

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE

ING. RICHARD SVIDENSKÝ

ČESKÉ BUDĚJOVICE 2021

Autoreferát disertační práce

Doktorand: Ing. Richard Svidenský
Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí
Studijní obor: Aplikovaná a krajinná ekologie
Název práce: Monitoring vodních makrofyt pro ochranu přírody
Školitel: prof. doc. RNDr. Hana Čížková, CSc.
Školitel specialista Mgr. Andrea Kučerová, Ph.D.

Oponenti:

RNDr. Jindřich Duras, Ph.D.
Povodí Vltavy, s.p., závod Berounka
Denisovo nábřeží 14, 301 00 Plzeň

Doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.
Katedra aplikované ekologie,
Fakulta životního prostředí ČZU
Kamýcká 129, 165 00 Praha – Suchbátka

prof. RNDr. Jaroslav Vrba, CSc.
Katedra biologie ekosystémů
Přírodovědecká fakulta JU
Branišovská 1760, 37005 České Budějovice

Obhajoba disertační práce se koná dne 8. 3. 2022 od 13.00, pavilon M, místnost
Vědecké rady ZF JU

doc. RNDr. Libor Pechar, CSc. předseda oborové rady Aplikovaná a krajinná
ekologie ZF JU v Českých Budějovicích

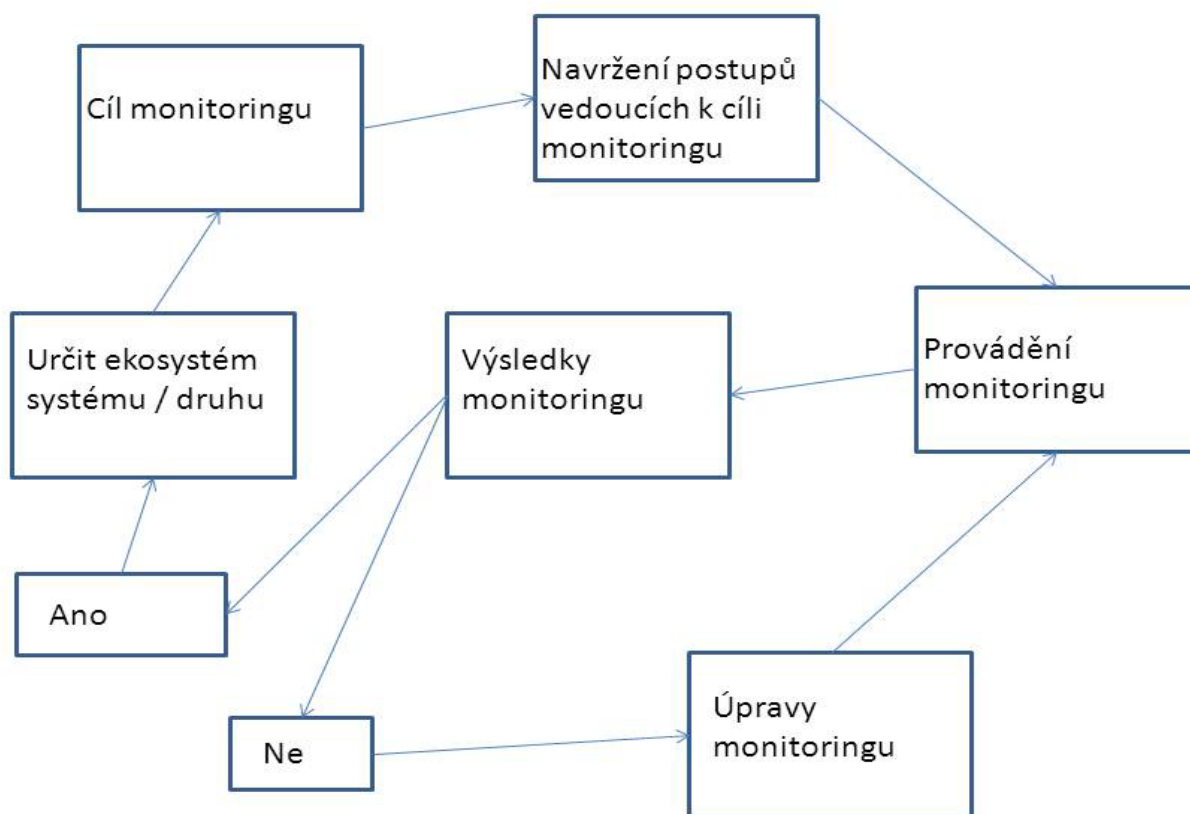
Obsah

1.	Úvod.....	6
2.	Cíle práce.....	7
2.1	Monitoring vegetace v nivě revitalizovaného potoka Hučina (NP Šumava).....	10
	Cíl studie.....	10
	Metodický přístup.....	10
	Výsledky.....	12
	Závěr.....	12
2.2	Dynamika litorálního porostu v zátoce Vřesná nádrže Lipno	13
	Cíl studie.....	13
	Metodický přístup.....	13
	Výsledky.....	14
	Závěr.....	16
2.3	Srovnávací ekologie blízce příbuzných druhů <i>Ceratophyllum submersum</i> a <i>C. demersum</i>	17
	Cíl studie.....	17
	Metodický přístup.....	17
	Výsledky.....	19
	Závěr.....	20
2.4	Ústup litorálních porostů na rybníku Bažina	21
	Cíl studie.....	21
	Metodický přístup.....	21
	Vybrané výsledky	23
	Diskuse	30
	Závěr.....	32
3.	Souhrnná diskuse.....	33
3.1	Jednotící hledisko disertace	33
3.2	Vlastní zkušenosti s monitoringem.....	33

Model.....	33
Průzkum a sledování.....	33
Doplnění monitoringu experimentem.....	34
Spolupráce s dalšími subjekty	34
Zapojení veřejnosti a škol.....	35
4. Závěr.....	36
5. Literatura	38
6. ŽIVOTOPIS	41

1. Úvod

Dlouhodobé sledování částí přírody poskytuje podkladové informace nezbytné pro jejich účinnou ochranu. V kontextu ochrany přírody je monitoring je definován/chápán jako sběr a analýza opakovaných pozorování, nebo měření s cílem vyhodnotit změny ve stavu populací nebo společenstev organismů a dále vyhodnotit pokrok vedoucí k dosažení cílů managementu (plánů péče). Pro úspěšný monitoring je třeba dobře stanovit cíle. Z formulace cílů vyplývá, co se bude sledovat, jak se bude sledování provádět (jaké metody se zvolí) a jak často budou sledování opakována. Monitoring je navrhován za účelem zjištění, zda bylo dosaženo managementového opatření. Management je třeba změnit, pokud monitoring ukáže, že se cíle managementu nedaří dosáhnout. Monitoring je tedy vnímán jako nástroj k ověření správnosti managementu (Elzinga, 2001).



Obr. 1: Proces vývoje monitoringu začíná popisem určitého ekosystému (druhu), následuje stanovení cílů a návržení postupu, jak provést monitoring k jich dosažení. Na základě získaných výsledku je rozhodnuto o dosažení stanovených cílů, případně dojde k úpravě monitoringu.

Primárním cílem monitoringu je sběr různých informací o územích s cennými biotopy nebo populacemi vzácných či ohrožených druhů (Obr. 1), nacházejících se v různých úrovních stability. Sekundárním cílem monitoringu je pak tyto poznatky využít pro management péče o daný biotop nebo přímo druh. Díky těmto informacím a zkušenostem z aplikované péče může být vytvořen návod, jak pečovat o biotop. Takovéto obecné návody mohou být klíčové pro udržení stability různých biotopů.

První úlohou monitoringu je sledovat stav ekosystémů či krajiny v dlouhodobém vývoji a navrhnout případné příčinné souvislosti. V současnosti je důležité sledovat zejména dopady lidské činnosti. K nim patří zejména dvě skupiny vlivů: globální změna klimatu a antropogenní změny ve využívání krajiny (Walsh, 2019; Bencheikh & Rchid, 2012). Podobně Davidson & Jeppesen (2013) uvádějí, že efekt změny klimatu a eutrofizace se navzájem umocňují. Druhou úlohou monitoringu je ověřit, zda nápravná opatření mají požadovaný efekt, případně poskytnout podklady, jakým způsobem upravit nápravná opatření a pokračovat v monitoringu.

Obtížnost/Složitost monitoringu vodních rostlin je dána specifiky vodních a mokřadních biotopů, které zahrnují vlastnosti anaerobní půdy či sedimentu, vodního sloupce a často též procesy v atmosféře nad vodním sloupcem. Růst a výskyt vodních makrofyt je ovlivněn souborem abiotických a biotických faktorů, které spolu souvisejí a navzájem se doplňují (Kincl & Krpeš, 2000). Litorální vegetace je ovlivněna nejen morfologickými, klimatickými a teplotními poměry nádrže, ale také mechanickými účinky nakumulované vody (Novák 1968; Votruba & Broža 1980). Se zásobní funkcí nádrže souvisí kolísání vodní hladiny, které významně ovlivňuje výskyt rostlin v litorálu (Hejzlar, 2006).

2. Cíle práce

Souhrnným cílem práce je posoudit různé přístupy k monitoringu vegetace vodních a mokřadních biotopů vzhledem k jejich biotickým a abiotickým charakteristikám a záměrům managementu.

Práce obsahuje čtyři případové studie:

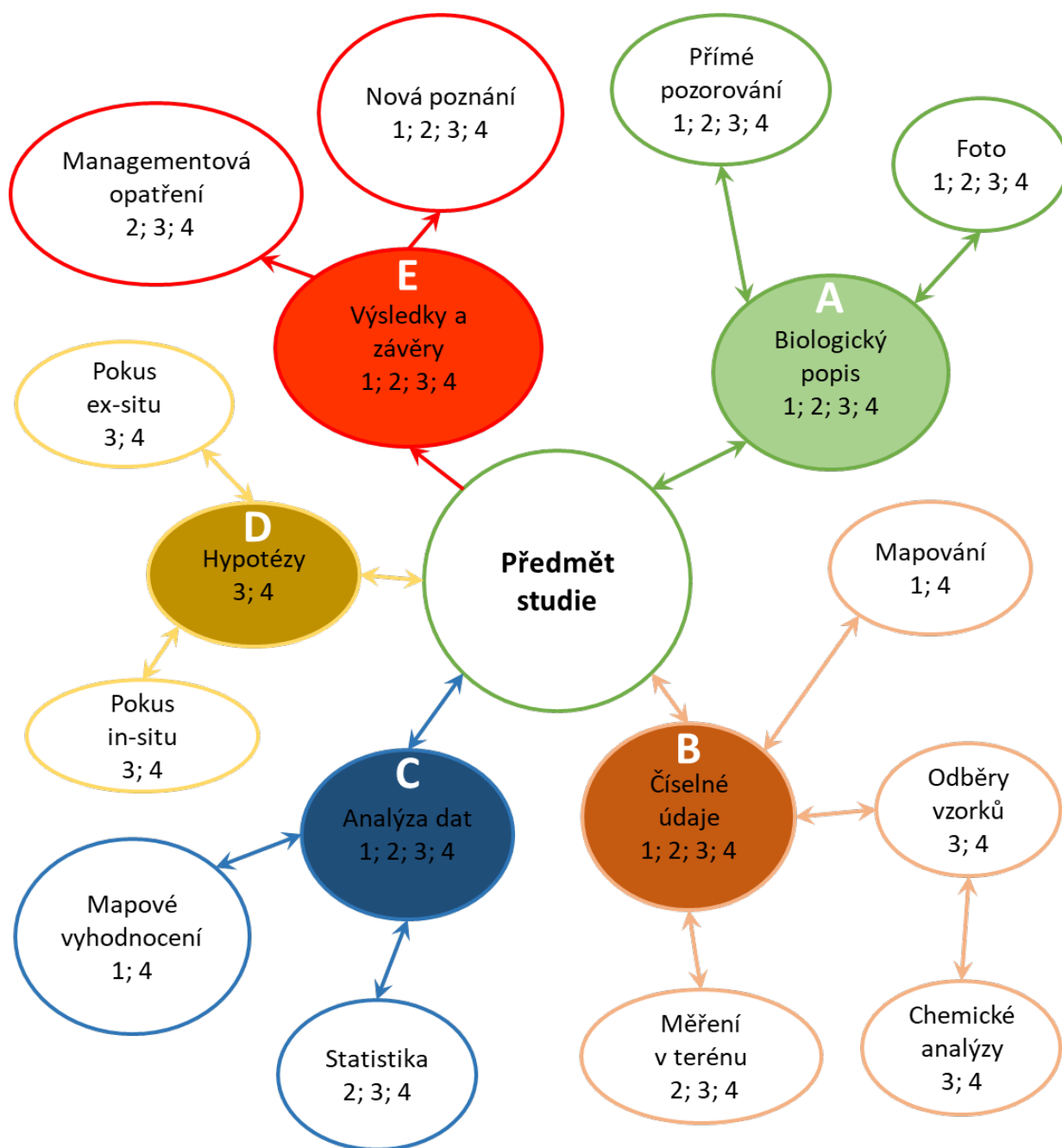
1. Monitoring vegetace v nivě revitalizovaného potoka Hučina (NP Šumava) (v dalším textu jen studie Hučina);
2. Dynamika litorálního porostu v zátoce Vřesná nádrže Lipno (dále jen studie Vřesná);
3. Srovnávací ekologie blízce příbuzných druhů *Ceratophyllum submersum* a *C. demersum* (dále jen studie Růžkatce);

4. Ústup litorálních porostů na rybníku Bažina (dále jen studie Bažina).

