

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL**



REVITALIZACE POŽÁRNÍ NÁDRŽE V OBCI OKNA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Martin Sucharda

Autor práce: Martin Pozníček

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Pozníček

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Revitalizace požární nádrže v obci Okna

Název anglicky

Restoration of the fair reservoir in Okna village

Cíle práce

Cílem práce je vytvořit návrh revitalizace požární nádrže a jejího okolí v obci Okna. Návrh bude zohledňovat krajinářsko-architektonický aspekt venkovského prostoru, technické aspekty požární nádrže a požadavky ochrany přírody. Podrobně bude zpracováno řešení litorálního pásma a brán ohled na výskyt chráněného živočicha.

Metodika

- 1 Úvod
- 2 Rešerše
- 3 Cíl práce a metodika
- 4 Vlastní práce
 - 4.1 Zájmové území
 - 4.2 Popis současného stavu
 - 4.3 Návrh nového stavu
- 5 Diskuse
- 6 Závěr

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran + přílohy

Klíčová slova

revitalizace, požární nádrž, litorální pásmo, venkov

Doporučené zdroje informací

MAREČEK, Jiří; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. AGRONOMICKÁ FAKULTA. KATEDRA ZAHRADNICTVÍ. *Krajinářská architektura venkovských sídel*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2005. ISBN 80-213-1324-2.

MARTIN, James L. a American Society of Civil Engineers. Energy Engineering Division. Energy production and reservoir water quality: a guide to the regulatory, technical, and theoretical basis for required studies. Reston: American Society of Civil Engineers, 2007. ISBN 0784408963;9780784408964

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

VRÁNA, Karel; BERAN, Jan; ČESKÁ KOMORA AUTORIZOVANÝCH INŽENÝRŮ A TECHNIKŮ ČINNÝCH VE VÝSTAVBĚ. *Rybníky a účelové nádrže*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2013. ISBN 978-80-01-04002-7.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Martin Sucharda

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 1. 2. 2023

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 2. 2. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 21. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Martina Suchardy, a že jsem uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Také prohlašuji, že se tištěná verze shoduje s verzí, která je odevzdaná přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne:

.....

Poděkování

Tímto bych velmi rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Suchardovi za vedení a za odborné a velmi cenné rady a směrování při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině, která mě podporovala a měla se mnou trpělivost po celou dobu studií.

ABSTRAKT

Bakalářská práce s názvem Revitalizace požární nádrže v obci Okna měla za cíl navrhnout, jakým způsobem revitalizovat současnou požární nádrž, která je v nevyhovujícím stavu.

Metodika práce spočívala ve výběru ze dvou možností revitalizace. První možnost byla nádrž vypustit, provést revitalizaci na přírodní biotop bez techniky a v nádrži zachovat ryby. Druhá možnost byla revitalizace nádrže na přírodní biotop bez techniky, který by mohl být používán i ke koupání, avšak bez ryb.

Výsledkem plynoucím z výzkumu v obci, bylo změnit požární nádrž na přírodní biotop s možností koupání, ale bez zachování ryb, jelikož ryby nejsou žádoucí kvůli zanášení vody. Tato revitalizace bude mít pozitivní dopad jak na estetiku, tak celkové zvelebení okolí nádrže.

Klíčová slova: biotop, požární nádrž, revitalizace, litorální pásmo

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis entitled Revitalization of the fire reservoir in the village of Okna was to propose how to revitalize the current fire reservoir, which is in an unsatisfactory state.

The methodology of the thesis was to choose from two options of revitalization. The first option was to drain the reservoir, revitalize it into a natural habitat without technology and keep the fish in the tank. The second option was to revitalize the reservoir into a natural biotope without technology, which could also be used for swimming, but without fish.

The result of the research in the village was to change the fire reservoir into a natural biotope with the possibility of swimming, but without preserving the fish, as fish are not desirable due to water silting. This revitalization will have a positive impact on both the aesthetics and the overall improvement of the surroundings of the reservoir..

Keywords: biotope, fire reservoir, revitalization, littoral zone

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Metodika	3
4	Literární rešerše	4
4.1	Historie rybníkářství v České republice.....	4
4.2	Definice malých vodních nádrží	5
4.3	Dělení vodních nádrží.....	6
4.4	Funkce vodní nádrže	7
4.5	Současné problémy malých vodních nádrží.....	9
4.5.1	Vodohospodářské problémy.....	10
4.5.2	Technické problémy	10
4.5.3	Ekologické problémy	11
4.5.4	Ekonomické problémy.....	12
4.5.5	Majetkoprávní problémy	12
4.5.6	Legislativní problémy	12
4.6	Obnova nebo výstavba malých vodních nádrží.....	13
4.7	Opravy a údržba malých vodních nádrží.....	14
4.8	Revitalizace malé vodní nádrže	15
4.9	Biotop určený ke koupání	17
4.9.1	Biotop – definice	17
4.9.2	Biotopy určené ke koupání.....	17
4.9.3	Princip fungování biotopu určeného ke koupání	18
4.9.4	Hydrobiologické principy pro zajištění dobré kvality vody	19
4.9.5	Rostliny vhodné pro přírodní koupací biotopy.....	21
4.9.6	Monitorování stavu biotopu po dokončení revitalizace	21
4.9.7	Dotáční program na rekonstrukce, opravy a odbahnění nerybochovných rybníků a malých vodních nádrží.....	22

4.9.8	Dotační program č. 129 390.....	22
4.10	Litorální pásmo	24
4.10.1	Funkce litorálního pásma.....	25
4.11	Kořenové čištění vod.....	26
4.11.1	Kořenové čistírny odpadních vod.....	26
5	Vlastní práce.....	28
5.1	Zájmové území	28
5.1.1	Popis zájmového území	28
5.1.2	Robečský potok	28
5.1.3	Požární nádrž v obci Okna	29
5.2	Revitalizace	30
5.2.1	Rozhodovací proces	30
5.2.2	Koncepce revitalizace	31
5.2.3	Vlivy revitalizace	34
5.2.4	Monitorování stavu a údržba biotopu po revitalizaci	34
6	Hlavní parametry návrhu	36
7	Diskuse	37
8	Závěr	38
9	Použitá literatura	39
	Odborné publikace:.....	39
	Internetové zdroje:	40
	Legislativní zdroje:	42
10	Seznam obrázků	43
11	Seznam tabulek	43

1 Úvod

V obci Okna ležící nedaleko hradu Bezděz je stávající požární nádrž v neuspokojivém stavu. Nejenže v současné době se o nádrž nikdo nestará, kromě sečení trávy v okolí, ale technický stav je značně nevyhovující a pro děti i nebezpečný. Drolí se betonové bloky, ze kterých je požární nádrž stavěna a kovové zábradlí je již zkorodované a místy dokonce chybí. Voda v nádrži je nekvalitní. Je v ní nadbytek ryb.

V obci je velký zájem tento nevyhovující stav zlepšit. Místním dotazováním se zjišťovala varianta, kterou obyvatelé preferují. Jedna varianta byla nádrž revitalizovat na přírodní biotop s rybami. Druhou variantou byl přírodní biotop bez ryb. Značná většina obyvatel byla pro biotop bez ryb a zároveň vytvoření relaxační zóny v obci, která bude plnit i estetickou funkci. I nadále nádrži přeměněné na přírodní biotop zůstane funkce požární nádrže, kdy v případě požáru mohou hasiči i v budoucnu využívat vodu na případné hasební účely.

U nádrže dojde k odstranění současných betonových bloků a jejich nahrazení kamenivem. Nádrž se rozšíří o jednu třetinu její současné plochy, kde nově vzniklá část bude využita jako filtrační část k čištění vody. Přes nádrž povede 1,4 metru široká lávka, která bude rozdělovat filtrační část od části užitkové. Filtrační část bude osázena vodními rostlinami, které budou z vody získávat živiny pro svůj růst. Do užitkové části bude doplněno dřevěné molo o rozměrech 5 × 2 metry se schůdky, po kterých bude možné vylézt ven z nádrže.

Přínosem této revitalizace je očekávané zvýšení biodiverzity v okolí nádrže. Očekává se také, že dojde k návratu chráněných živočichů, kteří se v nádrži a jejím okolí dříve vyskytovali.

Jelikož je nádrž na klidném okraji obce, dojde revitalizací k vytvoření odpočinkového a relaxačního místa s romantickým výhledem na hrad Bezděz, který je dominantou okolí. Vzhledem k tomu, že nedaleko prostoru nádrže vede cyklostezka a stezka pro pěší, mohou prostor na odpočinek využít i turisté.

2 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je vytvoření návrhu revitalizace požární nádrže v obci Okna. V návrhu bude brán v potaz výskyt chráněného živočicha a zlepšení biodiverzity v okolí nádrže. Bude se rozhodovat, jakým způsobem nádrž revitalizovat. Jestli se bude nádrž revitalizovat na přírodní biotop s možností koupání a rybí obsádkou, či na přírodní biotop s možností koupání bez rybí obsádky.

Dále bude v bakalářské práci řešeno vytvoření litorálního pásma, návrh jeho vzhledu a jakými rostlinami bude osázeno, aby fungovalo jako bio filtr, protože u současné požární nádrže není zavedena elektřina a není možné použití filtrační techniky.

Popsány budou vlivy revitalizace na přírodní koupací biotop a jakým způsobem bude probíhat následná péče o tento biotop.

3 Metodika

Vlastní praktická část této práce je zahájena popisem zájmového území, v tomto případě obce Okna, kde byly informace čerpány ze stránek Regionálního informačního systému.

Dále je popisována řešená požární nádrž. Popis je zaměřen na technické informace, historii nádrže a výpis chráněných živočichů, kteří se v nádrži dříve vyskytovali. Poté je popisováno, jak by se mělo postupovat v případě, že by obec chtěla nádrž čistit. Tyto informace byly získány z dokumentů, které jsou k dispozici na obecním úřadě. Následuje popis současného stavu nádrže.

Následným krokem byl rozhodovací proces, kde bylo řešeno, jestli nádrž předělat na přírodní koupací biotop, a to buď s výskytem ryb, nebo bez výskytu ryb. V obci skrze dotazy bylo zjištěno, že se obyvatelům obce v drtivé většině zamlouvá varianta přírodního koupacího biotopu bez ryb.

V koncepci revitalizace je rozebíráno, jak by revitalizace mohla proběhnout. Je zde uvedeno, jak bude vypadat nádrž, z čeho bude dno, z čeho se postaví stěny. Poté je popisováno složení litorálního pásma, čím bude osázeno. V koncepci je nastíněn i návrh okolí nádrže.

V části vlivy revitalizace jsou popisovány dopady revitalizace, jak z hlediska estetiky a biodiverzity, tak i to, že ekonomický dopad nebude pro obec velký.

Poslední část praktické části se zabývá, jak bude přírodní koupací biotop udržován.

4 Literární rešerše

Voda je pro člověka pravděpodobně nejdůležitější chemickou sloučeninou ve vesmíru. Bez vody by nebyl život. Existují sice organismy, které bez vody vydrží dlouhou dobu, ale i tak se bez vody zcela neobejdou.

Celkový objem vody na planetě Zemi je odhadem 1 386 000 000 km², a to jak na zemi, tak ve vzduchu. (USGS, 2019)

4.1 Historie rybníkářství v České republice

Rybníky byly důležitým prvkem naší krajiny. V krajině byly důležité pro plnění zásadních funkcí. Rybníky zastávaly funkci dobrého prostředí nejen k chovu ryb, ale též sloužily jako zdroj pitné či užitkové vody, byly zásobárnou vody k pohánění mlýnů nebo vodních pil. Neméně důležitou funkcí bylo chránit sídla proti šíření požárů, případně proti dobyvatelům. (Rozkošný a kol., 2015)

Nádrže se na našem území začaly uměle rozšiřovat již v 8. a 9. století. Šálek (1996) uvádí, že bylo dochováno několik písemných dokladů, ve kterých se pojednává o rybnících v okolí Prahy, Brna, Kroměříže, Českomoravské vrchovině i na jiných místech území České republiky. Uvádí se, že od 13. století těchto nádrží bylo několik set. Díky technickým zkušenostem s výstavbou a poznatkům o chovu ryb z výprav a tažení se úroveň výstavby zvyšovala. Hráze byly zpevňovány tarasy, implementovaly se výpustě s čepovými uzávěry a bezpečnostní přelivy se obkládaly kládami, které byly vyplněny kameny. Od 14. století se hráze v širokých údolích stavěly stále vyšší. Naši stavitelé rybníků díky své zručnosti při navrhování a následných stavbách rybníků byli velmi žádaní v okolních státech. Útlum výstaveb přišel v době husitských válek. V této době byla spousta hrází zničena. Následná obnova rybníkářství začala v 15. století. (Šálek 2001)

Budování rybníků probíhalo přes celé historické území dnešního státu, hlavně kolem Prahy, na severu Čech (Doksy) a na Českomoravské vrchovině. Nejvýnosnější rybníční oblastí byla moravská, která vedla jižně od Brna až k hranicím s Rakouskem. Významnými rybníkáři byli dva biskupové z Olomouce, Stanislav Thurso a jeho následník Jan Skála z Doubravky a Hradiště. Jan Skála je autorem latinského spisu o rybách a rybníkářství „*Libellus de piscinis at piscium, qui in illis aluntur naturis*“, který byl vydán v roce 1547. Na začátku 16. století byla zasloužením Štěpánka Netolického vytvořena ucelená soustava rybníků, která soustřeďovala vodu z malého povodí. Jakub Krčín z Jelčan a Sedlčan, nejvýznamnější rybníkář na našem území, Štěpánkovu soustavu rybníků zvětšil a vybudoval největší třeboňské rybníky,

