Rybníkem se rozumí v užším pojetí nádrž určená k chovu ryb. Zákon o ochraně přírody a krajiny pojem rybník užívá v širším smyslu a označuje tak i malé vodní nádrže jiných typů, které se svým řešením, zasazením do krajiny apod. podobají tradičním rybníkům. Každý rybník, nově postavený, nebo obnovený, je významným krajinným prvkem.

MVN mohou být jednoúčelové nebo víceúčelové. Hlavní účel dnes budovaných nebo rekonstruovaných malých vodních nádrží je převážně krajinnotvorný. Přestože finanční dotace na malé vodní nádrže zcela vylučují intenzivní chov ryb, na mnoha nádržích je tento účel převažující. Každá nádrž má minimálně dva prostory, zásobní, který je zdola ohraničen dnem výpustného potrubí a shora korunou bezpečnostního přelivu a prostor retenční (ochranný), zdola

ohraničený hladinou normálního nadržení a shora maximální hladinou vody v nádrži. Koruna hráze je převýšena nad maximální hladinu o určitou výšku, nejvýše však o 0,6 m, nazývanou bezpečnostní převýšení koruny hráze nad maximální hladinu. Každá nádrž má hráz a funkční objekty (výpustné zařízení a bezpečnostní přeliv), popřípadě další zařízení. Hráze jsou vždy zemní a příčný profil je lichoběžník (Burian a kol., 2011).

Gergel a Husák (1997) uvádí, že existuje celá řada rozdělení nádrží dle účelu, funkce a způsobu využití. Z hlediska krajinně ekologického je vhodné rozdělení podle jejich vzniku: nádrže typu jezerního, údolní typ, rybníční typ, malé víceúčelové nádrže, zanikající vodní nádrže a suché nádrže. Nádrže typu jezerního se nachází v rovinnaté krajině, zpravidla v soustavách navzájem propojených a napájených vybudovanými přivaděči vody. Vznikaly v neúrodných, močálovitých částech území. Typ údolní jsou často velké nádrže nebo i rybníční soustavy řazené kaskádovitě v mírně až středně členité krajině. Reliéf dna už není rovný, ale miskovitý. Je zde problém sedimentů z povodí. Rybníčním typem jsou osamělé nádrže, nebo nádrže v soustavách s relativně dlouhými přivaděči vody, budované v příhodných terénních podmínkách na malých přítocích. Rychle se zazemňují. Litorální pás relativně úzký, s tendencí rychle se rozšiřovat dle stupně rychlosti zazemňování nádrže. Hlavní účel malých víceúčelových nádrží je především akumulace vody k různým způsobům využití. Jde o menší až malé vodní nádrže zpravidla osamělé. Jsou budovány v terénních depresích nebo místech, které nelze zemědělsky řádně využít. Okraje jsou bohatě lemovány pásem tvrdé vodní vegetace, která postupně přechází do pásma nesklízeného travního porostu ve kterém je typická zonace vegetace, pás tzv. vysokých ostřic. Zanikající nádrže jsou nádrže, které byly v uplynulém půlstoletí poškozeny a již se neopravovaly. Nádrže suché představovaly v minulosti v některých územích typický krajinný prvek. Nyní z hlediska identifikace je nezbytné studium starých katastrálních map.

## 2.3 Dělení vodních nádrží dle účelu

### Ochranné nádrže

Budují se jako samostatné objekty pouze v horním povodí větších řek a jejich přítoků, kde slouží k zachycení povodní. Ochranný prostor nádrží je stále prázdný, naplní se pouze velkými vodami, a když odpadnou, rovnoměrně se vypouští, aby byl opět připraven pro zachycení dalších povodní (Kratochvil, 1961). Ochranné nádrže chrání částečně až úplně území, resp. objekty před negativními účinky velkých vod (Šálek, 1996). Jedná se o nádrže s velkým odtokovým otvorem v hrázi, naplňující se jen při povodni (Kender, 2004).

#### a) Protipovodňové

Zajišťují vhodnou ochranu území před vnějšími vodami zachycením povodňové vlny. Voda v nádržích se vypouští postupně v množství zaručujícím bezpečné snížení povodňového odtoku. Ochrana pomocí nádrží je velice účinná, navrhuje-li se jako součást komplexního řešení vodohospodářských soustav. To zpravidla vyžaduje výstavbu retenčních nádrží na hlavním toku a jeho přítocích (Holý a kol., 1984).

#### b) Záchytné

Účelem těchto nádrží není jen chránit níže položená území před povodněmi, ale také zachytit vodou unášené splaveniny, které zanášejí zaplavené polohy zemními nánosy, často hrubozrnnými a sterilními. Budují se v územích silně erodovaných vodou (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980). Dle Šálka a Míky (1978) jsou záchytné nádrže většinou víceúčelové. Zachycují průsaky, nebo havarijní toky různých tekutin a odpadů, proto jsou často navrhovány blízko ropovodů k zachycení úniku ropy.

#### c) Odvodňovací

Nádrže mají za účel zachycovat a je-li potřeba též dočasně akumulovat odtoky z odvodňovaných území. V našich českých zemích byly v 10. století a později odvodňovány močály a rašeliniště, které vznikly v inundačních územích tehdy ještě neupravovaných řek tím způsobem, že se vody sváděly stokami do nejnižších terénních poloh, jejichž přehrazením byly vytvářeny nádrže. Pokud je nádrž vyprázdněna, využívá se v letním období jako louka nebo pastvina (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

#### d) Asanační

Vznikají úpravou bezodtokových terénních prohlubenin zatopených povrchovou nebo podzemní vodou a většinou hygienicky nebo esteticky závadnou. Jsou to neodvodnitelné plochy a zabahněné terény, rašeliniště, propadliny, jámy po hlubinné nebo povrchové těžbě uhlí a rud. Nelze-li tyto plochy zlepšit a upravit pro zemědělské nebo lesnické využívání odvodněním, povrchovou urovnávkou a následnou rekultivací, doporučuje se upravit na vodní nádrže, které odstraní jejich hygienické a estetické závady a umožní po vyčištění jejich různé využití (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980). Využívají se k rekultivaci umělých depresí, vzniklých těžbou surovin a nerostů. Spočívá ve vyrovnání dna a odstranění překážek (Šálek, 1996).

### **Zásobní**

Nádrže, které jsou schopny ve svém prostoru na řece zadržovat přirozené průtoky a regulovat z něj odtoky podle dané vodohospodářské potřeby po určitý čas. Nádrže budující se nejčastěji. Podle možností hospodaření vodou rozeznáváme nádrže s krátkodobým regulováním odtoku, s dlouhodobým regulováním odtoku a s absolutním vyrovnáním odtoku. Čím delší čas vyžaduje regulovaný odtok, tím musí být větší užitkový prostor nádrže (Kratochvíl, 1961). Nádrže zásobní vytvářejí v zásobním prostoru pohotovou zásobu vody v dobách jejího nadbytku s možností jejího využívání v dobách nedostatku. Řadíme sem nádrže vodárenské, průmyslové a závlahové, určené k zásobování pitnou a užitkovou vodou v těchto odvětvích (Šálek, 1996).

### **Vyrovnávací**

Více méně se ztotožňují s nádržemi zásobními, neboť vyrovnávají proměnlivé přirozené přítoky na různě dlouhý regulovaný odběr. Vyrovnávacími nádržemi rozumíme energetické nádrže pod špičkovými elektrárnami, které zachycují jejich nepravidelné odtoky ve svém užitkovém prostoru a vypouštějí vyrovnaný odtok stejnoměrně po celý den (Kratochvíl, 1961).

### **Rybochovné nádrže**

Chov ryb byl jedním z hlavních důvodů pro zakládání umělých vodních nádrží v našich zemích, všechny tyto nádrže se nazývaly rybníky, přestože sloužily i k jiným účelům, ochranným, zásobním, energetickým. Účelem rybochovných nádrží



je výhradní nebo převážný chov ryb, provozovaný v zájmu produkce rybního masa (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980). Dle Šarapatky a Niggliho (2008) jsou rybníky uměle přehrazené nebo založené objekty se stojatou vodou. Mushtaq, Dawe, Hafeez (2007) tvrdí, že rybníky jsou malé nádrže, které hrají velkou roli v zemědělské produkci, poskytují vodu zemědělcům na zavlažování.

Rybníky mají prostor užitkový, vymezený dnem a hladinou normálního nadržení, a prostor ochranný (retenční), vymezený hladinou normální nadržení a hladinou maximálního nadržení. Mezi prostor užitkový (zásobní) a ochranný se někdy vkládá zálohový (Hasík, 1974). Tyto druhy rybochovných nádrží se ustálily za staletí našeho rybníkářství: rozmnožovací, chovné, komorové a sádky (Pavlica, 1964).

### **Závlahové nádrže**

Neodlišují se stavebně od ostatních nádrží, slouží jako zásobní zdroje závlahové vody. Jejich vodohospodářský režim, vyjádřený manipulačním a provozním řádem, se proto musí zcela podřizovat přednostní potřebě dodávky vody k závlaze, a to jak v požadovaném množství a jakosti, tak i v časovém průběhu závlahy. Další případné využití nádrží je přípustné, nesmí však být v rozporu s jejich hlavním závlahovým účelem, který rozhoduje o jejich technickém uspořádání a provozním využívání. Účel je buď zásobní, slouží-li k zachycení odtoku vody v době jejího často i jen jednorázového nadbytku a k její akumulaci do doby závlahové potřeby, nebo vyrovnávací, jde-li při průběžném plnění a prázdnění nádrže o časové vyrovnávání velikosti přítoku vody podle potřeb jejího odběru při závlahy. Tyto odlišné funkce je nutno vždy předem uvážit (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

### **Hospodářské nádrže**

Slouží k zajištění dostatku vody pro různé místní potřeby. Velikost, vodní režim, polohové umístění, stavební i provozní uspořádání je přizpůsobené hlavnímu účelovému využívání. Z účelového hlediska rozlišujeme hospodářské nádrže vodárenské, zemědělské, průmyslové, pořádní a čistící. Společný znak mají zásobní, akumulační, funkci, tj. zabezpečit uvedené vodohospodářské potřeby akumulací občasných velkých vod toků z místních, popřípadě sousedních povodí (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

Hospodářské nádrže se vytvářejí ve venkovských obcích a navrhují se obvykle jako nádrže víceúčelové. Nejčastější tvar hospodářských nádrží je čtverec, obdélník, lichoběžník. K napájení hospodářských nádrží slouží čistá povrchová nebo dešťová voda, popřípadě podzemní voda. Nejprve je nutné zbavit vodu nečistot. Nejčastěji hloubka nádrží je okolo 1,6 – 2 metry (Mika, Šálek, Tresová, 1989).