Každá z těchto studií používá jiný přístup (obr. 2). Zahrnují monitoring, vědecký experiment a kombinaci monitoringu a vědeckého experimentu. Studie 1, 2 a 4 vycházejí z principu adaptivního monitoringu, tj. zpětnovazebného rozhodování při volbě dalšího postupu (srov. obr. 1 v kap. 1).

Dílejšími cíli jednotlivých studií bylo:

1. Ověřit přínos managementového opatření pro péči o studovaný biotop (studie Hučina).
2. Zhodnotit ekologický potenciál umělého vodního útvaru (studie Vřesná)
3. Získat podrobné poznatky k biologii ohroženého druhu, využitelné při managementu jeho biotopu (studie Růžkatce)
4. Navrhnout managementová opatření vhodná ke zvýšení přírodní hodnoty sledovaného biotopu (studie Bažina).



Obr. 2: Součásti řešení jednotlivých případových studií (A–E). 1 – studie Hučina; 2 – studie Vřesná; 3 – studie Růžkatce; 4 – studie Bažina.

2.1 *Monitoring vegetace v nivě revitalizovaného potoka Hučina (NP Šumava)*

Cíl studie

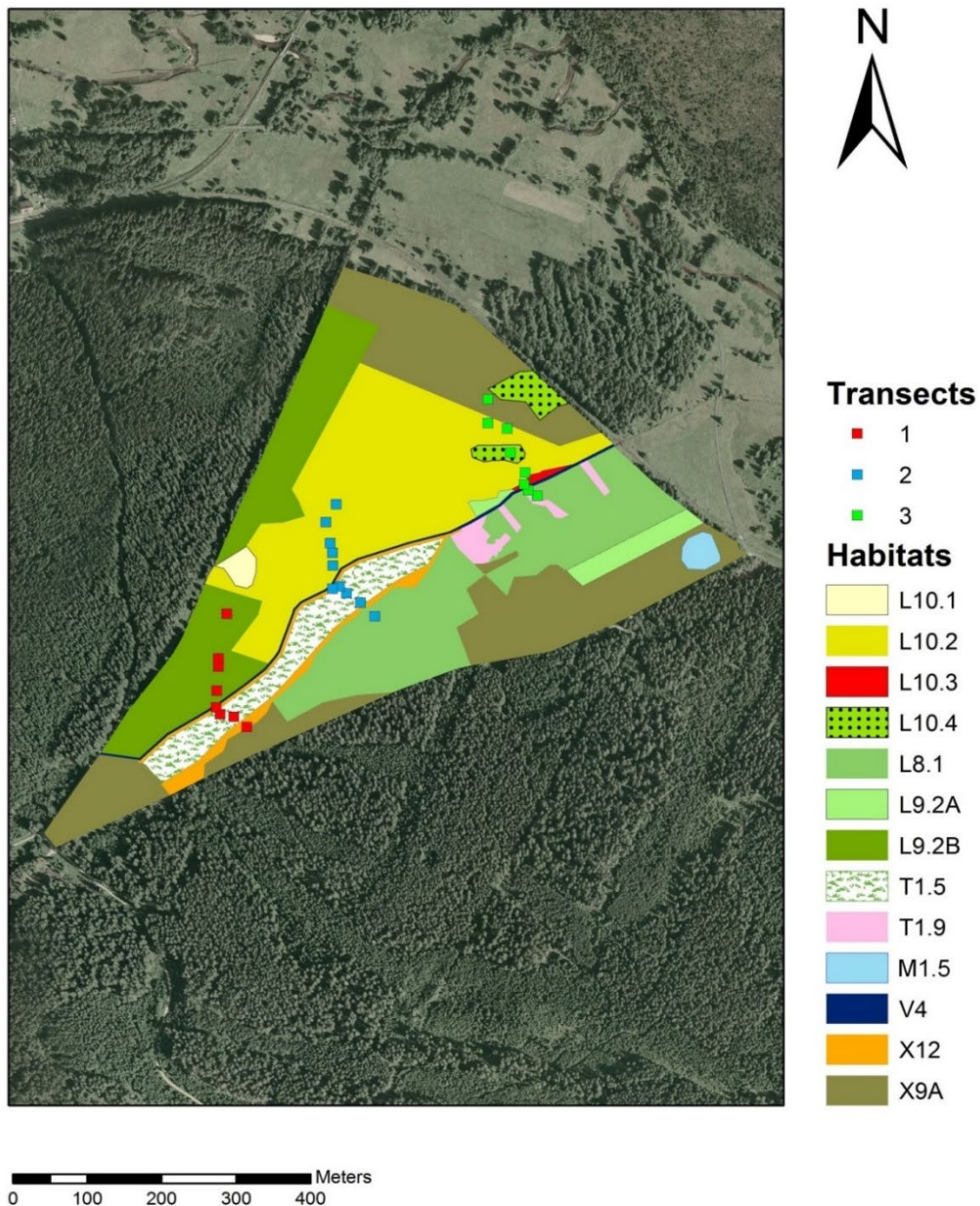
V roce 2013 byla revitalizována část potoka Hučina (pravý přítok Studené Vltavy blízko Červeného Kříže) jako součást programu obnovy odvodněných rašelinišť a zlepšení vodního režimu v krajině (Bufková, 2013). Nově meandrující koryto potoka bylo situováno převážně v původním řečišti. Narovnané části koryta byly přehrazeny a přeměněny v tůň. V zalesněných oblastech nivy Hučiny byla provedena obnova režimu podzemní vody přehrazením odvodňovacích kanálů v této oblasti

Cílem této studie bylo zachytit ekosystémové změny v první fázi revitalizace potoka Hučiny. Výsledné poznatky pomohou přispět k poznání vývoje rostlinných společenstev po obnovení přírodě blízkého vodního režimu.

Metodický přístup

Aby bylo možné posoudit dopad revitalizace vodního toku na vegetaci nivy, byl monitoring v nivě potoka Hučina zahájen ještě před jeho revitalizací (Lazárková, 2012; Sláma, 2012). Pro nivu potoka Hučiny byla vytvořena mapa biotopů *sensu* Chytrý (2010). Jako výchozí podklady byly použity místní topografické mapy, ortofotografické mapy, lesnické porostní mapy, poskytnuté správou NP Šumava. Hranice biotopů byly zaznamenány v terénu za pomoci přístroje PDA Ashtech GPS Magellan mobile mapper 10. Data byla později zpracována za použití ArcGIS 9.2 software.

Dále byly vytyčeny trvalé plochy na třech transektech, vedoucí napříč revitalizovanou nivou. Zde bylo zaznamenáváno 2x ročně druhové složení vegetace a pokryvnost jednotlivých druhů. Botanická nomenklatura je uvedena v souladu s Klíčem ke květeně ČR (Kubát, 2002).



Obr. 3. Mapa hlavních typů biotopů nivy Hučiny. Kódy jsou uvedeny podle Katalogu biotopů ČR (Chytrý, 2010). L10.1 – rašelinné březiny; L10.2 - Rašelinné brusnicové bory; L10.3 - Suchopýrové bory kontinentálních rašelinišť; L10.4 - Blatkové bory; L8.1 - Boreokontinentální bory; L9.2A, L9B - Rašelinné a podmáčené smrčiny; M1.5 - Pobřežní vegetace potoků; T1.5 - Vlhké pcháčové louky; T1.9 - Střídavě vlhké bezkolencové louky; V4 - Makrofytní vegetace vodních toků; X12 - S Nálety pionýrských dřevin; X9A - Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami.

Výsledky

Výsledky terénního mapování (obr. 3) ukazují, že vegetace se lišila v závislosti na vzdálenosti od zregulovaného koryta potoka. V nejbližší části, která je dostatečně suchá, aby umožnila vjezd pro těžební stroje, byl původní les vytěžen a nahrazen smrkovou monokulturou.

Ve střední části nivy složení druhů vyššího stromového patra a podrostu odpovídá očekávané původní druhové skladbě. Je zde mnoho středně starých, odumřelých stromů a mnoho různověkových porostů, které pravděpodobně vznikly přirozeným zmlazením. Tyto vlastnosti indikují, že tato oblast nebyla obhospodařována několik desetiletí, pravděpodobně už od druhé světové války, a do té doby byly prováděny pouze probírky.

Části nivy nejbližší koryta byly porostlé monodominantními porosty ostřic pouze s malou příměsí jiných druhů typických pro mokré louky. Tento stav opět poukazuje na absenci hospodaření po několik desetiletí a degradaci, která je důsledkem odvodnění.

Nejcennější společenstva této oblasti zahrnují rašelinné březiny (společenstva *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*), rašelinné brusnicové bory (ass. *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*), suchopýrové bory kontinentálních rašelinišť (ass. *Eriophoro vaginati-Pinetum sylvestris*) a blatkové bory (ass. *Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae*) (nomenklatura podle Chytrý, 2010).

Tato společenstva se nejčastěji nacházejí v dolní části toku, kde hladina podzemní vody klesla nejméně. Tato společenstva pravděpodobně představují fragmenty původních porostů této oblasti.

Závěr

Dlouhodobý monitoring vegetace v nivě Hučiny dále pokračuje. První změny vegetace po revitalizaci zaznamenala Stachová (2015), další vývoj je předmětem dvou bakalářských prací (Čížková 2019, ústní sdělení). Dále probíhá i sledování fyzikálně chemických parametrů vody v potoce a sukcese zoobentosu (Vrba 2019, ústní sdělení).

Výsledky monitoringu budou využitelné pro vyhodnocení úspěšnosti obnovy mokřadních biotopů v NP Šumava a mohou poskytnout cenné informace pro revitalizaci jiných lokalit s podobnými podmínkami.

2.2 Dynamika litorálního porostu v zátoce Vřesná nádrže Lipno

Cíl studie

Tato případová studie představuje typ situačního monitoringu ve smyslu Rámcové směrnice o vodách. Tento dlouhodobý monitoring měl za cíl zdokumentovat biotické a abiotické procesy probíhající v litorálním pásmu a navrhnout management vedoucí ke zlepšení ekologického potenciálu nádrže, který by byl aplikovatelný i na dalších přehradních nádržích.

Metodický přístup

Pro zhodnocení dynamiky litorálních porostů byly získány pravidelné záznamy o výšce vodní hladiny, ty byly poskytnuty Povodím Vltavy, státní podnik, v podobě denních hodnot kótované výšky vodní hladiny pro roky 1991-2014. Z těchto hodnot a nadmořské výšky trvalých ploch jsme vypočítali denní hodnoty výšky vodního sloupce na jednotlivých plochách. Na základě výšky vodního sloupce jsme trvalé plochy rozdělili na plochy s převažující terestrickou, limózní nebo litorální ekofází.