Nevděk a Rožmberk. Za vlády Rudolfa II. bylo v roce 1585 na území České republiky zhruba 180 000 ha vodních ploch. Tato rozloha nebyla v následujících stoletích překonána. V období třicetileté války začaly výstavby rybníků stagnovat. Znovu se začalo budovat na konci 19. století. V té době se začalo s rekonstrukcemi hlavních jihočeských rybníků. Tyto rekonstrukce trvaly až do období 1. světové války. (Šálek 1996)

Se vznikem Československé republiky byly v roce 1919 velké rybníční soustavy znárodněny, především schwarzenberské v okolí Třeboně a lichtenštejnské na jihu Moravy. Nárůst rybníků ve státní správě podpořila pozemková reforma. Zbytek zůstal v soukromých rukách. (Šálek, 1996)

Po konci II. světové války, v roce 1945 byly všechny rybníky převedeny pod správu státu, kdy následně vznikl podnik Státní rybářství. V tuto dobu se začaly rybníky postupně obnovovat a také začala vznikat nová hospodářská a organizační struktura pro stavbu a obnovení zrušených rybníků. V té době se začala rozšiřovat výstavba malých účelových nádrží. (RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČESKÉ REPUBLIKY, 2018)

Po privatizaci bývalých podniků Státního rybářství, ke které došlo po roce 1989, začaly vznikat akciové společnosti a společnosti s ručením omezením. V této době do sektoru chovu ryb začaly vstupovat i soukromé osoby. (RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČESKÉ REPUBLIKY, 2018)

4.2 Definice malých vodních nádrží

Pojem malé vodní nádrže je vymezen normou ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže. Aby byla vodní nádrž považována za malou vodní nádrž, musí splňovat tyto požadavky:

- objem nádrže není větší než 2 mil. m³
- největší hloubka nepřesahuje 9 m (tímto je myšleno největší hloubka dna od maximální hladiny. V úvahu nejsou ale brány prolákliny dna, hloubka koryta napájecího toku atd.)

Tato norma je doporučena i pro rekonstrukci stávajících, hlavně historických nádrží, přesahujících tato kritéria. Není však platná pro odkaliště. Pro nádrže, jejichž objem je menší než 5 tis. m³, je možné příslušně upravit některé zásady, které jsou v normě uvedené. (Vrána, 1998)

4.3 Dělení vodních nádrží

Dle autora Pavlici (1964) se vodní nádrže dělí dle polohy na návesní, polní, luční, lesní a rašelinné.

Návesní se nachází přímo v obcích nebo na jejím okraji. Zpravidla jsou mělké a mají vyšší teplotu, díky ochraně před studenými větry od budov a stromořadí. Do těchto nádrží stéká voda z cest a dvorů. Tyto nádrže jsou vhodné pro chov ryb a vodních ptáků.

Polní jsou umístěné v údolích v blízkosti obdělávaných polí. Z tohoto důvodu bývají zanášeny splachy ornice.

Luční vodní nádrže jsou na tom obdobně jako polní s tím rozdílem, že louky jsou zatravněny a tím pádem je méně splachu hlíny.

Lesní vodní nádrže mají vodu chladnou, zvláště v případě, že mají přítok z lesních pramenů. Nádrže nad 4 ha jsou ale teplejší, neboť na hladinu svítí více slunce. Kvalita vody je závislá na množství spadlého listí.

Rašelinné nádrže jsou zakládány na půdě z rašeliny. Rašelinová půda ovlivňuje složení vody

Dalším Pavlicovo (1964) dělením vodních nádrží je dělení podle výškového umístění. Nádrže dělí na zahloubené, hrázové, údolní a podzemní.

Zahloubené nádrže jsou umístěné pod okolní rovinný terén odebráním zeminy nebo se využije přirozená prohlubeň (pískovna, cihelna).

Hrázové vodní nádrže vznikají zbudováním hráze okolo celého obvodu nebo převážné části. Terén je zpravidla ve výšce jako dno nádrže.

Údolní nádrže vzniknou tím, že se údolí přehradí souvislou hrází.

Podzemní nádrže jsou vytvořeny pomocí přehrazených vodních proudů pod terénem, kde voda protéká například po štěrcích. Z této nádrže lze vodu odebírat čerpáním.

Dle způsobu napájení dělí Pavlica (1964) nádrže a nebeské – dešťové, pramenné, průtočné a boční – náhonové.

Nebeské – dešťové se nachází v územních kotlinách, není vidět vodoteč. Na jaře, když je půda ještě zmrzlá, získávají vodu z tání sněhu a jarních dešťů. Během roku však kvůli výparu hladiny přichází až o 50 cm vodní hladiny.

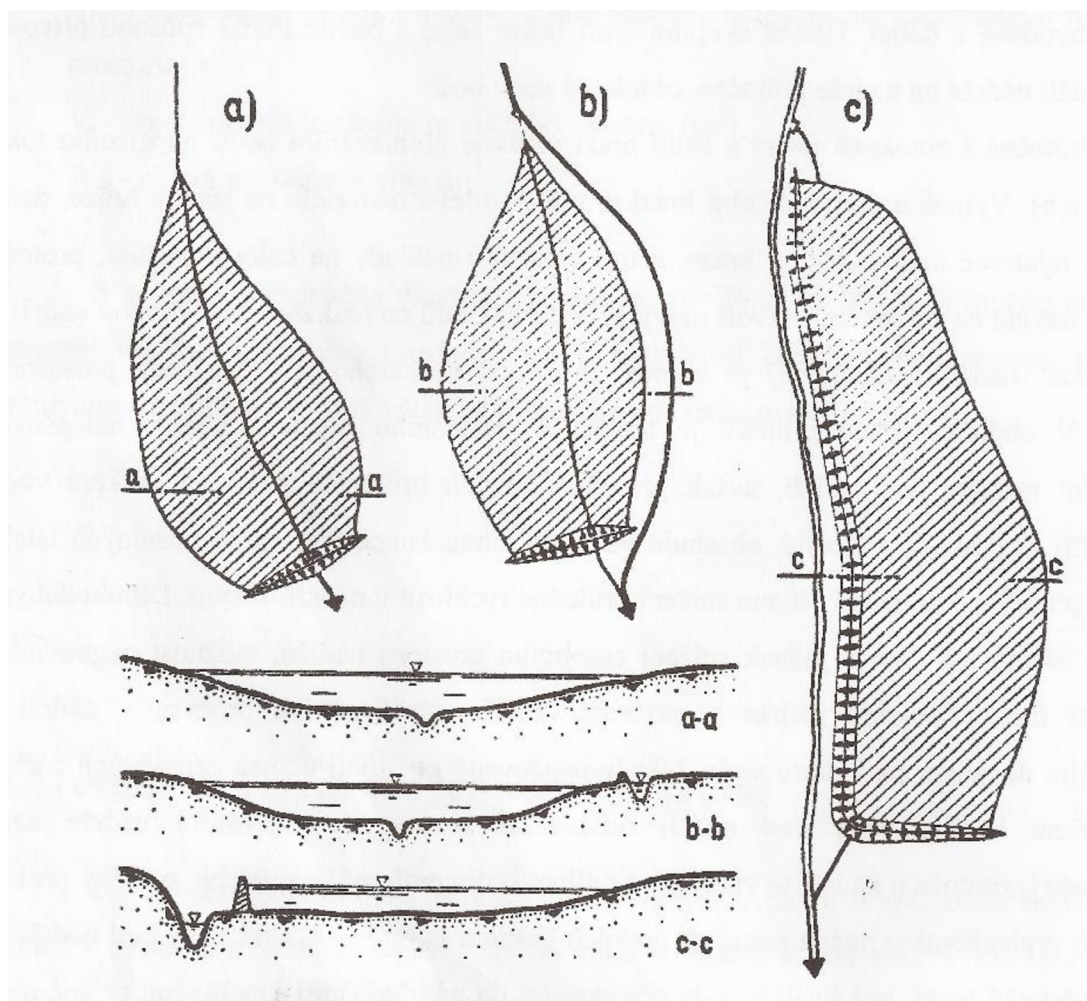
Pramenné vodní nádrže jsou napájeny prameny, které se nachází na jejich dně. Voda je chladná a bez organických látek.

Průtočné nádrže. Tyto nádrže jsou napájeny tokem, jenž byl přehrazen. Tento tok nádrží protéká a díky jeho zpomalení se nádrže zanáší sedimenty, především při povodních. Z důvodu stálého průtoku se teplota vody snižuje.

Boční – náhonové jsou charakteristické tím, že napájecí tok neteče uvnitř nádrže, ale ve svém současném korytě.

Obrázek 1 Vránovo (1998) dělení vodních nádrží podle přívodu vody

a) průtočné, b) obtokové, c) boční



4.4 Funkce vodní nádrže

Malé vodní nádrže patří mezi důležité součásti krajiny a plní velmi důležité a nezastupitelné funkce. Je-li nádrž dobře navržena, kvalitně vystavena a vhodně provozována, může tato nádrž významně přispět k ochraně a rozvíjení životního prostředí (Šálek, 1996)

Co se týče pozitiv, tak mají vodní nádrže v České republice nezbytnou funkci. Výstavba těchto nádrží znamenala dle Brožy (2019) pozitivní ekonomický posun. Zastávají funkci vyrovnávat se s negativními účinky hydrologických jevů, jimiž je sucho a povodně. Slouží k zadržení vody v okolní krajině, shromažďují ji a předávají ji do povodňových průtoků. V okolí nádrží se může zvýšit rozmanitost druhů rostlin a živočichů.

Prostor, kde je voda v nádrži naakumulovaná, vytváří podmínky pro zásobování vodou, která může následně sloužit jako surová voda pro účely vodárenství, voda pro účely průmyslu, pro zemědělství apod.

Díky vodním dílům se může blízké okolí vodní nádrže stát atraktivnějším. Nádrž se může stát atraktivní pro turisty nebo pro vodní sportovce. Pokud nádrž nebude vodárenská, je jí možné využít k rybolovu nebo může být použita k rekreačním účelům. (eAGRI,2005)

Z hlediska negativ je výstavba vodních nádrží brána jako výstavba náročných staveb, jak z technického, tak ekonomického hlediska. Tyto stavby mají výrazný negativní vliv na životní prostředí. Citelně zasahují do struktury krajiny. Při výstavbě mohou zaniknout určitá společenstva a též se změní ráz krajiny. Realizovat nádrže je možné pouze, pokud splníme dané podmínky. Před samotným návrhem je potřeba udělat náročné průzkumy a následně je vyhodnotit. (Nesládková, Franková, 2018)

Najít vhodná místa pro výstavbu vodní nádrže, která by byla zároveň neobydlena, je v současnosti problém, jelikož při stavbě dochází k částečnému či úplnému zatopení osídlení. Obyvatelé tím mohou přijít o své domovy, živobytí či místa k podnikání. (WCD, 2000)

Funkce dle Šálka (2001), jež plní malé vodní nádrže jsou akumulární, vyrovnávací, ochranné, asanační, záchytné, vsakovací nebo čistící. Jejich významnost je vysoká také z důvodů hygienických, estetických a rekreačních.

Všechny nádrže mají určitou funkci, jež je dominantní a dále funkce vedlejší. Nádrže značně přispívají k tomu, aby v povodí zlepšily kvalitu vody a jejich nezastupitelným významem je, že slouží jako primární zdroj vody v oblastech, kde se nachází menší vodní toky a řidší hydrografická síť. Malé vodní nádrže jsou z vodohospodářského hlediska důležitým retenčním místem v povodí. Mohou sloužit v případě povodní k zadržení určitého množství vody v závislosti na okolní krajině. Nádrže mohou také ovlivňovat výšku hladiny podzemních vod. (Rozkošný a kol., 2015)

Malé vodní nádrže mohou vytvořit rybníční soustavy, které jsou mezi sebou vzájemně propojené a tyto soustavy mohou ovlivnit přírodní a životní prostředí a plnit další řadu funkcí, které jsou významné, například, aby bylo dosaženo souladu mezi kapacitou zdrojů vody, kvalitou vody, požadavky uživatelů v určitý čas a na určitém místě a v souladu s požadavkem tvoření a chránění životního prostředí. (Šálek, 2001)

Nádrže mají dle Šálka (1996) příznivý vliv na zvýšení kvality povrchových vod. Když protéká voda účelovou nádrží typu rybníku, tak dochází ke snížení fosforečnanů mezi 60 až 90 % díky přirozenému biologickému čištění. Tímto čištěním se snižují dusičnany v průměr o 25 až 50 %. Nerozpuštěné látky klesají až o 98 % a množství amoniaku se snižuje až o 40 %. Když voda protéká malou vodní nádrží, odbourává se velké množství choroboplodných zárodků, téměř 99 %.