#### a) Vodárenské

Hlavním účelem vodárenských nádrží je zajisti zásobení malých, převážně venkovských obcí, osad, zemědělských výrobních středisek, živočišných farem a jiných provozoven pitnou, napájecí a užitkovou vodou. Základní podmínkou pro jejich zřízení je dobrá jakost vody, která musí vyhovovat buď přímo, nebo po určité úpravě potřebám požadovaného zásobení. Pro pitnou vodu je hlavním požadavkem, aby byla zdravotně nezávadná a při dlouhém používání nebyla příčinou zdravotních poruch a onemocnění, způsobených mikroorganismy nebo toxickými látkami (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

#### b) Zemědělské

Nádrže menších rozměrů, zřizované ve venkovských obcích často na návších nebo v jejich blízkosti, slouží k různým místním, převážně zemědělským potřebám, jako například výběhu vodní drůbeže, drobnému odběru užitkové vody, čištění a mytí povozů a zálohově i k protipožární ochraně. Větší nádrže se osazují rybami. Pro umístění těchto nádrží se mají volit polohy v těžištních využívání, přístupné pevnými cestami, avšak mimo hlavní dopravní směry, jejichž provoz by mohly narušovat. Je nutno uvážit místní terénní poměry, druh a blízkost zásobení vodního zdroje. Pokud možno by měly mít nádrže pravidelný tvar, nejlépe obdélníkový či čtvercový a maximální hloubku 1,5 – 2 metry, obsah 250 – 300 m<sup>3</sup>. Břehy nádrží se upravují jako zemní svahy o sklonu 1:1, opevněné nejlépe dlažbou z lomového kamene o tloušťce 20 – 25 cm. Nádrže musí být dobře zpřístupněny schody, pokud v obcích sousedí s komunikacemi nebo s volně přístupným prostranstvím, mají mít zábradlí nebo oplocení (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980). V některých zemích jsou zemědělské nádrže hlavním zdrojem pro zavlažování polí a jsou vyplněny vodou po celou dobu, kdy je zavlažování nezbytné (Nam, Choi, 2014).

#### c) Průmyslové

Pro potřebu vody v průmyslových podnicích. Funkce těchto nádrží je v podstatě trojího druhu. První z nich je vyrovnávací, jejímž účelem je zajišťovat zásobu vody k vyrovnávání časového kolísání mezi přítokem vody z použitého vodního zdroje a požadovaným odběrem v provozu průmyslového podniku podle technologického postupu výroby. Druhá funkce zálohová kryje dodávku vody v době poruchy jejího normálního přívodu, a tak zabezpečuje nezbytně nutný průmyslový provoz po dobu potřebné opravy. Třetí funkce je recirkulační, umožňuje koloběh vody. Opětné vrácení již jednou použité vody zpět do výrobního procesu, což snižuje i několikanásobně potřebu průmyslového podniku na množství vody (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

#### d) Požární

Nádrže vytvářející zásobu vody požadované jakosti, nezbytnou pro likvidaci požáru (Šálek, 1996). Zřizují se ve městech, venkovských obcích, osadách i samotách, u zemědělských středisek rostlinné a živočišné výroby, průmyslových podniků atd., vždy v blízkosti objektů, které mají chránit. Správné umístění musí poskytovat dobrý příjezd a umožnit přistavení motorových požárních čerpadel, úpravu čerpacího stanoviště o nejmenší ploše 8 x 5 metrů, sjízdné pro vozidla těžká až 12 tun. Při větším počtu nádrží je třeba volit jejich vzájemné vzdálenosti tak, aby bylo možné hasit důležité objekty ze dvou stran. K plnění nádrží se používá především voda povrchová, popřípadě dešťová, nebo podzemní. V každé požární nádrži musí být kalová jímka upravená tak, aby umožňovala vypuštění nebo vyčerpání celého objemu nádrže (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980). Funkci požární nádrže plní též rybníky návesní a řada nádrží průmyslových, popřípadě i nádrže rybochovné, i když nejsou bezprostředně u objektu. Obsah vody v nádrži je předepsán požární inspekcí, hladina vody nemá klesnout 4 m pod terén. Na kvalitu vody se nekladou žádné požadavky (Pavlica, 1964).

#### e) Čistící a dočišťovací

Používají se k čištění nebo dočištění odpadních vod, vypuštěných ze sídlišť a průmyslových podniků do vodních toků. Dle čistícího procesu, kterým se odpadní vody zlepšuje, rozlišujeme dva typy nádrží, usazovací a biologické. Usazovací nádrže čistí odpadní vody tak, že odstraňují pevné rozptýlené látky, které jsou specificky těžší než vody a proto jsou v klidném prostředí usaditelné. Nádrže jsou

převážně z betonového zdiva a obdélníkového tvaru, dlouhé až 60 m, široké 10 m, s hloubkou vody nejméně 2 m, ve vtokové části zpravidla prohloubené v kaliště. Podstatou čistícího procesu biologických nádrží je rozklad rychle zahánějících látek biologických samočištěním vody v látky jednodušších, převážně mineralizované, které již dále nezahánějí a vylučují se z vody sedimentací (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

### **Rekreační nádrže**

Vodní nádrže určené k provozování vodních sportů, doplněné speciálním vybavením, upraveným přístupem do vody a specifickou úpravou okolí nádrže (Šálek, 1996). Pavlica (1964) rozděluje nádrže na vybudované v celém svém rozsahu pro rekreaci a na nádrže rekreaci pouze umožňující. Do nádrží vybudovaných v celém svém rozsahu pro rekreaci lze zařadit umělá koupaliště (bazény a plovárny) a koupaliště přírodní. Do druhé skupiny patří všechny vodní nádrže kromě rybníků rozmnožovacích, nádrží vodárenských a čistírenských. Se stále rostoucím znečištěním našich toků, roste význam rekreačních nádrží, kvůli ubývání řek vhodných pro rekreaci. Ani výstavba čistíren odpadních vod není schopna tento jev účinně omezit, neboť zbytkové znečištění pod čistírnami bude stále značné. Dle Votruby a Broži (1966) klade rekreační využití nádrže nároky na jakost vody. Rekreační činnost lze provádět přímo na nádrži, nebo na toku pod nádrží.

## **2.4 Výstavba vodních nádrží**

Dle Justa a kol. (2009) mají různé plochy z ekologického hlediska různou hodnotu. Výstavba nádrží by měla tedy připadat v úvahu pouze tam, kde ekologickou hodnotu proti současnému stavu pozvedne. To znamená nevhodnost výstavby nádrží tam, kde se vyskytují v současnosti mokřady, přirozené vodní toky, přírodě blízké louky, přírodě blízké lesní porosty, jelikož tyto formace jsou z ekologického hlediska vesměs hodnotnější než hluboká zátoka nádrže. Na druhé straně území degradované zemědělským obhospodařováním, s vodním režimem rozvráceným odvodňovacími zařízeními a technickými úpravami toků, může být výstavbou malé vodní nádrže obohaceno. Nové nádrže je dobré umísťovat ve vhodných profilech. To znamená v profilech, kde je to krajinářsky, vodohospodářsky, technicky i nákladově vhodné. Problémové mohou být především situace, charakteristické pro stavebníky, kteří

touží mít rybník za každou cenu, ale disponují problematickými pozemky. Těmi jsou sevřenější a sklonitější údolí s relativně vodným tokem, kde nebude dosaženo příznivého poměru mezi velikostí a nákladností hráze a bezpečnostního přelivu a množstvím zadržené vody. Plocha sklonitějšího svahu, kde nádrž bude svými tvary připomínat kráter a pro niž v některých případech nemusí být dostatek vody. Nepříznivé podloží, kde by výstavba nádrže vyžadovala zvláštní těsnění dna. Místa, kam by bylo potřeba vodu do nádrže čerpat nebo dokonce dovážet. Údolní nivy přirozených vodních toků s kvalitními břehovými porosty, dochovanými lužními lesy či cennými lučními nebo mokřadními společenstvy.

Výstavbu nových nádrží, nebo obnovu dříve zaniklých nádrží, jejichž pozemky již dnes nejsou katastrálně evidovány jako vodní plocha, podmiňuje soulad s platným územním plánem obce a vydání rozhodnutí o umístění stavby ze strany příslušného stavebního úřadu. V nejasných případech je vhodné s daným stavebním úřadem předem konzultovat, zda bude uskutečnění dané akce podmiňovat vydáním tohoto rozhodnutí. Většina akcí, jejichž předmětem je výstavba, obnova nebo rekonstrukce nádrží, dále podléhá vodoprávnímu řízení, tedy je podmíněna vydáním stavebního povolení a povolení k nakládání s vodami ze strany vodoprávního úřadu. Některé menší akce mohou proběhnout jen na základě ohlášení stavby vodoprávnímu úřadu – vždy je vhodné s vodoprávním úřadem předem konzultovat, zda bude danou akci podmiňovat vydáním vodoprávního rozhodnutí, nebo zda mu bude postačovat ohlášení stavby. Při realizaci je potřeba se ujistit, zda není nutné získání povolení, souhlasu či stanoviska příslušného orgánu ochrany přírody např. z důvodu výskytu zvláště chráněného druhu, vymezení zvláště chráněného území, evropsky významné lokality či ptačí oblasti, anebo udělení výjimky ze zákazu ve zvláště chráněných územích.

Stavební konstrukce a veškerá zařízení, která jsou užívána na malých vodních nádržích, navrhujeme jednoduše, účelně a aby byly snadno obsluhovatelné a s vysokou životností. K výstavbě se používají běžně dostupné materiály, je velmi výhodné, aby byly z místních zdrojů. Stavba nádrže by měla být co nejvíce úsporná. Jednoduchými prostředky by mělo být dosaženo co největší ekonomické efektivity (Šálek a Mika, 1978).

Pokorný (2009) uvádí, že místo budoucí nádrže se vybírá na základě komplexního posouzení lokality a to s přihlédnutím:

- k vodohospodářským poměrům a ekologickým podmínkám,
- k požadované velikosti nádrže a jejímu poslání,
- ke konfiguraci terénu,
- k vlastnickým vztahům vůči pozemkům,
- k bonitě půdy a nepropustnosti spodiny,
- k hospodářským poměrům,
- k specifickým zájmům ochrany přírody a biodiverzity,
- k místním vlivům (např. k stanoviskům sousedních uživatelů včetně jejich oprávnění k nakládání s vodami, zemědělské a lesní výrobě),
- k finančním nákladům na realizaci stavby,
- k víceúčelovosti vodního díla a dalším důvodům.

Průzkumové práce dělíme na předběžné, podrobné a doplňkové, jejich rozsah závisí na rozsahu a charakteru stavby. Úkolem průzkumových prací je získání dostatku podkladů umožňující návrh malých vodních nádrží (Šálek, 1996).

Rozsah průzkumných prací je závislý na stupni zpracování požadované dokumentace (např. záměr, studie či realizační projekt). Průzkum se zaměřuje na vypracování podkladů:

*-klimatických:*

Údaje poskytuje Český hydrometeorologický ústav v Praze, jde o teplotu vzduchu (průměrná, maximální, minimální), směr a rychlost větru, srážky a výpar, popř. intenzita sluneční radiace (Šedivá a Vrána, 2011).

*-hydrologických:*

Znalost hydrologických poměrů nám umožňuje zodpovědně zpracovat vodní hospodářství malých vodních nádrží (Šálek, 1996). Poskytuje ČHMÚ, k základním údajům patří plocha povodí, průměrný roční srážkový úhrn, průměrný roční průtok, hodnoty m-denních vod (průtok za den), hodnoty N-letých vod (průtok za rok, nejdůležitější  $Q_{100}$ ). Z Atlasu podnebí ČR a Hydrologických poměrů v ČR zjistíme

měsíční průtoky, objemy povodňových vln, popis povodňového režimu toku, splaveninou režim a specifický odtok.

*-geomorfologických:*

Informace získáváme z podobných (např. topografických) map, nejlépe v měřítku 1: 10 000, orientačně i z map 1: 50 000. Pro výstavbu středních a velkých rybníků jsou nejvhodnější mírně zvlněné lokality v podélném sklonu kolem 0,2 – 0,5 %. Pro malé nádrže (pod 1 ha) může být podélný sklon kolem 3 % (Pokorný, 2009).

*-geologických a pedologických:*

Geologický průzkum zjišťuje zejména základové poměry v místech předpokládaných objektů a úprav (Šálek, 1996). Pedologický průzkum se zaměřuje na zjištění vlastností půdy v budoucí nádrži, složení, měrné objemové hmotnosti, hydraulické vodivosti, pórovitosti, obsahu humusu,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , sorpční kapacity (Šedivý a Vrána, 2011).

