

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



**Post-revitalizační monitoring nově vytvořených
tůní v obci Šubířov**

Jarmila Konecká

Diplomová práce
v oboru
Ochrana a tvorba krajiny

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.

Olomouc 2015

Konecká J. (2015): Post-revitalizační monitoring nově vytvořených tůní v obci Šubířov. Diplomová práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 83 s., v češtině.

Abstrakt

Nejnovější inventáře ukazují, že kontinentální vody zabírají téměř dvakrát více prostoru, než se původně předpokládalo a právě malá jezera a vodní nádrže jsou dominující složkou těchto vod. Faktem je, že nejen v české kulturní krajině před kolektivizací zemědělství existovalo mnohem více mokřadů a vodních ploch, než je tomu v současnosti. Operační program životní prostředí přináší finance z Evropské unie k nápravě lidskou činností negativně ovlivněné krajiny. Díky tomuto programu jsou realizovaná opatření, více či méně ovlivňující přírodní složky krajiny. Bohužel jen zřídka jsou prováděny post-projektové práce, které by zhodnotily úspěšnost provedených opatření, případně by poskytly závěry a doporučení využitelné při dalších realizacích. Cílem předložené práce je post-revitalizační monitoring aktuálního stavu vytvořených tůní v Šubířově. Monitoring byl zaměřen na morfologii tůní, jejich makrovegetaci a hydrochemické parametry vody. Tyto komponenty jsou vzájemně propojeny a vzájemně se ovlivňují. Na základě zjištěného stavu tůní je navržen adaptivní management.

Klíčová slova: fyzikálně-chemické parametry vody, makrovegetace, management, morfometrie, revitalizace

Konecká J. (2015): Post-construction monitoring of new created pools near Šubířov village. MSc. thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc, 83 pp., in Czech.

Abstract

Recent inventories have shown that continental waters occupy nearly twice as much area as was previously believed. Further, these inventories have shown that small lakes and ponds dominate the areal extent of continental waters. It is an undisputable fact that there were much more wetlands and small water bodies in our landscape before the period of agricultural collectivization. The Operating Programme Environment is bringing funds from the European Union for purpose of landscape, which was negatively influenced by human activity, reparation. Down this Programme are implemented measures, more or less affecting the natural landscape components. However, rarely are carried out post-project work that would evaluate the success of the measures implemented or would provide conclusions and recommendations useful for other implementations. The aim of this work is post-construction monitoring of the current state of new created pools in Šubířov village. The monitoring was focused on the evaluation of morphology of pools, their water macrophyte structure and hydrochemical parameters of water. These components are interconnected and interdependent. Based on the results, eventual adaptive management is proposed for a future sustainable development of the pools.

Key words: macrophyte vegetation, management, morphology, physical and chemical parameters of water, restoration

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně pod vedením Doc. RNDr. Martina Rulíka, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne

Podpis

Obsah

Seznam tabulek	viii
Seznam grafů.....	x
Seznam obrázků	xi
Seznam příloh.....	xiv
Seznam zkratk	xv
Poděkování.....	xvi
1. ÚVOD	1
1.1. Tůň.....	1
1.2. Význam vodní vegetace ve stojatých vodách	3
1.3. Vytváření tůní jako součást revitalizačních opatření	5
1.4. Revitalizace potoka a jeho nivy v obci Šubířov	8
2. CÍLE PRÁCE	11
3. MATERIÁL A METODY	12
3.1. Popis revitalizované lokality	12
3.2. Měření morfometrických charakteristik.....	15
3.3. Měření vybraných fyzikálně-chemických parametrů vody.....	15
3.4. Stanovení fosforečnanů a dusičnanů	16
3.5. Stanovení organického uhlíku.....	18
3.6. Stanovení koncentrace chlorofylu- <i>a</i>	19
3.7. Botanický průzkum	20
3.8. Analýza dat.....	21
4. VÝSLEDKY	24
4.1. Měření morfometrických charakteristik.....	24
4.2. Měření vybraných fyzikálně-chemických parametrů vody.....	24
4.3. Stanovení fosforečnanů, dusičnanů, organického uhlíku a chlorofylu <i>a</i>	27
4.4. Botanický průzkum	28

4.5. Analýza dat.....	35
4.6. Návrh managementových opatření	38
5. DISKUSE.....	40
6. ZÁVĚR	50
7. LITERATURA.....	51
8. PŘÍLOHY	57
Příloha 1 Vymezení zájmového území	57
Příloha 2 Stav lokality před a v průběhu revitalizace	59
Příloha 3 Terénní měření, laboratorní analýzy.....	60
Příloha 4 Podrobné výsledky z dílčích měření a analýz	62
Příloha 5 Tůně	65
Příloha 6 Botanický průzkum	74
Příloha 7 Analýza dat	83

Seznam tabulek

Tabulka 1: N-leté průtoky bezejmenného levostranného přítoku Nectavy $Q_N [m^3 \cdot s^{-1}]$	14
Tabulka 2: Typy aktuální formace pokryvu území a stupeň ekologické stability	23
Tabulka 3: Morfometrické parametry tůní zjištěné během vegetační sezóny 2014	24
Tabulka 4: Průměrné hodnoty ze stanovení obsahu fosforečnanů, dusičnanů, TOC a chlorofylu <i>a</i>	28
Tabulka 5: Seznam druhů cévnatých rostlin zjištěných na sledovaných tůních	29
Tabulka 6: Zárost vodní plochy vegetací (%)	31
Tabulka 7: Naměřené hodnoty výšek vodní hladiny v jednotlivých tůních (cm)	62
Tabulka 8: Průběžné hodnoty teploty vody (C°)	62
Tabulka 9: Chemická reakce vody (pH)	62
Tabulka 10: Konduktivita ($\mu S \cdot cm^{-1}$)	62
Tabulka 11: Množství rozpuštěného kyslíku ($mg \cdot l^{-1}$)	63
Tabulka 12: Nasycení vody kyslíkem (%)	63
Tabulka 13: Obsah fosforečnanů PO_4^{3-} ($mg \cdot l^{-1}$)	64
Tabulka 14: Obsah dusičnanů $N-NO_3^-$ ($mg \cdot l^{-1}$)	64
Tabulka 15: Obsah chlorofylu <i>a</i> ($\mu g \cdot l^{-1}$)	64
Tabulka 16: Obsah organického uhlíku (TOC) (%)	64
Tabulka 17: Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 1 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice	74
Tabulka 18: Zárost vodní plochy tůně 1 vegetací (%)	74
Tabulka 19: Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 2 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice	75

Tabulka 20: Zárost vodní plochy tůně 2 vegetací (%)	75
Tabulka 21: Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 3 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice	76
Tabulka 22: Zárost vodní plochy tůně 3 vegetací (%)	76
Tabulka 23: Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 4 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice	77
Tabulka 24: Zárost vodní plochy tůně 4 vegetací (%)	77
Tabulka 25: Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 5 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice	78
Tabulka 26: Zárost vodní plochy tůně 5 vegetací (%)	78
Tabulka 27: Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 6 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice	79
Tabulka 28: Zárost vodní plochy tůně 6 vegetací (%)	79
Tabulka 29: Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 7 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice	80
Tabulka 30: Zárost vodní plochy tůně 7 vegetací (%)	80
Tabulka 31: Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 8 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice	81
Tabulka 32: Zárost vodní plochy tůně 8 vegetací (%)	81
Tabulka 33: Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 9 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice	82
Tabulka 34: Zárost vodní plochy tůně 9 vegetací (%)	82
Tabulka 35: Sørensenův SS a Jaccardův index SJ podobnosti jednotlivých tůní	83

Seznam grafů

Graf 1: Průběh teploty vody v tůních	25
Graf 2: Průběh vodivosti vody v jednotlivých tůních	26
Graf 3: Průběh množství kyslíku rozpuštěného ve vodě jednotlivých tůní	26
Graf 4: Průběh nasycení vody kyslíkem v % v jednotlivých tůních	27
Graf 5: Procentuální zastoupení rostlinných společenstev na jednotlivých tůních	28
Graf 6: Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 1	74
Graf 7: Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 2	75
Graf 8: Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 3	76
Graf 9: Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 4	77
Graf 10: Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 5	78
Graf 11: Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 6	79
Graf 12: Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 7	80
Graf 13: Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 8	81
Graf 14: Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 9	82

Seznam obrázků

Obrázek 1: Revitalizovaný úsek levostranného přítoku Nectavy	8
Obrázek 2: Části lokality vynechané z revitalizace. 1 krvavcová louka, 2 území s výskytem vstavače májového	9
Obrázek 3 Lokalizace revitalizovaného území	12
Obrázek 4: Vývoj vodní makrovegetace v tůni 2	30
Obrázek 5: Vývoj vodní makrovegetace v tůni 7	31
Obrázek 6: Červen 2013 tůně 8 a 9 zcela pokryté okřehkem menším	31
Obrázek 7: PCA analýza druhového složení tůní	35
Obrázek 8: Korelace faktorů prostředí s výslednou cenoklinou	36
Obrázek 9: Parciální RDA analýza	36
Obrázek 10: Umístění obce Šubířov v rámci Olomouckého kraje	57
Obrázek 11: Půdní mapa ČR, mapový list 24-21 Jevíčko, výřez z mapy	57
Obrázek 12: Teoretická povodňová vlna bezejmenného levostranného přítoku Nectavy v obci Šubířov	58
Obrázek 13: Betonové objekty, které byly v rámci revitalizace odstraněny (foto J. Koutný)	59
Obrázek 14: Zchátralá stavba v místě dnešního rybníku, nefunkční bazén v pozadí (foto J. Koutný)	59
Obrázek 15: Botanicky degradovaná pcháčová louka (foto J. Koutný)	59
Obrázek 16: Nové meandrující koryto bezejmenného přítoku Nectavy (foto J. Koutný)	59
Obrázek 17: Měření hloubek v příčném profilu tůně (foto A. Bednařík)	60

Obrázek 18: Bambusová tyč, sloužící ke sledování kolísání vodní hladiny (foto J. Konecká)	60
Obrázek 19: Měření oximetrem (foto J. Konecká st.)	60
Obrázek 20: Měřicí přístroje (foto J. Konecká)	60
Obrázek 21: Profil odebraného sedimentu z tůně 1 (foto J. Konecká)	61
Obrázek 22: Profil odebraného sedimentu z tůně 4 (foto J. Konecká)	61
Obrázek 23: Profil odebraného sedimentu z tůně 5 (foto J. Konecká)	61
Obrázek 24: Profil odebraného sedimentu z tůně 7 (foto J. Konecká)	61
Obrázek 25: Vzorčky sedimentů v Muflové peci (foto J. Konecká)	61
Obrázek 26: Měření absorbance supernatantu na spektrofotometru CECIL (foto J. Konecká)	61
Obrázek 27: Nomogram pro výpočet procenta nasycení vody kyslíkem	63
Obrázek 28: Tůň 1, květen 2013 (foto J. Konecká)	65
Obrázek 29: Tůň 1, profily tůně	65
Obrázek 30: Tůň 2, první vegetační sezóna, 2011 (foto J. Koutný)	66
Obrázek 31: Tůň 2, profily tůně	66
Obrázek 32: Tůň 3, červen 2013 (foto J. Konecká)	67
Obrázek 33: Tůň 3, profily tůně	67
Obrázek 34: Tůň 4, duben 2014 (foto J. Konecká)	68
Obrázek 35: Tůň 4, profily tůně	68
Obrázek 36: Tůň 5, duben 2014 (foto J. Konecká)	69
Obrázek 37: Tůň 5, profily tůně	69
Obrázek 38: Tůň 6, duben 2014 (foto J. Konecká)	70
Obrázek 39: Tůň 6, profily tůně	70

Obrázek 40: Tůň 7, duben 2014 (foto J. Konecká)	71
Obrázek 41: Tůň 7, profily tůně	71
Obrázek 42: Tůň 8, duben 2014 (foto J. Konecká)	72
Obrázek 43: Tůň 8, profily tůně	72
Obrázek 44: Tůň 9, duben 2014 (foto J. Konecká)	73
Obrázek 45: Tůň 9, profily tůně	73

Seznam příloh

Příloha 1 Vymezení zájmového území	57
Příloha 2 Stav lokality před a v průběhu revitalizace	59
Příloha 3 Terénní měření, laboratorní analýzy	60
Příloha 4 Podrobné výsledky z dílčích měření a analýz	62
Příloha 5 Tůně	65
Příloha 6 Botanický průzkum	74
Příloha 7 Analýza dat	83

Seznam zkratk

AOPK	Agentura ochrany přírody a krajiny
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
KES	Koeficient ekologické stability
OPŽP	Operační program životní prostředí
PPK	Program péče o krajinu
SES	Stupeň ekologické stability
SFŽP	Státní fond životního prostředí
SO	Stavební objekt

Poděkování

Ráda bych poděkovala především Doc. RNDr. Martinu Rulíkovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce, rady při jejím řešení a nasazování vlastního zdraví při terénní práci. Děkuji panu Mgr. Janu Koutnému, Ph.D. z Olomouckého střediska AOPK ČR za poskytnutí podkladových materiálů a seznámení s praktickou stránkou problematiky. Za poskytnuté materiály děkuji také panu Ing. Michalu Najmanovi z GEOCENTRA. Dále jsem vděčná paní Mgr. Karle Rulíkové za pomoc s determinací vodních makrofyt, RNDr. Martinu Duchoslavovi, Ph.D. za pomoc se statistickým zpracování dat, panu Ing. Marku Bednářovi za cenné rady při práci v programu ArcGIS a kamarádům Adamu Bednaříkovi a Honzovi Michaličkovi za výpomoc v terénu. Veliké díky patří mým rodičům a Michalu Ištvánkovi, kteří mi dělali společnost, pomáhali při práci v terénu a byli mi důležitou podporou.

1. ÚVOD

1.1. Tůň

V dynamickém procesu neustálého vývoje krajiny, kde je voda hlavním činitelem, vznikají různé druhy stojatých vod. Patří k nim zejména odstavená říční ramena, tůň, jezera a močály. Společným a univerzálním faktorem je jejich „stojatost“. Jednosměrné proudění, typické pro řeky, zde není žádné nebo je tak slabé, že nemá na organismy žádný přímý vliv. V přírodních říčních krajinách je těchto vodních objektů obrovské množství, především nejrůznějších malých tůní. Jsou zde nedílnou strukturální i funkční součástí říční krajiny. V kulturních krajinách je těchto vod naopak velmi málo. Lidé je většinou považují za nepotřebné, někdy i škodlivé a zavezli je, případně byly zlikvidovány vysušením (Štěrbá et al. 2008). Do dnešní doby byly tyto malé kontinentální vody v globálních procesech a cyklech ignorovány. Došlo k tomu především z mylné domněnky, že ekosystém o malé ploše nemůže hrát významnější roli v globálních procesech. Současné inventáře, založené na moderních geografických a matematických metodách, ukazují, že kontinentální vody zabírají téměř dvakrát více prostoru, než se původně předpokládalo a právě malá jezera a vodní nádrže jsou dominující složkou těchto vod. Několik studií v těchto malých vodních ekosystémech dokázalo neúměrně velkou intenzitu řad procesů, čímž neočekávaně hraje významnou roli v globálních cyklech (Downing 2010). Protože různé abiotické a biotické složky ekosystému lze právě na malých vodních plochách zkoumat relativně snadno, jsou zvláště vhodné pro studium nejvíce funkčních aspektů makroekologie (Hortal et al. 2014).

Čihař (1998) pro nehluboké vodní objekty, kde je vytvořen pouze litorál a vodní a bahenní rostliny často zarůstají celé dno, použil slovní spojení „drobné stojaté vody“. Mezi drobné stojaté vody patří tůň a malé vodní nádrže, jejichž hloubka jen zřídka dosahuje dvou metrů. Nejmenší tůň mohou mít v hladině jen několik čtverečných metrů, velké tůň se mohou rovnat malým vodním nádržím. Na rozdíl od malých vodních nádrží nejsou tůň vypustitelné a nejsou vytvořeny vzdouvacím účinkem hráze. U uměle vytvořených tůní by měl být rozdíl patrný i v pořizovacích nákladech, které bývají významně menší oproti stejně velkým malým vodním nádržím. Vzhledem k velké rozmanitosti abiotických charakteristik tůní je samotná definice tůně značně problematická a u jednotlivých autorů se může lišit. Obecně můžeme tůň definovat, jako

prohlubeň v terénu nebo v korytě vodního toku, která je zaplněná vodou (Just et al. 2003, Just et al. 2005). V těchto vodních útvarech zcela chybí profundál (hluboká zóna).

Mělké stojaté vody jsou specifickým biotopem, kde se prolínají podmínky prostředí vodního a prostředí suchozemského. V důsledku měnících se abiotických a biotických podmínek v drobných stojatých vodách není spektrum vyskytujících se druhů ustálené a dochází k jejich neustálé obnově. O konečném vzhledu a funkci tůň rozhoduje mnoho faktorů, například velikost, stáří, vzdálenost od mateřského toku a jejich vzájemné propojení, způsob zásobování vodou, chemické složení vody a její kvalita, frekvence zaplavování lokality a kolísání hladiny (vodní režim), osvit hladiny sluncem, prezence nebo naopak absence ryb, způsob vzniku lokality, apod. (Štěrba et al. 2008). Tůň jsou životním prostředím pro rostliny a živočichy, podporují retenční kapacitu daného území a vzhledově přispívají k obohacení krajiny.

O klasifikaci tůní podle různých hledisek se pokusila již celá řada autorů. Just et al. (2003, 2005) rozlišuje 9 hlavních typů tůní:

1. Mikrotůň v korytě drobného toku (běžná rozšíření a prohloubení koryta, která se pravidelně střídají s proudovými úseky).
2. Protékané tůň (vytvořené rozšířením koryta nebo rozlitím vody do plochy).
3. Postranní tůň spojené s korytem toku.
4. Postranní tůň spojené s korytem, jejichž naplnění vodou určuje vzdouvací objekt na toku.
5. Tůň mimo koryto toku, napájené odbočkou z koryta.
6. Tůň mimo koryto, závislé na hladině podzemní vody (menší závislost na vodním toku je zpravidla pro funkci a trvanlivost tůň příznivá).
7. Tůň mimo koryto, napájené drobným přítokem (např. vodami z přerušené drenáže).
8. Revitalizované zavodněné jámy po mělké povrchové těžbě.
9. Částečně zavodněné sníženiny v nivách (jsou hloubené za účelem vytvoření biotopů a současně povodňových retenčních prostorů).

V tůních probíhají rozličné procesy transformující látky, které do nich vstupují. Jejich produkty z části v různém skupenství vystupují ven a z části se v tůních ukládají. V případě, že je tůň přiměřeně zatěžována minerálními a organickými

látkami, procesy, které zde probíhají, vytvářejí přirozené prostředí tůňového biotopu (ibid.).

1.2. Význam vodní vegetace ve stojatých vodách

Odstavená ramena, tůňe a jezera jsou v mnoha směrech podobná některým říčním úsekům přímořských i „vnitrozemských“ delt, kde je proudění vody biologicky zanedbatelné. Pro všechny tyto druhy „stojatých“ vod je mimořádně typická a důležitá jejich vždy přítomná vodní makrovegetace, která zpětně ovlivňuje chemismus i další faktory. Vodní makrofyta ve stojatých vodách jsou významnou příčinou tak zvaného stárnutí jezer, které končí zánikem vodního biotopu a jeho postupnou přeměnou v suchozemský ekosystém (Štěrba et al. 2008). Dynamika vegetace stojatých vod je charakteristická kolísáním vodní hladiny, zanášením, zarůstáním a zazemňováním (Petříček et al. 1999). Makrofyta jsou významnou součástí vodních ekosystémů a jsou proto důležitá pro hodnocení jejich ekologického stavu.

Jedním z hlavních činitelů, který ovlivňuje výskyt jednotlivých typů společenstev ve stojatých vodách je voda samotná. Jedná se hlavně o kolísání výšky hladiny vody v čase, její trofií a chemické složení, které je ovlivněno geologickým podkladem, antropogenními vlivy řadou dalších faktorů. Podle rozsahu ročního kolísání vodního stavu rozlišil Kopecký (1966) dva hlavní typy břehu – stenosaleutický (roční amplituda kolísání dosahuje 60-70 cm) a eurysaleutický (roční amplituda kolísání 80-100/200/ cm). Stenosaleutické ekotopy se vyznačují nápadným výskytem druhů stojatých vod (např. *Glyceria maxima*, *Phragmites australis* aj.), eurysaleutické ekotopy jsou naopak charakterizovány druhy, jež jsou považovány za typické průvodce tekoucích vod (*Phalaroides arundinacea*, *Carex buekii*, některé vrby aj.).

Rozhodující faktor, který výrazně ovlivňuje typ cenóz, jenž se na daném ekotopu vyvine, je doba trvání jednotlivých ekofází a jejich střídání v průběhu ekoetapy. Ekofáze je momentální životní prostředí, ve kterém se uplatňuje hlavní a komplexní ekologický činitel – voda. Ekoetapa představuje životní prostředí s převládáním určitého rytmu ekofází během vegetačního období nebo i více vegetačních dob. Hejný (1960) kromě toho rozlišuje také ekocyklus, kterým se rozumí životní prostředí, charakterizované vystřídáním jednotlivých ekoetap, které trvají větší počet let. Břeh lze rozdělit na 4 pásma podle převažující výše hladiny vody:

- sublitorál - litorál (hydroekofáze) je část příbřežní zóny od úrovně nejnižší roční hladiny až do hloubky.
- eulitorál (litorální ekofáze) je trvale zatopen a pod vlivem intenzivního pohybu vody. Pokud není toto pásmo zarostlé vegetací, je neustále vymýváno a podmínky jsou podobné jako v tekoucích vodách. Za klidného počasí zde dochází k rychlému prohřívání mělké vodní masy.
- supralitorál (limózní ekofáze) je postříkové pásmo, které je omýváno vodou pouze při vlnobití.
- epilitorál (terestrická ekofáze) není pod přímým vlivem vody nádrže.

O charakteru společenstva rozhoduje délka trvání jednotlivých ekofází, rychlost přechodu mezi ekofázemi, cykličnost ekofází v rámci jednotlivých ekoetap, proměnlivý průběh rytmického opakování ekofází, mikroreliéf stanoviště a rozdílné ekomorfózy jednotlivých druhů v různých oblastech.

Jednotlivé druhy vodních makrofyt jsou svou strategií přizpůsobeny střídání a délce trvání jednotlivých ekofází, přičemž jejich výskyt na určitém ekotopu do značné míry odráží dynamiku těchto změn. Rozlišujeme euhydatofyty (vázané na život ve vodním sloupci), hydatoaerofyty (žijící ve vodním sloupci, ale v kontaktu se vzduchem), hydrochtofyty (žijící především v litorální ekofázi s hlubším přizpůsobením i limózní ekofázi), ochtohydrofyty (přizpůsobené především litorální a limózní ekofázi, terestrická fáze krátká), euchtogyty (litorální fáze nutná pro tvorbu generativních orgánů, dlouhá limózní i terestrická fáze), tenagofyty (dlouhodobě přizpůsobené litorální až limózní fázi, vázané na život při hranici pobřežní čáry), pelochtofyty (vázané na obnažené půdy pobřeží vod, dlouhodobá limózní fáze), pelochtoterofyty (většinu života v terestrické ekofázi, pouze klíčení v limózní fázi), uliginosofyty (většinu vývoje v limózní a z části v terestrické ekofázi, klíčení možné i v litorální fázi), trichohygrofyty (celý vývoj probíhá v terestrické ekofázi, ale klíčení a počátek vývoje ve značně vlhké půdě) (Hejný 1960, Bednářová 1983). Existuje řada dalších klasifikací vodních a bažinných rostlin, např. dodnes používané Warmingovo členění na hydrofyty (hydatofyty), halofyty, hygroyty a mezofyty. Podle Černého (1994) však toto členění už dost dobře nevyjadřuje složitost vazeb rostlin k dynamice změn prostředí.

Posuzujeme-li vliv ekologických faktorů na vegetaci, je evidentní, že vedle výše uvedených přírodních činitelů vstupuje do hry velmi významně i člověk. Činnost člověka v současné době velmi intenzivně ovlivňuje trofii vody a její chemické složení.

Primární chemismus vody je dán geologickým podkladem, husté osídlení, průmysl a intenzifikace zemědělství jej však mění natolik, že jeho vliv se uplatňuje už pouze v pramenných oblastech nebo v horních částech toků. Stálý přísun živin a nečistot do vodních ekosystémů mění složení rostlinných společenstev. Ve vodohospodářské praxi jsou pro určení saprobity a trofie povrchových vod běžně užívané chemické a fyzikální rozborů vody spolu s výskytem vybraných mikroorganismů (řasy, bakterie, prvoci). Při splnění určitých podmínek lze jako bioindikátory vodního prostředí použít i vodní makrofyta (Černý 1994).

Využití vodních rostlin jako indikátoru ekologického stavu stojatých vod je kromě jejich důležité ekologické role založeno také na skutečnosti, že určité druhy či skupiny druhů jsou indikátory specifických typů stojatých vod a antropogenní zatížení ovlivňuje druhové složení společenstev těchto stojatých vod. Nejen přítomnost, ale také absence makrofyt na stanovišti má indikační hodnotu. Výskyt vodních makrofyt je nutné pozorovat delší časový úsek a současně sledovat i kvantitativní projevy (množství biomasy), případně využít i metody fytotestů ke stanovení obsahu dostupných živin. Biomonitoring pomocí vodních makrofyt má význam zejména ve spojení se sledováním dalších parametrů (měření fyzikálních vlastností vody, chemické analýzy, výskyt a vitalita dalších organismů aj.) (Husák 1984).

1.3. Vytváření tůní jako součást revitalizačních opatření

Revitalizační opatření jsou v širším smyslu takové zásahy, které se snaží posílit přírodní a krajinné hodnoty a současně podpořit příznivé vodohospodářské funkce vodního prostředí. Mezi významné efekty, které revitalizace mohou přinášet, patří retence vody v krajině a kompenzace ochuzování malého vodního oběhu. Dále také vyrovnání odtokových poměrů, přičemž nejdůležitější je zadržení vody ve zvodněném půdním a zeminovém prostředí, v nivách, v mokřadech a v korytech vodních toků (tyto prvky zadržují vodu ze srážek a vytvářejí podmínky pro její pomalý odtok). Revitalizace jsou často prováděné za účelem tlumení průběhu velkých vod, a to zejména podpořením rozlivu vody v nivách, zpomalením postupu povodňových vln a využitím retenčních objemů. Neméně významná je obnova a zkvalitňování vodních, mokřadních a na ně navazujících biotopů s výskytem mnoha vzácných a zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů (Just et al. 2005). Prostřednictvím revitalizačních opatření lze také docílit zlepšení kvality vody.

Při navrhování tůní je třeba zohlednit všechny biologické aspekty, a to vždy v kontextu konkrétního území. Z botanického hlediska je nutné zvážit, zda předchozí biotopy nebyly hodnotnější než nově navrhovaná tůň, a podle toho rozhodnout, zda je vybudování tůně přínosné. Pro některé druhy vzácných živočichů (např. lupenonohé korýše) jsou vhodné tůně bez výskytu ryb a propojení stávající tůně s vodním tokem může naopak těmto organismům spíše uškodit. Vybudováním tůní by se také nemělo ztěžovat obhospodařování přilehlých pozemků (např. komplikovat průjezd techniky). Je třeba zvážit i potencionální riziko, že se v neobhospodařovaných lemech začnou šířit agresivní druhy (např. třtina křovištní) a tomu přizpůsobit umístění tůní (Just et al. 2003).

