

Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity  
České Budějovice

Magisterská práce



Biodiverzita a ekologie makrofyt vybraných stojatých vod  
v aluviu horního toku Lužnice

Vypracovala: Bc.Olga Dvořáková

2008

Vedoucí práce: RNDr.Štěpán Husák, CSc.

**Anotace**

Dvořáková O. (2008): Biodiverzita a ekologie makrofyt vybraných stojatých vod v aluviu horního toku Lužnice.

[Biodiversity and ecology of macrophytes in selected standing waters in the floodplain of the Lužnice river (South Bohemia, Czech Republic)] M.Sc. Thesis, University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice.

**Abstract**

This is a field study describing seven backwaters in the floodplain of the Lužnice river. The backwaters include alluvial pools, river arms and oxbows which differ in their genesis, morphology, hydrological régime, macrophyte vegetation and chemistry of water and sediments. The study was carried out in the Třeboňsko – Protected Landscape Area and Biosphere Reserve, South Bohemia, Czech Republic. The data on species composition of the vegetation on transects of the backwaters are supplemented by water and sediment analyses ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ , Ca, Na, Mg, K,  $\text{NH}_4$ , total P and N, pH, conductivity, alkalinity,  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ), and % organic compounds.

Ráda bych poděkovala všem lidem, kteří mi s touto prací (byť sebemeně) pomohli, zejména svému školiteli RNDr. Štěpánu Husákovi CSc. a konzultantům RNDr. Janu Květovi, CSc., Mgr. Rostislavu Černému, CSc., RNDr. Jaroslavu Vrbovi, CSc., rovněž Mgr. Lukáši Šmahelovi a pracovním laboratoře Botanického ústavu AVČR v Třeboni, Haně Struskové a dalším.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury a za odborného vedení RNDr. Štěpána Husáka, CSc.

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

V Českých Budějovicích 16. dubna 2008 .....

# Obsah

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>4</b>
<b>2 CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉ OBLASTI</b> .....	<b>6</b>
2.1 Vymezení oblasti .....	6
2.2 Charakteristika území .....	6
2.2.1 Klima.....	6
2.2.2 Geologie a pedologické poměry.....	7
2.2.3 Hydrologické poměry.....	8
2.2.4 Třeboňsko, Horní Lužnice, Stará řeka, Nová řeka a Novořecké močály .....	9
<b>3 LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>11</b>
3.1 Definice a základní charakteristka mokřadů .....	11
3.2 Lentické a lotické ekosystémy.....	11
3.3 Vodní makrofyta .....	12
3.4 Říční niva.....	13
3.5 Hydrologický režim a vliv povodně.....	14
3.6 Tůně a slepá ramena .....	16
3.7 Říční niva Lužnice .....	17
<b>4 METODIKA</b> .....	<b>20</b>
4.1 Lokalizace .....	20
4.2 Hodnocení vegetace.....	21
4.3 Hodnocení chemických parametrů kvality vody.....	22
4.3.1 Zpracování rozborů vody .....	22
4.4 Hodnocení chemických parametrů sedimentu .....	22
4.4.1 Zpracování rozborů sedimentu.....	23
4.5 Statistická analýza .....	23
<b>5 VÝSLEDKY</b> .....	<b>25</b>
5.1 Popisy tůní .....	25
5.2 Popisy společenstev na transektech tůněmi .....	35
5.3 Bližší charakteristika populací žebrotky bahenní ( <i>Hottonia</i> .....	45
<i>palustris</i> ) na sledovaných tůních .....	45
5.4 Statistické vyhodnocení dat.....	47

<b>6 DISKUSE .....</b>	<b>49</b>
6.1 Typ a morfologie tůní .....	49
6.2 Vodní režim .....	51
6.3 Chemismus vody a sedimentu .....	52
6.4 Vegetace–faktory ovlivňující její složení (zastínění, výška vodního,.....	54
sloupce, zazemnění) .....	54
6.5 Příčiny variability vegetace na studovaných tůních.....	56
6.6 Rozdělení tůní podle hlavních parametrů prostředí.....	58
6.7 Ochrana a management .....	59
<b>7 ZÁVĚR .....</b>	<b>63</b>
7.1 Popsané stojaté vody lze podle jejich vlastností rozdělit na tyto čtyři skupiny:.....	63
7.2 Splnění stanovených cílů práce: .....	63
7.3 Odpovědi na položené otázky: .....	64
<b>8 POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>66</b>
<b>9 SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>75</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>76</b>

# 1 Úvod

Současná lidská civilizace čelí řadě globálních i lokálních problémů v oblasti ochrany přírody a krajiny ([www.env.cz](http://www.env.cz), 20.3. 2008). Jednou z pravděpodobných příčin změn ekosystémů v důsledku lidské činnosti je narušená rovnováha mezi malým a velkým koloběhem vody (Kravčík 2000). Ve zdravé krajině tvoří voda a vegetace jeden ucelený celek. To znamená, že ekosystémy s dobře vyvinutou vegetací mají stabilizující efekt na rovnováhu v koloběhu vody. To zejména platí o mokřadech, které jsou zpravidla velmi dobře zásobeny vodou.

Bohužel plocha funkčních a stabilních mokřadů byla v minulosti razantně zredukována jak celosvětově, tak v rámci ČR (Beazley 1993, Němec et Hladný 2006). Zbývající zachovalé mokřadní ekosystémy proto nejen plní funkce mokřadů jako je např. stabilizace klimatu, biodiverzita, akumulace živin a uhlíku (Pokorný et al. 1996), ale také slouží jako modelové srovnávací systémy, jimiž se můžeme inspirovat při tvorbě mokřadů nových a revitalizaci poškozených (Boon et al. 2000, Gee et al. 1997).

Cílem mé práce proto bylo zhodnotit druhové složení vegetace stojatých vod funkčního komplexu mokřadů ve vybrané říční nivě (Lužnice) ve vztahu k určujícím faktorům prostředí. Výsledky mají posloužit jako podklad pro navrhování revitalizací podobných vodních ploch.

Pro splnění tohoto rámcového cíle jsem si stanovila následující dílčí cíle:

- Popsat strukturu vegetace vodních a mokřadních společenstev ve vybraných ramenech a tůních středního toku řeky Lužnice.
- Analyzovat hlavní parametry prostředí těchto stojatých vod.
- Podat návrhy vhodného ochrannářského managementu pro zkoumaná říční ramena a tůně.

## **2 Charakteristika studované oblasti**

### **2.1 Vymezení oblasti**

Studované území zahrnuje nivu Lužnice v délce přibližně 1 km. Zkoumaná plocha začíná asi 20 m před Rozvodím t.j. v místě, kde se rozpojuje Stará a Nová Řeka. Dále pokračuje po Novořecké hrázi podél Nové Řeky a končí několik metrů za Dlouhým mostem. Zkoumaná plocha se nachází v tomto rozmezí napravo po proudu od Nové Řeky.

Z hlediska regionálního členění povrchu České republiky patří toto území do Českomoravské soustavy, podsoustavy Jihočeských pánví a je součástí geomorfologického jádra Třeboňské pánve – podcelku Lomnická pánev (Balatka et Sládek 1980).

Z hlediska fyto geografického členění České republiky patří území do Českomoravského mezofytika a do fyto geografického okresu 39 – Třeboňské pánve (Skalický 1988).

Celé území svým výškovým rozpětím patří do suprakolinního vegetačního stupně.

### **2.2 Charakteristika území**

#### **2.2.1 Klima**

Podle Quittova členění (Quitt 1971) se oblast řadí do mírně teplé oblasti MT10, mírně vlhké. Pro tuto oblast jsou charakteristické mírně teplé a vlhké zimy pahorkatiného typu. Okraje pánve jsou opět mírně teplé a vlhké, ovšem vrchovinného typu. Průměrná roční teplota je kolem 8 °C. Nejteplejším měsícem je červenec s 18 °C, nejstudenějším je leden s průměrnou teplotou -2,8 °C.

Roční úhrn srážek se pohybuje okolo 650 mm (Janda 1994). Vegetační období trvá v průměru 7 měsíců, od začátku dubna do konce října.

Klimatické poměry Horní Lužnice je možné považovat za více oceanické než kontinentální středoevropské makroklima, protože zde neexistují extrémní teplotní výkyvy.

Z ekologického hlediska je také důležitý vliv rybníků a rašelinišť, neboť působí jako tepelné akumulátory. Na tepelnou bilanci mají vliv i mělké vody, pobřežní rákosiny a luční porosty (Přibáň 1978).

### **2.2.2 Geologie a pedologické poměry**

Geologický podklad Třeboňské pánve tvoří přeměněné horniny pláště moldanubika (biotitické a biotickosillimanitické paruly s přechodem do svorových rul a svorů). Na nich leží jako výplň pánve až několikasetmetrová souvrství svrchnokřídových a třetihorních sedimentů.

Větší význam pro konfiguraci nivy mají kvarterní sedimenty. Pleistocenní fluvialní sedimenty mají charakter převážně písčitých až štěrkopísčitých uloženin, které omezují šíři nivy ve formě několika nad sebou ležících teras. Holocenní sedimenty vyplňují plochu vlastní nivy a mají charakter jílovitohlinitých písků až písčitých jílu (Chábera et al. 1985).

Z hlediska pedologických poměrů je Třeboňská pánev, v rámci České republiky, plošně nejrozsáhlejší oblastí, ve které půdotvorný substrát tvoří nezpevněné předkvarterní sedimenty.

Důležitou roli v plochém akumulacním reliéfu nivy hraje intenzita hydromorfního vývoje, kdy vlivem různého stupně zamokření podzemní a záplavovou vodou z řeky nebo z pramenů na úpatí teras se střídají geneticky příbuzné anhydromorfní, semihydromorfní až hydromorfní půdy (Prach et al. 1988).

Oblast je druhým nejvýznamnějším územím v České republice v zastoupení hnědých podzolovaných půd a pravých podzolů v poměrně nízké nadmořské výšce. Nacházejí se zde také největší souvislé celky organogenních půd. Lze zde nalézt i lehké půdy regosoly.

Na transektu nivy mají dominantní zastoupení nivní půdy. V terénních depresích a v místech s jílovitým materiálem v půdním profilu se objevují oglejené a glejové formy až pseudogleje. Na dně trvalých tůní se nacházejí hydromorfní saptopelové půdy (Prach et al. 1988).



### 2.2.3 Hydrologické poměry

Vodní osu Třeboňska tvoří řeka Lužnice, která pramení na rakouském území Novohradských hor, na západním svahu Eichelbergu ve výšce 990 m.n.m. a ústí do Vltavy u Týnu nad Vltavou v nadmořské výšce 347 metrů. Délka toku je kolem 200 km a plocha povodí 4226 km<sup>2</sup>. Průměrný spád činí 2.8 ‰, průměrný průtok u ústí je 24,3 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, specifický odtok 5,75 l.s<sup>-1</sup>km<sup>-2</sup>, odtokový součinitel činí 0.27, křivolakost 2.80, charakteristika povodí 0.12 (povodí protáhlé). Nejvyšší průtok byl zaznamenán 16.8. 2002 v Bechyni 666 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, nejnižší 6.7. 1994 ve stanici Pilař u Majdalény 0.445 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Lesnatost povodí je kolem 30 % (Chábera et al. 1985).

Vodní režim řeky Lužnice je podobný jako u většiny řek. Nejvyšší vodní stavy jsou na jaře v době tání sněhu v pramenné oblasti a počátkem léta jako následek letní bouřkové činnosti. Nejnižší stavy jsou koncem léta a na podzim. Podzimní minimum je vylepšováno vypouštěním rybníků v době výlovů a po celý rok přirozenými vývěry podzemních vod ze sedimentů Třeboňské pánve (Černý 1994).

Tok Lužnice je možné rozdělit do čtyř odlišných úseků podle spádové křivky toku. Studovaná oblast spadá do třetího úseku zhruba na 160. říčním kilometru. V 500 m nadmořské výšce řeka vtéká do Třeboňské pánve, kde vytváří širokou nivu složenou z písku, šterku a jílových sedimentů, s množstvím meandrů, slepých ramen a tůní. Niva Lužnice je formována systémem teras různého stáří.

Na 149 říčním kilometru řeka Lužnice přijímá řeku Dračici, dále pak Kostěnický potok a přítok Tušť. Na 117 říčním kilometru u Chlumu u Třeboně se odpojuje Zlatá Stoka a zpět se vrací před Veselím nad Lužnicí. Nová Řeka se odvětvuje u obce Majdaléna na 109 říčním kilometru. Pod obcí Majdaléna se Lužnice dělí na Starou a Novou Řeku, která odvádí vodu do Nežárky. Stará Řeka teče do Rožmberka a dále pak do Veselí nad Lužnicí, kde se spojuje s Nežárkou.

Průměrný spád je zde velmi malý (0.8 ‰). Při značné rozkolísanosti průtoků se zde projevuje určité zúžení amplitudy průtoků vlivem přirozených vývěrů spodní vody v nivě.

Podle Černého (1994) kapacita koryta řeky umožňuje průtok cca 6 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, aniž by docházelo k vybřežení. Při vyšších průtocích se již voda vylévá z koryta do nivy a uplatňuje se její erozně akumulární činnost v přilehlých tůních. To má nezastupitelný význam pro dynamiku rozvoje makrofyty a umožňuje to i poměrně velké změny vzhledu mnohých tůní v průběhu jednotlivých let.

Vzhledem k velké propustnosti sedimentů nivy kopíruje hladina tůní velmi často hladinu vody v řece. Výjimkou jsou tůně, které jsou nepřetržitě zásobovány vodou z podzemních pramenů terasy. Při snížených vodních stavech v korytě řeky lze předpokládat jednosměrné proudění podzemní vody od terasy k řece. To spolu s dalšími faktory má vliv základní chemismus vody v jednotlivých tůních, a tím i charakter makrofytní vegetace (Pechar et al. 1988).

#### **2.2.4 Třeboňsko, Horní Lužnice, Stará řeka, Nová řeka a Novořecké močály**

Třeboňská pánev je oblast, která stále vykazuje vysokou přírodní diverzitu, hlavně díky kombinaci geologických, hydrologických a antropogenních faktorů. Během doby lidé vytvořili vyrovnanou krajinu s vyváženým množstvím lesů, luk, mokřadů, rybníků, orné půdy a zastavěné plochy.

Třeboňsko má od roku 1979 statut Chráněné krajinné oblasti, od roku 1977 Biosférické rezervace UNESCO, patří do něj oblast přirozené akumulace podzemních vod (CHOPAV 1981) a je zařazeno do Ramsarské úmluvy o ochraně mokřadů mezinárodního významu. Dva vybrané soubory mokřadů (Třeboňské rybníky a Třeboňská rašeliniště) jsou vyhlášeny jako mokřady mezinárodního významu podle Ramsarské úmluvy.

Oblast Horní Lužnice vymezují Prach et al. (1988). V širším slova smyslu je to území od státní hranice po rybník Rožmberk, v užším pojetí území mezi Novou Vsí nad Lužnicí a Suchdolem nad Lužnicí. Celá plocha Horní Lužnice byla zařazena Českým ramsarským výborem mezi mokřady regionálního a národního významu.

Stará řeka byla vyhlášena v roce 1956 na ploše 1200 ha největší Státní přírodní rezervací Třeboňska. Jižní hranice probíhá po hrázi Novořeckých splavů a severní hranice leží u obce Stará Hlína. Osou rezervace je původní koryto řeky Lužnice.

Jednou z nejcennějších částí Státní přírodní rezervace Stará řeka je území, které tvoří okraj rezervace a částečně se již nachází mimo tzv. Novořecké močály. V této mírně průtočné lokalitě se stojatými tůněmi, nepřímo spojené s Novou řekou asi 0.5 km zarostlým kanálem, se díky specifickým přírodním podmínkám a způsobu hospodaření, vytvořila velmi cenná společenstva mokřadní vegetace – extensivní louky, rákosiny s otevřenými vodními plochami, porosty ostřic a zblochanu, rozsáhlé vrbové a tavelníkové porosty.

Nová řeka – umělý, ručně kopaný kanál dlouhý 14 106 km vznikl za 1,5 roku od roku 1585. Byl vybudován pro ochranu rybníka Rožmberk před povodní. Tím byla velká voda odkloněna z Lužnice do Nežárky. Kanál byl z Lužnice odkloněn v místě dnešních Novořeckých splavů a do dnešní doby získal přírodní ráz.

## 3 Literární přehled

### 3.1 Definice a základní charakteristika mokřadů

Ve světě existuje mnoho různých definic „mokřadů“, které se v detailech navzájem liší podle účelu, pro něž byly vytvořeny. Hlavní rysy mokřadů shrnuje např. Mitsch a Gosselink (Mitsch et Gosselink 2000). Mokřady jsou vodní útvary přechodné povahy mezi terestrickými a vodními ekosystémy. Vodní hladina obvykle leží blízko povrchu substrátu, anebo je to území mělce zaplavené. Nacházejí se v litorálních zónách rybníků a jezer, v místech špatně odvodňovaných prameništ' nebo srážkově bohatých horských poloh a zejména v nivách přirozeně tekoucích řek a toků (Němec et Hladný 2006).

Mokřady patří k vysoce diversifikovaným ekosystémům. Díky obsahu organominerálního sedimentu mají velkou zadržovací schopnost pro vodu. Ta má velkou tepelnou kapacitu a díky tomu se v parných dnech velké množství energie spotřebovává a okolí se tak ochlazuje. (Pokorný et al. 1996). Nejenom dlouhodobé, ale i krátkodobé zatopení vodou má však na vegetaci zásadní dopad. Po zaplavení se půdní póry bohaté na vzduch zaplní a během krátké doby dojde k úplnému vyčerpání kyslíku. Přežit anaerobní podmínky může pouze adaptovaná vegetace (Keddy 2000).

### 3.2 Lentické a lotické ekosystémy

Dodnes používanou terminologii LOTIC a LENITIC (LENTIC) představil Thienemann (1912) a rozlišil tak tekoucí a stagnující části říční nivy.

Lenitické neboli stojaté ekosystémy mají mnohem delší historii komplexního výzkumu. Důvodem pro to je jejich relativní uzavřenost, rigidnější prostorová organizace (zonace břehů, výška hladiny) a výraznější teplotní a kyslíková stratifikace (Jeník et Prach 1988). Naproti tomu lotické ekosystémy mají výraznější dynamiku proudící vody, velkou délku břehových linií, a tedy i větší otevřenost ekosystémů a téměř nepatrnou teplotní stratifikaci (Odum 1977). Lotickým systémem říční nivy, zahrnující v sobě hydrikové i terestrické ekosystémy, probíhají podle Jeníka a Pracha (Jeník et Prach 1988) materiálové, energetické a informační toky.

### 3.3 Vodní makrofyta

Vodní makrofyta jsou mnohobuněčné makroskopické rostliny. Zahrnují makroskopické řasy a vyšší rostliny druhotně přizpůsobené životu ve vodě. Vodní a bažinné rostliny se podle Neubauerové (Neubauerová 1996) dělí na:

- vodní (hydrofyty, hydatofyty) – žijící ve vodě nebo plovoucí na hladině zahrnující:
  - submersní (ponořené)
  - natantní (vzplývavé)
  - plovoucí (nekořenicí v sedimentu)
- bažinné (helofyty)
- vlhkomilné (hygrofyty)
- mezofilní (mezofyty)

Ponořená vodní vegetace (submersní rostliny dle Neubauerové 1996) je přizpůsobená specifickým světelným podmínkám ve vodním sloupci (zejména tolerance k zastínění), k nedostatku oxidu uhličitého ve vodě a obecně pomalé difúzi látek ve vodním prostředí ve srovnání se vzduchem (Hejný 2000).

Vynořená vodní a mokřadní vegetace (vzplývavé vodní rostliny a helofyty dle Neubauerové 1996 neboli emerzní makrofyty) dokázala vyvinout morfologické (typické listy, stonky, podzemní orgány), anatomické (aerenchymatické pletivo, bariéra proti ztrátám kyslíku) i metabolické adaptace (anaerobní metabolismus, rezervní sacharidy), díky kterým se dokáže vyrovnat s nepříznivým půdním prostředím – tj. s nedostatkem kyslíku a toxickými produkty anaerobní dekompozice (Čížková 2006).

Makrofyta se jeví dostatečně citlivými indikátory stavu přírodního prostředí, jejich vodních a pozemních biotopů. Jejich vytvořené znaky v procesu adaptivní evoluce dostatečně přesně indikují kolísání hladiny vody, její chemické a organické složení, rovněž kvalitu a složení sedimentů (Hejný et Sytník 1993). Indikaci stanovištních faktorů prostředí pomocí makrofyt doporučuje také Haury (1996) jako laciný a rychlý prostředek výzkumu. Bioindikační význam makrofyt však nepřeceňuje Černý (1994). Podotýká, že na změnu chemismu vody reaguje více výrazně fyto- a zoo

plankton než makrofyta. Ta totiž většinou přijímají živiny ze dna a jsou více závislé na kolísání vodní hladiny, na charakteru sedimentů a na světelných podmínkách v tůni. Příklady indikačních schopností makrofyt z jihočeských a moravských lokalit u rybníků, stok, slepých ramen a tůní pozoroval Husák et al. (1987), Sládeček (1973) cituje 20 druhů makrofytní vegetace jako indikátory kvality vody.

