

ČESKÁ ZEMĚĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



AKTUÁLNÍ EKOLOGICKÝ STAV VYBRANÝCH TŮNÍ –
PŘÍRODNÍ REZERVACE HRBÁČKOVY TŮNĚ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

Diplomant: Bc. Petr Alexander

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petr Alexander

Krajinné inženýrství
Regionální environmentální správa

Název práce

Aktuální ekologický stav vybraných tůní – přírodní rezervace Hrbáčkovy tůně

Název anglicky

Current ecological status of selected pools – natural reserve Hrbáčkovy pools

Cíle práce

1. Získat základní hydrochemické charakteristiky, definovat hydrologický režim a geografickou polohu včetně tvaru vybrané skupiny Hrbáčkových tůní (Velká Arazimova tůň, Malá Arazimova tůň, Poltruba, lesní tůň Karasí).
2. Vyhodnotit současný stav sledovaných biotopů.
3. Porovnat zjištěné výsledky s dostupnými historickými údaji a výzkumem z padesátých let do současnosti.
4. Vyhodnotit rozsah změn, pokusit se podchytit hlavní vlivy okolního prostředí a doplnit znalosti o vývoji mokřadních biotopů na sledovaném území v daném časovém horizontu. Výsledky mohou sloužit k realizaci opatření resp. návrhu managementu pro tyto biotopy, jejichž funkce v krajině je mimořádně významná.

Metodika

Identifikace lokality tůní (Velká Arazimova tůň, Malá Arazimova tůň, Poltruba, lesní tůň Karasí) dle historických mapových podkladů (Vojenské mapování, Stabilní katastr, GIS) Morfologie – poloha, tvar, pevná břehová linie. Hydrologický režim – zjistit zdroj napájení, hloubka vody a kolísání hladiny. Kvalita vody – základní fyzikálně chemické parametry vody (rozpuštěný kyslík, vodivost, pH, teplota, TN, TP). Budou použity běžné hydrochemické a hydrobiologické metody dle doporučené literatury.

Srovnání zjištěných výsledků s historickým stavem: Stav z let 1950 – 1960 – najít zdroje např. výzkumy od doc. Jaroslava Hrbáčka, prof. Bohumíra Janského-jaké parametry, vlastnosti byly vyhodnocovány, použít jako podklad pro srovnání získaných výsledků.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

poříční tůňe, hydrologický stav, vývoj mokřadních biotopů, zooplankton, litorál

Doporučené zdroje informací

- Havlíková, P., Chuman, T., & Janský, B. (2017). Comparative study of fluvial lakes in floodplains of the Elbe, Lužnice and Svatka Rivers based on hydrochemical and biological approach. *Environmental monitoring and assessment*, 189(12), 639.
- Hrbáček, J., Pechar, L., & Dufková, V. (1994). Anaerobic conditions in winter shape of the seasonal succession of Copepoda and Cladocera in pools in forested inundations. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 25(3), 1335-1336.
- Pechar, L., Hrbáček, J., Dufková, V., Komárek, J., Kroupa, M., & Papáček, M. (1988). Hydrobiologická charakteristika tůňí v nivě Horní Lužnice. *Sborník Vysoké školy zemědělské v Praze Agronomické fakulty v Českých Budějovicích, řada fyto technická*, 2, 73–84.
- Pithart, D., & Pechar, L. (1995). The stratification of pools in the alluvium of the river Lužnice. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 80(1), 61–75
- Pithart, D., Pichlová, R., Bílý, M., Hrbáček, J., Novotná, K., & Pechar, L. (2007). Spatial and temporal diversity of small shallow waters in river Lužnice floodplain. In *Shallow Lakes in a Changing World* (pp. 265-275). Springer, Dordrecht.
- Schwoerbel, J. (2016). *Methods of hydrobiology: (freshwater biology)*. Elsevier.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 29. 10. 2019

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 2. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: **Aktuální ekologický stav vybraných tůní – přírodní rezervace Hrbáčkovy tůně** vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové/závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou, a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne: 30. 3. 2020

.....
Bc. Petr Alexander

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl vyjádřit poděkování především mé vedoucí diplomové práce paní doc. RNDr. Emilii Pecharové, CSc. za odborné vedení, ochotnou spolupráci a konzultace při zpracovávání této práce včetně poskytnutí potřebné literatury.

Zároveň bych rád poděkoval panu doc. RNDr. Liborovi Pecharovi, CSc. za vstřícné jednání, konzultace a poskytnutí relevantních zdrojů a informací. Děkuji i panu Mgr. Janovi Svobodovi, za technickou podporu při zpracovávání mapových výstupů.

Poděkování patří také mé rodině za podporu a vytvoření zázemí v průběhu celého mého studia.

V Praze dne: 30. 3. 2020

.....
Bc. Petr Alexander

Abstrakt

Cílem práce je vyhodnotit současný ekologický stav skupiny Hrbáčkových tůní, které se nacházejí na levém břehu řeky Labe v přírodní rezervaci a evropsky významné lokalitě Káraný – Hrbáčkovy tůně. Komplexní posouzení celkového stavu tůní Malé a Velké Arazimovy, Poltruby a Karasí zahrnovalo sezónní sledování hydrochemických charakteristik, včetně základní analýzy obsahu dusíku a fosforu ve vodě. Zároveň bylo provedeno zaměření geografické polohy a tvaru tůní v terénu. Aktuální výsledky byly porovnány s informacemi z hydrobiologického výzkumu, který byl na těchto tůních prováděn v 50. a 60. letech 20. století týmem doc. Hrbáčka.

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že sledované tůně jsou v uspokojivém ekologickém stavu, který se značně podobá situaci, jak byla popsána v polovině minulého století. Největší riziko pro jejich další existenci představuje zazemňování, které se nejvíce projevilo na lesní tůni Karasí, která má dnes charakter jen mělké periodické tůně.

Klíčová slova

Poříční tůně, hydrologický stav, vývoj mokřadních biotopů, zooplankton, litorál

Abstract

The aim of this study is to evaluate the current ecological status of the Hrbáčkovy pools, which are located on the left bank of the Elbe River in a nature reserve, and included on a list of Europe's most significant areas Káraný - Hrbáčkovy pools. The comprehensive assessment of the overall condition of the Malé and Velké Arazimovy pools; Poltruby and Karasí respectively, included seasonal monitoring of hydrochemical characteristics, including a basic analysis of the nitrogen and phosphorus content in the water. At the same time, the geographic position and shape of the pools in the terrain were measured. The actual results were compared with information from the hydrobiological research carried out on these pools in the 1950s and 1960s by Doctor Hrbáček's team.

Based on the obtained results, it can be stated that the monitored pools are in a satisfactory ecological state, which is very similar to the situation as described in the middle of the last century. The greatest risk for their further existence is represented by the grounding - most evident in the Karasí forest pool - which today is only a shallow periodic (temporary) pool.

Keywords

River pools, hydrological status, development of wetland biotopes, zooplankton, littoral

Obsah:

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	3
3. Literární rešerše	4
3.1 Stojaté vody	4
3.2 Fluviální jezera	5
3.3 Původ a zánik fluviálních jezer.....	7
3.4 Terminologie a typologie aluviálních vod	8
3.5 Dosavadní poznatky	10
4. Charakteristika sledovaného území	13
4.1 Přírodní rezervace a evropsky významná lokalita - Káraný - Hrbáčkovy tůň	13
4.2 Geologie území a poloha tůní	14
5. Metodika	15
5.1 Identifikace geografické polohy, morfologie	15
5.2 Hydrologický režim - sledování kolísání hladiny a měření hloubky vody ...	16
5.3 Kvalita vody	17
5.3.1 Odběr vzorků vody pro získání základních fyzikálně chemických parametrů vody	17
5.3.2 Odběr vzorků vody pro stanovení alkality, určení koncentrací forem dusíku a fosforu.....	17
5.4 Odběr zooplanktonu	20
6. Výsledky	21
6.1 Identifikace lokality, geografická poloha a tvar tůní dle historických a současných podkladů.....	21
6.1.1 Malá a Velká Arazimova tůň.....	21
6.1.2 Tůň Poltruba	22
6.1.3 Lesní tůň Karasí.....	25
6.2 Hydrologický režim a fyzikálně chemické parametry vody	26
6.2.1 Malá a Velká Arazimova tůň.....	26
6.2.2 Tůň Poltruba	29
6.2.3 Lesní tůň Karasí.....	30
6.3 Vertikální zonace fyzikálně chemických parametrů.....	32
6.4 Celková charakteristika úživnosti (míra eutrofizace)	33
7. Diskuse.....	35
7.1 Historická rekapitulace vývoje a stáří tůní.....	35
7.2 Chemismus vody v tůních.....	36
7.3 Obecný návrh managementu pro mokřadní biotopy	37
7.4 Konkrétní návrh managementu sledované skupiny tůní.....	38
8. Závěr a přínos práce.....	41
9. Přehled literatury a použitých zdrojů.....	43
9.1 Odborné publikace	43
9.2 Legislativní zdroje.....	47
9.3 Internetové zdroje.....	47
10. Přílohy.....	48

1. Úvod

O významu a důležitosti funkcí mokřadních biotopů v krajině vypovídá skutečnost, že v současnosti je těmto biotopům věnována pozornost nejen ze strany orgánů ochrany přírody a životního prostředí, odborníků v oblasti vodního hospodářství, ale patrný je i stoupající zájem širší veřejnosti.

Postupný úbytek přirozených mokřadů, negativní změny v ekologickém stavu, vedoucí často k jejich ohrožení či úplnému zániku dovedl odborníky a výzkumné pracovníky ke kolektivní spolupráci s politiky na mezinárodní úrovni. Společný dialog při hledání vhodného řešení vyústila k dojednání celosvětové ochrany mokřadů prostřednictvím „Ramsarské úmluvy“, uzavřené 2.2. 1971 ve městě Ramsar v Íránu. Hlavním předmětem úmluvy je ochrana ekologických funkcí mokřadů, stanovišť typických organismů (zejména vodního ptactva) a krajinných celků s vysokou kulturní, vědeckou, hospodářskou a rekreační funkcí. Česká republika je signatářem Ramsarské úmluvy. Na státní úrovni je ochrana mokřadů řešena především zákonem 114/1992 sb. o ochraně přírody a krajiny.

V České republice (dříve v Československu) byly mokřadní ekosystémy předmětem výzkumu i ochrany už od 50. let minulého století. Jako příklad lze uvést vyhlášení NPR Řežabinec v roce 1949. Vodní a mokřadní biotopy, zejména aluviální tůně a rybníky, se staly významnými lokalitami také pro ekologický výzkum. Tento výzkum přispěl k dalšímu rozšíření ochrany mokřadů o velkoplošně chráněná území, např. CHKO Třeboňsko (1979) či CHKO Podyjí (1991).

Soustava mokřadních biotopů území středního Polabí, je tvořena především odstavnými rameny bývalých labských meandrů a aluviálními tůněmi. Historie výzkumu těchto lokalit je jedním z důvodů, proč jsou dnes součástí přírodní rezervace a evropsky významné lokality Káraný – Hrbáčkovy tůně. Toto zvláště chráněné území je pojmenováno po doc. RNDr. Jaroslavu Hrbáčkovi, CSc., který patřil k předním českým limnologům a zoologům a výrazně přispěl k rozvoji poválečné československé limnologie. Jaroslav Hrbáček společně s hydrobiologem doc. Janem Lellákem a ichtyologem doc. Otou Olivou na hydrobiologickém oddělení PŘF UK v Praze vybudovali tým spolupracovníků různých specializací a ten se orientoval na komplexní hydrobiologický a ichtyologický výzkum polabských tůní u Čelákovíc (dnešních tůní v přírodní rezervaci Káraný - Hrbáčkovy tůně). Na hrázi tůně Poltruby (obr. č. 1) si v 50. letech minulého století zařídili terénní stanici vybavenou pro biologické i chemické analýzy (Vrba a Rulík 2017), což byl v té době značně ojedinělý přístup ve výzkumu.



Obr. č. 1. Tůň Poltruba, pohled z jižní strany, září 2019 (Alexander 2019)

Sledování tůní, které jsem provedl v roce 2019 bylo vymezeno možnostmi danými v rámci diplomové práce. Představuje tak základní popis současného stavu a umožňuje některá dílčí srovnání s výsledky výzkumu, který proběhl před více jak 70 lety. I přes tato omezení je zřejmé, že k hodnocení ekologického stavu chráněných lokalit je hodnocení jejich vývoje v čase velmi důležité.

2. Cíle práce

Diplomová práce se zabývá problematikou malých vodních útvarů - tůní v aluviu Labe, které jsou označovány jako Hrbáčkovy tůně. Jedná se o lokality, jejichž studium v polovině 20. století přineslo významné objevy. Poznání procesů, jak je plankton ovlivňován rybí obsádkou, ovlivnilo limnologický výzkum (Hrbáček 1962) a je aktuální i v současnosti (Lurning 2013). V naší krajině aluviální systémy tůní a pořičních jezer jsou nejstarší biotopy stojatých vod (Pechar a kol. 1996). Existenci tůní lze v některých oblastech doložit po dobu více než 100 let. Informace o tom, jak se tůně změnily v delším časovém období, tak mohou přinést důležité informace o vývoji environmentálních podmínek. Z těchto úvah vychází zadání cílů diplomové práce:

- Získat základní charakteristiky vybrané skupiny Hrbáčkových tůní (Velká Arazimova tůň, Malá Arazimova tůň, tůň Poltruba, lesní tůň Karasí), definovat geografickou polohu a morfologii, získat základní hydrochemické útvary.
- Vyhodnotit současný stav sledovaných biotopů, porovnat zjištěné výsledky s dostupnými historickými údaji a výzkumem z padesátých let minulého století do současnosti.
- Vyhodnotit rozsah změn, pokusit se podchytit hlavní vlivy okolního prostředí a doplnit znalosti o vývoji mokřadních biotopů na sledovaném území v daném časovém horizontu. Výsledky mohou sloužit k realizaci opatření, resp. k návrhu managementu pro biotopy, jejichž funkce v krajině je mimořádně významná.

3. Literární rešerše

3.1 Stojaté vody

Každý ekosystém včetně intenzivně využívané krajiny nutně potřebuje vodu, látku, na které je závislý život ve všech jeho formách (Vlasáková 2017). Ekosystémy stojatých vod jsou významnou složkou v krajinné struktuře a mají významné funkce v hydrologickém režimu krajiny. Spurný a kol. (2015) rozdělují vodní útvary stojatých vod do dvou základních kategorií, a to na přirozená a umělá jezera. Mezi přirozená jezera řadíme vodní útvary různorodého původu, například jsou to ledovcová, tektonická, pobřežní, vulkanická, krasová či jezera poříční. Šobr a kol. (2012) uvádějí, že mnoho typů přirozených stojatých vod nalezneme v nivách řek. Jedná se především o mrtvá ramena, meandry a tůňe představující cenné biotopy, a jak konstatují Hrdinka a kol. (2003) nacházejí se často v chráněných územích. Zastupují velmi vzácné přírodní útvary, které na svou důležitost upozorňují především v souvislosti s posílením ekologické stability, zachováním různorodých biotopů, udržením druhové rozmanitosti a geobiocenóz.

Jánský (2003) poukazuje na významné odlišnosti mezi hlubokými a mělkými stojatými vodami. U hlubokých stojatých vod nemá zpravidla velký vliv povrchové vlnění vody na jejich dno. Břehové porosty vodních rostlin dosahují jen do malých hloubek podél břehů a tvoří litorální pásmo. V zónách největších hloubek je patrná absence vodní vegetace. Vlivy atmosférických činitelů, v interakci s fyzikálními vlastnostmi vody, mají v hlubokých jezerech jiné důsledky, než v jezerech mělkých. Zatímco hluboká jezera mírného klimatického pásu mají tendenci v zimě a v létě vytvářet stabilní teplotní stratifikaci, mělká jezera jsou průběžně promíchávána a stratifikují se jen krátkodobě. To je spolu s rozdílnými světelnými podmínkami hlavní příčinou zřetelné odlišnosti v zastoupení jednotlivých složek vodních biocenóz. Z uvedených rozdílů Janský (2003) doporučuje vymezení klasifikaci stojatých vod, resp. jezer do dvou kategorií, a to jezera mělká a jezera hluboká. Tomuto přístupu odpovídá i klasifikace vodního útvaru jezero, podle Rámcové směrnice vodní politiky ES 2000/60/ES.

Také další environmentální podmínky zejména lokální geografické a klimatické poměry významně určují charakter stojatých vod (Spurný a kol. 2015). Z biologického hlediska v souvislosti s množstvím živin, obsahem organických látek a koncentrací biomasy ve vodě jsou jezera rozlišena jako oligotrofní, eutrofní nebo dystrofní. Vzhledem k vertikálnímu pohybu vody je členíme na holomiktní,

ve kterých se voda promíchává v celém vodním sloupci a meromiktní s výměnou vody do určité hloubky (Hrdinka a kol. 2003).

Neméně důležitou roli plní v přírodě i vodní plochy vznikající činností člověka, tzv. umělá jezera. V našich podmínkách jsou to například přehradní nádrže, hráze a rybníky (Spurný a kol. 2015). Pro naši zemi mají v souvislosti s nízkým počtem jezer přirozeného původu značný význam, ať už z hlediska ochrany přírody a krajiny, tak z hlediska vodohospodářského využití či rekreaci. Především antropogenní jezera, vznikající v post těžební krajině vytvářejí postupem času vzácné biotopy, které je nutné udržovat pro nastupující generace (Jánský 2003).

Z obecného pohledu lze heterogenní prostředí stojatých vod rozdělit na mnoho habitatů se specifickými biocenózami, z nichž jeden z nejdůležitějších je volný vodní sloupec, běžně pojmenováván jako pelagiál. V pelagiálu se vyskytují zejména společenstva planktonu a nektonu. Za plankton považujeme „vznášející“ se organizmy, které nejsou schopny překonávat silnější proudění vody a lze ho rozdělit do dvou základních složek, na fytoplankton a zooplankton. Větší druhy živočichů, kteří jsou schopni aktivního pohybu a pláváním překonávají vodní proud tvoří nekton (Lellák a Kubíček 1992).

Dnová oblast stojatých vod se označuje jako bentál, který tvoří tři pásma: litorál - mělké, příbřežní prosvětlené pásmo, sublitorál - přechodná zóna a profundál - hluboké pásmo dna, kde se vyrovnává fotosyntéza s dýcháním (Říhová Ambrožová 2007).

3.2 Fluviální jezera

Jezera fluviálního charakteru se nacházejí v říčních nivách mnoha světových vodních toků. Jsou přirozenou součástí ekosystémů říční krajiny, z pohledu biologické rozmanitosti zastupují velmi bohaté biotopy a v nivě plní funkci zadržení vody při jejím zaplavení i zásobu vody v období sucha (Moss 2009).