Tůně mohou být navrženy jako součást revitalizačních zásahů v říčním korytě, případně v blízkosti vodoteče tak, že vodní režim je v úzké interakci s tokem. Tůně, které jsou vytvořené (nebo přirozeně vzniklé) v toku, akumulují vodu, zajišťují dostatečnou hloubku a vhodné životní podmínky pro říční biotu. Neprotékané, nebo občas protékané tůně vytvářejí vlastní mikroprostor, vhodný k přirozenému přechodu k mokřadnímu systému. Vytvoření mokřadního lemu kolem hlubší tůně vede v případě zvýšené hladiny k volnému odtékání vody po terénu. V takových případech uměle vyhloubená tůň napodobuje přirozenou akumulaci vody v terénních sníženinách (Šlezinger 2010).

Při revitalizaci tůní jsou sledovanými parametry zejména lokalizace a počet tůní, plocha jednotlivých tůní, jejich tvar, maximální hloubka a sklony břehů. Přírodní tůně o malé ploše jsou často oválného tvaru. U nově vytvářených drobných tůní by měl být tvar ve shodě s morfologií terénu, aby se tůň do daného místa přirozeně začlenila.

Většinu plochy tůně by měly tvořit mělčiny (do 20 cm), prohlubně (nad 50 cm) by neměly zabírat více než 20 % plochy. Maximální hloubka musí být stanovena na základě informací o úrovni hladiny podzemní vody. Při vytváření soustavy tůní je přínosné, aby jejich maximální hloubky byly rozdílné a pohybovaly se v rozmezí 10 – 100 cm. Tím se docílí různorodosti tůní, od stálých přes nepravidelně vysychající až po tůně sezónní. Doporučená plocha tůní není stanovena. Tůň s plochou 100 m² vytvoří vhodný biotop pro všechny skupiny vodních organismů, osídlující mělké vody (Merta 2003).

Obecným požadavkem při budování tůní je vytváření mírných sklonů svahů, a to kvůli stabilitě břehů, rozvoji pobřežní a mělkovodní zóny a bezpečnosti osob a zvířat,

kteře by mohly do tůnı nahodne padnout. Svahy tůnı v přirozene stabilnıch sklonech není třeba zvlášt' opevnovat, výjimkou mohou být narazove břehy u korytnıch tůnı. Nejlépe pusobı tůně, kteře jsou po okraj zaplněné vodou a vytvarejı kolem sebe mokřadnı lem. Tůň s nıže nastavenou hladinou astecne odvodņuje nejbliņstı terén. Toho může být zamerne využito v terénu, kteřý je natolik vlhký, že se nedá ucelne obhospodařovat, ale ještě není hodnotným mokřadem.

Souastı revitalizace je i uložení výkopového materiálu. Optimalnı řešení by se mělo vždy hledat podle mıstnıch podmínek. Zeminu vytěženou z tůně nelze uložit do břehů nebo do bezprostřednıho okolí tak, aby došlo ke znehodnocení povrchu, k oddělení tůně od okolnıch ploch, ke zhoršení estetického vjemu a k vytvoření podmínek pro růst buřeně nebo ke vzniku hromad, kteře by v nivě působily jako povodņove překazky (Just et al. 2003). Zvazit by se mělo i vyvazenı zeminy mimo řešené uzemı, kteře může celou akci pekne prodražit.

Vegetanı doprovod je moņne založit nejlépe výsadbou vrbových řízků v hustých skupinách. Tůň by měla být druhove pestrým biotopem, proto je vhodné, aby hladina tůně byla alespoň astecne osluněná. Z tohoto důvodu se jiņnı okraje tůnı neosazujı nebo se osazují nesouvisle (ibid.). K umělému zatravnění se doporučuje využití mıstnıch zdrojů osiva s vhodným druhovým složením.

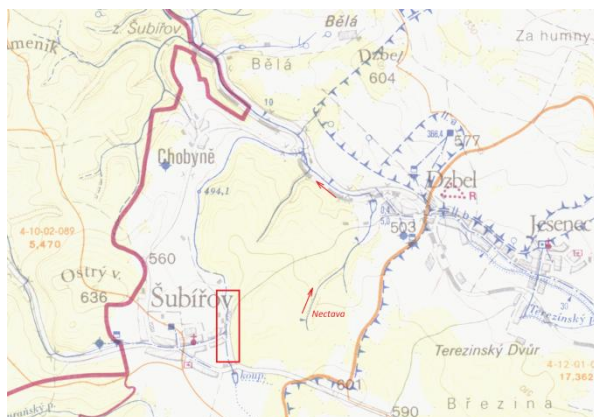
Veškerá snaha o ochranu přirody a zlepšení jejího stavu je podmíněna dostatečným financováním. Hlavními finančními nástroji revitalizací jsou dotanı programy Ministerstva životnıho přirodı. Finanční prostředky pro revitalizanı opatřenı lze čerpat jednak z narodnıch programů, v současné době Program péče o krajinu (PPK), Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (POPFK) nebo z evropských fondů jako např. z Operačního programu životnıho přirodı (OPŽP) í z Fondu soudrņnosti a Evropského fondu pro regionalnı rozvoj.

Revitalizace by neměla být chápána jako jednorazove zhotovení díla, ale jako nastartování dlouhodobého sledu procesů obnovy, příp. nového utvarenı. Jde o dynamický proces, jehoņ vývoj nelze nikdy zcela přesne naplánovat a odhadovat. V přubehu sukcese může docházet k nadměrnému zarůstání, zastınenı vodní hladiny nebo k neņadoucımu rychlému zazemņovanı (u tůnı mimo koryto vodního toku se mohou břehy a dno zarůstáním a zanášením zazemņovat aņ o několik decimetrů za rok). V některých případech bylo zjištěno, že cíle revitalizace zůstaly nenaplneny z důvodů nevhodne zvolené lokality, špatnému technickému provedení, rybarskemu hospodaření,

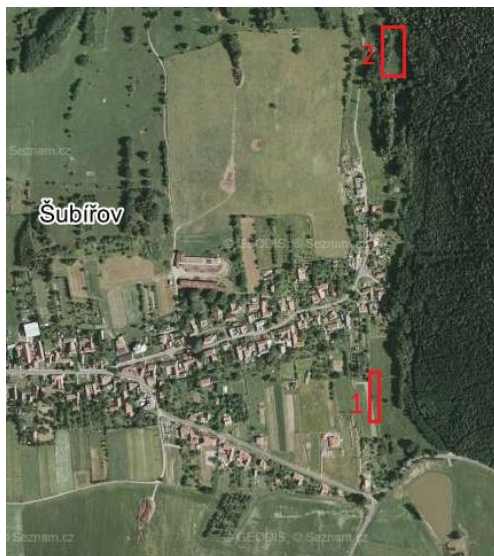
nebo u nově vytvořených stojatých vod, nedostatečnému zásobení vodou. Z těchto důvodů je žádoucí bezprostředně po vytvoření nových vodních a mokřadních biotopů zahájit jejich pravidelné sledování. Na základě výsledků z post-revitalizačního monitoringu může být posouzena jak vhodnost použitých metod, tak efektivita vynaložených nákladů (Wolfová 2010). Dlouhodobý monitoring flóry, fauny a abiotických faktorů, může umožnit prognózu budoucího vývoje a usnadnit návrh následného managementu, který by eliminoval nežádoucí vývoj.

1.4. Revitalizace potoka a jeho nivy v obci Šubířov

V rámci akce „Protierozní a protipovodňová opatření v k.ú. Šubířov – I. etapa SO 01“ byla provedena revitalizace bezejmenného levostranného přítoku říčky Nectavy, včetně jeho údolní nivy (obr. 1). Projekt byl realizován na základě dotace z OPŽP v programovém období 2007-2013. Žádost byla podána ve 14. výzvě v rámci prioritní osy 6, která je zaměřená na zlepšování stavu přírody a krajiny. Konkrétně šlo o oblast podpory 6.4. - Optimalizace vodního režimu krajiny. Cílem této oblasti podpory je náprava v minulosti nevhodně upravených toků, nevhodných odvodnění a jiných zásahů negativně ovlivňujících vodní režim v krajině, zvyšování retenční schopnosti krajiny a snížení výskytu negativních vlivů vodní eroze a sucha. Celkové uznatelné náklady na akci činily 9 119 915 Kč, z toho byl příspěvek z fondu Evropské unie 7 751 928 Kč (85%), příspěvek ze SFŽP ČR 455 996 Kč (5%) a příspěvek obce Šubířov 911 991 Kč (10%). Cílem projektu bylo zvýšení akumulční a retenční schopnosti krajiny, snížení a zpomalení povrchového odtoku a infiltrace těchto vod, a posílení ekologické stability krajiny.



Obrázek 1 Revitalizovaný úsek levostranného přítoku Nectavy. Základní vodohospodářská mapa ČR, mapový list 24-21 Jevíčko, výřez z mapy. Mapový podklad: <http://heis.vuv.cz>, měřítko 1:50 000, severní orientace



Obrázek 2 Části lokality vynechané z revitalizace. 1 krvavcová louka, 2 území s výskytem vstavače májového. Mapový podklad: <http://www.mapy.cz>, měřítko: 1:10 000, severní orientace

Revitalizací bylo dotčeno území o velikosti 3,16 ha. Toto území se skládalo z ekologicky hodnotnějších a méně hodnotnějších částí, přičemž hodnotnější části byly ponechány (obr. 2). V jižní části revitalizovaného území byly zachovány vlhké louky s výskytem ohroženého upolínu evropského (*Trollius altissimus*) a krvavcem totenem (*Sanguisorba officinalis*), který je jedinou živnou rostlinou housenek motýla modráška bahenního (*Maculinea nausithous*). Modrášek bahenní je dle „Směrnice EHS č. 92/43“ zařazen mezi cílové druhy soustavy NATURA 2000. V severní části byla ponechána louka s výskytem vstavače májového (*Dactylorhiza majalis*), který z hlediska ochrany spadá do kategorie C3, ohrožený druh. Zrevitalizovány byly jednak degradované, dlouho nekosené pcháčkové louky (*Cirsium oleraceum*) s tužebníkem (*Filipendula ulmaria*) kopřivou (*Urtica dioica*), šťovíkem (*Rumex acetosa*) a dalšími botanicky nepříliš hodnotnými druhy, ale také místa, kde se nacházel starý nefunkční bazén, zchátralá cihlová budova a řada dalších nevyužívaných betonových objektů (příloha 2).

Součástí revitalizace bylo odstranění betonového bazénu a všech ostatních nevyužívaných objektů, dále úprava terénu údolní nivy, v dílčím úseku pročištění původního koryta vodního toku a vybudování nového, meandrujícího koryta (příloha 2). S cílem podpořit retenci vody v krajině bylo v rámci údolní nivy vybudováno deset tůň s rozdílnou hloubkou pro maximální možné zastoupení živočišných a rostlinných druhů. Tůň, která měla zasahovat do ekologicky hodnotnější části území, byla z původního projektu záměrně vynechána. V severní části lokality byl vybudován rybník - vodní plocha o max. hloubce 1,45 m, vybavená bezpečnostním přelivem a spodními výpustěmi. Při realizaci bylo provedeno chemické odstranění invazní křídlatky české

(*Reynoutria x bohemica*). Po ukončení zemních prací byla niva urovnána a zatravněna travní směsí. Krom vzrostlých dřevin v místě nově vytvořeného rybníku, které byly odstraněny, byly zbylé dřeviny ponechány a ošetřeny. Pro zpřístupnění lokality z intravilánu obce byla vybudována polní cesta. Také byl vytvořen protipovodňový příkop s cílem odvodnit tuto cestu a svést vodu od protipovodňových opatření řešených v rámci SO 02 a SO 03. Celé revitalizované území je součástí regionálního biokoridoru č. 1431. Tento biokoridor vychází z biocentra č. 1891 a prochází dále do pardubického kraje.

2. CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této práce je zjistit v Šubířově aktuální stav morfometrických charakteristik tůní, jejich druhové složení cévnatých rostlin a hydrochemické parametry vody v tůních. Chtěla bych se pokusit vyhodnotit souvislosti mezi makrovegetací a naměřenými hodnoty faktorů a také porovnat takto člověkem vytvořený ekosystém s přírodními. Dílčím cílem mé práce je, na základě zjištěného stavu tůní, přispět k návrhu budoucího managementu.

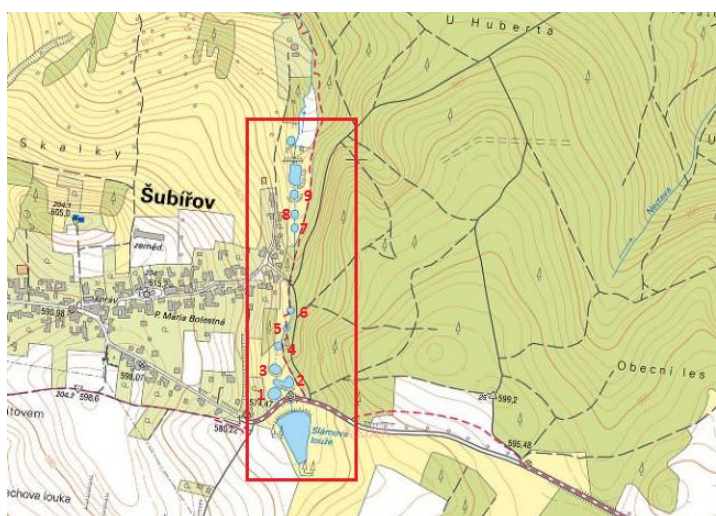
Výsledky práce budou sloužit k vyhodnocení realizovaných revitalizačních opatření AOPK ČR, jež je jejím iniciátorem.

3. MATERIÁL A METODY

3.1. Popis revitalizované lokality

Katastrální území obce Šubířov je součástí Olomouckého kraje, leží v severozápadní části okresu Prostějov (příloha 1), a sousedí s okresem Svitavy. Dle mapy Biogeografické členění České republiky (Culek 1993) spadá toto území do 1. hercynské podprovincie a 1.52 drahanského bioregionu. V Hercynii se nachází biota západní a centrální části střední Evropy. Drahanský bioregion je tvořen geomorfologickým celkem Drahanské vrchoviny. Drahanská vrchovina je členitá vrchovina po obvodu ohraničená zlomovými svahy. Centrální část je plochá, se zarovnanými povrchy na rozvodích. Vrchovina tvoří samostatnou přírodní lesní oblast. Na okraji bioregionu jsou přirozené dubohabrové háje, acidofilní doubravy a jedliny, ostrůvkovitě subxerofilní teplomilné doubravy. Nadmořská výška řešeného území se pohybuje v rozmezí 540- 574 m n.m..

Samotná lokalita se nachází v údolí vodoteče pod obcí Šubířov, východně od obce (obr. 3). V rámci mé diplomové práce jsem se zaměřila na biomonitoring a posouzení aktuálního stavu u devíti vytvořených tůň, které se nachází mezi Slámovou louží a nově vytvořeným rybníkem. Vzhledem k tomu, že jsou tůně vytvořeny na již zmíněném bezejmenném toku a v jeho nivě, zvolila jsem jednoduché označení Tůň 1- Tůň 9, od nejnižší po nejsevernější tůň, po proudu této vodoteče.



Obrázek 3 Lokalizace revitalizovaného území. Mapový podklad: <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/>, měřítko 1:10 000, severní orientace

Na podzim v roce 2009 bylo provedeno geologické posouzení lokality. Terén tvoří mělké rozevřené údolí vyplněné především deluviofluviálními, v menší míře fluviálními sedimenty, lemované deluviálními a eluviálními sedimenty. V nadloží hrubých uloženin charakteru štěrkovitých zemin se nachází jemnozrnné sedimenty – svahové hlíny a jíly, místy se štěrkem, kryté tenkou vrstvou humózní hlíny nebo ornice. Zeminy jsou poměrně výrazně nasycené vodou. Podél vlastní vodoteče se voda nachází prakticky v úrovni terénu. Podloží je tvořeno horninami kulmu Dražanské vrchoviny – drobnými protivanovského souvrství (Farkaš 2009).

Dle Mapy půdních typů České republiky (Hauptman et al. 2009) se v zájmovém území nacházejí převážně kambizemě (KA). Kambizemě jsou hnědé půdy a tvoří největší podíl půdního pokryvu ČR. Vyskytují se na různých substrátech, v oblastech pahorkatin i vrchovin a mají značně odlišné vlastnosti, původně byly pokryty lesními porosty (smíšenými a listnatými s převahou dubu a buku).

V okolí Šubířova se v největší míře nachází kambizem mesobazická (KAa'), kambizem oglejená mesobasická (KAga') a pseudoglej modální (PGm) (příloha 1). Podél revitalizovaného potoka pak glej modální (GLm) a v přiléhajících svazích kambizem dystrická (KAd) (ČGS 2014).

Dle Quitta (1971) se obec Šubířov a její okolí nachází v mírně teplé klimatické oblasti, mírně vlhké, vrchovinného typu. Zmíněná oblast je charakteristická menším množstvím srážek, roční úhrn srážek je 550 – 650 mm. Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje kolem 8°C. Nejchladnějším měsícem je leden, zima je krátká s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky. Nejteplejším měsícem je červenec. Převažuje severní až severozápadní proudění větrů.

Klimatické charakteristiky dané oblasti (Tolasz et al. 2007):

Počet letních dnů	20 – 40
Počet dnů s prům. teplotou 10 °C a více	120 – 160
Počet mrazových dnů	130 – 160
Počet ledových dnů	40 – 50
Prům. teplota ledna	-2 – -3
Prům. teplota července	16 – 17
Prům. teplota dubna	6 – 7
Prům. teplota října	6 – 7
Prům. počet dnů se srážkami 1 mm a více	100 – 120

Srážkový úhrn za vegetační období	253 – 450
Srážkový úhrn zimního období	250 – 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 – 100
Počet dnů zamračených	120 – 150
Počet dnů jasných	40 – 60

Drahanská vrchovina leží ve srážkovém stínu Českomoravské vrchoviny, která zadržuje většinu srážek přinášených západními větry. Ve výsledku je chudá na povrchové vodní zdroje i na zásoby podzemních vod. Jde o pramennou oblast tvořící rozvodí řeky Moravy a Svratky.

Řešené katastrální území leží v povodí Střední Moravy. Významným vodním tokem je říčka Nectava na severním okraji katastrálního území, která pramení v lesním masívu (Obecní les) a po celé délce toku vytváří potoční nivu s meandry. Bezejmenný vodní tok (4-10-02-0980), který je součástí revitalizace, je levostranným přítokem Nectavy a protéká při jihovýchodní hranici katastrálního území od jihu k severu pod zalesněným vrchem Březina. Prameniště se nachází pod vodní plochou „Slámová louže“. Velikost plochy povodí tohoto toku je 1,22 km². Údolní niva vykazuje celoroční podmáčení v celém řešeném úseku. Podzemní voda je mělce pod povrchem. Nelze ani vyloučit skryté pramenní vývěry z úbočí svahů, které jsou překryty svahovými sedimenty.

Nejbližší vodoměrná stanice se nachází v 6 km vzdálených Jaroměřicích, okres Svitavy. Odtud byla využita data pro stanovení N-letých průtoků (tab. 1) a grafu stoleté teoretické povodňové vlny PV₁₀₀ bezejmenného levostranného přítoku Nectavy v obci Šubířov (příloha 1).

Tabulka 1 N-leté průtoky bezejmenného levostranného přítoku Nectavy Q_N [m³.s⁻¹] (ČHMÚ 2009)

N	1	2	5	10	20	50	100
	0,511	0,949	1,67	2,32	3,06	4,16	5,12

3.2. Měření morfometrických charakteristik

Od realizace tůní v roce 2010 uplynuly čtyři vegetační sezóny, během kterých mohlo dojít k určitému zazemění a zárůstu tůní vegetací, proto jsem v rámci zjištění aktuálního tvaru, velikosti a hloubek tůní provedla několik měření. Přesné morfologické parametry tůní ihned po jejich vytvoření nebyly bohužel změřeny. Jednotlivé tůně jsem obešla podél břehové linie s GPS navigací typu GARMIN eTrex 20 a zaznamenala jsem vždy několik bodů s příslušnými zeměpisnými souřadnicemi. Tyto koordináty jsem následně využila k vizualizaci tůní a výpočtu jejich ploch a obvodů v programu ArcGIS 10.1. (ESRI).

U každé tůně byly změřeny hloubky v jejich příčném a podélném profilu. Hloubky byly měřeny podél nataženého provazu v 0,5 m intervalech duroplastovou tyčí s číselnou stupnicí (příloha 3). Naměřené hodnoty jsem v programu Microsoft Office Excel 2007 využila ke grafickému znázornění jednotlivých profilů tůní.

Od června 2013 do června 2014 jsem zjišťovala kolísání vodní hladiny v jednotlivých tůních. Na začátku měření jsem do každé tůně na pevně umístila bambusovou tyč (příloha 3) a při každé následné návštěvě lokality (cca v měsíčních intervalech) jsem u této tyče měřila aktuální hloubku.

3.3. Měření vybraných fyzikálně-chemických parametrů vody

U všech devíti tůní jsem v průběhu roku měřila fyzikálně-chemické parametry vody – teplotu, obsah kyslíku, konduktivitu a pH. Měření probíhala zhruba v měsíčních intervalech od dubna 2013 do května 2014 (mimo zimní měsíce). Všechna měření jsem prováděla přímo v terénu. Pro objektivní výsledky jsem u větších tůní měřila na více místech a naměřené hodnoty jsem zprůměrovala, konkrétně šlo o tůň 1 a 3, u kterých jsem měřila na třech místech, u tůně 2 na čtyřech místech a u tůně 7 na dvou místech. Výsledky jsem zpracovávala v programu Microsoft Office Excel 2007.

Pro měření obsahu kyslíku a teploty vody jsem použila přenosný oximetr typu MKT 44 L značky iNSA (příloha 3). Čidlo zaznamenávající teplotu vody a obsah kyslíku bylo vždy ponořeno cca 20-30 cm pod vodní hladinou. S využitím nomogramu

pro výpočet procenta nasycení vody kyslíkem (příloha 4) jsem za použití naměřených údajů o teplotě a koncentraci kyslíku ve vodě odečetla příslušné procento nasycení vody kyslíkem. Tuto hodnotu jsem poté násobila faktorem z připojené tabulky podle nadmořské výšky (Hrbáček 1972). Reakci vody (pH) jsem měřila přenosným pH metrem typu Checker® od firmy HANNA (příloha 3). Nejprve jsem odebrala vzorky vody z každé tůně do plastových vzorkovnic a po nakalibrování pH metru jsem provedla měření všech vzorků najednou. Bohužel z důvodu závad na přístroji nebylo možné vytvořit kontinuální řadu měření pH v měsíčních intervalech a v některých termínech tak zcela toto měření chybí. Vodivost vody jsem měřila na jednotlivých místech tůní přenosným konduktometrem HI 98303 DiST 3 od firmy HANNA.

3.4. Stanovení fosforečnanů a dusičnanů

V povrchových vodách souvisí obsah fosforečnanů a dusičnanů se stupněm eutrofizace a taktéž patří mezi zvláštní ukazatele chemického složení povrchových vod. Podle obsahu fosforečnanů a dusičnanů se povrchové vody řadí do tříd čistoty. Eutrofizace vod představuje v současné době jednu z hlavních příčin degradace přírodních a přírodě blízkých vodních a mokřadních ekosystémů (Malý et Malá 2006).

Vzorky pro zjištění obsahu fosforečnanů (PO_4^{3-}) a dusičnanů ($-\text{N}-\text{NO}_3^-$) jsem z jednotlivých tůní odebrala ve dvou termínech 3.7.2014 a 19.9.2014. Při samotném vzorkování jsem se řídila metodikou dle Fuksy (2003), který říká, že účelem vzorkování je získání přiměřeně malé a zároveň přiměřeně reprezentativní části celku, o kterém chceme získat určitou informaci, a dopravit ji k rozboru. Vodu z tůní jsem odbírala do 1l vzorkovnic z PVC. Odběrové místo v tůni jsem vybírala tak, aby směřovalo ke středu tůně a současně aby se eliminovalo znečištění odebírané vody zvířeným sedimentem, případně přítomnou makrovegetací. Vzorkovnici jsem několikrát důkladně vypláchla vodou z místa odběru. I když rybník, Slámová louže, není předmětem post-revitalizačního monitoringu, pro zjištění a porovnání obsahu fosforečnanů, dusičnanů a chlorofylu *a* jsem stejným způsobem odebrala vzorky vody i z jeho litorální části. Po odběru byly vzorky vody přepraveny k následnému rozboru do chemické laboratoře na Katedře ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého

v Olomouci. Laboratorní stanovení jsem prováděla dle metodiky jednotlivých analýz a instrukcí pracovníků laboratoře. Výsledné hodnoty jsem zapisovala do tabulek.

Při stanovení fosforečnanů (PO_4^{3-}) jsem používala spektrofotometr DR 2000, reagensii PhosVer 3 (pro 25 ml), zkumavky, filtrační papír, nálevku, stojan, kádinky a kyvetu HACH. Každou tůň vždy reprezentovaly dva vzorky vody z každého termínu odběru. Do zkumavek jsem odměřila 25 ml deionizované vody (blanku) a 25 ml vzorku, který jsem před tím přefiltrovala přes filtrační papír. Poté jsem ke vzorku přidala uvedenou reagensii a na 2 minuty (do rozpuštění reagensie) jsem zkumavky umístila do laboratorní třepačky. Spektrofotometr jsem nastavila na vlnovou délku 890 nm a metodu č. 490. Tato metoda je založena na reakci orthofosforečnanů s molybdenanem amonným. Orthofosforečnany reagují v kyselém prostředí s nadbytkem molybdenanových iontů za vzniku výrazně žlutého heterokomplexu polykyseliny molybdátosfosforečné [$\text{H}_3\text{P}(\text{Mo}_{12}\text{O}_{40})$]. Po redukci kyselinou askorbovou přechází komplex na molybdenanovou modř. (Horáková et al. 2000). Po deseti minutách jsem na spektrofotometru odečítala hodnoty PO_4^{3-} v mg.l^{-1} . Pro každou tůň mi tak v daném termínu odběru vyšly dvě hodnoty, ze kterých byl vypočten průměr.

Stanovení dusičnanů ($-\text{N}-\text{NO}_3^-$) jsem provedla nepřímou spektrofotometrickou metodou. Používala jsem spektrofotometr DR 2800, reagensii NitraVer 5 (pro 10 ml), zkumavky a kyvetu HACH. Stejně jako v případě fosforečnanů, každou tůň vždy reprezentovaly dva vzorky vody z každého termínu odběru. Do zkumavek jsem odměřila 10 ml deionizované vody, která sloužila jako blank, a stejné množství vzorku. Následně jsem k blanku i vzorku vody přidala NitraVer 5 a zkumavky jsem umístila do laboratorní třepačky (do rozpuštění reagensie). Po uplynutí 5 minut jsem provedla měření na spektrofotometru, kde jsem nastavila vlnovou délku na 500 nm a metodu č. 355. Principem této metody je redukce dusičnanů na dusitany pomocí kadmiového redukčního činidla obsaženého v reagensii NitraVer 5 v prostředí chloridu amonného (NH_4Cl). Měření jsem prováděla v kyvetě vymyté deionizovanou vodou. Výsledné hodnoty $-\text{N}-\text{NO}_3^-$ byly na displeji zobrazovány v mg.l^{-1} . Ze zjištěných hodnot jsem vypočítala průměrnou hodnotu obsahu $-\text{N}-\text{NO}_3^-$ reprezentující jednotlivé tůně v daném termínu odběru.