4.5 Současné problémy malých vodních nádrží

Malé vodní nádrže jsou velmi důležitou složkou krajiny, vzhledem k jejich pozitivnímu vlivu na ekologickou stabilitu. V současné době je stav většiny malých vodních nádrží v České republice neuspokojivý. Je to způsobeno dlouhodobým nezájmem o údržbu a z finančních důvodů, jelikož v minulosti se vkládalo na údržbu, investice a do preventivních opatření proti negativním vlivům nepříliš finančních prostředků, tvrdí Vrána (1998)

Současná problematika malých vodních nádrží je tvořena rozsáhlým komplexem hledisek, která se navzájem ovlivňují a jsou provázané. Když se řeší problémy, které souvisí s malými vodními nádržemi, nelze se věnovat pouze izolovaným nádržím, ale je důležité se zabírat celým komplexem vodohospodářských problémů povodí. (Vrána, 1998)

Problémy, které se v současné době vyskytují, dělí Vrána (1998) do následujících, vzájemně se prolínajících skupin:

- vodohospodářské problémy
- technické problémy
- ekologické problémy
- ekonomické problémy
- majetkoprávní problémy
- legislativní problémy

4.5.1 Vodohospodářské problémy

Hlavními vodohospodářskými problémy malých vodních nádrží je jejich zanášení sedimenty, které je způsobeno erozními procesy, vznikající především na zemědělské půdě v povodích nádrží. Tyto půdní částice obsahují velké množství živin a mohou obsahovat toxické těžké kovy, které se za určitých podmínek mohou uvolnit nazpět do vodního prostředí. Při vysokém množství živin nádrže zarůstají vegetací. Dále sedimenty zmenšují prostor nádrže, který se dá využít. Tím dochází i ke snížení objemu vody. (Vrána, 1998)

Dalším problémem je i možná změna vodohospodářských priorit, což se stává celkem často když se jedná o dlouhodobý provoz. Broža (2011) uvádí, že závažný problém z hlediska krajinného je jakost vody. Do těchto problémů Broža řadí zelené povlaky sinic na vodní hladině nádrží v období letních měsíců. Další problémem omezování hospodářských aktivit, které jsou způsobeny znečištěním v povodí vodárenských nádrží.

Pokud dojde k havárii na nádrži, hrozí nebezpečí, že území pod nádrží může být ohroženo povodní. (eAGRI,2005)

4.5.2 Technické problémy

U většiny hrází a funkčních objektů odpovídá jejich současný stav jejich péči, stáří a vynaloženým finančním prostředkům na jejich údržbu. (Vrána, 1998)

Broža (2011) uvádí, že dlouhodobým problémem provozování přehrad je jejich stárnutí, kdy s přibývajícím dobou provozu přibývají projevy stárnutí. Předpokládá se, že životnost nádrží je sto let. Proto je nutné pracovat na opravách a modernizacích i těch nádrží, které již byly vybudovány.

Tabulka 1 Nejčastější závady u malých vodních nádrží podle Vrány (1998)

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

4.5.3 Ekologické problémy

Nejzávažnějšími problémy jsou dle Vrány (1998) kvalita vody, jakost sedimentů vzhledem k jejich dalšímu využití nebo odstranění, ochrana rostlin, zvířat a ekosystému. Ekologické problémy se prolínají s technickými, vodohospodářskými a ekonomickými.

Kvalita vody v nádrži je ovlivněna aktivitami, které jsou uplatňovány v povodí nádrže a intenzitou využívání nádrže. Vrána (1998) uvádí, že vlastní povodí nádrže může kvalitu negativně ovlivňovat působením různých zdrojů znečištění. Nejvýznamnějšími znečišťovateli jsou například zemědělská výroba, skládky, silážní jámy nebo objekty živočišné výroby. Znečištění ze zemědělské výroby je pohyb nerozpuštěných látek erozními smyvy a tím zanášení malých vodních nádrží sedimenty. S nerozpuštěnými látkami se transportují chemické látky. Kvalita vody je závislá hlavně na fosforu a dusíku. V určitém poměru, a pokud jsou vhodné teplotní podmínky, způsobují masivní nárůst mikroflóry, která následně značně rychle pokryje celou hladinu. Mikroflóra po nějaké době uhyne a klesne na dno nádrže a způsobuje anaerobní rozklad, který má negativní důsledek na kyslíkovou bilanci a tím zároveň na kvalitu vody.

Důležitá je ukázka střetu dvou ekologických problémů na nádržích. Mělké pásmo u břehu (litorální pásmo) zarůstá velmi rychle vegetací, která má ráda vlhkost. Vegetace zvyšuje výpar, zmenšuje plochu vodní hladiny a objem vody, což je negativní jev. Naopak ale je v tomto litorálním pásmu mnoho druhů živočichů, někdy i chráněných. Kvůli těmto důvodům je důležité uvážlivě rozhodovat, zda je dobré toto pásmo ponechat, či zrušit. (Vrána, 1998)

4.5.4 Ekonomické problémy

Využívání malých vodních nádrží by rozhodně nemělo být využíváno pouze komerčně a cílit na generování co největšího zisku. Tento cíl je dosažitelný jen tehdy, pokud jsou mimoekonomické funkce financovány se spoluúčastí státu. Současný špatný stav malých vodních nádrží je důsledkem státní politiky minulých desetiletí, kde bylo hlavním cílem intenzifikovat chov ryb, byť nebyly dostatečné kapacity a dostatek financí na běžnou údržbu a případné opravy. V současné době nejsou noví majitelé schopni bez státních podpor napravení tohoto stavu řešit, proto často problémy trvají, nebo se dokonce zhoršily. Na Ministerstvu životního prostředí České republiky byl vytvořen krajinnotvorný program a na Ministerstvu zemědělství České republiky program s nenávratnými dotacemi na pečování o vodní komponenty. Jedná se o jednorázové peněžní prostředky na konkrétní zásah. (Vrána, 1998)

Všeobecně se dá prohlásit, že stát se financováním v oblasti malých vodních nádrží podílí málo a hlavní peněžní prostředky musí vynaložit vlastník nádrže. Kvůli tomu nelze předpokládat, že se situace v dohledné době zlepší, jelikož příjem může pokrýt maximálně náklady na běžnou údržbu a opravy. (Vrána, 1998)

4.5.5 Majetkoprávní problémy

Po roce 1989 se dle zákona 229/91 Sb. převedla část nádrží původním vlastníkům nebo jejich právním nástupcům. Některé malé vodní nádrže v rámci transformování a privatizování některých organizací přešly na nově ustavené právní subjekty – akciové společnosti, fyzické osoby, rybářství a další různé subjekty. S těmito změnami vlastníku je nutné řešit i problémy právní povahy vod a jejich prostředí.

4.5.6 Legislativní problémy

Malé vodní nádrže tvoří část komplexu vodního hospodářství. Z tohoto důvodu je potřeba, aby byla dána jasná pravidla, která zahrnují základní principy vodohospodářské politiky České republiky. (Vrána, 1998)

Legislativní zabezpečení vodního hospodářství, které bylo koncipováno pro centralizované státní řízení, nemůže reagovat na změny, ke kterým po roce 1989 dochází. Nové zákony nebo jejich případné úpravy se musí koncipovat tak, aby je již přijaté zákony nerozporovaly. Jedná se například o Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, ve kterých mají rybníky statut významného krajinného

prvku s příslušnou ochranou, ale bez věcného rozlišení a podrobné specifikace. (Vrána, 1998)

Závažný problém podle Vrány (1998) je otázka odbahnění nádrží, hlavně jak naložit s vytěženým sedimentem. Ve smyslu zákonů, které se zabývají odpady, je sediment odpadem. Jeho další použití, uložení na skládku nebo zneškodnění je řízeno Zákonem o odpadech č. 541/2020 Sb.

4.6 Obnova nebo výstavba malých vodních nádrží

Nové nádrže je vhodné vybudovat jenom tam, kde by výstavba pomohla zlepšit ekologický stav území. To prakticky znamená to, že není vhodné vybudovat novou nádrž tam, kde se nyní nachází mokřady, přirozené vodní toky, přírodě blízké louky, lesní porosty, jelikož tyto formace mívají z ekologického hlediska mnohem hodnotnější význam než hluboká zátopa vodou. Naopak, například území degradované zemědělstvím, s rozvrácenými odvodňovacími zařízeními a s technicky upravenými vodními toky, může výstavba malé vodní nádrže obohatit. (Just, 2009)

Výstavba, obnova nebo rekonstrukce nádrže by měla mít vždy dobré odůvodnění. Stavebník nádrže by měl všem týkajícím se subjektům věrohodně představit důvody, proč chce stavbu provést. Měly by být zřetelně popsány efekty, které jsou od malé vodní nádrže očekávány. Toto přispívá k tomu, aby provedení projektu bylo provedeno racionálně a bylo možné posoudit vhodnost a efektivnost. Rybníky, které zanikly v minulosti, nemusí být vhodné obnovovat, jelikož neznáme důvod zániku. Důvody, proč rybník zanikl, mohou v některých případech působit trvale. (Just, 2009)

Dle Justa, (2009) funkčnost nádrže koresponduje s vodohospodářským konceptem, od něhož je odvozeno zasazení v terénu, konstrukční řešení prvků nádrže a jaký tvar bude mít provedená zátopa. Důležité je, jestli nádrž bude průtočná nebo neprůtočná, protože například investoři se zájmem o chov ryb budou preferovat nádrž obtočnou, jelikož u této nádrže je možno regulovat průtokové, teplotní a živinové poměry a tyto nádrže se lépe ochraňují před rychlým zanášením splaveninami. Výhodou obtočné nádrže je i to, že nepůsobí překážku v migraci vodních živočichů. Naopak ale nepomáhají při tlumení povodňových průtoků a ke zlepšování kvality vody.

4.7 Opravy a údržba malých vodních nádrží

Pojmem údržba je myšlena práce nevelkého rozsahu, kterou se nádrž, objekty a další zařízení udržují ve funkčním stavu. Jedná se především o práce čištění, sečení a zavlažení svahů, natírání a další práce, které jsou v souladu s provozním řádem. (Šálek, 1996)

Každá malá vodní nádrž by měla mít manipulační a provozní řád, ve kterém jsou uvedena pravidla pro údržbu a řízení malých vodních nádrží.

Manipulační řád je složen ze souborů předpisů, směrnic a zásad určujících, jak manipulovat s vodou ve vodním díle. Cílem manipulačního řádu je stanovit účelné využívání vody dle relevantnosti zájmů vodohospodářských a společenských. Každé vodohospodářské dílo má zpracován pouze jeden manipulační řád. Když je vodohospodářské dílo ve zkušebním provozu, je vypracován prozatímní manipulační řád. (Šálek, 2001)

Opravy jsou zaměřeny na odstraňování případných škod nebo vad, vzniklých při provozování nádrží, nebo v případě atmosférických vlivů, především přívalovými dešti, mrazem atd. Opravy se soustřeďují na určitou část nádrže a převážně není potřeba speciální vybavení. Nemění charakteristiku a původní stav nádrže. (Šálek, 2001)

Nejčastějšími příčinami narušení hráze jsou:

- zdeformování koruny prostředky pro transport, nebo jiné mechanické poškození
- erozní poničení dešťovou nebo cizí vodou, narušení mrazem
- škody na hrázi při opravě bezpečnostních přelivů, výpustku
- vegetačním narušením (stromy atd.)
- průsaky hrází, abrazní narušení vodou z nádrže
- snížení funkčnosti filtračního zařízení nebo jeho poničení vlivem vegetace
- změnou technologických a hydrogeologických podmínek, díky vlivu agresivní vody (Šálek, 2001)

Pokud je hráz narušena nebo změněna, je nutné bez prodlení tyto závady odstranit. U objektů se převážně jedná o opravy hrazení, česlí, uzávěrů, nebo jejich povrchů.

4.8 Revitalizace malé vodní nádrže

Základní opatření, které dle normy ČSN 75 2410 k revitalizaci patří, jsou:

- a) odstranění sedimentů, které nejsou žádoucí;
- b) upravení dna revitalizované nádrže;
- c) upravení nebo vytvoření litorálního pásma, včetně obnovení porostů na břehu;
- d) upravení břehů revitalizované nádrže;
- e) vytvoření infiltračních pásů, ploch mokřadů a tůní v okolí nádrže, včetně zeleně;
- f) zapojit malé vodní nádrže do přírodního ekosystému v souladu na územní systémy ekologické stability;
- g) vhodná opatření hospodářského typu na zemědělské a lesní půdě v povodí (např. protierozní opatření);
- h) tvorba podmínek pro přežití organismu v případě vypuštění nádrže a při jejich rozvoji (např. boční rybník);
- i) tvorba podmínek pro možnost migrování

Opatření při revitalizacích malých vodních nádrží musí dle normy ČSN 75 2410 být v souladu s tvorbou přírodně hodnotných ekosystémů a mají se blížit svým charakterem přirozeným biotopům. Při navrhování objektů a úprav je zapotřebí využít v co nejvyšší míře místní přírodní materiály; zaměřit se na vegetační prvky ochrany břehové a litorální zóny.