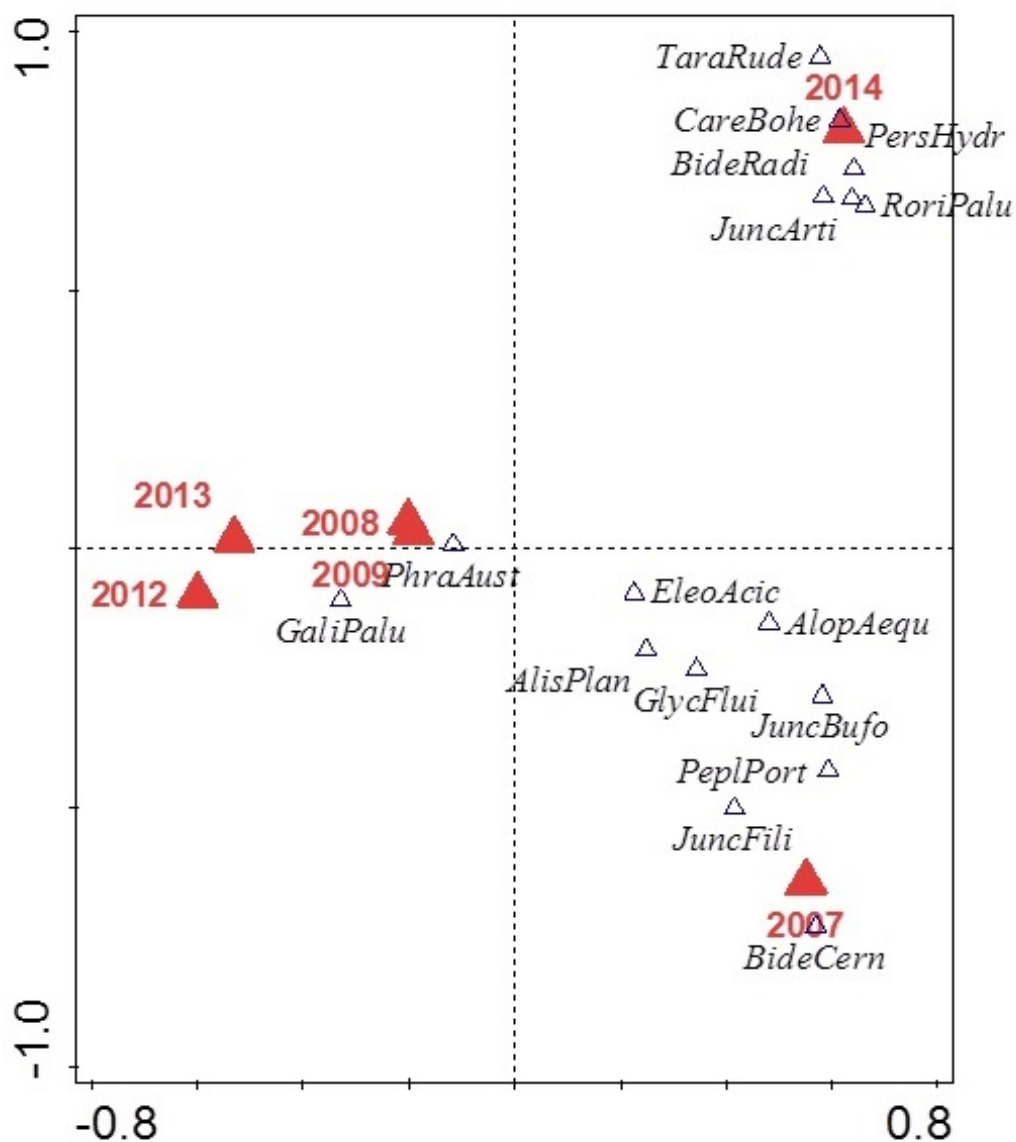
Dále byla sledována rostlinná společenstva na trvalých plochách (1x1m), kde jsme zaznamenávali druhové složení, celkovou pokryvnost rostlin a pokryvnosti jednotlivých druhů. Pro odhad pokryvnosti byla použita sedmičlenná Braun-Blanquetova stupnice. Dynamika litorální vegetace byla sledována v letech 2011 až 2014 v měsících charakteristických pro počáteční rozvoj vegetace (květen), vegetační maximum (červenec) a konec vegetačního maxima (konec srpna až začátek září). Pro hodnocení meziroční variability byla využita i analogická data získaná během podrobné studie zonace litorálního porostu v letech 2006-2009 (Krolová et al., 2013; Krolová et al., 2011).

Získaná vegetační data byla vyhodnocena kanonickou korespondenční analýzou (CCA) pomocí softwaru Canoco (Braak & Šmilauer, 2002). Pro statistické analýzy byly symboly "r" a "+" převedeny na číselné hodnoty 0,01 % a 0,1 % (Maarel, 1979). Byla testována (a) významnost meziroční variability v druhovém složení a pokryvnosti vegetace a (b) ovlivnění letního aspektu vegetace převládající ekofází na stanovišti v přechozích obdobích: ekofází v přechozím období 30 dnů, ekofází na jaře téhož roku (21.4.-21.6.) a ekofází na podzim předcházejícího roku (21.9.-21.11.). Vliv těchto faktorů byl vyhodnocen pomocí modelu postupné selekce charakteristik prostředí. Vzhledem k opakovaným sledováním stejných ploch byla použita permutační metoda „podél lineárního transektu nebo podél časové osy“. Významnost modelu byla posuzována na základě Monte-Carlo testu o 500 iteracích. Variabilita vegetačních dat byla posuzována na základě permutací dat v blocích definovaných ročním obdobím (Lepš & Šmilauer, 2003).

Botanická nomenklatura je uvedena v souladu s Klíčem ke květeně ČR (Kubát, 2002).

Výsledky

Tato studie navazuje na předchozí průzkum sezónní a meziroční dynamiky litorálních porostů vodní nádrže Lipno (Krolová et al., 2011; 2012; 2013). Jejím cílem bylo charakterizovat dynamiku litorálního porostu na delší časové řadě. Poukazuje na výskyt ochrannářsky zajímavého biotopu, a to biotopu obnažených den. Tento biotop se může tvořit v zátokách v letech s nízkou vodní hladinou, tj. v průměru 1x za 4-5 let (obr. 4). Vznikají zde podmínky pro výskyt některých vzácnějších druhů rostlin, např. ostřice šachorovitě (*Carex bohemica*). Tento fenomén zasluhuje další pozornost.



Obr. 4. V levé části grafu jsou soustředěny vytrvalé druhy s velkou pokryvností, které obsazovaly stanoviště s dlouhodobě terestrickou až limózní ekofází. V pravé části grafu jsou soustředěny druhy typické pro obnažená dna. Svislá osa znázorňuje odlišnosti v druhovém

složení vegetace obnažených den v letech 2007 a 2014. V roce 2007 se na obnaženém dně vytvořila společenstva s dominantní psárkou plavou (*Alopecurus aequalis*) a bahničkou jehlovitou (*Eleocharis acicularis*).



Vegetace obnažených den je typická pro rybníky s tradičním tzv. dvou nebo vícehorkovým hospodařením. Vegetace vlhkomilných jednoletých bylin se rozvíjí na obnažené části dna v prvním roce po výlovu, kdy je rybník napuštěn jen částečně. Při současném intenzivním rybářském hospodaření je však na většině rybníků udržována stálá vysoká hladina po celý produkční cyklus. V důsledku toho biotopů obnažených den ubývá a některé druhy jsou v současnosti v kategorii ohrožených. Příkladem je ostřice šáchorovitá (*Carex bohemica*), která je v Červeném seznamu cévnatých rostlin České republiky zařazena do kategorie C4a – druhy vyžadující další pozornost (Grulich, 2012).

V zátoce Vřesná podmínky pro vegetaci obnažených den vznikají v důsledku meziročního kolísání výšky vodního sloupce v zóně spodního eulitorálu (obr. 5). Tato zóna je po většinu času zaplavena, ale bez vodní vegetace. Rozvoj vodních rostlin pravděpodobně omezuje malá průhlednost vodního sloupce a dále vymrzání při zimním poklesu vodní hladiny. Pokud ovšem na jaře a v časném létě suchého roku dojde v této zóně k obnažení dna, může být vzniklý otevřený biotop obsazen jednoletými vlhkomilnými druhy, které během jedné vegetační sezóny vyklíčí, vyrostou a vytvoří semena. Ta pak v semenné bance přečkávají období zaplavení až do dalšího obnažení dna. Takové podmínky se vytvořily v zátoce Vřesná za dobu 23 let asi 4x až

5x, což je dostatečně často na to, aby se na lokalitě vytvořila a udržela funkční banka semen (Baskin & Baskin, 2003; Šumberová, 2006).

Závěr

Meziroční proměnlivost litorální vegetace byla největší v zóně spodního litorálu, kde v závislosti na hladině vody může vznikat zcela odlišná vegetace. Naopak v zóně horního litorálu byly meziroční rozdíly minimální díky vysokému zápoji vytrvalých rostlin. Letní vegetaci litorálních porostů významně ovlivňovala ekofáze předcházejícího podzimu a jara téhož roku.

Tato studie dále poukazuje na výskyt ochránářsky zajímavého biotopu, a to biotopu obnažených den ve VN Lipno. Obohacuje litorální porosty o nová společenstva. Vznikají zde podmínky i pro výskyt některých ohrožených druhů rostlin, např. ostrice šáchorovité (*Carex bohemica*, C4a). Tento biotop se může tvořit v zátokách s pozvolným dnem v letech s nízkou vodní hladinou. Jak vyplývá ze záznamu dynamiky vodní hladiny, vhodná situace pro rozvoj vegetace obnažených den se vytvořila 4x v období 2003-2015 (v letech 2004, 2006, 2009 a 2014). Tento fenomén může zvýšit ekologický potenciál umělých vodních útvarů ve smyslu Rámcové směrnice o vodách (2000/60/ES, 2000).

2.3 Srovnávací ekologie blízce příbuzných druhů *Ceratophyllum submersum* a *C. demersum*

Cíl studie

Jde o příklad studie, která využívá principů průzkumného monitoringu. Cílem této práce bylo přispět k rozšíření znalostí o biologii vzácného růžkatce bradavičnatého (*C. submersum*), a to porovnáním jeho základních charakteristik růstu a rozmnožování s týmiž charakteristikami u běžně se vyskytujícího růžkatce ostnitého (*C. demersum*). Oba druhy jsou taxonomicky blízce příbuzné a po morfologické stránce jsou si oba druhy velmi podobné (Prančl, 2010). Je tedy pravděpodobné, že jejich rozdílný výskyt je podmíněn rozdíly v růstové dynamice a schopnosti rozmnožování. Detailní znalosti o biologii tohoto druhu (dynamika růstu, tvorba semen) jsou přitom zásadní např. při návrzích hospodaření na rybnících s jeho výskytem.

V práci jsme proto testovali následující hypotézy: *C. submersum* a *C. demersum* se liší (1) růstovou dynamikou během vegetační sezóny, (2) způsobem rozmnožování a (3) schopností přijímat anorganický uhlík z hydrogenuhličitanu.

Metodický přístup

Růst rostlin *C. submersum* a *C. demersum* byl sledován ve dvou typech prostředí: na rybníce Velký Roubíkův s přirozenou populací růžkatce (terénní pokus) a v nádrži v Botanickém ústavu v Třeboni (nádobový pokus).

Na rybníce Velký Roubíkův byly provedeny dva po sobě následující pokusy, první v období 10. 6. až 26. 7. 2010 (46 dnů), a druhý v období 29. 7. až 9. 9. 2010 (42 dnů). Oba pokusy měly stejné uspořádání.

V Botanickém ústavu AV ČR v Třeboni růstové pokusy probíhaly v nádrži o rozměrech 55 x 140 x 180 cm. Pokus 1 měl charakterizovat růst v první části vegetačního období a trval 74 dnů (13. 5. až 26. 7. 2010). Pokus 2 probíhal v druhé části vegetačního období (29. 7. až 9. 9. 2010) a trval 42 dnů.

Měření přírůstků v růstových pokusech

U pokusných rostlin se zaznamenávala celková délka, počet přeslenů a vzrostných vrcholů, počet semen a květů. Po měření byly rostliny rovnoměrně rozmístěny po celé ploše nádrže (resp. do ohrádky při terénním pokusu). Měření růstových charakteristik se opakovalo zhruba po 14 dnech. Pro zjištění výchozí hmotnosti sušiny bylo před zahájením pokusu usušeno a zváženo dvacet rostlin (délka 6 přeslenů). Po ukončení pokusu se pokusné rostliny usušily při 60 °C do konstantní hmotnosti a zvážily. Z těchto údajů se vypočítávala relativní růstová rychlost (RGR) a doba zdvojení biomasy (Adamec & Kovářová 2006; Dykyjová & Jakrllová, 1989).

Měření příjmu anorganického uhlíku

Měření příjmu různých forem anorganického uhlíku byla provedena podle metodiky Adamec & Ondok (1992). Rostliny odebrané v terénu (6x *C. submersum* a 6x *C. demersum*) se vložily do uzavíratelných zkumavek, zalily roztokem 1mM KCl a 1 mM NaHCO₃ tak, aby vznikla pod víčkem malá bublina. Zkumavky se vložily do vodní lázně o teplotě 20-25 °C kvůli stabilizaci teploty a uložily do polostínu. Zkumavky se každou hodinu otáčely a kontrolovala se teplota až do ukončení pokusu, který trval 4 hodiny. Po ukončení pokusu se zaznamenala teplota vodní lázně se vzorky. Ve zkumavkách se změřily konečné hodnoty pH. Celkovou alkalitu roztoku byla stanovena titrací 0,01 M HCl do pH 4,5. Koncentrace forem CO₂ byly spočítány podle vzorce pro uhličitánové rovnováhy (Pokorný, 1989).