*-hydropedologických:*

Podklady z map genetických půdních typů – z map bonitovaných půdně ekologických jednotek, z dřívějších pedologických průzkumů. Cílem je určit propustnost, úroveň hladiny podzemní vody, odvodnitelnost. Přímý průzkum v dané lokalitě určuje hodnotu polní vodní kapacity, průběh infiltrace, která rozhoduje o vodotěsnosti stavby, současnou hydraulickou vodivost půdy (Pokorný, 2009). Zjišťuje hydrogeologické poměry pro prognózu vlivu naplnění nádrže na režim podzemních vod a to zvláště s ohledem na nepropustnost dna nádrže a podloží hráze (Šedivý a Vrána, 2011).

*-geodetických:*

Podklady musí být součástí písemností k výstavbě rybníků i MVN a slouží ke stanovení zatopené plochy, k výběru vhodného místa a profilu hráze, k zakreslení všech průzkumů, k vyhotovení stavebních výkresů. Podklady dělíme na mapové a měřičské. Dle ČSN 75 2410 jsou vyžadovány následující minimální geodetické podklady jako mapa 1 : 50 000 až 1 : 5 000 zahrnující území nádrže a souvisejících staveb, mapa území hráze, zátopy a okolí 1: 1000 až 1 : 500 se základním vrstevnicovým intervalem 0,5 m, max 1m, podélný profil vodním tokem nebo údolní nivou prodloužený nejméně 150 m nad a pod nádrž, příčné profily zátopou, podélný profil osou hráze (Pokorný, 2009)

*-hospodářský a sociální*

Hospodářským a sociálním průzkumem získáme podklady o hospodářských a sociálních poměrech zájmového území a infrastrukturu, zaměřené na upřesnění funkcí nádrží a zabezpečení podmínek pro jejich funkci (protierozní opatření v povodí apod.).

*-fytocenologický a zoocenologický*

Zaměří se u vybraných nádrží přírodního charakteru na posouzení fytoceenózy a zoocenózy z hlediska rozmanitosti druhů, které mají souvislost s vegetací nádržních okrajů a okolí nádrže. Sleduje se výskyt řas, mokřadních rostlin a hydrobiologie toku (Šedivý a Vrána, 2011).

Záměr investora (stavebníka) se nejčastěji vyjadřuje vypracováním studie a má obsahovat základní údaje pro výběr staveniště ve smyslu stavebního zákona a příslušné vyhlášky (Pokorný, 2009).

Tab. č. 1. Problémy při stavbě malých vodních nádrží a jejich řešení

<b>Problémy při stavbě</b>	<b>Možná řešení</b>
Velká voda	Preventivně řešit odtok, např. včasnou instalací potrubí, jinde bypassem
Znečištění vody (zakalení, odtok zemin, písku atd.)	Lepší hospodaření s vodou, regulace přítok - odtok
Narušení okolí stavby VD	Stavební plochy na nezemědělské půdě, zemníky a skládky materiálu volit v prostoru nádrže
Přístup na staveniště	Trasu projednat předem (smluvně) nebo vybudovat samostatnou cestu
Nedodržení harmonogramu stavby	Co nejdříve jednat o změnách termínů včetně zdůvodnění
Nemožnost pokračování ve stavbě, překážky objektivní povahy (dálkové kabely, archeologické nálezy atd.)	Okamžitě informovat investora, SPÚ, odbor výstavby pověřeného OÚ a stavební dozor, žádat o kontrolní den a změnu harmonogramu stavby
Zásah cizích právnických a fyzických osob (zastavení stavby, zcizení materiálu atd.)	Ihned informovat dodavatele a investora stavby, stavební dozor a policii ČR
Zkušební provoz nádrže – podmáčení vzdušné paty hráze	Zjištění míst a úniku vody – vybudování vnějšího filtru

(Pokorný, 2009)



## 2.5 Stavební uspořádání a technické vybavení

Nedílnou součástí vodních nádrží a rybníků jsou technická zařízení jako hráze, rybníční kotlina, výpustná zařízení, bezpečnostní přepad s vývařístěm a odpadní stokou (Šálek, Mika, Tresová, 1989).

### 2.5.1 Hráze

Hráze vytvářejí nebo dotvářejí nádržný prostor, proto jsou nejdůležitější částí nádrží. V umístění jsou závislé na místních podmínkách terénních, půdních a geologických. Konstrukčně se musí hráze navrhovat a budovat tak, aby byly bezpečně stabilní a vodotěsné (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980). Jsou nejnáročnějším prvkem z hlediska spolehlivosti, dlouhověkosti a bezpečnosti. Finančně nejnákladnější částí stavby (Pokorný, 2009). Dle účelu nádrže, tvaru údolí, funkce hráze dělíme hráze na boční, obvodové a dělící, z nichž hlavní jsou čelní a boční. Na průtočné, obtokové a boční dělíme nádrže dle způsobu přívodu vody (Tlapák, Herynek, 2002).

Hráze malých nádrží jsou téměř vždy zemní. V příčném profilu mají tvar lichoběžníku se sklonem návodního svahu 1 : 2-4 a vzdušného svahu 1 : 1,5-3 dle druhu násypové zeminy a hlavně podle výšky hráze. Tu určuje výška požadovaného vzduší vody v nádrži bezpečnostně zvětšená o 0,6 – 1,1 m nad nejvyšší hladinu vody v nádrži, popřípadě o 0,8 až 1,8 m nad hladinu ovladatelného prostoru. U vyšších hrází nad 5 m se někdy svahy odstupňují lavičkami o šířce 1,5 – 3 m a výškovém odstupu 2,5 – 5 m, aby se jednak čelilo sesuvu dlouhých svahů, zmenšil se objem násypu v horní části hrázového tělesa, méně namáhané tlakem vody (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

Materiál navrhuje inženýrsko-geologický průzkum. Zemina by se měla nacházet pokud možno v těsné blízkosti hráze, nejlépe na ploše budoucí nádrže, z hlediska nákladů. U materiálu se rozlišuje jemná frakce (zrna do velikosti 0,063 mm), písek (0,063 mm až 4 mm), štěrk (4mm – 63 mm), hrubý štěrk a balvany (nad 63 mm). Zda je zemina vhodná pro stavbu hráze zjišťuje mechanický rozbor. Pro těsnící část hráze nesmí obsah organických látek přesáhnout 5 %, mez tekutosti musí být pod 50 %, velikost ojedinělých zrn nemá činit více než 100 mm. Pro stavbu stejnorodé hráze poslouží zkouška zrnitosti (Pokorný, 2009). Při výběru a hodnocení vhodného zemníku pro stavbu hráze je zapotřebí posoudit jakost materiálu, jeho

zásoby v daném místě a vlastnické vztahy pozemků, na nichž se zemník nachází. Nejsou-li pozemky ve vlastnictví stavebníka nádrže, je zapotřebí vykoupit pozemky od stávajícího vlastníka nebo připravit dohodu o dočasném využití pozemků pro těžbu zemních materiálů a následné rekultivaci pozemků po ukončení výstavby. Nachází-li se v zátopě budoucí nádrže dostatečné množství pro stavbu hráze, přednostně využíváme tohoto místa pro těžbu zeminy pro stavbu hráze. Výhodou zemníku v zátopě je zvětšení objemu zásobního prostoru nádrže díky vytěžené zemině, pozemky v těchto místech musí být ve vlastnictví stavebníka nádrže (Vrána, Beran, 2002).

### 2.5.2 Výpustná zařízení

Výpustná zařízení slouží k regulovanému vypouštění vody z nádrže za všech situací, nebo dle potřeby, pro vypuštění vody z nádrže v požadovaném čase. Pro úplné vypuštění a odvodnění rybníků se obvykle výpustná zařízení umísťují do nejnižšího místa nádrže. U malých vodních nádrží k hrázi čelní, pokud to geologické podloží dovolí (Šálek, Mika, Tresová, 1989). Je-li podloží v nejnižším místě nádrže neúnosné, je možné umístit výpustný objekt mimo nejhlubší část nádrže a prohloubit dno odpadní stoky, která přivádí vodu k výpusti (Vrána, Beran, 2013).

Nádrže, které mají větší objem vody jak  $500\,000\text{ m}^3$ , by měly mít alespoň dvě výpustně. Skládá se z uzavíracího prvku a zařízení pro odvedení vody. Uzavíracím prvkem na rybnících je nejčastěji požerák hrazený dřevěnými dlužemi, nebo v kombinaci s tabulovým uzávěrem (Šálek, Mika, Tresová, 1989).

Tlapák a Herynek (2002) dělí výpustná zařízení na otevřené a trubní. Zařízení jsou umístěna co nejnižše do nádrže, aby bylo možno nádrž zcela vypustit.

#### a) Otevřené výpusti (žlabové)

Výpusti otevřené popsal Vrána a Beran (2013) takto. Hradící zařízení se skládá ze stavidla a tabulové, klapkové a segmentové uzávěry. Tvoří ji železobetonové či kamenné žlaby, dno odpovídá nejnižší úrovni nádrže. Stěny jsou budovány na celou výšku hráze, pokud je po koruně hráze vedena vozovka, nebo pěší cesta, je zapotřebí odpad v místě koruny hráze přemostit nebo překlenout lávkou. Stavidlo tvoří hradící prvek, který dosedá na dno žlabu a horní hrana hradící konstrukce odpovídá úrovni hladiny normálního nadržení. Dle velikosti hrazeného otvoru navrhujeme vhodné zařízení pro manipulaci s uzávěrem. Pokud je hrazená šířka větší, je nutno rozdělit

hrozený otvor na několik polí. Dnes už nejsou téměř navrhovány kvůli mohutné konstrukci, která narušuje celistvost hráze, kvůli možnému průsaku a neestetičnosti.

#### b) Uzavřené výpusti (trubní)

Trubní výpusti používáme k vypouštění vody zabudovaným potrubím do nejnižšího místa hráze. Skládají se z uzavíracího orgánu, výpustného potrubí a zařízení na útlum kinetické energie vytékající vody. Uzávěry navrhujeme především na návodní straně hráze, méně často na vzdušné straně (Tlapák a Herynek, 2002). Šálek (1996) dělí trubní výpusti dle druhu uzávěru do těchto skupin: lopatové a čepové, šoupátkové a stavidlové, segmentové a speciální, požerákové.

### 2.5.3 Odběrná zařízení

Odběrná zařízení se navrhují dle druhu a provozně-technických podmínek odběru (např. k odběru vody pro závlahu, průmysl). Odběry vody dělíme na gravitační a odběry čerpáním, s konstantním nebo proměnným odběrným množstvím vody, regulovatelné a neregulovatelné. Dle těchto požadavků se navrhne odběrné zařízení a jeho technické vybavení (druhy uzávěrů, rozteče česlic, opatření pro zimní provoz apod.) (Šedivý a Vrána, 2011). Odběr vody může být z hladiny, nebo z nejuhodnější hloubky v nádrži (Šálek, 1996).