Tabulka 2 Přehled revitalizačních opatření na malých vodních nádržích a jejich účinky (ČSN 75 2410)

Revitalizační zásah	Změny, které budou zásahem vyvolány	Účinky revitalizace
Obnovení litorálního pásma; vytvoření ostrovů, mokřadních ploch a tůní	Vymezení plochy pro rozvoj litorálního pásma (min. 15 % – 20 % plochy nádrže)	Posílení ekologické funkce nádrže a začlenění do krajiny
Revitalizace navazujícího úseku vodního toku, vytvoření sedimentační tůně na přítoku	Snížení zanášení nádrže sedimentem	Posílení ekologické funkce nádrže a začlenění do krajiny; omezení eutrofizace a zanášení hráze
Odstranění sedimentů	Zvětšení akumulčního prostoru nádrže	Dosažení původních prostorů nádrže
Úprava dna nádrže	Odstranění prohlubní zaplněných organickým kalem, vystokování dna	Snížení trofie vody, zlepšení odlovení rybí obsádky (omezení invazivních druhů ryb)
Úprava břehové linie	Návrh a výsadba doprovodné vegetace podle odpovídajícího vegetačního stupně	Posílení ekologické funkce nádrže; posílení biodiverzity a lepší začlenění do krajiny
Zatrávnění pásu o šířce minimálně 20 m po obvodu nádrže	Vytvoření bariéry před eutrofizací a zanášením nádrže	Omezení eutrofizace a zanášení nádrže
Odstranění migračních bariér na vodním toku – zprůchodnění odběrných objektů u bočních nádrží	Zajištění migrační propustnosti vodního toku a trvale udržitelného rozvoje vodních živočichů	Posílení biodiverzity a ekologické funkce vodního toku
Opatření k omezení transportu sedimentů v povodí nádrže	Organizace povodí z hlediska protierozní ochrany	Posílení výše uvedených funkcí, omezení zanášení nádrže sedimentem

4.9 Biotop určený ke koupání

4.9.1 Biotop – definice

Slovem biotop je podle Bruchtera (2012) myšleno synonymum pro pojem stanoviště. Jedná se o místo s výskytem konkrétního druhu či skupiny organismů. Tyto druhy či skupiny jsou navzájem sebou ovlivňovány a dohromady s neživým prostředím stanovují konkrétní podobu biotopu. Například do koupacího biotopu, jehož základ je tvořen vodou, jsou zahrnuty vlastnosti, místo a vztahy mezi rostlinami nacházejícími se ve vodě, na březích, živočichy, kteří žijí ve vodě nebo v blátě atd.

4.9.2 Biotopy určené ke koupání

Přírodní veřejné koupaliště, biotop ke koupání nebo bio bazén – takto se označují v současné době stále víc oblíbené nádrže ke koupání, ve kterých se voda upravuje samočisticími principy přírodních vod, ve kterých probíhají jak biologické, fyzikální tak i fyzicko-chemické procesy. Hlavní zásadou je, že toto čištění probíhá bez přidání chemikálií. Jsou proto zdravější formou koupališť, proti klasickým formám koupání s vodou upravenou chlorem. Oproti chlorovaným vodám si voda v koupacím biotopu zachovává svou přirozenou vůni. Vzhledem k tomu, že voda je v takovém koupališti čištěna přírodní cestou, je koupání v takové vodě vhodné pro lidi mající alergii a zároveň biotopové koupaliště není zátěží pro životní prostředí. (Doležal, 2008)

Blanch & Massana (2013) uvádí, že vůbec první biotopový bazén určený ke koupání vybudovali v Rakousku již v osmdesátých letech. Touto myšlenkou se posléze inspirovala celá střední Evropa. V roce 2010 jsou záznamy o dvaceti tisících přírodních koupacích bazénech. Největší rozmach těchto bazénů je v Rakousku, v Německu, Švýcarsku a Francii.

Převážná většina biotopových bazénů je v soukromém vlastnictví osob. Mnoho biotopových koupacích bazénů je ve vlastnictví hotelů a kempů. (Bruns & Pepler, 2019)

Klasické koupací bazény dopomáhají k ničení vodních ekosystémů, protože údržba vody se dělá chlorem, různé přípravky na úpravu pH a algicidní přípravky, které jsou pro mnoho druhů toxické. Naopak biotopy určené ke koupání jsou vybudované plochy, ve kterých jsou napodobovány ekologické procesy, které se standardně vyskytují v přírodních ekosystémech. Voda v těchto nádržích

je čištěna biologickými filtry a vodními rostlinami. Díky tomu, že nejsou nádrže chemicky ošetřené, tak se do nich rychle nastěhuje plankton, bezobratlí živočichové i někteří obratlovci, čímž je podpořeno zachování biodiverzity a zvyšuje se tím estetická hodnota životního prostředí. V čistících částech biotopů se vytváří vhodná prostředí pro druhy z mokřadů, jimiž jsou různé druhy hmyzu nebo obojživelníci. Další výhodou je, že tyto přírodní koupací biotopy neprodukuje kapaliny, které by škodily životnímu prostředí, jelikož kvalita vod z těchto biotopů se rovná vodě mezotrofních až oligotrofních mělkých jezer. (International Union for Conservation of Nature, 2021)

Koupací biotopy jsou složeny z části, která čistí (regenerační) a z části, která je určená ke koupání. Koupací biotop pro veřejnost se navrhuje jako jednokomorový, nebo jako dvoukomorový. U jednokomorového je čistící část (regenerační) vedena po obvodu nádrže. U dvoukomorového je čistící část oddělena od části koupací. Propojení těchto nádrží je buď gravitačně nebo přečerpáváním, za pomoci čerpadel. Platí, že se veškeré rostliny nachází v čistící části biotopu. (Doležal, 2008)

Koupací biotopy tvoří zpravidla uzavřené okruhy vody, kde cirkulaci vody zajišťují čerpadla. Voda z koupací části proteče díky gravitaci do skimmerů, díky kterým se z vody dostanou organické sloučeniny. Dále voda postupuje do části čistící, kde rostliny a mikroorganismy, které jsou na dně, spotřebovávají z vody živiny a rozpuštěné látky. Voda se pak vrací zpět do koupací části pomocí čerpadel. (Blanch & Massana, 2013)

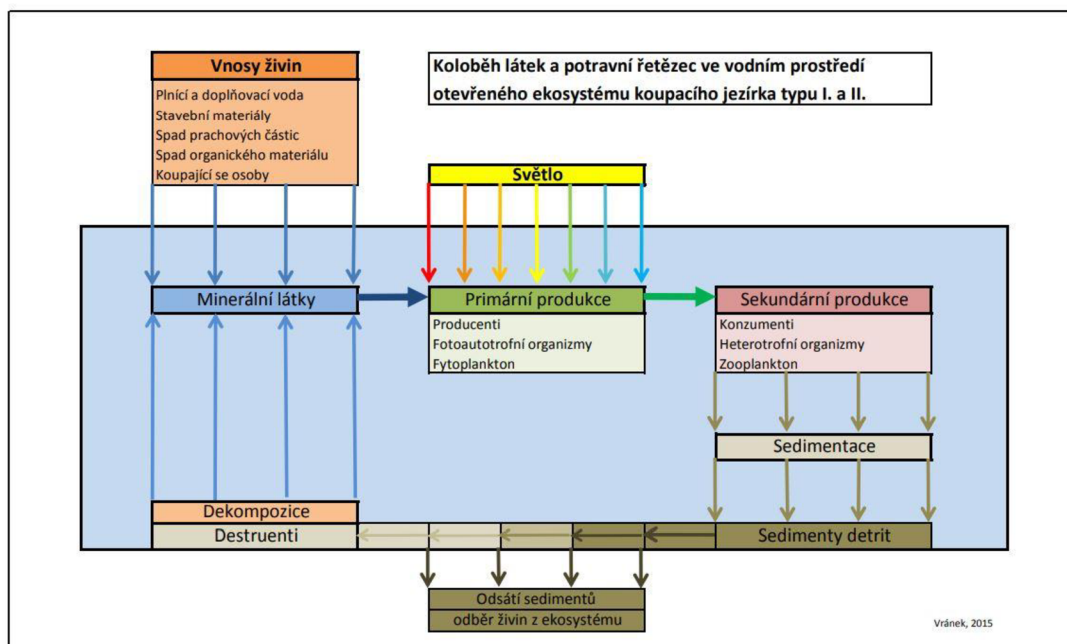
V České republice je rozmach koupacích biotopů teprve v začátcích. Mnoho děl, které se věnují problematice koupacích biotopů jsou v cizím jazyce. V České republice se této problematice zabývá publikace Stavba koupališť – šance pro budoucnost, jež je vydána Svazem zakládání a údržby zeleně (2008)

4.9.3 Princip fungování biotopu určeného ke koupání

Hlavním principem fungování přírodního biotopu určeného pro koupání je biologické udržování čisté vody, bez použití chemických přípravků, pouze za pomoci působení vodních rostlin a mikroorganismů v lagunách určených k čištění. Koupání v tomto biotopu je koupání v živé vodě bez chlóru, ne v mrtvé, na kterou jsou zvyklí lidé ze svých bazénů. Pokud biotop správně funguje, nejedná se o sterilní prostředí, jelikož obsahuje velké množství živých organismů. Pro správné fungování koupacího biotopu je důležité jej rozdělit na dvě části – část koupací a část biologickou neboli regenerační, ve které se voda čistí. Regenerační biologická část se osází adekvátními vodními rostlinami, které budou zakořeněny v substrátech

na dně a listy těchto rostlin budou vyrůstat nad hladinu vody. Aby čištění správně fungovalo, musí působit mikroorganismy, které žijí na povrchu substrátu a kořenových systémech rostlin. Nedílnou součástí je důsledná péče a pravidelné odsávání organických nečistot. (Koupaliště Pohoda, 2024)

Obrázek 2 Schéma znázornění principů udržení čisté vody bez techniky (<https://www.szuz.cz/UserFiles/File/Tabulka%20princip%20ciste%20vody.pdf>)



4.9.4 Hydrobiologické principy pro zajištění dobré kvality vody

Koupací biotop by měl být založen jako oligo-mezotrofní a všechny trofické úrovně organismů (producenti, konzumenti, destruenti) musí plně fungovat. Destruenti zodpovídají za mineralizaci organických látek, tyto látky od destruentů převezmou producenti (vodní rostliny, řasy). Producenty reguluje zooplankton. Zooplankton zastává funkci přírodního filtračního systému přírodních nádrží. Velmi citlivě reaguje na chemické úpravy, tím pádem se dá snadno zjistit, zda nebyla voda zasažena chemickou úpravou. Zooplanktonem se živí ryby, proto je nevyhovující mít v koupacím biotopu rybí obsádku. Koupací biotopy jsou funkční při nižších koncentracích fosforu. Přítomnost ryb a jejich exkrementů zvyšuje obsah živin. V koupacích biotopech by se neměl vyskytovat nekton, vyjma obojživelníků. (Maršálek, 2008)

Dle vyhlášky č. 238/2011 Sb., je základním ukazatelem, který je sledován z hlediska jakosti vody, výskyt bakterií *Escherichia coli* a *Pseudomonas aeruginosa*,

intestinální enterokoky a jak je voda průhledná s limitní hodnotou jeden metr. Požadavky na jakost vody v nádržích a stavbách ke koupání, které jsou vybaveny přírodním způsobem k čištění vody stanovuje také vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. V této vyhlášce jsou dále uvedeny požadavky na provoz, požadavky na vybavení a posuzuje se dle ní i jakost vody.

Většina výzkumů, které se týkají přírodních biotopových koupališť se zaměřuje na hodnocení právě těchto hygienických aspektů. Podle průzkumu provedeného Bruns & Pepler (2019) přetrvává kritika přírodních koupališť s tvrzením, že mají vyšší riziko bakteriálních infekcí oproti koupalištím s chlorovanou vodou. Tento postoj je podpořen tím, že v chlorovaných bazénech je rychlejší redukce bakterií jako je *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* a intestinálních enterokoků. Výzkum naznačuje, že úroveň snižování těchto bakterií je v přírodních koupalištích dostatečující. Klíčovými organismy v kontextu čistoty bazénů jsou destruenti, kteří mají schopnost rozkládat sledované bakteriální skupiny, ale také například opalovací krémy, šampony a další přípravky, které do vody vnáší každý, kdo před vstupem do bazénu nepoužije sprchu (Maršálek, 2008). Nicméně stále existuje nedostatek poznatků ohledně eliminace parazitárních organismů jako jsou lamblia a kryptosporidióza, způsobující průjmová onemocnění s celosvětovým rozšířením. Co se týče dezinfekce přírodního koupaliště, využívá se tzv. vnitřní (in-situ) filtrace, přičemž hlavní roli při čištění vody hraje filtrace zooplanktonem, a vnější (ex-situ) filtrace, která zahrnuje biofiltry a vodní rostliny. Studie naznačuje, že filtrace zooplanktonem in-situ účinně snižuje tyto organismy, neboť snížení kryptosporidióza závisí na množství zooplanktonu. V chlorovaném bazénu je rychlost eliminací in-situ a ex-situ pomalejší, než v přírodním koupacím biotopu. (Bruns & Pepler, 2019)

Do péče o přírodní koupací biotop patří i pravidelné očišťování systému od usazenin pomocí vysavače. Je důležité brát v úvahu cirkadiální migraci planktonu. Tím je myšleno, že ráno a večer se plankton pohybuje směrem k hladině, zatímco během dne migruje ke dnu. Odstranění planktonu by mohlo negativně ovlivnit růst řas. Nečistoty se dají odstranit také pomocí skimmerů a filtrů. Dalším důležitým faktorem k udržení kvality vody je pravidelné sledování důležitých parametrů jako je zakalení a zbarvení vody, pH úrovně, hustota zooplanktonu a růst fyto-bentosu. Průhlednost vody by měla být minimálně 2 metry. Pokud se objeví zelené zakalení, je nutné podpořit růst zooplanktonu. Důležité je udržovat hodnoty pH ve stanoveném rozmezí, a to od pH 9 a výše a od pH 5,5 a níže (Maršálek, 2008).