### 3.4 Říční niva

Erosními a sedimentačními pochody byla vytvořena vlastní niva, říční břehy a terasy. Přísun minerálních živin a energetických bohatých látek je základem vysoké primární a sekundární produkce nivních ekosystémů. Prostorová různorodost a velká dynamika procesů je dobře patrná na mozaice vegetačních typů. Heterogenní rostlinstvo je produktem členitého mikroreliefu, nestejnomyšerného rozložení štěrkových, písčitých a jílovitých sedimentů a odlišnosti ve zvodnění. V závislosti na srážkách v celém povodí kolísá hladina vody v řečišti i v půdním profilu přilehlých ekosystémů (Jeník et Prach 1988).

Říční nivy nebyly v popředí badatelského zájmu. Zapříčinila to variabilita a komplexita ekologických gradientů, stejně tak jako jejich otevřenost a nepředvídatelnost. První studie se tedy spíše soustředily na konkrétní části říčního systému: nivní lesy (Jurko 1958), zaplavované louky (Rychnovská 1972). Jiní autoři se zabývali geomorfologií a hydrologií (Kettner 1948). Tyto prvotní výzkumy jsou, hodnotnými zdroji informací, které se dají použít při demonstraci rychlosti změn v konkrétních částech říčních systémů (Prach et al. 1996).

Až v druhé polovině minulého století vzniklo více publikací, zabývajících se komplexním pohledem na systém říční nivy (Whitton 1975). Popisují populace, společenstva a ekosystémy na podélných a příčných profilech těchto biotopů. Tento trend byl důsledkem postupujícího plošného znečištění řek a řada prací poukazovala na samočisticí schopnost řek (Hellawell 1989) a na chemické složení vod (Kopecký 1968, Webb et Walling 1992).

Integrovaný ekologický přístup se od 80 let rychle rozšířil (Décamps 1984) a podtrhl tak propojenost neživé a živé složky prostředí, včetně člověka. Mezi další studie zaměřené na botanický výzkum vodních toků a jejich niv patří například Husák et Rydlo (1992), Husák (1994), Prach et al. (1988), Penka et al. (1991), Šeffler et

Stanová (1999), Boon et al. (2000), Naiman et al. (2005) aj. Dlouhodobý vývoj chemismu vody Stropnice zhodnotili Čerovská et Pokorný (2000), ukrajinskými řekami Hejný et Sytník (1993), subtropickou říční nivou Murphy et al. (2003), slovinskými toky protékajícími zemědělskou oblastí Kuhar et al. (2007) nebo Wilcock et Nagels (2001).

### 3.5 Hydrologický režim a vliv povodně

Výkyvy vodních stavů vedly Kopeckého (Kopecký 1966) k rozlišení dvou typů břehů: stenosaletický typ, pro něj jsou charakteristické druhy stojatých vod (*Glyceria maxima*) a eurysaletický charakteristický výskytem druhů tekoucích vod (*Phalaris arundinacea*). Kopecký (1969) dále rozlišil u stenosaletického typu břehu tyto ekotopy:

- submersní (trvale zaplavený)
- demersní (krátkodobě obnažený)
- semiemersní (střídavě zaplavený a obnažený)
- emersní (pouze krátkodobě zaplavený, jinak obnažený)

To, že kolísání hladiny vody obvykle určuje charakter a strukturní proměnlivost společenstev v čase (ekofáze) nebo v průběhu celé vegetační doby (ekoperiody), vedlo Hejného a Sytníka (Hejný et Sytník 1993) k tomu, rozlišit ekofáze na hydrofázi (zatopená), litorální ekofázi (10-50 cm vody), limozní ekofázi (téměř obnažené dno) a terestrickou ekofázi (bez zatopení).

O charakteru společenstev tedy rozhoduje:

- délka trvání jednotlivých ekofází
- rychlost přechodu mezi ekofázemi
- cykličnost ekofází v rámci jednotlivých ekoperiod
- proměnlivý průběh rytmického opakování ekofází
- mikrorelief stanoviště
- rozdílné ekomorfózy jednotlivých druhů v různých oblastech (Černý 1994 volně podle Hejného a Sytníka 1993)

Vodní a mokřadní společenstva jsou podle Hejného a Sytníka (1993) tím vyrovnanější a přizpůsobenější, čím je rytmus kolísání hladiny vody pravidelnější.

Disturbanční, zároveň však obnovující mechanická činnost povodně dává vznik nivním tůňm a slepým ramenům. Začátek povodně je rozhodující fází tohoto procesu. Dojde při něm k rychlému zaplavení tůně vodou a proudy, které vzniknou, prohloubí, propláchnou a případně zanesou tůň. Důležitá je také vzdálenost tůně od koryta řeky. Účinnější jsou povodně menší a častější než extrémní dlouhodobé. Tento koncept disturbance a biodiverzity potvrdili autoři např. Tyser et al. (2001) u slepých ramen řeky Mississippi nebo Bornette et al. (2001), který porovnával diverzitu vodních rostlin u přirozeného a umělého vodního toku. Dodal, že se zvyšující se příkrostití svahu břehu toku, dochází během povodně k větší erozi, a tudíž i k větší dodávce živin do nivy, což snižuje celkovou biodiverzitu. Má-li záplava prospěšný efekt (zvyšuje produktivitu, strukturní i funkční heterogenitu systému) nebo škodlivý efekt (anoxie působí letálně na aerobní organismy), závisí na délce trvání povodně (Prach et al 1996). Oživující funkce povodně má pozitivní význam i při biodiverzitě aluviálních periodicky zaplavených vod (Hejný et Sytník 1993). Zejména jarními záplavovými vodami zajistí povodeň přísun diaspor ze širokého povodí řeky.

V labilním prostředí říční nivy s kolísavou vodní hladinou, kdy se periody narušení střídají s periodami obnovy, se u rostlinných druhů vyvinuly tři možné strategie přežití:

1. schopnost úniku ze zasažené plochy
2. schopnost přežít na dané ploše, například prostřednictvím dormantních semen
3. schopnost přizpůsobení se daným podmínkám (Blom et al.1990)

Problémem, jak povodeň působí na vegetaci, se zabývali Spink et Rogers (1996). Došli k závěru, že hustota sledovaných makrofyt byla zjara před povodní daleko vyšší než po povodni. Rostliny se nedokázaly s tímto stresem vyrovnat a jejich počet byl nižší než předešlý rok, kdy povodeň nenastala. K podobným výsledkům došel i Dietermann (1993) a doplnil, že díky dodávce živin rok po povodni produkce makrofyt neobvykle vzrostla. Časté povodňové události také podporují kompetici rostlin (odplavením sedimentu a původních rostlin) a druhová pestrost společenstev se může zvyšovat (Bornette et al. 1998). Na druhou stranu se vliv řeky uplatňuje v tůňích pouze krátkodobě při povodni. Mimo tyto periody se tůňe stávají autonomními jednotkami (Černý 1994). Na značnou podobnost vodních biotopů v aluviu zasažených povodní upozornil Thomaz et al. (2007). Stojaté vodní plochy si jsou podle něj podobné jak ve chemicko-fyzikálních parametrech vody, tak i v druhovém složení společenstev.



Vysychání je další z disturbancí, jež ovlivňují abiotické i biotické podmínky tůní. Vodní rostlinná společenstva mají buď predispozici umožňující přežít krátkodobé vyschnutí, nebo jsou nahrazena společenstvy obnažených den.

### 3.6 Tůně a slepá ramena

Erosně-sedimentační pochody probíhající v říčním systému formují také drobná vodní tělesa ve vlastní nivě řeky. Vznikají tak říční břehy, terasy, slepá ramena a tůně. Odum (1977) definuje tůň jako malou vodní plochu, jejíž litorální pásmo je vzhledem k ploše tůně poměrně velké a limnetické a profundální pásmo malé nebo zcela chybí. Podle Černého (Černý 1994) oválné a kruhové tůně v aluviu nivy vznikly tak, že odškracená ramena řeky nerovnoměrně hluboká se rovněž nerovnoměrně zanášela. Víry povodně pak terénní deprese vymílají. Rozdíl mezi tůní a slepým ramenem je tedy ten, že délka slepých a mrtvých ramen několikanásobně přesahuje jejich šířku.

Tůň se dá však charakterizovat i jako přirozené menší ( $\pm 100\text{m}^2$ ) nádrž vody trvalé nebo periodické, primárně vznikající vířivou činností vody nebo sekundárně to mohou být zbytky někdejších slepých ramen řek (Husák et Květ 2000). Častou jejich charakteristikou je jejich zastíněnost okolními stromy a množství spadaneho listí na dně. Mimo řadu dalších funkcí tůně zadržují vodu v krajině, zachycují povodňové vlny a zprostředkovávají výměnu povrchové a podzemní vody (Štěrba 1996).

Od okamžiku svého vzniku, tedy po ústupu povodně, která odstranila vymletím stávající společenstva, začínají tůně opět zanikat a zákonitě tak směřují ke stavu, kdy je nazveme mokřadem (Štěrba 1996). Postupnou sukcesí, při které se společenstva na stanovišti vyvíjejí v čase, se zabýval např. Beazley (1993). Poukázal na to, že jako první kolonizují stojatý mokřad plovoucí druhy rodů (*Lemna* a *Potamogeton*) a posléze, kdy dojde k nahromadění detritu a sedimentu na dno, se mohou uchytit společenstva kořenící na dně, případně pobřežní společenstva tůně různých rodu a druhů, např. *Phragmites australis*, *Carex*, aj. Postupem času se na těchto prozatím zaplavených místech objevují keře vrb aj. Sukcese makrofyt u bobřích tůní byla popsána Rayem et al. (2001). Mezi iniciální kolonisty mladých tůní patřily rdesty úzkolisté, následovala nejvyšší druhová bohatost mezi 11-40 rokem stáří tůně se submersní vegetací a nejstarší tůně byly porostlé lekníny a rdesty různých druhů. Sukcesi vodní vegetace v závislosti na fluktuaci vodní hladiny zkoumal Van Geest et al. (2005). Překvapivě, složení

vegetace lépe korelovalo s věkem vodní plochy a s obnažeností, než-li s dobou po kterou povodeň trvala. Černý (1994) ve své publikaci vysvětluje důležitost, jakou má počáteční druhové složení a rychlost ecese jednotlivých druhů při obsazování nových ekologických nik. Vysvětluje tu, proč mnohé tůně, ač svými podmínkami velmi podobné, mají rozdílná společenstva makrofyt.

### **3.7 Říční niva Lužnice**

Niva Lužnice je menší území, které nebylo nikdy před druhou světovou válkou detailněji botanicky studováno. O něco větší pozornost byla na Třeboňsku věnována rybníkům a rašeliništím, které se považují za charakteristické ekosystémy oblasti. Proto se řada prací dotýká tohoto biotopu jen okrajově (Klika 1940). Až v pozdějších letech se zrodily publikace, které se věnují nivě Lužnice z pohledu abiotických faktorů. Další již botanicky zaměřené práce, například Hejný (1957), obsahovaly kromě výzkumů na typických rybníčních ekosystémech (vodní i pobřežní vegetace) i zárodky studia vegetace nivy Lužnice. Studii dotýkající se třeboňské pánve a její vodní a pobřežní vegetace napsala Dykyjová (1978)

Až v roce 1985 se rozběhl intenzivní integrovaný výzkum nivy Lužnice v rámci projektu MAB (program UNESCO Man and Biosphere) „Horní Lužnice“, na němž se podílela řada vědců. Vyšla souhrnná studie celého území ve formě sborníku Vysoké školy Zemědělské v Českých Budějovicích (Drbal et Jeník 1988). Základním cílem tohoto projektu bylo postihnout funkce konkrétního říčního toku a jeho nivy v krajině, rovněž výsledky mohou být posloužity při rozhodování o ekologicky šetrném hospodaření v nivě. Do této doby neexistovala detailní biologická data, bylo tedy nutné provést v prvním stádiu základní biologickou inventarizaci. Až poté se rozjel multidisciplinární výzkum celé nivy „Horní Lužnice“ V roce 1996 vyšla další souhrnná publikace (Prach et al. 1996) zabývající se integrovaným výzkumem nejzachovalejších částí aluvia řeky Lužnice. Z různých přírodovědných pohledů přináší důležitá data o sice malé, ale zato jedné z posledních poměrně zachovalých niv nejen v Čechách, ale i střední Evropě.

Niva této řeky představuje kontinuálně se vyvíjející systém během celých čtvrtohor, který zřejmě fungoval jako nejpůvodnější životní prostředí vodních a bažinných rostlin,

ze kterého tyto rostliny pronikaly na náhradní stanoviště nově zbudovaných rybníků (Pechar et al.1991).

Hladinu vody v řečišti i v půdním profilu přilehlých ekosystémů významně ovlivňují srážky v celém povodí. Průtok korytem řeky má v průběhu roku značně kolísavý charakter. Kolísání vodního průtoku je také ovlivňováno (regulováno) vodou obsaženou v hlubších horizontech propustných sedimentů (Chábera 1985). Lužnice je příkladem řeky s napjatou vodní bilancí (Prach et al.1988), což se projevuje nevyrovnanými vodními stavy v průběhu roku. Z dlouhodobých měření průtoků na řece Lužnici je zřejmé, že nejvyšší vodní stavy jsou na jaře (po tání sněhu) a počátkem léta (po krátkodobých, ale intenzivních deštích), nedá se však ani vyloučit erodně-akumulační činnost řeky v jiných částech roku (Černý 1994).

Chemie vody v tůních závisí na geologických a hydrogeologických charakteristikách, v posledním století i na aktivitách člověka (Webb et Walling 1992). Přestože pro povodí Lužnice jsou typické kyselé alumosilikátové horniny, řeka má potenciálně oligotrofní až mezotrofní charakter. Hydrochemické analýzy některých tůní ukazují podle Černého (Černý 1994) poměrně malé ovlivnění intenzivním zemědělstvím v okolí řeky a rovněž malý vliv řeky (svébytnost tůně).

Rozborem vod v tůních Lužnice se zabývali Pechar et al. (1988, 1996), Pithart (1999, 2000), Pithart et al. (2007), Pithart et Pechar (2004) a Husák et Hejný (1988). Fyzikálně-chemickými charakteristikami kvality vody Lužnice se zabývali např. Příbil et al. (1988), Horáková et.al (1986), Husák (1982).

V záplavovém území horního toku řeky Lužnice se nachází několik set trvalých i periodických tůní a slepých ramen. Řeka se v těchto místech několikrát do roka rozvodňuje tak, že tůně pohltní a na čas spojí v jeden tok. Tůně se však v obdobích mezi záplavami značně liší v různých parametrech, týkajících se chemického složení vodního prostředí a biologického oživení.

Na podkladě údajů o složení vegetace a hodnotách parametrů prostředí (viz stanovené cíle práce na str. 5) lze usuzovat také o klíčových vztazích mezi vegetací a jejich prostředím. V práci jsem si proto položila otázky, jejichž společným znakem je vztah mezi klíčovými charakteristikami studovaných stojatých vod a jejich vegetace:

1. Představují tůně a ramena významné biotopy v krajině díky tomu, že jsou osidlovány celou řadou rostlinných společenstev?
2. Je složení vegetace druhově bohatší u osluněných částí lučních tůní a ramen než u zastíněných lesních stojatých vod?
3. Má chemické složení vody vliv na výskyt konkrétních společenstev vegetace?

## 4 Metodika

### 4.1 Lokalizace

Botanický ústav Akademie věd České republiky v Třeboni se již několik desetiletí intenzivně zabývá výzkumem nivy řeky Lužnice, která tvoří osu Třeboňska. Při výběru lokality pro moji práci pracovníkem AVČR a zároveň mým vedoucím práce Dr. Š. Husákem, bylo tedy nasnadě zvolit toto cenné ukázkové území přirozeně tekoucí řeky a její nivy.

Pro relativně dobrou přístupnost studované lokality jsem vybrala oblast Rozvodí, kde se řeka Lužnice dělí na Starou a Novou řeku. Toto území je typické svou širokou nivou, opakováním přirozených záplav a vysycháním, se složitým systémem aluviálních stojatých vod – odstavených meandrů, slepých a mrtvých ramen a tůň.

Abych splnila cíle své práce, vytipovala jsem sedm příkladů těchto stojatých vod. Dvě z nich jsou položeny těsně nad Rozvodím. Ostatních pět stojatých aluviálních vod se rozprostírá po pravém břehu Nové řeky pod i nad Dlouhým mostem, více či méně vzdálené od řeky.

Míra zastínění, vodní režim a napojení na řeku jsou hlavní rozpoznávací znaky studovaných vod.

#### **Vybrané typy stojatých vod mají tyto pracovní názvy:**

- |                           |       |
|---------------------------|-------|
| 1. zastíněná tůň          | 1. z  |
| 2. osluněná tůň           | 2. o  |
| 3. osluněná-zastíněná tůň | 3. oz |
| 4. osluněná-Novořecká tůň | 4. om |
| 5. vysychavá-zazeměná tůň | 5. vz |
| 6. vysychavá tůň          | 6. v  |
| 7. osluněná-napojená tůň  | 7. on |

(Pro snazší orientaci jsou všechny stojaté vody označené jednotně – tůň. Bližší označení je uvedeno v kapitole Výsledky – Popisy tůň.)

## 4.2 Hodnocení vegetace

Výzkum sedmi tůní probíhal dvě sezóny od jara 2006 do podzimu 2007.

Pro splnění prvního cíle, tedy popsání struktury a složení vegetace, jsem vedla jeden nebo více transektů napříč každou sledovanou tůní. (Nebylo-li možné popsat všechna společenstva tůně na jednom transektu, bylo nutné vést transekty další). Na každém transektu jsem zaznamenala 2 – 7 fytoocenologických snímků. Tento rozsah je daný různou pestrostí společenstev jednotlivých tůní. Transekty byly voleny tak, aby postihly největší diverzitu tůní. Podrobné snímkování jsem prováděla obě letní sezóny ve dnech 24.8. 2006 a 2.7. 2007. Velikost snímku se lišila (z důvodu rozsahu snímkaného společenstva a velikosti plochy tůně), nikdy však nepřesahovala 25 m<sup>2</sup>. (U snímkování břehových hraničních porostů s přítomností keřového (E2) a stromového (E3) patra šlo kvůli jejich malé ploše o fragmenty společenstev.)

U obou tůní na Rozvodí byl transekt veden od hráze (= pouze ostrý přechod břehu k volné hladině tůně) z čehož vyplývá, že první snímek na břehu navazoval na další s ostrým přechodem do tůně. Konec transektu však již plynule přecházel v navazující společenstvo fáze litorální, dále limózní až břehové.

U ostatních Novořeckých tůní sice transekt rovněž začínal břehovým porostem s převážným zastoupením dřevin, ovšem pobřežní společenstvo plynule přecházelo ve společenstva litorální a limózní (viz náčrtek v kapitole Výsledky – Popisy tůní).

V každém fytoocenologickém snímku jsem zaznamenala výskyt cévnatých rostlin a makroskopických řas. Početnost s pokryvností jednotlivých druhů jsem hodnotila sedmičlennou kombinovanou stupnicí abundance a dominance podle Braun – Blanqueta (Braun et Blanquet 1921): r – vzácné (několik exemplářů), + - ojedinělé (do 1 % pokryvnosti), 1 – (1-5 % pokryvnost), 2 – (5-25 % pokryvnost), 3 – (25-50 % pokryvnost), 4 – (50-75 % pokryvnost), 5 – (více než 75 % výskyt).

Nomenklaturu rostlinných druhů jsem převzala od Kubáta (Kubát et al. 2002). Fytoocenologickou nomenklaturu jsem sjednotila podle díla „Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení“ (Moravec 1995).

Vytipovala jsem ochranně významné druhy vyskytující se v komentovaném červeném seznamu květeny jižní části Čech (Chán 1999) a ve Vyhlášce MŽP č. 395/1992 Sb.

Mapu s vyznačenými stojatými vodami jsem převzala z internetového vyhledávače [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) .

### **4.3 Hodnocení chemických parametrů kvality vody**

Chemické parametry kvality vody jsem ve studovaných jednotkách zjišťovala v létě 2006 i 2007, na podzim 2006 a na jaře 2007. Odebrala jsem vzorky vody na sledovaných lokalitách do umělohmotných baněk a převezla do laboratoře Botanického ústavu AV ČR v Třeboni, kde byly analyzovány během 24 hodin.