3.5. Stanovení organického uhlíku

Jedním z dalších ukazatelů kvality vody je obsah organických látek. Tento obsah může být definován pomocí analytických metod a vyjádřen buď jako chemická spotřeba kyslíku (CHSK), biochemická spotřeba kyslíku (BSK) nebo celkový organický uhlík (TOC – „Total Organic Carbon“) z vody či sedimentů. Vzhledem k tomu, že všechny organické uhlíkaté sloučeniny se stanovují a charakterizují na základě obsahu uhlíku, parametr TOC je přesně definovatelné absolutní množství a lze ho přímo změřit (v jednotkách mg C/l). Celkový organický uhlík je organický uhlík, který je převeden na oxid uhličitý po oxidaci (Malý et Malá 2006).

Za účelem stanovení celkového organického uhlíku byly 3. 7. 2014 z každé tůně sondovací tyčí na odběr půdních vzorků odebrány dva reprezentativní vzorky sedimentu a uloženy do skleněné vzorkovnice. Po odběru byly vzorky vody přepraveny k následnému rozboru do chemické laboratoře na Katedře ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Při stanovení obsahu celkového organického uhlíku jsem používala žíhací porcelánové misky, nerezovou laboratorní špachtli, analytické váhy, horkovzdušnou sušárnu, exsikátory se silikagelem, kleště a Muflovu pec.

Žíhací porcelánové misky byly před vlastní analýzou sedimentů vyčištěny, vysušeny, označeny a zváženy. Poté jsem misky naplnila sedimenty z jednotlivých tůní. Aby byly výsledky, co nejobjektivnější zvolila jsem 3 opakování (3 misky se sedimenty) z každé tůně. Misky se sedimenty byly umístěny na 20 hodin do horkovzdušné sušárny, kde probíhalo sušení při 105°C. Druhý den byly misky se vzorky ze sušárny přemístěny do exsikátorů se silikagelem, kde pomalu chladly. Po vychladnutí jsem jednotlivé misky se sušinou zvážila a poté umístila do Muflové pece, kde probíhalo 3 hodiny žíhání při 550°C. Při této teplotě dojde ke spálení organické hmoty a zůstane pouze popelovina. Po žíhání v peci, byly misky opět přemístěny do exsikátorů se silikagelem, aby se eliminovalo zkreslení váhy vzorků vzdušnou vlhkostí. Po zchladnutí jsem misky znovu převážila. Navážené hodnoty jsem pokaždé zapisovala do tabulky.

Ke stanovení TOC musíme znát hmotnost sušiny vzorku a AFDW (ash-free dry weights). Hmotnost sušiny v každé misce jsem získala rozdílem hmotností misky se sedimentem po vysušení při 105°C a hmotností prázdné misky. AFDW jsem získala rozdílem váhy misek se sedimenty po sušení při 105°C a váhy misek se sedimenty po

žihání při 550°C. Množství TOC v každé misce bylo vypočítáno jako součin AFDW a koeficientu 0,45 (za předpokladu, že uhlík tvoří 45% organické hmoty ve vodách). Protože se množství sedimentů v jednotlivých porcelánových miskách lišilo, a nebylo by tak možné porovnání obsahu celkového organického uhlíku mezi jednotlivými tůněmi, přepočítala jsem výsledné množství TOC na procentuální zastoupení v každém vzorku (misce).

3.6. Stanovení koncentrace chlorofylu-*a*

Chlorofyl *a* (Chl*a*) je opět jedním z nejdůležitějších ukazatelů eutrofizace povrchových vod. Chl*a* je základní fotosyntetický pigment, který obsahují organismy schopné primární produkce, tj. fotosyntézy, např. vyšší rostliny, sinice a řasy.

Pro stanovení koncentrace chlorofylu *a* jsem použila postup dle české technické normy ČSN ISO 10 260 (75 7575): Jakost vod – Měření biochemických ukazatelů – Spektrofotometrické stanovení koncentrace chlorofylu *a*. Postup odebírání vzorků vody a termíny se shodují již s výše zmíněným postupem odběrů vzorků vody pro stanovení fosforečnanů a dusičnanů. Vodu z tůní jsem odebírala do 1l vzorkovnic z PVC. Odběrové místo v tůni jsem vybírala tak, aby směřovalo ke středu tůně a současně, aby se eliminovalo znečištění odebírané vody zvířeným sedimentem, případně přítomnou makrovegetací. Vzorkovnici jsem několikrát důkladně vypláchla vodou z místa odběru. Po odběru byly vzorky vody přepraveny k následnému rozboru do chemické laboratoře na Katedře ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

Při laboratorní zkoušce jsem použila filtrační aparaturu, vodní vývěvu, filtry ze skleněné vlákniny, plastové extrační zkumavky s uzávěrem, pinzetu, automatickou dávkovací mikropipetu, vodní lázeň se zabudovaným termoregulátorem TW 20 JULABO od firmy Schoeller, nerezový nosič zkumavek, stolní centrifugu ROTOFIX 32 A (HETTICH) od firmy Schoeller, dvoupaprskový spektrofotometr od firmy CECIL a skleněné kyvety o šířce 1 cm. Z chemikálií jsem použila ethanol (C₂H₅OH) – 90 (V/V) a kyselinu chlorovodíkovou (HCl) v koncentraci 3 mol.l⁻¹.

Odměřenou část vzorku (250 ml – 750 ml, dle koncentrace přítomných suspendovaných částic) jsem zfiltrovala přes filtr ze skleněné vlákniny za pomoci

jemného podtlaku. Filtry se zachyceným materiálem jsem přeložila filtrační plochou dovnitř a vložila jsem je pomocí pinzety do extrakčních zkumavek s 10 ml 90% etanolu. Uzavřené zkumavky jsem umístila do nerezového nosiče a vložila do připravené vodní lázně, vytemperované na teplotu $75 \pm 1^\circ\text{C}$. Ve vodní lázni se zkumavky zahřívaly po dobu 5 minut. Po vyjmutí z vodní lázně, zkumavky chladly na laboratorní teplotu cca 15 minut. Po vytemperování se z extrahovaného supernatantu vyjmul filtr a ve stolní centrifuze se vzorek vyčistil od zbylých skleněných vláken při maximálních otáčkách 6000/min po dobu 10 minut. Následovně jsem vyčištěný supernatant přelila do kyvety a proměřila spektrofotometrem, při vlnové délce 665 nm a 750 nm proti referenční kyvetě s 90 % ethanolem. Naměřené hodnoty jsem zapisovala do tabulky. Po proměření jsem vzorky okyselila přidáním 0,01 ml kyseliny chlorovodíkové (3 mol.l^{-1}), zkumavky jsem protřepala a po 5 minutách jsem změřila znovu absorbanci při 665 nm a 750 nm (příloha 3). Zjištěné hodnoty absorbance extraktu před okyselením a po okyselení jsem použila pro výpočet koncentrace chlorofylu *a*.

3.7. Botanický průzkum

Botanický průzkum jsem provedla za použití standardních inventarizačních metod. V průběhu vegetační sezóny jsem zaznamenávala vyskytující se druhy cévnatých rostlin tvořící pobřežní lem (hygrofyta), litorální porosty (emerzní makrofyta), makrofyta plovoucí na hladině (natantní) a ponořené (submerzní). Determinace a nomenklatura rostlinných taxonů vychází z klíče ke květeně České republiky (Kubát 2002), pro ověření nebo přesné určení některých druhů jsem rostliny odebrala a dovezla k bližšímu určení na Katedru ekologie a životního prostředí PřF Univerzity Palackého.

U jednotlivých druhů rostlin bylo hodnoceno jejich kvantitativní zastoupení na lokalitě, vyjádřené podle 7-členné Braun-Blanquetovy stupnice početnosti a pokryvnosti (Moravec 1994):

- 5 pokryvnost 75 - 100 % (druh pokrývající téměř celou plochu)
- 4 pokryvnost 50 - 75 % (druh silně dominující)
- 3 pokryvnost 25 - 50 % (druh hojný)

- 2 pokryvnost 5 - 25 % (druh drobný a velmi početný, nebo velký a roztroušený)
- 1 pokryvnost 1 - 5 % (druh drobný a početný nebo velký a vzácný)
- + pokryvnost nižší než 1 % (druh vzácný)
- r druh vyskytující se ojedinele (druh velmi vzácný)

Všechny druhy zaznamenaných rostlin byly zpracovány do souhrnné tabulky v programu Microsoft Excel 2007, s uvedením místa nálezu a pokryvností. Pro jednotlivá stanoviště jsem vypočítala poměrové zastoupení hydrofyt a hygrofyt a změny v průběhu vegetační sezóny. Pro vizualizaci výsledků jsem vytvořila sloupcové grafy. Protože se zblochan vzplývavý (*Glyceria fluitans*) vyskytoval jak v emerzní tak v natantní formě byl při zpracování sloupcových grafů zařazen do obou kategorií. V rámci botanického průzkumu jsem hodnotila i celkový zárost jednotlivých tůní vegetací. Protože se běžně pokrytí vodních a mokřadních rostlin často překrývá, není možné celkový zárost vyjádřit součtem procent pokryvností zastoupených druhů dle Braun-Blanqueta (součet by přesahoval 100 %). Proto byla celková pokryvnost stanovena jako poměr mezi celkovou vodní plochou a plochou zarostlou vegetací, vyjádřenou v procentech. V celkové pokryvnosti jsou obsaženy druhy emerzní a natantní. Přesto, že v některých případech bylo zastoupení submerzního rostlinného druhu evidentně dominantní, bylo těžké konkrétní procentuální zastoupení vyvodit.

3.8. Analýza dat

Floristickou rozdílnost mezi jednotlivými společenstvy lze určit pomocí indexů podobnosti. Indexy podobnosti obecně charakterizují shodu druhového složení dvou či více srovnávaných společenstev, nedetekují původce těchto změn. Nejčastěji se používají Sørensenův a Jaccardův index podobnosti. Oba jsou založeny na přítomnosti druhů (Slavíková 1986).

$$\text{Sørensenův index: } S_S = \frac{2C}{A+B} \qquad \text{Jaccardův index: } S_J = \frac{C}{A+B-C}$$

A – počet druhů v prvním společenstvu,

B – počet druhů ve druhém společenstvu,

C – počet druhů vyskytujících se v obou společenstvech

Indexy nabývají hodnot v intervalu od 0 do 1, čím je jeho hodnota vyšší, tím jsou si fytoocenózy podobnější. Při úplné shodě se index rovná 1. Sørensenův index na rozdíl od Jaccardova zvýrazňuje podíl společných druhů. Protože různé indexy dávají odlišné hodnoty, použila jsem ke zjištění vegetační podobnosti tůní oba. Spočítala jsem indexy podobnosti (similarity) pro všechny tůně a k výpočtu jsem použila všechny taxony, které jsem v jednotlivých tůních zjistila.

Protože indexy podobnosti slouží pouze k vyjádření podobnosti mezi tůněmi, ne k jejich umístění do mnohorozměrného prostoru, provedla jsem ze všech zjištěných druhů na daných tůních analýzu hlavních komponent (PCA analýzu). Po té byly korelovány faktory prostředí s výslednou cenoklinou. Pro časový vývoj mezi roky 2013 a 2014 byla použita parciální redunční analýza (RDA) a pro test signifikance Monte Carlo permutační test s 499 permutacemi. K těmto statistickým analýzám byl použit software CANOCO for WINDOWS verze 4.5. (ter Braak a Šmilauer 1998).

Dílčím cílem revitalizace potoční nivy bylo mimo jiné posílení ekologické stability krajiny, proto jsem zařadila do své práce, pro porovnání, výpočet stupně ekologické stability (SES) před a po revitalizaci pro k.ú. Šubířov. Stupeň ekologické stability vyznačuje významnost krajinného prvku (segmentu) pro daný ekosystém. Na rozdíl od koeficientu ekologické stability (KES) je do výpočtu SES zahrnut a zohledněn stav jednotlivých krajinných prvků, které se ve zkoumaném území vyskytují (KES je poměrové číslo a stanovuje pouze poměr ploch tzv. stabilních a nestabilních krajinných prvků ve zkoumaném území podle příslušného vzorce (Míchal 1985).

Škála stupně významnosti prvku pro území a následně pro jeho ekologickou stabilitu nabývá hodnot 0 – 5 (čím vyšší tím lepší):

- | | |
|---|--------------------|
| 0 | bez významu |
| 1 | velmi malý význam |
| 2 | malý význam |
| 3 | střední význam |
| 4 | velký význam |
| 5 | velmi velký význam |

Celkový SES se vypočte jako vážený průměr ploch jednotlivých složek.

$$SES = \frac{\sum SES_i * F_i}{\sum F}$$

F_i plocha prvku

SES_i stupeň významnosti prvku

F celková plocha území

SES celkový stupeň ekologické stability

Pro výpočet celkového stupně ekologické stability jsem použila statistické údaje z k.ú. Šubířov ČÚZK. Abych zjistila stupeň ekologické stability v k.ú. Šubířov vynásobila jsem zde vyskytující se plochy jednotlivých krajinných segmentů (vodní plochy, lesy, pole, zahrady, mokřady, lada, ...) příslušnou hodnotou (1-5) zohledňující význam ekologické stability aktuální formace vegetace či pokryvu (tab. 2) a sumu těchto součinů jsem následně vydělila plochou celého k.ú. Šubířov.

Tabulka 2 Typy aktuální formace pokryvu území a stupeň ekologické stability

Typ formace aktuální vegetace	Klasifikace	Význampro ekologickou stabilitu	Zpřesňující charakter	Typ formace aktuální vegetace	Klasifikace	Význampro ekologickou stabilitu	Zpřesňující charakter
Vodní plochy a toky	a - přírodní	5	S přirozeným dnem a břehy, s plně vyvinutými a stabilizovanými vodními a břehovými společenstvy	Pole	Orná půda	1	Intenzivně využívané a každoročně orané zemědělské pozemky
	b - přírodě blízké	4	S přírodě blízkou úpravou břehů a dna, s vyvinutými vodními a břehovými společenstvy	Vinice	a - maloplošné b - velkoplošné	2 1	Vinice na úzkých terasách Vinice na orné půdě včetně drobné držby
	c - upravené	3	S opevněním břehů nebo trvale narušovanými břehovými společenstvy, s mírně narušenými společenstvy vlivem stabilně snížené kvality vody (čistoty)	Louky a pastviny	a - přírodní b - přirozené	5 4	Subalpínská, vysokohorská luční společenstva Extenzivní s přirozené rostoucími druhy, s chráněnými či významnými rostlinami, často charakteru neobdělávaných lad
	d - umělé I	2	S nepropustným opevněním břehů i dna a s narušenými společenstvy, s vodou stabilně středně znečištěnou		c - polokulturní	3	S významným podílem přirozené rostoucích druhů
	e - umělé II	1	Zaklenuuté vodní toky silně znečištěné, s degradovanými břehovými společenstvy či bez doprovodu a života v toku		d - kulturní	2	Intenzivní louky a pastviny, trávníky
Skály	a - přirozené	5	Intaktní společenstva, narušovaná např. sešlapem	Sady	a - maloplošné b - velkoplošné c - velkoplošné	3 2 1	Zatrávněné sady v drobné držbě či na úzkých terasách Zatrávněné intenzivní sady Intenzivní sady na orné půdě
	b - narušené	4	Iničiální stádia např. opuštěných lomů	Zahrady	a - maloplošné b - zahrádkářská kolonie	3 2	Drobná držba s doprovodnou vegetací Intenzivní zahrady a sady, drobná držba s chatami a zahradními domky
	c - silně narušené	3	S původními druhy bez plevelných a rumištních druhů	Lada	a - přirozená b - přírodě blízká	4 3	Postagrární stepní lada, opuštěné lomy, pískovny a hliníky s přirozené rostoucími druhy rostlin i živočichů Postagrární stepní lada, opuštěné lomy, pískovny a hliníky s podílem rumištních druhů
Liniová společenstva	a - přirozená	4	S převahou plevelných a rumištních druhů		c - ruderální	2	S převahou rumištních a plevelných druhů
Lesy	a - přírodní	5	Porosty s přirozenou a přírodě blízkou dřevinnou skladbou	Mokřady	a - zachovalé b - přírodě blízké	5 4	Stabilizované mokřady všeho druhu včetně prameništích společenstev Např. na antropogenních pokleslinách, na zhutněných substrátech
	b - polokulturní	4	Smišené porosty původních i nepůvodních dřevin, stanoviště vhodné monokultury původních druhů dřevin	Intravilán		0	Zastavěné plochy, komunikace s asfaltovým a betonovým povrchem
	c - kulturní	3	Nepůvodní monokulturní stanoviště				
	d - silně degradované až devastované	2	Exhalační holiny v oblastech imisní katastrofy, plochy lesních školek a semenných plantáží				

4. VÝSLEDKY

4.1. Měření morfometrických charakteristik

V rámci revitalizace bylo vytvořeno devět tůň s průměrnou plochou 298 m². Největší tůň 2 se rozkládá na ploše 784 m² a nejmenší tůň 6 zabírá pouhých 50 m² (tab. 3). Délka obvodů koresponduje s velikostí tůní a průměrně dosahuje 69 m. Aktuální hloubka tůní bude vždy do značné míry závislá na spadlých srážkách, avšak naměřené hodnoty vypovídají o bohaté členitosti dna tůní s průměrnou hloubkou 55 cm. Tůně 4-6 lze obecně považovat za mělčí do 50 cm hloubky, naopak maximální hloubka byla naměřena v tůni 7 a to 113 cm. Ačkoliv jsou tůně 1-3 a 7-9 průtočné a tůně 4-6 jsou umístěny mimo revitalizované koryto toku, k určitému kolísání vodní hladiny dochází ve všech tůních. Markantní je kolísání hladiny v tůni č. 9, kde v průběhu roku hladina klesala či stoupala v intervalu 20 cm (příloha 4). Vizualizace jednotlivých tůní s příčnými profily je součástí přílohy 5. Tůně se mimo jiné liší zastíněním vodní plochy. Tůně 1-3, jsou vytvořeny přímo na degradované mokřadní louce a k zastínění hladiny zde nedochází, tůně 4-6 jsou umístěny v přechodové části louka/les a po určité denní dobu jsou během vegetační sezóny plně zastíněny. U tůní 8-9 dochází během vegetační sezóny k částečnému zastínění vodní hladiny.

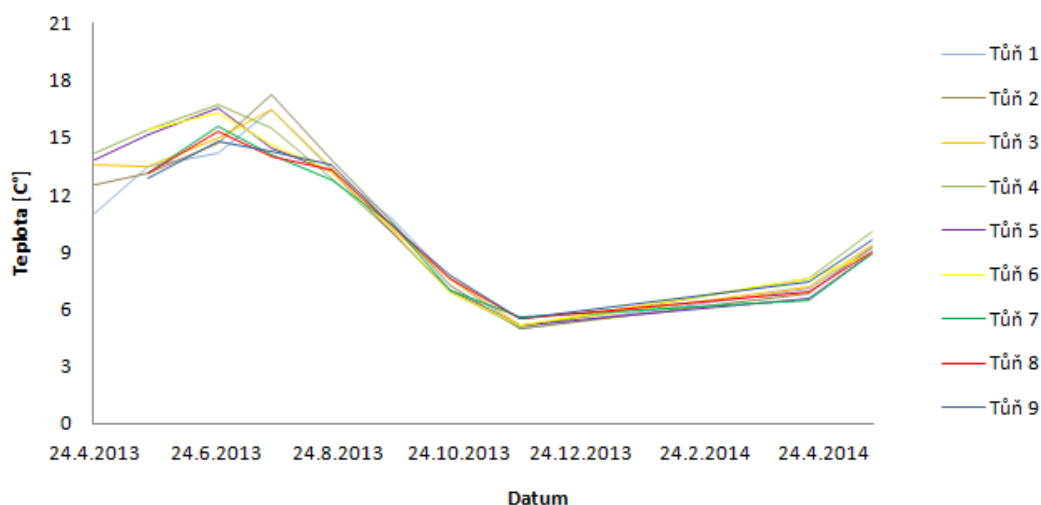
Tabulka 3 Morfometrické parametry tůní zjištěné během vegetační sezóny 2014. Hodnoty hloubky vody jsou průměry, kolísáním hladiny se rozumí rozdíl mezi maximální a minimální výškou hladiny.

	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
Plocha (m ²)	437	784	546	77	61	50	328	170	226
Obvod (m)	93	125	99	41	37	36	78	52	58
Hloubka (cm)	57	52	52	46	41	40	60	68	62
Kolísání hladiny (cm)	10	3	7	15	9	15	14	8	20

4.2. Měření vybraných fyzikálně-chemických parametrů vody

Po celou dobu měření (duben 2013 - květen 2014) křivky z naměřených hodnot teplot vody v jednotlivých tůních vykazují přibližně stejný průběh (graf 1). Maxima

teplota vody v tůních dosahovala v červnu 2013, nejvyšší teplotu jsem naměřila v červenci 2013 ve druhé tůni. Nejnižší teploty jsem naměřila v listopadu 2013 (příloha 4).

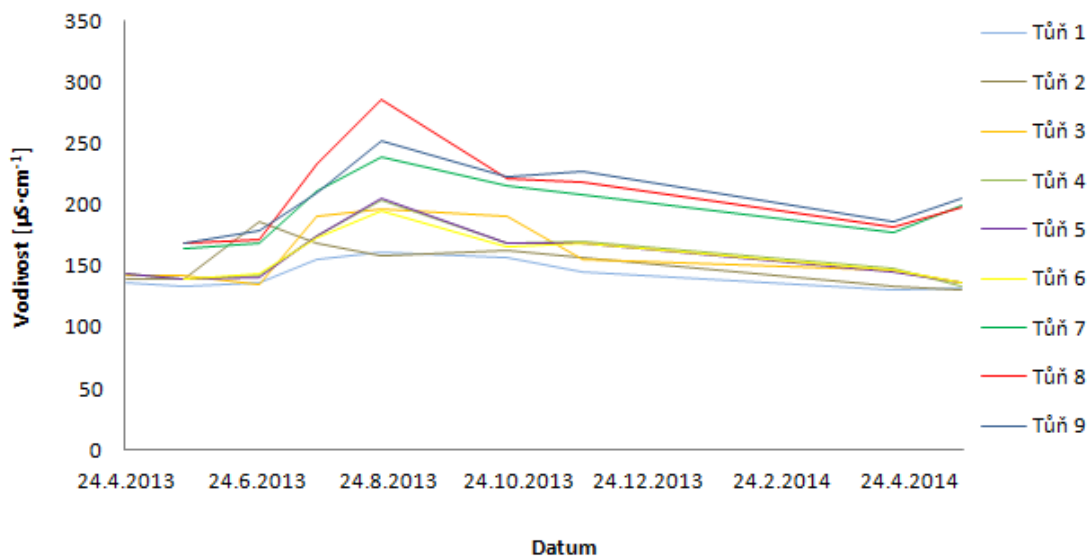


Graf 1 Průběh teploty vody v tůních

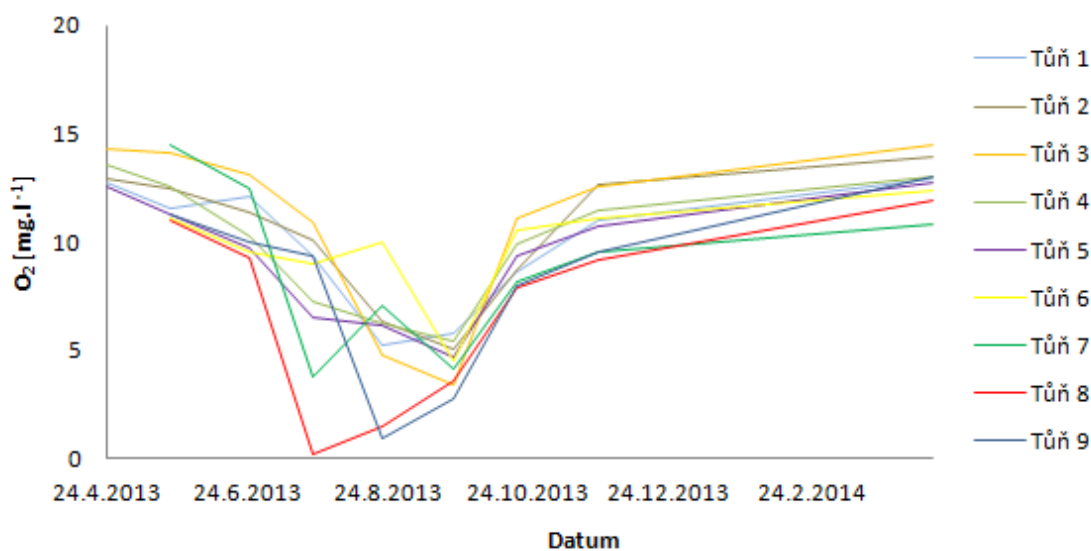
Naměřené hodnoty pH vody v jednotlivých tůních vykazují podobný trend a jsou neutrální až slabě kyselé. Nejnižší hodnotu pH vody 5,11 jsem naměřila v červnu v tůni 5, která se s průměrem 5,63 ze všech naměřených hodnot jeví jako nejkyselejší. Slabě kyselé charakter vykazují také sousedící tůně 4 a 6 s průměrnými hodnotami pH 5,64 a 5,65. Slabě zásaditý charakter vykazují tůně 7, 8 a 9 s průměrnými hodnotami 6,49; 6,52 a 6,57. Nejvyšší hodnotu pH vody 7,72 jsem naměřila v tůni 8 v květnovém měření (příloha 4).

Hodnoty vodivosti vody v tůních se mírně lišily (graf 2). Celkově nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v srpnovém měření (příloha 4). Lze říci, že vodivost vody stoupala od jižních tůní k severním, nejvyšší hodnoty jsem naměřila v tůních 7, 8 a 9. Tůň 8 se vyznačovala nejvyššími naměřenými hodnoty v průběhu celého roku, pohybovaly se v rozmezí od $169 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (21.5.2013) do $286 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (21.8.2013).

Hodnoty množství kyslíku rozpuštěného ve vodě kolísaly v průběhu měření od $0,19 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (tůň 8 - 22.7.2013) do $14,52 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (tůň 3 - 17.4.2014) (graf 3). Tůň 8 vykazuje v porovnání s ostatními tůněmi i nižší množství rozpuštěného kyslíku v průběhu celého roku. Největšího obsahu kyslíku tůně dosahovaly v jarních měsících – dubnová (2013, 2014), příp. květnové měření (2013). Naopak nejnižších hodnot v měsíci září (2013) (příloha 4).

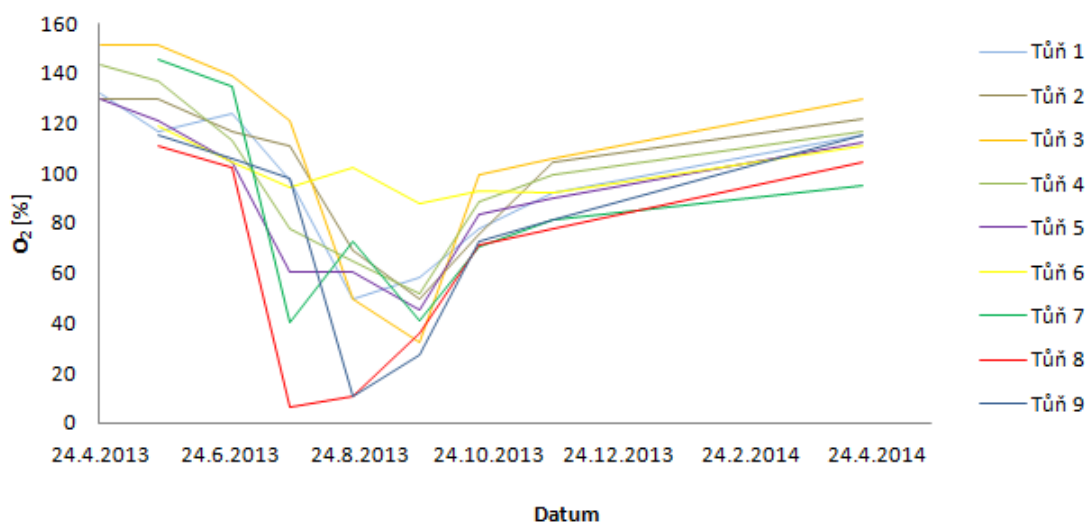


Graf 2 Průběh vodivosti vody v jednotlivých tůních



Graf 3 Průběh množství kyslíku rozpuštěného ve vodě jednotlivých tůní

Výpočet procenta nasycení vody kyslíkem zohledňuje kromě množství kyslíku rozpuštěného ve vodě ještě teplotu vody a nadmořskou výšku, proto se graf 4 od předchozího může mírně lišit. Hodnoty procenta nasycení vody kyslíkem kolísaly v průběhu měření od 6 % (tůň 8 - 22.7.2013) po 151 % (tůň - 3 24.4.2013) (příloha 4).