Podle standardů pro stavbu a provoz biobazénů, které zveřejnila Asociace biobazénů a jezírek (2014), je doporučená hodnota pH vody 8–8,5 a konduktivita $\leq 1000 \mu\text{S/cm}$.

4.9.5 Rostliny vhodné pro přírodní koupací biotopy

Kvalita vody v koupacích biotopech je výrazně ovlivněna rostlinami. Rostliny plní i estetickou funkci. Rostliny v biotopu jsou vnímány návštěvníky tak, že mají pocit, že se koupou ve volné přírodě. Rostliny bývají sázeny hlavně v čistících částech koupacího biotopu. Je možné je vysadit i do koupací části biotopu, nesmí ale omezit osoby, které se koupou. (Řehák, 2008)

Ubírání živin ve vodě, hlavně fosforu a dusíku, pěstováním rostlin je jeden z faktorů ke kontrole řas v koupacích biotopech. Důkazem k tomu je íránská studie, kdy byly do koupacího biotopu vysazeny rostliny, jimiž byly leknín, porost locikový (mořský salát) a okřehek. Díky těmto vodním rostlinám lze provádět regulaci přítomnosti řas a sinic bez přidávání chemikálií. Toto řešení je pozitivní nejen z ekonomického, ale i z ekologického hlediska. (Daneshgar & Taghizadeh, 2017)

Vodní rostliny mají mnoho dalších výhod. Zvětšují povrch koupacího biotopu, čímž se utváří větší prostor pro přítomnost bakterií, řas i živých organismů. Pomocí fotosyntézy rostlin je do vody po celý den dodáván kyslík, který je využíván bakteriemi k mineralizaci. Vodní rostliny, které jsou vhodné pro koupací biotopy, rozděluje Řehák (2008) na rostliny vnořené, vzplývavé, problematické, které mají vysoké nároky na živiny a mají časté projevy fyziologických poruch. Poslední kategorií jsou doprovodné rostliny, které jsou vhodné k sadbě mimo prostor vody koupacího biotopu. (Řehák, 2008)

4.9.6 Monitorování stavu biotopu po dokončení revitalizace

Biotop je důležité udržovat, aby nedocházelo ke znečištění a ztrátě biodiverzity, jak uvádí Parris (2016) ve své publikaci. Všechny procesy v biotopu probíhají pomaleji a bude nutné se smířit i s tím, že koupací biotop bude v určitých částech roku vypadat ošklivě. Jedná se nicméně o situaci na přechodnou dobu. V jarních měsících se mohou na hladině objevovat řasy a žabinec. Když odumírá plankton, voda se na krátkou dobu může zakalit. V podzimních měsících do vody padají suché stonky a uschlé listy ze stromů a keřů. Voda může během roku

zezelenat, ale biotop si s touto situací umí poradit. Vodní hmyz se postará o to, aby byly zelené řasy zlikvidovány a voda byla opět průhledná. (Sedlák, 2008)

4.9.7 Dotační program na rekonstrukce, opravy a odbahnění nerybochovných rybníků a malých vodních nádrží

Součástí národního plánu obnovy "Ochrana přírody a adaptace na klimatickou změnu" podporuje investice do rekonstrukcí, oprav a odvodnění menších rybníků a malých vodních nádrží s cílem zvýšit retenci a akumulaci vody v krajině a zároveň zlepšit jejich technický stav a obnovit základní vodohospodářské funkce.

Dalším cílem je zvýšení zásob pitné vody pro obce a vytvoření rezerv vody pro případ požáru či jiných nouzových situací.

Stavební programy se také soustředí na problematiku menších vodních toků.

Mezi hlavní věcné cíle této součásti patří zajištění funkčnosti menších vodních toků, údržba koryt menších vodních toků v obcích a nezbytných úsecích toků mimo obce s dostatečnou průtočností a hloubkou vody, která co nejvíce respektuje přírodní podmínky. Patří sem také údržba břehových porostů tak, aby nepřekážely při odtoku vody během povodní, a zlepšení staveb (např. opevnění, překážky, propustky, mosty atd.) na vodních tocích prostřednictvím výstavby, rekonstrukce, opravy nebo modernizace.

Součást podporuje obnovení a zlepšení retenční schopnosti krajiny. Zvětšení objemu vody zadržené v obnovovaných, rekonstruovaných i nově vybudovaných malých vodních nádrží přispívá ke zpomalení odtoku vody z krajiny. Tímto způsobem je voda udržována na místě, což může pozitivně ovlivnit stabilitu průtoků ve vodních tocích během suchých období. Také to může mít pozitivní vliv na hladinu podzemních vod a místní mikroklima, zejména v období dlouhodobých such. Malé vodní nádrže mohou také přispět ke stabilizaci průtoků jak během přivalových dešťů, tak i v suchých obdobích, kdy udržují minimální průtok v toku pod rybníky. Obnova, rekonstrukce a výstavba malých vodních nádrží má tedy pozitivní vliv na hydrologickou bilanci krajiny. (eAGRI, 2021)

4.9.8 Dotační program č. 129 390

Cílem programu 129 390 "Podpora opatření na drobných vodních tocích a malých vodních nádržích – 2. etapa" je vylepšit technický stav drobných vodních

toků a malých vodních nádrží s cílem podpořit vodní režim krajiny, posílit retenci vody v krajině a zlepšit bezpečnost při zvýšených průtocích.

Program 129 390 je realizován v období 2020–2024.

V rámci podprogramu 129 393 "Podpora opatření na rybnících a malých vodních nádržích ve vlastnictví obcí – 2. etapa" jsou žádosti přijímány na základě výzev správce programu.

Tento podprogram je určen pro obce, svazky obcí, Státní podniky Povodí a Lesy České republiky s.p.(eAGRI, 2021)

Výše dotace v případě, že žádá obec, je pro:

a) Rekonstrukce a odbahnění:

- maximálně do výše 70 % uznatelných nákladů stavebně technologické části, maximálně do výše dvou miliónů Kč na akci a zároveň maximálně do výše 350Kč/m³ vytěženého sedimentu včetně všech souvisejících nákladů (odvoz a zapravení sedimentu, skládkování atd.) v případě odbahňování.

b) Výstavba, obnova

- maximálně do výše 70 % z uznatelných nákladů stavebně-technologické části, maximálně do výše 4 milionů Kč/ha za každý započatý hektar a současně maximálně do výše 10 milionů Kč na celou akci.

Uznatelnými náklady jsou zde myšleny náklady, které bezprostředně souvisí s realizací díla a cíli programu. Jsou počítány včetně DPH. (Pravidla dotačního programu č. 129 390, 2021)

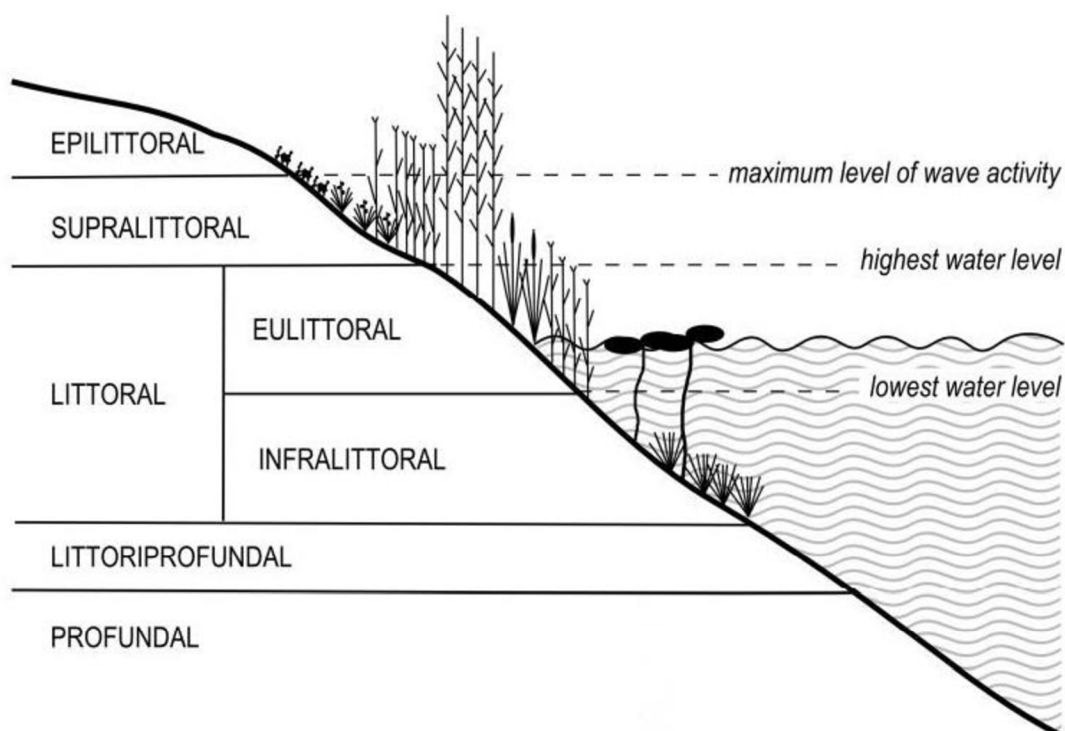
Od 15. září 2021 je ale příjem žádostí do tohoto dotačního programu ukončen, protože plánovaná alokace od Ministerstva zemědělství ve výši 400 milionů Kč byla naplněna.

Žádosti o dotace bude možné znovu podávat v souladu s budoucími výzvami programu 129 390 "Podpora opatření na drobných vodních tocích a malých vodních nádržích – 2. etapa". Termíny výzev se stanoví v souladu s dostupnými finančními prostředky státního rozpočtu. (eAgi,2021)

4.10 Litorální pásmo

Dle Říhové Ambrožové (2006) je litorální pásmo příbřežní oblast stojatých vody, která se dělí do čtyř vertikálních stupňů: epilitorál, supralitorál, eulitorál a infralitorál.

Obrázek 3 Dělení příbřežní oblasti (Hutchinson, 1967)



Epilitorál je úroveň, která není přímo ovlivňována vodou nádrže. Společenstva v tomto pásmu jsou obvykle přizpůsobena proměnlivým podmínkám prostředí a kvůli spojení vodního a suchozemského prostředí zde nalezneme mnoho organismů.

Supralitorál je oblast příležitostně zasažená vodou při nárazech vln.

Eulitorál je úroveň, která je trvale ponořená pod vodou. Společenstvo v eulitorálu je ovlivněno pohybem vodních mas a přizpůsobeno proudění vody. V případě absence rostlin je břeh neustále erodován proudící vodou.

Infralitorál je posledním příbřežním pásmem, kde rostou rostliny, pevně zakotvené v bahně, plovoucí, ponořené, nebo vyčnívající nad hladinu. Vrcholky infralitorálu jsou pokryty tvrdou vyčnívající makrovegetací jako je rákos, orobinec, skřípinec nebo zblochan. Rostliny mají kořeny zakořeněné v bahně a nad vodou vyčnívají se svými listy a květy. Pásmo plovoucí makrovegetace zahrnuje rostliny

plující na hladině nebo částečně vnořené, jejichž kořeny sahají do dna a listy plavou na hladině. Příklady zahrnují lekníny, stulíky a rdesty. Tyto rostliny jsou fyziologicky přizpůsobeny tlaku a hloubce vody pomocí vzdušných měchýřků a speciálních buněk uvnitř stonků. Existují však i výjimky, jako jsou rostliny plovoucí na hladině, například okřehek Lemna. Pásmo měkké ponořené vegetace může sahat až do hloubky několika metrů a zahrnuje rostliny jako stolístek, vodní mor a růžkatec. (Říhová Ambrožová, 2006)

4.10.1 Funkce litorálního pásma

Litorální pásmo představuje dle Koláře a kol. (2022) klíčové prostředí pro širokou škálu organismů, zahrnující plankton, vodní hmyz, plže, ale i obojživelníky, malé ryby a ptáky hnízdící poblíž vody. Tyto oblasti tak slouží jako lokální ohniska biodiverzity v ekosystémech rybníků.

Vodní plochy s rostlinami (makrofyty) poskytují více útočišť pro vodní hmyz a další bezobratlé živočichy ve srovnání s oblastmi bez vegetace. Makrofyty rozdělují vodní sloupec, čímž zvětšují obyvatelný prostor a umožňují existenci více druhů živočichů. Mnoho druhů využívá vegetaci jako důležité místo pro rozmnožování, například k uchycení vajíček nebo k jejich přímému kladení do rostlinných pletiv (jako například některé druhy šidélek, vodních brouků, čolků a fytofilních ryb). V těchto porostech také stavějí hnízda ptáci a savci, včetně drobných myší.