V přírodních aluviích se rozvíjejí velice dynamické a proměnlivé ekosystémové celky, které zahrnují ekosystémy lotické i lentické, semiterestrické či nejčastěji se vyskytující terestrické ekosystémy. Hlavní procesy, které tyto ekosystémy usměrňují a z nichž vznikají jejich ekosystémové přínosy, jsou koloběh vody a živin (Pithart 2017).

Vodní režim je základním faktorem určujícím vlastnosti pořičních jezer, jejich časovou i prostorovou dynamiku a funkci. Současně má vliv na výskyt specifických společenstev, vzácných druhů rostlin i živočichů a dalších mikroorganismů. Zásadně

ovlivňuje chemismus a fyzikální vlastnosti vody, vytváří morfologii vodních toků a přilehlého území, zpomaluje povrchový i podpovrchový odtok a zajišťuje akumulaci organické hmoty včetně koloběhu živin. Zdrojem vody fluviálních jezer mohou být atmosférické srážky, povrchový přítok včetně zaplavení a podzemní infiltrace aluviálními sedimenty. Výstupem je obvykle výpar, povrchový odtok či podpovrchové prosakování vody do podzemních vod (Brom a Pokorný 2017). Podzemní vody v říční nivě pak určují výšku hladiny aluviálních vod, které jsou často hydrologicky spojeny s hladinou vody v přilehlém vodním toku (Hrdinka a kol. 2003).

Přilehlý aktivní tok a jeho hydrodynamické účinky výrazně ovlivňují nivní ekosystémy. Především v nástupové fázi povodňových záplav, ve které tok opouští své koryto, voda zaplavuje a proplachuje zemské deprese, odnáší drobné minerální částice, organické zbytky, plovoucí či lehce kořenující makrofyty a způsobuje výměnu planktonních společenstev včetně změny chemismu vody. Řeka se tak podílí na vývoji, zavodnění i omlazení aluviálních jezer a podporuje jejich relativně dlouhou existenci. Tyto procesy jsou však závislé na prostorovém vztahu říčního koryta a členitosti terénu, který nesmí bránit průtoku a zaplavení nivy vodou. V případě reliéfu, který omezuje volný rozliv, a proplach není tak razantní, dochází často k nerovnoměrnému usazování materiálu, eutrofizaci a postupnému zazemňování. Dynamika vodního toku tak má významný vliv na tvar, hloubku a životnost fluviálních jezer (Pithart a kol. 2003).

Život v aluviálních vodách je v mnoha ohledech závislý i na interakci vodního prostředí s břehovou vegetací. Pobřežní porosty nepřetržitým zastíněním a vnosem organického materiálu mají vliv na přísun živin, kyslíkový režim, chemismus, osídlení makrofytní vegetací, přítomnost ryb a strukturu planktonního společenstva (Pithart a kol. 2003). Významnější vliv pobřežní vegetace se projevuje u menších aluviálních vod v souvislosti s tím, že zastiňuje značnou část vodní hladiny, stín snižuje proces fotosyntézy a tím produkci kyslíku, který je ještě navíc spotřebováván při rozkladu opadaného listí a mrtvých dřevin. Deficit kyslíku způsobuje úhyn ryb a filtrující zooplankton je závislý na převážně bakteriální potravě. Břehovou vegetací zastíněné a před větrem chráněné malé vodní plochy, kdy vodní sloupec není příliš promícháván větrem, stratifikují, hladina často porůstá okřehky (*Lemna spp.*), které zamezují přístupu světla, omezují výměnu plynů, zesilují hromadění sirovodíku ve vodním sloupci a planktonní společenstvo pod okřehkem je druhově chudé (Dvořák a Pechar 2000).

3.3 Původ a zánik fluviálních jezer

Dva základní předpoklady, které jsou nezbytné pro vznik a následné trvání jezer, je existence prohlubně na zemském povrchu, která je zcela nebo částečně zaplněna vodou, a to buď trvale, nebo přinejmenším dočasně (Jánský 2003).

Existenci fluviálních vod potvrzuje vývoj říčních koryt v minulosti, a to převážně ve středních a dolních oblastech vodních toků. V pramenných horních úsecích toků, ve kterých dochází k zahlubování koryt a odvádění splavenin rychle tekoucí vodou, v nižších oblastech se toky zpomalují, řeky vytvářejí říční nivou, zanechávají naplavený materiál, vodní koryta se přemísťují, mění tvar, vytvářejí koryta nová a meandrují. Některé vzniklé meandry se v průběhu dalšího vývoje oddělují, zůstávají mimo hlavní proud vodního toku a vytvářejí poříční jezera. Jezera fluviálního charakteru mohou také vznikat při rozsáhlých povodních, a to rozlivem vody při vyšších průtocích a jejím následným nahromaděním v zemských depresích (Hrdinka a kol. 2003) či zvednutím hladiny spodní vody v říční krajině v průběhu vydatných dešťů (Šobr a kol. 2012). Specifická situace nastává v případě vzniku průtočného jezera přímo v oblasti vodního koryta za terénní nerovností, a to při rychlé změně geologické skladby podloží či v úsecích náhlé změny spádu koryta (Hrdinka a kol. 2003).

V České republice se poříční jezera nacházejí především v blízkosti vodních toků, např. podél řeky Labe, Moravy, Dyje, Lužnice a Odry, a jsou u nás nejpočetnějším typem přírodních jezer. Charakteristická fluviální jezera nalezneme mimo jiné v přírodní rezervaci Káraný - Hrbáčkovy tůně, jsou tvořena soustavou oddělených říčních meandrů v rozdílné fázi zazemnění, mají několik větších vodních ploch, které obsahují v podstatě čistou vodu výrazně neovlivněnou eutrofizací obklopenou rákosinami a vzrostlými stromy (Hrdinka a kol. 2003).

K zániku fluviálních jezer dochází v říčních nivách především usazováním sedimentu, zarůstáním makrofytní vegetací a přerostlých dřevin, popřípadě antropogenní činností člověka. Na nepříznivé zanášení sedimentem má vliv poloha jezera vůči sedimentaci vznikající povodněmi, množství sedimentu, který tok unáší a míra propojení s hlavním tokem (Šobr a kol. 2012).

Ztráta konektivity hlavního toku s říční nivou, způsobenou napřimováním a zkracováním vodních koryt omezuje sycení vodou pouze na infiltraci aluviem a z toho vyplývající zvýšenou tendenci k vysychání. Napřimené a upravené toky totiž méně komunikují s nivou, umocňují dnovou erozi na úkor eroze břehů koryta, zrychlují průtoky vody, omezují pravidelné i povodňové rozlivy a tím negativně

ovlivňují schopnost aluviálních ekosystémů doplňovat podzemní vody, jejíž hladina nezávisí pouze na dešťových vodách, ale také na celkové dynamice odtoku vody z krajiny (Pithart 2017).

Na ohrožení existence fluviálních vod má také negativní vliv aplikace hnojiv na zemědělských pozemcích a půdní eroze (Čížková a Květ 2017).

V minulosti byla suchozemská niva porostlá především lužními lesy, které byly člověkem v období kolonizace na mnoha místech nahrazeny ornou půdou, hospodářskými lesy či zástavbou. V takto narušených částech niv už ekosystémové procesy charakteristické pro přirozené nivy většinou neprobíhají (Pithart 2017) a nežádoucí důsledky nadměrného přísunu živin se projevují především v rychlém růstu submerzních a emerzních rostlin, které postupem času mohou v závislosti na ploše a hloubce vody způsobit rychlé zarůstání niv a zazemňování vodních útvarů (Čížková a kol. 2017). Dalším nepříznivým faktorem jsou měnící se klimatické podmínky - nevelké množství sněhu v horských polohách není schopno zajistit plošný jarní rozliv, důležitý pro zavodňování aluviálních mokřadů (Pithart 2017).

3.4 Terminologie a typologie aluviálních vod

Geologický substrát, který vytváří říční nivu nazýváme aluviem. Jedná se o souvrství říčních sedimentů - štěrků, hlín a písků, které společně s organickou hmotou z nivní vegetace dávají vzniknout aluviálním půdám (Pithart 2017).

Odborné názvosloví aluviálních vod je komplikované a nejednoznačné. Mnohdy jsou pojmy zaměňovány či nepřesně přeloženy ze zahraničních zdrojů. Příčinou je jejich nejasný a různorodý původ, jejich prostorová a časová dynamika i možnost přechodu od jednoho druhu v odlišný (Šobr a kol. 2012). Někteří autoři používají komplexní termín aluviální jezera, mnoho autorů však v terminologii rozlišuje odstavená říční ramena, aluviální jezera a tůně (Štěrbá 2008).

Odstavená říční ramena jsou důsledkem změn trasy aktivního koryta, kdy vydatný průtok vody prorazí šíji meandru. Zprvu slepá říční ramena propojena jedním koncem s hlavním tokem se postupem času zcela oddělí a mění se v ramena mrtvá, která při standardních průtocích nekomunikují s aktivním korytem. Následná remodelace odstavných říčních ramen a plochy říční nivy erozí či akumulační aktivitou při silných průtocích, kdy se voda rozlévá z hlavního koryta a dává vzniknout aluviálním jezerům a tůním (Pithart 2017). Dle doby zavodnění lze rozdělit na stále zavodněné a periodické. Dočasně zvodnělé tůně pak lze rozlišit na periodické tůně jarní, vznikající v zaplavovaném území vodních toků při zvýšených průtocích způsobených tajícím sněhem v jarních měsících, a letní

periodické tůně, které se zavodňují v období intenzivních letních dešťů (Pithart a kol. 2003).

Husák a Květ (2000) upozorňují na dva nejvíce používané názvy - tůně a říční ramena, které stručně definují takto:

- *Tůně* jako přirozené malé vodní nádrže, trvalé nebo periodické, které vznikají především vířivou činností vody při povodních, popř. z bývalých mrtvých ramen řek a jsou součástí ploché říční nivy v zaplavovaných loukách nebo v lužních lesích, osídlené specifickými živočichy a rostlinami
- *Říční ramena* jsou nebo byla součástí vodního toku, jedná se o mrtvá, stará ramena, zaplavována pouze při povodních, ramena funkční průtočná nebo slepá, neprůtočná ramena napojena na vodní tok pouze jedním koncem

Podobně klasifikují vodní útvary v říční nivě do dvou základních pojmů dle morfologických vlastností Pechar a kol. (1996):

- *Mrtvá ramena* protáhlého tvaru - jako pozůstatky bývalých meandrů vodních toků, u kterých délka mnohonásobně přesahuje šířku
- *Tůně* - kruhové či oválné, se srovnatelnou délkou a šířkou a dle jejich hloubky je ještě rozdělují na relativně mělké o maximální hloubce do 1m a na relativně hluboké

Just a kol. (2005) typově rozlišují vodní a mokřadní biotopy, které vznikly překládáním meandrujícího aktivního koryta a působením povodňových proudů takto:

- *Vedlejší rameno* - průtočné rameno se souběžnou polohou s hlavním tokem
- *Staré rameno* - neprůtočné rameno jednostranně spojené s hlavním tokem, na které má vliv výška hladiny aktivního koryta
- *Mrtvé (odstavené) rameno* - neprůtočné, komunikující s hlavním tokem pouze prosakující vodou
- *Mrtvé (odstavené) rameno oddělené hrázemi* - bez jakékoliv komunikace podzemní a povodňové vody s hlavním tokem - rychle se zazemňující a zarůstající
- *Tůně* - terénní prohlubně vzniklé v nivě při povodních lokálním vymíláním silným povodňovým proudem
- *Periodické tůně* - zavodněné pouze v některých měsících v průběhu roku

Květ a Čížková (2017) ještě poukazují na typ vodního útvaru „pobřežní mokřad“, s kterými se setkáváme na rozhraní mezi stojatou vodou a souší a jsou příkladem ekotonů, resp. lentických či lenitických ekotonů, což v limnologické

terminologii vyjadřuje litorální pásmo, jednodušeji litorál. Tyto mokřady se velmi často vyznačují rozmanitostí a hojností zdrojů a specifickou kombinací podmínek pro život. Výsledkem je velká rozmanitost charakteristického druhového složení rostlin a živočichů.

Z citovaných charakteristik je patrné, že není jednoduché nalézt vymezující hranici mezi aluviálním jezerem a mrtvým ramenem, mrtvým ramenem a tůní, tůní zvodnělou, vysychavou či pouhou lesní kaluží (Pithart 2000).

3.5 Dosavadní poznatky

Vodní ekosystémy v říční nivě jsou trojího charakteru:

- Ekosystémy vlastního toku
- Ekosystémy stojatých vod - tůně a mrtvá ramena
- Podzemní vody

Všechny tři typy ekosystémů jsou vzájemně propojeny - hlavní tok řeky je s podzemními a ostatními stojatými vodami nacházejícími se v nivě provázán průsakem vody propustnými sedimenty - aluviem (Pithart a kol. 2003).

Tato síť vzájemně propojených a interagujících ekosystémů proměnlivých v čase a prostoru v souvislosti s kolísáním průtoků, výškou hladiny a zaplavováním má významný vliv na vysokou biodiverzitu říčních a aluviálních mokřadů. Typickým pro mokřadní biotopy je vysoký počet druhů bezobratlých mnoha taxonomických skupin včetně vířníků, hlístic, roztočů ploštěnek, pijavek, koryšů, žábronožek, lupenonožců, lasturnatek a buchaneč. Také vodní hmyz je zastoupen bohatou rozmanitostí taxonomických skupin, především řády vážky, jepice, pošvatky, brouků a chrostíků (Pithart a kol. 2007).

Pro bohatost a druhovou rozmanitost organismů ve vodním prostředí je často limitujícím faktorem rozpuštěný kyslík, který i značně ovlivňuje většinu biochemických procesů. Jeho množství ve vodě závisí na atmosférickém tlaku, kvantitě rozpuštěných látek, teplotě vody, na asimilaci vodních rostlin a na dýchání všech organismů. Čím více je biotop na vodní organismy bohatší, tím je v průběhu dne výraznější kolísání kyslíku a rozdílů v nasycení vody u hladiny a u dna – horní vrstvy vodního sloupce jsou většinou kyslíkem přesycené, spodní dnové vrstvy vykazují kyslíkový deficit (Spurný a kol. 2015). Na kyslíkový režim u menších vodních útvarů např. u mrtvých ramen či tůní, má vliv i interakce s terestrickými ekosystémy, zejména s břehovou vegetací, která vnosem a následným rozkladem opadaného listí spotřebovává kyslík a zastíněním vodní hladiny omezuje fotosyntézu, která kyslík produkuje. U silně zastíněných tůní okolní vegetací

tak může být kyslík v zimním období, kdy je hladina pokryta ledem a vrstvou sněhu vyčerpán až k nulovým koncentracím (Dvořák a Pechar 2000). Určení obsahu kyslíku ve vodě je společně s teplotou nejvýznamnějším ukazatelem pro charakteristiku vodní nádrže. Stejně důležitý jako kyslík je i kysličník uhličitý, který je jednou z výchozích látek pro fotosyntézu (Schubert a Lellák 1973).

Na fyzikálně-chemický režim vody má podstatný vliv aktivní reakce vody (pH), která je podmíněna množstvím vodíkových a hydroxylových iontů. Kyselost vody, tedy nízké pH způsobuje nadbytek vodíkových iontů, zásaditost je příčinou nadměrného množství hydroxylových iontů. Nízkým pH se vyznačuje vodní prostředí, ve kterém dochází k dekompozici organických látek a které obsahuje malé množství vápníku. Zvýšené pH je velice často způsobeno intenzivní fotosyntézou vodních rostlin, sinic a řas (Spurný a kol. 2015).

Zvyšování obsahu živin ve stojatých vodách je příčinou eutrofizace. Důsledkem je spuštění souboru přírodních i uměle vyvolaných procesů, které znamenají zvýšení biologické produkce. Přírodní přísun živin je zajištěn uvolňováním dusíku a fosforu z půdy, sedimentů a odumřelých vodních organismů, oproti tomu intenzivní zemědělská výroba a vysoká produkce komunálních odpadů a odpadů fekálního typu způsobují uměle zvýšenou eutrofizaci (Kočí a kol. 2000).

Problémy s nežádoucí vysokou eutrofizací se projevují především tam, kde se mění vlastnosti vody z hlediska jejího využití jako zdroje pro společnost - zhoršuje se její kvalita, vzrůstají ekonomické náklady na její čištění a úpravu, a je omezována možnost rekreačního využití. Oproti tomu jsou tůně často jen málo ovlivněné antropogenní eutrofizací. Trofický stav přirozených tůní je dán především jejich vlastními podmínkami, které s podmínkami v nivě řek vyvolávají stav přirozeně zvýšené eutrofizace (Pechar a kol. 1988, Pechar a kol. 1996).

Nadměrný obsah živin je považován za nežádoucí - eutrofní vody jsou sice vysoce produktivní, ale podmínky v jejich prostředí vyhovují jen omezené škále organismů, to znamená, že pokud stoupá produktivita či rozvoj biomasy, způsobené nadměrným přísunem živin, klesá biodiverzita (Kočí a kol. 2000). Hlavními projevy silné eutrofizace jsou masivní rozvoj fytoplanktonu a vodního květu sinic společně s výrazným kolísáním koncentrace rozpuštěného kyslíku a hodnot pH, což má za důsledek destabilizační změny v ekosystémech (Pechar 2015).

Existence tůní jako přirozeného biotopu stojatých vod je omezena na neregulované úseky řek, jako je např. horní Lužnice, nebo nížinné nivy, kde tůně a mrtvá ramena zůstaly zachovány i po regulaci řeky, např. Labe (Mňuk a kol. 2018).

Mechanismus jejich vzniku závisí na hydrologických podmínkách, konfiguraci terénu a na geologii nivních sedimentů. V nivě přirozeně meandrujícího toku je systém tůní a mrtvých ramen proměnlivý. Tůně zarůstají, zazemňují se, ale také nové mohou vznikat, např. odškrcením meandru. Dobu, po kterou si lokalita zachovává svůj tvar a charakter, lze obtížně zjistit. Právě podmínky, které určují stabilitu a trvání existence jednotlivých tůní, jsou klíčové pro management těchto lokalit (Černý 1994).