#### **4.3.1 Zpracování rozborů vody**

- 1. Stanovení amoniakálního dusíku ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) (ČSN EN ISO 11732)**
- 2. Stanovení dusičnanového dusíku ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) (ČSN EN ISO 13395)**
- 3. Stanovení fosforečnanového fosforu ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) (ČSN EN ISO 15681-1)**
- 4. Stanovení celkového fosforu (TP) (ČSN EN ISO 15681-1)**
- 5. Stanovení celkového dusíku (TN) (ČSN EN ISO 13395)**
- 6. Stanovení kationtů ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )**

Stanoveny byly AAS (atomová absorpční spektrometrie), na přístroji typu spectrAA 640 (Varian, Techtron, Austrálie).

- 7. Stanovení pH PŮD (ČSN ISO 10 523).**
- 8. Stanovení konduktivity (ČSN EN 27 888)**
- 9. Stanovení kyselinové neutralizační kapacity (alkalinity) (ČSN EN ISO 9963-1)**

### **4.4 Hodnocení chemických parametrů sedimentu**

Pro zhodnocení bioindikačního výskytu vodních a bažinných rostlin jsem odebrala vzorky sedimentu na dně každé tůně ze čtyř různých míst. Tyto vzorky jsem pak nechala vysušit a následně provedla analýzy pH a stanovila ztrátu žíháním. Zjistila jsem tak podíl organických a anorganických složek v sedimentu.

#### 4.4.1 Zpracování rozborů sedimentu

##### Stanovení ztráty žíháním – POSTUP UKZUZ (Ševčík 1992)

Organické látky přítomné ve vzorku se spálí za přístupu vzduchu při teplotě 550°C. Z úbytku hmotnosti vzorku se vypočítá obsah uhlíku.

##### a) Stanovení množství humusu ztrátou žíháním

Do porcelánového kelímku jsem navážila přesně 2 g suché zeminy. Kelímky jsem posléze nechala 2 hodiny při 500 °C v elektrické peci. Po vychladnutí jsem kelímky i s obsahem opět zvažila

Vyhodnocení: ztráta žíháním =  $\frac{\text{váha kelímku s navázkou před žíháním}}{\text{váha kelímku s navázkou po žíhání}}$

$$\text{ztráta žíháním v \%} = \frac{\text{ztráta žíháním}}{\text{navážka zeminy}} * 100$$

##### b) Stanovení půdní reakce

Do kádinek jsem odvážíla 5 g suché zeminy, přilila 25 ml destilované vody, příp. 25 ml 0.1 M KCl, a nechala 30 minut na třepačce. Posléze jsem filtrát změřila na pH metru se skleněnou elektrodou kalibrovaném na pH 4 a 7.

#### 4.5 Statistická analýza

Provedením statistické analýzy jsem kvantitativně vyhodnotila, které enviromentální proměnné mají významný vliv na druhové složení vegetace jednotlivých stojatých vod.

##### Ordinační analýza:

Výsledky jsem analyzovala pomocí programového balíku CANOCO for Windows 4.5 (ter Braak et Šmilauer 1998). K účelu vyhodnocení dat jsem použila nepřímou gradientovou analýzu PCA (Principle Component Analysis) a DCA (Dentrended Correspondent Analysis) s promítnutím environmentálních proměnných.



Analýzu PCA jsem provedla pro tůň jako celek, kdy každá tůň byla představována jedním centroidem. Jako druhové (species) parametry byly zvoleny charakter sedimentu (pH, obsah organických látek) a chemické parametry tůně, přičemž jako environmentální proměnné byly do grafu vyneseny hloubka tůně (maximální), vzdálenost od řeky a velikost tůně (plocha v m<sup>2</sup>). Byla použita analýza PCA, neboť délka gradientu při DCA byla v tomto případě nižší než 1.

Provedla jsem test DCA pro druhy všech snímků s vynesením centroidů pro Břeh, Litorál a Tůň.

Analýzu DCA jsem provedla i pro druhy všech snímků se zobrazením tůní jako centroidů.

Dále jsem provedla test DCA pro druhy ve všech snímcích litorálu a tůní (tj. bez břehových snímků) s vynesením následujících environmentálních proměnných: pH, alkalinita, konduktivita, PO<sub>4</sub>-P, NO<sub>3</sub>-N, Na, K, Mg, Ca, hloubka (aktuální v den zhotovení snímku) a vzdálenost tůně od řeky (řeka).

Výsledky byly vizualizovány pomocí programu CANODRAW 4.12 (Šmilauer 1992).

## 5 Výsledky

### 5.1 Popisy tůní

#### Tůň č. 1 Zastíněná (z)

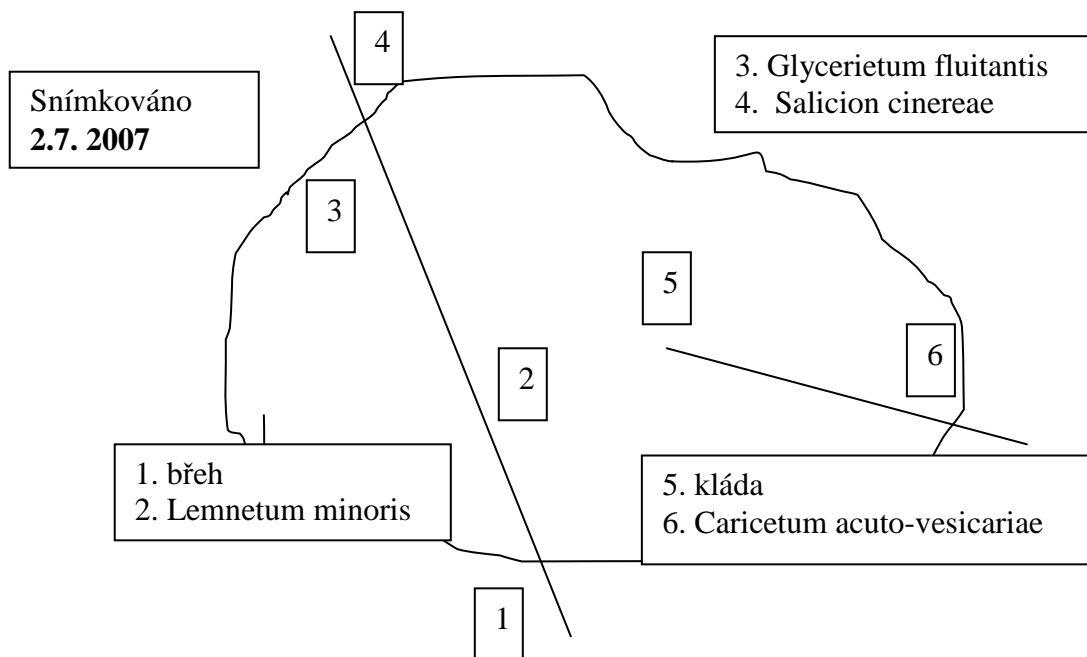
Zastíněná tůň se nachází asi 30 m od Rozvodí Staré a Nové řeky j-v směrem od hlavní silnice Majdaléna-Třeboň. Tůň je součástí řady menších depresí navzájem propojených a navazuje na systém tůní pod samotou u Soukupů. Rozprostírá se pod hrází v olšíně, čemuž odpovídá její silné zastínění. Podmáčená olšina je dnes ve stadiu rozpadu kvůli dlouhotrvající povodni z léta roku 2002, která olšinu dlouhodobě zaplavila. Podrost odumírající olšiny tvoří mladé semenáčky *Alnus glutinosa*, *Salix caprea*, *Padus racemosa* a *Rubus sp.*

V letních měsících téměř 100 % hladiny tůně pokrývá silný koberec *Lemna minor*, který brání rozvoji další makrofytní vegetace. Typické pro tuto tůň jsou i napadané kmeny olší zarůstající bažinnými rostlinami např. *Bidens frondosa*, *Galium palustre*, *Lycopus europaeus* nebo semenáčky okolních dřevin *Alnus glutinosa* a *Salix cinerea*.

Strana tůně souběžná s hrází tvoří ostrou hranu mezi břehem tůně a vodní hladinou. Nejsou zde tedy utvořena pozvolně sestupující litorální společenstva. Protilehlá strana tůně naopak pozvolně vybíhá do podmáčené olšiny s rozvolněným porostem *Salix cinerea* a poměrně bohatým bylinným patrem v nízkém vodním sloupci s *Carex elongata*, *Filipendula ulmaria*, *Juncus effusus*. Boční strany tůně jsou charakteristické společenstvy zejména s *Carex vesicaria* a *C. acuta* příp. s *Glyceria fluitans*.

Přítomnost vzrostlých stromů v okolí tůně způsobuje hromadění silné vrstvy opadu na dně a je příčinou následných anaerobních procesů v tůni (hráz nad tůní je porostlá staletými duby). Voda v tůni má nahnědlou barvu, což je zejména důsledkem vyvěrající železité vody v okolí. Při nízké hladině je tůň dotována podzemní vodou obohacenou železitými ionty.

Kolísání hladiny vody je zde velmi výrazné. Zatímco v letní sezoně 2006 dosahoval vodní sloupec uprostřed tůně výšky 1.5 m, o rok později ve stejném období byla tůň naprosto bez vody a dno pokrýval pouze hustý porost *Lemna minor*. Tůň, narozdíl od následujících stojatých vod, není v těsném kontaktu s řekou, a tudíž hladina vody v tůni reaguje na vzestup (pokles) vody v řece se zpožděním.



	pH	alkalin.	kondukt.	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Na	Mg	NH <sub>4</sub> -N	TN	TP
1.		mmol/l	µs/cm	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l
25.7.2006	6.1	1.37	150	6.6	46.5	3.5	13.7	7.3	3.4			
6.10.2006	6.2	0.93	114	15.7	18.6	4.9	16.2	7.4	3.6			
12.4.2007	6.3	0.68	185	88.6	22.5	2.4	14.0					

## Tůň č. 2 Osluněná (o)

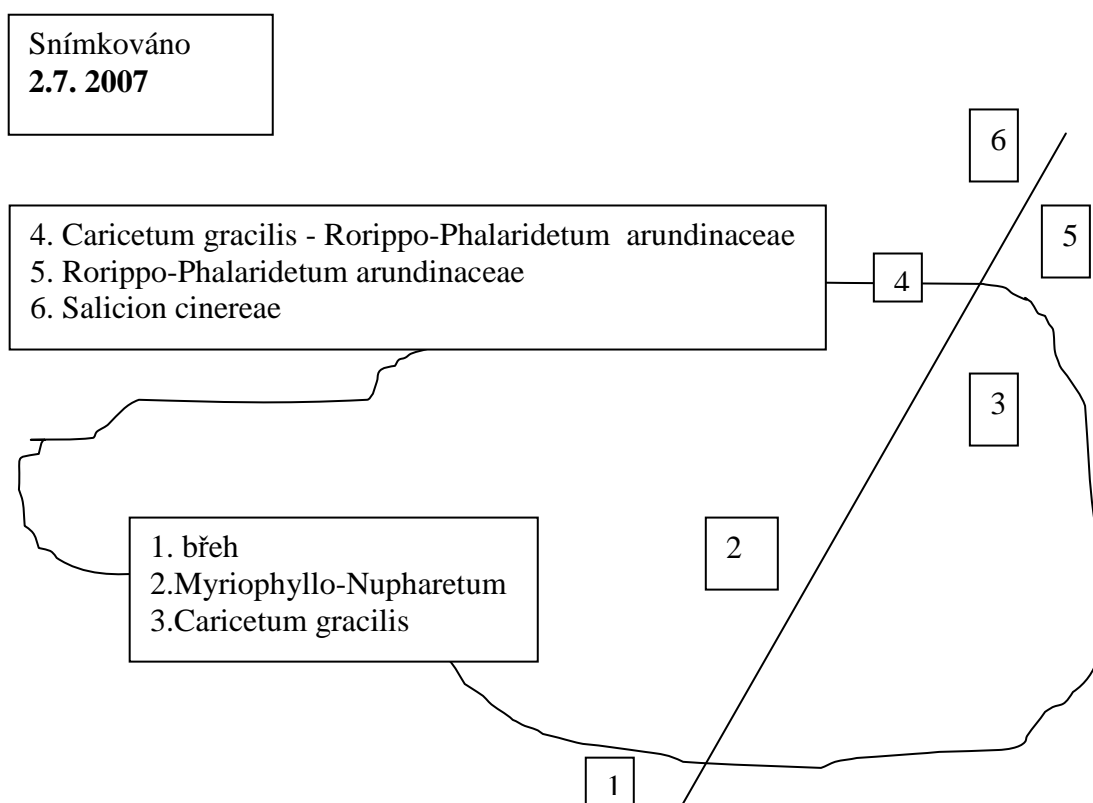
Rozprostírá se za cestou na druhé straně hráze, proti tůň Zastíněné ve vzdálenosti asi 20 m. Je to jedna ze dvou tůň patřících do soustavy tůň před Rozvodím.

Uměle vykopaný kanál (odlehčovač) přivádí vodu z Cepského rašelinště, kde je napojen na Podřezanskou stoku, ze které odlehčuje povodňovou vodu za účelem ochrany města Třeboň. Mělká stoka, sytící vodou Osluněnou tůň, sbírá vodu z okolní nivy. Na této stoce bývají mělké vysychavé deprese (dočasné tůň) v prostoru před tůň při hrázi. (Při hraně terasy byly postupně vybudovány stoky, které odváděly přebytečnou pramenitou vodu a zároveň umožňovaly v létě zavodňování luk.) Kanál napojený na řeku a zároveň na stoku, odvádějící vodu do tůň, která je v kontaktu s kanálem, vytváří vzájemně reagující systém.

Samotná tůň má v přítokové části oválný až zakulacený tvar, který vybíhá do zúženiny spojující druhou menší část tůně navázanou na odlehčovač. Druhá část jeví silné známky intenzivního proplachu za povodně. Ten rovnou vtéká pod splav Rozvodí. Za zvýšeného stavu vody v řece může téci voda i zpětně a doplňovat tůň. Hladina vody v tůni však neodpovídá hladině vody v řece, neboť tůň je sice napojena rourou na odlehčovač, ale oddělena stavidlem od řeky.

Tůň zarůstá zejména podél hráze *Salix cinerea* a *S. triandra* příp. *S. fragilis*. Na větší části své plochy je tůň nezastíněná a vyznačuje se přítomností pestré makrofytní vegetace. Stoka přitékající z rozsáhle otevřené říční nivy a sytící tůň je obklopena mokřadním druhově chudým společenstvem *Rorippo-Phalaridetum arundinaceae* přecházející ve společenstvo *Caricetum gracilis* na stanovištích s hlubší hladinou vody. Ve společenstvu volné hladiny tůně dominuje *Nuphar lutea* s *Hottonia palustris*, *Potamogeton natans* nebo *Sparganium emersum*.

Voda v tůni nekolísá tak výrazně jako voda v tůni zastíněné, přímo nenapojené na řeku. Ani v suchém létě 2007, kdy většina sledovaných tůní zcela vyschla, se dno výrazně neobnažilo a v nejhlubším místě v tůni zbylo 40 cm vody. Barva vody je zde světle hnědá a voda je průhledná.



	pH	alkalin.	kondukt.	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Na	Mg	NH <sub>4</sub> -N	TN	TP
2.		mmol/l	µs/cm	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l
25.7.2006	6.8	1.57	207	23.0	58.0	3.4	22.6	10.4	4.2			
6.10.2006	6.3	0.42	225	21.2	12.8	2.6	15.4	25.9	3.2			
12.4.2007	6.4	0.38	160	29.2	20.4	2.9	9.2					
15.6.2007	6.8	1.22	205	11.8	38.7	4.3	14.8	48.2	3.6	746	2.1	122

### Tůň č. 3 Osluněná-zastíněná (oz)

Asi 500m od Rozvodí po Novořecké hrázi, 10 m pod Dlouhým mostem se nachází poměrně dlouhá protáhlá tůň. Tato tůň svým tvarem paralelně kopíruje Novou řeku na levé straně po proudu toku. Pravděpodobný vznik útvaru spadá do doby, kdy řeka v oblasti přirozeně meandrovala. Jde tedy o zbytek po původním meandru, odděleném zkrácením koryta. Postupem času se z meandru procesem sedimentace vytvořilo slepé rameno, stále spojené v odtokové části s řekou. V dnešní době je i její odtoková část průtočná pouze při vysoké hladině vody v řece – z meandru se dlouhodobým procesem stala tůň.

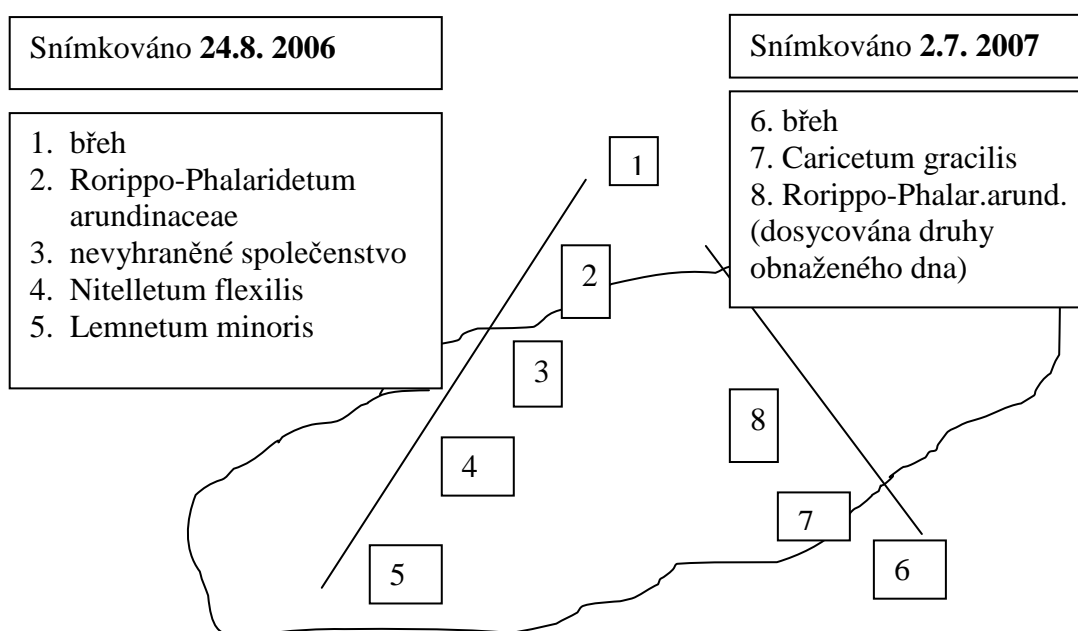
Nemeandrující narovnané koryto Nové řeky je od tůně vzdálené do 10 m. Na konci letní sezony 2006 došlo díky zvýšenému množství srážek k menší záplavě, která způsobila vylití vody z koryta do okolního aluvia, v tomto případě k zaplavení tůně č. 3. Za dva měsíce od zaplavení na podzim byla tůň tvořena několika mělkými max. 3 m depresiemi s hloubkou do 15 cm. Po velmi mírné zimě roku 2007, kdy nedošlo k výraznému taní sněhu, se vodní bilance v tůni příliš nezměnila. Mělké deprese se sice propojily a vytvořily tak souvislou vodní hladinu, v tůni ovšem výška vodního sloupce vzrostla maximálně na polovinu hodnoty z konce letní sezony 2006. Na konci jara 2007 tůň již zcela vyschla a během letní sezony 2007 zarostla společenstvy obnažených den.

Tato tůň způlky osluněná, způlky zastíněná, se při typické, alespoň 30 cm výšce vodního sloupce v tůni vyznačuje výskytem, jak společenstev typických pro zastíněnou část, tak i společenstvy vyžadující více záření. Asociace s dominantní *Lemna minor*, charakteristická pro zastíněnou část tůně sousedí se společenstvem, ve kterém dominuje *Nitella flexilis*, snášejší polostín. V této mozaice se objevuje i řada přechodných společenstev obsahující druhy ze dvou hraničních typů ekotopů.

Společenstva s dominantní *Carex acuta* a *Phalaris arundinacea* původně se vyskytující při okraji až břehu tůně, nyní sestoupila i na dno tůně a byla dosycována

druhy obnaženého dna např. *Persicaria hydropiper*, *Bidens frondosa*. Přítomnost společenstva *Bidention* naznačuje, že tůň byla během vegetační sezony vyschlá.