### 2.5.4 Bezpečnostní přepad

Přepady jsou určeny k neškodnému odvedení povodňových průtoků, mají zajistit potřebnou bezpečnost zemní hráze proti přelivům (Šálek, 1996). Bezpečnostní přepady se budují na všech nádržích s vlastním povodím a ohrožovaných velkými vodami. Neprůtočné nádrže mají přepad dimenzován na maximální přítok nápuštěným zařízením, nebo přítokem z náhonu. Proto se může bezpečnostní přepad na nejmenších rybníčcích nahradit výpustí s přeměřenou kapacitou zajišťující i odvod mimořádných přítoků. Návrh typu bezpečnostního přepadu vychází z výpočtů základních rozměrů, tj. délky přelivné hrany a výšky přepadového paprsku. Bezpečnostní přepady malých vodních nádrží mají být nehrazené, nevyžadující obsluhu při průchodu povodňové vlny. Na bezpečnostním přepadu ani v jeho bezprostřední blízkosti nesmějí být umístěna žádná zařízení, ohrožující jeho funkci a snižující jeho kapacitu. Je-li nutno umístit před přeliv česle, mají se umístit mimo dosah snížení hladiny před přelivem (Tlapák, Herynek, 2002).

Nejběžnější typy bezpečnostních přepadů jsou čelní – hrázové přepady, korunový přeliv, břehové přepady, průjezdné brody, boční přepady, kašnové přepady, šachtové přepady, hrazené přepady, kombinované přepady, speciální přepady, sdružený objekt (Pokorný, 2009).

## 2.6 Údržba vodních nádrží

Pravidelnou kontrolou a běžně prováděnou údržbou se předchází velkým a nákladným opravám a někdy i závažným haváriím (Pokorný, 2009).

Údržbu vodních nádrží je nutno provádět v souladu s provozním a manipulačním řádem. Při údržbě je zapotřebí ošetřovat porosty svahů a koruny hráze, odstraňovat nánosy, provádět opravy zpevněné hráze a břehů, těsnících prvků hráze, dělat údržbu a opravy vypuštěných objektů a objektů převádějících přes hráz velké průtoky (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

Jednou z údržeb je odstranění rybničních porostů, při kterých se používají prostředky mechanické (žací listy, ruční kosačky), chemické (herbicidy), biologické (býložravé ryby, vodní drůbež). Rybniční porosty však mají i kladnou stránku, chrání okraje rybníků před abrazí, vytváří prostředí pro hnízdění ptactva (Jonáš a kol., 1990).

Další zvláštní péči vyžaduje údržba čerpacích zařízení, aby při čerpání nebyl nasáván vzduch a kal a čerpala i hnací motory stále pracovaly s požadovaným výkonem. Proto se musí sací jímky a vtokové česle pravidelně čistit, sací potrubí udržovat ve vzduchotěsném stavu, ložiska pravidelně mazat a vadná těsnění, potrubí i jiné součásti ihned vyměnit. Všechny opravné práce musí provozovatel soustavně kontrolovat a tak udržovat všechna zařízení v provozně nejlepším stavu (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

Pro nádrže, které jsou zařazeny do kategorie I až III z bezpečnostního hlediska provozu nádrží, se zpracovává plán technicko-bezpečnostního dohledu, sleduje se zejména sedání objektů a hráze, průsak vody hrázovým tělesem a podložími hráze, stav jednotlivých objektů a funkce zařízení objektů hráze. Účelem technicko-bezpečnostního dohledu je zajištění bezpečnosti vodního díla a

předcházení případným poruchám, které by mohly vodní dílo porušit a ohrozit bezpečnost jeho okolí.

Prohlídky u vodních nádrží se provádějí pravidelně minimálně jedenkrát ročně a po výskytu velkých průtoků. Kontroluje se zejména stav hrází a objektů. Nebezpečný je průsak vody hrázovým tělesem nebo podložím. Průsak hrází zprvu signalizuje zamokření vzdušného svahu hráze, nebezpečný je výron zakalené vody, který signalizuje porušení hráze vyplavováním jemných částic zeminy. To může způsobit poruchu hráze, proto při jeho zjištění je nutno neprodleně nádrž začít vypouštět.

Provoz a údržbu vodních nádrží zajišťuje správce nádrže, kterým může být buď příslušný podnik povodí, nebo státní meliorační správa, státní rybářství, státní lesy nebo jiná organizace (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

## **2.7 Opravy a rekonstrukce**

Opravy lze rozdělit na běžné, generální a rekonstrukce. Mezi běžné lze zařadit výměnu brlenek, česlových tabulí, menší opravy zděných a betonových staveb, drobné opravy technického vybavení. Generální opravy a rekonstrukce zasahují do podstaty některých hlavních částí vodních nádrží, jako například výměna výpustních objektů, potrubí, pořízení laviček nebo vnitřních drenáží, přestavby bezpečnostních přelivů, rekultivaci okrajků, odbahňování s cílem zlepšení kvality vody v nádrži. Rekonstrukce a opravy se připravují až na výjimky dlouhodobě. V mnohých případech se tyto akce spojují s modernizací vypouštěcích zařízení, s výměnou potrubí a na starých nádržích se přistupuje k odstranění sedimentů, rozšíření lovišť, zvětšení kádišť apod. Řeší se také v některých případech průsaky hrází a podmáčení paty vzdušné strany hráze, někdy i zhotovením lavice. Na některých malých vodních nádržích může být aktuální i zvýšení koruny hráze s cílem posílit retenční schopnost nádrže, bez rozšíření zatopené plochy při normální hladině (Pokorný, 2009). Drobné opravy vykonává obvykle uživatel, popřípadě provozovatel nádrže. Větší, tzv. generální opravy se zadávají odborným dodavatelským organizacím obdobným způsobem jako zařízení nová, při jejich provádění je nutné se řídit příslušnou vyhláškou (Jůva, Hrabal, Pustějovský, 1980).

## 2.7.1 Opravy hráze

Šálek (1996) uvádí příčiny, které mohou narušit těleso hráze. Zde je výčet nejčastějších:

- Erozní porušení hráze dešťovou, cizí vodou, narušení mrazem,
- Abrázní narušení vodou z nádrže, průsaky hrází,
- Deformace koruny transportními prostředky, příp. jiným mechanickým poškozením,
- Narušení vegetací (stromy, živočichy apod.),
- Poškození hráze při opravách výpustného zařízení a bezpečnostních přelivů,
- Snížení funkce filtračních zařízení, jeho poškození vegetací,
- Cizími zásahy apod.

Při poškození hráze a úniku vody z hráze (průsaky, poškození hlodavci apod.) se odstraňují drobnější závady ihned, nejčastěji vyhledáním poškození na návodní straně, pak následuje zářez do koruny hráze. U trhlin v hrázi se nejdříve odstraní zemina v jejím okolí a dále 0,5 až 0,6 m pod její nejnižší místo. Výkop mírně lichoběžníkovitého tvaru se postupně zasypává zeminou obdobnou materiálu, ze kterého je původní hráz, důkladně se dusá. Zemina určená k opravě by neměla být příliš vlhká, nebo naopak přeschlá. V žádném případě nesmí být zmrzlá. U podélných trhlin utěsníme trhliny v koruně zemní hráze. V případě, že se poškozené místo opravuje na plné vodě, pak je nutné návodní svah zabezpečit proti vniknutí vody. Místo opravy se zajistí štětovou stěnou nebo zemní jímkou. U malých nádrží s dostatkem přítoku je někdy výhodnější volit snížení hladiny v nádrži a poškození opravit bez nutnosti budovat štětovou stěnu nebo jímku.

Protržení hráze může způsobit velká povodeň. V takových případech následuje generální oprava, rekonstrukce či zvýšení hráze. Projektant musí analyzovat příčiny havárie, prověřit veškeré výpočty a navrhnout opatření, která vyloučí její opakování. Před vlastní opravou hráze se provede vyčištění celého prostoru poškození a základ nové hráze naváže na původní rostlý terén. Dle potřeby se provádí zářezy, případně se použijí i štětovnice. Materiál na zemní hráz by měl být stejný nebo podobný jako při budování původní hráze. Důležité je průběžné dusání vrstev.

Při zesilování sypané hráze je nutné dodržet všechny zásady o těsnění, odvodnění, deformaci a filtrační stabilitě. Maximální pozornost je třeba věnovat spojení původního tělesa hráze s novým násypem, zejména je-li staré těleso porostlé travou, keři nebo dokonce stromy. Tyto porosty je nutné odstranit a terén hráze připravit na spojení s novou zeminou, která má mít stejné nebo blízké složení jako původní hráz (Pokorný, 2009).

## 2.7.2 Opravy těsnění MVN a staveb

Jde o technické opatření zabráňující úniku vody z nádrží, náhonů a podobně, nebo naopak brání vstupu vody do těchto zařízení z okolí. Únik vody z nádrží a přivaděčů bývá častým předmětem oprav, těsnosti se dosahuje:

- Kompaktním provedením konstrukce
- Zřízením těsnících plášťů
- Použitím monolitických vložek (beton, asfaltový beton)
- Fóliemi z plastů
- Navrstvením nepropustných zemin (jílů)

Výběr těsnících prvků ovlivňuje velikost stavby, přirozená propustnost terénu a požadavky na těsnost. Těsnění zemních nádrží se provádí výběrem vhodného materiálu na stavbu hráze, popř. i těsnění dna. Tam, kde není vhodná zemina k dispozici, provádí se těsnění jílem, uvnitř tělesa hráze nebo dna. Jíl musí být vždy chráněn před mrazem a vyplavením. Vhodný je i asfaltový beton, pro jehož výrobu a pokládání platí speciální technologie. Zvýšení pevnosti betonu a jeho nepropustnosti se dosahuje speciálními přísadami a především dusáním. U propustného rybníčního dna lze také snížit ztrátu vody mělkým zoráním, vláčením a opakovaným zhutněním (Pokorný, 2009).

Ahmad a Shafiq (1996) se zabývali snižováním průsaku u hliněných rybníků. V současných pokusech chemických, fyzikálních a biologických pro snížení úniku vody došli k těmto závěrům. Chemickou metodou přišli na to, že je dobré vrchních 10 cm zeminy smíchat s uhličitánem sodným. Fyzikální metoda spočívá ve zhutňování půdy. Biologická metoda spočívá ve vrstvení půdy, hnoje a vegetativního materiálu. Chemická metoda se ukázala z těchto třech jako nejméně účinná, u fyzikální a biologické došlo ke snížení průsaku o 72%.

## 2.8 Revitalizace malých vodních nádrží

Pod pojmem revitalizace se rozumí obnovení původních ekologických funkcí krajiny a s nimi návrat přirozených společenstev rostlin a živočichů. Návrat přírodních hodnot a vzájemných vztahů, na které byla lidská populace adaptována stovky let, které se poslední půlstoletí silně zredukovaly nebo úplně vymizely. Největší druhové bohatství rostlin a živočichů nám poskytují nádrže již částečně živinově obohacené, ovlivněné činností člověka (Vrána, 2009) a (Gergel a Husák, 1997).

Pokorný (2009) popisuje revitalizaci jako činnost, která má za cíl obnovit zničenou či změněnou ekologickou rovnováhu nádrží. V nejširším slova smyslu lze do revitalizačních opatření na MVN zahrnout celý komplex meliorací.

Revitalizace je považována za zásah podléhající vodoprávnímu rozhodnutí (vstup do významného krajinného prvku), neboť dochází ke změnám původních vodohospodářských poměrů a k zásahům do stávající vegetace (Hartman a Regenda, 2014).

Cílem revitalizace je přistupovat k řešení malých vodních nádrží v krajině systémově a vždy zvážit, zda je žádoucí realizovat revitalizační účinky k výchozímu stavu, tj. k přirozené oligotrofii (rybníky převážně v podhůří), či k přirozené atrofii (rybníky v nížinách) nebo zda postačí pouze souborem přísně účelových opatření obnovit hlavní funkce nádrže s tím, že kvalita akumulované vody se bude pohybovat v pásmu mezotrofním. V případě přijetí první varianty, tj. oligotrofizace nádrže musíme počítat s tím, že nápravná opatření bude nutno směřovat především do celého povodí nádrže, a tedy finanční náklady na realizaci zamýšleného revitalizačního efektu budou mnohonásobně převyšovat náklady vynaložené na revitalizaci vlastní nádrže (Gergel a Husák, 1997).