4. Charakteristika sledovaného území

4.1 Přírodní rezervace a evropsky významná lokalita - Káraný - Hrbáčkovy tůně

Přírodní rezervace Káraný - Hrbáčkovy tůně se nachází v okrese Praha - východ v katastrálních územích Káraný a Sedlčánky a v okrese Nymburk v katastrálních územích Lysá nad Labem a Přerov nad Labem. Zájmové území bylo vyhlášeno přírodní rezervací nařízením Středočeského kraje č. 13/2014 (ze dne 11.8. 2014 o zřízení přírodní rezervace Káraný – Hrbáčkovy tůně) a její celková výměra činí 337 ha. Jak vyplývá z ustanovení tohoto nařízení, předmětné území bylo v minulosti již chráněno, a to jako přírodní rezervace Lipovka - Grado (nařízení Okresního úřadu Praha - východ č. 3/1999 ze dne 3. 9. 1999 o zřízení přírodní rezervace „Lipovka - Grado“), respektive jako chráněný přírodní výtvar Hrbáčkovy tůně (vyhláška Okresního národního výboru Praha-východ ze dne 24. 6. 1988, vyhláška Okresního národního výboru Nymburk ze dne 23. 6. 1989, kterými se určuje chráněný přírodní výtvar Hrbáčkovy tůně). Vymezení předmětu ochrany přírodní rezervace řeší čl. 1. v nařízení Středočeského kraje č. 13/2014 a to následujícím výčtem:

- stanoviště přirozených eutrofních vodních nádrží
- nivní louky říčních údolí
- extenzivní sečené louky nížin až podhůří
- otevřené trávníky kontinentálních dun s paličkovcem a psinečkem
- zásaditých slatinišť
- dubohabřiny
- smíšené jasanovo - olšové lužní lesy
- smíšené lužní lesy s dubem letním, jilmem vazem, jilmem habrolistým, jasanem ztepilým

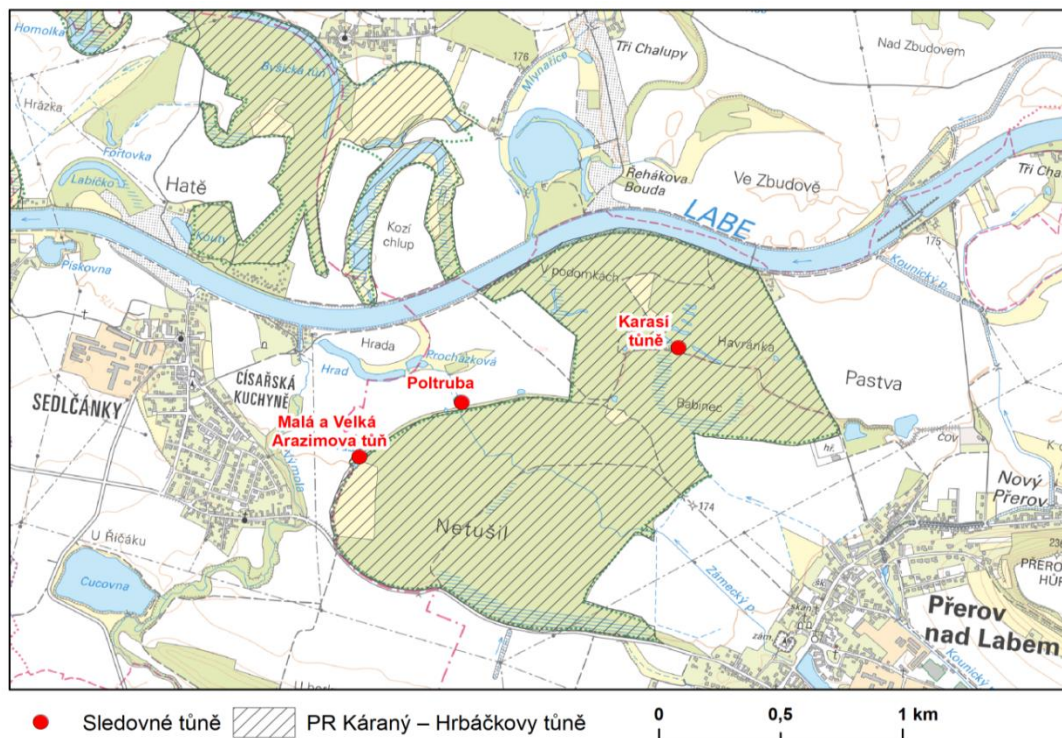
Dalším důvodem ochrany je výskyt populace čolka velkého a roháče obecného.

V zájmovém území dochází k překryvu přírodní rezervace s evropsky významnou lokalitou - Káraný Hrbáčkovy tůně. V rámci soustavy Natura 2000 byla tato lokalita vyhlášena nařízením vlády č. 132/2005 Sb., (kterým se stanovil národní seznam evropsky významných lokalit) a nařízením vlády č. 318/2013 Sb. (o stanovení národního seznamu evropsky významných lokalit) s kódem lokality CZ0214007.

4.2 Geologie území a poloha tůň

Zájmové území je v soustavě Česká tabule, celku Středolabská tabule. Povrch území tvoří písčité až jílovité hlíny labské nivy a šterkopísky až písky nižších teras. Podloží je tvořeno ordovickými břidlicemi, na které jsou navrstveny holocenní říční usazeniny - svrchnokřídové vápnité a písčité jílovce a pískovce. Hladina podzemní vody není hluboko, pohybuje se v rozmezí 30 - 70 cm (Chochel a kol. 2010).

Sledované tůně se nacházejí podél levého břehu vodního toku Labe. Arazimovy tůně (Velká i Malá) a lesní tůň Karasí jsou součástí zvláště chráněného území Káraný - Hrbáčkovy tůně, na rozdíl od tůně Poltruba, která se nachází na jeho hranici. Tůň Karasí, resp. celá soustava lesních tůň se rozprostírá ve smíšeném lužním lese Netušil, Arazimovy tůně s tůň Poltruba leží v jeho těsné blízkosti (obr. č. 2).



Obr. č. 2: Zájmové území, poloha sledovaných tůň (Alexander 2020).

5. Metodika

Na podzim roku 2018 jsem provedl první kontrolu zájmové oblasti v přírodní rezervaci Káraný - Hrbáčkovy tůně v Polabí. Dle dostupných mapových podkladů jsem podél levého břehu řeky Labe provedl identifikaci a fotodokumentaci aktuálního stavu. Následně jsem na základě poznatků z terénu a po konzultaci s vedoucí práce určil čtyři tůně (Velká a Malá Arazimova tůň, tůň Poltruba a lesní tůň Karasí) pro podrobné sezónní sledování. Během roku 2019 jsem provedl celkem 11 kontrol lokalit přibližně v měsíčních intervalech, při kterých byly měřeny hlavní parametry kvality in situ. V rámci těchto odběrů byly 29. ledna, 12. července a 6. prosince odebrány také vzorky na podrobnější chemický rozbor. Údaje o morfologii tůní jsem zjišťoval pozemním zaměřením 9. srpna a leteckým snímkováním 15. října 2019.

5.1 Identifikace geografické polohy, morfologie

K vymezení polohy, tvaru a určení pevné břehové linie sledovaných tůní jsem v srpnu 2019 použil navigaci GARMIN Trex touch 25. Dotčené tůně jsem krokoval do vzdálenosti 1 metr od břehové linie a nedostupná místa zarostlá břehovou vegetací maximálně 2 - 3 m od břehu. GNSS přijímač zaznamenával v průběhu krokování každé 3 sekundy aktuální polohu. U lesních tůní Karasí jsem nejprve vyznačil celou lokalitu této soustavy a následně obvod konkrétní sledované tůně. Po nahrání dat z navigace do počítače byly polohy bodů z těchto tras vyexportovány do formátu GPX přes software „GARMIN Base Camp“. Tyto body bylo následně možné vizualizovat v softwaru ArcMap a vytvořit z nich linie použité v mapových výstupech.

15. října 2019 jsem z důvodů získání dalších podkladů pro určení aktuální polohy a tvaru Arazimových tůní a tůně Poltruba provedl s kolegou Zdeňkem Prokopem bezpilotní letecké snímkování (UAV) s použitím letounu DJI Phantom 3 Advanced z výšky přibližně 60 - 70m nad terénem. Ze snímků byly následně pomocí softwaru Agisoft PhotoScan Professional vytvořeny georeferencované mozaiky, které sloužily k vymezení břehové linie a jako podkladové vrstvy mapových výstupů. U lesní tůně Karasí nebylo možné letecké snímkování provést z důvodu přítomnosti vzrostlých dřevin v celém jejím okolí.

Pro znázornění vývoje morfologických charakteristik sledovaných tůní byly do uvedených mapových výstupů vloženy historické podklady - hranice parcel z map Stablního katastru (URL 1), mapy III. vojenského mapování (URL1) a zimní letecké snímky (URL 2). Zároveň byly zjištěné údaje o současné poloze, tvaru

a rozloze porovnány i s daty z aktuální mapy katastru nemovitostí (URL 1), Základní mapy České republiky 1:10 000 (URL 1) a s břehovou linií vymezenou Hrbáčkem (1966) při podrobném morfometrickém zaměření tůní. Pro možnost použití půdorysů zakreslených Hrbáčkem (1966) byly břehové linie Arazimových tůní a tůně Poltruba převedeny do digitální podoby. Obrázky byly oskenovány a nahrány do softwaru ArcMap 10.5 s informací o měřítku tak, aby vzdálenosti v pixelech odpovídaly měřítku půdorysů. Následně byla srovnána orientace světových stran a ruční vektorizací vytýčeny historické hranice tůní. Získané podklady byly doplněny o břehové linie vytvořené z UAV snímků, GNSS měření a byl proveden mapový výstup.

5.2 Hydrologický režim - sledování kolísání hladiny a měření hloubky vody

Hydrologický režim tůní byl sledován jednoduchým pozorováním výšky vodní hladiny a vizuální kontrolou průtoků vody Zámeckým potokem, který je zároveň přítokem a zdrojem vody tůně Poltruba. Pro sledování kolísání hladiny vody jsem na dostupných místech Arazimových tůní a tůně Karasí zatloukl předem připravené, jeden metr dlouhé dřevěné latě a u tůně Poltruba využil stávající ocelovou tyč. Pohyb výšky hladiny jsem monitoroval jako výškový rozdíl proti referenčnímu bodu určujícímu "normální" vodní stav podle patrné břehové čáry (obr. č. 3). Údaje jsem zjišťoval v měsíčních intervalech společně s odběrem a měřením vzorků vody.



Obr. č. 3: Velká Arazimova tůň, měření kolísání hladiny vody, dřevěná lať / referenční bod (Hrabec 2019).

Měření hloubky vody jsem u Arazimových tůní a tůně Poltruba prováděl v lednu vysekanými otvory v zamrzlé hladině pomocí Secchiho desky a v červenci z gumového člunu měřící sondou YSI Profesional. U lesních tůní Karasí jsem pro jejich malou výšku hladiny hloubku vody pouze vizuálně odhadl.

5.3 Kvalita vody

5.3.1 Odběr vzorků vody pro získání základních fyzikálně chemických parametrů vody

V období od ledna 2019 do prosince 2019 jsem na určených tůních v měsíčních intervalech sledoval základní fyzikálně chemické parametry vody. Odběry vzorků pro stanovení kvality vody jsem prováděl samostatně na jednotlivých tůních do jednodlitrové nádoby na teleskopické tyči o délce 3 m. Bezprostředně po odběru jsem v terénu měřil následující parametry: koncentrace rozpuštěného kyslíku (mg/l) a nasycení kyslíkem (%) oxymetrem HACH HD40 s optickým čidlem LBD, pH monitorem SOLOMAT 520 C, vodivost ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) a teplotu vody ($^{\circ}\text{C}$) přístrojem HANNA instruments. Před každým měřením byla provedena kalibrace pH elektrody, kontrola signálu pro 100% nasycení vody kyslíkem. Vodivost byla kalibrována na začátku sezóny. Kontrola měření vodivosti po posledním odběru potvrdila stabilitu HANNA testeru. Teplotou vzduchu ($^{\circ}\text{C}$) a rychlost větru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) jsem zjišťoval anemometrem TESTO 410-2.

Naměřené hodnoty jsem společně s datem a časem měření vždy ručně zaznamenával do připravené tabulky, později ukládal do PC v programu Excel pro další vyhodnocení.

5.3.2 Odběr vzorků vody pro stanovení alkality, určení koncentrací forem dusíku a fosforu

Vzorky vody na podrobnější chemický rozbor jsem ve sledovaném období odebíral třikrát společně s doc. L. Pecharem (ENKI, o.p.s. Třeboň). První odběr byl proveden 29. 1. 2019 ze zamrzlé hladiny vysekanými otvory ve vzdálenosti přibližně 3 až 5 m od břehové linie. Vzorek vody byl odebrán sondou (plastová trubice o průměru 6 cm, 1,5 m dlouhá). Vzorek vrstvy od hladiny do 1,3 - 1,4 m byl opakovaně nabrán do plastového vědra o objemu 12 litrů.

V létě 12. 7. 2019 jsem vzorky vody odebral z volné hladiny z gumového člunu (obr. č. 4) plastovou sondou do uzavíratelné třílitrové nádoby. Plastovou sondu a vědro jsem využil i při posledním odběru ze břehu dne 6. 12. 2019. Vzhledem k odběru ze břehu byla sonda ponořena do hloubky asi 1m.



Obr. č. 4: Tůň Poltruba, odběr vzorků vody z gumového člunu pro stanovení alkality, určení koncentrací forem dusíku a fosforu (Pecharová 2019).

Vzorky vody byly v terénu hned po odběru filtrovány přes síto s velikostí ok 100 μm a v 250 ml PE - láhvích zmrazeny několik málo hodin po odběru. V terénu jsem provedl filtraci sestonu přes filtr Whatman GF/C. Zachycený seston byl v ledem chlazené termosce převezen ke stanovení koncentrace chlorofylu-a do laboratoře společnosti ENKI. Analýza byla provedena do 48 hodin. Vzorky vody po přefiltrování přes GF/C filtr byly rovněž v 250 ml PE - láhvích zamrazeny. Zamražené vzorky jsem poté v mobilní autochladničce převezl ke zpracování do laboratoře společnosti ENKI, o.p.s. Třeboň. Vzhledem k tomu, že výsledky chemických analýz jsem převzal, uvádím použité metody jen v informativní rovině, jak jsou uvedeny na stránkách www.enki.cz (tab. č. 1).

Společně s odběrem vzorků pro chemickou analýzu bylo 12.7. 2019 provedeno měření vertikálního profilu fyzikálně chemických parametrů na tůních Malá a Velká Arazimova a Poltruba sondou YSI Professional⁺ (obr. č. 5), která umožňuje zaznamenat hodnoty hloubky, teploty, vodivosti, nasycení vody kyslíkem, pH a fluorescence chlorofylu a fykocyaninu.



Obr. č. 5: Malá Arazimova tůň, měření vertikální zonace fyzikálně chemických parametrů sondou YSI Professional+ (Pecharová 2019).

Tab. č. 1: Stanovené parametry, použité metody.

Značka	Název	Jednotky	Metoda
Alkalita	alkalita	mmol.l ⁻¹	Potenciometrická titrace 0,1N HCl SchottTitroLine
NH ₄ -N	amoniakální dusík	mg.l ⁻¹	Průtoková injekční fotometrie Tecator FIAstar 500
NO ₃ -N	dusičnanový dusík	mg.l ⁻¹	
PO ₄ -P	fosforečnanový fosfor	mg.l ⁻¹	
TN-GF/C	celkový rozpuštěný dusík	mg.l ⁻¹	Průtoková injekční fotometrie Po mineralizaci s persulfátem Tecator FIAstar 500
TN	celkový dusík	mg.l ⁻¹	
PO ₄ -P	fosforečnanový fosfor	mg.l ⁻¹	
TP-GF/C	celkový rozpuštěný fosfor	mg.l ⁻¹	
TP	celkový fosfor	mg.l ⁻¹	
Chla	chlorofyl - a	µg.l ⁻¹	Spektrofotometrie

5.4 Odběr zooplanktonu

Spolu s odběry pro chemické analýzy ve dnech 29.1. 2019, 12.7. 2019 a 6.12. 2019 jsem odebral také vzorky planktonu. Použil jsem planktonní síť o velikosti ok 100 μm (obr. č. 6). Vzorky jsem zakonzervoval přidáním pufrovaného formaldehydu na výslednou koncentraci 4 %, popsal láhve datem odběru, názvem tůně a následně vzorky uskladnil k v laboratoři společnosti ENKI, o.p.s. Třeboň k případné pozdější determinaci. Určení druhů a zastoupení jednotlivých taxonů zooplanktonu není cílem této diplomové práce.



Obr. č. 6: Malá Arazimova tůň, odběr vzorků planktonu z gumového člunu (Pecharová 2019).

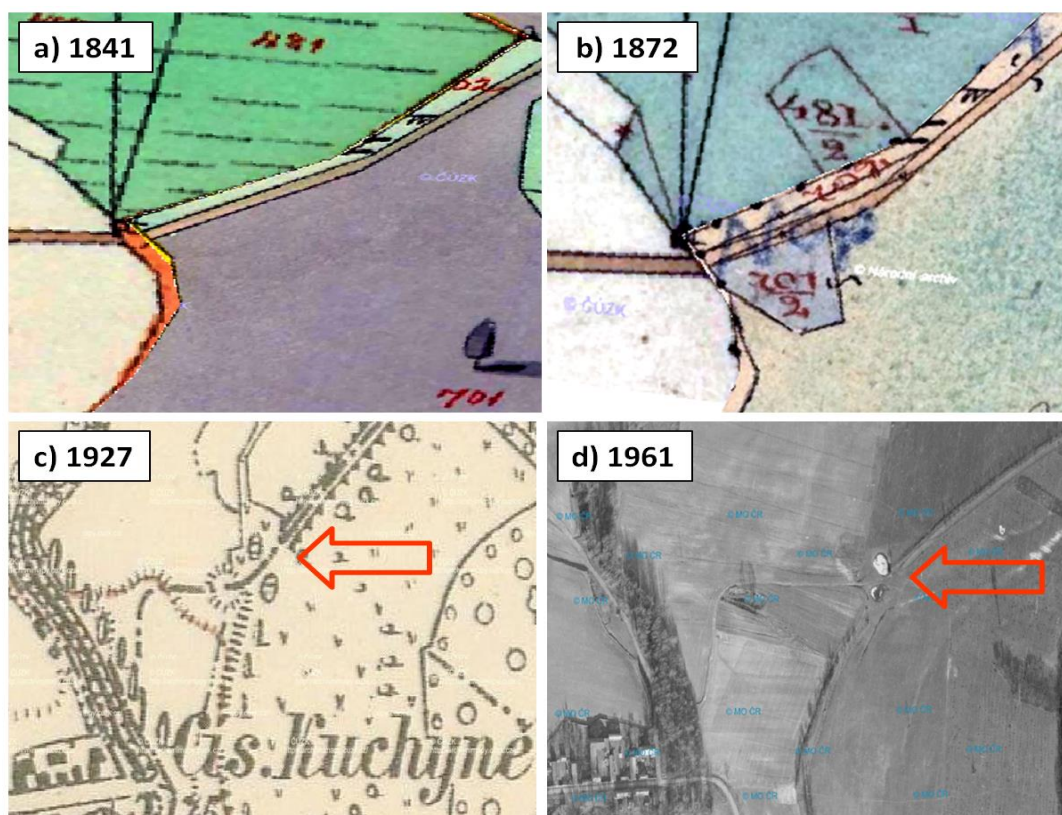
6. Výsledky

6.1 Identifikace lokality, geografická poloha a tvar tůň dle historických a současných podkladů

6.1.1 Malá a Velká Arazimova tůň

Tůně se nacházejí ve zvláště chráněném území přírodní rezervace a v evropsky významné lokalitě Káraný - Hrbáčkovy tůně (URL 4). Jsou oválného tvaru, leží v těsné blízkosti, odděleny od sebe pouze polní cestou, resp. hrázkou. Malá Arazimova tůň je součástí katastrálního území Sedlčánky, Velká Arazimova tůň patří do katastrálního území Přerov nad Labem.