Další typickou vlastností tůň je její zazemněnost a pokrytí silnou vrstvou opadu ze stromů rostoucích zejména na pravém břehu tůň po směru toku.



	pH	alkalin.	kondukt.	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Na	Mg	NH <sub>4</sub> -N	TN	TP
3.		mmol/l	µs/cm	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l
25.8.2006	6.7	0.52	124	344	21.0	3.0	12.1	6.7	2.6			
6.10.2006	6.6	1.02	123	16.1	56.6	6.4	24.8	5.4	5.0			
12.4.2007	6.8	0.54	118	133	102	4.1	10.3					

#### Tůň č. 4 Osluněná-Novověcká (om)

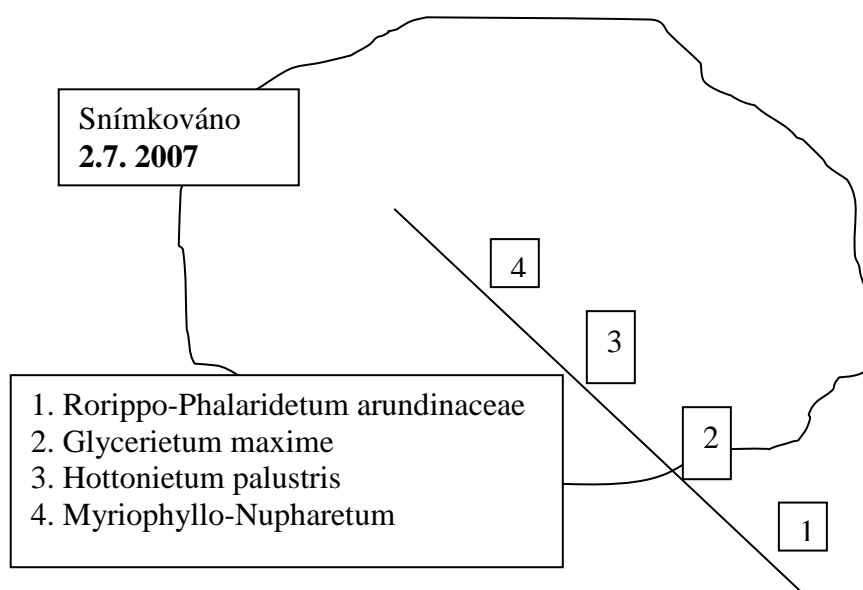
Osluněná tůň patří do soustavy tůní v NPR Novověcké močály je od Nové řeky vzdálená přibližně 80 m. Tůň není v žádném případě zastíněná, neboť se nachází v otevřené mokřadní krajině jen sporadicky porůstající kopečkovými porosty *Salix cinerea* s místy vtroušeným *Spiraea salicifolia*. Dominantou Novověckých močálů je společenstvo *Glycerietum maximae*, které rovněž obklopuje tůň č. 4. hojně se

vyskytující druh *Glyceria maxima*, dosahující v některých místech až dvou metrů výšky, zapříčinil velmi špatnou prostupnost močálem.

Silné nánosy bahna vytvořené častým průtokem pomalu tekoucí vody, dělají tuto oblast extrémně nepřístupnou. Průchod je možný pouze v době déle trvajících sucha, kdy bahno v močálu ztvdne. Za opačného extrému při nadbytku vody se z močálu vytvoří jedno velké jezero s pomalu proudící vodou, která přináší živiny a ukládá velké množství malých částic. Při povodni voda z řeky vybřežuje a nachází si nejschůdnější přirozeně tekoucí cestu v nivě, ohraničenou okolními terasami.

Společenstvo typické pro osluněnou tůň a vyšší vodní sloupec s převládajícím *Nuphar lutea*, přechází v mělké vodě ve společenstvo s dominantní *Hottonia palustris*. Na ně navazuje všudypřítomné společenstvo s *Glyceria maxima*.

V suchém období se na obnaženém bahnitěm dně objevuje *Rorippa amphibia*, *R. palustris*, *Persicaria hydropiper*. Typická je v oblasti na místech jen mírně zaplavených vodou *Oenanthe aquatica*. Břehy zde zarůstá *Phalaris arundinacea* a *Urtica dioica*.



	pH	alkalin.	kondukt.	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Na	Mg	NH <sub>4</sub> -N	TN	TP
4.		mmol/l	µs/cm	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l
25.8.2006	6.7	0.51	124	785	18.0	3.4	12.7	7.9	2.7			
6.10.2006	6.3	1.22	139	16.8	15.1	5.6	16.6	8.4	3.5			
12.4.2007	7.1	0.44	120	1380	21.3	2.6	11.7					
15.6.2007	7.2	1.34	155	8.4	25.0	2.8	6.7	5.7	2.7	118	2.0	94.4

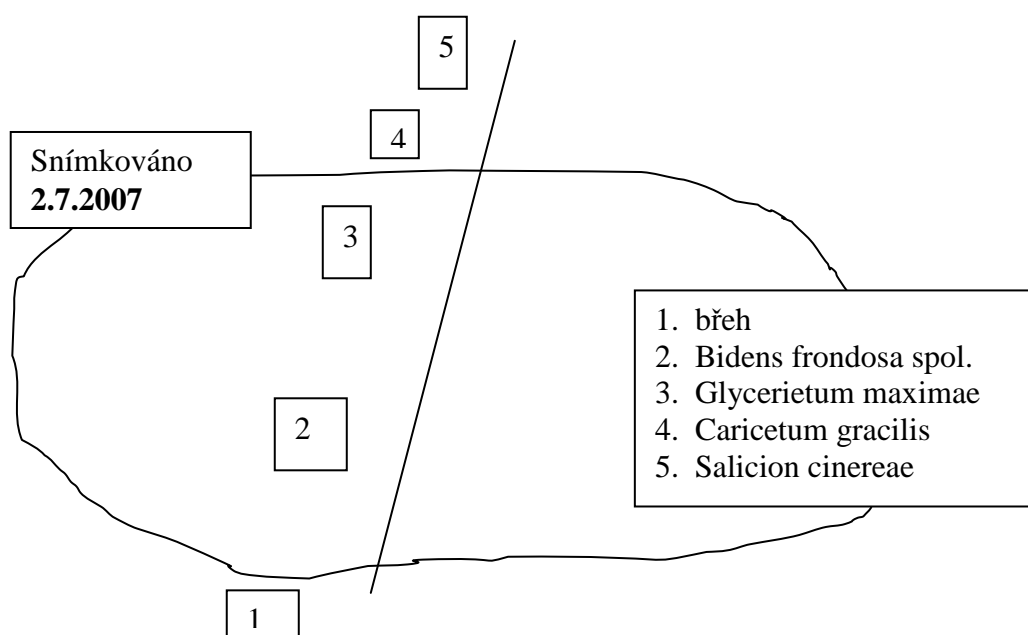
## Tůň č. 5 Vysychavá-zazemněná (vz)

Tůň se nachází po pravé straně po proudu Nové řeky asi 50 m východně od Dlouhého mostu. Svým oblým tvarem směřuje spíše kolmo na tok řeky. Tůň protéká stoka odvádějící vodu z rybníka Podsedeck. Tím je ovlivněn i chemismus vody v tůni.

Jižní břeh tůně je zarostlý vzrostlými stromy z navazujícího lesa s *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia* nebo *Alnus glutinosa*. Tyto stromy jsou příčinou odpoledního zastínění tůně. Severní strana tůně naopak volně přechází do nepropustné vrbiny se *Salix cinerea* a subdominantou *Persicaria hydropiper*. Za nízké hladiny vody dominují v tůni společenstva s *Glyceria maxima* a *Carex acuta*.

Maximální hloubka tůně během malé povodně v létě 2006 dosahovala pouze do 50 cm. O dva měsíce později byla naměřena hloubka vody v tůni do 5 cm. Na jaře 2007 byla tůň téměř a v létě zcela vyschlá. Při takto dlouhodobé absenci vody se na obnaženém dně tůně vytvořila náhradní společenstva vegetace svazu *Bidention*. Objevily se zde jak dominanty *Persicaria hydropiper* a *Bidens frondosa*, tak druhy vzácnější méně početné *Ranunculus sceleratus*, *Elatine sp.*, *Rorippa amphibia*. Původní společenstva byla buď zcela nahrazena nebo se obohatila druhy obnažených dnů.

Tůň je velmi silně zazemněná v důsledku neustálého zanášení sedimenty stokou. V době zatopení se na hladině vyskytuje tyrkysově zelený zákal v podobě fotosyntetizujícího fytoplanktonu, který rovněž poukazuje na živinovou dotaci. Eutrofní voda z Podsedecku tedy v době vegetace ovlivňuje fotosyntetickou činnost řas a sinic.





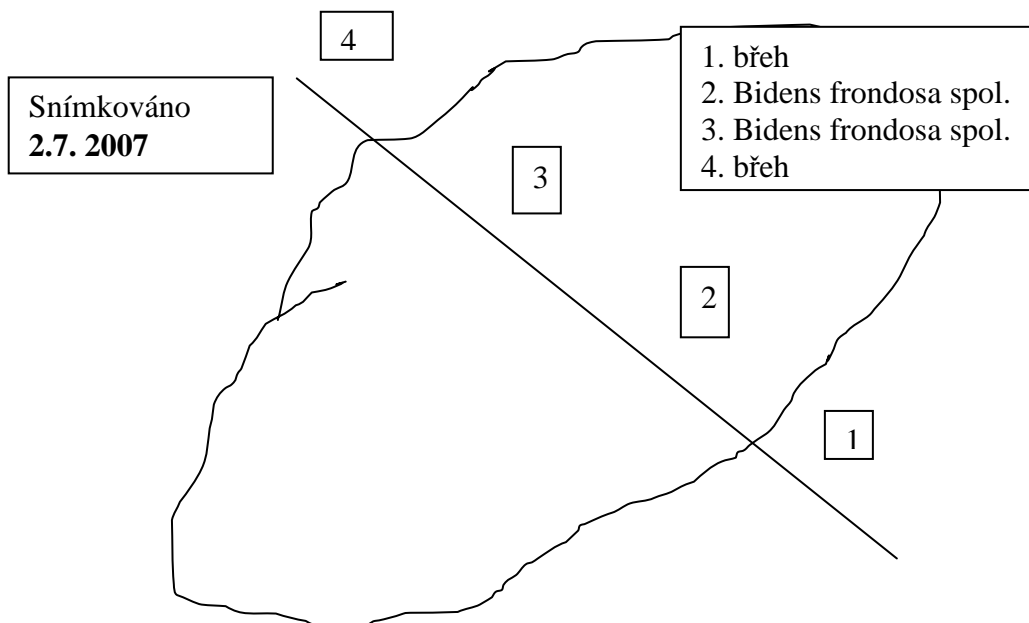
	pH	alkalin.	kondukt.	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Na	Mg	NH <sub>4</sub> -N	TN	TP
5.		mmol/l	µs/cm	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l
25.8.2006	7.1	1.06	139	296	17.5	4.8	20.2	4.1	4.0			
6.10.2006	7.4	1.38	148	115	33.0	4.1	23.6	4.3	4.3			
12.4.2007	7.8	0.78	132	419	60.9	2.9	15.8					

### Tůň č. 6 Vysychavá (v)

Tůň nacházející se asi 20 m za Dlouhým mostem po levé straně po proudu Nové řeky. Svým podlouhlým tvarem je rovnoběžná s řekou a při vysokém stavu vody je s řekou na jedné své straně propojená. Tímto místem protéká i stoka propojující systém okolních tůní, vlévá se zde do řeky. Původem je vodní plocha evidentně zbytkem přirozeně tekoucího toku řeky, který je i dnes při vyšších stavech vody patrný.

Vysychavá tůň je charakteristická velmi nízkým vodním sloupcem. Hladina tůně je ovlivněna především hladinou vody v řece, protože dno stoky, která protéká severním okrajem tůně, je níže než centrální část tůně. Pouze tato část je stokou ovlivněna. Při rozlivu v srpnu 2006 byla tůň sice propojená s řekou, ovšem její hloubka dosahovala do 70 cm. O pouhé 2 měsíce později dosahovala třetinové původní rozlohy s maximální hloubkou 15 cm. V této době zde byl pozorován mastný hnědý zákal vzplývající na hladině. Podzimní stav z roku 2006 se ani při jarním tání po mírné zimě nezměnil a tento trend pokračoval až do úplného vyschnutí tůně na konci jara 2007.

Okolí celé tůně zarostlo vzrostlými stromy zejména *Quercus robur*, *Tilia cordata*, ale i druhově bohatým keřovým patrem s *Frangula alnus*, *Viburnum opulus*, *Eonymus europaea*. Zatopená tůň neobsahuje žádná makrofyta pravděpodobně z důvodu silného zastínění a častého vysychání. Nápadná nepřítomnost *Lemna minor* je zřejmě způsobená právě častým vysycháním a následným proplachem, za i mírně zvýšené hladiny vody v řece. Ve možné zde najít jen sporadický litorál v podobě *Lysimachia vulgaris*, *L. nummularia*, *Equisetum fluviatile*, *Galium palustre* nebo *Carex elongata*. Kvantitativně velmi vysokou četnost vodních a bažinných rostlin lze zde pozorovat při obnažení dna. Dominantní *Persicaria hydropiper* s *Bidens frondosa* pokrývají zazeměné ploché dno tůně.



	pH	alkalin.	kondukt.	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Na	Mg	NH <sub>4</sub> -N	TN	TP
6.		mmol/l	µs/cm	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l
25.8.2006	7.0	1.04	135	267	18.3	4.8	20.7	4.3	4.0			
6.10.2006	6.9	1.76	158	47.1	26.6	5.1	16.9	9.9	3.4			
12.4.2007	6.8	0.55	131	38.9	31.6	3.2	14.9					

### Tůň č. 7 Osluněná-napojená (on)

Tato tůň se vyznačuje tím, že je v nejužším kontaktu s řekou. Přímou napojenost na řeku zprostředkovává stoka vybočující rovnou z řeky, která pak propojuje osluněnou tůň. Samotná tůň se nachází asi 30 m od hlavního koryta řeky a svým tvarem je kolmá na proud toku.

Řeka je s tůň v kontaktu téměř neustále pouze při dlouhotrvajícím intenzivním suchu (léto 2007) se mezi tůň a řekou obnažil bahnitý práh, oddělující rameno řeky se samotnou tůň. Z druhé strany je tůň napojená na slabý přítok přivádějící vodu z okolních tůň v systému Novořeckých močálů. Voda přitékající z této terasy významným způsobem ovlivňuje chemismus osluněné tůně. Z osluněné tůně voda odtéká velmi výrazně průzračná, neboť je již dokonale přečištěná.

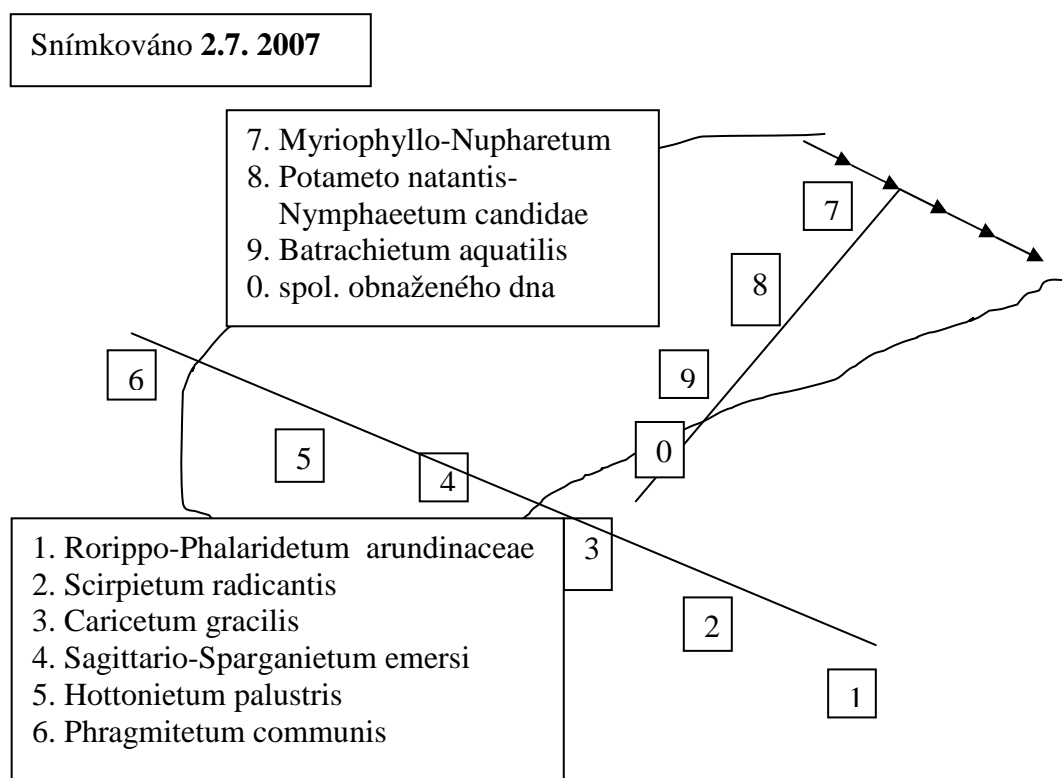
Při pohledu na tůň v běžném stavu se celý komplex jeví jako jedno dlouhé slepé rameno řeky. V roce 2004 byla tůň uměle prokopána Správou CHKO Třeboňsko, a postupně tak bylo zazemňující se slepé rameno obnoveno.

Zastíněnost je zde zcela minimální. Vzrostlý borovico-dubový les hraničí s tůň po jejím severo-východním okraji ve vzdálenosti asi 7 m od tůně. V tomto meziprostoru

se uplatňují společenstva s dominantní *Phalaris arundinacea*, *Scirpus radicans*, *Carex acuta*. Břehová část nese stopy umělého prohrnutí a rozšíření tůně, neboť jsou zde patrné nahnuté deponie porostlé právě *Phalaris arundinacea*. Zadní cíp tůně přechází ve společenstvo s dominantním *Phragmites australis*. Ve volné hladině velmi čisté a průhledné vody tůně se objevují další společenstva. Pro nejhlubší část tůně do hloubky kolem 60 cm je typické společenstvo s *Hottonia palustris* nebo s *Nuphar lutea*, v mělčí vodě se *Sparganium emersum*, příp. *Potamogeton natans* a *Batrachium aquatilis*.

Tůň je v těchto místech zanesená silnou vrstvou zbahnělého sedimentu. Naproti tomu dno stoky je písčité kvůli silněji proudící vodě.

Při poklesu hladiny vody v tůni dojde k obnažení den podél břehu a k nástupů druhů, jež volná vodní hladina nevyhovuje nebo se těmto podmínkám dokáží přizpůsobit např. *Peplis portula*, *Eleocharis acicularis*, *Alisma plantago-aquatica*, emersní forma *Hottonia palustris* a *Sparganium emersum*.



	pH	alkalin.	kondukt.	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Na	Mg	NH <sub>4</sub> -N	TN	TP
7.		mmol/l	µs/cm	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l
6.10.2006	5.8	0.47	85	26.6	12.2	1.8	8.2	5.1	2.6			
12.4.2007	6.7	0.42	115	1010	143	2.5	12.0					
15.6.2007	5.7	0.32	86	14.0	18.6	2.1	18.9	11.1	4.2	207	1.0	59.0

## 5.2 Popisy společenstev na transektech tůněmi

(Tabulka s fytocenologickými snímky v Příloze)

**Třída: Lemnetea Tüxen 1955**

**Řád: Lemnetalia minoris Tüxen 1955**

**Svaz: Lemnion minoris Tüxen 1955**

**Asociace: Lemnetum minoris Th. Müller et Görs 1960**

(Tůň č. 1 snímek č. 2, Tůň č. 3 snímek č. 5)

Asociace se vyznačuje druhově chudou fytocenozou, redukovanou až na monocenozu. Vyskytuje se jak v tůni č. 1 Zastíněné, kde s dominantou *Lemna minor* vytváří zpravidla souvislou vrstvu na vodní hladině, tak v tůni č. 3 napůl osluněné s příměsí světlomilnějších druhů např. *Nitella flexilis*, *Potamogeton obtusifolius*, *Ceratophyllum demersum*.

95 % pokryvnost *Lemna minor* u tůně č.1 zastíněné je způsobena zřejmě silnou vrstvou opadu kumulující se na dně tůně a následným uvolňování živin způsobující expanzi tohoto druhu.

Kvůli velké vzdálenosti od řeky, nebývá tůň téměř proplachována povodní, a proto silná populace *Lemna minor* zůstává nezředěna. Jiná situace nastává v tůni č. 3 Osluněné-zastíněné, která svým tvarem paralelním s tokem řeky, je pravidelně povodní propláchnuta. Populace *Lemna minor* je u této tůně tedy redukována.

Společenstvo indikuje v oblasti tůně s menším stupněm eutrofizace, které mají po celé vegetační období vodu a během povodní jsou jen mírně proplachovány (Černý 1994).

V České republice se asociace zcela běžně vykytuje od planárního do montánního stupně.

**Třída: Charetea fragilis Fukarek ex Krausch 1964**

**Řád: Nitelletalia flexilis Krause 1969**

**Svaz: Nitellion flexilis Damska 1966**

**Asociace: Nitelletum flexilis Carillion 1957**

(Tůň č. 3 snímek č. 4)

Společenstvo se nachází v tůni č. 3 Osluněné-zastíněné vedle společenstva *Lemnetum minoris*. Tyto dvě společenstva se svým druhovým složením překrývají. Z této skutečnosti vyplývá, že ani jedno ze dvou společenstev nevykazuje charakteristiku typického společenstva. Vedle dominantní *Nitella flexilis* tvoří subdominantu *Lemna minor* a přítomný je i např. *Persicaria amphibia*.