Statistické hodnocení

Růstová data z terénních pokusů byla hodnocena analýzou variance hlavních efektů. Růstová data z nádobových pokusů a výsledky měření příjmu CO₂ byly hodnoceny t-testem. Všechny analýzy byly provedeny pomocí programu Statistica 10 firmy StatSoft.

Výsledky

V mnoha charakteristikách se srovnávané druhy projevily velmi podobně. To se týkalo většiny růstových měření, poměru mezi vegetativním a generativním rozmnožováním i příjmu anorganického uhlíku z hydrogenuhličitanu. Tato podobnost může být důsledkem jejich genetické podobnosti. Přesto se druhy významně lišily v denním délkovém i hmotnostním přírůstku ve druhé části vegetační sezóny (29. 7. až 9. 9. 2010, Tab. 1). V **nádobovém** pokuse nastal významný délkový přírůstek u druhu *C. submersum* až ke konci sledovaného období, zatímco rostliny druhu *C. demersum* rostly po celé období velmi pomalu. Průměrný denní délkový přírůstek u *C. submersum* byl 1,6 mm za den, kdežto u *C. demersum* byl průkazně menší (0,4 mm za den) ($F=26,98$; $p=0,0001$). Přírůstek hmotnosti sušiny byl také větší u *C. submersum* (1,26 mg za den).

Tab. 1. Denní délkové a hmotnostní přírůstky obou druhů růžkatců v druhé polovině vegetační sezóny.

Charakteristika	<i>C. submersum</i>	<i>C. demersum</i>	
Terénní pokus v rybníku Velký Roubíkuv (29.7. – 9.9. 2010)			
Průměrný denní délkový přírůstek (mm*d ⁻¹)	1,03 ± 0,51	0,81±0,44	F=7,62 p<0,01
Průměrný denní hmotnostní přírůstek (mg*d ⁻¹)	0,094	1	F=0,61 P=0,44
Kultivační pokus BÚ (29.7. – 9.9. 2010)			
Průměrný denní délkový přírůstek (mm*d ⁻¹)	1,6 ± 0,63±	0,4±0,17	F=18,33 p<0,01
Průměrný denní hmotnostní přírůstek (mg*d ⁻¹)	1,26	0,78	F=4,53 P=0,047

Běžný druh *C. demersum* zkracuje délkové přírůstky a vytváří tak přezimovací nepravé turiony během vegetační sezóny dříve než *C. submersum*, který je v jižních Čechách na severním okraji svého areálu a přezimovací pupeny zpravidla nevytváří. Jeho fenologický vývoj může být tedy nastaven na delší vegetační sezónu a rostliny tak mohou být náchylnější k poškození prvními mrazy, zejména při vypuštění rybníka kvůli výlovu. Bylo by proto zajímavé zjistit, zda útlum lokálního výskytu *C. submersum* souvisí se způsobem rybníčního hospodaření a výskytem prvních mrazů v předchozím roce.

V rámci studie byla testována schopnost *Ceratophyllum submersum* a *C. demersum* přijímat anorganický uhlík (HCO_3^-). Během měření hodnoty pH vzrostly z 6,96 na hodnoty přesahující pH 9 a zároveň poklesla celková alkalita (Tab. 2). Koncentrace celkového rozpuštěného CO_2 byla u obou druhů velmi malá (v řádu $10^{-7} \text{ mol.l}^{-1}$), oba druhy tedy využívají HCO_3^- ionty pro fotosyntézu. Druh *C. demersum* využíval HCO_3^- ionty pro fotosyntézu intenzivněji než *C. submersum*, o čemž svědčí průkazně nižší konečné koncentrace HCO_3^- ($F=5,345$, $p=0,0434$). (Svidenský, 2013).

Tab. 2: Výsledky měření příjmu anorganického uhlíku oběma blízce příbuznými druhy růžkatců.

Měření příjmu anorganického C	<i>C. submersum</i>	<i>C. demersum</i>
Konečná celková alkalita [mM]	0,93	0,87
Konečné pH	9,99	10,12
Konečné koncentrace C- CO_2 [μM]	0,3	0,1
Konečné koncentrace C- HCO_3^- [mM]	0,64	0,54
Konečné koncentrace C- CO_3^{2-} [mM]	0,29	0,33

Závěr

Výsledky studie ukázaly, že oba druhy růžkatce se liší v růstové dynamice během vegetační sezóny. Oba druhy v terénním i nádobovém pokusu preferovaly vegetativní způsob rozmnožování nad generativním, na rozdíl od náhodných odečtů přirozeně se vyskytujících rostlin, které bohatě kvetly a tvořily semena. Oba druhy dokáží přijímat anorganický uhlík ve formě HCO_3^- .

Vzhledem k probíhajícím změnám klimatu může v budoucnu dojít ke zvětšení areálu rozšíření dnes vzácného druhu a obohacení diverzity makrofyt. Díky získaným poznatkům o biologii druhu *C. submersum* může být nastaven takový management hospodaření na rybnících, který by vedl k šíření tohoto druhu, nebo naopak v případě nežádoucího přemnožení k jeho omezení. Znalosti biologie druhu lze využít při tvorbě plánů péče pro rybníční rezervace, kde se tento druh vyskytuje (Svidenský, 2013).

2.4 Ústup litorálních porostů na rybníku Bažina

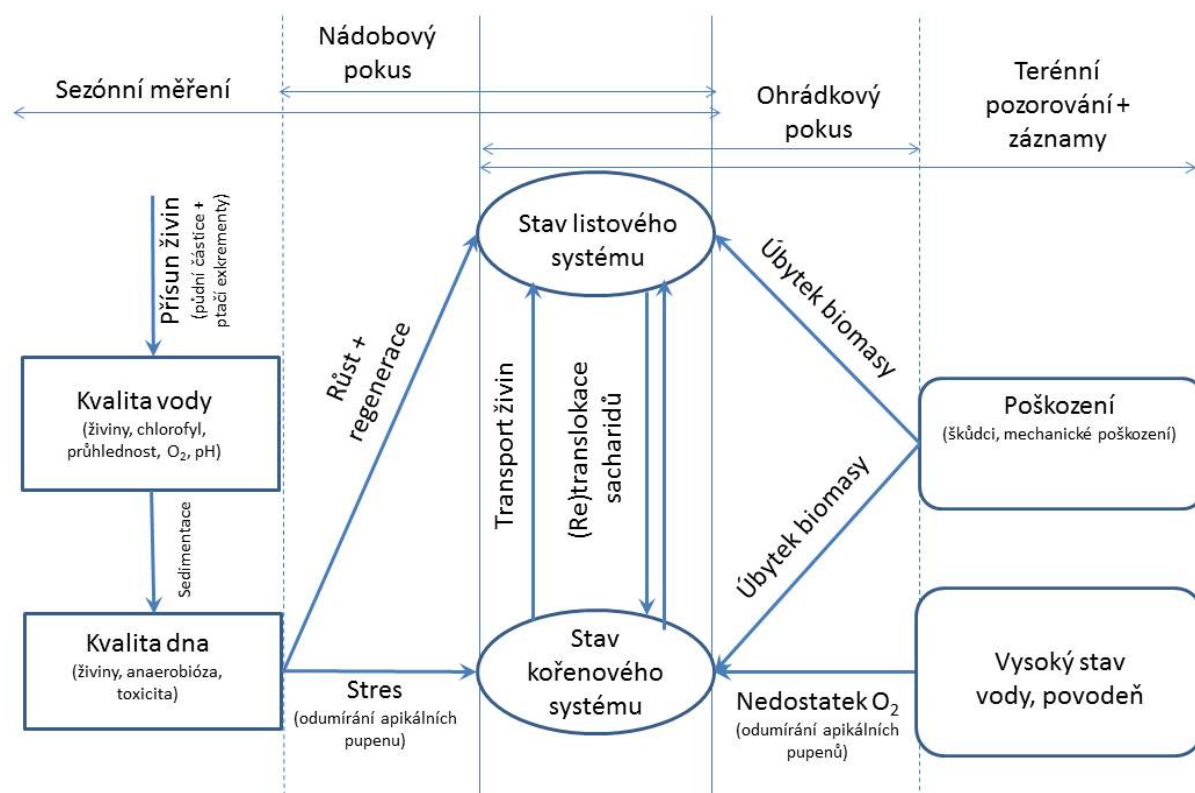
Cíl studie

Tato studie je příkladem situačního monitoringu dle Rámcové směrnice o vodách. Cílem této studie bylo zjistit příčiny rozpadu litorálních porostů v rybníce, který je součástí PR Vrbenské rybníky. Dále zmapovat současný stav rybničního ekosystému, vyhodnotit možnosti obnovy litorálu a navrhnout managementová opatření vedoucí ke stabilizaci a revitalizaci tohoto ekosystému.

Tato studie je z předložených případových studií nejrozsáhlejší, protože jejím cílem bylo přinést podrobné informace, které by umožnily do plánu péče PR začlenit opatření vedoucí ke stabilizaci litorálu. Tato studie byla provedena v součinnosti s AOPK, KÚ a hospodařící firmou Lesy a rybníky města České Budějovice.

Metodický přístup

Předpokládalo se, že stav litorálních porostů může ovlivňovat více faktorů, a to zejména chemická kvalita sedimentu a vody, dále biotické faktory, tzn. mechanické poškozování porostu ptáky a rybami. Nejprve byl proveden průzkum současného stavu rybničního ekosystému, který zahrnoval zmapování rozlohy litorálních porostů, a stanovení fyzikálních a chemických charakteristik vody a sedimentu. Také byla zdokumentována aktivita přítomných živočichů. Vlivy předpokládaných příčin ústupu porostů se následně testovaly experimentálně (obr. 6).



Obr. 6: Grafické znázornění souvislostí mezi předpokládanými příčinami oslabujícími rostliny a provedenými pokusy ověřujícími příčiny rozpadu litorálu.

Měření in situ a související stav litorálu

Mapováním litorálních porostů byla zjištěna plocha živých a odumřelých litorálních porostů v r. 2013 a porovnána se stavem v r. 2004. Stávající stav porostů orobince byl zdokumentován fotograficky.

Stanovení fyzikálních a chemických charakteristik vody a sedimentů bylo provedeno ze vzorků odebraných na vrcholu a na konci vegetační sezóny v kompaktních a rozpadajících se litorálních porostech a ve volné vodě. Odebíraly se vzorky vody z vodního sloupce a vzorky vzhledného a pevného sedimentu. Pevná fáze a pórová voda vzhledného sedimentu byly odděleny centrifugací.

Elektrická vodivost a pH rybníční vody byly měřeny přímo v terénu. V odebraných vzorcích vody a sedimentů byly laboratorně stanoveny koncentrace chlorofylu, celková alkalita a obsahy hlavních minerálních živin. Tyto analýzy byly provedeny v Analytické laboratoři v Botanickém ústavu AV ČR v Třeboni.

Sezónní sledování kvality vody ve vodním sloupci probíhalo na vybraném místě ve dvou vegetačních obdobích. Zahrnovalo obsah kyslíku, pH, průhlednost, teplotu a obsah chlorofylu

a.

Mocnost anaerobní vrstvy v sedimentech byla nejprve orientačně stanovena pomocí železných tyčí se zoxidovaným (zrezivělým) povrchem, vsazených do všech tří zkoumaných vrstev (vodní sloupec, vznosný sediment a pevný sediment).

Aktivita vodního ptactva byla zdokumentována na základě snímků pořízených infračervenou fotopastí. Aktivita ryb a přítomnost hmyzích škůdců byly zjišťovány přímým pozorováním.