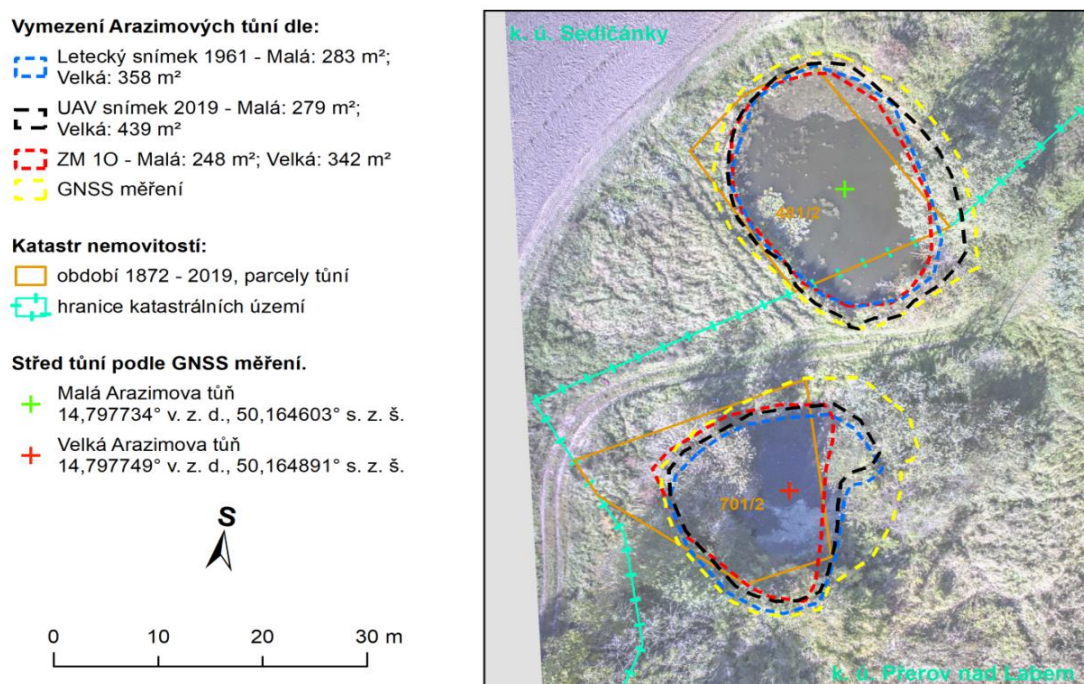
Vznik a vývoj sledovaných tůň je patrný již na listech Stablního katastru a z map III. Vojenského mapování. Na otisku mapy Stablního katastru z roku 1841 (obr. č. 7a) byly v místech Velké Arazimově tůni vlhké louky, zatímco v místech Malé Arazimově tůni se nacházel listnatý les. Existenci tůň potvrzuje snímek z roku 1872 (obr. č. 7b), kde je zaznamenána Malá Arazimova tůň už jako vodní plocha na pozemku číslo 701/2 a Velká Arazimova tůň je vyznačena jako parcela číslo 481/2.



Obr. č. 7: Malá a Velká Arazimova tůň, výřezy z map Stablního katastru 1841 a 1872, reambulace III. Vojenského mapování 1927a letecký snímek 1961 (URL 1).

Na výřezech datovaných rokem 1927 - reambulace III. Vojenského mapování (obr. č. 7c) a na leteckém snímku z roku 1961 (obr. č. 7d) je vidět stav ve 20. století, kde jsou již obě dvě vodní plochy bezpečně rozeznány. Z těchto historických podkladů není možné posoudit přesný tvar tůň, ale lze odhadnout jejich polohu a charakter. Vytýčení pozemků, na kterých se tůně nacházejí včetně označení čísla parcel, je totožné a platné od roku 1886 až do současnosti (URL1).

Aktuální geografická poloha, tvar a morfologické změny v průběhu času jsou znázorněny liniemi na vyhotoveném mapovém podkladu (obr. č. 8). Zdroje dat použitých pro vytvoření linií jsou uvedeny v legendě.



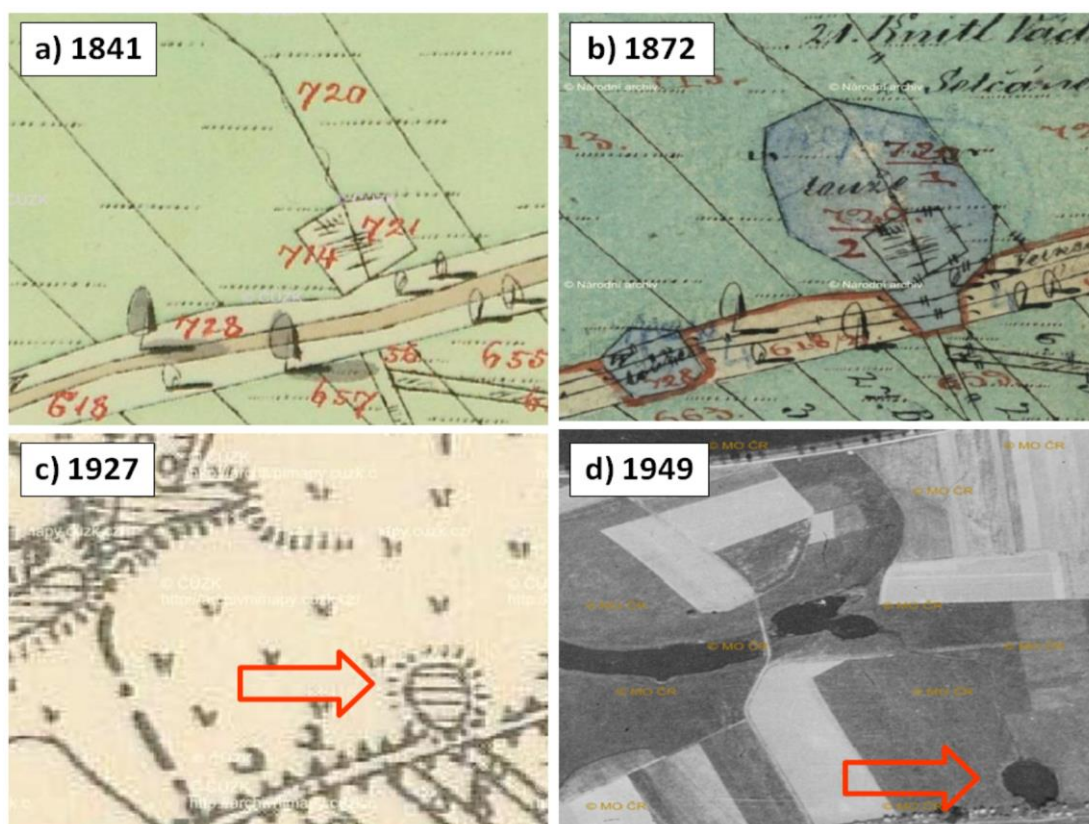
Obr. č. 8: Malá a Velká Arazimova tůň, vymezení geografické polohy a tvaru (Alexander 2020).

6.1.2 Tůň Poltruba

Na hranici zvláště chráněného území, resp. v těsné blízkosti evropsky významné lokality Káraný - Hrbáčkovy tůně se nachází tůň Poltruba (URL 4). Patří do katastrálního území Přerov nad Labem a je součástí ploché říční nivy řeky Labe. Tvar tůně je téměř kruhový.

První záznamy mokřadu jsou viditelné na mapě Stabilního katastru z roku 1841 (obr. č. 9a), kde jsou v místech „dnešní“ tůně Poltruba vyznačeny parcely č. 714, 721 a dle legendy Stabilního katastru jsou tyto pozemky vedeny jako močály s rákosem obklopené vlhkými loukami (parcela 720). Z následující indikační skici datované rokem 1872 (obr. č. 9b) je patrné, že pozemky č. 714 a 721 byly zrušeny a nahrazeny parcelami č. 720/1 a 720/2, u kterých je vymezena hranice tůně

přibližně ve stejném tvaru a velikosti jakou má Poltruba dnes. Na výřezu z roku 1927 je tůň zaznamenána na reambulaci III. Vojenského mapování (obr. č. 9c) a na posledním obrázku č. 9d je letecký snímek Poltruby z roku 1949.



Obr. č. 9: Tůň Poltruba, výřezy z map Stablního katastru 1841 a 1872, reambulace III. Vojenského mapování 1927 a letecký snímek 1949 (URL 1).

Současné umístění tůně, pevná břehová linie a identifikace vývoje v čase jsou patrné na vyhotoveném mapovém podkladu spolu se zdroji dat, která jsou uvedena v legendě (obr. č. 10). Morfologický vývoj tůní v období od 60 let minulého století (vymezení břehové linie prováděl v rámci výzkumu doc. Jaroslav Hrbáček) až do současného aktuálního stavu (tvar tůní vytýčen z vlastního měření GNSS přijímačem a z dat pořízených bezpilotním leteckým snímkováním - UAV), je znázorněn na mapovém výstupu (obr. č. 11).

Vymezení tůně Poltruba dle:

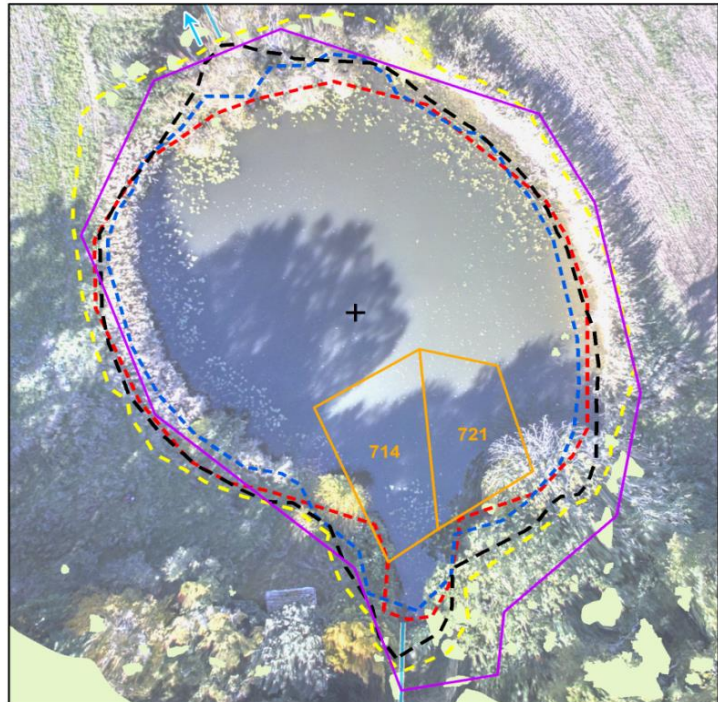
- Letecký snímek 1961: 1797 m²
- UAV snímek 2019: 2072 m²
- ZM 10: 1835 m²
- GNSS měření

Katastr nemovitosti:

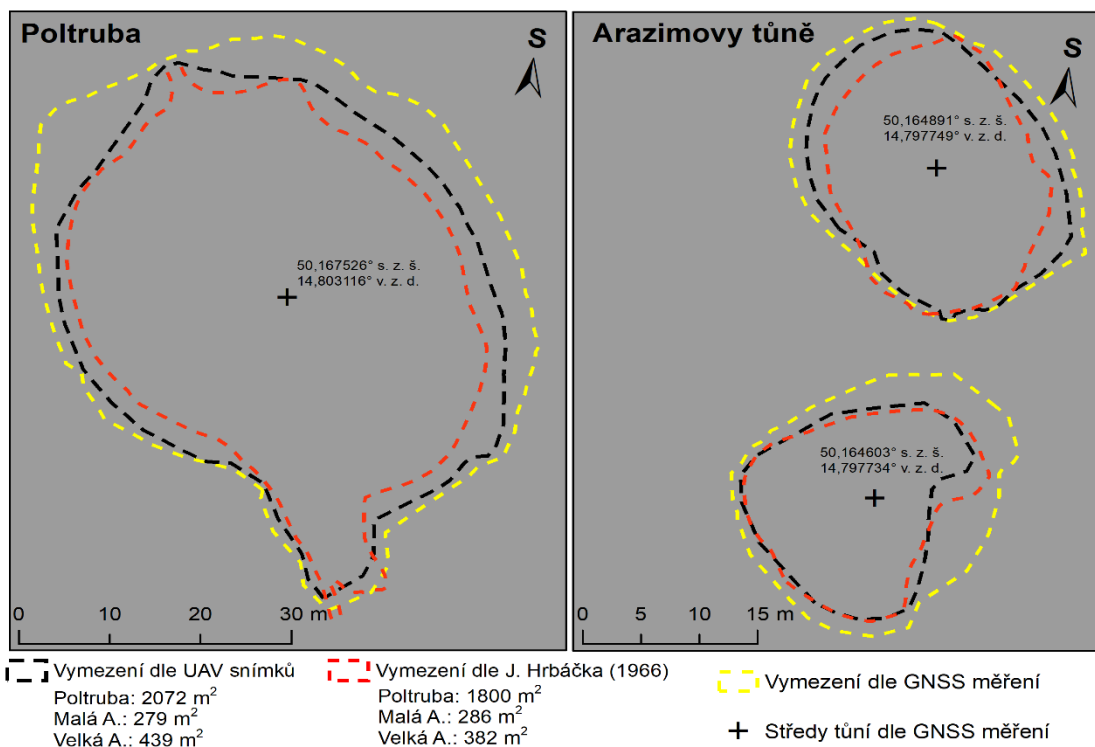
- rok 1841, parcely 714, 721
- období 1872 - 2019, parcela 720

--- Zámecký potok

+ Střed tůně podle GNSS měření.
 14,803116° v. z. d.
 50,167526° s. z. š.



Obr. č. 10: Tůň Poltruba, vymezení geografické polohy a tvaru (Alexander 2020).



Obr. č. 11: Tůň Poltruba, Malá a Velká Arazimova tůň, vývoj tvaru tůní v čase od vymezení J. Hrbáčkem (1966) do současnosti (Alexander 2020).

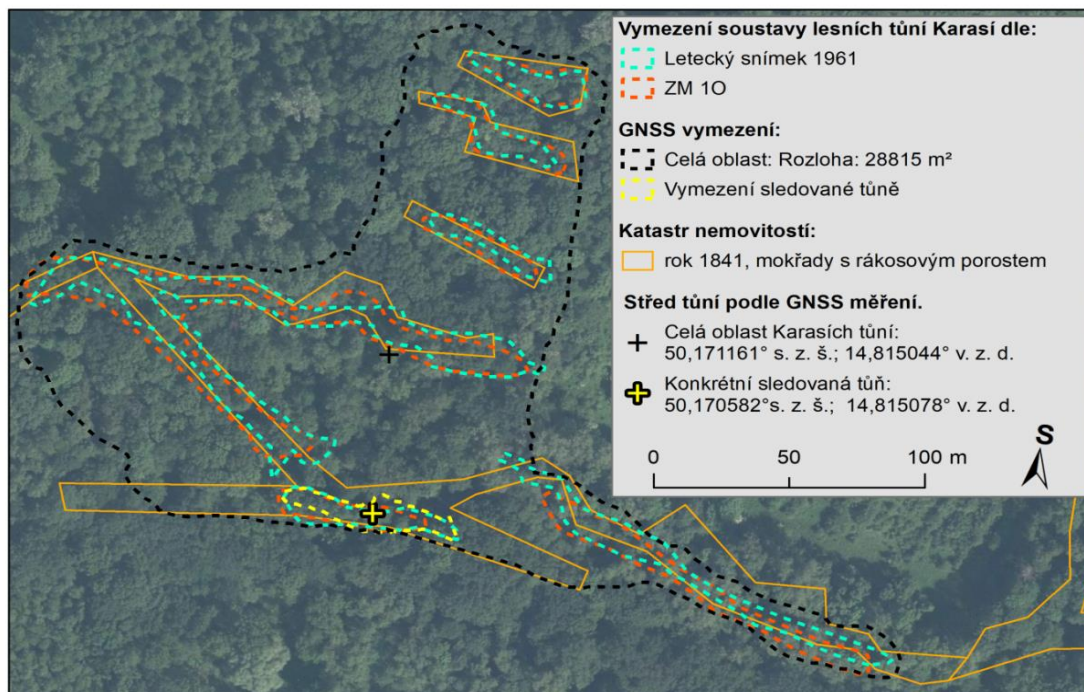
6.1.3 Lesní tůň Karasí

Soustava tůň identifikovaných jako Karasí tůň se rozprostírá na území smíšeného, jasanovo - olšového, lužního lesa (URL 4) a tvoří ji protáhlé, tvarově nepravidelné, zbytkové rameno vodního toku Labe. Celá oblast se vyskytuje v přírodní rezervaci a v evropsky významné lokalitě „Káraný – Hrbáčkovy tůň“ a je součástí katastrálního území Přerov nad Labem. Genezi tůň lze sledovat už od 19. století, což potvrzuje otisk mapy Stablního katastru z roku 1841 (obr. č.12a), na kterém jsou zaznamenány hranice pozemků s označením „močály s rákosem“ přibližně v místech dnešních tůň. Na listech datovaných rokem 1872 (obr. 12b) je soustava tůň vymezena v menším rozsahu, kdy v průběhu let pravděpodobně došlo k zazemnění označeného ramene. Tuto úvahu podporuje i mapový podklad z reambulace III. Vojenského mapování (obr. č. 12c) z roku 1927, kde jsou hranice tůň již zakreslené a uvedené jako vodní plocha bez zmiňovaného ramene. Na výřezu s letopočtem 1961 (obr. č. 12d) je letecký snímek pořízený v období, kdy byly okolní stromy bez listů a oblast tůň je poměrně dobře viditelná.



Obr. č. 12: Soustava lesních tůň, tůň Karasí, výřezy z map Stablního katastru 1841 a 1872, reambulace III. Vojenského mapování 1927 a letecký snímek 1961 (URL 1).

Lokalita lesních tůní včetně sledované tůně Karasí je identifikována na mapovém výstupu (obr. č. 13). Liniemi je znázorněna celá oblast, historická a aktuální poloha a u zájmové tůně Karasí je vyznačena i současná břehová linie vytýčená GNSS měřením.