Šedivý a Vrána (2011) uvádí, že k základnímu revitalizačnímu opatření patří:

- odstranění nežádoucích sedimentů,
- úprava dna nádrže,
- úprava litorální zóny, obnova břehových porostů,
- vytvoření podmínek pro možnost migrace,
- vytváření infiltračních pásů, mokřadů a tůní kolem nádrží, vč. ozelenění,



- úprava břehů nádrže,
- zapojení MVN do přírodního ekosystému ve vazbě na územní systémy ekologické stability,
- hospodářská opatření na zemědělské a lesní půdě v povodí (např. protierozní opatření),
- rekonstrukce a obnova hrází a objektů MVN,
- vytvoření ekologických prvků na konci vzduť nádrže s menšími lagunami, které umožní přežití obratlovců po vypuštění nádrže.

Po revitalizaci plní malé vodní nádrže celou řadu dalších funkcí:

- akumulují část velkých vod při povodních,
- zvyšují zásobu vody v krajině, zásobu podzemní vody,
- jsou sídlem pro vodní, mokřadní a pobřežní druhy organismů,
- mají vliv na dočišťování povrchových vody,
- místem pro trvalý rozvoj biodiverzity krajiny,
- umožňují vznik a trvání obvodového lemu nádrže a jeho přechod na blízké území.

Výsledkem veškerých revitalizačních zásahů má být především zachování biodiverzity fauny a flóry dané lokality a zajištění její stability s vhodným navázáním na všeobecně prospěšnou hospodářskou exploataci (Pokorný, 2009).

Tab. č. 2 Revitalizační zásahy a jimi vyvolané změny

<b>Revitalizační zásah</b>	<b>Změny, které zásah vyvolá</b>	<b>Konečné účinky revitalizace</b>
Odstranění sedimentů	zvětšení akumulčního prostoru nádrže, prodloužení doby zdržení, snížení vnitřní zásoby živin v nádrži	návrat k původním hydrologickým funkcím, oligotrofizace vodního prostředí
Úprava dna nádrže	zrušení prohlubní zaplněných organickým kalem s vodou anaerobní	zablokování vyplavování fosforu, snížení trofie vody
Úprava břehové linie	vymezení plochy pro rozvoj litorálního pásu, návrh a výsadba doprovodné vegetace podle odpovídajícího vegetačního stupně	posílení ekologické funkce nádrže, posílení biodiverzity a lepší začlenění nádrže do krajinného prostoru
Zatravnění pásu o šířce min. 20 m po souvislém obvodu nádrže	v místech, kde není navržen litorální pás, představuje vytvoření ochranného pásu bariéru před eutrofizací a zanášením nádrže z okolních pozemků	omezení eutrofizace a zanášení nádrže
Rekonstrukce a obnova tělesa hráze a obslužných zařízení	bezpečná manipulace s akumulovanou vodou	návrat k původním hydrologickým funkcím
Opatření k omezení transportu sedimentu z povodí	organizace z hlediska protierozní ochrany povodí, budování a zakládání odsazovacích míst nad nádrží nebo v nádržní kotlině	posílení všech výše uvedených funkcí, zejména hydrologických

(Gergel a Husák, 1997)

### 2.8.1 Odstraňování sedimentů

Před odbahňováním je nezbytné provést průzkum dna malých vodních nádrží (na vodě nebo lépe po vypuštění vody) a zjistit množství a skladbu sedimentu, obsah cizorodých látek, vybrat způsob těžby nánosů a jeho případné třídění, odebrat vzorky bahna a určit rozsah analýz, způsob dopravy, vybrat místo skládky a navrhnout způsob využití nánosů (Pokorný, 2009).

Provádí-li se průzkum při plné vodní hladině, je nejlepší zadat průzkum specializované firmě, která zajistí odběry vzorků a jejich vyhodnocení, provede průzkum povodí, měření vrstvy bahna, dokumentaci o jeho horizontálním a vertikálním uložení a jeho skladbě a je vybavena odpovídající těžební technikou. Provádí-li se průzkum po vypuštění nádrže určené k asanaci, je nutno provést vystokování dna tak, aby se umožnil odtok veškerých zbytků vody zadržované v nerovnostech dna, vody intersticiální a tzv. vody půdní, která vytváří různě široké nasycené pásmo kolem rybníční kotliny. Dle způsobu odvodnění dna a výskytu srážek odtékají tyto vody za několik dnů po vypuštění nádrže a dno je přístupné pro terénní průzkumné práce za 14-21 dní. Cílem je zmapování sedimentu v nádrži z hlediska jeho horizontálního a vertikálního uložení. Průzkum vertikálního uložení se provádí sondovací tyčí, kdy hloubka odběru vzorku zpravidla postačuje do 0,8 m, popř. je možné založit kopanou sondu (Gergel a kol., 1995).

Samotné odbahňování se provádí těžkými zemními stroji, vytěžená hmota se ukládá do skládek, obvykle pro pozdější využití k zúrodnění půd (Jonáš a kol., 1990). Just a kol. (2009) tvrdí, že odstraňování sedimentů a zeminy ze zdrže představuje vždy významnou část nákladů rekonstrukce nádrže. Jeho objem tedy musí být věrohodně doložen geodetickým nebo echolotickým zaměřením před a po provedení zásahu. Základním požadavkem při odstraňování sedimentů ze stávajících nádrží je ponechat stávající kvalitní litorály zcela bez zásahu. Nakládání se sedimenty a zeminou musí být komplexně řešeno v rámci projektové přípravy, u sedimentů je nutno vycházet z rozborů. Nejlepší je likvidace sedimentů a zeminy (pokud to umožní výsledky rozborů) na orné půdě a zaoráním pro další zemědělské využití. V omezené míře možno po pečlivém posouzení rozhrnutí v menší vrstvě na kulturních lučních porostech. Pokud v určitém místě neexistuje možnost ekologicky řádného a nákladově únosného zneškodnění sedimentů, může být pak lepší danou nádrž neodbahňovat a ponechat ji například samovolnému vývoji v mokřad. Yuvanatiya a Boyd (2006) tvrdí, že akumulace sedimentů v rybnících zhoršuje spodní kvalitu půdy a může i negativně ovlivnit kvalitu vody.

Nejhlavnější příčinou zanášení nádrží jsou abraze v tocích. Existují tři možné způsoby těžby sedimentů, karbování, odsávání bahna sacími bagry, těžení bahna po předchozím vypuštění vody. U malých vodních nádrží s písčítým nebo šterkovitým dnem se nesmí porušit zakolmatované dno, protože by nádrž ztrácela vodu. Při těžbě

se proto ponechává původní sediment ve výši 5 – 10 cm. Pokus je nezbytné zasáhnout do propustné vrstvy, provádí se dodatečná kolmace návozem jemného bahna, jílu apod. (Pokorný, 2009).

Zde Pokorný (2009) popisuje tři způsoby těžby sedimentů:

a) Karbování

Karbování byl běžný způsob v minulosti, v současné době výjimečný. Jde o čištění lovišť a stok. Jde o vyplavování bahna pomocí usměrněného proudu přitékající vody a vířením (karbováním) sedimentů hrably a lopatami. Současná legislativa však neumožňuje tuto metodu.

b) Odsávání bahna sacími bagry

Sací bagry se využívají k těžbě bahnitých nánosů, někdy i částečně odumřelé vegetace na plné vodě, či při mírně snížené hladině. V současné době jsou k dispozici výkonné stroje s hodinovou kapacitou až několik tisíc m<sup>3</sup>. Těžený materiál obsahuje většinou až 95 % vody, lze ho přepravovat a ukládat pomocí potrubí na vzdálenost několika stovek metrů. Těžbou se udržuje profil koryta a získává se cenná stavební surovina.

c) Odstraňování bahna z vypuštěných nádrží

Odstraňování bahna z vypuštěných nádrží je nejběžnější způsob čištění dna. Bahno se odváží buď ještě mokré v krátké době po vypuštění rybníků, nebo se nechávají nádrže vyschnout. V případě prvním se bahno těží vlečnými lopatami nebo uzpůsobenými pontony. V případě druhém se sedimenty odstraňují běžnými zemními stroji, jako jsou dozery, bagry, nakladače apod. Při těžbě se nesmí dno přehloubit, jinak se stane nádrž nevypustitelnou. Dno musí být urovnáno se spádem k výpusti.

Těžba rybničního bahna a vyhrnování rybničních okrajů je nákladná a představuje nejméně efektivní způsob meliorací rybniční plochy. Proto je důležitá především prevence spočívající v odstranění příčin nadměrného zanášení a zarůstání rybníků, spočívající v realizaci protierozních opatření v povodí rybníka (Gergel a kol., 1995).

### *Preventivní opatření proti zabahňování nádrží*

Čítek, Krupauer a Kubů (1998) popsali preventivní opatření proti zabahňování převážně organického složení. Tvrdí, že odbahňování rybníka je značně nákladné, a proto je vhodné předcházet nadměrnému zabahňování rybníků různými opatřeními. Zabahňování bahnem převážně organického složení zabráníme pravidelným vysekáváním tvrdých porostů a jejich kompostováním. Rozklad a mineralizaci organické hmoty lze urychlit vydatnějším vápněním. Významným opatřením, k urychlení rozkladu organického bahna, je také zimování rybníků na suchu se současným vápněním na dno a letnění. Bahno ztrácí vysušením na objemu a vlivem střídání teplot, stykem se vzduchem a jinými povětrnostními vlivy se v něm mineralizují humusové součásti, které přecházejí z koloidního stavu v drobtovitou formu. U pravidelně zimovaných a letněných rybníků se zpravidla nesetkáváme s nadměrným zabahňováním. Při letnění zpracováváme dno vhodným kultivačním náradím, aby se umožnil větší přístup vzduchu do půdy. Zpevňování vrstvy bahna kořeny rostlin se také projevuje kladně při letnění rybníka.

Nováček (1997) popsal opatření proti zabahňování a zanášení rybníků převážně minerálními částicemi strhávaným vodou. Tomu zabráníme zřízením obvodové stoky, kterou odvádíme kalné přívalové vody mimo rybník. Splavování jemného bahna z okrajových částí rybníka zabraňujeme udržováním větrolamů z úzkých pásů tvrdých porostů a udržováním rybníčních stok v řádném stavu.

### **2.8.2 Úprava dna nádrží**

Úprava rybníčního dna a břehů je neoddelitelnou součástí výstavby rybníků a účelových nádrží. Nádrže umístěvané do přírodního prostředí vyžadují poměrně rozsáhlé úpravy dna a břehů (Šálek, Mika, Tresová, 1989).

Dle charakteru nádrže (morfologie, doby držení, vlivu povodí) je dno pokryto různě velkou vrstvou usazeného sedimentovaného materiálu, s rozdílnou kvalitou podle toho, zda se jedná o sedimentární, či erozní zónu, anebo je naopak zcela obnažené a vymývané až na šterkový či kamenný podklad v případě, že se jedná o vliv převládajícího působení větru, časté průtoky větších vod apod. Zpravidla v nejnižších částech je pokryto nejjemnější suspenzí, organominerálním kalem s vysokou sorpční schopností a řadou specifických fyzikálně chemických vlastností. Doporučuje se, aby tato aktivní vrstva představovala minimálně 1/3 plochy nádrže a

aby se její mocnost pohybovala od 0,1 – 0,2 cm. Vrstvy mocnější ovlivňují nepříznivě kvalitu zdržené vody, dno bez sedimentu je také nevhodné (Gergel a Husák, 1997).