Makrofyty jsou také přímou potravou nebo poskytují podklad pro růst perifytonu, který je zdrojem potravy pro různé druhy vodního hmyzu, jako jsou jepice, chrostíci, brouci plavčíci a pulci žab. Kromě toho mnoho druhů využívá ponořené a plovoucí rostliny k pohybu, zejména druhy, které nejsou schopny plavat, jako jsou vodomilové nebo některé ploštice a larvy vážek. Tyto druhy často loví kořist přichycenou na ponořené vegetaci-bez vhodného substrátu k lovu by jejich úspěšnost lovů výrazně poklesla. Podobné preference pro makrofyty projevují i většina dalších vodních brouků, jako jsou larvy potápníků, a mnoho ryb, například štiky. Důležitost makrofytů pro vodní hmyz a obojživelníky potvrzují také další studie z různých typů vodních ekosystémů, jako jsou například pískovny. Důležitý je také druh makrofytů. Například potápník dvojčárý, chráněný v rámci programu Natura 2000, má tendenci vyhýbat se otevřené vodě a upřednostňuje různorodý litorální prostor před jednotvárnými rákosinami.

Litorální porosty ale bohužel postupně ubývají. Bylo by proto potřeba nalézt vhodná řešení, která by podpořila biodiverzitu nebo která by alespoň zpomalila tento úbytek.

Úbytek makrofytů je způsobován z velké části navyšováním hrází a zatopováním větších ploch a násilného vyhrnování během odbahňování. V dřívějších dobách docházelo k necitlivému vyhrnování rybníků. Tím se odstraňoval nános sedimentu i litorálu a toto řešení vedlo k zostřování míst, kde byla nanesena zemina.

Dalším problémem, kterým může být úbytek makrofytů způsobován, je vysoký stav vodního ptactva. Například kachny, lysky a husy spásají mladé výhonky. Problémem je i vyměšování vodního ptactva, protože se tím zvyšuje živinová zátěž.

Ryby jsou také přímým ohrožením pro makrofyty, především býložravé. Čistotu vody ale může narušit i kapří osádka. Kapr při hledání potravy ryje do dna, tím způsobuje vykořenění rostliny a víří sediment usazený na dně. Tím je snížena průhlednost vody a je zabráněno přístupu světla a omezení růstu ponořených rostlin.

4.11 Kořenové čištění vod

Přírodní mokřady se využívají k čištění odpadních vod už více než jedno století. Ale až v posledních dekádách došlo díky intenzivnímu výzkumu mokřadních systémů k významné změně v chápání role mokřadů v přírodě. (Vymazal, 2004)

4.11.1 Kořenové čistírny odpadních vod

Základním principem kořenové čistírny odpadních vod je dle Vymazala (2004) řízený průtok odpadní vody přes propustný substrát, který je osázen mokřadními rostlinami. Při tomto průtoku odpadní vody přes filtrující materiál dochází k odstraňování znečištění kombinací fyzikálních, chemických a biologických procesů.

Před samotnou kořenovou čistírnou je vždy nezbytné provést mechanické předčištění, což je pro tuto metodu čištění zásadní. V případě nedostatečného předčištění mohou zůstat v odpadní vodě neodstraněné pevné látky, které by následně mohly zablokovat samotnou filtrační vrstvu.

Obvykle je filtrační lože hluboké 60 až 80 cm a substrát musí být dostatečně propustný, aby nedocházelo k jeho ucpaní. V dnešní době se nejčastěji používá praný štěrk, drcené kamenivo nebo kačírek s frakcí 4/8 nebo 8/16 mm. Je vhodné používat

pouze jednu frakci, aby nedošlo k nedokonalému promísení různých frakcí, což by mohlo vést k vytváření zkratových proudů ve filtračním loži. Je také nezbytné použít materiály bez prachu nebo zeminy. V případě štěrku je vždy vhodné použít praný štěrk. Rozvodné a sběrné zóny se vyplňují hrubým kamenivem o velikosti 50–200 mm, aby se odpadní voda rovnoměrně rozváděla po celé délce přítokové hrany.

Dále Vymazal (2004) zmiňuje výhody a nevýhody kořenových čistíren odpadních vod.

Výhody kořenových čistíren odpadních vod

- jsou schopny čistit odpadní vody s nízkou koncentrací organických látek, což je problematické u klasických čistíren
- dobře zvládají kolísání množství a kvality odpadních vod
- mohou pracovat přerušovaně, což není možné u klasických čistíren
- vyžadují minimální, ale pravidelnou údržbu
- nepotřebují elektrickou energii pro svůj provoz
- mají menší náchylnost k haváriím systému
- dobře se začlení do krajiny a mohou být její estetickou součástí

Nevýhody kořenových čistíren odpadních vod

- oproti klasickým čistírnám potřebují více plochy
- nejsou ideální pro odstraňování amoniaku a fosforu
- někdy může na odtoku docházet k vytvoření bílého povlaku z elementární síry, která vzniká oxidací sirovodíku, ten se může (avšak nemusí) tvořit v anaerobních podmínkách ve filtračních ložích.
- Mechanizované čistírny mají lepší možnosti pro řízení čistícího procesu, pro analýzu potenciálních problémů a pro aplikaci korekčních opatření

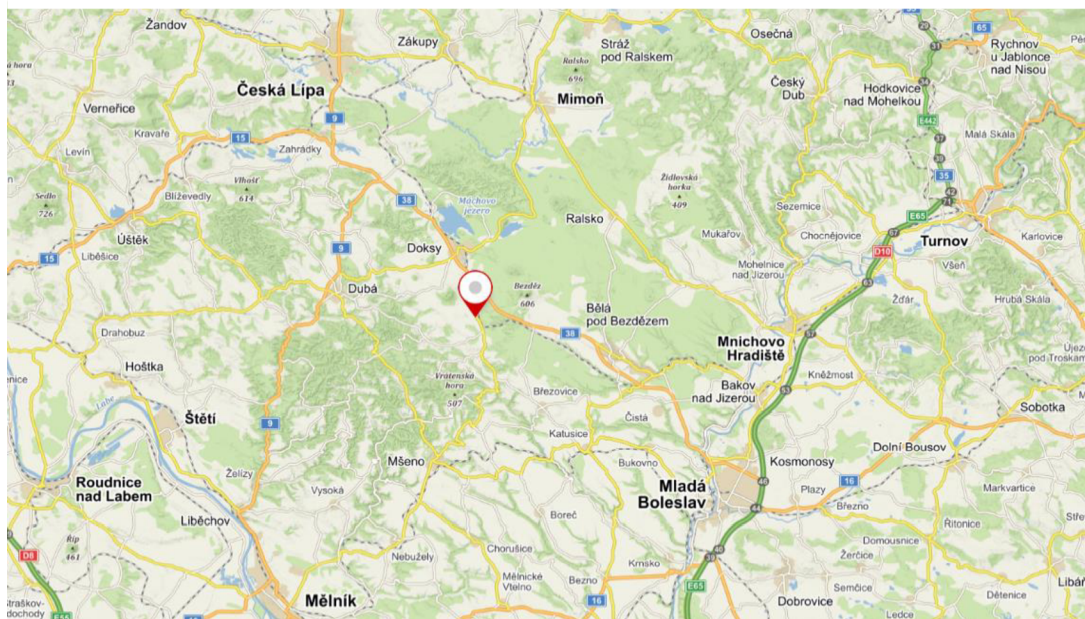
5 Vlastní práce

5.1 Zájmové území

5.1.1 Popis zájmového území

Požární nádrž se nachází v katastrálním území Okna v Podbezdězí. Obec Okna je součástí okresu Česká Lípa, který náleží pod Liberecký kraj. Obec Okna se rozkládá na katastrální ploše 567 ha v nadmořské výšce 282 m n. m. První písemná zmínka o obci pochází z roku 1352. Podle posledního sčítání lidu měla k 1. 1. 2022 obec 307 obyvatel. V obci je mateřská škola a základní škola, pošta, obecní úřad, obchod s potravinami. Obcí prochází turistická a cykloturistická trasa. V okolí se nachází známý hrad Bezděz, či Máchovo jezero. Skrze obec protéká Robečský potok, který pramení cca 1 km od obce a řešenou požární nádrž může napájet vodou. (www.risy.cz)

Obrázek 4 Mapa situace (www.mapy.cz)



5.1.2 Robečský potok

Robečský potok je 25,2 km dlouhý tok, který pramení jižně od obce Okna. Plocha povodí Robečského potoka je 288,07 km². Potok ústí v České Lípě do řeky

Ploučnice, která se následně vlévá v Děčíně do Labe. Průměrný průtok (Q_a) je 1,2 m³/s. Průtok je měřen na stanici LG Zahradky. (Štefáček, 2008)

5.1.3 Požární nádrž v obci Okna

Plocha požární nádrže v obci Okna se nachází na pozemku pod parcelním číslem 174/6. Tento pozemek je ve vlastnictví obce Okna. Požární nádrž byla vybudována v roce 1974, má rozměry 24 x 31 metrů, plocha tedy činí 744 m². V nejhlubším místě je hloubka 2,4 m a v nejmělčím místě je hloubka 0,9 m. Profil dna je mírně stoupající. Hráz nádrže je uměle vytvořena. Ze všech stran je tvořena betonovými bloky. Dno je kombinací skály a betonových bloků. Na blocích je zábradlí. Dno i břehy jsou narušené. Nádrž je možno napájet z těsné blízkosti protékajícího Robečského potoka. V dřívějších letech byl v této nádrži zjištěn výskyt skokana skřehotavého, který se řadí mezi zvláště chráněný druh živočichů, jež je kriticky. Z kategorie silně ohrožených se v nádrži vyskytoval čolek obecný a skokan štíhlý a v kategorii ohrožených druhů zde byl zaznamenán výskyt ropuchy obecné a užovky obojkové. Z tohoto důvodu byl tehdy vydán zákaz krajským úřadem Libereckého kraje nádrž vypouštět. Tento zákaz byl s odstupem času zrušen a pro možnost každoročního vypouštění a čištění byla udělena výjimka, že za splnění určitých podmínek bude možné nádrž vypustit a vyčistit. Mezi podmínky patřilo například to, že konec čerpací hadice bude opatřen hustým košem, že se ohrožení jedinci budou při vypouštění postupně odchyvat, že budou odchycení jedinci neprodleně po vyčištění a ihned po napuštění vody minimálně do výšky hladiny 10 cm vráceni zpět do nádrže nebo že vypouštění proběhne mimo období rozmnožování živočichů, bude možné nádrž vypustit a vyčistit. Výskyt těchto chráněných druhů živočichů měl ale negativní vývoj. Tento negativní vývoj byl způsoben především výskytem ryb v nádrži (plotice, cejn, okoun) a znečištěním vodního sloupce. Ryby v nádrži hynuly na plísňová onemocnění a zůstávaly v nádrži jako další zdroj znečištění. Ze všech chráněných živočichů se vyskytovala a rozmnožovala pouze ropucha obecná. Z tohoto důvodu by došlo při přeměně nádrže na přírodní koupací biotop k likvidaci ryb. Nádrž byla naposledy vypuštěna a vyčištěna v roce 2012.

Současný technický stav požární nádrže je značně nevyhovující. Zábradlí kolem nádrže je zkorodované, někde dokonce chybí. Hrozí zde riziko úrazu. Původní kovové schůdky do nádrže jsou z velké části utržené a je velká pravděpodobnost, že v blízké době by se mohly utrhnout úplně. Betonové bloky, jimiž je nádrž obklopena, jsou vlivem povětrnostních podmínek popraskané a drolí se. Tímto nepořádkem

se zanáší dno. Kolem nádrže je vyšlapaná cesta, která je za deště špatně schůdná. Jelikož cesta vede na místní fotbalové hřiště, je nebezpečná pro děti, které by mohly uklouznout a zranit se, či spadnout do řešené požární nádrže. Travní porost je sice udržovaný místním zaměstnancem obecního úřadu, ale celkový dojem požární nádrže a okolí je velmi neutěšené.

Obrázek 5 Požární nádrž v obci Okna v roce 2022 (vlastní fotografie)



5.2 Revitalizace

5.2.1 Rozhodovací proces

Rozhodovalo se mezi předělání požární nádrže na biotop a zanechat v ní rybí obsádku nebo druhou možností, současnou požární nádrž přeformovat na přírodní biotop s možností koupání. Místním šetřením bylo zjištěno, že většina obyvatel se přiklání pro možnost předělání nádrže na přírodní koupací biotop, byť by na revitalizace obec musela najít peníze v rozpočtu. Tyto peníze by ale obec zajistila, jelikož i samotné vedení obce vítá zvelebení a revitalizaci prostor kolem požární nádrže. Kromě toho je možné při financování takové revitalizace využít dotaci

až do výše 70 % daňově uznatelných nákladů, nejvýše však 2 miliony korun českých z dotačního programu Ministerstva zemědělství č. 129 390 „Podpora opatření na drobných vodních tocích a malých vodních nádržích – 2. etapa“. Tento dotační program je určen pro obce. V současné době je ale příjem žádostí pozastaven, jak je zmíněno v kapitole 4.9.8. a to z důvodu naplnění naplánované alokace 400 milionů korun českých.