Experimenty

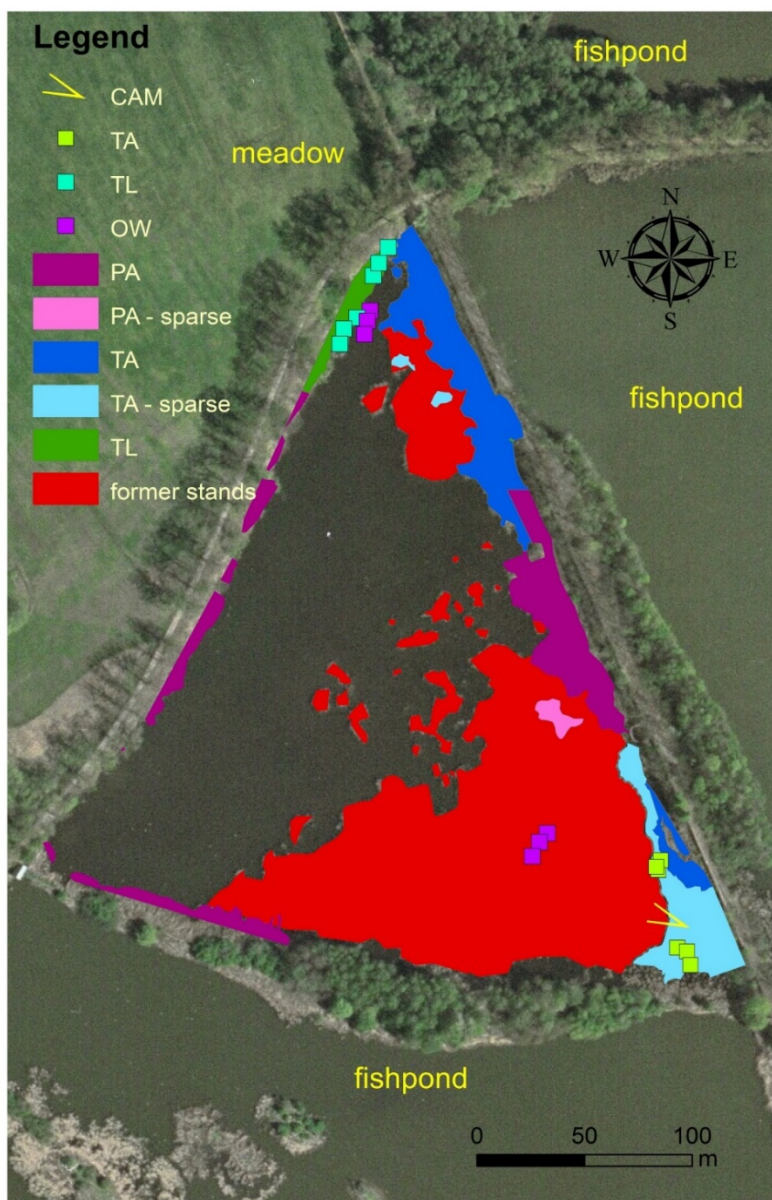
Výzkum zahrnoval dva experimenty. Prvním byl nádobový pokus, v němž byly testovány rozdíly růstu orobince úzkolistého (*T. angustifolia*) v sedimentu s vysokým obsahem organické hmoty z rybníka a v písčitém sedimentu. Pokus celkem zahrnoval 4 vany, z toho vždy 2 obsahovaly stejný typ substrátu. Šest košíků se stejným typem substrátu bylo umístěno vždy v jedné vaně. Na pokusných rostlinách byly sledovány tyto charakteristiky: počet odnoží, počet a délka živých a odumřelých listů, biomasa nadzemních částí rostlin, biomasa oddenků a biomasa kořenů.

Dále byl proveden pokus in situ, který měl za cíl stanovit míru poškozování litorálních porostů pastvou vodních ptáků a ryb. Pro účely pokusu byly před vegetační sezónou 2015 zhotoveny v litorálu rybníka ohrádky, které zahrnovaly litorální porosty s dominantními druhy *Typha latifolia* i *T. angustifolia* v různých stupních rozpadu. Byly vybrány čtyři dvojice transektů. Jeden transekt ve dvojici byl oplocen a do druhého byl ponechán volný přístup. Navíc byla oplocena plocha s ostrůvkovitým porostem o rozloze asi 12 m² a k ní byla opět nalezena párová plocha, která zůstala neoplocena. Po ukončení ohrádkového pokusu (31. 7. 2015) byly sledován poměr zdravých odnoží v ohrádce a vně paralelně s ohrádkou. Získané údaje byly statisticky vyhodnoceny.

Vybrané výsledky

Stav litorálních porostů

Výsledky mapování z r. 2013 ukázaly, že západní břeh rybníka lemoval jen několik metrů široký pás rákosu obecného (*Phragmites australis* L.) na návodní straně hráze (obr. 7), na nějž navazovalo keřové patro. Podobně tomu bylo i v jihozápadním cípu rybníka.



Obr. 7: Mapa litorálních porostů na rybníce Bažina v letech 2004 a 2013. CAM – umístění fotopasti, TA – porosty *Typha angustifolia*, TA-sparse – rozvolněné porosty *Typha angustifolia* TL – porosty *Typha latifolia*, OW – volná voda, PA – porosty *Phragmites australis*, PA-sparse – rozvolněné porosty *Phragmites australis*, fishpond – rybník, meadow – louka, sledované plochy jsou znázorněny pomocí čtverců. Červeně jsou označeny rozpadlé trsy orobince, které byly zmapovány po vypuštění rybníka na podzim 2013.

Celková odhadovaná plocha všech litorálních porostů v r. 2004 byla přibližně 29 780 m². Odhadovaná původní rozloha litorálních porostů využitelných k hnízdění (bez porostů vrb, zblochanu a ostřic) byla 28 721 m², což odpovídá 48 % plochy rybníka. Plocha litorálních porostů využitelná k hnízdění v r. 2013 činila cca 9 457 m², tedy jen 16 % celkové výměry

rybníka. Během deseti let došlo k redukci plochy litorálních porostů zhruba na třetinu původního stavu. K největšímu úbytku litorálních porostů došlo zejména v jihovýchodním cípu rybníka, kde víceméně zapojené porosty původně pokrývaly většinu vodní hladiny.

V jihovýchodním cípu rybníka se vyskytovaly rozvolněné porosty orobince úzkolistého (*Typha angustifolia* L.). Nesly největší známky degradace a byly často rozpadlé do jednotlivých trsů (obr. 8A, B). Výška vodního sloupce od pevného dna dosahovala až 80 m. Nejrozsáhlejší zapojené litorální porosty byly vytvořeny podél východní hráze rybníka. V zaplaveném litorálu se vyskytovaly izolované trsy rákosu, které často nesly známky okusu. V severovýchodní části litorálu byl zapojený porost orobince úzkolistého o šířce 20–58 m, který sahal do hloubky cca 30 cm. Ve větší hloubce se místy vyskytovaly jednotlivé trsy orobince úzkolistého nebo jeho menší rozvolněné porosty. V severním cípu rybníka byl menší zapojený porost orobince širokolistého (*Typha latifolia*).

V rozvolněném porostu s častými známkami okusu (obr. 8C) byly v nočních hodinách opakovaně zachyceny husy velké (*Anser anser*) v kontaktu s rostlinami orobince úzkolistého (obr. 8D), snímaný trs byl následně nalezen poškozený okusem. Při terénním šetření jsme také pozorovali rytí kaprů v rozpadajících se porostech litorálu.

Stanovení fyzikálních a chemických charakteristik vody a sedimentů

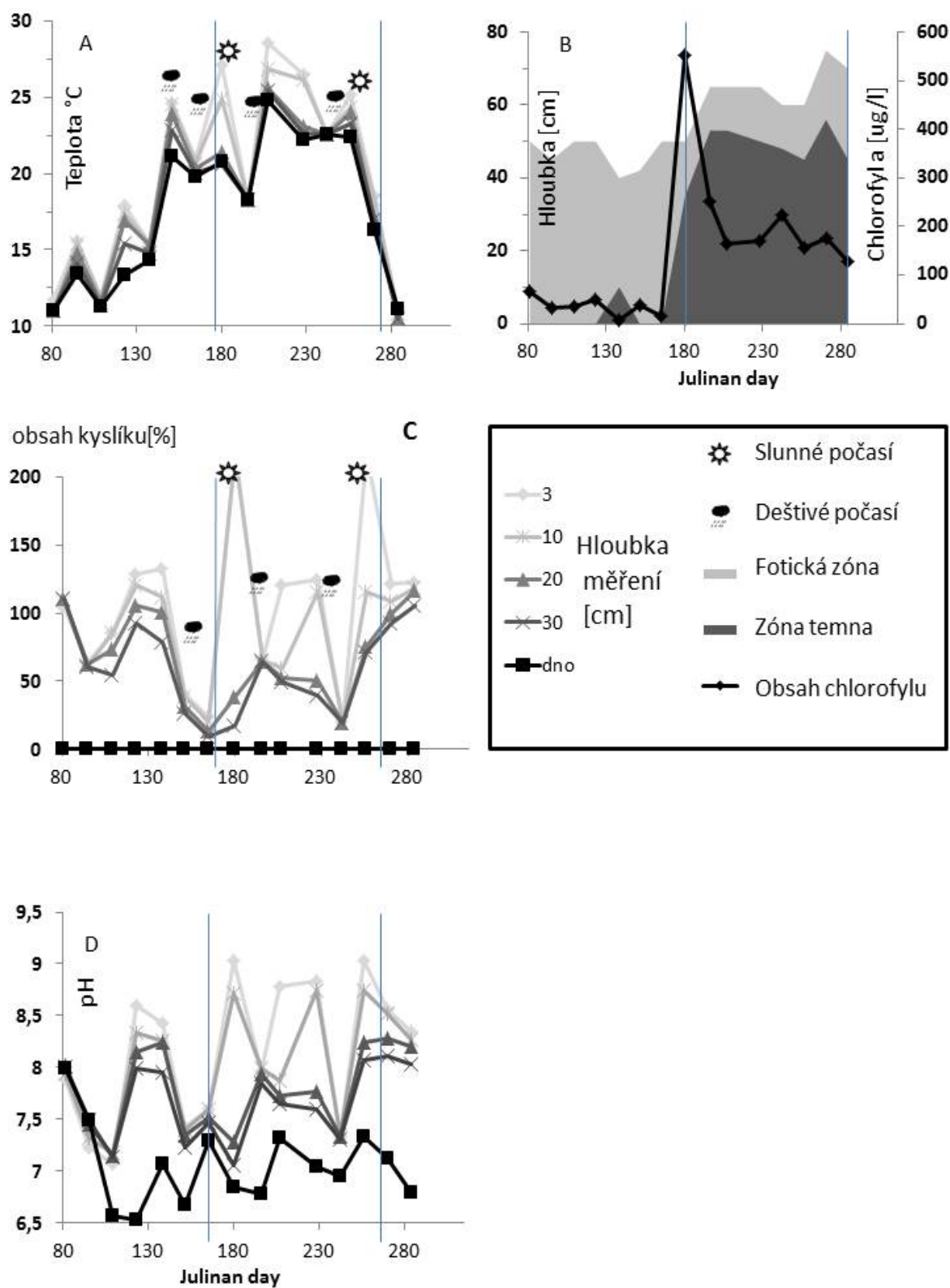


Obr. 8 – Typy poškození rostlin orobince úzkolistého a širokolistého na r. Bažina.

a) Samostatně stojící trsy byly často vyvrácené (foto 14. 11. 2013). b) Segment oddenku orobince širokolistého (*Typha latifolia*) uhnívající po ukousnutí. Anatomické charakteristiky kořenů naznačují toxické prostředí (foto 14. 8. 2013). c) Orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*) je v rozvolněných porostech často poškozován okusem (foto 14. 8. 2013). d) Záznam z fotopasti SG-007 nainstalované v jihovýchodním cípu rybníka v rozvolněném porostu orobince úzkolistého. Husy velké navštěvují porosty v noci a spásají výhonky (foto 13. 9. 2013). e) Zelená tyč ze skleněných vláken označující lokalitu a železná tyč označující redoxní podmínky ve vodě a sedimentech. Šipky znázorňují rozhraní mezi oxidovanou a redukovanou zónou na tyči. Foto R. Svidenský.

Charakteristika vodního prostředí

Sezónní dynamika fyzikálně chemických parametrů vody v letech 2014 a 2016 byla velmi podobná. Proto jsou zde uvedeny pouze charakteristiky z r. 2016 (obr. 9).



Obr. 9 – Sezónní průběh parametrů vodního prostředí. Sledované období roku 2016 je vyjádřeno pomocí dnů v roce (julian day – JD). Svislé čáry oddělují jarní – letní období (81–164 JD) a letní – podzimní období (165–270 JD).

Během jarního období (81 – 165 JD) teplota vody postupně rostla, rozdíly teploty vody na dně a na hladině byly maximálně 5 °C (obr. 9A). Obsah chlorofylu *a* byl v tomto období minimální (nejvýše 67 $\mu\text{g.l}^{-1}$; obr. 9B). Ve vodním sloupci většinou nedocházelo ke stratifikaci. V letním období (165–242 JD) vznikala nápadná stratifikace vodního sloupce. Průhlednost vody (fotická vrstva) klesla na 12 cm, tzn. temná vrstva pod ní byla až 50 cm hluboká. Po prvním oteplení nad 25°C obsah chlorofylu *a* prudce vzrostl na sezónní maximum (553 $\mu\text{g.l}^{-1}$). Poté klesl a ustálil se na obsahu cca 200 $\mu\text{g.l}^{-1}$. Od hladiny do hloubky 10 cm za slunečných dnů obsah kyslíku přesahoval 200% saturace, v temné zóně byla jen 50% saturace. Za deštivých dnů se vodní sloupec promíchal a docházelo ke kyslíkovým deficitům v celém vodním sloupci. Obsah kyslíku na dně nebyl po celé léto měřitelný. Podobně jako O_2 (obr. 9C) byly stratifikovány i hodnoty pH (obr. 9D). Zatímco u hladiny sezónní maximum přesahovalo pH 9, u dna bylo pH blízké neutralitě. Počátkem podzimu se vodní sloupec začal ochlazovat, rozdíly ve stratifikaci hodnot O_2 a pH se zmenšily, avšak průhlednost se oproti létu zvýšila jen mírně (cca na 20 cm).