Úprava dna rybníků a účelových nádrží rybničního typu záleží v odstranění porostů (stromů a keřů) ze zátopového území, v odstranění objektů v zátopovém území, v urovnání a ve stabilizaci rybničního dna, v odvodnění rybničního dna a ve snížení propustnosti rybničního dna (Šálek, Mika, Tresová, 1989).

### **2.8.3 Úprava břehové linie**

Gergel a Husák (1997) uvádí, že při návrhu revitalizačního záměru je vždy nutno zformulovat rozvržení ploch v rybniční kotlině a vymežit z celkové katastrální výměry plochu vodní a litorální.

Litorální pásmo se nazývá oblast pobřežních mělčin u stojatých vod. Voda do tohoto pásma může zasahovat občas, nebo trvale. Rozsah litorálního pásma závisí na průhlednosti vody, aby zde mohlo světlo a mohla probíhat fotosyntéza. V nádržích a rybnících má obvykle hloubku jen do několika metrů (Just a kol., 2009). Litorály mají význam nejen z pohledu ekologického zvýšením biodiverzity, ale také jsou důležité pro kvalitu vody (Duras, 2008).

Vhodný sklon břehů pod hladinou pro rozvinutí litorálního pásma po obvodu nádrže je cca 1:5 a mírnější. Je-li terén v některé části budované nádrže strmější, pak se ponechává v přirozeném sklonu. Není vhodné nádrž v malé vzdálenosti od břehu zahlubovat ve strmém sklonu (Just a kol., 2003).

Ve velkých prostorech litorálního pásma je vhodné vytvářet průplavy. Tvoří se tak, že z 1/3 až 1/4 plochy pásma odtěžíme na hloubku min. 0,6 m a vytvoříme tím nepravidelný vodní záliv – průplav o šířce mezi 4 až 12 m. Průplav nemá lineární okraje, působí v litorálu rybníka velice příznivě. Vyskytují se zde často ryby a ptactvo. Po nějaké době (5 - 15 let) se vybuduje tento tvar na další třetině litorálu. Tímto se stabilizuje stárnutí nádrže, významně se tímto zvyšují ekologické niky v rybniční kotlině (Vrána a kol., 2009).

### **3. Metodika a cíl práce**

Na základě teoretického rozboru literární rešerše bylo vybráno zájmové území s výskytem nádrží a různým stupněm omezení jejich využitelnosti. Na základě terénního průzkumu byla navržena opatření pro zlepšení jejich funkčnosti.

Ve vybraném zájmové území, povodí Hadačského potoka, které se nachází v Jihočeském kraji, katastrálním území Suchdol nad Lužnicí, je výskyt nádrží v horní části toku. Do práce bylo zahrnuto celkem 11 vodních nádrží. Nádrže byly zhodnoceny vizuálně za přítomnosti jejich uživatele. Byla konzultována prováděná opatření za účelem chovu ryb a zároveň udržení funkčnosti nádrží v krajině. Většina nádrží je průtočných s požerákovou výpustí. Nádrže jsou v současné době obhospodařovány, téměř všechny slouží k chovu ryb. Některé z nádrží se potýkají s problémem sedimentů, tudíž dochází ke zhoršení jejich zádržné schopnosti. Zde je nutno navrhnout vhodné vypořádání se sedimenty.

Cílem bylo jednotlivé nádrže popsat, zjistit jejich rozlohu, hloubku, zhodnotit technické vybavení, zjistit hlavní problémy nádrží, navrhnout případná řešení a zhodnotit údržbu nádrží.

## 4. Charakteristika zájmové oblasti

### 4.1 Charakteristika povodí

Mnou vybrané povodí se nachází v Jihočeském kraji, okrese Jindřichův Hradec, v katastrálním území Suchdol nad Lužnicí, jižně od města Suchdol nad Lužnicí. Rozloha povodí činí 519 ha. Hlavní vodotečí je Hadačský potok pramenící ve výšce 498 m n. m. Ve výšce 454 m n. m. se vlévá do potoka Tušů, tato vodoteč po dvou kilometrech ústí do řeky Lužnice. Délka hlavního toku, Hadačského potoka, je 2 800 m. Průměrný spád toku vychází přibližně na 1,4%. Potok můžeme rozdělit na dvě části, na dolní a horní část toku. Dolní část začíná soutokem s potokem Tušů a končí na kraji lesa rybníkem Velký Hadač. Potok je vydlážděn betonovými deskami, tvar koryta je lichoběžníkovitý. Tento úsek je dlouhý 1700m. Po celé této délce se kolem potoka rozprostírá orná půda. V horní části potok protéká rybníční soustavou, v této části se střídají lesní a luční pasáže. Hadačský potok slouží k odvodu vody ze soustavy nádrží, která obsahuje 11 vodních ploch.

### 4.2 Charakteristika přírodních podmínek

#### Klimatické poměry

Potřebné údaje k vyhodnocení tohoto povodí jsou brány z nejbližší meteorologické stanice Chlum u Třeboně, která se nachází ve výšce 461 m n. m. Vzdálenost povodí od meteorologické stanice je 10 km. Jelikož všechny údaje nelze získat ze stanice Chlum u Třeboně, některé údaje byly odečteny i ze stanice Třeboň a Tábor.

Tab. č. 3: Teplota

Průměrná měsíční a roční teplota													
Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Teplota [°C]	-2,9	-1,4	2,6	7	12,4	15,3	17	16,5	12,7	7,4	2,4	-0,9	7,3

(Tolasz a kol., 2007)



Tab. č. 4: Srážky

Průměrný měsíční a roční úhrn srážek													
Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Srážky [mm]	35	36	33	50	73	84	103	83	57	51	38	38	681

(Tolasz a kol., 2007)

Tab. č. 5: Sněhová pokrývka

Průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou													
Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Srážky [mm]	17,5	14,1	8,7	0,3	0,1	-	-	-	0,0	0,4	2,4	16,1	59,5

(Tolasz a kol., 2007)

Tab. č.6: Rychlost větru

Průměrná sezónní rychlost větru	
Období	Rychlost [m.s <sup>-1</sup> ]
Jaro	2,3
Léto	1,5
Podzim	2,1
Zima	2,5

(Tolasza kol., 2007)

Tab. č. 7: Četnost větrů

Četnost větrů v roce								
Směr	S	SV	V	JV	V	JZ	Z	SZ
Četnost [%]	3,4	1,8	4,2	10,7	5,1	10	16	11,2

(Tolasz a kol., 2007)

Tab. č. 8: Průměrná teplota půdy

Průměrná měsíční a roční teplota půdy v daných hloubkách													
Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
10 cm	-1,0	-0,8	1,7	8,4	14,3	18,2	19,9	19,0	15,4	9,4	4,3	0,6	9,1
20 cm	-0,7	-0,6	1,7	7,8	13,5	17,4	19,4	18,7	15,4	9,8	4,6	1,0	9,0
50 cm	0,5	0,1	1,7	6,8	11,8	15,8	17,8	17,9	15,5	10,9	6,0	2,4	8,9
100 cm	2,8	2,0	2,3	5,7	9,7	13,5	15,8	16,6	15,4	12,1	8,2	4,8	9,1

(Tolasz a kol., 2007)

### Geologické a půdní poměry

Zájmové území se nachází v oblasti Třeboňské pánve, která je součástí Jihočeských pánví. Půdní poměry Třeboňské pánve se výrazně odlišují od obdobně utvářených celků. V rámci Čech jde o nejrozsáhlejší území, kde se jako půdotvorný substrát uplatňují především nezpevněné před kvartérní sedimenty na úkor obvyklých zvětralin pevných hornin, případně kvartérních pokryvů. Třeboňsko je největším souvislým areálem semihydromorfních a hydromorfních půd v Čechách. Rozšířené jsou pseudogleje a gleje. Organogenní (zejména rašelinné) půdy jsou zde z celých Čech nejpočetnější a vytvářejí plošně největší souvislé celky (Správa chráněné krajinné oblasti Třeboňsko).

### Výrobní poměry

Podél celé dolní části Hadačského potoka a v severní části povodí se rozprostírá orná půda, na které zde hospodaří společnost GIGANT K+K Břilice s. r. o. Tato společnost vznikla 4. 5. 1998. Mezi obory podnikání, které jsou evidovány, patří velkoobchod se základními zemědělskými produkty a živými zvířaty, smíšené hospodářství. Společnost hospodaří na 3 100 ha zemědělské půdy v okolí Třeboně. Mezi plodiny, které zde každoročně střídají, patří kukuřice, řepka, pšenice, ječmen.

## 5. Výsledky a diskuze

Všechny nádrže v rybniční soustavě jsou ve vlastnictví Rybářství Nové Hrady s. r.o. s výjimkou nádrže č. 4, která je v osobním vlastnictví. Průzkum nádrží proběhl v březnu, roku 2015. V příloze č. 1 lze najít mapu s vyznačeným povodím a mapu pro lepší představu uspořádání nádrží. V Příloze č. 2 jsou uvedeny fotografie jednotlivých nádrží.

Tab. č. 9: Seznam nádrží

Číslo	Název	Rozloha [ha]
1	Kocinov	2,35
2	Malá Tichava	0,32
3	Velká Tichava	0,92
4	-	0,13
5	Rohlíček	0,42
6	Pasečný	0,92
7	Růže	5,19
8	Panoš	1,98
9	Mošna	1,19
10	Velký Hadač	1,96
11	Malý Hadač	0,79

### Nádrž č. 1 (Kocinov)

Nádrž zvaná Kocinov je v zájmové oblasti nejvýše položená, nachází se v nadmořské výšce 484 m n. m. Její rozloha je cca 2,35 ha. Hloubka nádrže se pohybuje cca kolem 1 metru, u výpustného zařízení je hloubka vyšší a to 2 metry. Nádrž se řadí mezi nebeské, to znamená, že nemá stálý přítok vody, plní se pouze vodou srážkovou. V současné době je ve stavu plnícím, čeká na srážkovou vodu. Kocinov protéká do Malé Tichavy. Kocinov je využíván pro chov kachen, momentálně mají v chovu 3 500 kusů. Slouží i pro chov ryb, násada se zde provádí vždy na podzim a na dva roky.

V současné době nemá zatím nádrž velké problémy se sedimenty. Kocinov byl vyhrnut před 7 lety. Odbahňování rybníků, které obsahují silnou vrstvu bahna, je velmi důležité, neboť při vysoké vrstvě bahna dochází ke zpomalení provzdušňování aktivního bahna a tak i ke zpomalení uvolňování živin do vody. Tím dochází ke

zhoršení jakosti vody. V nadměrném množství bahna mohou přežívat i paraziti. Může docházet k zanášení záber ryb jemným bahnem.

Podél hráze rostou duby, olše lepkavé a břízy bělokoré. Nádrž je lehce zarostlá, doporučuji vysekat. Gergel a kol. (1995) uvádí, že k zamezení zarůstání rybníčních okrajů je nutné pravidelné vysekávání vodních porostů, co nejhlouběji pod vodní hladinou a to alespoň dvakrát ročně. Tato opatření lze provádět bez omezení rybářské výroby.