Graf 4 Průběh nasycení vody kyslíkem v % v jednotlivých tůních

4.3. Stanovení fosforečnanů, dusičnanů, organického uhlíku a chlorofylu *a*

Z analýz pro stanovení obsahu fosforečnanů, dusičnanů a organického uhlíku nevyplývají výrazné rozdíly mezi průměrnými hodnoty jednotlivých tůní (tab. 4). Zajímavým zjištěním bylo, že nejmenší obsah fosforečnanů měly vzorky vody odebrané z rybníku Slámová louže, ze kterého dále vytéká bezejmenný tok napájející tůně (příloha 4). Proměnlivější byl obsah fosforečnanů v tůni 1, kdy bylo během první analýzy z 3.7.2014 stanoveno $0,75 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a během druhé z 19.9.2014 $0,01 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Obsah fosforečnanů v tůních od července do září mírně poklesl, u dusičnanů naopak mírně stoupl. Naměřené hodnoty obsahu dusičnanů se výrazně nelišily. Nejmenší hodnota byla naměřena u vzorku z tůně 6 z 3.7.2014 $0,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, největší obsah dusičnanů byl zjištěn u vzorku z tůně 3 z 19.9.2014 $4,25 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (příloha 4).

Průměrná výška odebraných sedimentů byla 10 cm. Rozdíly v obsahu organického uhlíku (TOC) mezi jednotlivými tůněmi jsou zanedbatelné. Nejvyšší koncentrace byla zjištěna v tůni 9 a to 3,24 % ze zanalyzovaného množství sedimentu, nejnižší koncentrace TOC 1,16 % byla v tůni 4 (tab. 4).

Obsah chlorofylu *a* od června do září stoupl téměř ve všech tůních, výjimkou byla tůň 8 a rybník, kde obsah chlorofylu *a* klesl (příloha 4). Nejmenší koncentrace

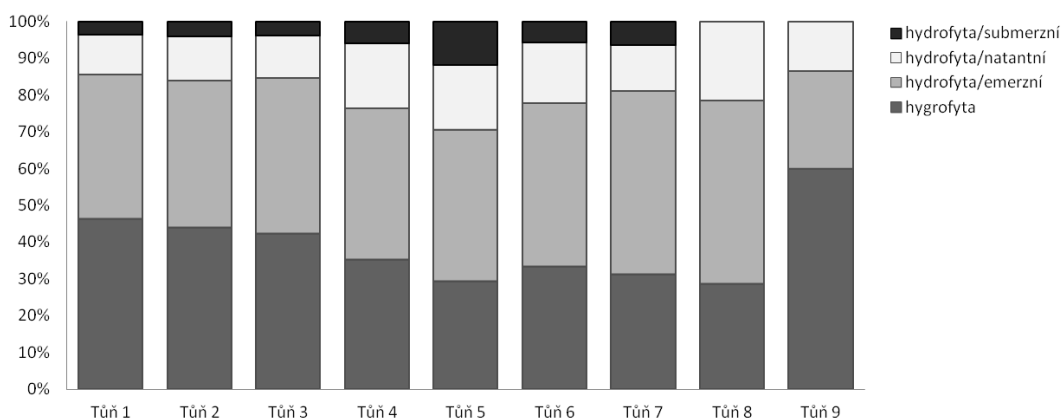
chlorofylu *a* ($17,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) byla zjištěná 3.7.2014 - v tůni 3, nejvyšší koncentrace $77,6 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ pak 19.9.2014 - v tůni 7.

Tabulka 4: Průměrné hodnoty ze stanovení obsahu fosforečnanů, dusičnanů, TOC a chlorofylu *a*

	Tůň1	Tůň2	Tůň3	Tůň4	Tůň5	Tůň6	Tůň7	Tůň8	Tůň9
Fosforečnany PO_4^{3-} ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0,38	0,15	0,09	0,07	0,09	0,11	0,39	0,25	0,17
Dusičnany N-NO_3^- ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	2,75	2,53	3,03	1,55	1,65	2,40	2,73	2,43	1,93
TOC (%)	2,67	2,40	2,18	1,16	1,94	2,11	1,94	2,61	3,24
Chlorofyl- <i>a</i> ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	28,1	36,0	27,6	31,0	32,2	28,6	60,3	29,2	24,3

4.4. Botanický průzkum

V rámci botanického průzkumu jsem na dané lokalitě zjistila celkem 41 mokřadních a vodních druhů cévnatých rostlin. Rostlinné složení reprezentovalo 21 hygrofyt a 20 hydrofyt, z toho 15 emerzních, 2 druhy submerzní a 4 druhy natantní. Hygrofyta tvoří většinové zastoupení druhů na tůni 9 (graf 5). Změny poměrového zastoupení hygrofyt a hydrofyt na jednotlivých tůních v průběhu vegetační sezony jsou uvedeny v příloze 6.



Graf 5 Procentuální zastoupení rostlinných společenstev na jednotlivých tůních

Tabulka 5 Seznam druhů cévnatých rostlin zjištěných na sledovaných tůňích

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	ČÍSLO TŮŇĚ
<i>Acorus calamus</i> L.	puškvorec obecný	7, 8
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	žabník jitrocelový	1, 2, 3, 4, 6
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	psárka plavá	1, 2, 3, 4
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W. D. J. Koch	hvězdoš háčkatý	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Caltha palustris</i> L.	blatouch bahenní	7, 9
<i>Carex cespitosa</i> L.	ostřice trsnatá	1, 2, 3, 7, 9
<i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.	pcháč potoční	1, 3
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. et Sch.	bahnička mokřadní	1, 2, 3, 8
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	vrbovka chlupatá	2, 8
<i>Epilobium palustre</i> L.	vrbka bahenní	3
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	přeslička poříční	1, 2, 3
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	tužebník jilmový	3, 5, 6, 7, 8
<i>Galium palustre</i> L.	svízel bahenní	2
<i>Geranium palustre</i> L.	kakost bahenní	1
<i>Geum rivale</i> L.	kuklík potoční	1
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br	zblochan vzplývavý	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	netýkavka žlaznatá	4, 5, 6
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	vrbina penízková	1, 2, 3, 6, 9
<i>Lythrum salicaria</i> L.	kyprej vrbice	1, 2, 3, 4, 9
<i>Mentha longifolia</i> (L.) L.	máta dlouholistá	9
<i>Nymphaea alba</i> L.	leknín bílý	8
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	rákos obecný	5, 7
<i>Potamogeton crispus</i> L.	rdest kadeřavý	7
<i>Potamogeton natans</i> L.	rdest vzplývavý	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9
<i>Ranunculus repens</i> L.	pryskyřník plazivý	1, 2, 4, 9
<i>Reynoutria x bohemica</i> Chrtek & Chrtková	křídlatka česká	5, 6
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	rukev obojživelná	1
<i>Rumex aquaticus</i> L.	šťovík vodní	1, 2, 3, 6, 7, 8
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	šťovík tupolistý	2, 7
<i>Salix alba</i> L.	vrba bílá	1, 3
<i>Scirpus sylvaticus</i>	skřípina lesní	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
<i>Sparganium erectum</i> L.	zevar vzpřímený	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Typha angustifolia</i> L.	orobinec úzkolistý	3, 9
<i>Typha latifolia</i> L.	orobinec široolistý	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Veronica beccabunga</i> L.	rozrazil potoční	1, 2, 3
<i>Veronica scutellata</i> L.	rozrazil štítkovitý	1

Nejvíce druhů - 27 bylo zaznamenáno u tůň 1, dále 24 a 25 druhů u tůň 2 a 3. Druhově chudší jsou tůň 8, kde bylo zaznamenáno 13 druhů a tůň 7 s 15 druhy vodních makrofyt (tab. 5). Mezi vegetační sezónou 2013 a 2014 z tůň 1-3 ubyl jeden či dva rostlinné druhy. Došlo k výraznému snížení početnosti žabníku jitrocelového (*Alisma plantago-aquatica*), přesličky bahenní (*Equisetum palustre*), bahničky mokřadní (*Eleocharis palustris*) a zevaru vzpřímeného (*Sparganium erectum*). Naopak se markantně zvýšila pokryvnost orobincem široolistým (*Typha latifolia*), zblochanem vzplývavým (*Glyceria fluitans*) a hvězdošem háčkatým (*Callitriche hamulata*). Litorální zónám zde dominuje skřípina lesní (*Scirpus sylvaticus*). I když v tůň 1, 2, 3 a 5 docházelo k výraznému zarůstání orobincem široolistým (obr. 4), v tůň 4 se projevil opačný trend a pokryvnost orobince se zde oproti vegetační sezóně 2013 do konce vegetační sezóny 2014 podstatně snížila. V tůň 1 a 2 byl orobinec začátkem září 2014 zredukován vytrháváním. Z tůň 7 zmizel puškvorec obecný (*Acorus calamus*), blatouch bahenní (*Caltha palustris*) a rdest kadeřavý (*Potamogeton crispus*), z vodních makrofyt zde dominuje zblochan vzplývavý (*Glyceria fluitans*) a okřehek menší (*Lemna minor*), který také plně pokrývá vodní hladinu tůň 8 a 9 (obr. 5, 6).



Obrázek 4 Vývoj vodní makrovegetace v tůň 2. Vlevo červenec 2013 - pestré druhové složení vodních makrofyt, vpravo červenec 2014 - tůň již zarostlá orobincem široolistým (foto J. Konecká)



Obrázek 5 Vývoj vodní makrovegetace v tůň 7. Vlevo červen 2013 (foto J. Konecká), vpravo září 2014 - tůň zarůstající zblochanem vzplývavým a okřehekem menším (foto A. Bednařík)



Obrázek 6 Červen 2013 tůň 8 a 9 zcela pokryté okřehekem menším (foto J. Konecká)

Celková pokryvnost vodní hladiny jednotlivých tůň se lišila mezi tůňmi i mezi vegetační sezónou 2013 a 2014 (tab. 6). Na vysokém procentu zarostení vodní plochy se podílel především orobinec široolistý, okřehek menší a zblochan vzplývavý.

Tabulka 6 Zárost vodní plochy vegetací (%)

Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
21.5.2013	15	10	15	20	15	10	10	10	5
21.8.2013	35	60	25	50	60	20	95	95	100
19.5.2014	40	55	40	20	60	15	100	100	100
29.8.2014	90	90	90	70	90	30	100	100	10

Na základě vyskytujících se druhů lze tůně dle Katalogu biotopů České republiky (Chytrý et al. 2010) zařadit do těchto formačních skupin a biotopů:

M Mokřady a pobřežní vegetace, biotopu

M1.1. Rákosiny eutrofních stojatých vod.

Biotop Rákosin eutrofních stojatých vod vytváří tůně 1-6. Vegetace tohoto biotopu je strukturně jednoduchá, obvykle jedno až dvouvrstevná, s převahou mohutných bahenních travin. Charakteristická je výrazná dominance jednoho druhu, který určuje fyziognomii porostu. V závislosti na dominantě dosahují porosty výšky 0,5 až 4 m. Typické pro tento biotop je také jen mírné kolísání vodní hladiny (ibid.).

V Vodní toky a nádrže

V1G Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod, porosty bez ochrannářsky významných vodních makrofytů.

Biotop reprezentován tůněmi 7-9. Podjednotka V1G zahrnuje druhově chudé porosty běžných, z ochrannářského hlediska málo významných makrofytů. Rozvoj, příp. expanzivní rozrůstání makrofytních porostů typických pro tuto podjednotku jsou podporovány eutrofizací.

Podle Vegetace České republiky – 3 Vodní a mokřadní vegetace (Chytrý 2011) se na tůních vyskytují tyto vegetační jednotky:

Třída VA. *Lemnetea* de Bolós et Masclans 1955

Svaz VAA. *Lemnion minoris* de Bolós et Masclans 1955

Asociace VAA02 *Lemnetum minoris* von Soó 1927

Vegetace vodní hladiny s okřehekem menším

Toto společenstvo se vyskytuje na tůních 7-9. Okřehek menší zde vytváří na vodní hladině zcela zapojené porosty. Jde o jedno z druhově nejchudších makrofytních společenstev různých typů mělkých eutrofních vod. Stanoviště mohou být plně osluněná i zastíněná. Okřehek menší snáší i nízké teploty, což umožňuje jeho výskyt i ve větších nadmořských výškách (Chytrý 2011).

Třída VB. *Potametea* Klika in Klika et Novák 1941

Svaz VBC. *Batrachion fluitantis* Neuhäusl 1959

Asociace VBC03. *Callitricho hamulatae-Ranunculetum fluitantis*

Oberdordorfer 1957

Vegetace menších toků chladnějších oblastí s hvězdošem háčkatým

Jde o druhově chudou vegetaci mělkých toků, vzácněji však i stojatých vod, s dominantním hvězdošem háčkatým. Tato asociace se nachází v tůních 1-3. Jde o přirozenou vegetaci chladnějších poloh. Dle Chytrého (2011) má hvězdoš háčkatý ve srovnání s jinými makrofyty, s nimiž může růst na stejném stanovišti, menší schopnost přijímat fosfor z vody a substrátu, s čímž souvisí pomalejší růst a malá konkurenční schopnost v eutrofním prostředí. V tůních 1-3 během vegetačních sezón 2013 a 2014 došlo výrazně k rozvoji tohoto druhu, což by mohlo vypovídat o čistotě vody. *Callitriche hamulata* se často považuje za indikátor čistých vod, jeho výskyt je však možný i v eutrofních vodách.

Třída MC. *Phragmito-Magno-Caricetea* Klika in Klika et Novák 1941

Svaz MCA. *Phragmition australis* Koch 1926

Asociace MCA03. *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930

Rákosiny s orobincem širokolistým

Jak v této asociaci, tak v tůních 1-6 dominuje orobinec širokolistý. Spektrum průvodních druhů je rozmanité, ovlivněné jednak stanovištěm, ale též hromadící se stařinou. Tato vegetace je přirozeným článkem sukcese mělkých vod, ale často je její rozvoj ještě urychlen na živiny bohatou vodou, která je výsledkem antropogenní činnosti.

Třída MC. *Phragmito-Magno-Caricetea* Klika in Klika et Novák 1941

Svaz MCC. *Eleocharito palustris-Sagittarion sagittifoliae* Passarge 1964

Asociace MCC07. *Alopecuro-Alismatetum plantaginis-aquaticae*

Bolbrinker 1984

Mokřadní vegetace s žabníkem jitrocelovým

Žabník jitrocelový byl svým zastoupením významnou součástí makrofytních společenstev tůně 1 a 2 ve vegetační sezóně 2013. Už v závěru této sezóny byl patrný jeho ústup konkurenčně silnějšímu orobinci širokolistému a v roce 2014 se v tůních vyskytoval jen vzácně. Tento druh se vyznačuje rychlým růstem, a proto se po přechodném vymizení může rychle obnovit. Porosty žabníku jitrocelového bývají nejlépe vyvinuté na živiny bohatém organickém bahně o slabě kyselé až neutrální půdní reakci, tudíž pokud by byl orobinec na tůních částečně eliminován, mohla by sukcese výskyt tohoto druhu spíše podpořit.

Třída MC. *Phragmito-Magno-Caricetea* Klika in Klika et Novák 1941

Svaz MCE. *Glycerio-Sparganion* Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942

Asociace MCE01. *Glycerietum fluitantis* Nowiński 1930

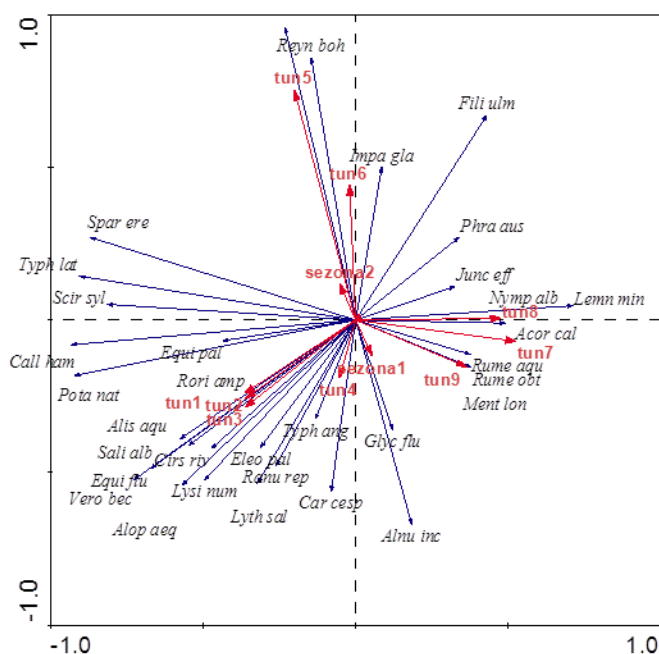
Mokřadní vegetace se zblochanem vzplývavým

Zblochan vzplývavý je vytrvalá mokřadní tráva, vyznačující se velkou ekomorfologickou proměnlivostí. Na hladině tůní 7 a 8 během dvou vegetačních sezón vytvořil rozsáhlé porosty, které mají charakter plaurů. Ve vztahu ke koncentracím dusíku a fosforu ve vodě a v substrátu má širší ekologickou amplitudu. Běžně roste na oligotrofních a mezotrofních stanovištích, ale eutrofizace podporuje jeho šíření (Chytrý 2011). Tato vegetace se významně podílí na zazemňování mělkých vod především v chladnějších oblastech a v případě tůní v Šubířově může sukcesí velice urychlit. Hustý zápoj porostů *Glyceria fluitantis*, kumulace stařiny a trvalé zamokření, může omezovat uchycení dalších druhů a mohlo by tak dojít až k pozvolnému zániku tohoto tůňového mikroekosystému.

4.5. Analýza dat

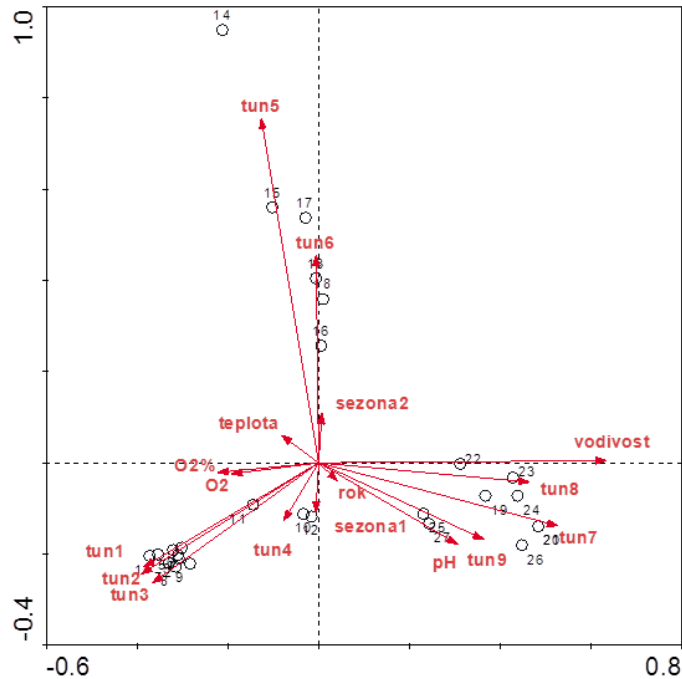
U Sørensenova indexu podobnosti platí, že společenstva jsou si podobná, když výsledné hodnoty přesahují 0,7 (70 %). U Jaccardova od 0,5 (50 %). Ze Sørensenova indexu podobnosti vychází, že nejvíce jsou si podobné tůně 5 a 6, 3 a 1, 3 a 2, u těchto tůní vycházela podobnost nad 80 %. Podobné si jsou také tůně 1 a 2, 6 a 4, 2 a 4, 5 a 4, 6 a 3, 7 a 8. Výpočtem Jaccardova indexu vychází podobnost navíc mezi společenstvy rostlin tůní 1 a 4, 2 a 6 (příloha 7).

Z PCA analýzy druhového složení zjištěné makrovegetace tůní lze vidět zřetelný gradient podobnosti druhového složení tůní podél osy x (tj. od jihu k severu). V důsledku chování v druhé sezóně odskakují tůň 5 a tůň 6 (obr. 7).



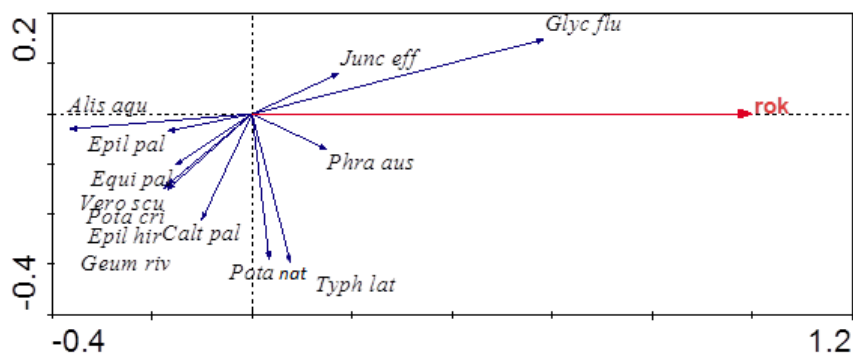
Obrázek 7 PCA analýza druhového složení tůní.

Korelace faktorů prostředí s výslednou cenoklinou ukázala, že podél první osy stoupá od tůně 1 po tůně 7-9 vodivost a pH, a zároveň klesá množství rozpuštěného kyslíku ve vodě (obr. 8). Teplota se chová bez jasného vztahu k popsanému gradientu.



Obrázek 8 Korelace faktorů prostředí s výslednou cenoklinou.

Z pohledu vývoje vegetace byl zjištěn signifikantní vliv času na druhové složení, to znamená, že dochází ke změně druhového složení rostlin v tůních během času (obr. 9).



Obrázek 9 Parciální RDA analýza. Zobrazeny jsou pouze druhy s nejvyšším fitem v analýze. Druhy, jejichž významnost během času narůstá, jsou vpravo. Významnost druhů vlevo naopak klesá.

Ukázalo se, že revitalizací území o ploše 3,16 ha nedošlo k takovým změnám, které by měly markantní vliv na ekologickou stabilitu v rámci celého k.ú. Šubířov. Stupeň ekologické stability k.ú. Šubířov se po revitalizaci změnil pouze nepatrně z 1,79

na 1,82 (příloha 7). Nicméně pokud budeme na tuto revitalizaci nazírat, jako na vytvoření přírodě blízké soustavy tůní z původní ruderální lady, bude významnost tohoto krajinného segmentu pro daný ekosystém velká. Revitalizací území došlo k rozšíření typů a počtu stanovišť nabízejících prostor ke zvýšení biodiverzity a obohacení krajinného rázu novými krajinnými prvky, které současně plní celou řadu dalších funkcí (retenci vody v krajině, dotaci podzemních vod, protipovodňovou funkci, retenci živin, sekvestraci uhlíku, podpoření biodiverzity, rekreační funkci aj.).

4.6. Návrh managementových opatření

Tůň 1

Je nutné omezit zarůstání tůně orobincem a skřipinou jejich pravidelným kosením. Nejvhodnější je letní kosení, tzv. kosení na rezervy. Tyto druhy je nutné kosit nejlépe pod vodní hladinou v době do začátku metání květenství tj. koncem května či začátkem června. V tomto období tyto druhy přesouvají většinu svých zásobních látek z podzemních oddenků do nadzemní části pro svůj růst. Pokosený porost ještě ze zbylých zásob v oddencích do konce sezóny regeneruje, jestliže se tedy pokosí i tento obnovený slabší porost, neměly by být v následujícím roce podzemní orgány schopny vytvořit souvislý porost. Odkosená biomasa by měla být odvezena ke zkompostování. (Petříček et al. 1999, Rybka et al. 2003). Tento management doporučuji aplikovat nejméně po dvě až tři vegetační sezóny a poté s menší intenzitou 1x ročně nebo 1x za dva roky. Při březích narůstá olšový nálet, který by tůň mohl v budoucnu zcela zastínit. Bylo by vhodné provést citlivou probírku olšového náletu a ponechat třeba jen několik jedinců z jižní strany tůně, která je blíže silnici. Vhodné období k odstraňování náletových olší je říjen – únor.

Tůň 2 a tůň 3

Na tyto tůně doporučuji aplikovat stejný management kosení orobince, jako u předchozí tůně. Olšový nálet bych zde zcela odstranila a ponechala tůně nezastíněné.

Tůň 4

V průběhu vegetační sezóny 2014 zde došlo k částečnému samovolnému zředění orobincového porostu, proto bych prozatím doporučila jedno letní pokosení po dvě vegetační sezóny a nadále sledovat sukcesní vývoj.

Tůně 5 a 6

Stejný postup kosení orobince jako u třech prvních tůní. Zvláštní pozornost by zde měla být věnována invazivní křídlatce. Je několik metod likvidace křídlatky. Obecně nejspěšnější je aplikace herbicidu. Herbicid by měl být aplikován na konci vegetačního období, kdy se křídlatky chystají na překonání zimního období a zatahují asimiláty z nadzemních částí do oddenkového systému. Protože zde zatím křídlatka netvoří rozsáhlé porosty, není vhodný zádový postřikovač, kterým by došlo k likvidaci ostatní vegetace. Je možné herbicid aplikovat štětečkem přímo na listy křídlatky, příp. použít metodu injekční aplikace herbicidu do stvolu. Aplikaci herbicidu je nutné

opakovat, ideálně několik let. Šetrnější metodou, kterou lze v Šubířově křídlatku eliminovat je kosení. V období květen – červen se provádí 4 - 6 sečí, po krátké letní přestávce, která slouží ostatním bylinám k vykvetení a dozrání semen, se od druhé poloviny srpna do konce vegetační sezóny provádí další seče. Tato metoda nikdy nevede k úplné eradikaci, vždy je potřeba následná péče alespoň 4–7 let (Barták et al. 2010). Ojedinele se zde vyskytuje netýkavka žláznatá, která by se měla v případě dalšího rozrůstání také eliminovat.

Tůň 7 a 8

Na těchto tůňích je zapotřebí omezovat rozrůstání zblochanu vytrháváním nebo sečením. Nejvhodnějším obdobím je červen (Rybka et al. 2003). Odstraněnou biomasu je možné využít čerstvou jako krmivo pro dobytek, nebo odvézt ke zkompostování. K redukci okřehku v nádržích bývá zaváděno letnění nebo zimování vodních nádrží. Tyto tůně však nelze vypustit a vzhledem k napojení na vodní tok nebudou v suchých letech ani vysychat. Protože tyto tůně nejsou příliš velké, je možné okřehek odstranit mechanicky a odvézt jej z lokality ke kompostování či zkrmení domácím zvířectvu. Toto opatření je však nutno provádět opakovaně 1–2 x ročně. Po odstranění okřehku z hladiny lze do tůň vysadit vhodné druhy submerzních rostlin z horních tůň, aby došlo k utilizaci dostupných živin rostlinami a tím ke konkurenčnímu tlaku na znovu se obnovující populaci okřehku. Kromě odstranění okřehku je nutné směřovat k eliminaci zdrojů znečištění, které úživnost vody podporuje.