Hodnoty měřených parametrů chemismu vody byly podobné na většině odběrových míst a byly srovnatelné ve volné vodě i ve vodě odebrané v porostech orobince. Při srpnovém odběru byla průměrná průhlednost pouhých 7 cm. Hodnoty pH v polovině vodního sloupce se pohybovaly v rozsahu 8,45–9,34. Také koncentrace chlorofylu *a* byla poměrně vysoká (průměrně 573 $\mu\text{g.l}^{-1}$). Hodnoty pH u dna byly nižší (6,55–7,57). Elektrická konduktivita ve vodním sloupci dosahovala 310–356 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, hodnoty u dna byly mírně vyšší.

Koncentrace celkového dusíku se pohybovala v rozmezí 1,9–2,3 mg.l^{-1} , koncentrace celkového fosforu mezi 0,11–0,46 mg.l^{-1} . Koncentrace Ca byla v rozsahu 30–41 mg.l^{-1} , koncentrace K a Mg kolem 6–9 mg.l^{-1} . Koncentrace celkového fosforu a dusíku byly mírně vyšší na vrcholu vegetační sezóny. Koncentrace kationtů byly naopak mírně vyšší při podzimním odběru.

Fyzikální a chemické vlastnosti sedimentu

Pevné dno v zapojeném pobřežním porostu orobince širokolistého v severním cípu rybníka bylo překryto vrstvou vzhledně sedimentu o mocnosti 15–25 cm. V oblasti volné vody poblíž

porostu mocnost vznosného sedimentu dosahovala 20–30 cm. V rozvolněném porostu orobince úzkolistého vrstva vznosného sedimentu o mocnosti 30–40 cm vyplňovala prostor mezi trsy a obklopovala tak trsy ze stran. Do této vrstvy vznosného sedimentu oddenky z trsů neprorůstaly. Kořeny na povrchu trsů byly krátké, tlusté a málo větvené a jejich špičky byly často odumřelé.

Podobně jako ve vrstvě volné vody, ani v pórové vodě vznosného sedimentu se koncentrace minerálních živin příliš nelišily mezi odběrovými místy. Při srpnovém odběru byly v rozvolněném porostu orobince úzkolistého zjištěny průkazně vyšší koncentrace K, Ca, Mg a TN než v pobřežním porostu orobince širokolistého. Vyšší koncentrace minerálních živin byly zjištěny při letním odběru než při podzimním. Koncentrace rozpuštěného železa a hliníku v pórové vodě byly poměrně nízké a nedosahovaly hodnot toxických pro kořeny vyšších rostlin (průměrně $0,31 \text{ mg.l}^{-1} \text{ Fe}$ a $0,0531 \text{ mg.l}^{-1} \text{ Al}$ v porostu *T. angustifolia*).

Podobně jako u hodnot chemických parametrů volné vody a pórové vody sedimentu ve vznosu i u chemického složení pevného sedimentu se ukázala velká podobnost jednotlivých odběrových míst. Neprůkazný, mírně vyšší obsah organiky byl zaznamenán v porostu *T. latifolia* (14,93%).

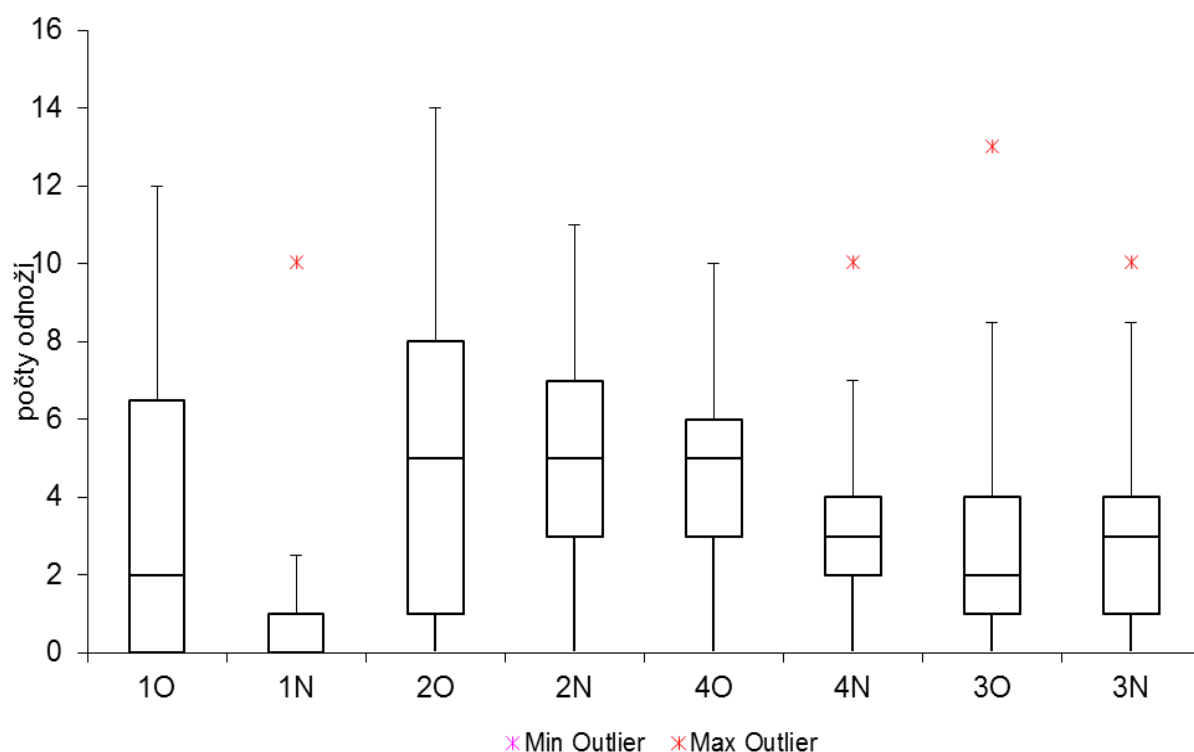
Při orientačním stanovení oxidačně redukčních podmínek byla zjištěna redukováná černošedá vrstva na povrchu všech železných tyčí, a to nejen na části zasazené v pevném dně, ale i v celé vrstvě vznosného sedimentu (obr. 8E). V celé vrstvě vznosného sedimentu jsou tedy anaerobní podmínky, charakterizované přítomností sloučenin redukovaného železa Fe^{II} . Přímá měření redoxního potenciálu potvrdila výsledky orientačního stanovení. Při absenci živých rostlin klesaly hodnoty redoxního potenciálu až k hodnotám, za nichž se tvoří sirovodík (-126 mV) a metan (-187 mV). Úniky těchto plynů v podobě bublin byly také pozorovány při manipulaci v sedimentu.

Experimenty

Nádobový pokus neprokázal statisticky průkazné rozdíly v biomase oddenků a kořenů mezi rostlinami pěstovanými na písku a v rybničním sedimentu. Průkazně větší nadzemní biomasa a celková délka listů byla zjištěna u rostlin pěstovaných v rybničním sedimentu. Poměr podzemní a nadzemní biomasy byl také statisticky průkazný a rostliny pěstované v písku měly vyšší poměr podzemní a nadzemní biomasy (jak pro oddenky, tak pro kořeny).

Ohrádkový pokus in situ ukázal statisticky významné rozdíly v počtu odnoží ($Z=2,376112$, $p=0,017497$) mezi oplocenými a neoplocenými porosty (obr. 10), avšak pouze na transektu 1. V oplocené části transektu bylo zjištěno celkem 73 odnoží, v neoplocené pouze 24. Také na transektu 4 došlo k mírným změnám v počtu odnoží mezi oplocenou a neoplocenou částí, kdy

v oplocené části bylo o 24 odnoží více ($Z= 1,277914$, $p=0,201281$).



Obr. 10 – Výsledky ohrádkového pokusu: počty odnoží orobince v oplocených ohrádkách (O) a v neoplocených částech transektů (N) při odečtu 31.7. 2015. Transekty téhož páru jsou označeny stejným číslem. Zobrazeny jsou mediány počtu odnoží na metrových úsecích (středová čára krabicového grafu), maximální a minimální hodnoty (okraje chybových úseček), symbol * znázorňuje odlehlé hodnoty.

Diskuse

Vliv abiotických faktorů

Vyšší koncentrace živin v sušině sedimentu mají pravděpodobně stejný původ jako vyšší koncentrace živin v pórové vodě. Ze srovnání koncentrací živin v sedimentu na r. Bažina s koncentracemi na podobných rybnících na Třeboňsku (Čížková, 2006) vyplývá, že živinové zatížení rybníka Bažina není extrémní až na obsah dusíku. Vysoký obsah dusíku zřejmě souvisí s vysokým přísunem organické hmoty. Toxicita anaerobního substrátu však v nádobovém pokusu nebyla potvrzena, naopak rostliny pěstované v anaerobním sedimentu měly vyšší produkci nadzemní biomasy. To naznačuje, že rostliny jsou schopné se s vlivem silné anaerobiózy vyrovnat a k rozpadu porostu přispívá ještě další faktor.

Škody působené živočichy

Pravidelná sčítání AOPK ČR dokumentují významný nárůst početnosti husy velké v PR Vrbenské rybníky od roku 2002 (Bodnár, ústní sdělení). Zvýšený pastevní tlak husy velké pravděpodobně přispěl k rozpadu litorálních porostů. Tento předpoklad podporuje také pozorování aktivity husy velké na r. Bažina v roce 2011, jejíž početné hejno v polovině srpna zdevastovalo okusem porosty orobince úzkolistého, úspěšně obnovené při předchozím letnění rybníka. Navíc koncem léta začíná lovecká sezóna a husy proto častěji vyhledávají chráněná území (Adam et al., 2016). Zásadní ovlivnění litorálních porostů pastvou velkého vodního ptactva potvrzuje i pokus s ohrádkami (obr. 10). Rostliny v oplocené části transektu nenesly známky okusu a měly větší počet listů.

I když podle evidence hospodařící firmy Lesy a rybníky města Českých Budějovic, s.r.o. do rybníka v letech studie nebyly nasazovány ryby, byl zde pozorován kapr obecný, což může být způsobeno omezenou slovitelností rybníka. Poškození kaprem spočívá ve vylamování vrcholových pupenů oddenků v povrchové vrstvě sedimentu, což omezuje vegetativní rozrůstání trsů. Podobně se mohou chovat jiné kaprovité ryby, například plevelný druh karas stříbřitý, který se v rybníku může šířit samovolně.

Možná opatření ke stabilizaci litorálních porostů

Existuje několik možností, jak litorální porosty obnovit, resp. obnovovat a zvyšovat jejich biodiverzitu (Hájková et al., 2011). Šetrnou variantou by bylo pravidelné provzdušnění dna v oblasti litorálu pravidelným snižováním vodní hladiny cca 1x za 5 let. Tak by se navodila částečná mineralizace anaerobních organických sedimentů. U rybníků s velkou vrstvou sedimentu může mít letnění negativní dopad, protože živiny uložené v sedimentu podpoří velkou produkci biomasy druhů obnaženého dna (zejména dvojjubce a šťovík přímořský), a tak se dostanou živiny zpět do koloběhu ve vodě. V takových případech je vhodnější zimování.

Pokud je výška organického sedimentu tak vysoká, že se již během letnění či zimování zcela nerozloží, nelze již stabilitu porostu tímto způsobem dlouhodobě udržet. K odstranění této vrstvy je žádoucí nastavit management vedoucí k úplné mineralizaci sedimentu. V úvahu přichází několik postupů: (1) sklizení narostlé biomasy, což je závislé na vysoce namáhavé ruční práci, a ta obvykle není k dispozici (mechanizace by se zabořila), (2) odtěžení sacím bagrem je sice také šetrné, ovšem nákladné a (3) standardní odbahnění rybníka vybagrováním svrchní vrstvy sedimentu.

Po skončení této studie byl rybník Bažina (v r. 2019) odbahněn vybagrováním sedimentu.