Většina dotazovaného obyvatelstva obce by uvítala zvelebení těchto prostor, ať už ke koupání, či místa k odpočinku a relaxaci vzniknutím pohledného relaxačního prostoru u vody. Ačkoliv se jedná o obec, kde mohou obyvatelé ke koupání užívat vlastních zahradních bazénů, tak tomu tak není. Ze všech současných čísel popisných, kterých je 109 a čísel evidenčních, kterých je v obci 34, má zahradní bazén necelých 20 % nemovitostí. Souhlasné stanovisko s přírodním koupacím biotopem měli dokonce i tací, kteří bazén na zahradě mají. Přírodní koupací biotop vítají především rodiny s dětmi z místních bytových domů.

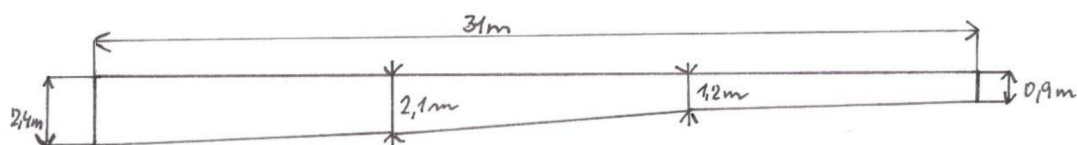
Z důvodů problému údržby biotopu v případě, že by v něm byla rybí obsádka, je preferován biotop bez ryb. Ryby rytím do dna způsobují uvolnění rostlin a ty následně hynou. Rytím také rozvířují sediment usazený na dně a snižují tím průhlednost vody. Dalším důvodem, proč ryby v řešeném biotopu nejsou žádoucí, je ten, že nádrž není obtočná. Jak je zmíněno v kapitole 4.6 – pokud není nádrž obtočná, nelze regulovat živinové, teplotní a průtokové poměry a tím se nádrž špatně ochraňuje před zanášením sedimenty, v případě přítomnosti ryb rybím trusem.

5.2.2 Koncepce revitalizace

Účelem revitalizace je změna nádrže na přírodní koupací biotop bez ryb, zlepšení ekologické stability v okolí nádrže, posílení retenční funkce nádrže a vytvoření relaxační volnočasové zóny obce.

Betonové bloky, které jsou poškozeny a kterými je nádrž lemována a je jimi tvořeno i dno, budou odstraněny a odvezeny na skládku. Místo toho budou stěny vystaveny ze ztraceného bednění a potaženy fólií. Dno bude z oblých kamenů s různou frakcí kamení. Vodní nádrž nebude vybavena žádným technickým zařízením z důvodu absence elektrických rozvodů v blízkosti nádrže.

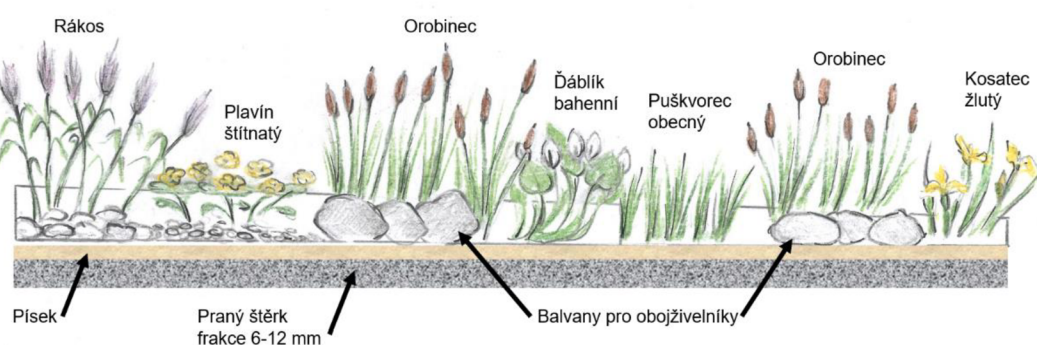
Obrázek 6 Profil dna původní požární nádrže v Oknech (vlastní obrázek)



Nádrž bude rozdělena na koupací (užitkovou) a regenerační (čistící) část. Dojde k její rozšíření ve východní části o 15 metrů, aby byl větší prostor pro regenerační část. Výhodou bude to, že se nebude muset navážet materiál na vyvýšení dna původní nádrže a tím zmenšení koupacího prostoru. Regenerační část bude zabírat 1/3 nově vzniklé plochy, její hloubka bude 20-60 cm. V čistící části se budou nacházet kameny a rostliny. Rostliny budou jak plovoucí, tak ponořené i pobřežní. Rostliny totiž odčerpávají z vody živiny a fosfor a zvětšují povrch vodní nádrže a tím nabízejí více plochy pro bakterie, řasy a živé organismy. Dále plní i funkci estetickou. Díky fotosyntéze rostlin bude voda okysličována. Ponořené rostliny bude potřebné alespoň jednou ročně sekat a odstraňovat, aby ve vodě nebylo více živin, než je potřeba. Pobřežní rostliny budou stříhány na podzim a (nebo) na jaře. V okolí nádrže se doplní nová vegetace – křoviny a listnaté stromy, aby došlo k posílení ekologické funkce nádrže a posílení biodiverzity i mimo těleso nádrže. Po obvodu nádrže zůstane zatravněný prostor, aby nedocházelo k eutrofizaci a zanášení nádrže.

Dojde k odstranění sedimentů, které nejsou žádoucí, čímž dojde k zvětšení akumulačního prostoru nádrže, jak je uvedeno v tabulce č.2 v kapitole 4.8. Dno bude zbaveno prohlubní, aby nedocházelo k zaplňování prohlubní organickým kalem, který má za následek zvyšování trofie vody. Tím dochází k eutrofizaci vody a zvyšuje se výskyt řas, který není žádoucí, jelikož řasy odebírají z vody kyslík.

Obrázek 7 Náčrt návrhu litorálního pásma (vlastní obrázek)



Rostliny, které budou vysazeny do čistící části bude puškvorec obecný, který je vhodný do vodního sloupce do 30 cm a dorůstá do výšky 100 cm. Dále orobinec, který je také vhodný jako rostlina do mělčích míst a dorůstá do výšky 100–200 cm. Jako zástupce rostliny s květem bude vysazen d'áblík bahenní, který má bílý květ, kosatec žlutý, jehož výška sahá k 80 cm a vzplývavý plavín štítnatý. Do filtrační části, v místech dělení s užitkovou částí bude vysazen rákos, aby opticky oddělil obě části.

Na dno filtrační části přírodního biotopu bude umístěn substrát a různé frakce oblých kamenů jako úkryt pro drobné živočichy. Vrstva filtračního dna bude 35 cm. 25 cm bude vrstva praného štěrku s frakcí 6-12 mm. Na této vrstvě štěrku bude 10 cm vrstva písku. Ve filtrační části budou umístěny i větší balvany, které budou vyčnívat až nad hladinu, aby vznikl prostor pro obojživelná zvířata.

Pláž bude realizována v severovýchodní části nádrže. Bude doplněna o lavičky a dětské herní prvky – houpačka, skluzavka a pískoviště. Po obvodu nádrže bude násyp substrátu s břehovou vegetací. Přes nádrž povede mostek, který bude opticky rozdělovat regenerační část od užitkové části. V části s největší hloubkou se umístí dřevěné molo o rozměrech 5 × 2 metry, na které se bude vcházet po nové vytvořených schodech.

Obrázek 8 Kosatec žlutý (<https://www.biolib.cz/cz/image/id16601/>)



I nadále bude moci voda z přírodního koupacího biotopu sloužit jako voda pro hasiče pro její případné načerpaní do hasičských vozů na hašení požárů, nelze ale nádrž nadále vést jako požární nádrž, jelikož po revitalizaci nebude splňovat například podmínku, že požární nádrž musí mít kolem svého obvodu zábradlí.

5.2.3 Vlivy revitalizace

Hlavními pozitivními přínosy revitalizace bude nejen estetická úprava okolí, ale z hlediska ekologie hlavně rozšíření biodiverzity v okolí požární nádrže. Dá se očekávat, že se v nádrži a v jejím okolí zvýší výskyt drobných vodních živočichů, nebo že se navrátí ropuchy a skokani. Díky rostlinám a kamenům budou mít živočichové možnost se schovat před predátory a budou jim nabídnuty podmínky, které odpovídají jejich způsobu života. Díky vysazeným rostlinám, kdy některé budou i s květy, se naskytne více možností pro včely a sběr pylu, motýli či jiný další hmyz.

Revitalizace se stane přínosná i pro estetiku okolí. Jedná se o prostor na klidném okraji obce. Vzhledem k vyhledávanému místu pro turistiku, jelikož nedaleko začíná CHKO Kokořínsko – Máchův kraj projde nebo projede na kole mnoho turistů. Nedaleko nádrže vede zelená turistická stezka, která vede z Doks až na hrad Bezděz a cyklotrasa číslo 0014, může revitalizovaný prostor kolem nádrže sloužit i jako místo pro odpočívání a oddych pro turisty.

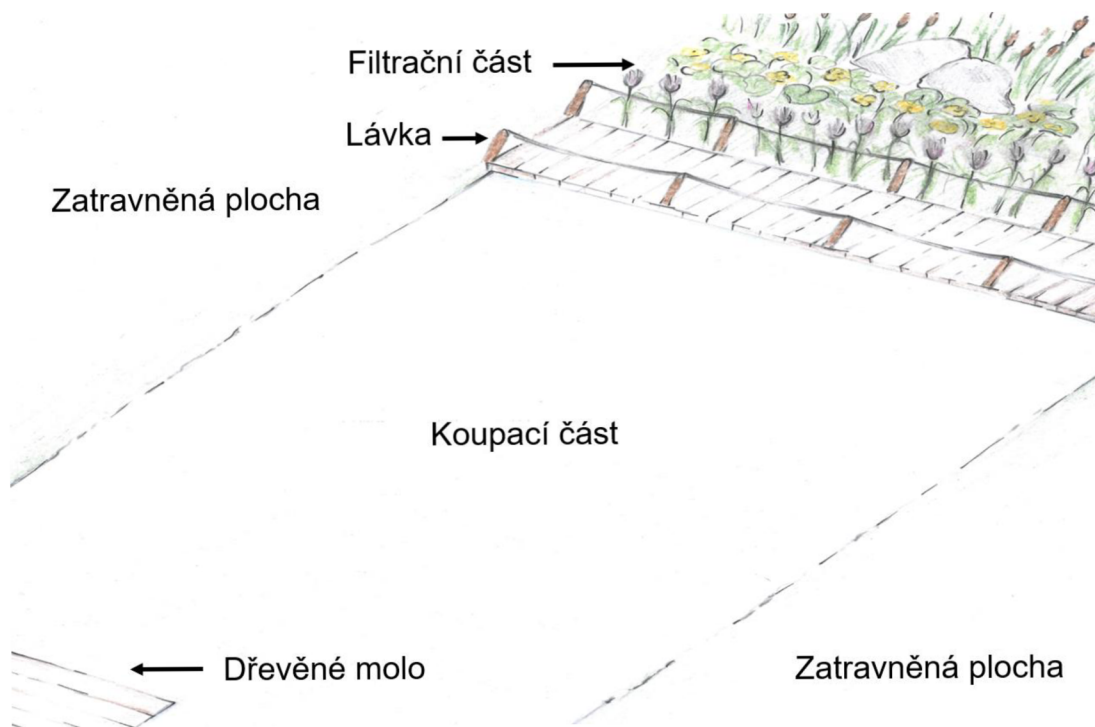
Vzhledem k absenci techniky bude péče o přírodní koupací biotop pro obec ekonomicky přijatelný, jelikož náklady na údržbu jsou velmi nízké, protože se o čištění vody starají vysazené rostliny ve filtrační části a není k tomu nutná chemie.

Biotop se bude moci využívat i v zimě, jelikož plocha biotopu bude moci v případě zamrznutí sloužit jako kluziště.

5.2.4 Monitorování stavu a údržba biotopu po revitalizaci

O správný stav přírodního biotopu bude postaráno od zaměstnance technických služeb, který je pověřen obecním úřadem, aby pečoval o pořádek a zeleň v obci. Nejintenzivnější práce bude v podzimních měsících, kdy je nutné odstranit zbytky rostlin, napadané listí a další materiál biologického původu, aby nedocházelo ke zhoršení kvality vody, například nárůstem řas a tím snižování množství kyslíku ve vodě. Čištění přírodního biotopu bude probíhat i během roku, kdy bude nutné pravidelně odstraňovat nečistoty z hladiny, pravidelně čistit dno od sedimentů. Bude nutná údržba zeleně kolem biotopu a péče o čistící rostliny.

Obrázek 9 Náčrt návrhu revitalizace



6 Hlavní parametry návrhu

Hlavními parametry návrhu revitalizace je změna rozměrů nádrže z původních 24 × 31 metrů na 24 × 46 metrů. Změnou rozměrů se změní rozloha nádrže z původní plochy 744 m² na 1104 m². Nově vzniklé litorální pásmo bude mít rozlohu 360 m².

Hloubka nově vzniklého litorálního pásma bude z 20 cm klesat na 60 cm. Na litorální pásmo bude navazovat užitková část, která bude začínat s hloubkou 60 cm a v nejhlubším místě bude hloubka 2,5 m.

Objem vody původní nádrže je zhruba 1 183 m³. Nová nádrž nabyde na objem vody zhruba 1212 m³.