Obr. č. 13: Soustava lesních tůní, vymezení geografické polohy a tvaru sledované tůně Karasí (Alexander 2020).

Porovnat morfometrii Karasích tůní nebylo možné provést, přestože bathymetrický plán je k dispozici ve studii Prokešové (1959). Terén v oblasti, kde lze dnes identifikovat Karasí tůně, se však značně změnil proti situaci v 50. letech a konkrétní měřenou tůň uvedenou ve studii se nepodařilo lokalizovat.

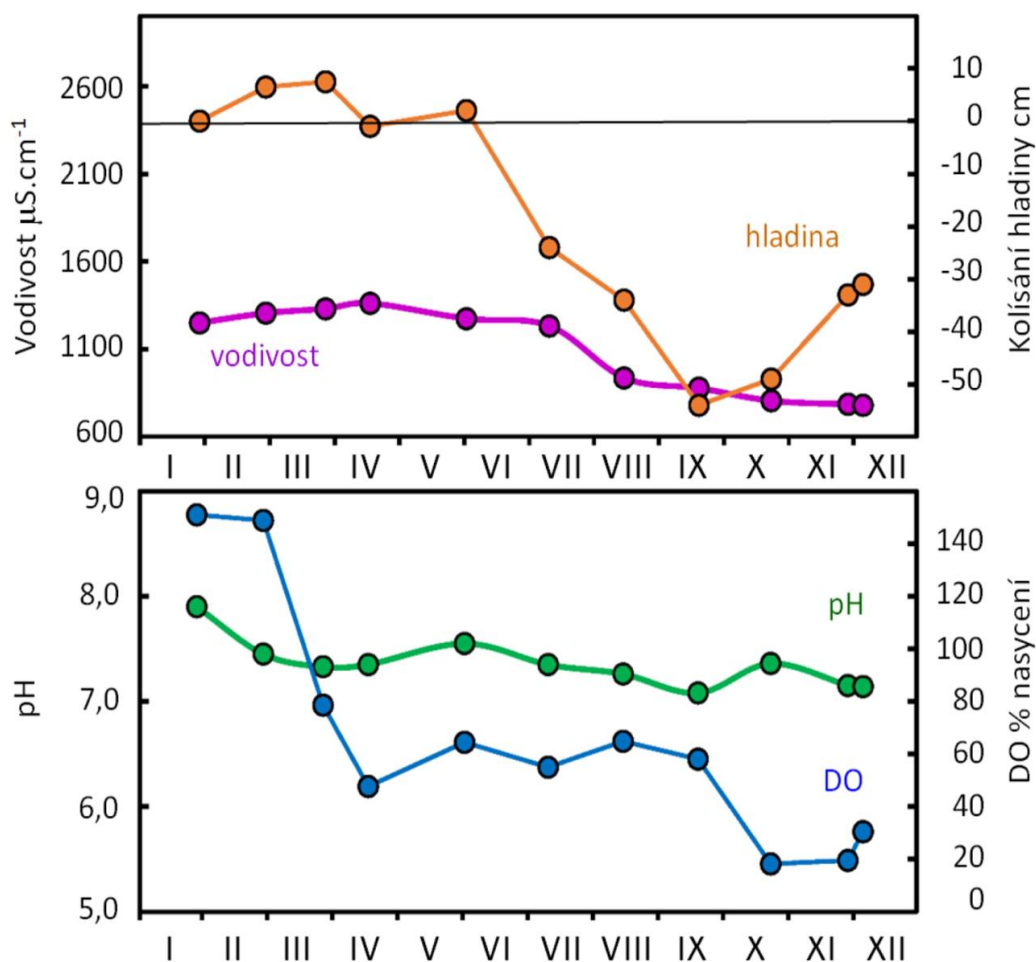
6.2 Hydrologický režim a fyzikálně chemické parametry vody

6.2.1 Malá a Velká Arazimova tůň

Z otisků map Stabilního katastru je patrná existence tůní již v roce 1872, tzn. v době, kdy řeka meandrovala, při povodních často měnila své koryto a zaplavovala nivu. Ztráta konektivity řeky Labe s říční nivou byla důsledkem regulace vodního toku, která započala koncem 19. století a největší tempo v úpravách nastalo ve 40. letech 20. století (Studnička 2011). Ke kontaktu vodního toku s říční nivou, resp. zaplavení vodou zájmového území, nedošlo ani v průběhu povodní, jež zasáhly Čechy a Moravu v srpnu roku 2002, kdy se voda z koryta začala vylévat až pod soutokem Labe s Jizerou (Choura 2003) a potok Výmola nebyl v této oblasti rozvodněn. Sledované tůně nebyly zality vodou ani při jarních povodních v roce 2006, kdy byl rozvodněn potok Výmola, ale k rozlití vody do přilehlé nivy

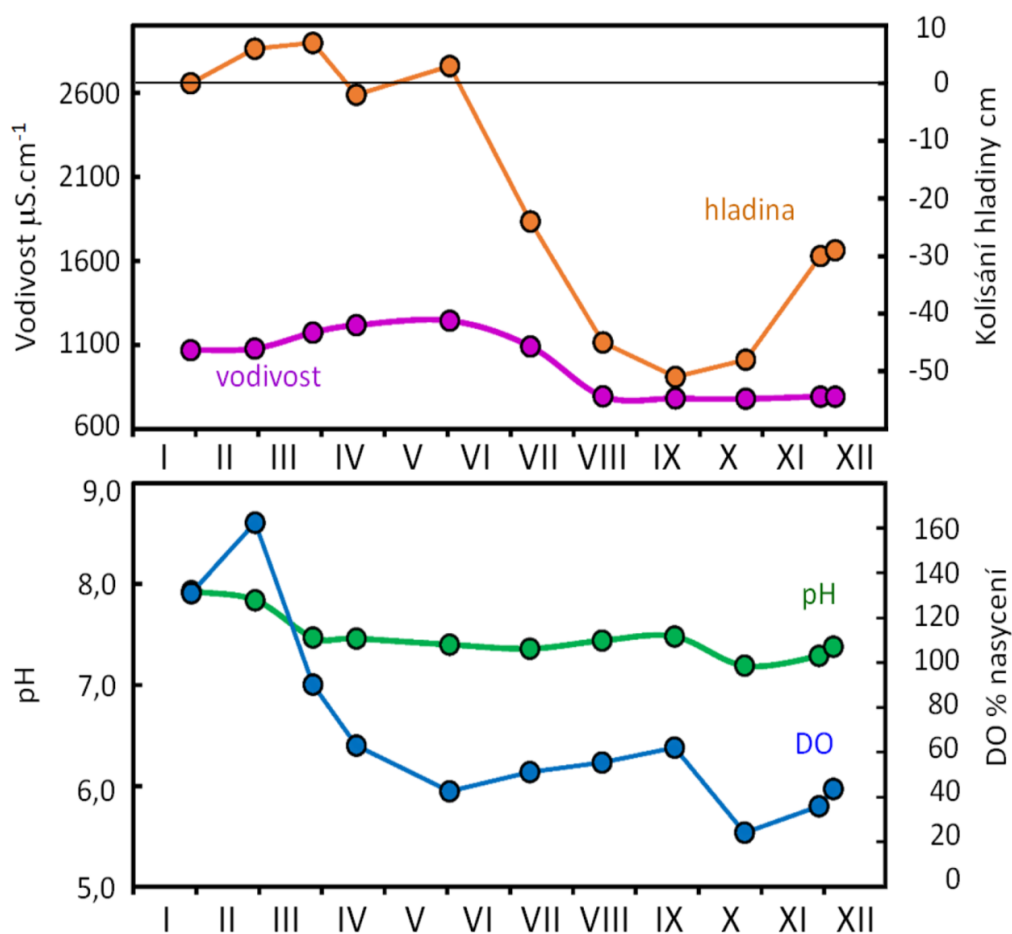
a k zaplavení tůň nedošlo (Petr Kabát, III. 2020, in verb). Zdrojem vody jsou tedy v Malé i Velké Arazimově tůň především průsakové vody v mělkém podpovrchovém horizontu, infiltrace zvodněnými sedimenty (řeka Labe a potok Výmola) a vodní či sněhové srážky. Tůň se jeví jako neprůtočné, nejsou vzájemně propojeny vodním tokem, ale díky své blízkosti a stejným zdrojům syčení vodou je vodní režim tůň téměř totožný. Nejvyšší výkyvy, resp. úbytky vody, byly zaznamenány v měsících červenec, srpen a září, a byly takřka shodné - v Malé Arazimově tůň klesla voda o 56 cm (graf č.1) a ve Velké Arazimově tůň o 54 cm (graf č. 2). Výrazný rozdíl těchto sousedících tůň byl zaznamenán v jejich hloubce, v Malé tůň byla naměřena hloubka 60 - 80 cm, ve Velké 180 - 200 cm.

Základní informaci o celkové kvalitě a charakteru vody poskytují hodnoty vodivosti. V Malé Arazimově tůň dosáhla vodivost průměru $1085 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a její hodnoty se pohybovaly v rozmezí od $779 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do $1361 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (graf č.1).



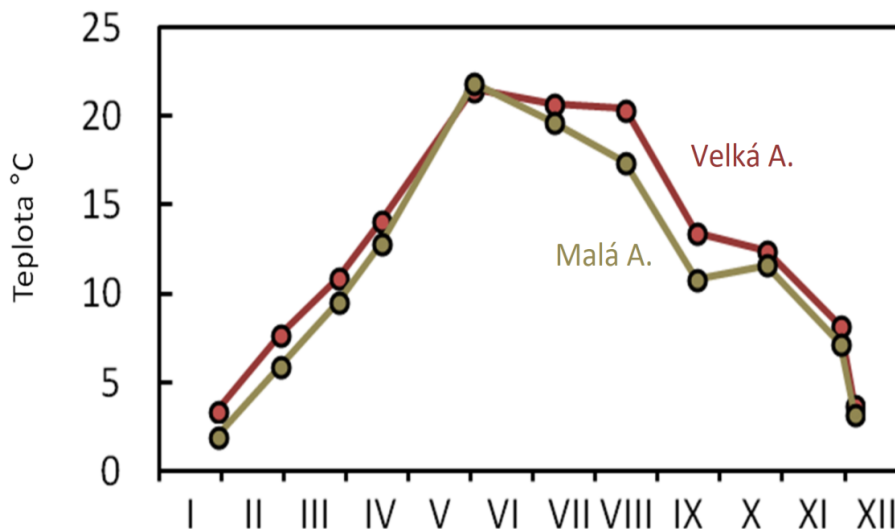
Graf č. 1: Malá Arazimova tůň, sezónní průběh kolísání vodní hladiny, vodivosti, hodnot pH a nasycení vody kyslíkem.

Ve Velké Arazimově byla naměřena vodivost v minimální výši $778 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a v maximální $1243 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (graf č. 2), přičemž průměrná hodnota činila $982 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.



Graf č. 2: Velká Arazimova tůň, sezónní průběh kolísání vodní hladiny, vodivosti, hodnot pH a nasycení vody kyslíkem.

U obou tůní, vzdálených od sebe přibližně 6 m, se tedy hodnoty vodivosti prakticky shodovaly, ale teplotní rozdíly vody byly při jednotlivých měřeních mírně rozdílné, Malá tůň téměř vždy vykazovala chladnější vodu (graf č. 3). Minimální teplota v Malé Arazimově $1,9^{\circ}\text{C}$ byla naměřena 29.1. 2019, maximální $21,9^{\circ}\text{C}$ dne 3.6. 2019 (příloha č. 1). Sezónní průměrná teplota ve sledovaném období činila $11,1^{\circ}\text{C}$. Ve Velké Arazimově tůni byla průměrná teplota $12,4^{\circ}\text{C}$, nejnižší teplota $3,4^{\circ}\text{C}$ byla naměřena 29.1 2019 a nejvyšší $21,5^{\circ}\text{C}$ dne 3.6. 2019 (příloha č. 2).



Graf č. 3: Malá a Velká Arazimova tůň, sezónní průběh teplot vody.

V Malé Arazimově tůni činila průměrná hodnota pH 7,4 a rozpuštěný kyslík, vyjádřený jako procenta nasycení (DO%) dosáhl průměru 67%. V průběhu sezóny, od ledna do prosince 2019, měl rozpuštěný kyslík i pH klesající tendenci. Nejvyšší hodnoty saturace kyslíkem 151% nasycení současně s maximální hodnotou pH 7,9 byly zaznamenány již v lednu, kdy byla tůň zamrzlá. Podprůměrné DO% i pH pak byly zjištěny v listopadu a prosinci (příloha č. 1).

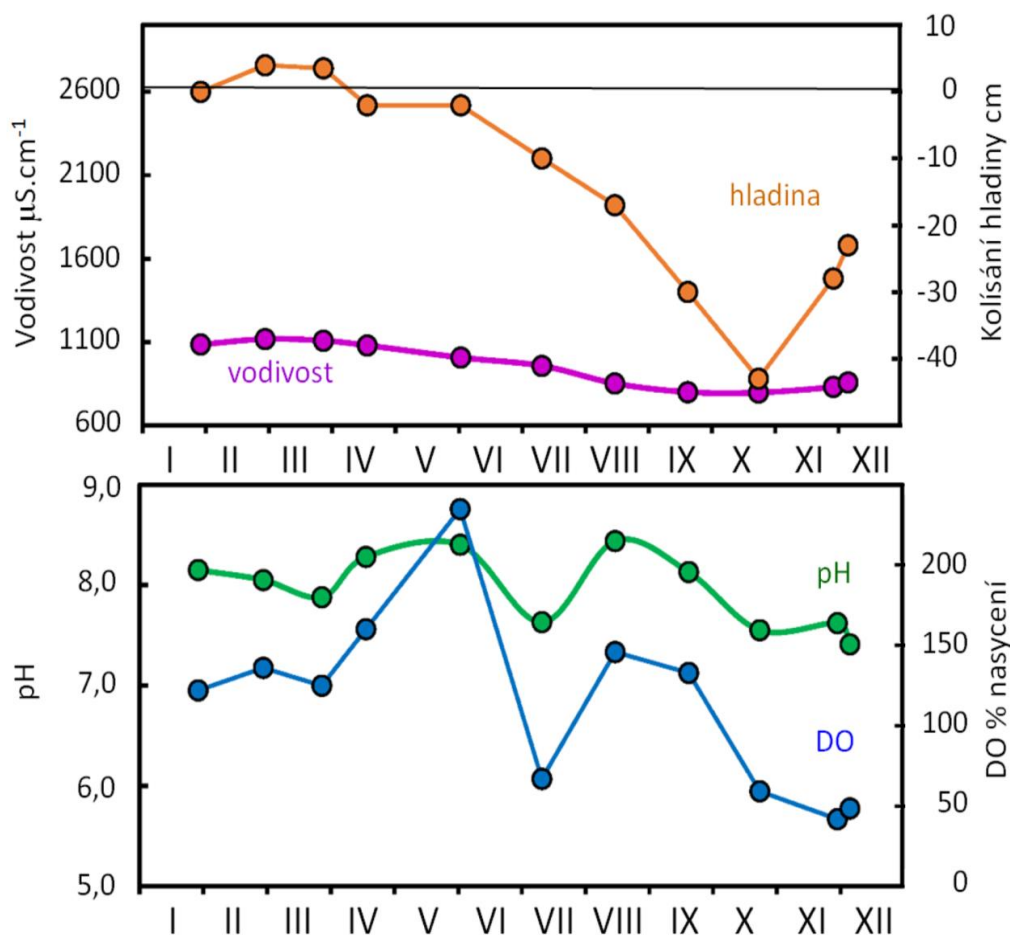
Ve Velké Arazimově tůni byly průměrné hodnoty nasycení vody kyslíkem 70% a pH 7,5 téměř shodné jako v Malé tůni. Sezónní trend také vykazoval podobné hodnoty a charakter - maximální saturace DO byla naměřena v lednu (131%) a březnu (163%). Současně v těchto měsících i pH vykazovalo nejvyšší hodnoty 7,9, resp. 7,8 podobně jako v Malé Arazimově tůni. Minimální hodnoty obou ukazatelů pak byly naměřeny v říjnu a listopadu (příloha č. 2).

6.2.2 Tůň Poltruba

Na rozdíl od Arazimových tůní je Poltruba průtočná. Hlavním zdrojem vody je z jihu přitékající a na severu odtékající Zámecký potok, který však v měsících září a říjen 2019 vykazoval absenci vody. V těchto měsících byla tůň zásobena vodou pouze průsakem podzemní vody průlinovými sedimenty a dešťovými srážkami, což se projevilo nejvýraznějším poklesem hladiny 26 cm oproti referenčnímu bodu. V listopadu 2019 se průtok v Zámeckém potoce opět obnovil, tůň protékala a hladina vody stoupala ke standardní výšce zřetelně patrné břehové čáry a k původní naměřené hloubce 370 - 400 cm. V období, kdy hladina vody klesala, byl současně zaznamenán i mírně klesající trend hodnot vodivosti (graf č. 4). Průměrná hodnota vodivosti činila $954 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, přičemž nejnižší $797 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ byla

naměřena 24.10. 2019, kdy byla zaregistrována i minimální hloubka vody v tůni - 41cm pod referenčním bodem.

Vzájemný vztah mezi pH a rozpuštěným kyslíkem ve vodě byl potvrzen i v případě tůně Poltruba (graf č. 4). Průměr pH činil 8,1 a nasycení kyslíkem dosáhlo průměru 116%. Nadprůměrná saturace vody byla vždy naměřena společně s nadprůměrnými hodnotami pH, což souvisí s vlivem procesů fotosyntézy a respirace vodní biocenózy na chemismus vody.



Graf č. 4: Tůň Poltruba, sezónní průběh kolísání vodní hladiny, vodivosti, hodnot pH a nasycení vody kyslíkem.

Teplotní režim vody v tůni Poltruba vykazoval při jednotlivých měřeních podobné teploty jako ve Velké Arazimově tůni, přičemž průměrná teplota u obou tůní byla totožná, a to 12,4°C. Nejnižší teplota vody v Poltrubě byla naměřena v lednu 3,4°C, naopak nejvyšší v červnu 2019, kdy teplota vody dosáhla hodnoty 21,8°C (příloha č. 3).