Tůň 9

Stejně jako u tůň 7 a 8 mechanicky redukovat okřehek a eliminovat větší přísuny živin, které rozrůstání tohoto druhu podporují.

Prozatím jsou všechny tůně dostatečně hluboké a není potřeba je prohlubovat. Je třeba i nadále sledovat jejich sukcesní vývoj. V případě budoucích odbahňovacích zásahů, bych u tůň 7 a 8 doporučila upravit břehy do pozvolnějšího sklonu. Plocha tůň 8 by mohla být mírně zvětšena. Je zde vysoká spodní voda a široký lem kolem této tůň bývá trvale zamokřen.

Jakékoliv zásahy do tůň by měly být před jejich realizací konzultovány a schváleny ze strany Olomouckého střediska AOPK.

Mimo uvedená opatření doporučuji pojmenovat bezejmenný levostranný přítok říčky Nectavy.

5. DISKUSE

Revitalizace je proces vedoucí k obnově ekosystému, který byl degradován, poškozen či zničen. Cílem takovéto ekologické obnovy by mělo být vytvoření samostatného ekosystému, který bude sám schopen rezistence vůči dalším perturbacím. Zůstává otázkou, jak poznáme, kdy jsme tohoto cíle dosáhli. Řada autorů se domnívá, že úspěšnost obnovy by mohla být založena na vlastnostech vegetace, druhové rozmanitosti a samotných ekologických procesech v obnoveném ekosystému. Další autoři prosazují integrovanější přístup zahrnující mnoho proměnných, které by mohly lépe posoudit úspěšnost revitalizace (Ruiz-Jaen et Aide 2005). V letech 2013 a 2014 jsem se snažila zmonitorovat stav 9 tůní v obci Šubířov vytvořených v roce 2010 na základě dotace z OPŽP. Z metod, které by mohly postihovat určitý vývoj, jsem vybrala měření morfometrických charakteristik tůní, hydrochemických parametrů, a botanický průzkum.

Velikost tůní a jejich počet na lokalitě jsou důležité parametry při vytváření těchto ekosystémů. Z hlediska biologické hodnoty tůní je mnohem efektivnější vytvářet soustavu menších tůní rozdílných velikostí a hloubek (Merta 2003). V Šubířově se povedlo vytvořit mozaiku vodních biotopů rozdílných charakterů, jež nabízí životní prostor širokému spektru vodních a mokřadních organismů. Drobné tůně 4, 5 a 6 nelákají k vysazování ryb, které mohou mít na druhovou diverzitu organismů v tůni negativní dopad. Při jejich realizaci bylo podstatně méně vytěženého materiálu, což je spojeno mimo jiné s nižšími náklady na jejich vytvoření. Naopak velké tůně 1, 2, 3 nabízí prostor pro vytvoření členitého dna a současně větší množství habitatů nejen pro rozmanité porosty pobřežních i vodních makrofyt. Vztah mezi druhovým bohatstvím a rozlohou habitatů je jednou z nejuniverzálnějších ekologických zákonitostí známou jako teorie ostrovní biogeografie (MacArthur et Wilson 1967). I na tyto vytvořené tůně lze nazírat jako na ostrovy o různých velikostech, které jsou kolonizovány novými druhy. Aby bylo vůbec možné v Šubířově autenticky zhodnotit efekt velikosti a vzájemné vzdálenosti jednotlivých tůní, bylo by potřeba zaměřit se na výzkum v průběhu delšího časového období. Podle Merty (2003) u mělkých tůní neplatí přímá závislost mezi jejich plochou a celkovou biodiverzitou. To se mi potvrdilo i při botanickém průzkumu, kdy jsem u největších tůní přesahující 400 m² sice našla nejvíce druhů (24-27), ale u

nejmenších, o rozloze do 100 m², jich nejméně nebylo. Nejméně druhů 13 bylo u tůň 8, která má rozlohu 170m².

Přesto, že se v terestrických ekosystémech věnuje stále větší pozornost vztahu mezi tvarem areálu a druhovou diverzitou, u vodních ekosystémů jsou tyto vztahy málo zkoumané. Proto, aby se zabránilo budoucím ztrátám druhů, musíme také porozumět tomu, jak tvar vodních ploch ovlivňuje jejich druhovou diverzitu (Soga et al. 2014). Tvar ploch (areálů) má obecně vliv na lokální druhovou diverzitu a velikost populace kvůli okrajovému efektu. U terestrických ekosystémů malé plochy a plochy se složitým tvarem mívají mnohem silnější okrajový efekt, který vede k nižší druhové diverzitě. U složitě tvarovaných tůní tak mohou být vnitřní druhy ovlivněny ztrátou plochy. Interakci tvaru vodní plochy na druhové bohatosti makrofyt, sledoval v Japonsku na lužních jezerech rozmanitých tvarů i velikostí Soga et al. (2014). Pozorování proběhlo na 35 jezerech s velikostí od 0,25 do 46,3 ha. V rámci studie se podařilo prokázat interakci mezi tvarem a plochou jezer na druhovou bohatost makrofyt. Studie ukázala, že nejvíce druhů bylo na velkých jezerech s jednoduchým tvarem a malých složitě tvarovaných jezerech a naopak méně druhů bylo na velkých jezerech složitých tvarů a malých jezerech jednoduchých tvarů. Za tvarově složitější mohu označit tůně 2, 5 a 6. Tůň 2 je se 784 m² ze všech největší, ale nejvíce druhů zde nalezeno nebylo a zároveň tůně 5 a 6 jsou nejmenší, složitě tvarované, avšak nejméně druhů zde také nebylo. Interakce mezi tvarem a plochou na druhovou diverzitu tůní v Šubířově nelze potvrdit ani vyvrátit. Tůně jsou teprve 4 roky po vytvoření a na objektivní hodnocení takovýchto závěrů, je 9 tůní malý vzorek.

Vegetace pobřežního lemu se nachází v ekotonální zóně mezi vodou a souší, kde dochází k transportu allochonního materiálu do vody. Spolu s tímto materiálem je do vody transportováno také antropogenní znečištění z přilehlých pozemků, které může významně ovlivňovat fyzikálně – chemické parametry vody (Joniak et al. 2007). Obecné vztahy mezi vodními makrofyty a faktory prostředí jsou studovány již dlouho. Protože přežití vodních makrofyt do značné míry na faktorech prostředí závisí, mají tyto faktory se zvyšujícím se tlakem lidských aktivit klíčový význam pro management a ochranu vodních ekosystémů (Chappuis et al. 2013). Rámcová směrnice o vodách (směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady) zmiňuje použití vodních makrofyt jako bioindikátorů.

Teplota vody je vyrovnanější než teplota souše, denní a roční amplitudy jsou zde menší. Teplota vody může ovlivňovat růst submerzních makrofyt přinejmenším stejně, jako světelné podmínky. Rozvoj submerzní vegetace tak může být v relativně chladných letech s nižší teplotou vody negativně ovlivněn (Scheffer 1998). Teplotní režim ve vodách je kromě vnějšího působení klimatických a povětrnostních podmínek také sám výskytem vyšších rostlin ovlivněn, méně pak už fytoplanktonem. Aby však měla vodní makrofyta vliv na teplotní režim ve vodě musí být jejich porost velmi hustý (Gessner 1955). Profily teploty vody v porostech cévních hydrofyt se liší od profilů teploty ve vodě neosídlené vyšší vegetací výraznějším gradientem a odchylnými teplotami v horních vrstvách při povrchu vodní hladiny. U porostů cévních hydrofyt, zejména u splývavých druhů, je teplota v těchto vrstvách vyšší během dne a nižší během noci, než teplota vody bez cévních hydrofyt na stejné lokalitě. Vysvětlení spočívá v tom, že rostlinná biomasa se na povrchu ohřívá rychleji než voda a převádí část tepla do okolního prostředí. V noci naopak ohřátá biomasa předává teplo do okolního prostředí rychleji než voda samotná. Ve vodách s porostem vyšší vegetace, může mít na strmějším gradientu teplot vliv také nižší turbulence, protože rostlinné orgány zpomalují turbulentní proudění (Bednářová 1983). Jelikož jde v Šubířově o malé vodní plochy, bude mít teplotní stratifikace zanedbatelný význam (srv. Odum 1977). Sledované tůně jsou relativně mělké, takže opoždění s teplotou vzduchu by mělo být minimální. Průběh teploty vody v tůních odpovídá chodu teplot vzduchu v době každého měření. Hodnoty naměřených teplot v jednotlivých tůních se od dubna do srpna mírně lišily. Od dubna do června, byly nejteplejší tůně 5 a 4, to lze vysvětlit tím, že jsou tyto tůně nejmenší a oproti ostatním také mělké. Od června do srpna pak byly vyšší teploty zaznamenány v tůních 1, 2, a 3, které nejsou vystaveny žádnému zastínění. Každá tůň je během vegetační sezóny zarostlá, teplota vody tak bude makrovegetací ovlivněna ve všech tůních hodně podobně.

Podle Sukopa (2006) se pH přirozených vod pohybuje v rozmezí 3-10. Lellák a Kubíček (1991) uvádí, že reakce přirozených vod kolem hodnoty 3 je v kyselých rašelinných vodách s velkým obsahem huminových kyselin, zatímco pH 10 je ve vodách s vysokým obsahem uhličitánů a bohatými porosty vegetace. Vzestup alkalické reakce vody může být způsoben intenzivní fotosyntézou rostlin. Navzdory této skutečnosti je pH tůní slabě kyselé, u tůní 4, 5 a 6, až slabě zásadité u ostatních tůní. Na

nízkých hodnotách pH se může podílet geologický podklad či reakce půdy v daném místě.

Konduktivita neboli elektrická vodivost poukazuje na množství iontů rozpuštěných ve vodě, potažmo na anorganické znečištění. Vysoké hodnoty vodivosti jsou většinou pro růst rostlin limitující. Podle normy ČSN 757221 (ČSN 1990), která rozděluje povrchové vody podle jejich kvality do 5 tříd, patří tůň dle naměřených hodnot elektrické vodivosti do I. třídy tzn. neznečištěná voda. Obecně lze říci, že množství rozpuštěných solí v tůních s průměrnou koncentrací $172 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ není vůbec vysoké. Vyhláška 252/2004 stanovuje limit pro pitnou vodu do $1250 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Průměrná konduktivita pitných vod v ČR je asi $400 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Veličková (2011) měřila elektrickou vodivost tří tůní u obce Břidličná v Moravskoslezském kraji. Navzdory tomu, že v okolí tůní jsou pastviny, naměřené hodnoty zde nepřekročily hodnotu $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Joniak et al. (2007) sledoval fyzikálně-chemické parametry ve 12 tůních v městské a předměstské části města Poznań v západním Polsku. Průměrná vodivost v těchto tůních byla $753 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

K výměně kyslíku a oxidu uhličitého dochází nejen mezi dnem, vodou a atmosférou. Do cyklů těchto plynů je zapojená veškerá vodní biota. Koncentrace kyslíku a oxidu uhličitého ve vodě je určena jak fotosyntézou a respirací vyšších vodních rostlin, tak i respirací bakterií, fytoplanktonu, zooplanktonu a dalších živočichů. Porosty cévních hydrofyt obohacují vodu během růstu kyslíkem a odebírají z ní oxid uhličitý. V hustých porostech vodních rostlin tím může docházet ke změnám v pH vody. Naopak náhlé odumření velkého množství vodní vegetace může být příčinou kyslíkových kalamit. Režim plynů v porostech ovlivňují vzdušná pletiva vodních rostlin. Tato pletiva obsahují kyslík a zprostředkovávají jeho transport do okolí kořenů a ovlivňují tak složení bentosu. I v anaerobním prostředí se udržuje uvnitř rostlin cca 10 % tenze kyslíku. Koncentrace kyslíku ve dne prudce klesá od hladiny ke dnu, v noci se rozdíly koncentrací vyrovnávají. V porovnání s atmosférou je kyslíku ve vodě pouze 5 %. Hodnota difuze kyslíku ve vodě je několik tisíckrát menší než hodnota difuze ve vzduchu. Proto je koncentrace kyslíku ve vodním prostředí mnohem kritičtější faktorem než v prostředí suchozemském (Bednářová 1983). Joniak et al. (2007) zkoumal v malých vodních nádržích nasycení kyslíkem v zónách zarostlých a v zónách bez vegetace, nebyl však prokázán žádný signifikantní rozdíl mezi těmito zónami. Pokud porovnáme naměřené hodnoty teploty a množství rozpuštěného kyslíku

v tůních v Šubířově uvidíme nepřímou závislost mezi těmito parametry. Od června do srpna, kdy teplota v tůních stoupala, obsah rozpuštěného kyslíku klesal a naopak, od září kdy teplota vody začala klesat, množství kyslíku rozpuštěného ve vodě stouvalo. Podle Lelláka a Kubíčka (1991) v nezkalené vodě s bohatou vegetací a fotosyntetickou aktivitou může výrazně růst obsah rozpuštěného O_2 v eufotické – prosvětlené vrstvě. To může vysvětlovat, proč je v tůních 7, 8 a 9 od července do září velice nízká koncentrace rozpuštěného kyslíku. Hladina těchto tůní je od června do září 100 % pokryta okřehkem, který nepropouští žádné světlo a jiná makrovegetace, která by fotosyntézou doplňovala kyslíkový deficit v afotické zóně, se už pod tímto zeleným kobercem nenachází.

Eutrofizace je složitý proces obohacování stojatých a tekoucích povrchových vod živnými minerálními látkami, které zpětně vedou ke zvýšení biologické produkce a k nežádoucímu zarůstání vodního biotopu. Prvním signálem eutrofizace na vodním biotopu je nárůst planktonních sinic, řas a vodních makrofyt (Maitland et Morgan 1997). Dále dochází ke zhoršování hydrochemického a kyslíkového režimu, ke vzniku a hromadění jedovatých plynů, k nepříznivým kyslíkovým poměrům u dna a ke zmenšení produkční plochy nádrží zarůstáním makrovegetací. Nadměrné obohacení vod živinami je jedním z důležitých stresových faktorů vodní biodiverzity v 21. století. Dopad eutrofizace na biodiverzitu malých vodních ploch řešil Rosset et al. (2014). Ve své studii zjistil, že biologická rozmanitost v malých vodních nádržích nemusí být vždy eutrofizací silně narušená. Na sledovaných nádržích lokálním měřítku nedošlo vlivem eutrofizace ke snížení alfa diverzity a v regionálním měřítku vysoké množství živin přispělo ke zvýšení gama diverzity. Negativní vliv eutrofizace byl však pozorován u vodních cévnatých rostlin, jak v lokálním tak regionálním měřítku. Nepřímý negativní vliv eutrofizace na makrofyta je způsobený fytoplanktonem. Biocenóza fytoplanktonu v eutrofních nádržích bývá poměrně chudá, avšak vysoká denzita zvyšuje zakalení vody, čímž se snižuje její průhlednost. Makrofyta přijímají intenzivněji ionty v tekoucích vodách než ve stojatých (Bednářová 1983).

Vysoké koncentrace fosforu odráží vysokou hladinu trofie vody. V důsledku vysokých koncentrací fosforu ve vodním sloupci dochází ke zvyšování primární produkce a nežádoucímu rozvoji vodního květu řas ve vodních nádržích (Eiseltová 1996). Výskyt fosforu ve vodě je spojen s více procesy jako např.: přítokem živin z okolního prostředí, transportem prostřednictvím zdravé vodní makrovegetace (efekt

„pumpy“), uvolňováním z rozkládající se vegetace, příp. spásáním vegetace bezobratlými či rybami. Interakce mezi vodními rostliny, sedimentem a vodou může způsobovat vzrůst či pokles koncentrace fosforu ve vodách. Emerzní makrofyta ukazují pozitivní odpověď k eutrofizaci, zatímco submerzní makrofyta jsou vysokými vstupy allochtonního fosforu ovlivněna nepříznivě. V současnosti existují dva, jak se zdá rozporné, pohledy: 1) litorální porosty makrovegetace fungují jako propadliště živin a 2) zakořeněná makrofyta zprostředkovávají transport živin ze sedimentu do vody. Teorie propadu živin vede k ochraně či budování dalších ploch (rybníků, nádrží či umělých vodních příkopů) určených pro rozvoj vodních makrofyt, zatímco teorie pumpy vede k likvidaci vodních makrofyt jakožto metoda brzdící eutrofizaci (Granéli et Solander 1988). V temperátních zónách, je charakteristická vysoká koncentrace fosforu na počátku vegetačního období, kdy se vegetace ve vodách teprve rozvíjí a poté kontinuálně klesá do konce vegetační sezóny. Snížení koncentrace fosforu ve vodě je způsobeno jeho využitím rostoucí biomasou (Laciná 2008). Tento trend se potvrdil i u většiny tůní v Šubířově, kdy v tůních od července do září došlo ke snížení obsahu fosforečnanů PO_4^{3-} (mg/l). Výjimkou byly tůně 6 a 7, kde obsah fosforečnanů nepatrně vzrostl. Toto zvýšení koncentrace fosforečnanů může být podle Horákové et al. (1986) způsobeno změnami v pH vody, při hodnotách pH vyšší než 7 může docházet ke snadnějšímu přechodu fosforu ze sedimentů do vody. Dle Pittera (1999) bývá koncentrace fosforečnanového fosforu v povrchových vodách poměrně nízká, pohybuje se maximálně v setinách mg/l. To se v tůních nepotvrdilo, protože začátkem července byla koncentrace fosforečnanů v tůních převážně v řádu desetin mg/l, v tůni 1 dokonce až 0,75 mg/l. Zajímavé je, že zjištěné hodnoty fosforečnanů v rybníku Slámová louže, byly oproti tůním velice nízké 0,05 mg/l v červenci a 0,04 v září. Tyto hodnoty vypovídají spíše o extenzivním chovu ryb, protože Laciná (2008) zjišťovala koncentraci fosforečnanů v rybníční soustavě CHKO Pálava, kde je prováděn chov ryb polointenzifikačním způsobem. Koncentrace fosforečnanů se v těchto rybnících pohybovala v řádu desetin mg/l až po 3 mg/l.

Stejně jako koncentrace fosforečnanů tak i obsah dusičnanů v povrchových vodách souvisí se stupněm eutrofizace a patří ke zvláštním ukazatelům chemického složení povrchových vod. Protože dusičnany jsou konečným produktem biochemické oxidace organicky vázaného dusíku, může být jejich vyšší koncentrace v přírodních vodách důkazem staršího znečištění organického původu (Horáková et al. 2000). Podle ČSN 757221 (1990) lze dle obsahu dusičnanů povrchové vody zařadit do pěti tříd

čistoty. S ohledem na tuto normu a zjištěné koncentrace dusičnanů je v tůních v Šubířově neznečištěná až mírně znečištěná voda – I-II třída. Pro pitnou vodu je dle Vyhlášky 252/2004 pro dospělé stanoven horní limit koncentrace dusičnanů 50 mg/l, pro kojence je mnohem nižší 15 mg/l. Stejně jako fosforečnany, jsou dusičnany během vegetačního období vodní vegetací spotřebovávány, zajímavým zjištěním tedy bylo, že od července do září koncentrace dusičnanů ve všech tůních i rybníku Slámová louže vzrostla. Rybník se se svým obsahem dusičnanů pohyboval opět spíše pod zjištěnými hodnotami dusičnanů v tůních. Koncentrace dusičnanů se může lišit nejen mezi tůněmi ale i v rámci jedné tůně. To může způsobovat jednak asimilace makrofyt, ale také asimilace epifytických organismů, které pokrývají povrch rostlinných orgánů pod vodou a substrát na dně (Joniak et al. 2007).

Zvýšené zatížení živinami často vede ke zvýšené biomase fytoplanktonu, který může způsobit vyšší deficit hypolimnetického kyslíku. Všechny rostliny včetně řas a sinic obsahují primární fotosyntetický pigment chlorofyl *a*. Koncentrací chlorofylu lze nepřímo odhadnout množství biomasy a rychlost fotosyntézy primárních producentů (Latif et al. 2002). Kasprzak et al. (2008) vyhodnotil koncentraci chlorofylu *a* jako prediktor biomasy fytoplanktonu v celé šířce trofického gradientu. Tůně v Šubířově nabývaly různých hodnot chlorofylu *a*. Obecně lze říci, že biomasa fytoplanktonu od července do září vzrostla, což odpovídá běžným trendům. Výjimkou však byla tůň 8 a rybník. U tůně 8 lze snížení biomasy fytoplanktonu vysvětlit hladinou pokrytou vrstvou okřehku, který nepropouští světlo, jež je jedním z faktorů ovlivňujících růst primárních producentů. Stejně však už nelze vysvětlit pokles koncentrace chlorofylu v rybníku, protože během vegetační sezóny nedošlo k takovému zárůstu makrovegetací, které by mohlo výrazně ovlivnit světelný režim. Podle klasifikace stojatých vod dle úživnosti (OECD 1982) by tůně dle koncentrace chlorofylu *a* na začátku července byly mezotrofní (8-25 $\mu\text{g.l}^{-1}$) až eutrofní (25-75 $\mu\text{g.l}^{-1}$), v září eutrofní a tůň 7 dokonce hypertrofní (>75 $\mu\text{g.l}^{-1}$). Adámek et al. (2010) nabízí klasifikaci, dle které by se v červenci tůně řadily do kategorií mezotrofní (10-20 $\mu\text{g.l}^{-1}$) až mezo-eutrofní (20-50 $\mu\text{g.l}^{-1}$) a v září do kategorií mezo-eutrofní až eutrofní (50-100 $\mu\text{g.l}^{-1}$). Lineární regresní vztah mezi logaritmem koncentrace fosforu během jarní cirkulace a logaritmem průměrné letní koncentrace chlorofylu *a* v jezerech ve svých studiích prokázaly Sakamoto (1966) i Dillon et Rigler (1974). Obsah chlorofylu v buňkách se mění s dostupností světla, což povětšinou souvisí i s hloubkou ve vodních nádržích.

Kuczyńska-Kippen et Joniak (2010) srovnávaly obsah chlorofylu *a* mezi drobnými vodními nádržemi situovanými ve městě, na venkově a v lesnaté, člověkem minimálně ovlivněné krajině. Vztah mezi chlorofylem a fosforem, stejně jako mezi transparentností vody a chlorofylem v malých vodních nádržích nepotvrdily. To může být především proto, že propojení mezi drobnými vodními nádržemi povodím a využitím krajiny je mnohem intenzivnější a mnohem více fosforu může pocházet z přítoku allochtonního materiálu a úzkého propojení dna a volné vody v nádrži. Nejvyššího obsahu chlorofylu *a* dosahovaly nádrže ve městě $45 \pm 18,8 \mu\text{g.l}^{-1}$, dále na venkově s průměrným obsahem $16,3 \mu\text{g.l}^{-1}$ a $5,3 \mu\text{g.l}^{-1}$ v lesnaté krajině. Joniak et al. (2007) potvrdil v malých vodních nádržích rozdílné koncentrace chlorofylu *a* v zónách s vodní makrovegetací a v zónách bez vegetace. Průměrné hodnoty v zarostlých částech nádrží byly $34 \mu\text{g.l}^{-1}$ a v zónách bez vegetace $45,5 \mu\text{g.l}^{-1}$. Maximální koncentrace byly zjištěny v zónách bez vegetace hypereutrofní nádrže $363,6 \mu\text{g.l}^{-1}$, ale také v porostech *Phragmites australis* $396,7 \mu\text{g.l}^{-1}$, který díky specifické struktuře výhonků vytváří habitat s vhodnými světelnými podmínky. V jiné studii Joniak et Kuczyńska-Kippen (2008) zjistily rozdílnost v koncentracích chlorofylu v zónách se submerzními makrofyty, kde byla koncentrace chlorofylu *a* čtyřikrát větší než v rákosinách a sedmkrát vyšší než v zónách bez vegetace.

V případě celkového organického uhlíku se jedná o analytický skupinový ukazatel vyjadřující množství organických látek ve vodě, které je možno využít pro stanovení kvality vody a ke sledování emisí vypouštěných do vod. Vody s vysokými hodnoty TOC jsou nevhodné pro život vodních organismů. Při vysokých hodnotách celkového organického uhlíku dochází ke snížení obsahu kyslíku ve vodě, což způsobuje nadměrné bujení anaerobních mikroorganismů, kterým absence rozpuštěného kyslíku vyhovuje. Tyto vody silně zapáchají a jsou označovány jako „mrtvé“ (Pitter 1999). Hodnoty TOC zjištěné v tůňích v Šubířově si jsou velice podobné, avšak mírně bohatší na organický uhlík v sedimentu je tůň 9. Vyšší obsah TOC v sedimentu může souviset s rychlejším zazemňováním této tůně.

Rostlinná společenstva tůňích v Šubířově jsou poměrně druhově pestrá. Svědčí o tom počty zjištěných druhů vztahované k ploše jednotlivých tůňích. Merta (2003) v rámci biologického hodnocení prováděl monitoring makrofyt na tůňích 1-5 let starých, které byly vytvořeny v rámci Programu péče o krajinu taktéž v Olomouckém kraji. Na tůňích Buková IV, Buková VI, které svou velikostí odpovídají tůňím 5 a 6 v Šubířově, bylo

zjištěno 10 a 11 druhů, zatímco v Šubířově 15-17 druhů, na tůních Majetín, Slavonín, Bohuslavice, které svou velikostí odpovídají tůním 1 a 3, bylo zjištěno 2-7 druhů makrofyt, zatímco v Šubířově 25-27 druhů. Druhovou diverzitu makrofyt v Šubířově navyšují druhy, jež jsou součástí společenstev vlhkých luk, mokřin a pobřežních lemů stojatých vod. Dále zde mohou sehrát svoji roli i abiotické faktory působící v jednotlivých lokalitách, případně rozdílné fyz.-chem. vlastnosti vody v tůních.

Pozoruhodný je výskyt leknínu bílého na tůni 8. *Nymphaea alba* L. je v České republice kriticky ohrožená a mizející bylina. Je zařazen do kategorie C1 – kriticky ohrožený druh. Tento druh u nás ohrožuje hlavně ztráta a znečišťování vhodných biotopů. V České republice se přirozeně vyskytuje v úvalech jižní a střední Moravy a v Čechách v Polabí. Jeho výskyt je omezen na nížinné oblasti, ve vyšších polohách se vyskytuje vzácně. Leknín bílý bývá do přírody často uměle vysazován a je tedy velice pravděpodobné, že i v Šubířově byl uměle vysazen. Za zmínku stojí také druhy *Carex cespitosa* L., *Epilobium palustre* L. a *Veronica scutellata* L. Tyto rostliny patří z hlediska ochrany mezi méně ohrožené druhy, avšak vyžadující další pozornost (C4a). Pozornost by měla být věnována také druhům *Reynoutria x bohemica* Chrtek & Chrtková a *Impatiens glandulifera* Royle jež jsou invazní u nás rychle se šířící druhy. Oba druhy jsou statné byliny vytvářející husté zapojené porosty, které zcela potlačují ostatní vegetaci. V případě, že by došlo k jejich nekontrolovanému rozvoji, mohly by tyto konkurenčně úspěšné druhy ohrožovat diverzitu břehových lemů tůní.

Společenstva makrofyt tůní mají pro typologii tůní také význam, ačkoliv jejich hodnota jako bioindikátorů kvality vody není vždy přesně vyjádřena. Souvisí to s jejich relativně menší závislostí na chemickém složení vody i větší ekologickou plasticitou ve vztahu k ostatním faktorům (světelné a teplotní podmínky, časová dynamika střídání ekofází, vzájemné konkurenční vztahy mezi makrofyty aj.) (Černý 1994). Na vytvořených tůních v Šubířově se na základě dominantních druhů a jejich pokryvnosti vyskytuje celkem 5 vegetačních asociací. Černý (1994) studoval makrofyta přirozeně vzniklých tůní a slepých ramen nivy řeky Lužnice. Sledované tůně a slepá ramena se rozkládaly přibližně na 51 km délky toku Lužnice. Rozličné abiotické podmínky, geneze tůní, jejich velikost (od 10 m² až po několikahektarové vodní plochy), tvary, hydrochemie vody a další charakteristiky, daly vzniknout řadě rozličných habitatů. V rámci své studie Černý určil 40 různých vegetačních asociací, což vypovídá o pestrosti a rozmanitosti porostů tamějších vodních a mokřadních makrofyt.