Po zvážení všech možností pro obnovení litorálních porostů na rybníce Bažina po provedené revitalizaci navrhuje následující kroky:

(1) obnovit obtokový kanál tak, aby rybník Bažina nemusel sloužit jako přepouštěcí nádrž, a zároveň

(2) pravidelně zimovat rybník v intervalu cca 3–5 let.

Závěr

Studie popisuje stav litorálních porostů na rybníce Bažina v pokročilém stádiu rozpadu a analyzuje jeho příčiny. Nepotvrdila se hypotéza o škodlivém působení fyzikálně chemických parametrů vody ani chemických vlastností sedimentu. Ohrádkový pokus in situ naopak potvrdil vliv biotické disturbance, která byla vysvětlena okusem husou velkou. K poškození izolovaných trsů pravděpodobně přispívala i aktivita velkých jedinců kapra.

Revitalizace provedená v r. 2019 byla razantním zákrokem, v jehož důsledku by se měly litorální porosty obnovit. Neřeší však pravděpodobnou příčinu ústupu litorálních porostů vlivem okusu husou velkou.

3. Souhrnná diskuse

3.1 Jednotící hledisko disertace

Jednotícím hlediskem této disertace je monitoring vodních a mokřadních rostlin a jejich biotopů a následné využití výsledků monitoringu v ochraně přírody a krajiny (např. při rozhodování o dalším managementu ve zvláště chráněných územích nebo vyhodnocení provedených opatření). Různé metodické přístupy monitoringu byly využity ve čtyřech odlišných případových studiích, které se lišily předmětem zájmu, prostředím, metodickými přístupy a také složitostí problematiky. Každá případová studie se zabývala určitým typem vodních makrofyt od ponořených vodních rostlin (Svidenský, 2013), přes litorální porosty silně ovlivněných vodních útvarů (Svidenský, 2016) a litorální porosty v ZCHÚ (Svidenský, 2014) až po mokřadní společenstva údolní nivy před a po revitalizaci (Bojková, 2015). Ve studiích Růžkatce a Bažina byly použity jak metody monitoringu, tak pokusné ověření příčinných souvislostí terénními pokusy in situ a laboratorními pokusy ex-situ. V těchto studiích byly také monitorovány abiotické parametry prostředí. Případové studie Hučina a Vřesná byly zaměřené na popis vlivu vodní hladiny na vegetační změny ve dvou typech zcela odlišných mokřadních společenstvech.

3.2 Vlastní zkušenosti s monitoringem

Model

Pro účely plánování komplexního monitoringu, při němž se kombinují různé přístupy či postupy, je vhodné použít grafické znázornění problematiky a použitých metodických nástrojů. K tomuto účelu mnohdy postačí konceptuální model, který může mít charakter schématu nebo myšlenkové mapy. Takové grafické znázornění může později sloužit i pro kontrolu, zda jsou do metodického přístupu zahrnuty všechny důležité aspekty a časová posloupnost činností. Pro tento účel se mi osvědčilo použití myšlenkové mapy. Tento nástroj bývá používán i při studiu struktury velmi složitých systémů. Výhody grafického zobrazení propojenosti ekosystému jsou neocenitelné pro potřeby menšího monitoringu i rozsáhlých ekosystémových studií (Eppler, 2006).

Průzkum a sledování

Podmínkou pro sledování a další hodnocení případných změn je zachycení výskytu a

polohy vzácných biotopů do mapových podkladů v rámci jednorázového průzkumu. Vymapování biotopů v nivě potoka Hučiny (Bojková 2015) ukázalo výskyt původních, vzácně se vyskytujících biotopů (L10.1 – Rašelinné březiny; L10.3 – Suchopýrové bory kontinentálních rašelinišť; L10.4 – Blatkové bory; L9.2A, L9B – Rašelinné a podmáčené smrčiny; T1.5 – Vlhké pcháčové louky; Bojková et al. 2015).

Sledování dynamických systémů je složitější než jednorázový průzkum dlouhodobě stabilních společenstev. Jen dlouhodobý monitoring umožňuje zachytit výskyt biotopu vzácného nejen v prostoru, ale i v čase, tedy biotopů dočasných. Například během dlouhodobého monitoringu litorálního porostu byl zjištěn výskyt vzácného biotopu, kde se v důsledku kolísání vodní hladiny nabízí krátkodobá možnost rozvoje porostů obnažených den (Svidenský et al., 2016). Tuto skutečnost je možné využít při hodnocení ekologického potenciálu nádrží (Moss, 2010). Dlouhodobým monitoringem se zároveň shromažďují podklady potřebné pro jednání s dalšími uživateli území (stakeholders).

Doplnění monitoringu experimentem

Během plánování i realizace monitoringu se tvoří hypotézy o vlastnostech ekosystému, příčinných souvislostech a jejich možném dopadu na zájmové území nebo zájmové organismy. Monitoring ale odpovídá na otázky, **jak** ekosystém vypadá v určitém čase a jak se v čase mění, ale nevysvětluje příčiny, **proč** k tomu dochází. Pravdivost vybraných hypotéz odpovídajících na otázku „proč“ je potřeba ověřit vědeckým experimentem (Stem et al., 2005). Klíčovým přístupem je provádění experimentů in situ (terénní) i ex situ (např. kultivační; Svidenský et al., 2013). Na základě výsledků experimentu lze rozhodnout, jak tento poznatek využít v dalším monitoringu či managementu lokality. Pro ochranu přírody je realizace vědeckých experimentů zpravidla příliš náročná na čas a lidské zdroje, proto se jako vhodný partner pro řešení této problematiky často nabízí výzkumné instituce a vysoké školy.

Právě tyto poznatky jsou detailněji popsány v případové studii Bažina (Svidenský 2021), kde bez experimentálního ověření nebylo možné mezi mnoha ekosystémovými vztahy určit příčinné souvislosti.

Spolupráce s dalšími subjekty

Před započítím monitoringu je nutné nashromáždit všechny důležité informace o zájmové oblasti (Elzinga, 2001). Jako základní zdroje těchto informací dobře poslouží managementové dokumenty: plán péče, projektová dokumentace a ortofotomapy z různých období mapování. V některých případech byly mapové podklady nepřesné a bylo potřeba je zpřesnit (Bojková 2015). Všechny tyto dokumenty jsou dostupné u příslušného pracoviště ochrany životního

prostředí. Přístup jednotlivých pracovníků OŽP byl vstřícný a získat tyto podklady bylo možné vždy bez komplikací. Podobně přistupovali ke sdílení informací také pracovníci správy povodí (Svidenský 2016). Dalšími významnými zdroji informací jsou ostatní uživatelé krajiny (stakeholders), kteří využívají funkce krajiny k dosažení ekonomických zisků. Měl jsem k dispozici např. lesní hospodářský plán, který popisuje druhové složení lesních porostů a jejich věkovou strukturu. Podobně inventarizují druhové složení a věkovou strukturu rybních obsádek rybářské podniky (Svidenský et al., 2014).

Území, která mají jakýkoli statut ochrany, bývají téměř vždy využívána i dalšími subjekty (Svidenský et al., 2013, 2014, 2016, 2021; Bojková, 2015). K objektivnímu a kritickému zhodnocení výsledků monitoringu přispívá diskuse s pracovišti ochrany přírody s těmito uživateli. Při nich je možné vymezit cíle a způsob sledování i potřebné výstupy. Tyto diskuse byly zvláště důležité při řešení studie Bažina, kde se schůzek zúčastnili zástupci produkčně hospodařící firmy Lesy a rybníky města Českých Budějovic s.r.o., Krajský úřad Jihočeského kraje a Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.

Zapojení veřejnosti a škol

Každá péče o zvláště chráněné území vyžaduje neustálý průběžný monitoring. Díky průběžnému monitoringu je možné včas rozpoznávat disturbanční a jiné nepříznivé vlivy a předcházet jejich následkům. Ovšem často vyvstává otázka/problém, kterými vlastnostmi ekosystémů se zabývat podrobněji a které vynechat pro nedostatek pracovní kapacity. Monitoringu je obecně potřeba víc, než kolik zvládnou pracovníci ochrany přírody v pracovní době. Proto se v mnoha monitorovacích programech (např. nálezová databáze AOPK) využívají dobrovolníci. Čím větší počet monitorovatelů, tím větší objem informací veřejný monitoring poskytuje a zároveň se zvyšuje přesnost a kvalita aktuálních informací potřebných pro management. Monitoring s pomocí veřejnosti přináší rychlou odezvu na vydaná rozhodnutí (Schmeller et al., 2009). Zapojení laiků se nabízí právě na lokalitě PR Vrbenské rybníky, které jsou často navštěvovány obyvateli Českých Budějovic i turisty (studie Bažina).

Spolupráce se středními a vysokými školami poskytuje příležitost pro odborné studie menšího rozsahu, které naopak mohou standardizovaný velkoplošný monitoring vhodně doplnit. Náměty pro studentské práce jsou formulovány ve spolupráci mezi pedagogem a zodpovědným pracovníkem ochrany přírody. V těsné spolupráci s ochranou přírody probíhaly všechny studie zahrnuté v této disertační práci.

Spolupráce má přínos i pro studentky, kteří tak mají příležitost podílet se na řešení

společensky důležitých praktických problémů. Výsledkem jejich činnosti mohou být i vzdělávací a osvětové materiály. Podílel jsem se například na tvorbě naučné stezky v rámci projektu Ekozóna Vřesná v přehradní nádrži Lipno (Poláková, 2013). Ten má za cíl zahájit rozvoj makrofyt a tím podpořit příležitost lovu pro dravým rybám lovit.

4. Závěr

Hučina

V případové studii byl zachycen počáteční stav lokality před spuštěním změn v ekosystému (provedením revitalizace toku). Průzkum se skládal z rutinního sledování, které zahrnovalo zmapování biotopů v území, fytoecologické snímkování, a zjištění základních půdních charakteristik a sledování hladiny podzemní vody.

Prostředky pro terénní mapování (GPS, přenosné mapovací zařízení PDA) a následné vyhodnocení v GIS jsou dnes na pracovištích zabývajících se ochranou přírody dostupné. Fytoecologické snímkování, půdní rozbory a sledování hladiny podzemní vody jsou běžně užívané standardní postupy.

Vřesná

Případová studie se zabývala vývojem litorálního společenstva ve vztahu ke kolísání vodní hladiny. Byla založena na opakovaném fytoecologickém snímkování, doplněném o fotodokumentaci, data výšky vodní hladiny poskytl státní podnik Povodí Vltavy. Pro vyhodnocení získaných dat byla použita mnohorozměrná statistická analýza programem CANOCO.

Sběr terénních dat byl technicky nenáročný. Možný limit přístupu představovalo jejich vyhodnocení programem CANOCO. Tento program představuje vhodný nástroj pro průzkum mnohorozměrných dat a hledání souvislostí mezi nimi, ale není primárně vytvořený pro použití v ochraně přírody. I když není finančně nákladný, zatím není v AOPK příliš mnoho pracovníků, kteří by s ním byli detailně obeznámeni. Nicméně závěry z analýz mohou přinést nové pohledy, které jsou využitelné i v praktické ochraně přírody.

Růžkatce

Případová studie popisuje odlišnosti růstových charakteristik dvou blízce příbuzných druhů s cílem pochopit životní strategii vzácného druhu růžkatce bradavičnatého. Studium probíhalo v přirozeném prostředí a v podmínkách ex situ. Podobně jako předchozí studie byla složená z monitoringu a experimentální části. Během nádobového i terénního pokusu byly monitorovány tyto růstové charakteristiky, kvetení a tvorba semen a schopnost vegetativního množení, vytváření nepravých turionů a délkové přírůstky. Dále byla stanovena schopnost

příjmu anorganické formy uhlíku HCO^{3-} .

Tento typ studie je v podmínkách ochrany přírody také obtížně realizovatelný (chybí prostor pro experimentální podmínky). Na druhou stranu mají poznatky významný přínos pro AOPK jako zdroj nových informací o méně známém a silně ohroženém druhu a mohou být využity při tvorbě plánů péče v rezervacích s výskytem tohoto druhu.

Bažina

Případová studie byla zaměřena na objasnění příčin ústupu litorální vegetace v ptačí rezervaci. Popis ekosystému a jeho změn sloužil jako nástroj k nalezení příčinných souvislostí, které způsobily jeho degradaci (tj. určení spouštěcích faktorů tohoto jevu) a odhadnutí předpokládaného vývoje. Šlo o komplexní studii zahrnující jak monitoring, tak i experimenty. Podobně jako u případové studie Hučina byl nejprve proveden průzkum lokality: byla zmapována litorální vegetace metodou terénního mapování a tvorbou biotopové mapy a byly provedeny chemické analýzy vody a sedimentů. V další fázi byl započat pravidelný monitoring ekosystému formou sledování základních charakteristik vodního prostředí (pH, O_2 , teplota, obsah chlorofylu a průhlednost) a orientační zaznamenávání počasí. Následně byly vzniklé výzkumné otázky ověřeny experimentálně v ohrádkovém a nádobovém pokusu.