### **Nádrž č. 2 (Malá Tichava)**

Nádrž nacházející se o 150 m dál ve směru po proudu od nádrže Kocinov v nadmořské výšce 481 m n. m. Malá Tichava je druhá nejmenší nádrž, její rozloha je 0,32 ha. Hloubka v celé nádrži se pohybuje kolem 1,5 metru. Výpustné zařízení nádrže se skládá z uzavíracího prvku a zařízení pro odvedení vody. Uzavíracím prvkem je požerák hrazený dřevěnými dlužemi. Výpustné zařízení je bez závad, vypuštění nádrže trvá zhruba 6 hodin. Malá Tichava není zarostlá, ani nemá v současné době problémy se sedimenty. Po koruně hráze vede účelová komunikace. Hlavním účelem nádrže je akumulace vody chov ryb. Dle Gergela a kol. (1995) vhodná a hustá obsádka ryb může mít dobrý vliv na udržení rybníka v kulturním stavu.

### **Nádrž č. 3 (Velká Tichava)**

O dalších 150 m dále od Malé Tichavy nalezneme nádrž zvanou Velká Tichava, která je položena v nadmořské výšce 476 m n. m. Katastrální rozloha nádrže činí 0,92 ha. Hloubka nádrže se pohybuje kolem 1,5 m. Nádrž je vybavena požerákovou výpustí. Vypuštění nádrže trvá cca 1 den. Nádrž slouží k chovu ryb, násada se provádí na podzim na dva roky. Na hrázi nádrže jsou vysazeny duby, které přispívají ke zpevnění hráze. Na protější straně výskyt orobince širokolistého a vrby.

Nádrž byla naposledy vyhrnuta před 18 lety, to je poměrně dlouhá doba na usazení sedimentů, navrhovala bych zde tedy úplné odbahnění. Při těžbě sedimentů by měl být dbán důraz na členitost obvodu vodní plochy, a to včetně ponechání pozvolných svahů břehů. Do břehových partií s mokřadní vegetací by nemělo být v žádném případě zasahováno. Navrhuji vytěžené sedimenty použít na zemědělské

půdě v povodí. Sedimenty musí splňovat požadavky o použití sedimentů na zemědělské půdě uvedené v zákoně č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu a ustanoveními vyhlášky č. 257/2009 Sb. o používání sedimentů na zemědělské půdě. Nesmí dojít ke zhoršení fyzikálních, chemických nebo biologických vlastností půdy, na kterou jsou vytěžené sedimenty použity (Hartman a Regenda, 2014)

#### **Nádrž č. 4**

Tato přírodní vodní nádrž v osobním vlastnictví má rozlohu 0,13 ha a nachází se v nadmořské výšce 473 m n. m. Hospodaří na ni také Rybářství Nové Hrady s. r. o. Průměrná hloubka nádrže se pohybuje kolem 1 m. Je zásobována vodou z Velké Tichavy a protéká do nádrže č. 5, Rohlíček. Slouží k akumulaci vody a k chovu ryb.

Na nádrži je třeba malých úprav porostů na návodní straně hráze. Hustý křovinatý porost, který se zde vyskytuje, je třeba vykácet a tak otevřít hladinu přímému slunci. Dlouholeté tvrdé dřeviny nacházející se na hrázi doporučuji zachovat. Nádrž je vybavena dřevěnou požerákovou výpustí ve špatném stavu, dřeva jsou vyhnílá. Navrhuji zde tedy výpustné zařízení opravit, jelikož je důležité pro regulování vypouštění vody z nádrže za všech situací, nebo dle potřeby (Šálek, Mika, Tresová, 1989).

#### **Nádrž č. 5 (Rohlíček)**

Katastrální rozloha nádrže zvané Rohlíček činí 0,42 ha, nadmořská výška 468 m n. m. Hloubka se pohybuje mezi 1,5 – 2 m. Nádrž je vybavena dřevěnou požerákovou výpustí. Výpusť této nádrže trvá cca 1 den. Nádrž Rohlíček teče do nádrže zvané Pasečný. Účel nádrže k akumulaci vody chovu ryb, násada na podzim na jeden rok.

Nádrž nemá zatím velké problémy se sedimenty, byla vyhrnuta, zbavena sedimentů, před 5 lety. Hráz je osázena duby, na protější straně výskyt bříz bělokorých a nálet olší lepkavých. Příznivý vliv na nádrž má litorální vegetace, která je zde vcelku vyvinutá, lze nalézt na březích orobinec širokolistý a stulík žlutý. Dle Durase (2008), litorály mají význam nejen z pohledu ekologického zvýšením biodiverzity, ale také jsou důležité pro kvalitu vody.

### **Nádrž č. 6 (Pasečný)**

Pasečný o rozloze 0,92 ha obklopuje ze západní a jižní strany les, který v odpoledních hodinách vrhá na nádrž stín. Maximální hloubka nádrže je 2 m, průměrná kolem 1,5 m. Pasečný se nachází v nadmořské výšce 467 m n. m. Nádrž je zásobována vodou z vedlejší nádrže zvané Rohlíček a jedním bezejmenným potokem. Pasečný je vybaven dřevěnou požerákovou výpustí v dobrém stavu. Hráz je v dobrém stavu, osázena duby pro lepší zpevnění. Dále kolem nádrže nalezneme z vegetace břízy, buky, vrby a na vodních okrajích orobinec. Provádí se zde každý rok na podzim násada kapra obecného.

Nádrž byla vyhrnuta před 10 lety, lze tedy předpokládat, že nádrž už bude poměrně zanesena sedimenty. Navrhovala bych na podzim rybník vypustit, ponechat přes zimu prázdný a vlastní odbahnění provést v jarních měsících, jak uvádí Vrána a Beran (2013), jako nejčastější časový postup. Vytěžené sedimenty, pokud by to umožnily výsledky rozborů, bych navrhovala zaorat na orné půdě v blízkosti nádrže pro další zemědělské využití (Just a kol., 2009).

### **Nádrž č. 7 (Růže)**

Největší nádrž v povodí co se rozlohy týče, 5,19 ha, v nadmořské výšce 466 m n. m. Průměrná hloubka se pohybuje kolem 2 m. Voda je zde pouštěna z nádrže zvané Pasečný. Dále do Růže vedou další 3 bezejmenné přítoky. Nádrž je převážně obklopena lesním porostem, hráze je zpevněna duby. Nádrž slouží k akumulaci vody a pro chov ryb, násada se zde provádí na podzim, na 1 rok. Růže protéká do nádrže Panoš.

Nádrž byla zbavena sedimentů před 10 lety, navrhovala bych zde tedy alespoň částečné odbahnění, jelikož akumulace sedimentů v nádržích zhoršuje spodní kvalitu půdy a může negativně ovlivnit kvalitu vody (Yuvanatiya a Boyd, 2006). Vytěžené sedimenty bych zde navrhovala rozprostít na ornou půdu v povodí nad rybníkem do prooratelné vrstvy (nejvýše 20 cm) včetně následného provápnění, jak uvádí Hartman a Regenda (2014).

### **Nádrž č. 8. (Panoš)**

Nádrž o rozloze 1,98 ha, v nadmořské výšce 466 m n. m., napájena vodou z nádrže Růže a jedním bezejmenným přítokem z východní strany. Nádrž nacházející se v lese. Maximální hloubka 2 m, průměrná 1,5 m. Panoš teče do vedlejší nádrže zvané Mošna. Nádrž vybavena dřevěnou požerákovou výpustí v dobrém stavu. Panoš slouží k akumulaci vody a pro chov ryb.

Nádrž nemá zatím velké problémy se sedimenty, byl vyhrnut před 5 lety. Vyhrnování a ponechání sedimentu po obvodu rybníka je nevhodné. Při tomto způsobu dochází ke značnému vnosu živin a dalších látek do příbřežního pásma a následné degradaci původních, mnohdy cenných, společenstev a obsazení ruderalními společenstvy (Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu, 2008).

Hráz je osázena, jako většina nádrží v této zájmové oblasti, duby. Dále je zde z vegetace výskyt olše lepkavé, vrby, buků a orobince širokolistého. Na východním břehu nádrže je potřeba vysekat husté křoviny a tím rybník prosvětlit, dlouhověké tvrdé dřeviny navrhuji ponechat. Na rybníku Panoš chybí bezpečnostní přeliv, který by bylo vhodné doplnit.

### **Nádrž č. 9 (Mošna)**

Nádrž Mošna se nachází severně od nádrže Panoš, v nadmořské výšce 465 m n. m. Na mapě v příloze č. 1 můžeme vidět, že ještě není znázorněna jako rybník, z toho lze usoudit, že vznikla postupně v posledních letech. Nádrž mošna má rozlohu 1,19 ha, hloubka se pohybuje kolem 1,5 m. Problém se sedimenty zde není třeba akutně řešit, nádrž byla vyhrnuta před 5 lety. Mošna se využívá k akumulaci vody a k chovu ryb, násada se provádí vždy na podzim a na jeden rok. Těleso hráze je neporušeno, dřevěná požeráková výpust v dobrém stavu. Nádrž je udržovaná.

Nádrž je obklopena téměř ze všech stran lesem, což způsobuje zastínění. Jižní část nádrže je částečně zarostlá orobincem širokolistým. Vodní rostliny ovlivňují průnik slunečního záření, teplotu vody, pH, kyslíkový režim, obsah oxidu uhličitého, obsah biogenních prvků, jsou důležitým zdrojem potravy a životním prostředím. Přemnožení rostlin neúnosně zvyšuje biologický zákal a nadměrné zarůstání nádrží vegetací, proto je dobré dbát na to, aby nádrž nebyla příliš zarostlá vodními rostlinami (Šálek, 1996). Kolem nádrže rostou husté křoviny, mohutné břízy

bělokoré, olše lepkavé, duby a buky. Navrhuji křoviny vysekat, vyčistit břehy, aby se k co největší vodní ploše dostalo sluneční záření a vodu prohřívalo.

#### **Nádrž č. 10 (Velký Hadač)**

Velký Hadač se nachází v nadmořské výšce 462 m n. m., katastrální rozloha činí 1,96 ha. Nádrž je napájena dvěma přítoky, vodou z Mošny a Velké Tichavy. Z této nádrže odtéká voda Hadačským potokem pryč z této soustavy nádrží. Dno koryta výtoku není v této části opevněno. Průměrná hloubka je kolem 1,5 metru. Výpustné zařízení v dobrém stavu, nachází se přibližně v polovině hráze. Velký Hadač je vybaven bezpečnostním přepadem. Jedním z účelů vodní nádrže je chov ryb, násada se i zde provádí na podzim a na jeden rok. Hráz je zpevněna duby. Po celé délce kolem nádrže výskyt bříz bělokorých, olší lepkavých, dubů, buků. Nádrž je v dobrém stavu, udržovaná, nemá momentálně žádné problémy.

#### **Nádrž č. 11 (Malý Hadač)**

Jediná nádrž v této zájmové oblasti, která se oproti minulosti změnila k horšímu. Katastrální rozloha činí 0,79 ha, rozprostírá se v nadmořské výšce 464 m n. m. Na první pohled je vidět, že nádrž není vůbec udržovaná, je úplně zarostlá již velkými břízami bělokorými, vrbami, olšemi a orobincem. Je patrné i silné zabahnění. Jediná nádrž, která neumožňuje chov ryb.

Navrhovala bych zde nejprve zbavit nádrž přebytečné vegetace, ponechat bohaté litorální pásmo, provést odbahnění. Pokud by umožnily výsledky rozborů likvidaci sedimentů a zeminy na orné půdě, navrhovala bych zaorání na orné půdě pro další zemědělské využití a v omezené míře i v menší vrstvě na kulturních porostech, jak uvádí ve své publikaci Just a kol. (2009). Odtěžením sedimentů z nádrže se zvětší akumulací prostor nádrže, rozšíří se vodní plocha, zvětší se retenční prostor a průměrná hloubka nádrže. Významně se zlepší prostředí rybníka, bude zde možný chov ryb. Je však důležité zvážit, zda takovýto zásah nebude moc finančně náročný a nebude vhodnější ponechat nádrž jako mokřadní společenství.