U drobných nádrží stačí jedno desetiletí, aby byl vývoj zřetelně patrný. O jaký kus postoupí souše a co více pelagiálu nádrž ztrácí, o to silněji se zrychluje vývoj a o to rychleji se tyto drobné stojaté vody mění v souš. Prvním procesem, který zmenšuje vodní biotop, je rozšiřování pobřežní zóny, kdy se půda z pobřeží, či ze svahu nad břehy pozvolna sesouvá do nádrže. V případě průtočných nádrží je velké množství splavenin (bahna, písku, listí a dalšího allochtonního materiálu) transportováno přitékajícím tokem. O další už se postará sama makrovegetace. Když roste pobřežní vegetace, dochází k transportu organických sloučenin do rostlinných pletiv, čímž přirůstá další pobřežní biomasa, která zvyšuje dno nádrží (Podubský 1948, Reichholf 1988). Postupné zarůstání neboli sukcese, je na tůních v Šubířově dobře patrná již teď, po čtyřech vegetačních sezónách. Snažila jsem se proto navrhnout managementová opatření, která by zarůstání a postupné zazemňování tůní zpomalila.

6. ZÁVĚR

V Šubířově se podařilo vytvořit soustavu vodních biotopů vhodných pro řadu na vodu vázaných rostlinných i živočišných druhů. Kromě navýšení lokální biodiverzity vzniklo též příjemné prostředí pro místní obyvatele a návštěvníky této části Dražanské vrchoviny. Protože sledování tůní proběhlo v krátkodobém období, v průběhu dvou vegetačních sezón, nejsou výsledky dostatečné k vyvozování konkrétních závěrů, avšak nabízí se možnost pokračovat v tomto výzkumu a nasbírat další data. Zjištěné druhy makrovegetace patří k běžným druhům naší flóry, ale s postupem času se zde mohou ještě další druhy objevit, to by ukázal další výzkum. Pro komplexnější zhodnocení tůní je zapotřebí podrobit tůně dalším studiím (řasové flóry, vodních bezobratlých, ryb, obojživelníků a plazů).

Tůně obecně představují cenné vodní a mokřadní biotopy. V rámci vodních ekosystémů lentické vody podporují obecně vyšší druhovou diverzitu a více jedinečných druhů bezobratlých a makrofyt než lotické vody. Jsou nazývány též hotspoty a mohou významně přispívat také k regionální diverzitě (Williams et al. 2004). Zapojení přírodních procesů, spojených s koloběhem vody v krajině, do člověkem vytvořených či pozměněných ekosystémů vyžaduje řadu zkušeností a srovnatelných případových studií, aby vznikl přírodně hodnotný ekosystém. Tyto studie vyžadují podrobné dlouhodobé sledování. V praxi fáze monitoringu většiny projektů revitalizací či ekologické obnovy bohužel trvají jen zřídka déle než 5 let (Ruiz-Jaen et Aide 2005). Hlavním problémem je ve financování těchto dlouhodobých post-projektových monitoringů. V důsledku toho vzniká propast mezi rostoucí potřebou obnovy ekosystémů na jedné straně a dostupnými odbornými znalostmi na straně druhé.

7. LITERATURA

- Adámek Z., Helešic J., Maršálek B., Rulík M. 2010. Aplikovaná hydrobiologie. 2. vydání. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, fakulta rybářství a ochrany vod. 350 s.
- Barták R., Konupková Kalousová Š., Krupová B. 2010. Metodika likvidace invazních druhů křídlatek. Český Těšín: PROprint. 32 s.
- Bednářová J. 1983. Biologie vodních rostlin - cévní hydrofyty. Olomouc: Rektorát Univerzity Palackého v Olomouci. 23 s.
- Culek M., editor, et al. 1996. Biogeografické členění České republiky. Praha: Enigma. 347 s.
- Černý R. 1994. Vegetace makrofyt tůní a slepých ramen nivy řeky Lužnice a její bioindikační význam [disertační práce]. Třeboň: Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. 188 s.
- Čihař J. 1998. Průvodce přírodou: Pevninské vody a mokřady. 1. vydání. Praha: Ikar. 222 s.
- [ČSN 1990] Česká státní norma 75 7221: Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod. Praha: Český normalizační institut.
- Dillon P. J., Rigler F. H. 1974. The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes. *Limnology and Oceanography*. 19(5):767-773.
- Downing J. A. 2010. Emerging global role of small lakes and ponds: little things mean a lot. *Limnetica*. 29(1):9-24.
- Eiseltová M. (ed.) 1996. Obnova jezerních ekosystémů – holistický přístup. Oxford: Wetlands International publ. 190 s.
- Farkaš Š. 2009. Protierozní a protipovodňové opatření v k.ú. Šubířov – I. etapa. Olomouc: Geocentrum spol. s.r.o. Inženýrsko – geologické posouzení lokality. 9 s.
- Fuksa J. K. 2003. Příručka pro vzorkování vody a vodního prostředí (PVVVP). Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. 94 s.

Gessner F. 1955. Hydrobotanik: Die Physiologischen Grundlagen der Pflanzenverbreitung im Wasser. Vol.1. Energiehaushalt. Berlin: DVW. 517 pp.

Granéli W., Solander D. 1988. Influence of aquatic macrophytes on phosphorus cycling in lakes. *Hydrobiologia*. 170:245-266.

Hauptman I., Kukul Z., Pošmourný K., editoři. 2009. Půda v České republice. Praha: Consult Praha. 256 s.

Hejný S. 1960. Ökologische Charakteristik der Wasser und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene. 1. vydání. Bratislava: Slovenska akademie vied. 492 pp.

Horáková M. et al. 1986. Chemické a fyzikální metody analýzy vod. Praha: Nakladatelství technické literatury. 392 s.

Horáková M. et al. 2000. Analytika vody. Praha: VŠCHT. 283 s.

Hortal J., Nabout J. C., Calatayud J., Carneiro F. M., Padial A., Santos A. M. C., Siqueira T., Bokma F., Bini L. M., Ventura M. 2014. Perspectives on the use of lakes and ponds as model systems for macroecological research. *Journal of Limnology*. 73 (1):46-60.

Hrbáček J. et al. 1972. Limnologické metody. 1. vydání. Praha: Universita Karlova v Praze. 208 s.

Husák Š. 1984. Monitorace čistoty vod pomocí vodních makrofyt. In Sborn. Využití chráněných území k monitorování změn životního prostředí. Praha: Státní ústav památkové péče a ochrany přírody. s. 39-43.

Chappuis E., Gacia E., Ballesteros E. 2013. Environmental factors explaining the distribution and diversity of vascular aquatic macrophytes in a highly heterogenous Mediterranean region. *Aquatic Botany*. 113:72-82.

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V., Lustyk P. (eds) 2010. Katalog biotopů České republiky. 2. vydání. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 445 s.

Chytrý M. (ed) 2011. Vegetace České republiky – 3 Vodní a mokřadní vegetace. 1. vydání. Praha: Academia. 828 s.

Joniak T., Kuczyńska-Kippen N., Nagengast B. 2007. The role of aquatic macrophytes in microhabitat transformation of physical-chemical features of small water bodies. *Hydrobiologia*. 584:101-109.

Joniak T., Kuczyńska-Kippen N. 2008. Effect of aquatic macrophytes on water trophy of lowland water bodies in aspect of their surface differentiation. *OL PAN*. 5 A: 47-52.

Just T. et al. 2003. Revitalizace vodního prostředí. 1. vydání. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 144 s.

Just T. et al. 2005. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha: 3. ZO ČSOP Hořovicko, Ekologické služby s. r. o., AOPK ČR, MŽP ČR. 359 s.

Kasprzak P., Padisák J., Koschel R., Krienitz L., Gervais F. 2008. Chlorophyll *a* concentration across a trophic gradient of lakes: An estimator of phytoplankton biomass? *Limnologia*. 38:327-338.

Kopecký K. 1966. Ökologische Hauptunterscheide zwischen Röhrichtgesellschaften flissender und stehender Binnengewässer Mitteleuropas. Praha: Folia Geobot. Phytotax. 242 pp.

Kubát K. hlavní editor. 2002. Klíč ke květeně České republiky. 1. vydání. Praha: Academia. 928 s.

Kuczyńska-Kippen N., Joniak T. 2010. Chlorophyll *a* and physical-chemical features of small water bodies as indicators of land use in the Wielkopolska region (Western Poland). *Limnetica*. 29(1):163-170.

Laciná J. 2008. Rybníční soustava CHKO Pálava – její charakteristika a monitoring vybraných ukazatelů kvality vody [diplomová práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 102 s.

Latif Z., Tasneem M. A., Javed T., Butt S., Fazil M., Ali M., Sajjad M. I. 2002. Evaluation of water-quality by chlorophyll and dissolved oxygen. *Science Vision*. 7(3&4):160-168.

Lellák J., Kubíček F. 1991. *Hydrobiologie*. 1. vydání. Praha: Univerzita Karlova. 258 s.

- MacArthur R. H., Wilson E. O. 1967. The theory of Island Biogeography. Princeton: Princeton University Press. 203 pp.
- Maitland P.S., Morgan N.C. 1997. Conservation Management of Freshwater Habitats – Lakes, rivers and wetlands. 1. edition. UK: Chapman & Hall. 233 pp.
- Malý J., Malá J. 2006. Chemie a technologie vody. 2. vydání. Brno: ARDEC s. r. o. 329 s.
- Míchal I. 1985. In Lipský Z. 2000. Sledování změn v kulturní krajině: Učební text pro cvičení z předmětu Krajinná ekologie. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Česká zemědělská univerzita Praha. 71 s.
- Moravec J. a kol. 1994. Fytocenologie. Vydání 1. Praha: Academia. 403 s.
- Odum E. P. 1977. Základy ekologie. Přel. Obrtel R a kol. 1. vydání. Praha: Academia. 736 s. Přel. z: Fundamentals of ecology, 3. ed.
- OECD 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Paris: OECD.
- Petříček V. et al. 1999. Péče o chráněná území I. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 452 s.
- Pithart D., Dostál T., Langhammer J., Janský B. et al. 2012. Význam retence vody v říčních nivách. Daphne ČR. 141 s
- Pitter P. 1999. Hydrochemie. Praha: VŠCHT. 568 s.
- Podubský V. 1948. Vodní, bažinné a pobřežní rostliny. Praha: Ministerstvo zemědělství. 193 s.
- Quitt E. 1971. Klimatické oblasti Československa. Brno: Geografický ústav ČSAV. 80 s.
- Reichholf J. 1988. Průvodce přírodou – pevninské vody a mokřady. Praha: IKAR. 223 s.

Rosset V., Angélibert S., Arthaud F., Bornette G., Robin J., Wezel A., Vallod D., Oertli B. 2014. Is eutrophication really a major impairment for small waterbody biodiversity? *Journal of Applied Ecology*. 51:415-425.

Ruiz-Jaen M. C. and Aide T. M. 2005. Restoration Success: How Is It Being Measured? *Restoration Ecology*. 13(3):569-577.

Rybka V., Prausová R., Bařová L. 2003. Zásady péče o biotop M1.1. Rákosiny eutrofních stojatých vod. In: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 2003. Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. 157 s.

Sakamoto M. 1966. Primary production by phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence on lake depth. *Arch. Hydrobiol.* 62:1-28. Cited in: Dillon P. J., Rigler F. H. 1974. The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes. *Limnology and Oceanography*. 19(5):767-773.

Scheffer M. 1998. *Ecology of Shallow Lakes*. 1st ed. UK: Chapman & Hall. 357 pp.

Slavíková J. 1986. *Ekologie rostlin*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 368 s.

Sukop I. 2006. *Ekologie vodního prostředí*. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 199 s.

Soga M., Ishiyama N., Sueyoshi M., Yamaura Y., Hayashida K., Koizumi I., Negishi J. N. 2014. Interaction between patch area and shape: lakes with different formation processes have contrasting area and shape effects on macrophyte diversity. *Landscape Ecol Eng* 13(10):55-64.

Šlezinger M. 2010. *Revitalizace toků: Příspěvek k problematice úprav vodních toků*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, VUT IUM. 255 s.

Štěřba O. et al.. 2008. *Říční krajina a její ekosystémy*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 392 s.

ter Braak CJF, Šmilauer P. 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows*. Software for canonical community ordination (version 4). Wageningen (NL): Centre for Biometry, Wageningen.

Tolasz R. et al. 2007. Atlas podnebí Česka. 1. vydání. Praha, Olomouc: Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci. 255 s.

Veličková P. 2011. Ekologický význam obnovených krajinných prvků v okolí Břidličné – posouzení na základě vybraných ukazatelů [bakalářská práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 77 s.

Williams P., Whitfield M., Biggs J., Bray S., Fox G., Nicolet P., Sear D. 2004. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*. 115:329-341.

Wolfová M. 2010. Drobné stojaté vody jako výsledek revitalizačních opatření [bakalářská práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 55 s.

[ČGS 2014] Česká geologická služba, mapy přístupné z:

<http://www.geology.cz/extranet-eng/maps/online/map-applications>

[ČHMU 2009] Český hydrometeorologický ústav – hydrologická služba, přístupné z:

<http://hydro.chmi.cz/hpps/>

[ČÚZK 2014] Český úřad zeměměřický a katastrální, přístupné z:

http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEB_CUZZK_ID:764159

[ESRI 2014] Esri GIS Mapping Software, přístupné z:

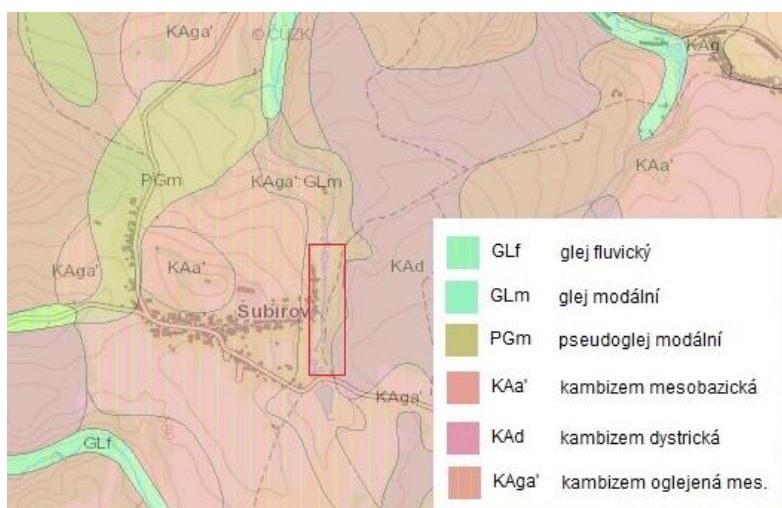
<http://www.arcgis.com/features/free-trial.html?origin=arcgis>

8. PŘÍLOHY

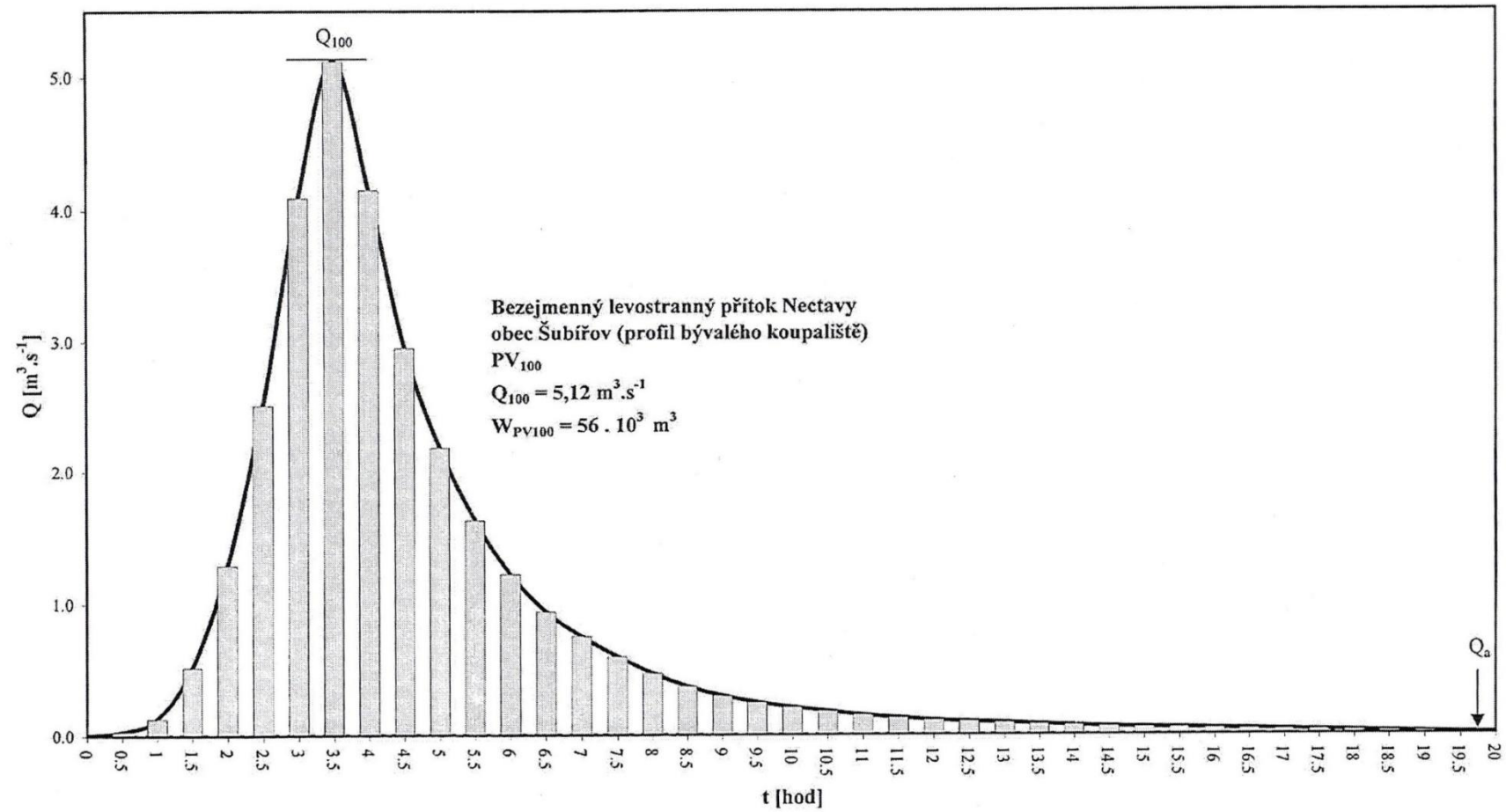
Příloha 1 Vymezení zájmového území



Obrázek 10 Umístění obce Šubířov v rámci Olomouckého kraje.
Převzato z: <http://www.risy.cz/cs/krajske-ris/olomoucky-kraj/okresy/>



Obrázek 11 Půdní mapa ČR, mapový list 24-21 Jevíčko, výřez z mapy.
Mapový podklad: <http://mapy.geology.cz/pudy/>, měřítko 1:50 000,
severní orientace



Obrázek 12 Teoretická povodňová vlna bezejmenného levostranného prítoku Nectavy v obci Šubířov [$A = 1,22 \text{ km}^2$]. Zdroj ČHMÚ

Příloha 2 Stav lokality před a v průběhu revitalizace



Obrázek 13 Betonové objekty, které byly v rámci revitalizace odstraněny (foto J. Koutný)



Obrázek 14 Zchátralá stavba v místě dnešního rybníku, nefunkční bazén v pozadí (foto J. Koutný)



Obrázek 15 Botanicky degradovaná pcháčková louka (foto J. Koutný)



Obrázek 16 Nové meandrující koryto bezejmenného přítoku Nectavy (foto J. Koutný)

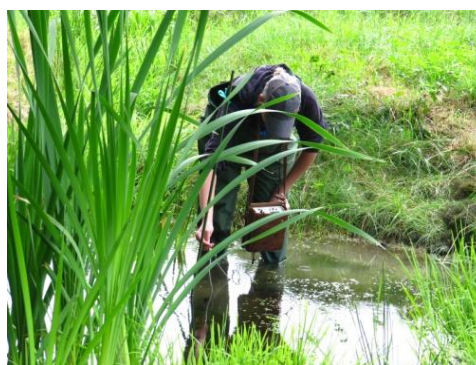
Příloha 3 Terénní měření, laboratorní analýzy



Obrázek 17 Měření hloubek v příčném profilu tůně (foto A. Bednařík)



Obrázek 18 Bambusová tyč, sloužící ke sledování kolísání vodní hladiny (foto J. Konecká)



Obrázek 19 Měření oximetrem (foto J. Konecká st.)



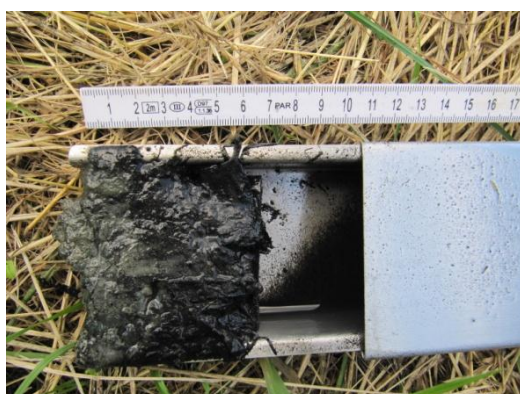
Obrázek 20 Měřicí přístroje (foto J. Konecká)



Obrázek 21 Profil odebraného sedimentu z tůně 1
(foto J. Konecká)



Obrázek 22 Profil odebraného sedimentu z tůně 4
(foto J. Konecká)



Obrázek 23 Profil odebraného sedimentu z tůně 5
(foto J. Konecká)



Obrázek 24 Profil odebraného sedimentu z tůně 7
(foto J. Konecká)



Obrázek 25 Vzorky sedimentů
v Muflové peci (foto J. Konecká)



Obrázek 26 Měření absorbance supernatantu na
spektrofotometru CECIL (foto J. Konecká)

Příloha 4 Podrobné výsledky z dílčích měření a analýz

Tabulka 7 Naměřené hodnoty výšek vodní hladiny v jednotlivých tůňích (cm)

Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
10.7.2013	56	54	60	50	45	40	58	74	70
22.7.2013	60	54	58	42	43	39	50	66	72
21.8.2013	57	54	53	44	42	35	49	72	74
21.9.2013	62	55	58	45	43	38	57	71	69
19.10.2013	62	55	60	49	43	41	58	73	78
23.11.2013	62	57	-	49	42	43	57	71	72
17.4.2014	59	56	-	35	36	28	57	70	62
19.5.2014	61	55	58	40	41	38	63	71	68
3.7.2014	52	-	54	40	40	36	55	68	58

Tabulka 8 Průběžné hodnoty teploty vody (C°)

Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
24.4.2013	11,0	12,5	13,6	14,2	13,8	-	-	-	-
21.5.2013	13,5	13,1	13,5	15,4	15,2	15,4	13,1	13,1	12,9
25.6.2013	14,2	14,7	15,0	16,7	16,6	16,3	15,6	15,3	14,8
22.7.2013	16,5	17,3	16,5	15,5	14,5	14,6	14,1	14,0	14,3
21.8.2013	13,3	13,8	13,4	12,9	13,2	13,2	12,8	13,3	13,6
21.9.2013	10,7	10,5	10,2	10,0	10,0	10,1	10,4	10,3	10,3
19.10.2013	7,6	7,3	7,6	6,9	7,0	6,9	7,0	7,6	7,8
23.11.2013	5,0	5,0	5,2	5,1	5,2	5,2	5,6	5,5	5,5
17.4.2014	7,1	6,8	7,2	7,6	6,6	7,6	6,5	6,9	7,4
19.5.2014	9,2	9,3	9,4	10,1	8,9	8,9	8,9	9,0	9,6

Tabulka 9 Chemická reakce vody (pH)

Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
24.4.2013	6,05	6,37	6,83	5,85	-	-	-	-	-
21.5.2013	5,65	6,46	6,94	5,47	5,12	5,20	7,29	7,72	7,54
25.6.2013	5,47	7,50	7,32	5,20	5,11	4,80	6,48	6,24	6,69
21.8.2013	6,10	6,73	5,80	5,71	6,35	6,49	6,55	6,15	6,26
23.11.2013	5,79	6,01	6,05	5,75	5,76	5,90	6,02	6,02	6,04
17.4.2014	5,91	6,24	6,09	5,87	5,81	5,87	6,12	6,45	6,30

Tabulka 10 Konduktivita ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)

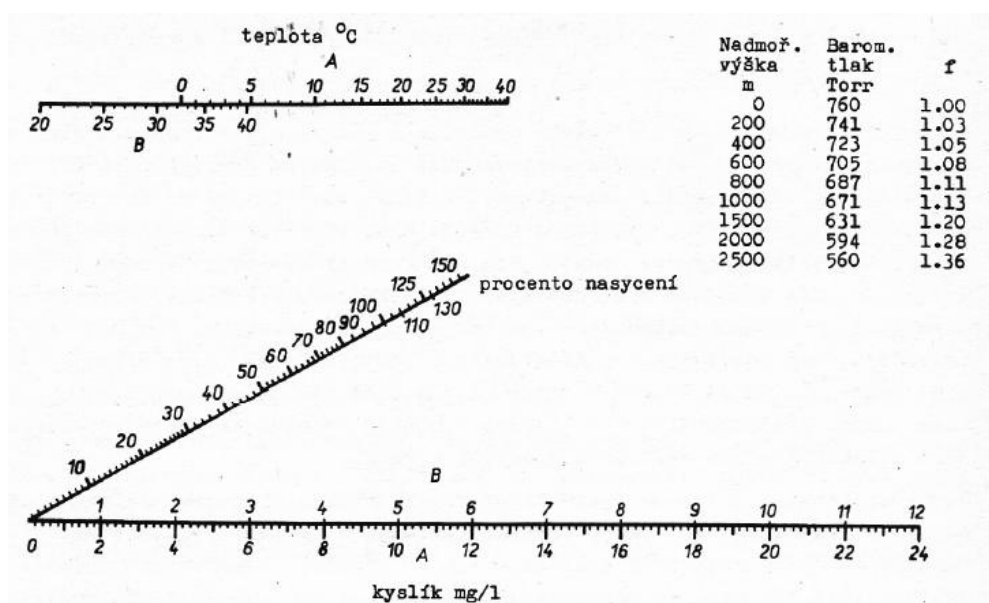
Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
24.4.2013	136	140	142	144	144	-	-	-	-
21.5.2013	134	139	142	139	140	140	165	169	169
25.6.2013	136	186	135	143	141	144	168	171	179
22.7.2013	156	168	190	175	175	173	211	233	210
21.8.2013	162	159	196	204	205	195	239	286	252
19.10.2013	157	163	190	168	169	166	216	222	223
23.11.2013	145	157	156	170	168	169	208	218	227
17.4.2014	131	133	146	148	145	147	178	182	187
19.5.2014	132	131	137	134	136	136	200	198	205

Tabulka 11 Množství rozpuštěného kyslíku (mg.l^{-1})

Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
24.4.2013	12,77	12,96	14,33	13,55	12,58	-	-	-	-
21.5.2013	11,59	12,48	14,12	12,57	11,32	11,09	14,50	10,96	11,23
25.6.2013	12,08	11,34	13,08	10,30	9,69	9,53	12,46	9,23	10,01
22.7.2013	9,39	10,06	10,95	7,27	6,51	9,02	3,76	0,19	9,31
21.8.2013	5,23	6,36	4,81	6,27	6,19	9,98	7,10	1,45	0,94
21.9.2013	5,77	5,10	3,37	5,40	4,70	4,50	4,10	3,60	2,80
19.10.2013	8,64	8,68	11,09	9,89	9,40	10,53	8,14	7,92	7,99
23.11.2013	10,96	12,66	12,52	11,50	10,74	11,08	9,57	9,15	9,54
17.4.2014	12,95	13,97	14,52	13,02	12,70	12,34	10,85	11,89	12,98

Tabulka 12 Nasycení vody kyslíkem (%)

Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
24.4.2013	132	130	151	144	130	-	-	-	-
21.5.2013	117	130	151	137	121	119	146	111	116
25.6.2013	124	117	139	113	105	105	135	103	106
22.7.2013	97	111	121	78	60	94	40	6	98
21.8.2013	50	69	50	65	60	103	72	11	11
21.9.2013	58	50	32	52	45	87	41	36	27
19.10.2013	78	76	99	89	83	93	70	71	72
23.11.2013	92	105	106	99	90	92	81	78	81
17.4.2014	116	122	130	117	112	111	95	105	116



Obr. 5.1 Nomogram pro výpočet procenta nasycení vody kyslíkem. Nalezenou koncentraci kyslíku (dolní osa) spojíme s teplotou vody (horní osa) a uprostřed odečteme procento nasycení. Nalezenou hodnotu pak násobíme faktorem z připojené tabulky podle nekorigovaného barometrického tlaku, nebo alespoň nadmořské výšky. Při teplotách, do 20°C použijeme os A, při vyšších os B.