6.2.3 Lesní tůň Karasí

Tůně jsou napájeny pouze infiltrací podzemní vody a vzhledem k jejich lesní poloze jen částečně vodními srážkami. Zavodnění tůně Karasí bylo ve sledovaném

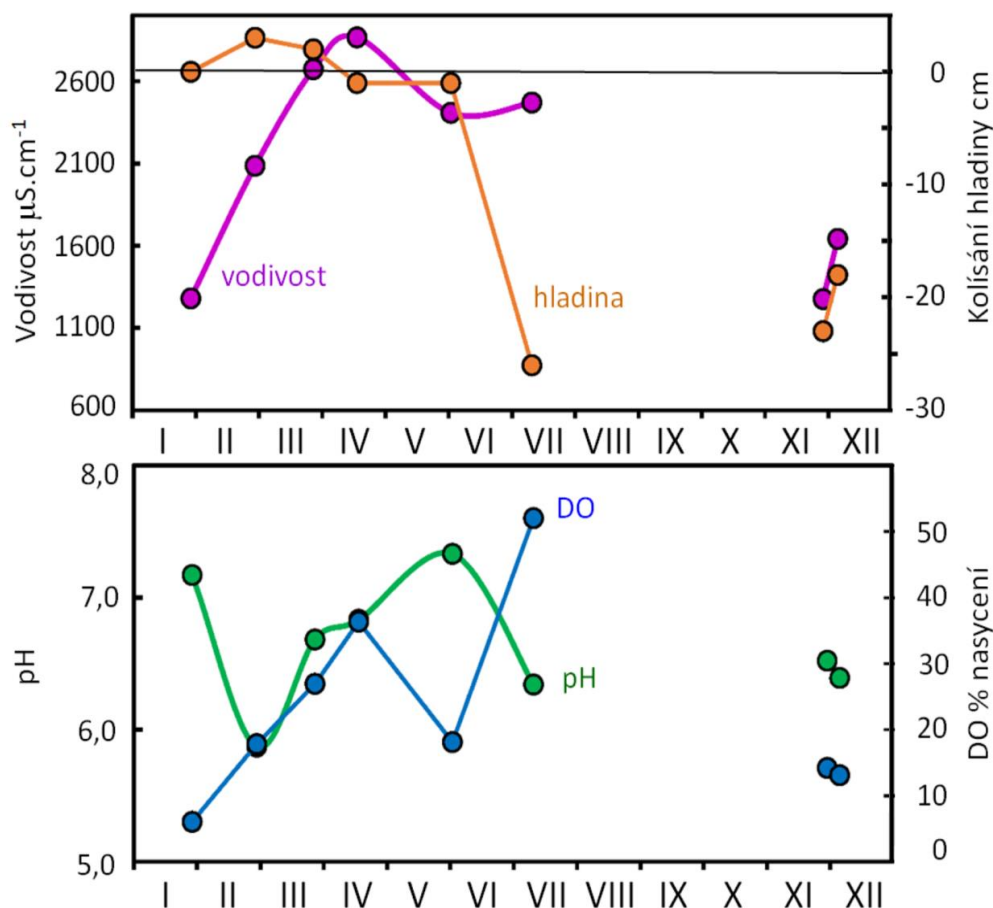
období proměnlivé. V lednu byla naměřena výška hladiny 20 - 30 cm a v následujících měsících voda až do června pozvolna ubývala. V červenci došlo k úplnému vyschnutí a do října tůň vykazovala absenci vody. Její postupné zavodňování nastalo až od listopadu 2019 (obr. č.14).



Obr. č. 14: Lesní tůň Karasí, postupné zavodňování infiltrací vody z podpovrchového horizontu, listopad 2019 (Alexander 2019).

Základní fyzikálně chemické vlastnosti vody vykazovaly při jednotlivých měřeních rozdílné hodnoty ve srovnání s parametry v Arazimových tůních i v tůni Poltruba. Hodnoty vodivosti byly výrazně vyšší, v průměru $2087 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, přičemž nejvyšší hodnota $2865 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ byla naměřena 19.4. 2019 (příloha č. 4).

Nasycení rozpuštěného kyslíku vykazovala roční průměr pouhých 23% a nejnižší saturace 6% (koncentrace $0,77 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), byla zaznamenána 29.1. 2019 (graf č. 5) společně s nejnižší teplotou vody $2,2^\circ\text{C}$. Průměrná hodnota pH činila 6,6 a v průběhu sledovaného období se pohybovala v rozmezí od 5,9 do 7,3.



Graf č. 5: Lesní tůň Karasí, sezónní průběh kolísání vodní hladiny, vodivosti, hodnot pH a nasycení vody kyslíkem.

Z vynesného grafu nelze časový průběh a vzájemný vztah pH a DO% jednoduše popsat. Hodnoty značně kolísají, patrně jako důsledek silného vlivu okolí na malý objem vody v tůňích.

6.3 Vertikální zonace fyzikálně chemických parametrů

Výsledky měření vertikální stratifikace dobře ukazují na heterogenitu vodního prostředí, která může snadno nastat. Měření proběhlo na tůňích Malá a Velká Arazimova a na tůňi Poltruba 12.7. 2019.

V Malé Arazimově tůňi je i přes její malou hloubku (60 - 80 cm) patrný teplotní rozdíl u hladiny a u dna, kdy pokles teploty je velice strmý, na hladině byla naměřena teplota vody 19,7°C a minimální hodnota 16,4°C byla zaznamenána již ve 30 cm pod hladinou. Klesající tendenci má i koncentrace rozpuštěného kyslíku a pH, kdy nejvýraznější pokles kyslíku byl zaznamenán v hloubce vody mezi 40 až 50 cm, a to z 3,5 na 0,8 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a v této hloubce byl naměřen i největší pokles pH, a to z hodnoty 7,3 na 7,1 (příloha č. 5).

Velká Arazimova tůň vykazovala pozvolnější klesání teploty vody a to od 20,7°C naměřených na hladině do 19,5°C zaznamenaných v hloubce 180 cm. Koncentrace rozpuštěného kyslíku se pohybovala v rozmezí od 1,9 mg.l⁻¹ do 0,05 mg.l⁻¹ a pH pozvolna klesalo z hodnoty naměřené u hladiny 7,3 na 7,1 vykázané u dna (příloha č. 6).

U tůně Poltruba teplota vody u hladiny dosahovala hodnoty 20,7°C a do hloubky téměř 4 m postupně klesala na 17,3°C. Rozpuštěný kyslík měl pozvolně klesající tendenci, a to od hodnoty naměřené na hladině 5,4 mg.l⁻¹ až téměř k nulové hodnotě (0,01 mg.l⁻¹) zaznamenané v hloubce 3,7 m. Maximální pH bylo zaznamenané 10 cm pod hladinou v hodnotě 7,7 a postupně klesalo až na minimální, která téměř u dna činila 7,2 (příloha č. 7).

6.4 Celková charakteristika úživnosti (míra eutrofizace)

Analýzy pro stanovení alkality, koncentrací celkového dusíku (TN), fosforu (TP), celkového organického uhlíku (TOC) a chlorofylu (Chla) byly provedeny ze vzorků odebraných ve dnech 29.1., 12.7. (obr. č. 15) a 6.12. 2019 (příloha č. 8). Průměrné hodnoty pro jednotlivé lokality jsou shrnuty v tabulce č. 2.

Tab. č. 2: Průměrné koncentrace alkality, forem dusíku, fosforu, uhlíku a chlorofylu v Malé a Velké Arazimově tůni, v tůni Poltruba a v lesní tůni Karasí.

Název parametru	Značka	Jednotky	Malá Arazimova tůň	Velká Arazimova tůň	Tůň Poltruba	Lesní Tůň Karasí
alkalita	alkalita	mmol. l ⁻¹	4,26	3,97	4,01	3,22
amoniakální dusík	NH ₄ -N	mg.l ⁻¹	1,26	0,24	0,525	0,84
dusičnanový dusík	NO ₃ -N	mg.l ⁻¹	0,011	0,096	0,961	0,493
fosforečnanový fosfor	PO ₄ -P	mg.l ⁻¹	0,235	0,068	0,031	0,449
celkový dusík	TN	mg.l ⁻¹	3,9	1,97	2,38	7,27
celkový fosfor	TP	mg.l ⁻¹	0,293	0,081	0,064	0,663
celkový organický uhlík	TOC	mg.l ⁻¹	48,5	20,5	12,7	46,2
chlorofyl - a	Chla	µg.l ⁻¹	55	46	15	88

Zatímco průměrné hodnoty alkality lze považovat za vzájemně podobné ve všech lokalitách, v ostatních hydrochemických parametrech se tůně vzájemně liší. Nejvyšší koncentrace amoniakálního dusíku byly v Malé Arazimově a v Karasí. Naopak dusičnany vykazují nejnižší hodnoty v Malé Arazimově a nejvyšší jsou v průtočné tůni Poltrubě. Podobně jako koncentrace amoniakálního dusíku jsou rozděleny též průměrné koncentrace fosfátového fosforu. Nejvyšší v Malé

Arazimově a Karasí, nejnižší v Poltrubě. Z hlediska celkového dusíku a fosforu se zcela vymyká tůň Karasí. Nejvyšší hodnoty zřejmě souvisí s opadem organické hmoty z okolního lesního porostu, která se částečně rozkládá. U ostatních tůní jsou průměrné hodnoty TN a TP v relativně nevelkém rozsahu. Koncentraci TN výrazně ovlivňuje podíl dusičnanů a amoniaku, více než ostatní formy dusíku. Koncentrace celkového fosforu také odráží množství fosfátů, ale do určité míry je patrná i koincidence s koncentrací chlorofylu, který ukazuje na biomasu fytoplankton. Z hlediska obsahu organických látek je zajímavé, že Malá Arazimova a Karasí mají velmi podobné průměrné hodnoty TOC, Velká Arazimova má TOC nižší asi o polovinu a nejnižší průměrné koncentrace TOC byly zjištěny na Poltrubě. Celkově lze shrnout, že z hlediska hlavních živin, tj. dusíku a fosforu, lze tůně charakterizovat jako silně eutrofní, zatímco koncentrace chlorofylu jsou nižší, než by bylo možné očekávat podle TN a TP.



Obr. č. 15: Zachycený seston na filtru Whatman GF/C při filtraci odebraného vzorku vody určeného ke stanovení alkality, koncentrací forem dusíku, fosforu, celkového organického uhlíku a chlorofylu, tůň Poltruba (Pecharová 2019).

7. Diskuse

7.1 Historická rekapitulace vývoje a stáří tůní

Informace o stáří jednotlivých tůní, oddělených meandrů a poříčních jezer lze čerpat jen v omezené míře z mapových podkladů, které se u nás datují k polovině 18. století. Zřetelně lze doložit existenci Velké a Malé Arazimovy tůně, tůně Poltruba i lesní tůně Karasí v roce 1841. Podobnou zkušenost, tj. že se základní síť tůní a bočních ramen od druhé poloviny 18. století výrazně nezměnila, uvádějí Kirchner a kol. (2000) pro oblast CHKO Litovelské Pomoraví. Vznik tůní a jejich tvar podrobně popisuje Černý (1994). Jako jednu skupinu tůní uvádí tůně kruhového tvaru, zpravidla hluboké, a předpokládá jejich velké stáří. Této charakteristice dobře odpovídají tůně Malá a Velká Arazimova a tůň Poltruba. Černý (1994) popisuje, jak velká povodeň může vytvořit při zaplavení v kruhové tůni vír, který může tůň zbavit nánosů materiálu, a tak udržovat její hloubku a bránit zazemnění. Takový mechanismus však u sledovaných Hrbáčkových tůní nepřipadá v úvahu. Od doby regulace Labe nejsou zaplavovány. Přesto je třeba uvažovat o těchto lokalitách jako o vodních úvarech, které existují několik stovek let. Svědčí o tom i skutečnost, že od roku 1966 prakticky nezměnily svůj tvar. O rychlosti zazemňování by bylo možné uvažovat podle změn hloubky od roku 1966, kdy měření provedená Hrbáčkem (1966) vykazovala hloubku vody v Malé tůni 150 cm, ve Velké 290 cm a v Poltrubě 500 cm. Při měření hloubky v průběhu sledovaného období dosáhly maximální naměřené hodnoty u Malé Arazimovy tůně 80 cm, ve Velké Arazimově 200 cm a v Poltrubě 400 cm. Rozdíl v mocnosti nového sedimentu, resp. ve snížení hloubky vody o 70 cm u Malé, o 90 cm ve Velké a u Poltruby o 100 cm, jsou tedy patrné. Nelze však s jistotou tvrdit, že se u všech sledovaných tůní podařilo vytipovat a změřit nejhlubší místo. Tento odhad rychlosti zazemňování za období od roku 1966 do roku 2019 by bylo třeba ověřit důkladným bathymetrickým proměřením.

Tůň Karasí, přesněji lokalita, která náležela k systému tůní, označovaných jako Karasí (Prokešová 1959), by podle Černého (1994) náležela k oválným tůním zbytkových meandrů, které se poměrně rychle zazemňují. Tento trend je v případě tůně Karasí zdůrazněn jednak jejich polohou v lesním porostu, jednak změnou hydrologického režimu a patrně i suchými roky v posledním desetiletí. Prokešová (1959) uvádí hloubku 225 cm. Takový útvar nebyl v dané lokalitě zaznamenán. Ale pouze ze srovnání hloubek nelze usuzovat rychlost zazemnění, protože nevíme, kde byla původní výška vodní hladiny.

7.2 Chemismus vody v tůních

Sledování z 50. a 60. let 20. století byla zaměřena především na popis společenstev planktonu, bentosu a jejich dynamiku a regulaci. Chemické údaje byly uváděny jako doplňující informace a neposkytují úplný obraz chemismu vody.

Z prací Novotné a Kořínka (1966), Hrbáčka (1962) a Prokešové (1959) lze získat údaje o hodnotách pH, alkality, o koncentracích kyslíku a o koncentracích a formách dusíku. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 3.

Tab. č. 3: Rozsahy hodnot zjištěných v letech 1953 -1957 na tůních Poltruba, Velká Arazimova a Karasí.

Lokalita	Alkalita mmol.l ⁻¹	pH	Dusičnanový N mg.l ⁻¹	Celkový N mg.l ⁻¹
Poltruba	4 - 6	6,9 – 8,2	0,4 – 3,0	1,4 – 3,77
Velká Arazimova	Nejsou data	Nejsou data	0,0 – 0,1	0,47-0,57
Karasí	3 - 8	6,8 – 8,8	Nejsou data	0,9 – 8,9

Výsledky současných měření ukazují, že hodnoty pH jsou srovnatelné, hodnoty alkality jsou na dolní hranici hodnot měřených v 50. tých letech. Naproti tomu koncentrace dusičnanů a celkového dusíku jsou zřetelně vyšší u Velké Arazimovy, ale u Poltruby a Karasí jsou srovnatelné. To může být způsobeno přísunem dusičnanů přítokem do Poltruby, jak uvádí Hrbáček (1962), a v případě vysokých koncentrací celkového dusíku u tůně Karasí přísunem a následným rozkladem organického materiálu - listů z okolní vegetace (Prokešová 1959). Tyto vlivy mají i po 70 letech stejný efekt na chemismus vod sledovaných tůní.

Data o koncentracích fosforu nejsou z 50. a 60. let 20. století dostupná, protože jejich stanovení nebylo běžně rozšířené. Nicméně ze zkušenosti z podobných lokalit, které jsou zatížené přísunem rostlinného materiálu, lze dovodit, že přinejmenším lesní tůň Karasí měla vysoké koncentrace fosforu, a tudíž lze tyto tůně považovat za přirozeně eutrofní (Pechar a kol. 1996).

Hodnoty celkového N a P stejně jako koncentrace chlorofylu zjištěné v současné době umožňují klasifikovat sledované lokality jako eutrofní, až hypertrofní. Výsledky z Hrbáčkových tůní jsou ve shodě se závěry Havlíkové a kol. (2017), která zjistila, že polabské tůně jsou nejvíce zatížené jak rozpuštěnými látkami, tak živinami, ve srovnání s obdobnými lokalitami v nivách horní Lužnice a Svatky.

Z hlediska sezónního průběhu koncentrací rozpuštěného kyslíku a pH jsou opět patrné podobnosti v chování tůní v současnosti a v 50. letech minulého století.

Jednak je patrná pozitivní korelace mezi pH a saturací kyslíku ve vodě. Tento vztah je dán fotosyntetickými procesy, jednak produkcí kyslíku a zároveň odebíráním CO₂ z hydrogenuhličitanu tj, produkcí OH⁻ iontů. Zároveň je zřetelná tendence k vertikální stratifikaci, tj. k vytváření gradientu teploty, pH i koncentrace kyslíku s rostoucí hloubkou. Například v letním období uvádějí Novotná a Kořínek (1966) absenci kyslíku na tůni Poltruba už pod hloubkou 3 m. Identický výsledek byl naměřen 12. 7. 2019. Pro kruhové a oválné tůně, zpravidla hluboké 2 a více metrů, je tendence k vertikální stratifikaci zřejmě charakteristickou vlastností, jak uvádějí Pithart a Pechar (1995).

Podobnost lze vysledovat i v sezónním průběhu, nejvyšší hodnoty saturace kyslíkem a současně pH byly v 50. letech 20. století zaznamenány na konci zimy a časně z jara současně s rozvojem fytoplanktonu.

Je zajímavé, že tůně vykazují vysokou míru stability, jak z hlediska morfologie, tj. tvarově se mění jen minimálně, tak i z hlediska procesů, které v nich probíhají a to přesto, že se okolní podmínky patrně dost změnily.

7.3 Obecný návrh managementu pro mokřadní biotopy

Základní podmínkou dobrého a udržitelného ekologického stavu aluviálních ekosystémů je propojení a komunikace aktivního toku s nivou. Tuto konektivitu je možné zajistit jednak pravidelným vybřežováním a rozlivem vody do říční nivy (Pithart 2017) nebo dostatečným propojením podzemními vodami. V případě odstavených ramen, která strádají nedostatečným množstvím vody a proplachováním, je nutné vytvářet podmínky pro kontakt mrtvého ramene s aktivním tokem, popřípadě zajistit řízené povodňování (Marvan a Heteša 2000). Vodní tok vyžaduje prostor pro změny své trasy a vybřežování. Technické zásahy a opatření k nabytí udržitelného stavu lze shrnout a vyjádřit pojmem komplexní revitalizace toku a přilehlé nivy (Pithart 2017). Nelze však přistoupit jen k lokálním revitalizacím, ale je nutností vyvíjet neustále tlak a klást požadavky na revitalizace v celé síti aktivních toků a niv, stejně jako na běžnou údržbu a péči o břehovou vegetaci (Just 2016). Pithart (2017) dokonce navrhuje v místech, kde je to možné, snižovat kapacity koryt, odstraňovat nevhodná opevnění i hráže zabraňující plošným rozlivům vody a meandrováním prodlužovat trasy toků. Je nezbytné, aby správci povodí revitalizace zařadili do svých dlouhodobých strategických plánů, neboť příprava revitalizačních opatření vyžaduje dlouhodobý proces spojený se souhlasem majitelů pozemků, je třeba mít zajištěny prostředky na jejich případný výkup a na provedení samotné realizace. Z politického hlediska je nutné podpořit argumentaci pro obnovu aluviálních ekosystémů poskytujících nejen

jejich ekosystémové služby a záchranu ohrožených druhů rostlin a živočichů, ale pomáhají také tlumit rizika vyvolaná klimatickou změnou, omezují sucho, transformují povodňové vlny a přispívají k retenci živin.