Do budoucna bych doporučila provádět preventivní opatření proti zabahnění nádrže organického původu. Čítek, Krupauer a Kubů (1998) uvádí, že



zabahňování bahnem převážně organického složení zabráníme pravidelným vysekáváním tvrdých porostů a jejich kompostováním. Vydatnějším vápněním urychlíme rozklad a mineralizaci organické hmoty. Významným opatřením k urychlení rozkladu organického bahna je také zimování rybníků na suchu se současným vápněním na dno a letnění. Bahno ztrácí vysušením na objemu a vlivem střídání teplot, stykem se vzduchem a jinými povětrnostními vlivy se v něm mineralizují humusové součásti, které přecházejí z koloidního stavu v drobtovitou formu. U pravidelně zimovaných a letněných rybníků se zpravidla nesetkáváme s nadměrným zabahněním. Při letnění zpracováváme dno vhodným kultivačním nářadím, aby se umožnil větší přístup vzduchu do půdy.

## 6. Závěr

Práce je zaměřena na vyhodnocení rekonstrukce a údržby nádrží v zemědělské krajině. Zaměřila jsem se konkrétně na soustavu vodních nádrží v katastrálním území Suchdol nad Lužnicí, kde jsem se snažila jednotlivé nádrže popsat, uvést hlavní problémy nádrží a zhodnotit jejich údržbu.

Malé vodní nádrže působí pozitivně na charakter zemědělské krajiny, ztvárňují jí a ovlivňují jí i z hlediska estetického a klimatického. Okolí nádrže se osazuje vegetací, která přispívá k harmonii v daném biocentru. Tím se dociluje specifického prostředí, kde se soustřeďuje ptactvo, drobní savci a v neposlední řadě také rekreanti.

Pokud jsou nádrže pečlivě a zodpovědně navrhovány, tak jsou velice kladným prvkem v přírodě, který napomáhá k zlepšení čistoty vody a celkovému souladu biotických a abiotických prvků v krajině.

Malé vodní nádrže by měly být zakomponovány do projektu KPÚ, jelikož se zabývají plánováním zemědělské krajiny na desítky let dopředu, a tak je na místě nové nádrže nebo rekonstrukce uvést v konečném projektu KPÚ. Při KPÚ je jedním z hlavních cílů ochrana zemědělské půdy před erozí a ochrana území před povodněmi. K tomuto právě mohou přispět malé vodní nádrže.

Hodnotíme-li nádrže, nesmíme zapomenout na funkci estetickou a krajinnotvornou. Nádrže narušují monotónnost a přispívají k celkové harmonizaci krajiny. Doprovodná zeleň nádrží je zklidňujícím prvkem v krajině. Krajinnotvorná funkce je velice důležitá kvůli celkové stabilizaci krajiny, pozitivně ovlivňuje klimatické podmínky. Nelze opomenout zvýšení biodiverzity.

Ve vybrané zájmové oblasti je na první pohled vidět, že nádrže jsou udržované, převážně v relativně dobrém stavu. Některé z nádrží vykazují velké množství sedimentů, které by se měly vhodnou cestou odstranit. Kladla bych zde důraz na preventivní opatření proti zabahňování. Rybníky lze odbahňovat suchou cestou po vypuštění a částečném vyschnutí bahna nebo přímo z vodní hladiny pomocí sacích bagrů. Odtěžený sediment lze aplikovat na zemědělské pozemky, a to za předpokladu provedení chemických rozborů, které stanoví podmínky pro toto využití. Při odbahňování je nutné zachovat dostatečný rozsah litorálního pásma.

## 7. Seznam literatury

1. AHMAD, S., SHAFIQ, M. *Reducing water seepage from earthen ponds*. Agricultural Water Management, 1996, 30 vol., 69-76 s.
2. BURIAN, Z. a kol. *Pozemkové úpravy České republiky*. Praha: Consult, 2011, 208 s. ISBN 80-903482-8-9.
3. ČÍTEK, J., KRUPAUER, V., KUBŮ, F. *Rybníkářství*. Vyd. 2. Praha: Informatorium, spol. s r.o., 1998, 13-301 s. ISBN 80-86073-26-2.
4. DURAS, J. *Možnosti ovlivnění kvality vody v nádržích: sborník přednášek z konference Mokřady a voda v krajině*. Vyd. 1. Třeboň: ENKI, o.p.s., 2008, 8-9 s. ISBN 978-80-254-2329-5.
5. GERGEL, J., ČÍŽEK, V., JANEČEK, M., KOLÁŘ, L., KRONIKA, V., NIETSCHEROVÁ, J., TIPPL, M., VÁŠKA, J., VOJTĚCH, V. *Těžba a využití sedimentů z malých vodních nádrží*. Metodika 18/1995. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd Praha, 1995, 23 s.
6. GERGEL, J., HUSÁK, Š. *Revitalizace vodních nádrží*. Metodika 22/1997. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 1997, 56 s.
7. HARTMAN, P., REGENDA, J. *Praktika v rybníkářství*. Vyd. 1. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2014, 375 s. ISBN 978-80-7514-009-8.
8. HASÍK, O. *Vodohospodářská výstavba a životní prostředí člověka*. Praha: Československá akademie věd, 1974, 384 s.
9. HOLÝ, M., DVOŘÁK, P., HÁLEK, V., ŠOLTÉSZ, J. *Odvodňovací stavby*. Praha: Nakladatelství technické literatury jako společné vydání s n. p. Alfa, vydavatel'stvotechnickej a ekonomickej literatury, 1984, 472 s.
10. JONÁŠ, F., DOBIÁŠ, J., KARLUBÍKOVÁ, E., URBANOVÁ, M. *Pozemkové úpravy*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990, 512 s. ISBN 80-209-0106-X.
11. JUST, T. a kol. *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2003, 144 s. ISBN 80-86064-72-7.

12. JUST, T., MORAVEC, P., ŠÁMAL, V., FRANKOVÁ, L. *Obnova rybníků: Obnova malých vodních nádrží jako významných krajinných prvků*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009, 28 s. ISBN 978-80-87051-63-4.
13. JŮVA, K., HRABAL, A., PUSTĚJOVSKÝ, R. *Malé vodní nádrže*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980, 280 s.
14. KENDER, J. (ed.) *Voda v krajině: kniha o krajinotvorných programech*. Praha: Consult, 2004, 208 s. ISBN 80-902132-3-5.
15. KRATOCHVIL, S. *Vodní nádrže a přehrady*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1961, 956 s.
16. MITSUO, Y., TSUNODA, H., KOZAWA, G., YUMA, M. *Response of the fish assemblage structure in a small farm pond to management dredging operations*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2014, 188 vol., 93-96 s.
17. MUSHTAQ, S., DAWE, D., HAFEEZ, M. *Economic evaluation of small multi-purpose ponds in the Zhang heirrigation system, China*. Agricultural Water Management, 2007, 91 vol., 61-70 s.
18. NAM, W., CHOI, J. *Development of anirrigation vulnerability assessment model in agricultur alreservoir sutilizing probability theory and reliability analysis*. Agricultural Water Management, 2014, 142 vol., 115-126 s.
19. NOVÁČEK, J. *Péče o rybníky a jejich zařízení*. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997, 21 s. ISBN 80-7105-148-9.
20. NOVÁK, L., IBLOVÁ, M., ŠKOPEK, V. *Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1986, 244 s.
21. PAVLICA, J. *Malé vodní nádrže a rybníky*. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1964, 196 s.
22. POKORNÝ, J. *Vodníhospodářství – stavby v rybářství*. Praha: Informatorium, spol. s. r. o., 2009, 335 s. ISBN 978-80-7333-071-2.
23. RYBÁRSKY, I., ŠVEHLA, F., GEISSÉ, E. *Pozemkové úpravy*. Bratislava: Vydavateľstvo ALFA, 1991, 360 s. ISBN 80-05-00873-2.
24. ŠARAPATKA, B., NIGGLI, U. *Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu*. Vyd. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008, 272 s. ISBN 978-80-244-1885-8.

25. ŠÁLEK, J. *Malé vodní nádrže v životním prostředí*. Vyd. 1. Praha: MŽP, 1996, 141 s. ISBN 80-7078-370-2.
26. ŠÁLEK, J., MIKA, Z. *Rybníky a účelové nádrže*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., 1978, 208 s.
27. ŠÁLEK, J., MIKA, Z., TRESOVÁ, A. *Rybníky a účelové nádrže*. Praha: Redakce stavební, vodohospodářské a hornické literatury, 1989. 267 s. ISBN 80-03-00092-0.
28. ŠÁLEK, J., TLAPÁK, V. *Ekologická a vodohospodářská funkce malých vodních nádrží v lesním prostředí*. Vodní hospodářství, č. 1, 2011.
29. ŠEDIVÝ, V., VRÁNA, K. *Vodní hospodářství*. Vyd. 1. Vodňany: Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, 2011, 236 s. ISBN 978-80-87096-14-7.
30. TLAPÁK, V., HERYNEK, J. *Malé vodní nádrže*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002, 198 s. ISBN 80-715-7635-2.
31. TLAPÁK, V., ŠÁLEK, J., LEGÁT, V. *Voda v zemědělské krajině*. Vyd. 1. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda v Praze ve spolupráci s MŽP ČR, 1992, 320 s. ISBN 80-209-0232-5.
32. TOLASZ, R. a kol. *Atlas podnebí Česka*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1.
33. VOTRUBA, L., BROŽA, V. *Hospodaření s vodou v nádržích*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury spolu se Slovenským vydavateľstvom technickej literatury, 1966, 324 s.
34. VRÁNA, K. a kol. *Revitalizace krajiny*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2009, 69-104 s. ISBN 978-80-7394-160-4.
35. VRÁNA, K., BERAN, J.. *Rybníky a účelové nádrže*. Vyd. 3. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2013, 150 s. ISBN 978-80-01-04002-7.
36. YUVANATEMIYA, V., BOYD, C. *Physical and chemic changes in aquaculture pond bottom soil resulting from sediment removal*. Agricultural Engineering, 2006, 35 vol., 199-205 s.

## **Ostatní zdroje**

1. Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu [online]. 2008 [cit. 2015-03-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.dotace.nature.cz/voda-opatreni/odbahnovani-rybniku.html>>
2. Správa chráněné krajinné oblasti Třeboňsko [online]. [cit. 2015-03-31]. Dostupný z WWW: <<http://trebonsko.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/geologie/>>

## 8. Přílohy

### Příloha č. 1: Mapy

Ortofotomapa s vyznačenou rozvodnicí



#### Legenda

 Rozvodnice

0 0,2 0,4 0,6 1,2 1,6 Kilometers



Mapa uspořádání jednotlivých vodních nádrží





## Příloha č. 2: Fotodokumentace

Autor fotografií: Petra Michalíková

Foto č. 1: Nádrž č. 1 (Kocinov)



Foto č. 2: Nádrž č. 2 (Malá Tichava)



Foto č. 3: Nádrž č. 3 (Velká Tichava)



Foto č. 4: Nádrž č. 5 (Rohlíček)



Foto č. 5: Nádrž č. 6 (Pasečný)



Foto č. 6: Nádrž č. 7 (Růže)



Foto č. 7: Nádrž č. 8 (Panoš)



Foto č. 8: Nádrž č. 9 (Mošna)



Foto č. 9: Nádrž č. 10 (Velký Hadač)