Obrázek 27 Nomogram pro výpočet procenta nasycení vody kyslíkem

Tabulka 13 Obsah fosforečnanů PO_4^{3-} (mg.l^{-1})

Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9	Rybník
3.7.2014	0,75	0,28	0,12	0,09	0,11	0,10	0,37	0,36	0,21	0,05
19.9.2014	0,01	0,02	0,06	0,04	0,06	0,12	0,40	0,13	0,12	0,04

Tabulka 14 Obsah dusičnanů N-NO_3^- (mg.l^{-1})

Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9	Rybník
3.7.2014	2,10	2,20	1,80	1,00	1,00	0,80	2,00	1,70	1,10	1,50
19.9.2014	3,40	2,85	4,25	2,10	2,30	4,00	3,45	3,15	2,75	2,25

Tabulka 15 Obsah chlorofylu *a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$)

Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9	Rybník
3.7.2014	20,7	24,5	17,2	27,1	25,3	25,9	40,3	31,8	20,1	53,3
19.9.2014	35,5	47,4	37,9	34,9	39,2	31,4	77,6	26,6	28,4	36,8

Tabulka 16 Obsah organického uhlíku (TOC) (%)

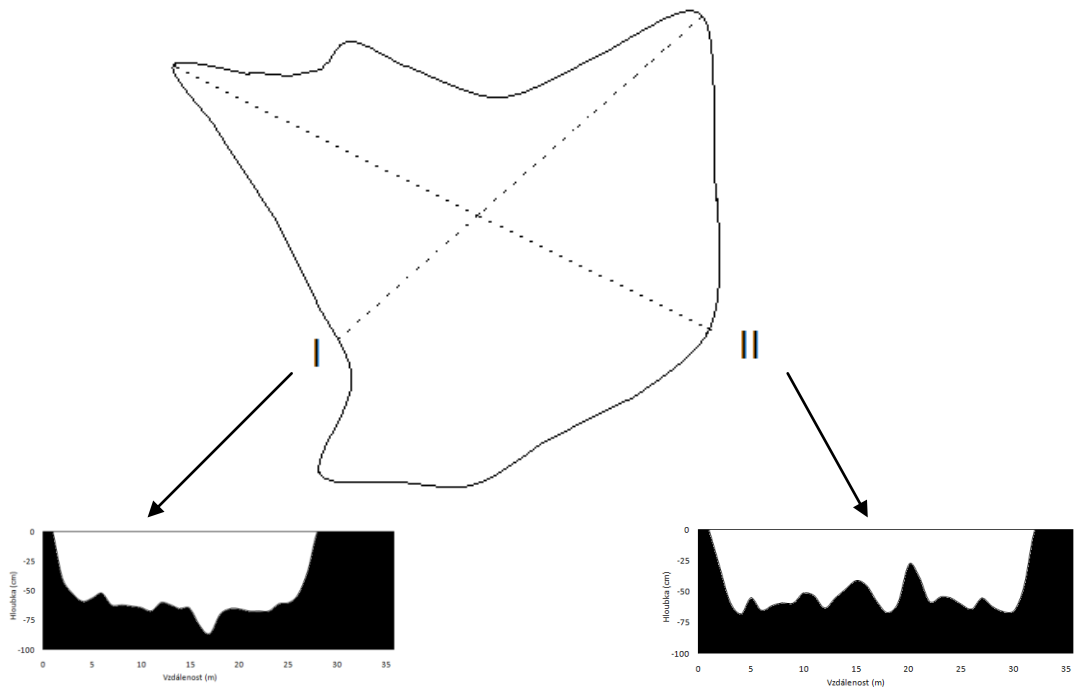
Datum	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
3.7.2014	2,67	2,40	2,18	1,16	1,94	2,10	1,94	2,60	3,20

Příloha 5 Tůně

Tůň 1



Obrázek 28 Tůň 1, květen 2013 (foto J. Konecká)

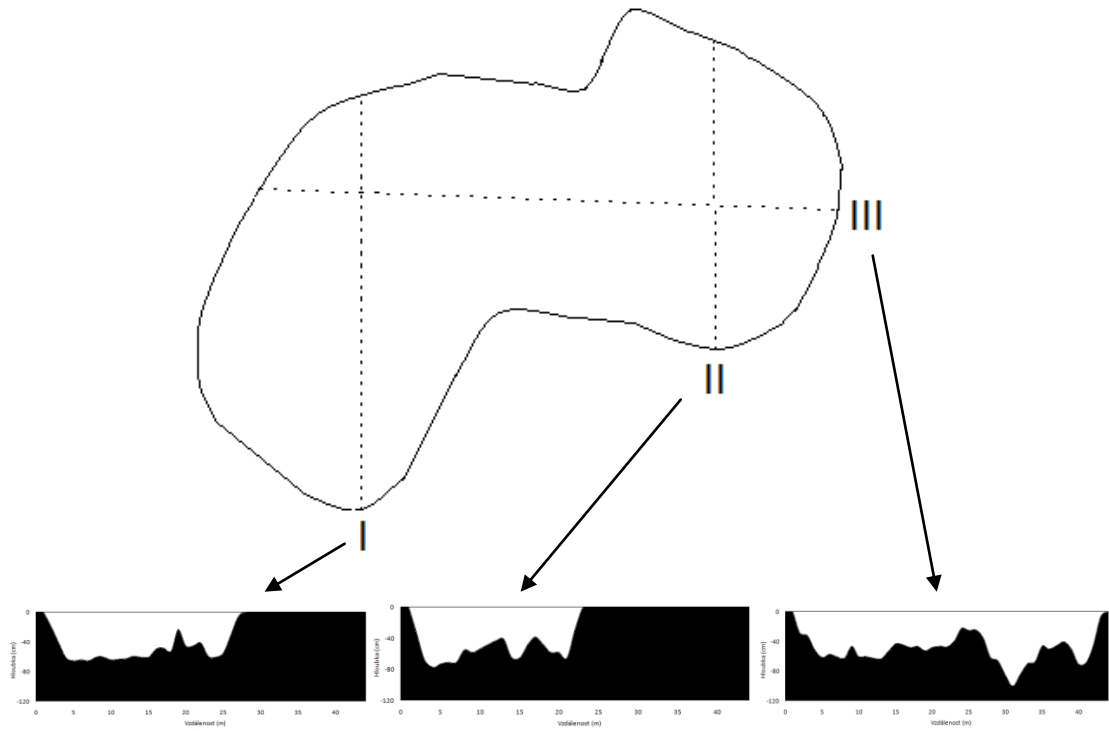


Obrázek 29: Tůň 1, profily tůně

Tůň 2



Obrázek 30 Tůň 2, první vegetační sezóna, 2011 (foto J. Koutný)

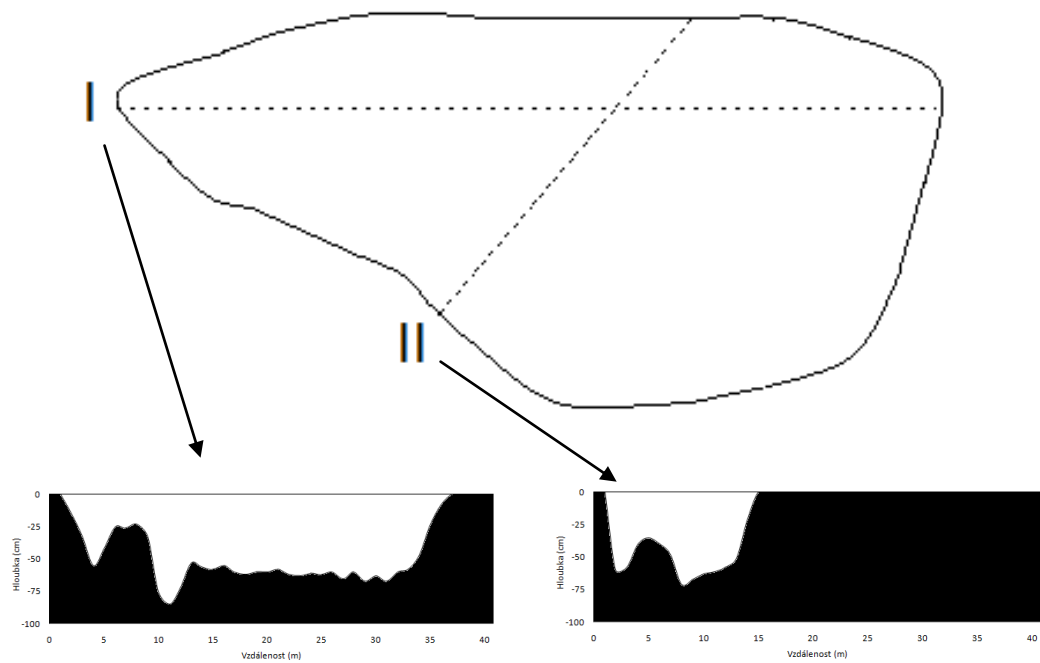


Obrázek 31 Tůň 2, profily tůně

Tůň 3



Obrázek 32 Tůň 3, červen 2013 (foto J. Konecká)

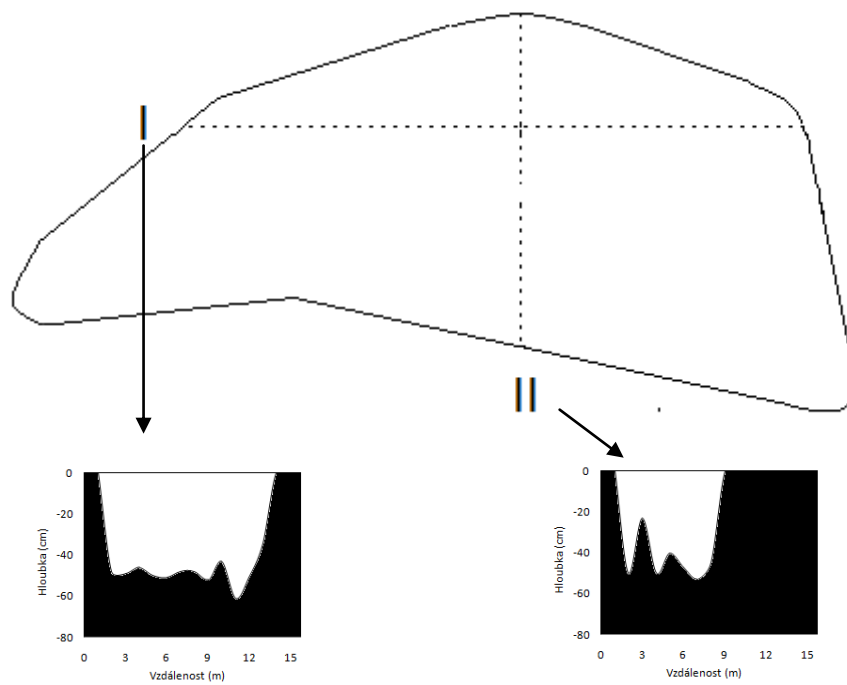


Obrázek 33 Tůň 3, profily tůně

Tůň 4



Obrázek 34 Tůň 4, duben 2014 (foto J. Konecká)

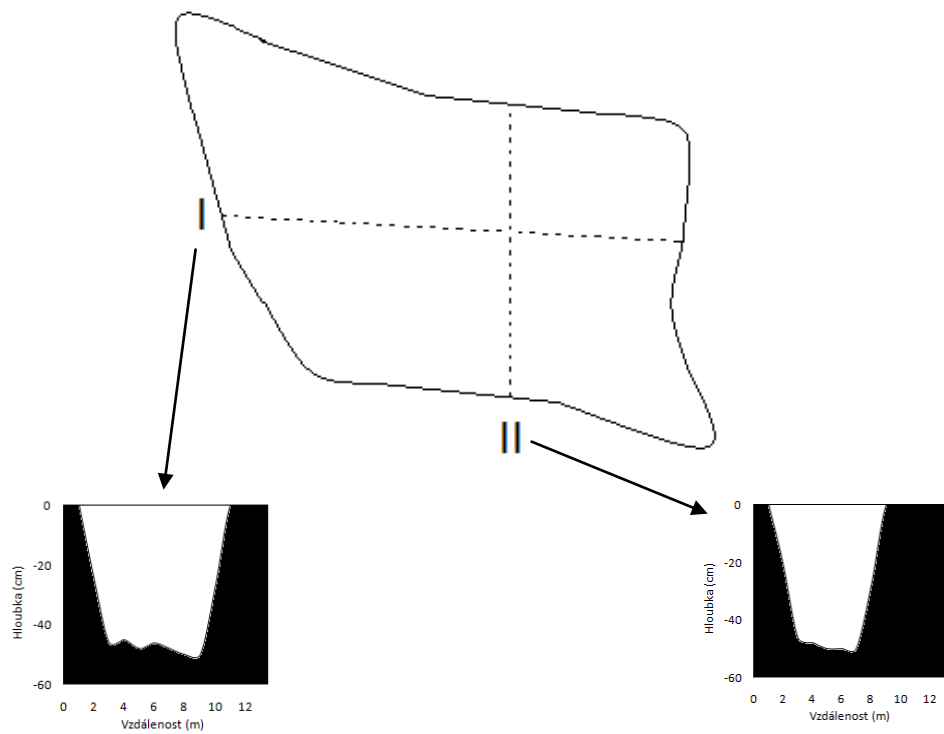


Obrázek 35 Tůň 4, profily tůně

Tůň 5



Obrázek 36 Tůň 5, duben 2014 (foto J. Konecká)

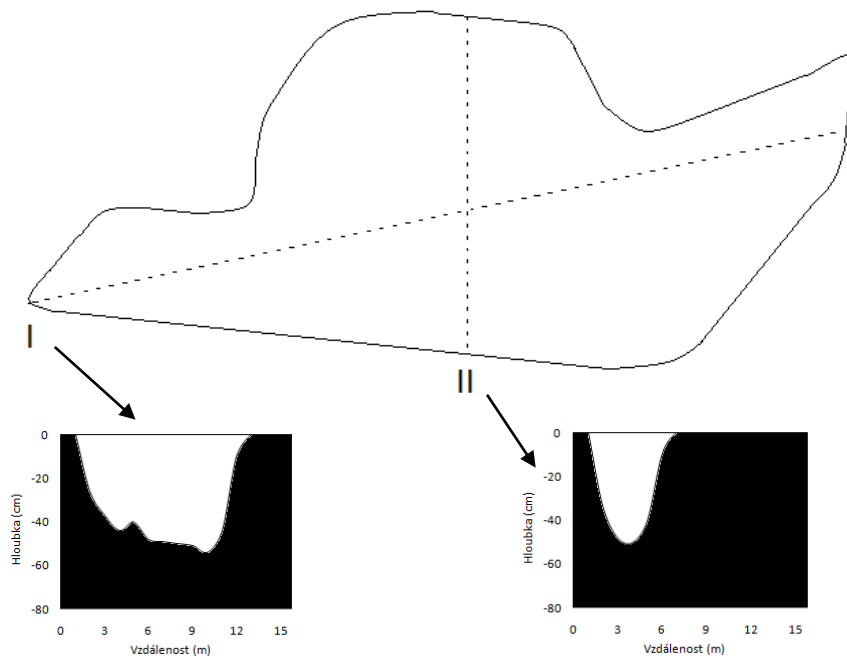


Obrázek 37 Tůň 5, profily tůně

Tůň 6



Obrázek 38 Tůň 6, duben 2014 (foto J. Konecká)

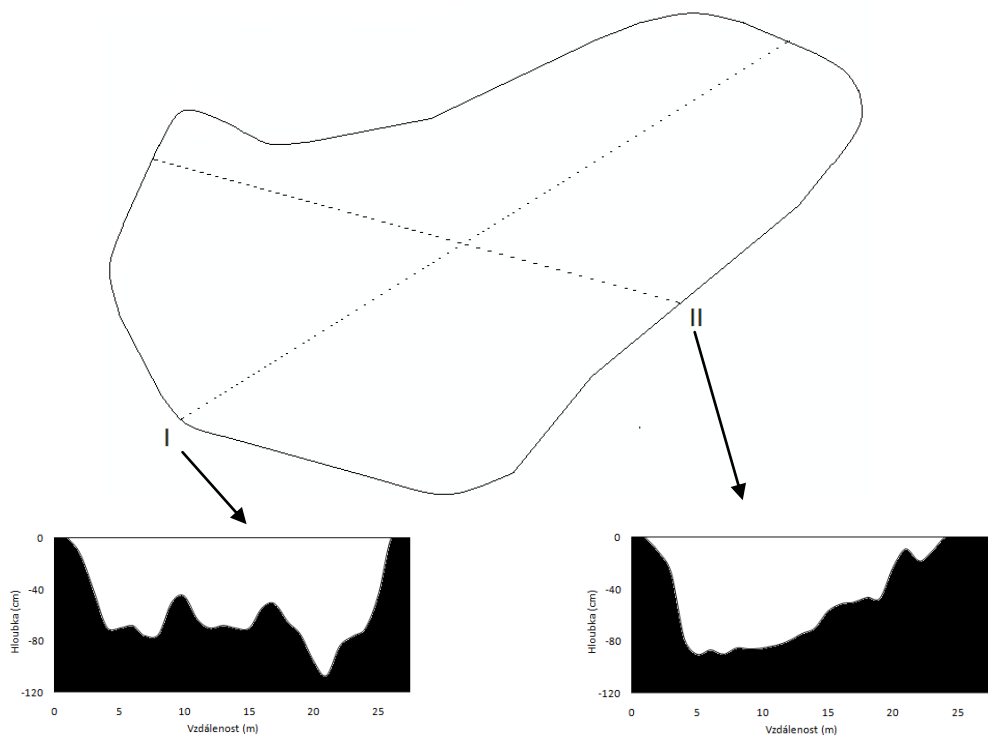


Obrázek 39 Tůň 6, profily tůně

Tůň 7



Obrázek 40 Tůň 7, duben 2014 (foto J. Konecká)

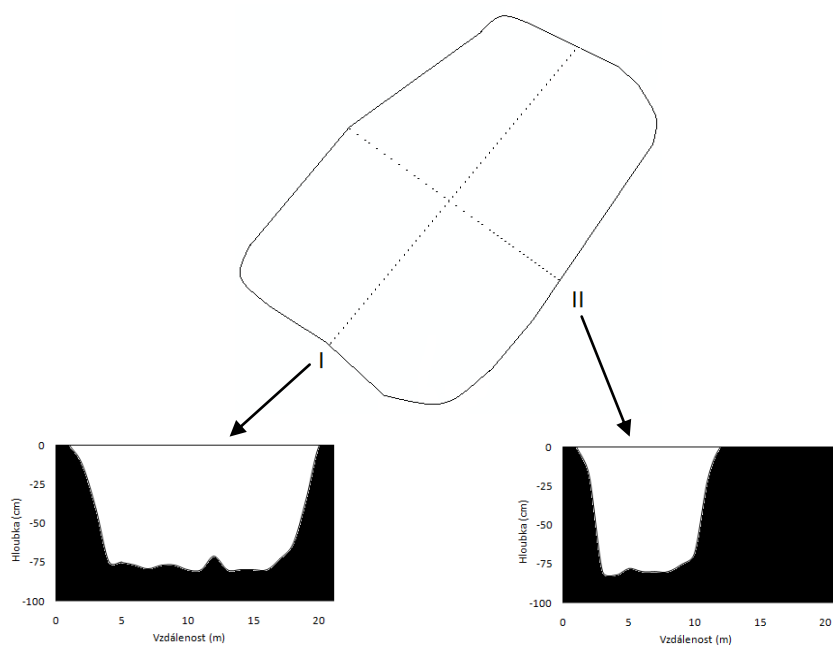


Obrázek 41 Tůň 7, profily tůně

Tůň 8



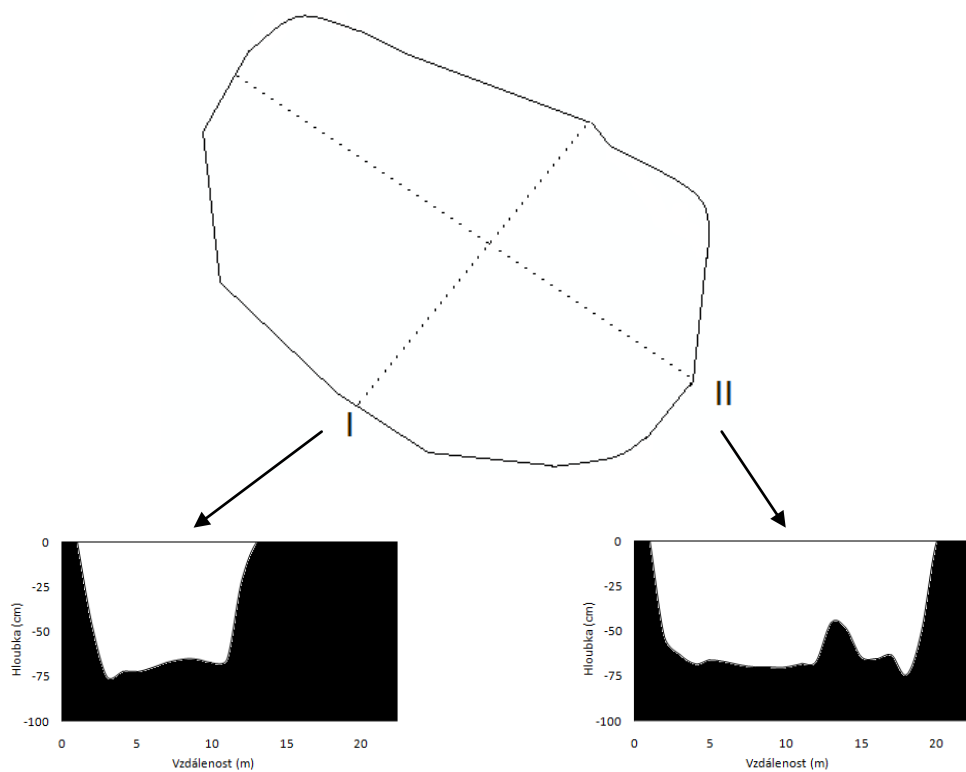
Obrázek 42 Tůň 8, duben 2014 (foto J.Konecká)



Obrázek 43: Tůň 8, profily tůně

Tůň 9

Obrázek 44 Tůň 9, duben 2014 (foto J. Konecká)



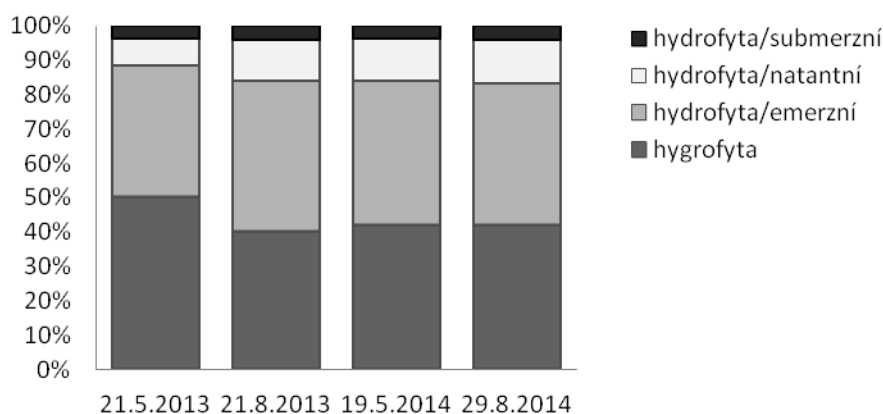
Obrázek 45 Tůň 9, profily tůně

Příloha 6 Botanický průzkum

Tůň 1

Tabulka 17 Seznam druhů hydrofytů a hygroyfytů zjištěných na tůň 1 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	POČETNOST/POKRYVNOST (Braun-Blanquet)				SPOLEČENSTVO
		21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014	
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	žabník jitrocelový	2	1	+	r	hydrofyta/emerní
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	1	1	1	1	hygrofyta
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	psárka plavá	+	+	+	+	hydrofyta
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W. D. J. Koch	hvězdoš háčkatý	2	3	2	4	hydrofyta/submerzní
<i>Carex cespitosa</i> L.	ostřice trsnatá	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.	pcháč potoční	r	r	r	r	hydrofyta
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. et Sch.	bahnička mokřadní	r	r	r	r	hydrofyta/emerní
<i>Equisetum fluvatile</i> L.	přeslička poříční	+	r	+	r	hydrofyta/emerní
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	1	+	1	+	hydrofyta/emerní
<i>Geranium palustre</i> L.	kakost bahenní	r	-	r	-	hygrofyta
<i>Geum rivale</i> L.	kuklík potoční	r	-	-	-	hygrofyta
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	zblochan vzplývavý	-	1	1	2	hydrofyta/emerní/natantní
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	+	1	1	1	hygrofyta
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	+	1	+	1	hydrofyta/natantní
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	vrbina penížková	+	r	+	r	hygrofyta
<i>Lythrum salicaria</i> L.	kypraj vrbice	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Potamogeton natans</i> L.	rdest vzplývavý	1	1	1	1	hydrofyta/natantní
<i>Ranunculus repens</i> L.	pryskyřník plazivý	r	r	r	r	hydrofyta
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	rukev obojživelná	r	r	r	r	hydrofyta/emerní
<i>Rumex aquaticus</i> L.	šťovík vodní	r	r	r	-	hydrofyta/emerní
<i>Salix alba</i> L.	vrba bílá	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	skřípina lesní	2	2	2	2	hydrofyta/emerní
<i>Sparganium erectum</i> L.	zevar vzpřímený	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Typha latifolia</i> L.	orobinec široolistý	2	2	2	4	hydrofyta/emerní
<i>Veronica beccabunga</i> L.	rozrazil potoční	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Veronica scutellata</i> L.	rozrazil štítkovitý	r	-	-	-	hygrofyta