Z důvodu úbytku průhledných, oligo- až mezotrofních vod se toto společenstvo mírně kyselých až mírně zásaditých vod humidních oblastí chudých na vápník, stává vzácným.

**Třída: Potametea Klika in Klika et Novák 1941**

**Řád: Potametalia Koch 1926**

**Svaz: Nymphaeion albae Oberdorfer 1957**

**Společenstvo s dominantním druhem Nuphar lutea**

(Tůň č. 2 snímek č. 2, Tůň č. 4 snímek č. 4, Tůň č. 7 snímek č. 7)

Společenstvo představuje neúplnou asociaci *Myriophylleto-Nupharetum* Koch 1926, neboť v žádné ze tří tůní s výskytem *Nuphar lutea* se *Myriophyllum* neobjevilo. Ve studované oblasti společenstvo indikuje osluněné otevřené stanoviště uprostřed nivních luk. V tůních a slepých ramenech indikuje nejhlubší místa. Na takovýchto stanovištích bývá převažujícím společenstvem.

V Osluněné tůni č. 2 na Rozvodí, je asociace tvořená mimo dominantu i subdominantou *Hottonia palustris* a *Potamogeton natans*. Naopak typicky dominantní výskyt *Nuphar lutea* se nachází v tůni č. 4 Osluněné-Novořecké, kde pokrývá až 90 % volné hladiny.

Přežívání společenstva v tůni č. 7 Osluněné-napojené, kterou velmi často protéká voda z Novořeckých močálů do řeky naopak dokládá, že toto společenstvo může existovat jak ve stojatých, tak i v mírně tekoucích vodách.

**Třída: Potametea Klika in Klika et Novák 1941**  
**Řád: Potametalia Koch 1926**  
**Svaz: Nymphaeion albae Oberdorfer 1957**  
**Asociace: Potamoneto natantis-Nymphaeetum candidae Hejný in Dykyjová et Květ 1978**

(Tůň č. 7 snímek č. 8)

Asociace se ve studované oblasti vyskytuje jen vzácně, a to jen v tůních obohacených jemnou vrstvou sapropelu a vodou obohacenou o huminové látky (Černý 1994). Tyto podmínky splňuje pouze napojená tůň č. 7., kde převažuje *Potamogeton natans* s místy vtroušeným *Nymphaea candida*.

Společenstvo bylo původně popsáno pro rybníky Třeboňské pánve. *Potamogeton natans* je pouze občasným členem porostů s *Nymphaea candida* v tůních spíše mezotrofního charakteru.

**Třída: Potametea Klika in Klika et Novák 1941**  
**Řád: Callitricho-Batrachietalia Passarge 1978**  
**Svaz: Batrachion aquatilis Passarge 1964**  
**Asociace: Batrachietum aquatilis Sauer 1937**

(Tůň č. 7 snímek č. 9)

Společenstvo vzplývavých a ponořených vodních rostlin, mělkých tekoucích i stojatých vod, jejichž existence je podmíněna alespoň občasným vynořením půdy nad hladinu. Tyto podmínky má pouze asociace v Novořecké části v čisté vodě napojené tůně č. 7. Zde vytváří společenstvo s *Hottonia palustris*, *Glyceria fluitans*

s 90 % pokryvností. Druh *Batrachium aquatile* se poskromnu objevuje i v tůni č. 4 Osluněné-Novořecké, kde tvoří příměs společenstva *Hottonietum palustris*.

**Třída: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941**

**Řád: Oenanthetalia aquaticae Hejný in Kopecký et Hejný 1965**

**Svaz: Oenanthion aquaticae Hejný in Kopecký et Hejný 1965**

**Společenstvo s dominantním druhem *Sparganium emersum***

(Tůň č. 7 snímek č. 4)

Společenstvo představuje zřejmě ochuzenou variantu asociace *Sagittario-Sparganietum emersi* Tüxen 1953, ve které *Sagittaria sagitifolia* není přítomna. Obsazuje dostatečně zamokřený okraj tůně č. 7 s bahnitým dnem, tvořeným jemnými naplavenými sedimenty.

Dominantní porost *Sparganium emersum* ve snímkované ploše je doplněn subdominantní *Pericaria amphibia* a dalšími druhy např. *Potamogeton natans*, *Batrachium aquatile* příp. *Alisma plantago-aquatica* a *A. lanceolatum*.

*Sparganium emersum* jako stenotopní druh, rostoucí spíše v hlubších vodách, kde vytváří natantní či submersní formy, je schopný přežít při poklesu vodní hladiny i v emersní formě.

**Třída: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941**

**Řád: Nasturtio-Glycerietalia fluitantis Pignatti 1963 em. Kopecký in Kopecký et Hejný 1965**

**Svaz: Sparganio-Glycerion fluitantis Braun-Blanquet et Sissingh in Boer 1942**

**Asociace: Glycerietum fluitantis Wilczek 1935**

(Tůň č. 1 snímek č. 3)

Nepříliš častá asociace zdejších stojatých vod vyskytující se u břehu Zastíněné tůně č. 1. Tůň je součástí systému depresí a tůní v podmáčené okolní olšině. Při vyšší hladině

vody mohou být tyto stojaté vody vzájemně propojené menšími stružkami v okolí. Rovněž nižší pH vody a sedimentu indikuje výskyt této asociace v kyselejších stanovištních podmínkách. Porost se nachází ve vhodné hloubce 10-30 cm, jež je příznivá pro studované společenstvo.

Druhově chudé společenstvo s dominantní *Glyceria fluitans* doplňuje druh typický pro stojaté zastíněné vody *Lemna minor*.

Častějším biotopem společenstva jsou umělé kanály a výtoky vodních nádrží, kde tekoucí voda přináší neustále dostatek písčitého substrátu obohaceného o organické sedimenty.

**Třída: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941**

**Svaz: Caricion gracilis Neuhäusl 1959 em. Balátová-Tučková 1963**

**Asociace: Caricetum vesicariae Br.-Bl. et Denis 1926**

**syn: Caricetum acuto-vesicariae Koch 1926 Westhaff 1949 p.p**

(Tůň č. 1 snímek č. 6)

Fragment společenstva *Caricetum vesicariae* s příměsí *Carex acuta* byl popsán u zastíněné tůně č. 1. Její severní část pozvolna vybíhá do pomalu odumírající olšiny a na tomto rozhraní se společenstvo nachází. Mimo dominantní *Carex vesicaria* je tvořena rovněž subdominantou *Glyceria fluitans*.

V porovnání se společenstvem *Caricetum gracilis* vyžaduje společenstvo časově relativně dlouhé a vysoké záplavy a tudíž sestupuje zmíněná asociace více do středu tůně s hlubší hladinou vody a tvoří tak její vnitřní lem.

**Třída: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941**

**Řád: Magnocaricetalia Pignatti 1953**

**Svaz: Caricion gracilis Neuhäusl 1959 em. Bal.-Tul.1963**

**Asociace: Caricetum gracilis Almquist 1929**

(Tůň č. 2 snímek č. 3, Tůň č. 3 snímek č. 7, Tůň č. 5 snímek č. 4, Tůň č. 7 snímek č. 3)



*Caricetum gracilis* vytváří opět dvojvrstevné druhově chudé porosty. Vedle dominantního druhu byly přítomny nejčastěji také *Carex vesicaria*, *Iris pseudacorus*, *Phragmites australis*, *Galium palustre*, *Lythrum salicaria* nebo *Lysimachia vulgaris*.

Pro vznik a existenci společenstva jsou důležité záplavy a kolísání sloupce vody případně pokles vody pod úroveň půdy.

Přechodné společenstvo mezi tůň a terestrickou ekofází s *Phalaris arundinacea* je ukázkově vyvinuté u tůně č. 2. Vytváří zde spíše monocenzu, avšak s příměsí *Phalaris arundinacea* v mělčích přechodových místech. Tato asociace je dobře adaptovaná na kolísání vodního sloupce a snese větší zaplavení, než asociace předcházející.

V další tůni č. 5 se společenstvo posunulo až do středu tůně kvůli nízké hladině vody v tůni a vysokém stupni zazemnění. Zde dochází již k dosycování společenstva druhy obnaženého dna např. *Persicaria hydropiper*, *Bidens frondosa* příp. méně častými druhy *Ranunculus sceleratus*, *Elatine sp.*

Podobná situace nastala u tůně č. 3 při jejím letním obnažení.

Spíše fragment společenstva *Caricetum gracilis* se uplatnil na břehu tůně č. 7. Netytická druhová bohatost tohoto fragmentu je způsobena přítomností okolních různorodých společenstev.

Společenstvo roste v eulitorále a supralitorále přirozených i antropogenních vodních ploch, říčních ramen nebo terénních depresí.

**Třída: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941**

**Řád: Oenanthetalia aquaticae Hejný in Kopecký et Hejný 1965**

**Svaz: Oenanthion aquaticae Hejný in Kopecký et Hejný 1965**

**Asociace: Scirpetum radicans Hejný in Dykyjová et Květ 1978**

(Tůň č. 7 snímek č. 2)

Velmi cenné a vzácné společenstvo se rozšířilo po suchém jaru a létu 2007, kdy výrazně klesla hladina vody, po obou březích Osluněné-napojené tůně č. 7. Druh se vegetativně rozšířil na vyvýšené břehové linii tím způsobem, že ohnul své stolony k zemi, které pak zakořenily v půdě. Vytvořil společenstva s *Persicaria hydropiper*, *Lythrum salicaria* a dalšími druhy z kontaktních společenstev např. *Galium palustre*

a *Glyceria aquatica*. Studovaná asociace porůstá vyhrnuté dno složené z bahnitého sapropelu.

Společenstvo bylo původně popsáno na mezotrofních rybnících v jižních Čechách, kde rostlo na jílovitých a písčitých půdách překrytých rašelinovým sedimentem. Toto společenstvo s nejasným rozšířením (Pražská plošina, Jihočeská rybníční pánev) je vázané na záplavová území s kolísavou vodní hladinou, na svahových prameništích aj. Vyskytuje se v planárním až kolinním stupni.

**Třída: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941**

**Řád: Phragmitetalia Koch 1926**

**Svaz: Phragmition communis Koch 1926**

**Asociace Glycerietum maximae Hueck 1931**

(Tůň č. 4 snímek č. 2, Tůň č. 5 snímek č. 3)

Travné společenstvo jehož charakter určuje *Glyceria maxima*. Porosty asociace osidlují litorál eutrofních až hypertrofních pomalých vodních toků s rozkolísaným vodním režimem. Optimální vývoj je na tichých stanovištích, které jsou na začátku vegetačního období pravidelně zaplavené a koncem jara hladina podzemní vody klesne i pod úroveň půdy. Společenstvo preferuje mírně kyselé až neutrální, těžko propustné jílovité nivní půdy s dostatečnou zásobou organického detritu.

V rozsáhlém prostoru Novořeckých močálů vytváří společenstvo dominantní porost. Druhu *Glyceria maxima* dokonale vyhovují ekologické podmínky v tomto území a dosahuje zde enormní velikosti. Po větší část roku má porost dostatek vody, a při menší či větší povodni proudí prostorem staré meandrující koryto Nové řeky, které do nivy přináší mnoho živin. Dominanta *Glyceria maxima* je schopná růst i při dlouhodobé limózní ekofázi. Po vzestupu hladiny se rychle rozrůstá. Tolerance k enormnímu přísunu živin, zvyšuje konkurenční schopnost oproti jiným.

O střídání limózní a terestrické ekofáze na daném biotopu svědčí i přítomnost *Riccia fluitans* na povrchu bahna příp. na volné hladině. Kdyby nebyla přítomná terestrická ekofáze, zřejmě by posléze došlo k degradaci porostu. Celé okolí tůně č. 4 je zarostlé tímto společenstvem. V dobře osluněných porostech uprostřed lučních celků

Novořeckých močálů je charakteristický výskyt skupiny druhů svazu *Oenanthion aquaticae*.

Asociace se nachází rovněž u tůně č. 5, která je již však z velké části zazemněná. Rozsah porostu zde nedosahuje kvalitativních ani kvantitativních rozměrů oproti Novořecké části. Vyskytuje se jen fragmentárně.

**Třída: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941**

**Řád: Nasturtio-Glycerietalia fluitantis Pignatti 1963 em. Kopecký in Kopecký et Hejný 1965**

**Svaz: Phalaridion arundinaceae Kopecký 1961**

**Asociace: Rorippo-Phalaridetum arundinaceae Kopecký 1961**

(Tůň č. 2 snímek č. 5, Tůň č. 3 snímek č. 2, 8, Tůň č. 4 snímek č. 1, Tůň č. 7 snímek č. 1)

Černý (1994) uvádí, že ve studované oblasti neexistuje typická asociace s *Rorippa amphibia* pouze náhradní společenstvo po původních lužních lesích, v lemech tůní a korytě řeky. Společenstvo zde představuje určitou stabilizaci k sukcesnímu vývoji a přetrvává tak dlouho i bez zásahu člověka.

Phalaridetum arundinacea vytváří 1-až 2 vrstvé, zapojené druhově chudé porosty. Subasociace s dominantní *Phalaris arundinacea* se velmi často vyskytuje u sledovaných osluněných tůní v terestrické ekofázi, tedy na rozhraní mokřadní a vlhkomilné vegetace (tůň č. 3, 4, 7). Typický je v těchto porostech v horní vrstvě *Phalaris arundinacea*, *Carex acuta*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, příp. *Urtica dioica* a v dolní vrstvě *Galium palustre*.

V oblasti Novořeckých močálů je v porostu častá *Oenanthe aquatica*.

Jiný případ nastává u Osluněné tůně č. 2, kde porost *Caricetum gracilis* v litorální fázi volně přechází do rozsáhlé říční nivy *Rorippo-Phalaridetum arundinaceae*.

Typické je střídání záplav a poklesů podzemní vody hluboko pod úroveň půdy. Jestliže voda stagnuje na povrchu půdy déle *Phalaris arundinacea* ustupuje na úkor druhu *Glyceria maxima* na úživnějších substrátech nebo *Carex acuta*.

Přirozeně se vyskytuje na pomalu tekoucích, převážně dolních tocích řek v planárním a kolinním stupni.

**Třída: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941**

**Řád: Phragmitetalia Koch 1926**

**Svaz: Phragmition communis Koch 1926**

**Asociace: Phragmitetum communis (Gams 1927) Schmale 1939**

(Tůň č. 7 snímek č. 6)

Výrazné homogenní jedno až dvouvrstvé porosty, které svojí výškou a plochou patří mezi naší nejvyšší bylinnou formaci. Nepříznivé světelné podmínky a hustý kořenový systém, poskytují malý prostor pro další rostliny. Frekvence ostatních druhů je nízká. Společenstvo má širokou ekologickou amplitudu, optimální podmínky jsou na pravidelně zaplavovaných stanovištích. Vhodné podmínky pro rozvoj tohoto společenstva nenajdeme u většiny tůní a slepých ramen. Důvodem jsou jednak ostré přechody mezi břehem a hladinou, a také malá obvodová plocha litorálu těchto biotopů. Porosty asociace jsou zpravidla součástí hydrosérií našich mokřadů.

Jediné místo s ekologickými podmínkami vhodnými pro rozvoj asociace je oblast Novořeckých močálů, ve které jsou podmínky v mnoha směrech podobné podmínkám v litorálu rybníků. V této ploché oblasti dochází k trvalejší stagnaci vody a k ukládání většího množství sedimentu. Společenstvo *Phragmitetum communis* nacházející se v západním cípu tůně č. 7, je syceno jak vodou z řeky za povodně, tak zejména spodní vodou dotovanou průsakem z teras, vyvěrající na prameništi zarůstající společenstvem.

Jednou z příčin odumírání porostu je nadměrná eutrofizace v anaerobním prostředí tj. při trvalém zaplavení.

**Třída: Bidentetea tripartiti Tüxen, Lohmeyer et Preissing in Tüxen 1950**

**Řád: Bidentetalia tripartiti Braun-Blanquet et Tüxen 1943**

**Svaz: Bidention tripartiti Nordhagen 1940**

***Bidens frondosa* spol.**

(Tůň č. 5 snímek č. 2, Tůň č. 6 snímek č. 2, 3)

Ve fragmentu společenstva převažuje *Persicaria hydropiper* s příměsí *Bidens frondosa*. Toto společenstvo bylo zjištěno ve třech tůních (č. 3, 4, 6), jejichž dno bylo přes vegetační sezonu 2007 obnažené. Tůně se vyznačují svou mělkostí způsobenou

zazemněním protékající stokou (tůň č. 5), příp. zanesením při povodni a silným opadem (tůň č. 3, 6).

Nejvíce se společenstvo uplatnilo v tůni č. 6 Vysychavé, kde pokrylo větší část obnaženého dna tůně. Porost je zde dosti plně zapojen, což snižuje možnost uplatnění konkurenčně slabších druhů. Proto je popisující svaz druhově chudý. I přes dominantní výskyt *Persicaria hydropiper* je společenstvo dosycováno jak bylinnými druhy *Urtica urens*, *Rorippa palustris*, tak i poměrně velkou početností semenáčů *Quercus robur* (rovněž u tůně č. 3).

V tůni č. 5 se toto společenstvo projevuje pouze fragmentárně na jen jedné části tůně, ovšem s bohatším druhovým složením. Přítomny jsou i *Carex acuta*, *Juncus bulbosus*, *Callitriche sp.*, *Alisma plantago-aquatica*.

Vyschnutí tůně č. 3 způsobilo rovněž nástup druhů obnaženého dna s příměsí *Lythrum salicaria*, *Oenanthe aquatica*, *Lysimachia vulgaris*.

Druhy typické pro toto společenstvo *Persicaria amphibia*, *Callitriche sp.* tvoří v porostech s *Bidens frondosa* spodní patro a v případě nového zaplavení mokřadu opět nastupují do popředí. Společenstvo je časté v povodí menších toků a má expanzivní charakter.

**Třída: Alnetea glutinosae Br.-Bl et Tüxen 1943**

**Řád: Salicetalia auritae Doing 1962**

**Svaz: Salicion cinereae Th. Müller et Görs ex Passarge 1961**

(Tůň č. 1 snímek č. 4, Tůň č. 2 snímek č. 6, Tůň č. 5 snímek č. 5)

Bažinné vrbové křoviny často zaplavované stagnující vodou vytvářející typické bochánkovité porosty. Společenstvo bylo ve studované oblasti popsáno na třech lokalitách. Podobný charakter odpovídal tůním osluněným č. 2, 5, kde hustý neprostupný porost vybíhal z tůně do osluněné otevřené nivy. Druhové složení podrostu i jednotlivých typů asociace je velmi různorodé a odráží spíše fytoecologii příslušné tůně. Častým druhem je zde *Solanum dulcamara*, *Galium palustre* a *Lythrum salicaria*. Naopak spíše fragment společenstva se uplatnil v zastíněné tůni č. 1 pod řídce zapojeným olšovým lesem. V některých porostech se vzácněji vyskytuje také *Salix*

*aurita*, který přirozeně prospívá na substrátech rašelinných biotopů. Na okrajích tůní se vyskytuje z důvodu různorodého složení náplavého materiálu.

**Třída: Potametea Klika in Klika et Novák 1941**

**Řád: Callitricho-Batrachietalia Passarge 1978**

**Svaz: Batrachion aquatilis Passarge 1964**

**Asociace: Hottonietum palustris Tüxen 1937**

(Tůň č. 4 snímek č. 3, Tůň č. 7 snímek č. 5)

Společenstvo *Hottonietum palustris* se vyskytovalo na dvou tůních. V tůni č. 4 Osluněné-Novořecké se vyskytovalo v typicky vyvinuté submersní formě. K dalším druhům společenstva zde patřily zejména *Batrachium aquatile* a *Utricularia australis*. Porost zde nebyl zastoupen silnou populací a byl tvořen jen nefertilními jedinci. V tůni č. 7 *Hottonia palustris* tvořila jak submersní, tak emersní formu. Emersní forma přežívala spíše při okrajích vysychajících částí tůně, zatímco submersní plodná sestupovala i do hlubších míst. V mělčích částech tůně byla doprovázena druhy *Bidens radiata* a *Plantago aquatica*.

Bližší charakteristika populací tohoto druhu spolu s konkrétním popisem několika jedinců v populacích byla zařazena do následné kapitoly 5.4.

### **5.3 Bližší charakteristika populací žebrotky bahenní (*Hottonia palustris*) na sledovaných tůních**

Žebrotka bahenní je chráněná obojživelná rostlina z čeledi *Primulaceae*. Vyskytovala se na největším počtu sledovaných tůní ze všech zjištěných druhů. Proto jsem zařadila bližší popis jejích populací.