Tato komplexní studie by byla pro ochranu přírody pravděpodobně jen obtížně proveditelná, a to pro svou rozsáhlost, metodickou různorodost a zařazení pokusů. Pro takto náročné studie se nabízí spolupráce s akademickými pracovišti se zapojením studentů.

Celkové zhodnocení

Kombinace různých metod monitoringu vodních a mokřadních společenstev (např. vegetační mapování, opakované fytoecologické snímkování trvalých ploch, měření různých aspektů abiotického prostředí a biotických vlivů) a doplnění monitoringu o pokusné testování hypotéz o jejich fungování přineslo poznatky využitelné v praktické ochraně přírody jak při upřesňování plánů péče, tak při reakci na náhlé změny ve zvláště chráněných územích nebo při vyhodnocování úspěšnosti provedených revitalizačních opatření.

Všechny předkládané studie poukazují na prostor pro zapojení VŠ pracovníků a studentů do monitoringu. Ve spolupráci s odborníky z AOPK mohou vznikat zejména malé studie „šité na míru“, jako témata pro bakalářské a diplomové práce

5. Literatura

- ADAM, M., PODHRÁZSKÝ, M. a MUSIL, P. (2016): Effect of start of hunting season on behaviour of Greylag Geese *Anser anser*. *Ardea*, 104, č.1, s. 63–68.
- ADAMEC, L. a KOVÁŘOVÁ, M. (2006): Field growth characteristics of two aquatic carnivorous plants, *Aldrovanda vesiculosa* and *Utricularia australis*. *Folia Geobotanica*, 41 č. 4, s. 395-406
- ADAMEC, L. a ONDOK, J. P. (1992): Water alkalization due to photosynthesis of aquatic plants: the dependence on total alkalinity. *Aquatic Botany*, 43, č. 1, s.93-98
- BASKIN, C., BASKIN, J. (2003): *Seeds. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. 1st Edition. 666 s.
- BENCHEIKH, H. a RCHID, A. (2012): The effects of green spaces (Palme trees) on the microclimate in arides zones, case study: Ghardaia. Algeria: *Energy Procedia* 18, 10-20 s.
- BOJKOVÁ, J., ČÍŽKOVÁ, H., KUČEROVÁ, A., RÁDKOVÁ, V., SOLDÁN, T., SVIDENSKÝ, R., a VRBA, J. (2015): Monitoring of the restored streams in the Vltavský Luh, Šumava National Park. *Silva Gabreta*, 21, č. 1, s. 73–79.
- BUFKOVÁ I. (2013): Improving disturbed water regime in peat-bogs in the Šumava/Bohemian Forest Mts. National Park. *Ochrana Přírody*, 2, 17-19 s.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., GRULICH, V. a LUSTYK, P. (2010): *Katalog biotopů České republiky*, 2. vyd. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR Praha, 445 s.
- ČÍŽKOVÁ H., (2006): *Faktory ovlivňující dynamiku porostů rákosu obecného*. Habilitační práce, Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.
- DAVIDSON, T. a JEPPESEN, E. (2013): The role of palaeolimnology in assessing eutrophication and its impact on lakes. *Journal of Paleolimnology*, 49, č. 3, s. 391-410.
- DYKYJOVÁ, D. a JAKRLOVÁ, J. (1989): *Metody studia růstu a růstová analýza*. *Metody studia ekosystémů*. Praha: Academia, 435-446 s.
- ELZINGA, C. L. (2001): *Monitoring plant and animal populations*. Blackwell Science, Malden, Mass.
- EPPLER, M. (2006): A Comparison between Concept Maps, Mind Maps, Conceptual Diagrams, and Visual Metaphors as Complementary Tools for Knowledge Construction and Sharing. *Information Visualization*, 5, č. 3, s. 202-210.
- HÁJKOVÁ, P., CHYTRÝ, M., HROUDOVÁ, Z., et al. (2011): Vegetace rákosin a vysokých ostřic (*Phragmito-Magno-Caricetea*) Marsh vegetation. In: CHYTRÝ, Milan. *Vegetace*

- České republiky: Vegetation of the Czech Republic. 3. Praha: Academia, s. 385–579.
- HEJZLAR J. (2006): Rámcová směrnice vodní politiky EU a kvalita vody v nádržích. *Vodní hospodářství*, 56, č. 6, s. 190-196.
- KINCL, M. a KRPEŠ, V. (2000): *Základy fyziologie rostlin* (2. dopl. vyd. vyd.). Ostrava: Montanex.
- KROLOVÁ, M., ČÍŽKOVÁ H. a HEJZLAR, J. (2012): Depth limit of littoral vegetation in a storage reservoir: A case study of Lipno Reservoir (Czech Republic). – *Limnologica*, 42 č.2, s. 165-174.
- KROLOVÁ, M., ČÍŽKOVÁ, H. a HEJZLAR, J. (2011): Zonace litorálního porostu v zátocě přehradní nádrže Lipno. – *Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, Přírodní vědy*, 51, s. 57-72.
- KUBÁT, K. (2002): *Klíč ke květeně České republiky* (Vyd. 1. vyd.). Praha: Academia.
- LAZÁRKOVÁ, K. (2012): *Botanický průzkum nivy regulovaného úseku potoka Hučiny (Černý Kříž, Šumava)*. České Budějovice, Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- LEPŠ, J. a ŠMILAUER, P. (2003): *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, 269 s.
- MOSS, B. (2010): The Kingdom of the Shore: Achievement of Good Ecological Potential in Reservoirs. *Freshwater Reviews*, 1 ,č. 1, s. 29-42.
- NOVÁK, M. (1968): *Údolní nádrž Lipno, geograficko-limnologická studie*. Výzk. Ústav vodohospodářský, Praha-Podbaba.
- POKORNÝ, J. (1989): Fotosyntéza submersních rostlin. Měření výměny plynů ve vodním prostředí. - In: Dykyjová D. (ed.): *Metody studia ekosystémů*, Academia, Praha, s. 365-377.
- SCHMELLER, D. S., HENRY, P.Y., JULLIARD, R., GRUBER, B., CLOBERT, J., DZIOCK, F., a kol. (2009): Advantages of Volunteer-Based Biodiversity Monitoring in Europe. *Conservation Biology*, 23, č. 2, s. 307-316.
- SLÁMA, M. (2012): *Návrh ekologického monitoringu revitalizované nivy Hučiny (NP Šumava)*, Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- STACHOVÁ, K. (2015): *Botanický průzkum nivy revitalizovaného úseku potoka Hučiny (Černý Kříž, Šumava)*. České Budějovice, Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- STEM, C., MARGOLUIS, R., SALAFSKY, N. a BROWN, M. (2005): *Monitoring and Evaluation in Conservation: a Review of Trends and Approaches*. Conservation

- Biology, 19, č. 2, s. 295-309.
- ŠUMBEROVÁ, K., LOSOSOVÁ, Z., FABŠICOVÁ, M. a HORÁKOVÁ, V. (2006): Variability of vegetation of exposed pond bottoms in relation to management and environmental factors, *Preslia*, 78, s. 235–252.
- SVIDENSKÝ, R., ČÍŽKOVÁ, H. a KUČEROVÁ, A. (2021): Causes of the dieback of littoral stands in an overpopulated water bird reserve: Role of eutrophication, fish and gees. *European Journal of Environmental Sciences*. 11, č. 2, s. 79–90. DOI 10.14712/23361964.2021.9
- SVIDENSKÝ, R., ČÍŽKOVÁ, H. a KROLOVÁ, M. (2016): Dynamika litorálního porostu v zátocě Vřesná (přehradní nádrž Lipno). *Vodní hospodářství*. 66, č. 3, s. 7–11.
- SVIDENSKÝ, R., ČÍŽKOVÁ, H. a KUČEROVÁ, A. (2013): Srovnávací ekologie blízce příbuzných druhů růžkatců (*Ceratophyllum submersum* L. a *Ceratophyllum demersum* L.). – Sborník Jihočeského Muzea v Českých Budějovicích. 53, s. 109-119.
- SVIDENSKÝ, R., ČÍŽKOVÁ, H. a KUČEROVÁ, A. (2014): Ústup litorální vegetace na rybníku Bažina (PR Vrbenské rybníky). Sborník Jihočeského Muzea v Českých Budějovicích. 54, s. 86-100.
- TER BRAAK, C. a ŠMILAUER, P. (2002): Canoco reference manual and CanoDraw for Windows users guide: software for Canonical Community Ordination (version 4.5.). – Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- VAN DER MAAREL, E. (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology
- VOTRUBA, L. a BROŽA, V. (1980): Hospodaření s vodou v nádržích. SNTL Praha.
- WALSH, B. S., PARRATT, S. R., HOFFMANN, A. A., ATKINSON, D., SNOOK, R. R., BRETMAN, A. a PRICE, T. A. R. (2019): The Impact of Climate Change on Fertility. *Trends in Ecology & Evolution*, 34, č. 3, s. 249-259.
- PRANČL, J. (2010): *Ceratophyllum-submersum*. Botany.cz [online]. Praha: Botany.cz [cit. 2019-08-23]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/ceratophyllum-submersum/>
- POLÁKOVÁ, S. (2013): Ekozóna Vřesná [online] Fórum ochrany přírody [cit. 2020-07-7] Dostupné z: <http://www.forumochranyprirody.cz/ekozona-vresna>.
- SMĚRNICE 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Aktualizovaný pracovní překlad s anglickým originálem. Úplné znění, zahrnující text Přílohy X. (Rozhodnutí č.2455/2001/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 20. listopadu 2001 ustavující seznam prioritních látek v oblasti vodní politiky a pozměňující směrnici 2000/60/ES). Praha, Ministerstvo životního prostředí, odbor ochrany vod, srpen 2003, 98.

6. ŽIVOTOPIS

Ing. Richard Svidenský

Adresa: Táboritská 1101, Třeboň II., 379 01

Telefonní číslo: +420 773 927 935

Email: richard.svidensky@gmail.com

Datum narození: 18. 6. 1987

Stav: ženatý

Pracovní zkušenosti

Leden 2019 – dosud Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem
pozice: samostatný projektant NIL
Náplň práce: Národní inventarizace lesa

prosinec 2014 - 2019 E.ON Česká republika, s.r.o.
Pozice: Asistent podnikového ekologa
Náplň práce: Administrativní výpomoc při plnění všech právních i jiných požadavků platných v ČR v oblasti ochrany životního prostředí.

leden – listopad 2012 Botanický ústav AV ČR, v. v. i., Vědecké pracoviště Třeboň, oddělení Funkční ekologie, Sběrka vodních a mokřadních rostlin
Pozice: Technický pracovník
Náplň práce: Údržba a provoz Sběrky vodních a mokřadních rostlin, údržba záchranných kultivací, výsadba ohrožených druhů vodních a mokřadních rostlin.

Vzdělání

2011 – dosud Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta
Doktorské studium v programu Ekologie a ochrana prostředí, obor Aplikovaná a krajinná ekologie. Kombinovaná forma studia.

2009 - 2011 Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta,
41

program Zemědělské inženýrství, obor Agroekologie.

Zakončeno státní zkouškou a titulem Ing.

2006 - 2009 Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, obor Agroekologie

Zakončeno státní zkouškou a titulem Bc.

2002 – 2006 Střední odborná škola pro ochranu a tvorbu životního prostředí ve Veselí nad Lužnicí

Zakončena maturitní zkouškou.

Znalosti

Canoco, Win98, WinXP, Win7, Microsoft OFFICE – Word, Excel, Power point, ArcGis, Field Map, Qgis, Statistica

německý jazyk – maturita, slovem i písmem

anglický jazyk – pokročilý začátečník

Ostatní znalosti

Řidičský průkaz sk. A, B, C, T, E

Mapování pomocí přístroje PDA

Laboratorní zpracování vzorků rostlin a jejich vyhodnocení

Záliby

Myslivost, rybaření, fotografování, rocková hudba, vážná hudba

Projektové zkušenosti

2010 – 2018 SZ NPS 03390/2014/4 „Monitoring vegetace v nivě Hučiny“ (NP Šumava)

2013 001013/2013 Průzkum litorálních porostů rybníku Bažina (PR Vrbenské rybníky)

leden–říjen 2013 Spolupráce při tvorbě informační tabule „Ekozóna v zátocě Vřesná“ (Lipno)

2008 PPK-ST023/008 „Monitoring populace *Ceratophyllum submersum*, Krvavý rybník“ (PR Krvavý a Kačležský rybník)