V současnosti úroveň ochrany přírody v České republice dlouhodobou udržitelnost aluviálních ekosystémů nezabezpečuje. Hlavním důvodem je neuspokojivý hydrologický režim v říční krajině, který je způsoben jejími nevhodnými úpravami. Bez provádění komplexních revitalizací jsou oblasti mokřadních ekosystémů ohroženy zánikem způsobeným postupným zazemňováním, zarůstáním vegetací a přerostlými dřevinami, které zvyšují nadbytečný přísun biomasy a minimalizují erozní potenciál při vyšších průtocích a povodňových rozlivech (Pithart 2017). Přesto existují možnosti, jak současný stav alespoň částečně zlepšit v rámci opatření vypracovaných plánů péče o zvláště chráněné území (Bratka a kolektiv 2005, Chochel a Zajíček 2011) a souhrnu doporučených opatření pro přírodní rezervaci a evropsky významnou lokalitu Káraný - Hrbáčkovy tůň (Spilka 2015) soustavy Natura 2000.

7.4 Konkrétní návrh managementu sledované skupiny tůní

Přírodní rezervace Káraný - Hrbáčkovy tůň je refugiem původní labské krajiny, která v době regulace Labe, kdy byl hlavní tok napřímen a meandry řeky postupně odříznuty, ztratila dynamiku proměn a kontakt s říční nivou (Bratka a kol. 2005). Vodohospodářskými úpravami byly eliminovány povodňové rozlivy, okolní louky byly odvodněny a nahrazeny polními kulturami, což má negativní dopady na luční i vodní ekosystémy zvýšením trofie, kdy místy dochází až k hypertrofii. Vodní režim zvláště chráněného území je v současnosti silně narušený. Podíl na tomto aktuálním stavu má nejen v minulosti provedená regulace toku Labe, ale i vybudování vodárenského řádu Káraný. Pro ochranu území je nezbytné vyloučit jakékoliv další zásahy, které by měly za důsledek snížení hladiny podpovrchové vody (Spilka 2015). Bratka a kol. (2005) uvádějí, že pro zachování ekosystémů říční krajiny je nutné obnovit někdejší záplavový režim nebo provádět takové účinné revitalizace, které přirozený rozliv a režim alespoň částečně nahradí.

Zájmovým územím přírodní rezervace protéká několik vodotečí, např. Zámecký potok a potok Výmola. Na vybraných úsecích těchto menších vodních toků by bylo vhodné pokusit se vytvořit koryta blízká přirozenému tvaru (meandry) s mělkým zahloubením. Tato opatření, společně s obnovou zaniklých lučních vodotečí, které mají k dispozici zdroj vody, by mohla zajistit přísun vody do ekosystémů, přispět ke zlepšení vodního režimu a v případě vyšších průtoků by umožnila rozliv vody a zaplavení přilehlé nivy. Důležité však je, aby tato opatření

neznemožňovala jiná ochranná opatření (např. kosení luk) a byla v souladu s protipovodňovou ochranou (Spilka 2015).

Na aktuální ekologický stav Arazimových tůní má negativní vliv nejen absence vydatného vodního zdroje, ale i přerostlá pobřežní vegetace. Břehové porosty značně zastiňují vodní hladinu, tím omezují přístup světla a snižují teplotu vody. Opad listů, jeho následný rozklad zvyšuje nadbytečný přísun živin a především způsobuje postupné zazemňování tůní. Ke zlepšení současného stavu a prodloužení životnosti biotopu lze přispět šetrným odstraněním usazeného sedimentu, ručním prořezáním přerostlých břehových porostů alespoň jedenkrát za pět let a v pravidelném intervalu provádět monitoring společně s návrhem účinných opatření.

Tůň Poltruba je svou výměrou 0,2 ha mnohem větší než Arazimovy tůně (Malá 0,03 ha, Velká 0,04 ha), proto interakce suchozemské a pobřežní vegetace s vodním prostředím nemá tak významný vliv na její ekologický stav. Vodní plocha je zastíněna jen částečně, je dostatečně prosvětlena a není vystavena nadměrnému opadu listů z přilehlých dřevinných porostů. Optimální pro zlepšení a zachování současného stavu by bylo vhodné provést revitalizaci Zámeckého potoka, ten je zanesen organickým materiálem, především napadanými listy, které svým rozkladem zvyšují míru eutrofizace vodního prostředí a omezují přítok vody. Dále biotop odbahnit, ponechat a udržovat pásy rákosu, popřípadě je doplnit další mokřadní rostlinou (např. chrásticí rákosovitou či zblochanem vodním), které oddělují tůň od zemědělských ploch a zachytávají znečišťující látky. Obvodové litorální prostředí funguje jako nárazníková zóna, která chrání vnitřní, vlastní vodní útvar a napomáhá udržet dobrou kvalitu vody i environmentální systém jako celek (Bartoli a Viaroli 2006). Kontrolovat sukcesní vývoj okolních dřevin a v případě nutnosti provést jejich prořezání.

Nejvíce ohrožena procesem zazemnění je lesní tůň Karasí. Je zanesena silnou vrstvou sedimentu, který je tvořen převážně nánosem opadaného listů a rozkládajícími se dřevinami (obr. č. 16). K zajištění další existence nejen sledované tůně, ale celé soustavy lesních tůní v jejím okolí, by bylo nutné provést především jejich odbahnění, prohloubení, a následně se pokusit o jejich vzájemné propojení (Spilka 2015). Tím by byl obnoven hydrologický režim a vydatnější zavodňování z mělkého podpovrchového horizontu, neboť pro lužní lesy je typické, že slouží jako rezervoár podzemní vody, kterou přivede řeka a její povodňové rozlivy (Veselý 2019). Lesní poloha a celková rozloha, na které se soustava tůní nachází (okolo 3 ha), však téměř vylučuje odstranění sedimentu jakoukoliv technikou a ruční

odbahnění by bylo velice náročné, ekonomicky neúnosné i v souvislosti s tím, že odstranění sedimentu by bylo nutné opakovat alespoň jedenkrát za deset let. Bez jakýchkoliv opatření jsou tůňe „odsouzeny“ k přirozenému zániku, ale domnívám se, že zůstatkové zvodnělé deprese mohou alespoň částečně napomáhat k retenci vody pro udržení ekosystému lužního lesa.



Obr.č. 16: Lesní tůň Karasí, absence vody, riziko přirozeného zániku, červenec 2019 (Alexander 2019).

8. Závěr a přínos práce

1. V období od září 2018 do prosince 2019 jsem prováděl monitoring a průzkum vybrané skupiny Hrbáčkových tůní, Malé Arazimovy tůně, která je součástí katastrálního území Sedlčánky, Velké Arazimovy, Poltruby a tůně Karasí, které patří do katastrálního území Přerov nad Labem. Cílem sledování bylo získat relevantní data k vyhodnocení současného ekologického stavu.

2. Sledování bylo zaměřeno na identifikaci lokalit, včetně ověření z historických pramenů, na základní morfologický popis vybraných tůní, hydrochemické ukazatele kvality vody, míru úživnosti a hydrologický režim tůní.

3. Výsledky rekognoskace tůní byly porovnány s dostupnými mapovými podklady (Stabilní katastr 1841, III. Vojenské mapování 1927) a s hodnotami naměřenými v šedesátých letech minulého století. Výsledky potvrzují, že tvar a břehová linie tůní Malá a Velká Arazimova a Poltruba se za uplynulých 60 let prakticky nezměnily. Existenci tůní lze z historických pramenů doložit už v roce 1841, včetně tůně Karasí.

4. Porovnáním maximálních hloubek zjištěných v 50. a 60. letech 20. století s aktuální skutečností lze odhadnout rychlost zazemňování. Nejvyšší míra zazemnění byla v tůni Karasí, kde výška sedimentu dosáhla stavu téměř úplného zazemnění a tůň většinu sezóny vysychá. Důsledkem toho její životnost směřuje k přirozenému zániku. Ohrožena je i tůň Malá Arazimova, kde byla zjištěna hloubka o 70 cm menší než v 60. letech a její současná výška hladiny se pohybuje pouze v rozmezí 60 - 80cm. Tyto tůně jsou nejvíce exponované opadem z okolní vegetace. U tůně Velká Arazimova lze odhadnout přírůstek výšky sedimentu o 90 cm a u Poltruby o 100 cm.

5. V ostatních parametrech, tj. kolísání vodního sloupce, hydrochemických poměrech a v celkovém obsahu živin, dusíku a fosforu, došlo jen k minimálním změnám. Tůně vykazují zřetelnou tendenci k vertikální stratifikaci fyzikálně chemických parametrů, celkově nižší procento nasycení kyslíkem ukazuje silný vliv přísunu organických látek z okolí tůní. Tůně lze i nadále považovat za přirozeně eutrofní, i když vliv z povodí se na tomto stavu podílí patrně více, než v 50. a 60. letech 20. století.

6. Z hlediska ekologického stavu lokalit Malá a Velká Arazimova a Poltruba je třeba zdůraznit pozoruhodnou morfologickou stabilitu a patrně i velkou míru celkové ekologické stability.

7. V minulosti i současnosti byl a je patrný vliv okolního prostředí, kdy suchozemské ekosystémy a následné biologické procesy ve vodním prostředí ovlivňovaly a stále ovlivňují složení a chemismus vody. Tento efekt lze považovat za klíčový pro další vývoj a existenci těchto specifických lokalit. Vyšší míra eutrofizace, kdy dotčené tůně vykazují přirozený eutrofní až hypertrofní charakter je důsledkem především biologických procesů. Vnos organického materiálu má za následek nejen obohacení živinami, ale také postupné zazemňování tůní.

Na vývoj a současný stav Arazimových tůní a tůně Poltruba nemají nijak zásadní negativní dopad antropogenní vlivy vznikající bezprostřední činností člověka. V blízkosti tůní není urbanizované území a v přilehlém okolí se na orné půdě pravděpodobně environmentálně šetrně hospodaří. Nacházejí se tak v příznivém prostředí a za předpokladu, že u nich budou realizována doporučená managementová opatření, jako jsou omezení vegetace a odstranění sedimentu, mají vysoký potenciál životnosti. Významná funkce těchto mokřadních biotopů v krajině by pak byla zachována pro mnoho nastupujících generací.

9. Přehled literatury a použitých zdrojů

9.1 Odborné publikace

- Bartoli M., Viaroli P., 2006: Zone umide perifluviali: processi biogeochimici, funzioni ecologiche, problemi di gestione e conservazione. *Biologia Ambientale* 20/2. 43-54.
- Bratka J., Roub T., Pokorný J., Vašák P., Bratková J., 2005: Plán péče o přírodní rezervaci Hrbáčkovy tůně na období 2006 - 2016. Krajský úřad Středočeského kraje, odbor životního prostředí a zemědělství, Praha.
- Brom J., Pokorný J., 2017: Hydrologie mokřadů, vodní cyklus a klima. In: Čížková H., Vlasáková L., Květ J. (eds.): *Mokřady: ekologie, ochrana a udržitelné využívání*. Episteme, České Budějovice. 313-332.
- Černý R., 1994: Vegetace makrofyt tůní a slepých ramen nivy řeky Lužnice a její bioindikační význam. Disertační práce. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Botanický ústav AVČR, Průhonice. 188.
- Čížková H., Vlasáková L., Květ J. (eds.), 2017: *Mokřady: ekologie, ochrana a udržitelné využívání*. Episteme, České Budějovice.
- Dvořák J., Pechar L., 2000: Funkce allochtonní organické hmoty v tůni aluvia horní Lužnice. In: Pithart D. (ed.): *Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen*. Sborník příspěvků z konference v Lužnici u Třeboně. Botanický ústav AVČR, Průhonice. 34-35.
- Havlíková P., Chuman T., Janský B., 2017: Comparative study of fluvial lakes in floodplains of the Elbe, Lužnice and Svatka Rivers based on hydrochemical and biological approach. *Environmental monitoring and assessment* 189/12. 639.
- Hrbáček J., 1962: Species composition and the amount of zooplankton in relation to the fish stock. *Československá akademie věd*, Praha.
- Hrbáček J., 1966: A morphometrical study of some backwaters and fish ponds in relation to the representative plankton samples. In: Hrbáček J. (ed.): *Hydrobiological Studies 1*. Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague.
- Hrdinka T., Janský B., Šobr M., 2003: Genetická klasifikace jezer České republiky. In: Janský B., Šobr M. (eds.): *Jezera České republiky*. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha. 12-22.

- Husák Š., Květ J., 2000: Terminologie přirozených a umělých biotopů toků s odhadem počtu stojatých vod v aluviích v ČR. In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůň a říčních ramen. Sborník příspěvků z konference v Lužnici u Třeboně. Botanický ústav AVČR, Průhonice. 16-19.
- Chocheľ M., Hřčka D., Zajíček J., 2010: Zpráva z biologického průzkumu Evropsky významné lokality Káraný - Hrbáčkovy tůně. Občanské sdružení Ploučnice, Ostrov.
- Chocheľ M., Zajíček J., 2011: Plán péče o zvláště chráněné území – Přírodní rezervaci Káraný - Hrbáčkovy tůně (návrh na vyhlášení) 2013 - 2022. Občanské sdružení Ploučnice, Ostrov.
- Choura L., 2003: Zápis do Kroniky města Čelákovice. 1.
- Jánský B., 2003: Předmluva. In: Jánský B., Šobr M. (eds.): Jezera České republiky. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha. 6-7.
- Just T., 2016: Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfoloĝický stav. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Just T., Matoušek V., Dušek M., Fischer D., Karlík P., 2005: Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Český svaz ochránců přírody, Ministerstvo životního prostředí ČR, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Kirchner K., Krejčí M., Lacina J., Máčka Z., 2000: Geomorfologický výzkum ramen Moravy v CHKO Litovelské Pomoraví. In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůň a říčních ramen. Sborník příspěvků z konference v Lužnici u Třeboně. Botanický ústav AVČR, Průhonice. 31-32.
- Kočí V., Burkhard V., Maršálek B., 2000: Eutrofizace na přelomu tisíciletí. Eutrofizace 2000. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha. 3-13.
- Květ J., Čížková H., 2017: Mokřady na březích stojatých vod. In: Čížková H., Vlasáková L., Květ J. (eds.): Mokřady: ekologie, ochrana a udržitelné využívání. Episteme, České Budějovice. 119-144.
- Lellák J., Kubíček F., 1992: Hydrobiologie. Karolinum, Praha.
- Lurling M., De Senerpont Domis L. N., 2013: Predictability of plankton communities in an unpredictable world. *Freshwater Biology* 58/3. 455-462.

- Marvan P., Heteša J., 2000: Mikro – a makrovegetace odstavňých ramen řeky Morava. In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůňí a říčníých ramen. Sborník příspěvků z konference v Lužnici u Třeboně. Botanický ústav AVČR, Průhonice. 53-57.
- Mňuk A., Kašparová I., Musil M., Pechar L., 2018: Zooplankton biodiversity in river elbe natural pools. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying, Geology and mining Ecology Management 18. 805-811.
- Moss B. R., 2009: Ecology of fresh waters: Man and medium, past to future. John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey.
- Novotná M., Kořínek V., 1966: Effects of the fishstock on the quantity and species composition of the plankton of two backwaters. In: Hrbáček J. (ed.): Hydrobiological Studies 1. Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences. Prague. 297-322.
- Pechar L., 2015: Století eutrofizace rybníků – synergický efekt zvyšování zátěže živinami (fosforem a dusíkem) a nárůstu rybích obsádek. Vodní hospodářství 65/7. 1-6.
- Pechar L., Hrbáček J., Dufková V., Komárek J., Kroupa M., Papáček M., 1988: Hydrobiologická charakteristika tůňí v nivě Horní Lužnice. Sborník Vysoké školy zemědělské v Praze Agronomické fakulty v Českých Budějovicích, řadafytotechnická 2. 73-84.
- Pechar L., Hrbáček J., Pithart D., Dvořák J., 1996: Ecology of pools in the floodplain. In: Prach K., Jeník J., Large A. R. G. (eds.): Floodplain Ecology and Management. The Lužnice River in the Třeboň Biosphere Reserve, Central Europe. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 209-226.
- Pithart D., 2000: Tři možné pohledy na poznání tůňí. In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůňí a říčníých ramen. Sborník příspěvků z konference v Lužnici u Třeboně. Botanický ústav AVČR Průhonice. 6-8.
- Pithart D., 2017: Vodní toky a jejich nivy. In: Čížková H., Vlasáková L., Květ J. (eds.): Mokřady: ekologie, ochrana a udržitelné využívání. Episteme, České Budějovice. 84-107.
- Pithart D., Pechar L., 1995: The stratification of pools in the alluvium of the river Lužnice. Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie 80/1. 61-75.

- Pithart D., Rulík M., Černý R., Marvan P., Heteša J., Merta L., Hartvich P., Hrbáček J., Pechar L., 2003: Vodní ekosystém v nivě. In: Prach K., Pithart D., Francírková T. (eds.): Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách. Botanický ústav AVČR – Úsek ekologie rostlin Třeboň, Třeboň. 37-53.
- Pithart D., Pichlová R., Bílý M., Hrbáček J., Novotná K., Pechar L., 2007: Spatial and temporal diversity of small shallow waters in river Lužnice floodplain. In: Gulati R.D., Lammens E., De Pauw N., Van Donk E. (eds.): Shallow Lakes in a Changing World. Developments in Hydrobiology. Springer, Dordrecht. 265-275.
- Prokešová V., 1959: Hydrobiological research of two naturally polluted pools in the woody inundation area of the Elbe. Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovenica 18. 34-69.
- Říhová Ambrožová J., 2007: Encyklopedie hydrobiologie: výkladový slovník. Vysoká škola chemicko - technologická, Praha.
- Schubert A., Lellák J., 1973: Život ve sladkých vodách. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- Spilka J., 2015: Souhrn doporučených opatření pro evropsky významnou lokalitu Káraný – Hrbáčkovy tůně. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Regionální pracoviště Střední Čechy, Praha.
- Spurný P., Mareš J., Kopp R., Řezníčková P., 2015: Hydrobiologie a rybářství. Mendelova univerzita Brno, Fakulta agronomická, Brno. 52-61
- Studnička P., 2011: Labe, Grado. Zpravodaj města Čelákovice 2011/11. 8.
- Šobr M., Hastíková P., Pithart D., Žaloudík J., 2012: Geneze fluvialních jezer. In: Pithart D., Dostál J., Langhammer J., Janský B. (eds.): Význam retence v říčních nivách. Daphne ČR, Praha. 27-35.
- Štěrba O., 2008: Říční krajina a její ekosystémy. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Veselý D., 2019: Čtyři podoby povodňování na soutoku Morava a Dyje. Fórum ochrany přírody 2019/3. 16-19.
- Vlasáková L., 2017: Předmluva. In: Čížková H., Vlasáková L., Květ J. (eds.): Mokřady: ekologie, ochrana a udržitelné využívání. Episteme, České Budějovice. 17-18.