Užitkovou část od bio filtru bude nad hladinou rozdělovat lávka, která bude široká 1,4 m. Do užitkové části bude umístěno dřevěné molo o rozměrech 5 × 2 metry se schůdky.

Dno bio filtru bude tvořeno 35 cm filtrační vrstvou. Z toho bude 25cm vrstva praného štěrku s frakcí 6-12 mm. Na této vrstvě praného štěrku bude 10 cm vrstva písku.

Čištění vody bude probíhat pouze s pomocí bio filtru, a to z důvodů absence elektrické sítě v blízkém okolí nádrže.

7 Diskuse

Revitalizace požární nádrže na přírodní biotop v obci Okna je určitě přínosná, neboť obnovením litorálního pásma se zvýší biodiverzita v nádrži a jejím okolí. Je tak uvedeno v přehledu revitalizačních opatření na malých vodních nádržích dle normy ČSN 752410 v kapitole 4.8.

Z kapitoly 4.9.6 vyplývá, že bude velmi důležité po dokončení revitalizace o přírodní biotop důkladně pečovat, aby nedocházelo ke zhoršování kvality vody. Proto by měl být kladen důraz od vedení obce na pravidelné odstraňování spadaneho listí a tlejících zbytků rostlin, aby se z toho nestával sediment ulpívající na dně, který by mohl kvalitu vody také rapidně zhoršovat. Je žádoucí, aby voda byla v dobré kvalitě.

Ryby v biotopu nebo ne? Ačkoliv je možné mít v koupacím biotopu i ryby, tak pro případ revitalizace nádrže v obci Okna je jejich přítomnost nevhodná. Ryby obsádku je důležité, kvůli kvalitě vody, v přírodním koupacím biotopu udržovat v určitém množství, což by v tomto případě s velkou pravděpodobností nefungovalo. Ryby se živí zooplanktonem, viz kapitola 4.9.4 a ten je pro koupací biotopy užitečný. Navíc by díky rybím exkrementům docházelo ke zvyšování obsahu živit, takže přítomnost ryb se v tomto biotopu nedoporučuje.

Obec by měla tuto revitalizaci zrealizovat, když už se celkově o zeleň a příjemné prostředí obce snaží starat. Revitalizace by byla pro okolí nádrže přínosná, protože by se okolí stalo atraktivnějším. Nejen lidé z obce, ale i turisté nebo cykloturisté by začali místo vyhledávat jako relaxační a odpočinkový prostor.

Přínosem bude i to, o čem pojednává kapitola 4.9.3., že v přírodním koupacím biotopu je kvalita vody udržována biologicky, bez chemie. Proto by její provoz byl finančně výhodný. Cena revitalizace by díky případné dotaci byla snížena. Otázkou ale je, kdy se opět začnou přijímat žádosti o dotace, které jsou nyní pozastaveny. Pokud by obec revitalizaci chtěla realizovat, bude pro její rozpočet lepší, až se opět začnou přijímat žádosti o dotace.

8 Závěr

Bakalářská práce na téma Revitalizace požární nádrže měla za cíl navrhnout řešení revitalizace požární nádrže, zpracovat řešení litorálního pásma jeho vzhledu. Dalším cílem bylo, aby se při revitalizaci dbalo na ochranu přírody a aby byl brán zřetel na možný výskyt chráněného živočicha.

Bylo nutné se rozhodnout, jakou variantu revitalizace zvolit. Byly zde dvě možnosti. První možnost byla revitalizace požární nádrže na biotop s rybami. Druhá varianta byla revitalizace požární nádrže na biotop bez ryb. Místním dotazováním bylo zjištěno, že obyvatelé preferují variantu bez ryb. Tato varianta je vhodná i z toho důvodu, že s výskytem ryb v přírodním koupacím biotopu jsou nároky na údržbu kvality vody o něco složitější.

Bylo navrženo řešení rozšířit současnou plochu požární nádrže o 1/3. Nově vzniklá plocha požární nádrže je navržena jako litorální pásmo s bio filtrem, ve kterém bude docházet k biologickému čištění vody, protože navrhovaný přírodní koupací biotop bude bez technického zařízení, neboť v okolí není možné se napojit na elektrickou síť.

Toto řešení má zvýšit biodiverzitu v nádrži a jejím okolí a očekává se opětovný výskyt chráněných živočichů. Zároveň bude zlepšen i estetický ráz místa nádrže a vytvoření odpočinkového a relaxačního místa. Revitalizovaný koupací biotop bude i nadále moci sloužit hasičům jako místo pro čerpání vody v případě požáru.

O správné fungování přírodního koupacího biotopu bude postaráno od pověřeného zaměstnance technických služeb obce

Závěrem lze konstatovat, že revitalizace požární nádrže na přírodní koupací biotop, bude mít pozitivní vliv na spousty aspektů a obec by tento projekt, i přes finanční zátěž obecního rozpočtu, měla realizovat.

9 Použitá literatura

Odborné publikace:

Broža V., 2011: Přehrady v České republice 2010: rekonstrukce, modernizace, sanace, opravy. Český přehradní výbor, Praha. ISBN 978-80-260-0789-0

Broža V., 2019: Chvála našich vodárenských nádrží budme vděční našim předchůdcům za to, že je postavili. ČESKÁ VĚDECKOTECHNICKÁ VODOHOSPODÁŘSKÁ SPOLEČNOST, z. s.

Bruchter M., 2012: Zakládáme a udržujeme ekozahradu. Grada, Praha. ISBN 978-80-24742-80-9

Doležal V., 2008: Srovnání přírodních koupališť a bazénů s upravovanou vodou. Svaz zakládání a údržby zeleně: Stavba přírodních koupališť – šance pro budoucnost. SZUZ, Brno.

Hutchinson, G.E., 1967: A treatise on limnology. Vol II. Introduction to lake biology and limnoplankton. Wiley, New York. ISBN 978-80-47142-57-0

Just T., 2009: Obnova rybníků. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha. ISBN 978-80-87051-63-4

Maršálek B., 2008: Hydrobiologické principy udržení dobré kvality vody v koupacím jezírku. Svaz zakládání a údržby zeleně: Stavba přírodních koupališť – šance pro budoucnost. SZUZ, Brno

Parris, K. M., 2016: Ecology of Urban Environments. Wiley, Great Britain. ISBN 978-14-44332-64-3

Pavlica J., 1964: Malé vodní nádrže a rybníky. Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Praha. 04-748-64

Rozkošný M., Chmelová R., David V., Trantinová M. a kol., 2015: Zaniklé rybníky v České republice: případové studie potenciálního využití území. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha. ISBN 978-80-87402-47-4.

Řehák M., 2008: Vodní rostliny ve veřejných koupalištích. Svaz zakládání a údržby zeleně: Stavba přírodních koupališť – šance pro budoucnost. SZUZ, Brno

Šálek J., 1996: Malé vodní nádrže v životním prostředí. Phare, Ostrava: VŠB – Technická univerzita. ISBN 80-707-8370-2.

Šálek J., 2001: Rybníky a účelové nádrže. VUTIUM, VUT v Brně. ISBN 80-214-1806-0

Sedlák J., 2008: Koupací jezírka. Grada, Praha. ISBN: 978-80-24725-54-3

Štefáček S., 2008: Encyklopedie vodních toků Čech, Moravy a Slezska. Baset, Praha. ISBN 978-80-7340-105-4

Vrána K., Beran J., 1998: Rybníky a účelové nádrže. Vydavatelství ČVUT, Praha. ISBN 80-01-01713-3

World commission on dams (WCD), 2000: Dams and development: a new framework for desision-making. London, Earthscan. ISBN 1-85383-798-9

Internetové zdroje:

Asociace biobazénů a jezírek, © 2024: Standardy pro plánování, stavbu a provoz koupacích jezírek a biobazénů (online) [cit. 2024.02.13.], dostupné z <<https://www.green-engineering.cz/standardy.pdf/>>.

Blanch A. & Massana A., 2013: International Journal of Hygiene and Environmental Health, © 2024: Characterization of microbial populations associated with natural swimming pools. (online) [cit. 2024.02.13.], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S143846391200051X?via%3Dihub/>>.

Bruns S. & Pepler CH., 2019: Watter Supply, © 2021: Hygienic quality of public natural swimming pools (NSP). (online) [cit. 2024.02.20.], dostupné z <<https://iwaponline.com/ws/article/19/2/365/39185/Hygienic-quality-of-public-natural-swimming-pools/>>.

Daneshgar S. & Taghizadeh M. M., 2017: EQA-International Journal of Environmental Quality, © 2017: Natural Methods of Controlling Algae Growth in Outdoor Swimming Pools. (online) [cit. 2024.02.20.], dostupné z <<https://eqa.unibo.it/article/view/7231/>>.

eAGRI, © 2021: Dotační program 129 390 „Podpora opatření na drobných vodních tocích a malých vodních nádržích – 2. etapa“ (online) [cit. 2024.03.13.], dostupné z <<https://eagri.cz/public/portal/mze/dotace/narodni-dotace/dotace-ve-vodnim-hospodarstvi/drobne-vodni-toky-a-male-vodni-nadrze/>>.

eAGRI, © 2021: Katalog opatření 2005 (online) [cit. 2024.02.13.], dostupné z <https://eagri.cz/public/web/file/37059/_34_viceucelove_madrze.pdf/>.

eAGRI, © 2021: Podpora opatření na drobných vodních tocích a malých vodních nádržích (online) [cit. 2024.03.13.],

dostupné z <<https://eagri.cz/public/portal/mze/dotace/narodni-plan-obnovy/x2-6-2-podpora-opatreni-na-drobnych/>>.

eAGRI, © 2021: Pravidla dotačního programu č. 129 390 (online) [cit. 2024.03.13.], dostupné z <https://eagri.cz/public/portal/-q309265---ZluC1IXv/pravidla-programu-129-390?_linka=a428855/>.

IUCN, © 2024: Towards Nature-based Solutions in the Mediterranean (online) [cit. 2024.02.13.] dostupné z <https://www.iucn.org/sites/default/files/2022-07/towards_nature-based_solutions_in_the_mediterranean.pdf/>.

Kolář V., Francová K., Vrba J., Boukal D., 2022: Litorální porosty rybníků jako ohrožená centra biodiverzity (online) [cit. 2024.03.15] dostupné z <<https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/litoralni-porosty-rybniku-jako-ohrozena-centra-bio.pdf>>

Koupaliště Pohoda, © 2024: Popis fungování koupacího biotopu (online) [cit. 2024.02.06.], dostupné z <<https://www.koupalispohoda.cz/popis-fungovani-koupacihobiotopu/>>.

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, © 2021: Regionální informační servis (online) [cit. 2023.06.06.], dostupné z <<https://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/561886-okna>>.

Nesládková M, Franková L., 2018: Možnosti posílení vodních zdrojů – alternativy uvažované nádrže Pěčín. Ochrana Přírody: Výzkum a dokumentace (online) [cit. 2024.02.13.] dostupné z <<https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/moznosti-posileni-vodnich-zdroju-alternativy-uvazovane-nadrze-pecin//>>.

RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČESKÉ REPUBLIKY, © 2018: Historický vývoj (online) [cit. 2023.02.16.], dostupné z <<https://www.cz-ryby.cz/produkce-ryb/historicky-vyvoj>>.

Říhová Ambrožová, J., 2006: Encyklopedie hydrobiologie (online) [cit. 2024.02.16.], dostupné z <https://vydavatelstvi-old.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.help.htm>.

USGS, ©2019: How Much Water is There on Earth? (online) [cit. 2024.02.16.], dostupné z <<https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/how-much-water-there-earth>>.

Vymazal J., ©2004: Kořenové čistírny odpadních vod. ENKI o. p. s., Třeboň (online) [cit. 2024.03.25.] dostupné z <<http://pece.zf.jcu.cz/docs/prednasky/Funkce-a-vyuziti-makrofyty-41fa21723a.pdf>>

Legislativní zdroje:

ČSN 75 2410: Malé vodní nádrže. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha. 2011. 6 s

Vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch

Zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráží, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství), v platném znění

Zákon č. 114/1992 Sb., Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny, v platném znění

Zákon č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, v platném znění

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění

10 Seznam obrázků

Obrázek 1 Vránovo (1998) dělení vodních nádrží podle přívodu vody	7
Obrázek 2 Schéma znázornění principů udržení čisté vody bez techniky (https://www.szuz.cz/UserFiles/File/Tabulka%20princip%20ciste%20vody.pdf)	19
Obrázek 3 Dělení příbřežní oblasti (Hutchinson, 1967)	24
Obrázek 4 Mapa situace (www.mapy.cz)	28
Obrázek 5 Požární nádrž v obci Okna v roce 2022 (vlastní fotografie)	30
Obrázek 6 Profil dna původní požární nádrže v Oknech (vlastní obrázek).....	32
Obrázek 7 Náčrt návrhu litorálního pásma (vlastní obrázek)	32
Obrázek 8 Kosatec žlutý (https://www.biolib.cz/cz/image/id16601/).....	33
Obrázek 9 Náčrt návrhu revitalizace.....	35

11 Seznam tabulek

Tabulka 1 Nejčastější závady u malých vodních nádrží podle Vrány (1998)	11
Tabulka 2 Přehled revitalizačních opatření na malých vodních nádržích a jejich účinky (ČSN 75 2410).....	16