Druh *Hottonia palustris* byl nalezen ve čtyřech zkoumaných tůních vždy na osluněných stanovištích. V tůni č. 2 Osluněné tvořil pouze subdominantu ve společenstvu s dominantním druhem *Nuphar lutea*. V malém počtu byla *Hottonia palustris* popsána v osluněné části tůně č. 3 těsně po povodni v létě 2006. Při ostatních pozorováních již spatřena nebyla. Nedá se však vyloučit, že sem byla zanesena pouze

velkou vodou z početné populace blízké tůně č. 7. Nejvíce rozšířená byla ve sledované oblasti v Novořeckých močálech, kde se uplatnila v mělké vodě při okraji tůní. Příkladem jsou společenstva v tůních č. 4 a 7 (viz kapitola 5.2.)

### **Popis dvou fertilních populací a jejich prostředí u tůně č. 2 a tůně č. 7**

V suchém létě 2007 tvořila uprostřed tůně č. 2 osluněné subdominantu ve společenstvu dominantním druhem *Nuphar lutea*. Na okraji tůně se *Hottonia* rovněž objevovala. Zde zakořenily výrazně menší jedinci v porovnání s výskytem uprostřed tůně, kde tvořila často volně plovoucí formy. Vzdálenost výskytu od břehu nebyla větší než 2 m. Hloubka vody v místě kolísala podle ročního období a momentální hloubky vodního sloupce v řece od 1.5 m zjara po 70 cm uprostřed léta. Při břehu rostla v hloubce od 0-30 cm.

Nalezen byl pouze jediný fertilní jedinec měřící 55 cm s 8 zdánlivými přesleny. Hrozen byl tvořen souborem květů od spodu v přeslenu po 4, 4, 4, 2, 3, 1, 3 ve vzdálenosti 6 cm, 4 cm, 2.5 cm, 1.8 cm, 1.5 cm, 1.0 cm, 0.8 cm. Květenství bylo dlouhé 40 cm, z toho spodní polovina hnědě zbarvená, horní fotosyntetizující zelená. Rostlina byla tvořená poměrně dlouhým kořenem. Stonek byl složen ze dvou větví přeslenů, které se dále dělily. Obě hlavní větve měřily 50 cm. Habitus rostliny byl velmi křehký, při sebemenším dotyku se lámal.

Na lokalitě č. 7 v tůni osluněné, napojené se nacházela největší populace společenstva v rámci studovaných stojatých vod. Podobně jako u populace předcházející se v tůni objevovalo více forem tohoto druhu. Porost začínal na obnaženém břehu, kde vytvářel pouze porost nízkých listových růžic, letní terestrické formy. Dále sestupoval do mělké vody až do 50 cm hloubky, zde také zakořenil, ovšem stále netvořil plodné jedince. Jiná situace nastala na protilehlém břehu tůně. Pruh s porostem *Hottonia palustris* se táhl délce asi 30 m 0.5-1 m od břehu. Pruh byl složen z několika shluků navzájem oddělených vodní hladinou. Rostly ve hloubce 70 až 130 cm (hladina vody v rámci sezony kolísá). Shluk činil kolem 13 plodných jedinců, některé z nich volně splývaly ve vodním sloupci. Vedle těchto shluků se nacházela vždy populace sterilních většinou kořenících rostlin.

Popis dvou vybraných fertilních jedinců: Délka první rostliny je 82 cm, z toho kořen měřil 56 cm, stonek s listy 26 cm. Z prvního zdánlivého přeslenu se větvilo 5 větví – 26 cm nejdelší rostoucí ve směru kořene, druhý 20 cm, ostatní 15-10 cm.

Stonek květu měřil 27 cm a v hroznu měl 6 přeslenů po 3, 4, 3, 4, 4, 2 květech, délka mezi přesleny byla 4.5 cm, 3.5 cm, 2.2 cm, 2.0 cm, 0.4 cm. Délka druhé rostliny byla 75 cm, z toho kořen měřil 47 cm a stonek s listy 28 cm. Stonek květu měřil 22 cm a obsahoval 4 přesleny v hroznu po 3, 4, 4, 4 květech ve vzdálenosti 3.5 cm, 3.0 cm, 1.8 cm.

## 5.4 Statistické vyhodnocení dat

Na grafu č. 1 jsou uvedeny výsledky PCA analýzy tůní ve vztahu k hodnotám hlavních chemických (pH sedimentu a ztráta žíháním) a morfometrických parametrů (vzdálenost tůně od řeky, maximální hloubka tůně a její velikost). Je z něj opatrné, že tůně č. 1 a č. 3 jsou si podobné. Tůň č. 7 je oproti ostatním značně odlišná, neboť jako jediná je přímo napojená na řeku. Také tůň č. 5 se od ostatních tůní odlišuje. Odlišnost je vysvětlena zejména malou hloubkou vody, která je dána značným zazemněním. V současnosti je tůň vysychavá. Dále je zde vidět, že se zvyšující se maximální hloubkou tůně a velikostí tůně se snižuje pH sedimentu. Podobně jako u chemických analýz vody měly nejvyšší pH sedimentu tůně č. 5 a 6 a nejnižší naopak tůň č. 7; nejvyšší podíl organických látek v sedimentu měla tůň č. 5 a nejnižší tůň č. 2.

Graf č. 2 znázorňuje výsledky analýzy DCA jednotlivých druhů v vztahu k jejich poloze na gradientu vlhkosti. Ve směru od břehu se uplatňuje stromové patro s druhy např. *Pinus sylvestris*, *Tilia cordata*, *Quercus robur* doplněné keřovým patrem s druhy např. *Frangula alnus*, *Spiraea salicifolia*. Následují litorální druhy např. *Phalaris arundinacea*, *Carex acuta*, *Lysimachia vulgaris*. Vlhkostní gradient je zakončen, jak vyloženě vodními druhy jako např. *Nuphar lutea*, *Lemna minor*, tak druhy sekundárně obnažených den např. *Peplis portula*, *Alisma plantago-aquatica*. Centroidy kategoriálních proměnných (Břeh, Litorál a Tůň) jsou rozmístěny paralelně s 1. osou. Je vidět, že typické druhy jednotlivých pásem litorální zonace jsou rozmístěny v okolí těchto centroidů.

Na grafu č. 3 jsou rovněž uvedeny výsledky analýzy DCA jednotlivých druhů ovšem ve vztahu k tůním. Vegetačně nejvíce podobné si jsou osluněné tůně č. 4 a 7. Osluněná tůň č. 2 se k předešlým dvěma druhovým složením vodní vegetace sice přibližuje, litorálem je si však bližší s polozastíněnými tůněmi č. 3 a 5. Mírně odlišná od ostatních je typická zastíněná tůň č. 1. Její odlišnost je způsobena téměř 100 %



pokrytím volné hladiny druhem *Lemna minor* . Nejvíce odsazená je tůň č. 6, která neobsahovala žádná vodní makrofyta.

Graf č. 4 znázorňuje výsledky analýzy DCA jednotlivých druhů ve vztahu k vybraným charakteristikám vodního sloupce, které jsou v grafu vyneseny jako pasivní proměnné. Rostlinné druhy na grafu se rozdělily do tří hlavních skupin, které se liší zejména typickým vodním režimem: (1) skupinu typických vodních druhů, (2) skupinu litorálních druhů a (3) skupinu druhů obnažených den. Zajímavé je umístění pasívních proměnných charakterizujících chemismus vody. Hlavní živiny ( $\text{PO}_4\text{-P}$  a  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) jsou v souvislosti s výskytem druhů vysychavých biotopů. Naproti tomu kationty jsou spíše ve vztahu k výskytu typických litorálních druhů.

## 6 Diskuse

V oblasti říční nivy řeky Lužnice, která se ve studovaném místě dělí na Starou a Novou řeku, jsem vegetačně popsala sedm stojatých aluviálních vod, lišící se svým vznikem (genezí), morfologií (charakterem), vodním režimem, chemií vody a sedimentu a rovněž různorodou makrofytní vegetací.

### 6.1 Typ a morfologie tůní

První z rozlišujících charakteristik je typ stojaté vody. Typy zahrnují jednak zbytky po bývalých meandrech, slepá a mrtvá ramena řeky nebo typické kruhovo-oválné tůně, často vzniklé až po zazemnění části slepého ramene. Podstatný rozdíl mezi rameny a tůněmi je v tom, že délka tůní nepřesahuje trojnásobek jejich šířky, narozdíl od ramen, kde délka přesahuje šířku mnohonásobně (Pithart et al. 2000). Typickými zbytky původních meandrů, a tedy dnešními mrtvými rameny, jsou tůně č. 3 a 6. Obě jsou poměrně dlouhé v poměru ke své šířce, tvarem kopírují bývalé tekoucí koryto a jsou v přítokové části zazemněné, narozdíl od části odtokové napojené při zvýšené hladině vody na hlavní koryto, kudy za povodně voda odtéká. Na jejich stáří napovídá i silné zazemnění doprovázené častými periodami vysychání. Kvůli podlouhlému tvaru a umístění podél řeky nejsou za povodně dostatečně prohloubeny a dojde pouze k jejich propláchnutí a k odplavení submersní a na hladině plovoucí vegetace. Mrtvá ramena se pomalu, ale jistě neodvratně zanášejí. Netypickým slepým ramenem řeky a původním meandrem je tůň č. 7, která se napojuje na Novou řeku v místě jejího oddělení od Lužnice a většinou na svém druhém konci není slepá. Její netypičnost spočívá v tom, že při nadbytku vody v Novořeckých močálech (při zvýšené hladině vody v řece) se stává průtočnou, tedy spojovacím článkem mezi Novou řekou a vodou stékající z Novořeckých močálů. Nejvíce se uplatňuje vliv řeky na výšku hladiny vody v tůních a ramenech č. 1 a 7, přičemž u druhé zmíněné je ovlivnění dané přímou napojeností na řeku. Tůň č. 4 svým charakterem spíše odpovídá jedné z mnoha hlubších depresí s kolísavou vodní hladinou v rozsáhlé nezastíněné nivě Novořeckých močálů. Bývá i několikrát do roka přeplavena a její tvar je patrný jen v období sucha. Tůň č. 4 je poměrně dosti vzdálená od řeky a její vodní režim je ovlivněn také častými vývěry podzemních vod a vod z teras. Z tvaru mrtvého ramene lze snadno vyčíst jeho původ,

u tůň je to složitější (Pithart et al. 2000). Pravděpodobně skutečný charakter tůň mají tůň č. 1, 5. Systém tůň v olšině pod samotou U Soukupů je ukázkovým příkladem periodicky vysychavých tůň v nivním olšovém lese. Nachází se zde tůň č. 1, ve které se nemění hladina vody přímo v důsledku změny hladiny vody v řece, ale vždy se značným zpožděním. Řeka svojí erosně akumulací činností ukládá rozsáhlé pískové lavice pod Rozvodím, které mohou být překryty nivními hlínami, což působí jako drenáž mezi řekou a tůň a vytvářející hyporheal pod tůň. Velká vzdálenost mezi tůň a řekou je pouze relativní. Stojaté vody v nivě jsou zásobovány vodou nejen z atmosférických srážek a povodní, ale i průsakem zvodnělých vrstev nivy případně teras (Pechar et al. 1996) (např. tůň č. 2, 4, 7). Voda protékající řekou je okem patrná pouze z jedné části. V podzemí protéká daleko širší koryto, které tím pádem i dotuje vodou nivu řeky se stojatými vodami. Tůň napájené infiltrovanou vodou z řeky mají nižší pH, nízký obsah celkového dusíku, kolísavé množství celkového fosforu a tím i mění se stupeň trofie (Pechar et al. 1988) (př. tůň č. 1). V soustavě tůň za Dlouhým mostem se nachází i tůň č. 5 ležící na stoce odvádějící vodu z rybníka Podsedek. Tato skutečnost způsobila téměř 100 % zazemění tůň organickým materiálem a pravděpodobně bude mít i za následek zánik tůň sukcesními pochody. Mohlo by jít o pravou luční tůň, což dokládá její oválný tvar, a není zde evidentní náznak původního koryta. V tůň, kde ještě před několika lety převažovalo společenstvo s dominantním druhem *Nuphar lutea* (Černý 1994), dnes převažuje společenstvo asociace *Glycerietum maximae* s druhy obnažených den a začíná se postupně uplatňovat poslední sukcesní fáze se svazem *Salicion cinereae*. Ani vířivým pohybem vody během větší povodně by již nemohlo, kvůli značné vzdálenosti od řeky, dojít k prohloubení tůň (Černý 2000) (viz graf č.1). Další netypickou luční tůň oválného tvaru je tůň č. 2., pozůstatek pradávného meandru. Skutečnost, že se toto mrtvé rameno nezanáší, je způsobena průplachem stoky. Jako jedna z mála má jen málo kolísavou hladinu vody a zařazuje se spolu s tůň č. 4 a 7 mezi stále aluviální vody. Za to vděčí svému umístění v rozsáhlé říční nivě, kde na mnoha místech vyvěrá podzemní voda spolu s vodou stékající z okolních teras. Naproti tomu periodické tůň jsou zásobeny pouze vodou srážkovou, povodňovou, případně průsakem zvodnělých vrstev.

## 6.2 Vodní režim

Jak již bylo zmíněno, Lužnice je řeka s napjatou vodní bilancí, což se projevuje nevyrovnanými vodními stavy v průběhu roku, a tedy i výrazným kolísáním vodní hladiny v celé nivě (Prach, Příbil et al. 1988). Tento úkaz se ověřil i přes sezonu 2006 a 2007. Zatímco v první půlce roku 2006 se vystřídalo několik menších a jedna výrazná povodeň, další sezóna byla na srážky abnormálně chudá. Niva byla propláchnuta pouze menší povodní na podzim. Během pozdního jara a léta 2007 zasáhlo nivu netypické sucho, při kterém vyschla většina sledovaných tůň. Dokonce i Nová řeka měla v té době charakter stojaté vody.

Zajímavým zjištěním bylo, že až na jedinou výjimku (tůň č. 3) byla v obou letech na dané lokalitě zaznamenána tatáž společenstva, přestože v roce 2007 došlo k razantnímu poklesu vodní hladiny. U osluněných tůň se poloha snímkaných společenstev v suchém roce 2007 posunula směrem k nejhlubší části tůně. To znamená, že společenstva tůň jsou adaptována na vysoce variabilní hydrologický režim těchto biotopů a dovedou tolerovat obrovské kolísání vodní hladiny jak v rámci téhož roku, tak mezi jednotlivými lety.

Povodně samozřejmě mohou vznikat nejenom na jaře a počátkem léta, což se odráží v datech z dlouhodobého měření průtoků, ale i nepravidelně v ostatních obdobích roku. Nejméně pravděpodobná je však povodeň v listopadu. Délka povodně se pohybuje v průměru mezi 6-10 dny, může však trvat i více než měsíc (Klimeš 1996). Světová literatura se velmi často zabývá otázkou, jaký vliv má povodeň na vegetaci v nivě řeky. Autoři se shodují, že v každou funkční nivu pravidelně formují povodně. (Bornette et al. 1998) dokládá u často zaplavovaných niv znovuobjevení vzácných druhů a pochopitelně i vzrůst biodiverzity a (Godreau et al. 1999) zase zpomalení až zastavení sukcese u mělkých stojatých vod. Dieterman (1993) prokázal neobvykle vysokou produkci makrofyt rok po silné povodni. Černý (1994) však upozorňuje, že původní diverzita společenstev tůň se začne po povodni znovu obnovovat za většinou mírně odlišných podmínek.

Skutečná degradace makrofytní vegetace v tůních nastává po regulaci hlavního koryta řeky a odvedení povodně po proudu toku. Tímto způsobem byla degradována četná ramena řeky Mississippi (Fischer et Claflin 1995) i na mnoha jiných tocích (Kirschner et al. 2001, Kuhar et al. 2007)

### 6.3 Chemismus vody a sedimentu

Z výsledků chemických analýz (viz Tabulka č.1) se za povodně setřely rozdíly v obsahu fosforečnanů v jednotlivých tůních. Podobných hodnot dosahovala i konduktivita. Obsah dusičnanů výrazně vzrostl o řád. V době povodně dojde k propláchnutí stojatých vod a hodnoty koncentrace látek se změní. Zvýšené hodnoty dusičnanů v řece jsou evidentní již několik desetiletí: tento problém způsobuje jednak nedostatečné množství čistíren odpadních vod v okolních vesnicích, časté hnojení průmyslovými hnojivy na terasách obhospodařovaných polí a luk a následné průsaky v dobře propustných štěrkopískových sedimentech kolem řeky. V posledních letech je hlavním přísunem dusíku do ekosystémů atmosférický spad. Tomu i odpovídá vyšší hodnota dusičnanů naměřená v Osluněné tůni č. 2 z jara po silném tání sněhu, které způsobilo zvýšený přísun obohacené vody z celého povodí. Naproti tomu výrazně nízká hodnota se projevila u téže tůně následující rok po netypicky teplé bez srážkové zimě. V této době měla nejvyšší hodnotu tůň č. 4, do které se voda sbírá se širokého okolí Novořeckých močálů a tůň č. 7 po větší část roku napojená na hlavní tok. Niva Novořeckých močálů je oblast značně ovlivněná sousedící řekou. Při nízkém spádu a umělém korytu dochází k postupnému nasedání Nové řeky nad úroveň okolní nivy a v době povodní se niva stává sedimentační plochou jemných minerálních a organických částic (Černý 1994). V čistých přírodních vodách se dusičnany vyskytují v nízkých koncentracích (Pitter 1999). Vysoké jarní hodnoty jsou rovněž dány nepřítomností vegetace, jež by živiny absorbovala. Podobně vysoké hodnoty dusičnanů naměřil i Pechar et al. (1988) u luční tůně pod Dvory nad Lužnicí. Nejnižších hodnot v průběhu obou sezón dosahovala tůň č. 1 Zastíněná. Hladina této tůně je pravidelně pokrytá hustým zápojem společenstva asociace *Lemnetum minoris*, který svým zastíněním vodního sloupce pod sebou zapříčiní anaerobní podmínky. Následným procesem denitrifikace unikají přeměněné plynné formy dusíku do atmosféry. Úbytek dusičnanů může být v nivě způsoben i sorpčními mechanismy nebo promícháním povrchové vody s podzemní vodou (Rauch 2000). Novořecké močály jsou částečně obklopeny borovými lesy na písčitých půdách. Tyto půdy obývají dusík fixující (azotofní) a nitrifikační bakterie. Dusičnan se pak snadno vymývá a splachuje do okolí (Pitter 1999). Zmíněná oblast je rovněž charakteristická průsakem říční vody z přilehlé terasy, která se může od říční vody lišit vyšší koncentrací dusičnanů a naopak nízkou

koncentrací fosforečnanů (Pithart et al. 2000), kterou se podařilo prokázat jednak u Novořeckých osluněných tůní (č. 4, 7), jednak u Osluněné tůně č. 2 pod Würmskou terasou. Dojde-li k oddělení ramene od proudící řeky, začne se ohřívát a dochází k denitrifikaci (Pithart 2000). Tento trend je patrný u tůní č. 4 a 7, u kterých došlo v důsledku vyschnutí jejich okolí k oddělení od proudící vody.

Další, dá se říci nejdůležitější, živinovou složkou stojatých vod jsou fosfáty. Přestože se sledované hodnoty mezi jednotlivými tůněmi řádově nelišily, je možné jisté odchylky nalézt. Nejbohatší na fosforečnany byla tůň č. 3. Toto mrtvé rameno ležící v blízké vzdálenosti od řeky, je velmi silně zazemněno organickým sedimentem, kvůli nedostatečnému eroznímu působení za povodně a hlavně silnému přísunu organického materiálu v podobě spadaneho listí, které se v tůni následně hromadí a rozkládá. Vlivem silného zazemnění se v rameni neuplatní významnější makrofytní vegetace, která by nahromaděnou organickou hmotu zpětně přijímala. (Tento živinový cyklus se evidentně projevuje u osluněných tůní č. 2, 4 a 7 s bujnou makrofytní vegetací, v nichž byly naměřeny nejnižší koncentrace  $\text{PO}_4\text{-P}$ ).

Pro oba hlavní biogenní prvky je příznačná velká sezónní dynamika a není tedy možné na základě několika analýz vysvětlit jejich sezónní cyklus.

Nejnižší hodnota alkalinity spolu s většinou dalších charakteristik byla změřena u Osluněné-napojené tůně č. 7. Vysvětlením nízkého obsahu iontů a prvků na tomto stanovišti by mohlo být z větší části téměř permanentní napojení a tudíž i ředění vody v rameni řekou. Při velkém suchu 2007 došlo k oddělení ramene od řeky a následnému vzrůstu některých iontů ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ). Bujná vodní a mokřadní vegetace porůstající slepé rameno řeky rovněž z velké části odčerpává živinovou minerální základnu ramene.