- Vrba J., Rulík M., 2017: Stručná historie limnologie v česku. In: Vrba J., Rulík M. (eds.): Padesát let Limnospolu aneb kapitoly z historie české limnologie. Česká limnologická společnost, Praha. 13.

9.2 Legislativní zdroje

- Směrnice 2000/60/ES, Rámcová směrnice vodní politiky
- Nařízení vlády č. 132/2005 Sb.
- Nařízení vlády č. 318/2013 Sb.
- Nařízení Okresního úřadu Praha - východ č. 3 / 1999
- Nařízení Středočeského kraje č. 13 / 2014
- Vyhláška Okresního národního výboru Praha - východ ze dne 24. 6. 1988
- Vyhláška Okresního národního výboru Nymburk ze dne 23. 6. 1989

9.3 Internetové zdroje

- URL 1: <https://geoportal.cuzk.cz>
- URL 2: <http://www.geoservice.army.cz>
- URL 3: <https://www.celakovice.cz>
- URL 4: <https://gis.kr-stredocesky.cz>

10. Přílohy

- Příloha č. 1: Malá Arazimova tůň, tabulka měření a odběru vzorků pro stanovení základních chemicko fyzikálních vlastností
- Příloha č. 2: Velká Arazimova tůň, tabulka měření a odběru vzorků pro stanovení základních chemicko fyzikálních vlastností
- Příloha č. 3: Tůň Poltruba, tabulka měření a odběru vzorků pro stanovení základních chemicko fyzikálních vlastností
- Příloha č. 4: Lesní tůň Karasí, tabulka měření a odběru vzorků pro stanovení základních chemicko fyzikálních vlastností
- Příloha č. 5: Malá Arazimova tůň, tabulka měření vertikální zonace fyzikálně chemických parametrů
- Příloha č. 6: Velká Arazimova tůň, tabulka měření vertikální zonace fyzikálně chemických parametrů
- Příloha č. 7: Tůň Poltruba, tabulka měření vertikální zonace fyzikálně chemických parametrů
- Příloha č. 8: Hodnoty výsledků stanovení alkality (KNK4,5), koncentrací dusičnanového dusíku (NO₃-N), amoniakálního dusíku (NH₄-N), fosfátového fosforu (PO₄-P), celkového dusíku (TN), fosforu (TP), celkového organického uhlíku (TOC) a chlorofylu (Chla)

Příloha č. 1: Malá Arazimova tůň, tabulka měření a odběru vzorků pro stanovení základních chemicko fyzikálních vlastností

Malá Arazimova tůň													
Odběr vzorku				Klimatické podmínky			Chemicko fyzikální vlastnosti						Měřili
Číslo odběru	Druh a hloubka odběru (m)	Datum odběru	Čas odběru HH:MM	Počasí	Teplota vzduchu (C°)	Rychlost větru (m.s ⁻¹)	Teplota vody (C°)	DO (mg.l ⁻¹)	DO (%)	pH	Vodivost (μS.cm ⁻¹)	Kolísání hladiny vody (cm v návaznosti na přechodní měření)	Jméno
1	BV, hladina	29.01.2019	10:05	polojasno	3,8	0,2 - 0,9	1,9	18,8	151	7,90	1 250	0,0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander
2	BV, hladina	01.03.2019	10:20	zataženo	11,5	1,4 - 2,0	5,9	16,26	148,8	7,45	1 305	+ 6,5	P. Alexander
3	BV, hladina	29.03.2019	10:25	zataženo	14,0	0,7 - 0,9	9,5	7,54	78,6	7,33	1 330	+ 1,0	P. Alexander
4	BV, hladina	19.04.2019	9:50	jasno, slunečno	16,4	0,5	12,8	4,37	47,6	7,35	1 361	- 8,5	P. Alexander
5	BV, hladina	03.06.2019	10:25	jasno, slunečno	22,5	bezvětrí	21,9	4,71	64,5	7,55	1 274	+ 3,0	P. Alexander
6	SV, 0 - 1	12.07.2019	11:05	zataženo, deštivo	19,1	bezvětrí	19,7	5,01	55,0	7,35	1 232	- 26,0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander
7	BV, hladina	16.08.2019	9:05	zataženo	19,5	1,5	17,4	5,11	64,9	7,26	936	- 10,0	P. Alexander
8	BV, hladina	20.09.2019	10:30	jasno, slunečno	13,7	0,4 - 0,8	10,8	5,77	58,0	7,08	877	- 20,0	P. Alexander
9	BV, hladina	24.10.2019	8:50	zataženo, mlha	11,3	bezvětrí	11,6	1,76	18,2	7,36	805	+ 5,0	P. Alexander
10	BV, hladina	29.11.2019	9:35	zataženo, deštivo	9,8	2,9	7,2	2,15	19,5	7,15	785	+ 16,0	P. Alexander
11	SV, 0 - 1	06.12.2019	13:45	jasno, slunečno	6,5	bezvětrí	3,2	3,80	30,5	7,14	779	+ 2,0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander

BV – bodový vzorek; **SV** – směsný vzorek

Příloha č. 2: Velká Arazimova tůň, tabulka měření a odběru vzorků pro stanovení základních chemicko fyzikálních vlastností

Velká Arazimova tůň													
Odběr vzorku				Klimatické podmínky			Chemicko fyzikální vlastnosti						Měřili
Číslo odběru	Druh a hloubka odběru (m)	Datum odběru	Čas odběru HH:MM	Počasí	Teplota vzduchu (C°)	Rychlost větru (m.s ⁻¹)	Teplota vody (C°)	DO (mg.l ⁻¹)	DO (%)	pH	Vodivost (μS.cm ⁻¹)	Kolísání hladiny vody (cm, v návaznosti na přechodní měření)	Jméno
1	SV, 0 - 1	29.01.2019	11:50	polojasno	4,7	1,2	3,4	16,03	131	7,93	1 068	0,0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander
2	BV, hladina	01.03.2019	11:05	zataženo, přeháňky	11,3	1,3 - 1,6	7,7	17,22	162,5	7,84	1 077	+ 6,0	P. Alexander
3	BV, hladina	29.03.2019	11:00	polojasno	15,2	0,4	10,9	8,61	90,1	7,47	1 172	+ 1,0	P. Alexander
4	BV, hladina	19.04.2019	10:25	jasno, slunečno	16,7	0,6	14,1	5,47	62,9	7,46	1 216	- 9,0	P. Alexander
5	BV, hladina	03.06.2019	10:45	jasno, slunečno	22,5	bezvětří	21,5	3,15	42,5	7,40	1 243	+ 5,0	P. Alexander
6	SV, 0 - 1	12.07.2019	11:55	zataženo, deštivo	19,5	bezvětří	20,7	4,55	51,1	7,36	1 090	- 27,0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander
7	BV, hladina	16.08.2019	9:35	zataženo	19,5	0,7	20,4	4,19	55,4	7,44	793	- 21,0	P. Alexander
8	BV, hladina	20.09.2019	11:10	jasno, slunečno	14,1	0,4	13,4	5,44	62,0	7,48	780	- 6,0	P. Alexander
9	BV, hladina	24.10.2019	9:20	zataženo, mlha	11,5	bezvětří	12,4	2,28	24,0	7,19	778	+3,0	P. Alexander
10	BV, hladina	29.11.2019	9:55	zataženo, deštivo	10,4	3,3	8,2	3,88	35,9	7,29	792	+18,0	P. Alexander
11	SV, 0 - 1	06.12.2019	13:25	jasno, slunečno	6,5	bezvětří	3,7	5,44	43,5	7,38	792	+1,0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander

BV – bodový vzorek; **SV** – směsný vzorek

Příloha č. 3: Tůň Poltruba, tabulka měření a odběru vzorků pro stanovení základních chemicko fyzikálních vlastností

Tůň Poltruba													
Odběr vzorku				Klimatické podmínky			Chemicko fyzikální vlastnosti					Kolísání hladiny vody (cm, v návaznosti na přechozí měření)	Měřili
Číslo odběru	Druh a hloubka odběru (m)	Datum odběru	Čas odběru HH:MM	Počasí	Teplota vzduchu (C°)	Rychlost větru (m.s ⁻¹)	Teplota vody (C°)	DO (mg.l ⁻¹)	DO (%)	pH	Vodivost (μS.cm ⁻¹)		Jméno
1	SV, 0 - 1	29.01.2019	13:10	polojasno	4,3	1,5	2,9	15,21	122	8,15	1 085	0,0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander
2	BV, hladina	01.03.2019	11:55	zataženo	11,3	0,9	7,4	14,41	135,9	8,05	1 118	+ 4	P. Alexander
3	BV, hladina	29.03.2019	11:50	zataženo	14,8	0,4	10,5	12,11	124,8	7,88	1 108	- 0,5	P. Alexander
4	BV, hladina	19.04.2019	10:55	jasno, slunečno	19,1	0,5	14,1	13,83	160,1	8,28	1 080	- 5,5	P. Alexander
5	BV, hladina	03.06.2019	11:15	jasno, slunečno	23,0	bezvětrí	21,8	17,07	234,8	8,40	1 007	0,0	P. Alexander
6	SV, 0 - 1	12.07.2019	13:05	zataženo	21,8	bezvětrí	20,7	5,97	67,0	7,63	957	- 8,0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander
7	BV, hladina	16.08.2019	10:15	zataženo	20,4	2,5	20,4	11,14	145,8	8,44	852	- 7,0	P. Alexander
8	BV, hladina	20.09.2019	12:00	jasno, slunečno	16,7	0,6 - 0,8	15,1	11,49	132,8	8,13	800	- 13,0	P. Alexander
9	BV, hladina	24.10.2019	10:10	zataženo, mlha	11,8	bezvětrí	11,9	5,67	59,2	7,55	797	-13,0	P. Alexander
10	BV, hladina	29.11.2019	10:40	zataženo, deštivo	9,2	2,6	7,6	4,53	41,8	7,62	831	+ 15	P. Alexander
11	SV, 0 - 1	06.12.2019	10:45	jasno, slunečno	6,3	bezvětrí	4,0	5,85	48,4	7,41	858	+ 5	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander

BV – bodový vzorek; **SV** – směsný vzorek

Příloha č. 4: Lesní tůň Karasí, tabulka měření a odběru vzorků pro stanovení základních chemicko fyzikálních vlastností

Lesní tůň Karasí													
Odběr vzorku				Klimatické podmínky			Chemicko fyzikální vlastnosti					Měřili	
Číslo odběru	Druh a hloubka odběru (m)	Datum odběru	Čas odběru HH:MM	Počasí	Teplota vzduchu (C°)	Rychlost větru (m.s ⁻¹)	Teplota vody (C°)	DO (mg.l ⁻¹)	DO (%)	pH	Vodivost (μS.cm ⁻¹)	Kolísání hladiny vody (cm, v návaznosti na přechodní měření)	Jméno
1	BV, hladina	29.01.2019	14:50	skoro zataženo	3,3	bezvětří	2,2	0,77	6	7,17	1 280	0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander
2	BV, hladina	01.03.2019	13:00	zataženo	12,5	bezvětří	8,2	1,88	17,8	5,87	2 086	+ 3,0	P. Alexander
3	BV, hladina	29.03.2019	13:00	zataženo	13,1	0,4	10,9	2,57	26,9	6,68	2 672	- 1,0	P. Alexander
4	BV, hladina	19.04.2019	11:45	jasno, slunečno (v lese stín)	20,5	0,4	10,4	3,38	36,3	6,83	2 865	- 3,0	P. Alexander
5	BV, hladina	03.06.2019	12:05	jasno, slunečno (v lese stín)	23,0	bezvětří	18,1	1,41	18,1	7,33	2 407	0,0	P. Alexander
6	BV, z louže	12.07.2019	14:15	polojasno	22,0	bezvětří	19	4,64	-	6,34	2 470	- 25,0	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander
7	bez vody	16.08.2019	11:25	zataženo	20,0	0,5	-	-	-	-	-	bez vody	P. Alexander
8	bez vody	20.09.2019	12:55	polojasno	15,6	bezvětří	-	-	-	-	-	bez vody	P. Alexander
9	bez vody	24.10.2019	11:05	zataženo, mlha	11,9	bezvětří	-	-	-	-	-	bez vody	P. Alexander
10	BV, z louže	29.11.2019	11:40	zataženo, deštivo	10,1	1,1	8,9	1,48	14,2	6,52	1 275	louže, 3-5cm	P. Alexander
11	BV, z louže	6.12. 019	11:50	jasno, slunečno (v lese stín)	6,5	bezvětří	2,3	1,65	13,1	6,39	1 641	louže, 5-7cm	E. Pecharová L. Pechar P. Alexander

BV – bodový vzorek; **SV** – směsný vzorek

Příloha č. 5: Malá Arazimova tůň, tabulka měření vertikální zonace fyzikálně chemických parametrů

Lokalita: Malá Arazimova tůň								
Datum: 12.07.2019			Čas: 11:05		Měřili: Pechar, Petr Alexander			
Hloubka	Temp	Atm.tlak	O2 (%)	O2 (mg)	SPC	pH	Chla	Pozn.
cm	deg C	kPa	%	mg.l⁻¹	μS.cm⁻¹		μg.l⁻¹	
0	19,7	99,2	59	5,6	1320	7,38	50	
10	16,9		59	5,6	1320	7,38	50	0 - 10 cm
20	16,5		48	4,6	1320	7,33	37	
30	16,4		58	5,5	1320	7,36	68	
40	16,4		37	3,5	1328	7,26	48	
50	16,4		9	0,8	1346	7,13	155	dno-max +/- 70

Hodnota Chla je vypočtena z měření fluorescence sondou YSI s využitím firemního nastavení výpočtu

Příloha č. 6: Velká Arazimova tůň, tabulka měření vertikální zonace fyzikálně chemických parametrů

Lokalita: Velká Arazimova tůň								
Datum: 12.07.2019			Čas: 11:55		Měřili: L. Pechar, Petr Alexander			
Hloubka	Temp	Atm.tlak	O2 (%)	O2 (mg)	SPC	pH	Chla	Pozn.
cm	deg C	kPa	%	mg.l⁻¹	μS.cm⁻¹		μg.l⁻¹	
0	20,7	99,1	22	1,87	1171	7,28	18	
10	19,8		26	2,35	1171	7,32	18	kontrola O2-OK
20	19,8		18	1,66	1171	7,27	22	
30	19,7		14	1,26	1171	7,23	24	
50	19,6		13	1,18	1171	7,22	22	
70	19,6		9	0,9	1171	7,21	20	
100	19,6		11	1,02	1171	7,21	21	
140	19,5		6	0,5	1171	7,20	20	
180	19,5		0,6	0,05	1175	7,13	23	dno-max +/-1,9

Hodnota Chla je vypočtena z měření fluorescence sondou YSI s využitím firemního nastavení výpočtu

Příloha č. 7: Tůň Poltruba, tabulka měření vertikální zonace fyzikálně chemických parametrů

Lokalita: Tůň Poltruba								
Datum: 12.07.2019			Čas: 13:05		Měřili: L. Pechar, Petr Alexander			
Hloubka	Temp	Atm.tlak	O2 (%)	O2 (mg)	SPC	pH	Chla	Pozn.
cm	deg C	kPa	%	mg.l⁻¹	μS.cm⁻¹		μg.l⁻¹	
0	20,7	99,1	59	5,4	1015	7,66	5	
10	19,9		59	5,4	1012	7,67	5	
20	19,9		50	4,52	1016	7,63	6	
30	19,7		53	4,85	1015	7,65	5	
50	19,6		50	4,63	1015	7,64	8	
60	19,3		47	4,36	1015	7,34	9	
100	19,2		43	3,9	1017	7,62	9	
140	19,1		36	3,3	1018	7,56	8	
200	18,8		19	1,7	1021	7,49	6	
250	18,6		8	0,73	1021	7,44	8	
300	18,4		1	0,09	1023	7,40	8	
370	17,3		0,1	0,01	1020	7,19	6	dno-max +/-3,8 - 4 m

Hodnota Chla je vypočtena z měření fluorescence sondou YSI s využitím firemního nastavení výpočtu

Příloha č. 8: Tabulka hodnot výsledků stanovení alkality (KNK_{4,5}), koncentrací dusičnanového dusíku (NO₃-N), amoniakálního dusíku (NH₄-N), fosfátového fosforu (PO₄-P), celkového dusíku (TN), fosforu (TP), celkového organického uhlíku (TOC) a chlorofylu (Chla)

Datum odběru	Lokalita	KNK _{4,5}	NO ₃ -N [mg.l ⁻¹]	NH ₄ -N [mg.l ⁻¹]	PO ₄ -P [mg.l ⁻¹]	TP [mg.l ⁻¹]	TN [mg.l ⁻¹]	TOC [mg.l ⁻¹]	Chla [mg.l ⁻¹]
29.01.2019	Arazimova malá	4,34	0,000	0,301	0,066	0,231	3,03	29,1	43
12.07.2019	Arazimova malá	4,5	0,000	0,042	0,130	0,095	1,94	26,7	73
06.12.2019	Arazimova malá	3,95	0,032	3,443	0,510	0,553	6,74	89,7	49
průměrné hodnoty		4,26	0,011	1,26	0,235	0,293	3,90	48,5	55
29.01.2019	Arazimova velká	4,2	0,206	0,512	0,042	0,106	3,01	23,1	41
12.07.2019	Arazimova velká	3,94	0,017	0,029	0,150	0,092	1,55	20,0	44
06.12.2019	Arazimova velká	3,78	0,064	0,165	0,012	0,046	1,36	18,3	54
průměrné hodnoty		3,97	0,096	0,24	0,068	0,081	1,97	20,5	46
29.01.2019	Poltruba	5,08	2,772	0,177	0,012	0,064	3,92	14,5	20
12.07.2019	Poltruba	4,4	0,026	0,980	0,043	0,072	1,65	8,3	19
06.12.2019	Poltruba	2,55	0,086	0,418	0,038	0,056	1,58	15,2	6
průměrné hodnoty		4,01	0,961	0,525	0,031	0,064	2,38	12,7	15
29.01.2019	Karasí		0,051	0,402	0,154	0,249	1,8	25,6	19
12.07.2019	Karasí	2,49	0,268	0,347	0,093	0,758	13,7	84,1	239
06.12.2019	Karasí	3,95	1,161	1,784	1,099	0,982	6,31	29,0	7
průměrné hodnoty		3,22	0,493	0,84	0,449	0,663	7,27	46,2	88