Graf 6 Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůň 1

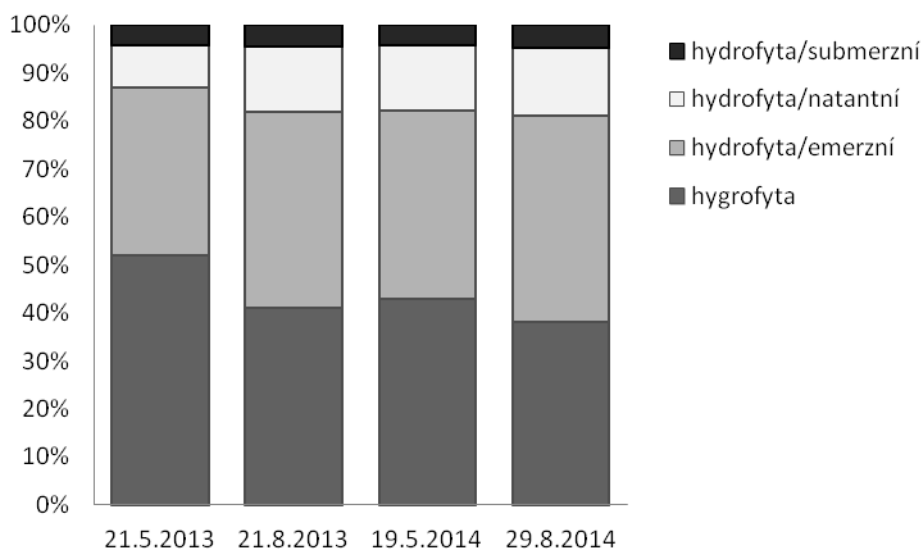
Tabulka 18 Zárost vodní plochy tůň 1 vegetací (%)

21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014
15	35	40	90

Tůň 2

Tabulka 19 Seznam druhů hydrofyt a hygroyfyt zjištěných na tůni 2 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	POČETNOST/POKRYVNOST (Braun-Blanquet)				SPOLEČENSTVO
		21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014	
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	žabník jitrocelový	2	1	+	r	hydrofyta/emerní
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	1	1	1	1	hygroyfya
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	psárka plavá	+	+	+	+	hygroyfya
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W. D. J. Koch	hvězdoš háčkatý	2	2	2	2	hydrofyta/submerzní
<i>Carex cespitosa</i> L.	ostřice trsnatá	+	+	+	+	hygroyfya
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. et Sch.	bahnička mokřadní	r	+	+	r	hydrofyta/emerní
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	vrbovka chlupatá	r	-	-	-	hygroyfya
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	přeslička poříční	r	r	r	r	hydrofyta/emerní
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	1	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Galium palustre</i> L.	svízel bahenní	r	-	r	-	hygroyfya
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	zblochan vzplývavý	-	+	+	2	hydrofyta/emerní/natantní
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	+	+	+	+	hygroyfya
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	+	1	+	1	hydrofyta/natantní
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	vrbina penížková	+	+	+	+	hygroyfya
<i>Lythrum salicaria</i> L.	kyprej vrbice	r	r	r	r	hygroyfya
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Potamogeton natans</i> L.	rdest vzplývavý	1	1	1	1	hydrofyta/natantní
<i>Ranunculus repens</i> L.	pryskyřník plazivý	r	r	r	r	hygroyfya
<i>Rumex aquaticus</i> L.	šťovík vodní	r	-	-	-	hygroyfya
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	šťovík tupolistý	r	r	r	-	hygroyfya
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	skřípina lesní	2	2	2	2	hydrofyta/emerní
<i>Sparganium erectum</i> L.	zevar vzpřímený	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Typha latifolia</i> L.	orobinec široolistý	2	3	2	5	hydrofyta/emerní
<i>Veronica beccabunga</i> L.	rozrazil potoční	r	r	r	r	hygroyfya



Graf 7 Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 2

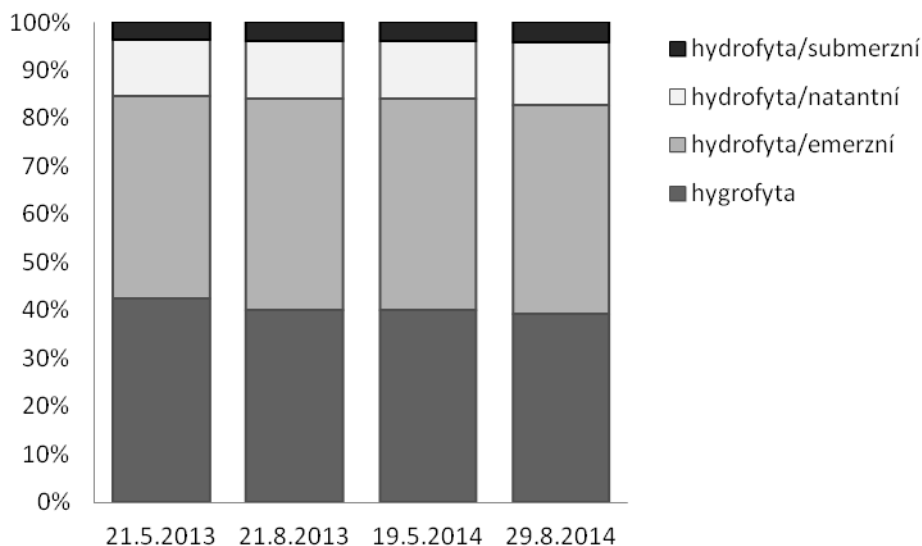
Tabulka 20 Zárost vodní plochy tůně 2 vegetací (%)

21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014
10	60	55	90

Tůň 3

Tabulka 21 Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůňi 3 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	POČETNOST/POKRYVNOST (Braun-Blanquet)				SPOLEČENSTVO
		21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014	
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	žabník jitrocelový	1	+	r	-	hydrofyta/emerní
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	1	1	1	1	hygrofyta
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	psárka plavá	1	1	1	+	hygrofyta
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W. D. J. Koch	hvězdoš háčkatý	2	3	2	3	hydrofyta/submerzní
<i>Carex cespitosa</i> L.	ostřice trsnatá	r	r	r	r	hydrofyta
<i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.	pcháč potoční	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. et Sch.	bahnička mokřadní	+	+	+	r	hydrofyta/emerní
<i>Epilobium palustre</i> L.	vrbka bahenní	r	-	-	-	hygrofyta
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	přeslička poříční	r	r	r	r	hydrofyta/emerní
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	+	+	+	r	hydrofyta/emerní
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	tužebník jilmový	r	r	r	-	hygrofyta
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	zblochan vzplývavý	+	+	1	2	hydrofyta/emerní/natantní
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	+	+	+	+	hydrofyta
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	+	1	+	1	hydrofyta/natantní
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	vrbina penízková	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Lythrum salicaria</i> L.	kyprej vrbice	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Potamogeton natans</i> L.	rdest vzplývavý	1	1	1	1	hydrofyta/natantní
<i>Rumex aquaticus</i> L.	šťovík vodní	r	r	r	r	hydrofyta/emerní
<i>Salix alba</i> L.	vrba bílá	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	skřípina lesní	2	2	2	2	hydrofyta/emerní
<i>Sparganium erectum</i> L.	zevar vzpřímený	+	+	r	r	hydrofyta/emerní
<i>Typha angustifolia</i> L.	orobinec úzkolistý	+	1	1	2	hydrofyta/emerní
<i>Typha latifolia</i> L.	orobinec široolistý	2	2	2	5	hydrofyta/emerní
<i>Veronica beccabunga</i> L.	rozrazil potoční	r	r	r	r	hygrofyta



Graf 8 Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůňi 3

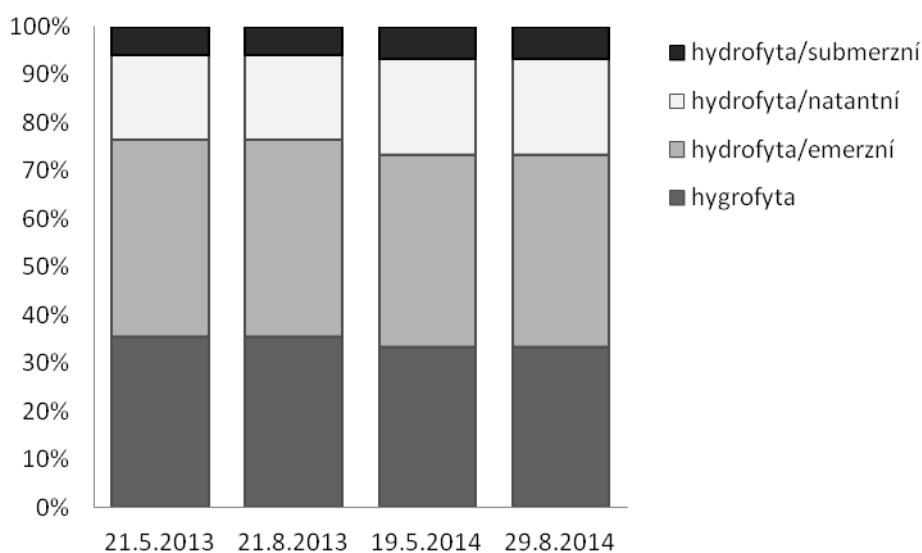
Tabulka 22 Zárost vodní plochy tůňě 3 vegetací (%)

21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014
15	25	40	90

Tůň 4

Tabulka 23 Seznam druhů hydrofyt a hygroyfyt zjištěných na tůni 4 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	POČETNOST/POKRYVNOST (Braun-Blanquet)				SPOLEČENSTVO
		21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014	
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	žabník jitrocelový	r	r	-	-	hydrofyta/emerní
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	+	+	+	+	hygroyfya
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	psárka plavá	1	2	1	2	hydrofyta
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W. D. J. Koch	hvězdoš háčkatý	+	+	+	1	hydrofyta/submerzní
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	zblochan vzplývavý	+	+	1	2	hydrofyta/emerní/natantní
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	netýkavka žláznatá	r	r	r	r	hydrofyta
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	+	+	+	+	hydrofyta
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	+	2	+	2	hydrofyta/natantní
<i>Lythrum salicaria</i> L.	kyprej vrbice	+	1	1	1	hydrofyta
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Potamogeton natans</i> L.	rdest vzplývavý	1	1	1	1	hydrofyta/natantní
<i>Ranunculus repens</i> L.	pryskyřník plazivý	r	r	-	-	hydrofyta
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	skřipina lesní	1	1	1	1	hydrofyta/emerní
<i>Sparganium erectum</i> L.	zevar vzpřímený	r	r	r	r	hydrofyta/emerní
<i>Typha latifolia</i> L.	orobinec širolistý	+	4	+	2	hydrofyta/emerní



Graf 9 Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 4

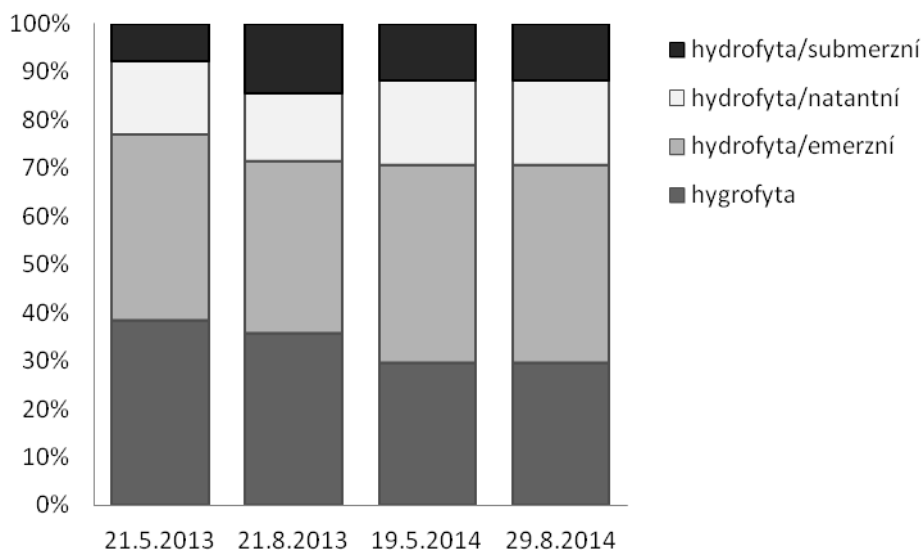
Tabulka 24 Zárost vodní plochy tůně 4 vegetací (%)

21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014
20	50	20	70

Tůň 5

Tabulka 25 Seznam druhů hydrofyt a hygroyfyt zjištěných na tůňi 5 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	POČETNOST/POKRYVNOST (Braun-Blanquet)				SPOLEČENSTVO
		21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014	
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	+	+	+	+	hygroyfyt
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W. D. J. Koch	hvězdoš háčkatý	+	1	+	2	hydrofyta/submerzní
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	tužebník jilmový	+	+	+	+	hygroyfyt
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	zblochan vzplývavý	-	-	+	+	hydrofyta/emerní/natantní
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	netýkavka žlaznatá	r	+	r	r	hygroyfyt
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	+	+	+	+	hydrofyta
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	+	2	+	2	hydrofyta/natantní
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	rákos obecný	-	-	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Potamogeton natans</i> L.	rdest vzplývavý	+	+	+	+	hydrofyta/natantní
<i>Reynoutria x bohemica</i> Chrtek & Chrtková	křídlatka česká	+	+	+	+	hygroyfyt
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	skřípina lesní	1	2	2	2	hydrofyta/emerní
<i>Sparganium erectum</i> L.	zevar vzpřímený	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Typha latifolia</i> L.	orobinec široolistý	1	5	2	5	hydrofyta/emerní



Graf 10 Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůňi 5

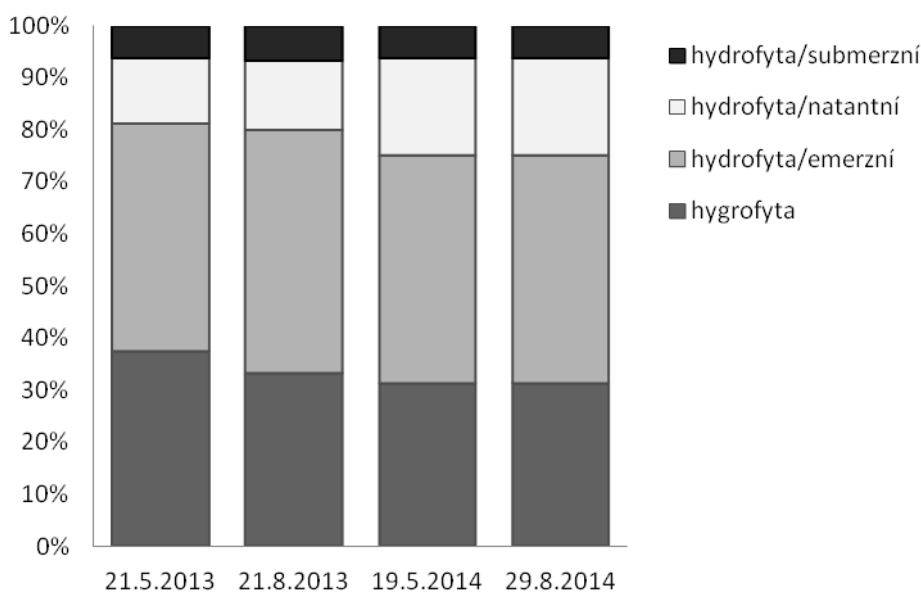
Tabulka 26 Zárost vodní plochy tůňě 5 vegetací (%)

21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014
15	60	60	90

Tůň 6

Tabulka 27 Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůňi 6 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	POČETNOST/POKRYVNOST (Braun-Blanquet)				SPOLEČENSTVO
		21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014	
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	žabník jitrocelový	r	r	-	-	hydrofyta/emerní
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W. D. J. Koch	hvězdoš háčkatý	+	1	1	2	hydrofyta/submerzní
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	tužebník jilmový	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	zblochan vzplývavý	-	-	+	+	hydrofyta/emerní/natantní
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	netýkavka žlaznatá	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	1	1	1	1	hygrofyta
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	+	1	+	1	hydrofyta/natantní
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	vrbina penízková	+	-	-	-	hygrofyta
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Potamogeton natans</i> L.	rdest vzplývavý	+	+	+	+	hydrofyta/natantní
<i>Reynoutria x bohemica</i> Chrtěk & Chrtková	křídlatka česká	+	1	1	1	hygrofyta
<i>Rumex aquaticus</i> L.	šťovík vodní	r	r	r	r	hydrofyta/emerní
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	skřípina lesní	1	1	1	1	hydrofyta/emerní
<i>Sparganium erectum</i> L.	zevar vzpřímený	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Typha latifolia</i> L.	orobínec široolistý	+	1	+	1	hydrofyta/emerní



Graf 11 Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůňi 6

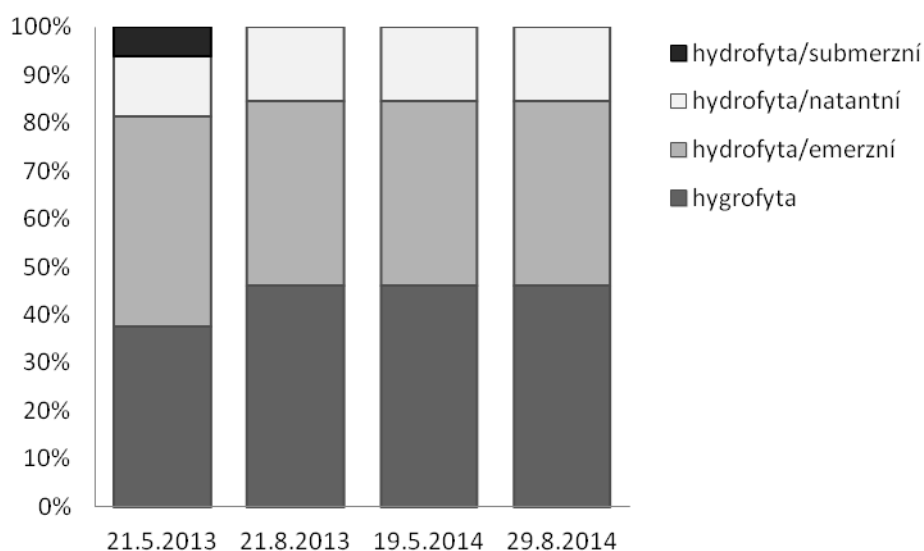
Tabulka 28 Zárost vodní plochy tůňě 6 vegetací (%)

21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014
10	20	15	30

Tůň 7

Tabulka 29 Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůňi 7 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	POČETNOST/POKRYVNOST (Braun-Blanquet)				SPOLEČENSTVO
		21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014	
<i>Acorus calamus</i> L.	puškovec obecný	r	-	-	-	hydrofyta/emerní
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	1	1	1	1	hygrofyta
<i>Caltha palustris</i> L.	blatouch bahenní	r	-	-	-	hydrofyta/emerní
<i>Carex cespitosa</i> L.	ostřice trsnatá	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	tužebník jilmový	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	zblochan vzplývavý	1	2	2	4	hydrofyta/emerní/natantní
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	1	1	1	1	hygrofyta
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	2	5	5	5	hydrofyta/natantní
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	rákos obecný	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Potamogeton crispus</i> L.	rdest kadeřavý	+	-	-	-	hydrofyta/submerzní
<i>Rumex aquaticus</i> L.	šťovík vodní	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	šťovík tupolistý	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	skřipina lesní	+	+	+	+	hydrofyta/emerní



Graf 12 Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůňi 7

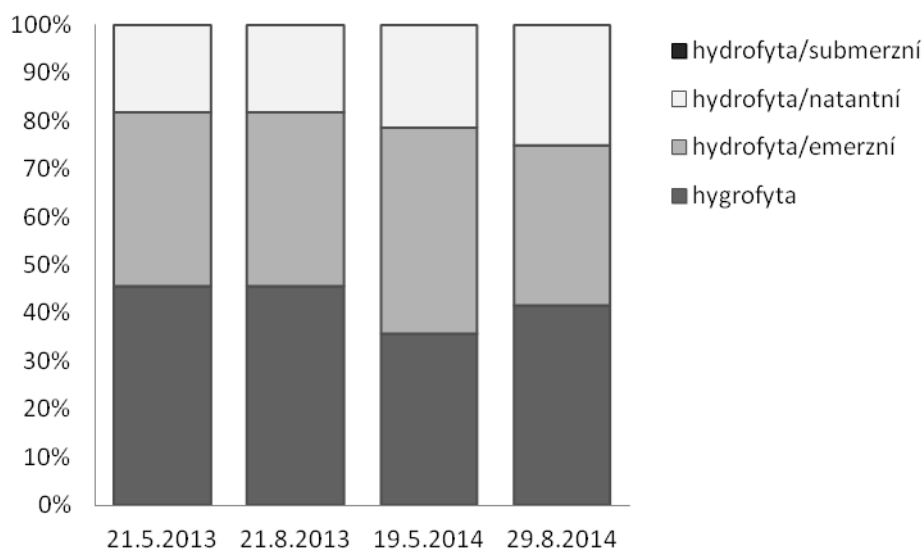
Tabulka 30 Zárost vodní plochy tůňě 7 vegetací (%)

21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014
10	95	100	100

Tůň 8

Tabulka 31 Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůni 8 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	POČETNOST/POKRYVNOST (Braun-Blanquet)				SPOLEČENSTVO
		21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014	
<i>Acorus calamus</i> L.	puškovec obecný	-	r	r	r	hydrofyta/emerní
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	1	1	1	1	hygrofyta
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. et Sch.	bahnička mokřadní	+	+	+	-	hydrofyta/emerní
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	vrbovka chlupatá	r	r	r	-	hygrofyta
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	r	r	r	-	hydrofyta/emerní
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	tužebník jilmový	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	zblochan vzplývavý	-	-	+	2	hydrofyta/emerní/natantní
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	+	+	1	1	hygrofyta
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	2	5	5	5	hydrofyta/natantní
<i>Nymphaea alba</i> L.	leknín bílý	r	r	r	r	hydrofyta/natantní
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Rumex aquaticus</i> L.	šťovík vodní	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	skřipina lesní	1	1	1	1	hydrofyta/emerní



Graf 13 Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůni 8

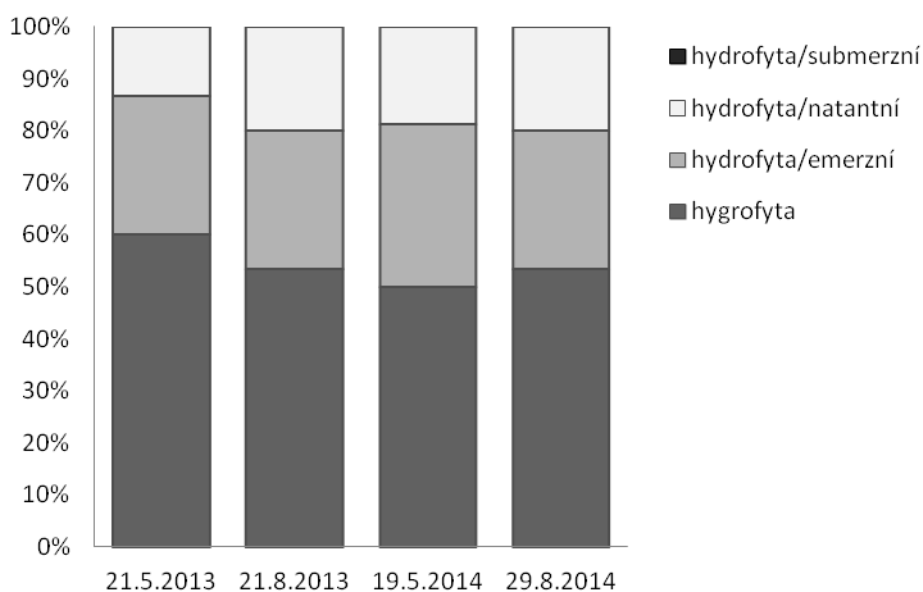
Tabulka 32 Zárost vodní plochy tůně 8 vegetací (%)

21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014
10	95	100	100

Tůň 9

Tabulka 33 Seznam druhů hydrofyt a hygroyt zjištěných na tůňi 9 a jejich početnost/pokryvnost dle Braun-Blanquetovi stupnice

VĚDECKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	POČETNOST/POKRYVNOST (Braun-Blanquet)				SPOLEČENSTVO
		21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014	
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	olše šedá	1	1	1	1	hygrofyta
<i>Caltha palustris</i> L.	blatouch bahenní	r	-	r	-	hydrofyta/emerní
<i>Carex cespitosa</i> L.	ostřice trsnatá	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.	pcháč potoční	r	-	-	-	hygrofyta
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	zblochan vzplývavý	-	+	+	+	hydrofyta/emerní/natantní
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	netýkavka žlaznatá	r	r	+	+	hygrofyta
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Lemna minor</i> L.	okřehek menší	+	5	+	1	hydrofyta/natantní
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	vrbina penízková	+	r	+	r	hygrofyta
<i>Lythrum salicaria</i> L.	kyprej vrbice	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Mentha longifolia</i> (L.) L.	máta dlouholistá	+	+	+	+	hygrofyta
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	chrastice rákosovitá	+	+	+	+	hydrofyta/emerní
<i>Potamogeton natans</i> L.	rdest vzplývavý	r	r	r	r	hydrofyta/natantní
<i>Ranunculus repens</i> L.	pryskyřník plazivý	r	r	r	r	hygrofyta
<i>Typha angustifolia</i> L.	orobinec úzkolistý	+	+	+	+	hydrofyta/emerní



Graf 14 Vývoj procentuálního zastoupení rostlinných společenstev na tůňi 9

Tabulka 34 Zárost vodní plochy tůňe 9 vegetací (%)

21.5.2013	21.8.2013	19.5.2014	29.8.2014
5	100	100	10

Příloha 7 Analýza dat

Tabulka 35 Sørensenův S_S a Jaccardův index S_J podobnosti jednotlivých tůní

		Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4	Tůň 5	Tůň 6	Tůň 7	Tůň 8	Tůň 9
Tůň 1	S_S	1	0,78	0,85	0,70	0,52	0,64	0,43	0,45	0,52
	S_J	1	0,65	0,73	0,54	0,36	0,47	0,27	0,29	0,36
Tůň 2	S_S	0,78	1	0,82	0,75	0,56	0,68	0,51	0,54	0,51
	S_J	0,65	1	0,69	0,60	0,39	0,52	0,35	0,37	0,35
Tůň 3	S_S	0,85	0,82	1	0,68	0,60	0,71	0,50	0,53	0,55
	S_J	0,73	0,69	1	0,52	0,43	0,56	0,33	0,36	0,38
Tůň 4	S_S	0,70	0,75	0,68	1	0,77	0,79	0,45	0,48	0,58
	S_J	0,54	0,60	0,52	1	0,63	0,65	0,29	0,32	0,41
Tůň 5	S_S	0,52	0,56	0,60	0,77	1	0,88	0,60	0,57	0,47
	S_J	0,36	0,39	0,43	0,63	1	0,78	0,43	0,40	0,30
Tůň 6	S_S	0,64	0,68	0,71	0,79	0,88	1	0,56	0,60	0,50
	S_J	0,47	0,52	0,56	0,65	0,78	1	0,39	0,43	0,33
Tůň 7	S_S	0,43	0,51	0,50	0,45	0,60	0,56	1	0,71	0,47
	S_J	0,27	0,35	0,33	0,29	0,43	0,39	1	0,56	0,30
Tůň 8	S_S	0,45	0,54	0,53	0,48	0,57	0,60	0,71	1	0,36
	S_J	0,29	0,37	0,36	0,32	0,40	0,43	0,56	1	0,22
Tůň 9	S_S	0,52	0,51	0,55	0,58	0,47	0,50	0,47	0,36	1
	S_J	0,36	0,35	0,38	0,41	0,30	0,33	0,30	0,22	1

Výpočet stupně ekologické stability k.ú. Šubířov před revitalizací

$$\frac{355148 + 5567570 + 18516 + 2662286 + 821996 + 128228 + 446}{2535484} = 1,79$$

Výpočet stupně ekologické stability k.ú. Šubířov po revitalizaci

$$\frac{355148 + 567570 + 18516 + 2662286 + 821996 + 191428 + 446}{2535484} = 1,82$$