Hodnota pH sledovaná u studovaných stojatých vod se pohybovala v průběhu dvou sezón v dosti širokém rozmezí 5.7-7.8 v porovnání s výsledky Pechara et al. (1998), který naměřil u pěti různých tůní a ramen hodnoty 6.2-7.7. Kolísání hodnot v průběhu sezóny bylo evidentní. Nejvyšší pH se zaznamenalo vždy zjara, v letním období pokleslo, aby na podzim spíše stagnovalo. Na jaře však opět vzrostlo. Tomuto však neodpovídají údaje z literatury. Například (Adamec et al. 1993) naměřil v několika tůních Dunaje nejvyšší pH v letním období, kdy bujná submersní vegetace fotosyntetickou činností dokázala vytáhnout pH až na hodnotu 10. Jednoznačně nejvyšší pH měla tůň č. 5, popřípadě 6, tedy tůně vysychavé, což potvrdily i statistické analýzy (viz graf č.1). Tyto vody jsou ovlivňovány eutrofní vodou (z rybníka Podsedek)

protékající zejména tůň č. 5. Velké množství živin vyhovuje fotosyntetizujícímu fytoplanktonu, který svým působením zvedá pH tůně. I přesto, že napojená tůň č. 7 by měla mít podobné hodnoty v porovnání s řekou, neboť tekoucí vody mají pH mírně vyšší než vody v tůních (Skuhrový et al. 1990), dosahovalo toto slepé rameno nejnižších hodnot. Jak již bylo zmíněno, rameno je pravděpodobně syceno vodou z přilehlého lesního komplexu, z jehož mírně kyselého surového humusu mohou být vyplavovány huminové kyseliny a fluvokyseliny do podzemní vody. Na vývěr podzemní vody indikačně napovídá i přítomné společenstvo asociace *Phragmitetum communis*, vyskytující se v přirozených podmínkách na prameništích s více méně stabilní hladinou vody (Hejný 2000).

#### **6.4 Vegetace–faktory ovlivňující její složení (zastínění, výška vodního, sloupce, zazemnění)**

Výsledky této práce neprokázaly zásadní vliv chemického složení vody na druhové složení vegetace společenstev, a to zejména kvůli nedostatečnému množství analýz prováděných v průběhu obou sezón. Je rovněž možné, že chemická charakteristika vody ovlivňuje vodní a bažinou vegetaci pouze okrajově Hejný (2000). Výsledky některých jiných autorů však potvrdily trofii, jako hlavní rozlišovací faktor, zejména obsah fosfátů a amoniaku, acidita a alkalinita měly vliv až podružný (Robach et al. 1996). Daleko důležitějšími faktory ovlivňující druhové složení vegetace je míra zastínění vodní plochy daná pokryvností stromového (E3) a keřového (E2) patra, výška vodního sloupce (hloubky vody příp.obnaženost) a stupeň zazemnění (charakter sedimentu).

Zásadní vliv jaký má míra zastínění na uplatnění makrofytní vegetace ve vodním prostředí dokumentuje (Gee et al. 1997). Na 50 nově vytvořených tůních a jiných stojatých vod v západním Walesu zjistil, že se zvyšujícím se procentem břehového lemu keřové a stromové vegetace, zároveň uměrně klesá diverzita submersní a emersní vegetace. Tomu odpovídají i výsledky z této práce. Poloha transektů a snímků na těchto transektech byla volena tak, aby byla co nejlépe zachycena druhová bohatost společenstev. Byly tak zachyceny téměř všechny druhy, které se na tůních vyskytovaly. Na osluněných tůních byl zaznamenán větší počet druhů než na tůních zastíněných. Největší počet typicky vodních druhů (14) byl zjištěn na osluněné tůni č. 7, která však byla současně největší ze všech sledovaných tůní. Také další osluněné tůně č. 2 a 4

měly alespoň 5 typických vodních druhů. Naproti tomu v plně zastíněných tůních č. 1 a 6 byly zjištěny pouze jeden až dva druhy.

Ekotony litorálů se vyznačují dynamičností způsobenou kolísáním hladiny vody, která obvykle určuje charakter a strukturní proměnlivost druhů a s ní spojených společenstev v ploše i čase. Pravidelným i nepravidelným kolísáním vodní hladiny dojde k rozrůznění hydrologických, hydropedologických a ekologických podmínek stanovišť, což se následně promítá v různorodosti a rozčlenění ekosystémů a jejich dílčích částí. Například druhy s širokou ekologickou valencí jako *Phalaris arundinacea* a *Glyceria fluitans* indikující kolísání hladiny. Rod *Utricularia* preferuje stálou vodní hladinu, naproti tomu druh *Persicaria amphibia* je dokonale přizpůsobený ke střídání poklesů a vzrůstu hladiny (Hejný et Sytník 1993). Dostí přesnou indikaci makrofyt stanovištními faktory prostředí potvrdil i Haury (1996). Černý (1994) však soudí, že kvůli mnoha faktorům, které působí na vegetaci současně, je velmi obtížné stanovit v nivě Lužnice jejich bioindikační význam. Výskyt makrofyt v tůních je podle něj ovlivněn zejména stupněm zazemnění, charakterem sedimentu, kolísáním hladiny vody v průběhu roku, proplachy v době povodní, méně již chemickým složením vody. Graf č. 4 oddělil vegetaci zejména podle vlhkostního gradientu litorál – tůň. Vytvořila se zde však i vmezeřená skupina druhů vyskytující se na rozhraní litorálu a tůně. Skupina druhů typických pro obnažená dna zároveň negativně korelovala se zvyšující se vzdáleností od řeky a pozitivně se zvyšujícím se množstvím hlavních živin ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ). Tato skutečnost odpovídá všeobecně známému faktu, že v přirozeně fungujícím ekosystému říční nivy je největší množství živin napraveno řekou. Druhové složení této vmezežené skupiny se shoduje s fytoecologickými snímky popsány u jediné napojené tůně č. 7.

Zajímavý výsledek přinesla chemická analýza sedimentu. Rozdíl hodnot  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} - \text{pH}_{\text{KCl}}$ , který ukazuje míru nasycení sorpčního komplexu půdy, byl pozitivně korelován s hodnotami obsahu organických látek, stanovených ztrátou žháním ( $R^2 = 0.92$ ). Nejméně přístupných bazí je v sedimentu tůně č. 2, kde bylo naměřeno pouze 8 % organických látek. Jedním z možných vysvětlení je, že organické látky pravděpodobně z velké části spotřebovává bakteriální společenstvo, kterému v tůni vytváří příznivé podmínky společenstvo s dominantním druhem *Nuphar lutea* rostoucí ze dna tůně. Stejně společenstvo nalezneme i u dvou dalších stojatých vod (č. 4, 7), které ovšem mají jak rozdíl pH sedimentu podstatně menší, tak i obsah organických látek v sedimentu se pohybuje kolem 40 %. Důvodů pro vysvětlení této skutečnosti je



jistě víc: přímé napojení na řeku, splachy a vývěry vod z teras nebo časté přeplavení vyběženou vodou s množstvím unášeného materiálu.

Jednoznačně nejvyšší téměř 50 % obsah organických látek měla tůň č. 5 pro niž množství živin obstarává protékající stoka z eutrofního rybníka. U této tůně bylo však společenstvo s dominantním druhem *Nuphar lutea* nahrazeno společenstvy asociace *Glycerietum maximae* příp. s *Bidens frondosa* spol., která se uplatnila v zazeměných a na živiny bohatých tůních. Společenstvo může přetrvávat v tůni poměrně dlouho, pokud jsou však zachovány podmínky přiměřeného proplachu v době povodní (Černý 1994).

## 6.5 Příčiny variability vegetace na studovaných tůních

Různě druhově bohatá byla společenstva obnažených den. Dno mohou obsadit různé dominantní druhy, ovšem jejich dominanci ovlivňují nepatrné odlišnosti v kolísající hladině a charakteru sedimentu (Květ et Dykyjová 1978). Zde převládlo na většině tůní *Bidens frondosa* spol. s dominantním druhem *Persicaria hydropiper*, který prospívá v mírně kyselých půdách, středně bohatých na obsah dusíku na osluněných i zastíněných stanovištích (viz tůň č. 3, 5, 6). Společenstvo s *Bidens frondosa* na stanovišti obvykle sukcesně navazuje na vegetaci svazu *Lemnion minoris*, která po vyschnutí tůně mizí (Vicherek et al. 2000) Tento poznatek se však zcela potvrdit nepodařilo. V rameni č. 3 bylo sice společenstvo popsáno, ale rozhodně nebylo v rameni dominantní a v tůni č. 5 se druh *Bidens frondosa* vyskytoval řídce. A konečně rameno č. 6 původní makrofyta neobsahovalo, dokonce ani sporadický výskyt *Lemna minor*. I přesto, že toto mrtvé rameno je možné definovat jako zastíněné (nad ním se rozprostírá klenba vzrostlých stromů, jež pravidelně dotuje rameno opadem) podobně jako tůň č. 1, která je z 90 % pokrytá společenstvem *Lemnetum minoris*, obdobnou symetrii zde nenalezneme. Rozdílnost způsobuje zřejmě pravidelný průplach tůně při zvýšené hladině vody v řece a následné odplavení vzplývavých lemniďů. Jejich přežívání neprospívá ani téměř pravidelné vysychání silně zazemněného koryta. Jak již bylo zmíněno opačná situace byla popsána u Zastíněné tůně č. 1 z velké části porostlé společenstvem *Lemnetum minoris*. Důvodem, proč se v tůni neprosadí jiná makrofyta, je zřejmě několik. Zásadní vliv má zřejmě sezónní zastínění a celoroční přísun organického materiálu. Po pokrytí hladiny okřehkem dojde k poklesu teploty a zastínění vodního sloupce a následnému potlačení fotosyntézy fytoplanktonu. Způsobí to

vyčerpání kyslíku ve vodě a nastartování redukčních procesů. Rozkladem organické hmoty se uvolňuje dusík a zároveň se spotřebovává kyslík (Heteša et al. 2000). Příklad (2000) v zastíněné tůni u Mušova analyzoval při deficitu kyslíku zvýšené množství sirovodíku a konstatoval, že i po rozpadu okřehku v podzimních měsících byly anaerobní podmínky v tůni udržovány rozkladem padajícího listí.

Zcela opačný typ biotopu vyhovuje vzácnému oligotrofnímu až mezotrofnímu společenstvu asociace *Hottonietum palustris* rostoucím v osluněných Novořeckých lokalitách a na Rozvodí. Neubauerová (1996) však uvádí, že nejpočetnější populace tohoto druhu byly popsány na polozastíněných, jen málo vysychavých stanovištích s nepříliš prohřátou vodní hladinou. Poslední dvě zmíněné charakteristiky se již shodují s výsledky mých pozorování. Průtočnost lokalit č. 7 a č. 4 a částečná u č. 2 je zárukou nižší teploty vody, v porovnání s vodami vysychavými. Další potvrzující fakt je ten, že se společenstvo vyskytuje v tůních, které jsou ovlivněny průsakovou vodou z podzemních pramenů, chudou na huminové látky. *Hottonia palustris* se tedy chová jako účinný indikátor saprobity – znečištění prostředí organickými látkami (Husák et al. 1987). Intenzivní proplach jarní povodní, eutrofizace vody a následné porůstání lodyh vláknitými řasami jsou hlavními příčinami ústupu této asociace (Černý 1994). Ve svém celkovém rozšíření je společenstvo vázáno na planární a kolinní stupeň v eurosibiřské oblasti. I přesto, že tato asociace je na území České republiky udávána jako vzácná, na studovaných lokalitách v nivě Lužnice se prozatím vyskytovala poměrně často.

Charakteristickou zonací společenstev na zazemňujících se tůních a mrtvých ramenech je možné porovnat s Černým (2000). Zvýšený okraj tůně bývá porostlý společenstvem *Phalaridetum arundinaceae* na které navazují směrem do tůně porosty společenstva *Caricetum gracilis* nebo *Glycerietum maxime* na úživnějších místech. Tento vzorec litorální vegetace se v různých variantách obměňuje i u studovaných stojatých vod. Následuje přechodová zóna mezi souší a vodou s fragmenty společenstev obnažených den např. s *Eleocharis acicularis*, *Peplis portula*, *Sparganium emersum*, *Alisma plantago-aquatica*, *A. lanceolatum* (viz tůň č. 7). Černý dále popisuje již vodní společenstvo *Hottonietum palustris* vedle *Callitricho hamulatae-Batrachietum aquatile*, které však na sledovaných tůních nebylo nalezeno. Stejně tak společenstvo *Elodeetum canadensis* typické pro stále zaplavené části tůní. V místech se silnější vrstvou sapropelu popisuje shodně společenstvo s dominantním druhem *Nuphar lutea* či vzácně *Potameto natantis-Nymphaeetum candidae*, tedy typická společenstva studovaných osluněných tůní (č. 2, 4, 7).

## 6.6 Rozdělení tůní podle hlavních parametrů prostředí

Vegetačně se studované stojaté vody dají rozdělit do tří skupin, i když to nejsou skupiny jednoznačné, protože každá tůň je určitým způsobem odlišná od ostatních i v rámci skupiny. Makrofyta osidlují celou škálu biotopů vodních, semiterestrických až terestrických typů vnitrozemských mokřadů (Hudec et al. 1995).

Skupina zastíněná (č. 1, 3, 6) zahrnuje tůně a ramena nacházející se pod zápojem vzrostlých stromů, což do značné míry omezuje uplatnění makrofytní vegetace. Mezi společenstvy volné hladiny tůně tedy dominuje společenstvo asociace *Lemnetum minoris*, které může být doplněno na slunnějších místech společenstvem asociace *Nitellatum flexilis*. V této skupině stojatých vod může být hladina i zcela bez makrofyt. Charakter litorálu a pobřežní vegetace závisí na typu a morfologii pobřeží. Na mírném přechodu hydro-litorální ekofáze se mohou vyskytovat společenstva asociace *Glycerietum fluitantis* následované svazem *Salicion cinereae* na litorálně-terestrické ekofázi. Vzorec může být rovněž modifikován výskytem společenstva asociace *Phalaridetum arundinaceae* v lépe osvětlených litorálech.

Skupina vysychavá (č. 1, 3, 5, 6) je charakteristická nejvyšší zazemněností, kvůli které dochází k jejímu částečnému vysychání a následnému nahrazení vodních makrofyt společenstvy a dominantními druhy obnažených den. Ramena a tůně jsou zanášeny usazeninami za povodní a kumulací organického materiálu v podobě opadu, případně zanášeny umělou stokou bohatou na živiny. Na těchto stanovištích se uplatňuje *Bidens frondosa* spol. spolu s dominantním druhem *Persicaria hydropiper*. Není-li tůň během zaplavení zcela bez vodní a bažinné vegetace, uplatňují se zde při vyschnutí původní společenstva, která jsou pouze dosycována druhy obnažených den.

Tůň č. 1 je netypickou vysychavou tůní, neboť kuli hustému povlaku společenstva *Lemnetum minoris* setrvávající i po vyschnutí tůně, se zde nevyskytují společenstva obnažených den. Je tůní periodickou a vysychá až se značným zpožděním oproti předcházejícím tůním.

Skupina osluněná (č. 2, 4, 5, 7) zahrnuje tůně rozprostírající se v otevřené nivě v komplexu aluviálních podmáčených luk. Jsou zde zastoupena pestrá makrofytní společenstva s ochránářsky významnými druhy. Společenstvo volné hladiny tůně je ve všech případech s dominantním druhem *Nuphar lutea*, příp. asociace *Hottonietum palustris* nebo jde o společenstvo asociace *Potametum natantis* (v mělčích místech

*Batrachietum aquatilis* objevující se v tůních s nestagnující vodou nebo *Sparganietum emersi*). Litorální stanoviště pak může obsadit *Caricetum gracilis* přizpůsobené částečnému zaplavení, výjimečně na vyvýšených plochách mezi mělkými depresiemi *Scirpetum radicans* nebo na úživnějších substrátech *Glycerietum maximae*, indikující eutrofnější stanoviště v místech převládající sedimentace (Prach et al. 1996). Na tyto společenstva navazuje časté břehové společenstvo *Phalaridetum arundinaceae*. Zonace může být ukončena keřovou vegetací svazu *Salicion cinereae*.

Výjimku představuje tůň č. 5, která sice patří mezi tůně po většinu dne osluněné, je však již téměř zazemněná, a tudíž se zde výše uvedená společenstva kromě litorálních *Glycerietum maximae*, *Caricetum gracilis* a svazu *Salicion cinereae* neuplatňují.

U tůní č. 7 a 5 se na obnaženém břehu mohou vyskytovat společenstva a jednotlivé druhy obnažených den druhově velmi pestrá např. s *Eleocharis acicularis*, *Peplis portula*, *Carex bohemica*, *Juncus bulbosus*.

Skupina nevysychavá (2, 4, 7) téměř kopíruje skupinu osluněných tůní, které jsou mimo jiné dotovány průsakem vody z přilehlých zvodnělých teras, a tedy i možnost vyschnutí je zde velmi malá.

## 6.7 Ochrana a management

### *Historie a současnost hydrologických úprav říčních niv v ČR*

Otázka ochrany a soustavné péče o mokřadní biotopy je i na začátku nového tisíciletí stále nedostatečně vnímána. Přestože se problematikou zabývá velký počet vědeckých pracovníků i zájmových skupin hezkou řádku let, stále se nedaří posunout pozitivní nahlížení široké veřejnosti na mokřady.

Přeměna přírodní krajiny byla donedávna spojena s úpravami vodních toků. Středověké zásahy do koryt řek a potoků vycházely z potřeb využití vodní síly v pilách a hamrech. Vodní toky byly upravovány jako vodní příkopy k obraně měst či k napájení rybníčních soustav. Vlna větších technických zásahů do koridorů vodních toků přišla ke konci 19. století. Dnes nové technické možnosti umožnily provádět úpravy v podstatně větším měřítku.

Antropogenní změny říčního charakteru postihly velkou část říční sítě v České republice. Ze 76 tis. km vodních toků je upraveno 21,6 tis.km (28,4 %). Mírně nadprůměrně jsou pozměněna koryta vodohospodářsky významných toků, která byla

upravena na třetině své délky. Vodní toky náležící Zemědělské vodohospodářské správě, spravuje převážně drobné vodní toky v zemědělské krajině, mají upravenost téměř 40 %. Nejmenší, 10 % podíl úprav je na horských a lesních úsecích. Mezi zachovalé části řek, které byly jen z části nebo nebyly vůbec postiženy regulací, patří například Lužnice, Ploučnice, Orlice, horní Vltava a některé menší úseky na Odře, Bečvě, Dyji a Stropnici (Němec et Hladný 2006).

Naprostá většina tůní v České republice je vázána na nivy řek. Zde bývalo ještě počátkem minulého století velké množství tůní, především periodicky zaplavovaných. Z těch patřila většina k tůním, které vznikají jako poslední zvodnělé prohlubně v periodických korytech řek. Těmto korytům se říká smuhy a voda v nich teče jen za povodní, kdy hlavní tok vybřežuje. Povodňová vlna se rozlije do nivy, a tím se její dopad výrazně zmírní (Štěrba 1996).

Vznik, trvání i zánik tůní a ramen byl zde ovlivňován v prvé řadě přírodními faktory (klima, hydrodynamikou toku, geologickými poměry, vegetací), dnes je významné i působení člověka (Černý 1994).

### ***Současný management studované oblasti***

Studované území je součástí PR Meandry Lužnice a PR Novořecké močály. Správa CHKO provádí velmi vhodný management na celém zvláště chráněném území.

Oblast PR Meandry Lužnice, kterou protéká nenarovnaný vodní tok s množstvím slepých ramen a tůní, ponechává Správa CHKO přirozenému vývoji. Problémem, který se dosud nepodařilo uspokojivě vyřešit, jsou rozsáhlé porosty s dominancí *Phalaris arundinacea* a rozšíření ploch rozptýlené keřové a stromové vegetace. Kvůli zvýšené eutrofizaci řada mělkých depresí zanikla a hlubší se stále více zazemňují. Tento problém by řešilo například opětovně zavedené kosení a odvoz biomasy na některých místech aluviálních luk. Podle chystaného plánu péče by tento úkon v budoucnu měl být prováděn jednou za tři roky.

Současný stav a existence unikátních mokřadních společenstev PR Novořecké močály je výsledkem zanedbané technické údržby kanálu Nové řeky, Novořecké hráze a odvodňovacích stok pod hrázemi přilehlých rybníků. Snížil se odtok z oblastí a zvýšila se frekvence záplav. Proto se zde mohla vyvinout mokřadní společenstva. Protože však touto oblastí neprotéká meandrující koryto, nedochází tak k procesu přirozeného vzniku a zániku slepých ramen a tůní. Je tedy nutné obnovovat ramena v pokročilém stavu terestifikace (tůň č. 3, 5, 6) a zároveň vytvářet nové mělké laguny.

Tůň č. 7 byla v roce 2002 správou CHKO obnovena a nyní je jednou z druhově nejbohatších tůň oblastí.

Bylo by také vhodné omezit chov ryb v přilehlé Chlumské rybníční kaskádě z polointenzivního chovu na extenzivní, jakož ani nepovolovat výjimky k aplikaci krmiv a hnojiv. Strouhy a stoky by tak nepřiváděly nadměrné množství živin do okolních tůň (viz tůň č. 5) a ramen, které tak neodvratně zanikají. Rovněž se v močálech pod Novořeckou hrází rozšiřují porosty s dominancí *Glyceria maxima* a *Phalaris arundinacea*, kterým vyhovují vysoké živinové dotace a celková biodiverzita oblastí klesá.

### ***Principy managementu říčních niv***

Navrhovat management samotné tůně či ramene by poukazovalo na naprostou neznalost celého problému. Není možné chránit, případně upravovat, solitérní jednotky celého systému, neboť ochrana by byla pouze dočasnou záležitostí. Aby docházelo k přirozeně dynamické erodně-akumulační činnosti řeky, při které tůně a ramena nejenom zanikají, ale i se následně obnovují, nesmí být hlavní koryto řeky, tvořící osu nivy, násilně upraveno. Zpevněním a narovnáním vodního toku se také zabrání pravidelným sezónním rozlivům, které dotují nivu živinami. Při silnějších srážkách ale ani betonové koryto množství protékající vody nemůže zachytit a do zaniklé nivy zbavené akumulačních mechanismů se vyvalí masa vody.

- Je tedy nutné pokusit se o zachování pokud možno celé říční nivy vymezené jejími terasami.
- Minimalizovat zornění v přímé blízkosti toku, aby nedocházelo k nadměrnému splachu nejen živin, ale i znečišťujících látek používaných v zemědělství.
- Nenapojovat na tok další kanalizační vývody a snažit se omezovat stávající.
- Minimalizovat lidskou zástavbu, neboť v případě ohrožení lidského majetku velkou vodou, jdou zájmy ochrany přírody ihned do pozadí.
- Pokusit se o náročné, ale možné revitalizační projekty. Každou lokalitu je nutné důkladně posoudit a poté zvolit vhodný přístup. Obnova samotných toků spolu s mokřadními a vodními plochami v nivách může přinést podstatné zvýšení biodiverzity krajiny, což dokládá poměrně značné množství úspěšných projektů z posledních let u nás i ve světě (Šeffler et Stanová 1999, Williams et al. 2008, Boon et al. 2000, Gee et al. 1997)

Naučíme-li se rozumět přirozeným principům a zákonitostem, které řídí dynamické procesy v nivách vodních toků, budeme posléze moci napravit chyby, jichž jsme se dopustili na těchto úchvatných typech ekosystémů.

## **Revitalizace**

Tudy jsem tekla před tisíci lety.

Pak ale přišla velká voda a já si našla úplně nové koryto.

Nová cesta se mi líbila. Sem tam nějaká ta tůňka, zákrut sem a zase tam.

No a pak se do toho začal míchat člověk.

Napřed pokácel spoustu stromů na horách. Už mě nemělo co zdržovat.

Fičela jsem z kopců, že jsem v zákrutech málem vyhazovala pstruhy na břeh.

No dobře, nakonec proč ne – později se tomu začalo říkat tobogan.

Ale člověku to nestačilo. Že prý s tím dělám ciráty. Začal mne napřimovat.

Úpravu toku sem, úprava toku tam.

Z hor zrychlený tok – v odstavených ramenech nestavíme.

To už není oběh vody, to je prostě běh.

Uběhl nějaký čas, uplynulo hodně vody.

Lidi najednou začal zajímat můj tok. Teču prý ze střechy Evropy!

Chtějí si mne užít. Říkají tomu zadržení vody v krajině. Retence.

A tak přišlo to sladké slovo – revitalizace!

Zase navážu kontakt s rameny, která jsem už dlouho neviděla.

Zase se dám dohromady. Zase budu žít...

(Oživená řeka)

(Němec et Hladný 2006)

## 7 Závěr

### 7.1 Popsané stojaté vody lze podle jejich vlastností rozdělit na tyto čtyři skupiny:

**Skupina zastíněná (č. 1, 3, 6)** zahrnuje tůně a ramena nacházející se pod zápojem vzrostlých stromů, což do značné míry omezuje uplatnění makrofytní vegetace.

**Skupina osluněná (č. 2, 4, 5, 7)** zahrnuje tůně a ramena rozprostírající se v otevřené nivě v komplexu aluviálních podmáčených luk. Jsou zde zastoupena pestrá makrofytní společenstva s ochranně významnými druhy.

**Skupina vysychavá (č. 1, 3, 5, 6)** je charakteristická nejvyšší zazemněností, kvůli které dochází k částečnému vysychání tůní a ramen a následnému nahrazení vodních makrofytní pobřežní vegetací krátkodobě také druhy obnažených den.

**Skupina nevysychavá (2, 4, 7)** téměř kopíruje skupinu osluněných tůní, které jsou mimo jiné dotovány průsakem vody z přilehlých zvodnělých teras.

### 7.2 Splnění stanovených cílů práce:

- Popsat strukturu vegetace vodních a mokřadních společenstev ve vybraných slepých ramenech a tůních horního toku řeky Lužnice.

Osluněné stojaté vody nacházející se v otevřené říční nivě porůstá nejčastěji společenstvo s dominantním druhem *Nuphar lutea* a subdominantní společenstvo asociace *Hottonietum palustris*.

Zastíněné stojaté vody obývá nejčastěji společenstvo *Lemnetum minoris*.

Vysychavé stojaté vody porůstají zejména *Bidens frondosa* spol.

Litorální stanoviště stojatých vod nejčastěji obsazují společenstva asociace *Caricetum gracilis*, *Glycerietum maxime*, *Phalaridetum arundinaceae* a svaz *Salicion cinereae* v litorálně-terestrické ekofázi.



- Analyzovat hlavní parametry prostředí stojatých vod.

Ze základních chemických analýz vodního prostředí byly naměřeny většinou nízké hodnoty dusičnanů. Naproti tomu některé naměřené hodnoty fosforečnanů naznačovaly již eutrofii.

Hodnoty pH vykazovaly poměrně široké rozmezí hodnot od 5.7 do 7.8.

Hodnoty pH sedimentu byly výrazně kyselejší od 4.5 do 5.5.

Na obsah organických a anorganických látek byl sediment dosti variabilní, dokonce i v rámci jedné tůně.

- Přednést návrhy vhodného ochrannářského managementu pro zkoumaná ramena a tůně.

Jelikož zkoumaná oblast patří mezi nejhodnotnější a nejzachovalejší území v České republice, mělo by být hlavním cílem tento stav udržet co nejdéle a pokusit se o minimalizování necílených antropogenních zásahů do povodí řeky a její nivy.

### **7.3 Odpovědi na položené otázky:**

#### **1. Představují tůně a ramena významné biotopy v krajině díky tomu, že jsou osidlovány celou řadou rostlinných společenstev?**

Na sedmi sledovaných tůních v nivě řeky Lužnice jsem popsala 20 společenstev, často i s ochrannářsky cennými rostlinnými druhy.

#### **2. Je složení vegetace druhově bohatší u osluněných částí lučních tůní a ramen než u zastíněných lesních stojatých vod?**

Druhové složení vegetace je skutečně u osluněných částí lučních tůní bohatší v porovnání se zastíněnými stojatými vodami. Průměrný počet druhů u typických osluněných tůní je 9 a u typických zastíněných tůní jsou 2.

### **3. Má chemické složení vody vliv na výskyt konkrétních společenstev vegetace?**

Vliv chemického složení vody na výskyt konkrétních společenstev vegetace se nepodařilo zcela přesvědčivě prokázat kvůli nedostatečnému množství provedených analýz v průběhu sezón.

## 8 Použitá literatura

- Adamec L., Husák Š., Janauer G.A., Otáhelová H.** (1993): Phytosociological and Ecophysiological Study of Macrophytes in Backwaters in the Danube River Inundation Area near Palkovicovo (Slovakia). *Ekologia-Bratislava* 12, 69-79.
- Ambrož J.** (1938): Flóra tůní a tekoucích vod v oblasti třeboňské. České národní Muzeum, odd.příroda, Praha.
- Balatka B., Sládek J.** (1988): Členění reliéfu ČSR. *Lidé a Země* 29, 70-74.
- Beazley M.** (1993): Wetlands in danger. Conservation atlas. The World Conservation Union.
- Blom C.W.P.M., Bogemann G.M., Laan P., van der Sman A.J.M., von der Steeg H.M.,**
- Boon P.J., Davies B.R., Petts G.E.** (2000): Global Perspectives on River Conservation – Science, Policy and Practise. John Wiley & Sons, England.
- Bornette G., Amoros C., Lamouroux N.L.** (1998): Aquatic plant diversity in riverine wetlands. The Role of Connectivity. *Freshwater Biology* 39, 267-283.
- Bornette G., Piegay H., Citterio A., Amoros C., Godreau V.** (2001): Aquatic plant diversity in four river floodplains: a comparison at two hierarchical levels. *Biodiversity and Conservation* 10, 1683-1701.
- Braun-Blanquet J.** (1921): Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde, Springer, Berlin.
- Černý R.** (1994): Vegetace makrofyt tůní a slepých ramen nivy Lužnice a její bioindikační význam. Kandidátská disert. práce, Ped. fak. JU ČB.
- Černý R.** (2000): Makrofyta tůní nivy Lužnice – jejich vztah k hydrodynamice řeky. – In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. Sborn. příspěv. konf. z Lužnice, Průhonice, 123-128.
- Čeřovská K., Pokorný J.** (2000): Zhodnocení dlouhodobého vývoje chemismu vody Stropnice. – In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. Sborn. příspěv. konf. z Lužnice, Průhonice, 113-118.
- Čížková H.** (2006): Faktory ovlivňující dynamiku porostů rákosu obecného (*Phragmites australis* [CAV.] Trin. ex Steudel) v kulturní krajině. Habilitační práce. Zeměd. fak. JU ČB.

- Dale H.M., Gillespie T.** (1976): The influence of floating vascular plants on the diurnal fluctuations of temperature near the water surface in early spring. *Hydrobiologia* 49. – Cit. dle: Ondok J. P., Přibáň K. (1982): Vliv vodní vegetace na fyzikální faktory ve vodním prostředí. Bot. ústav AVČR Třeboň.
- Décamps H.** (1984): Towards a landscape ecology of river valleys. – In: Cooley J. H., Golley F.B. (eds.): Trends in ecological research for the 1980's, Plenum Press, New York, 163-178.
- Dieterman D.** (1993): Major River Survey. Backwaters of the Mississippi River. Minnesota Department of Natural resources, Division of Fish Wildlife.
- Dykyjová D., Květ J.** (eds.) (1978): Pond Litoral Ecosystems, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 23-64.
- Fischer J.R., Claflin T.O.** (1995): Declines in aquatic vegetation in Navigation pool NO-8, upper Mississippi River between 1975 and 1991. *Regulated Rivers Research & Management* 11, 157-165.
- Gee J.H.R., Smith B.D., Lee K.M., Griffiths S.W.** (1997): The ecological basis of freshwater pond management for biodiversity. *Aquatic conservation-marine and freshwater ecosystems* 7, 91-104.
- Godreau V., Bornette G., Frochot B., Amoros C., Castella E., Oertli B., Chambaud F., Oberti D., Craney E.** (1999): Biodiversity in the floodplain of Saone: a global approach. *Biodiversity and Conservation* 8, 839-864.
- Haury J.** (1996): Assessing functional typology involving water quality, physical features and makrofytes in a Normandy river. - In: Caffrey J.M., Barrett P.R.F., Murphy K.J., Wade P.M. (eds.): Management and Ecology of Freshwater Plants. Kluwer Academic Publishers, Belgium.
- Hejný S.** (1957): Ein Beitrag zur ökologischen Gliederung der Makrophyten der tschechoslowakischen Niedrigungsgewässer. *Preslia* 29, Praha, 349-368.
- Hejný S. a kol.** (2000): Rostliny vod a pobřeží. East West Publishing Company, Praha.
- Hejný S., Husák Š.** (1988): Inventarizace makrofyt v Třeboňské pánvi. – In: Přibil S., Janda J., Jeník J. (eds.): Ekologie a ekonomika Třeboňska po 10 letech. Bot. ústav ČSAV, Třeboň, 85-89.
- Hejný S., Sytník K.M.** (1993): Makrofyta – indikátory změn přírodního prostředí, Naukova dumka, Kyjev.
- Hellawell J.M.** (1989): Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier, London 546 – Cit.dle: Prach K., Jeník J., Large A.R.G. (eds.)

(1996): Floodplain Ecology and Management, SPB Academic Publishing Amsterdam, The Netherlands, 1-9.

**Heteša J., Keršner V., Marvan P., Sukop I.** (2000): Hydrobiologie dolního Podyjí v minulosti s obnovou hydrologického režimu lužního lesa. . – In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. Sborn. přísp. konf. z Lužnice, Průhonice, 46-49.

**Hudec K., Husák Š., Janda J., Pellantová J.** (eds.) (1995): Mokřady České republiky – přehled vodních a mokřadních biotopů ČR. Český ramsarský výbor, Třeboň.

**Hudec K., Husák Š., Kubíček F., Vlček V.** (1984): Typizace a klasifikace vodních a mokřadních biotopů v ČSSR. – In: Pellantová J., Hudec K. (eds.): Vodní ptactvo a jeho prostředí v ČSSR. Sborník referátů ÚVO ČSAV Brno, 135-144.

**Husák Š.** (1994): Vegetace a některé chemické vlastnosti povrchových vod povodí řeky Senice v Pobečví, Bot. ústav AVČR Třeboň.

**Husák Š., Květ J.** (2000): Terminologie přirozených a umělých biotopů toků s odhadem počtu stojatých vod a aluviích v ČR. – In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. Sborn. přísp. konf. z Lužnice, Průhonice, 16-20.

**Husák Š., Rydlo J.** (1992): Vodní makrofyta řeky Lužnice. Muzeum a současnost, ser. natur. 6, Roztoky, 67-108.

**Husák Š., Sládeček V.** (1987): Příklady indikační schopnosti makrofyt z jihomoravských lokalit. Bot. ústav ČSAV a Katedra technologie vody a prostředí VŠCHT.

**Husák Š., Sládeček V., Sládečková A.** (1987): Přehled makrofyt jako indikátorů saprobity. Vegetační způsoby čištění vody a možnosti jejich aplikace, ČSVTS Brno, 49-59.

**Husák Š., Sládečková A., Květ J., Košanová A.** (1987): Příklady indikační schopnosti makrofyt z jihočeských lokalit. Bot. ústav ČSAV a Katedra technologie vody a prostředí VŠCHT.

**Chábera S. a kol.** (1985): Jihočeská vlastivěda. Neživá příroda. Jihočeské nakladatelství, České Budějovice.

**Chán V. (ed.)** (1999): Komentovaný červený seznam květeny jižní části Čech. – Příroda 16, AOPK ČR a Jihočeská pobočka ČBS, Praha.

**Janda J.** (1994): Třeboň Basin Biosphere Reserves. – In: Jeník J., Price M.F. (eds.): Biosphere Reserves on the Crossroads of Central Europe, Czech Republic-Slovak

Republic, Czech National Committee for UNESCO's Man and Biosphere Programme, Prague, 66-80.

**Jeník J., Květ J.** (1984): Long-term research in the Třeboň Basin Biosphere Reserve, Czechoslovakia. - In: di Castri F., Baker F.N.C., Handly M. (eds.): Ecology in practice. Ecosystem management. Tycooly, Unesco, Paris, 437-459.

**Jeník J., Prach K.** (1988): Funkce řeky a říční nivy v krajině. – In: Drbal K., Jeník J. (eds.): Sborník Agronom. Fak. VŠZ v ČB, Praha.

**Jurko A.** (1958): Pôdne ekologické pomery a lesné spoločenstvá Podunajskej nížiny. Vydalo Slov. akad. vied, Bratislava.

**Keddy P.A.** (2000): Wetland Ecology Principles and Conservation. Cambridge University Press.

**Kettner R.** (1948): Všeobecná geologie. Vol. 3. Vnější síly geologické, povrch zemský. Melantrich, Praha.

**Kirschner A.K.T., Riegl B., Velimirov B.** (2001): Degradation of emergent and submerged macrophytes in an oxbow lake of an embanked backwater system: Implications for the terrestrialization process. International review of hydrobiology 86, 555-571.

**Klika J.** (1940): Die Pflanzengesellschaften des Alnion. Verbandes, Preslia, Praha, 18-19.

**Klimeš L.** (1996): Adaptations of dominant plant populations to floodplain environment. – In: Prach K., Jeník J., Large A.R.G. (eds.) (1996): Floodplain Ecology and Management, SPB Academic Publishing Amsterdam, The Netherlands, 125-129.

**Kopecný K.** (1968): Zur Polemik über die Phytocenologie Erfassung der Flussröhrichtgesellschaften Mitteleuropas. Preslia 40, 397-407.

**Kopecný K.** (1966): Ökologische Hauptunterscheide zwischen Röhrichtgesellschaften flissender und stehender Binnengewässer Mitteleuropas. – Folia Geobot. Phytotax., 1, Praha, 193-242.

**Kopecný K.** (1969): Klassifikationsvorschlag der Vegetationsstandorte an der Ufern der tschechoslowakischen Wasserläufe unter hydrologischen Gesichtspunkten. Arch. Hydrobiol., 66, Stuttgart, 326-397.

**Kravčík M. (ed.)** (2000): Voda pre tretie tisícročie. MVO Lúdia a voda, Košice.

**Kubát K. (ed.)** (2002): Klíč ke květeně České republiky. – Academia, Praha.

- Kuhar U., Gregorc T., Rencelj M., Sraj-Krzić N., Gaberscik A.** (2007): Distribution of macrophytes and condition of the physical environment of streams flowing through agricultural landscape in north-eastern Slovenia. *Limnologica* 37, 146-154.
- Lexová R.** (1995): Management a dynamika fluvialní krajiny v povodí Horní Lužnice. Diplomová práce, Přírod. fak. UK, Praha.
- Mitsch W.J., Gosslink J.G.** (2000): *Wetlands*, third edition. John Wiley & Sons, New York.
- Moravec J. a kol.** (1995): Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Severočeskou Přírodou, Litoměřice.
- Murphy K.J., Dickinson G., Thomaz S.M., Bini L.M., Dick K., Greaves K., Kennedy M.P., Livingstone S., McFerran H., Milne J.M., Oldroyd J., Wingfield R.A.** (2003): Aquatic plant communities and predictors of diversity in a sub-tropical river floodplain: the upper Rio Parana, Brazil. *Aquatic Botany* 77, 257-276.
- Naiman R.J., Décamps H., McClain M.E.** (2005): *Riparia Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. Elsevier Academic Press.
- Němec J., Hladný J.** (2006): *Voda v České republice*. Academia, Praha.
- Odum E. P.** (1977): *Základy ekologie*. 3. Academia, Praha.
- Ondok P., Příbáň K.** (1982): Vliv vodní vegetace na fyzikální faktory ve vodním prostředí. – In: kol. autorů: Význam makrofyt ve vodním hospodářství, hygieně vody a rybářství. Dům techniky ČSVTS ČB.
- Pechar L., Hrbáček J., Dufková V.** (1991): Tůň v inundačním území horní Lužnice-příklad přirozeně eutrofních stojatých vod. – In: Sborn. 9. Celostát. Konfer. Čs. Limnolog. Společ., Znojmo, 143-146.
- Pechar L., Hrbáček J., Dufková V., Komárek J., Kroupa M., Papáček M.** (1988): Hydrobiologická charakteristika tůní v nivě Horní Lužnice. – In: Drbal K., Jeník J. (eds.): Sborník Agronom. Fak. VŠZ v ČB, Praha, 73-82.
- Pechar L., Hrbáček J., Pithart D., Dvořák J.** (1996): Ecology of pools. – In: Prach K., Jeník J., Large A.R.G. (eds.) (1996): *Floodplain Ecology and Management*, SPB Academic Publishing Amsterdam, The Netherlands, 209-227.
- Penka M., Vyskot M., Klimo E., Vašíček F.** (1991): *Floodplain forest ecosystem*. Vol.1 and 2. Academia, Praha, 466+629.
- Pichlová R., Pithart D., Pechar L.** (1996): Tůň na Lužnici a rybníky: Původní a člověkem vytvořené fenomény Třeboňska - In: Mošusová P., Hakr P., Husák Š. (eds.):

Mokřady české republiky 1971-1996. Český ramsarský výbor MŽP, Bot. ústav AVČR Třeboň, 42-43.

**Pithart D.** (1999): Phytoplankton and water chemistry of several alluvial pools and oxbows after the flood event – a process of diverzification. *Algological Studies* 95., Arch. Hydrobiol. Suppl. 130, Stuttgart, 93-113.

**Pithart D.** (2000): Proces diverzifikace chemismu a fytoplanktonu tůní po povodni. – In: Pithart D. (ed.): *Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen*. Sborn. přísp. konf. z Lužnice, Průhonice, 21-24.

**Pithart D., Pechar L.** (2004): Klíčové faktory určující chemickou diverzitu aluviálních vod. *Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in Č. Budějovice, Series for Crop Sciences* 21, 269-273.

**Pithart D., Pechar L., Hrbáček J.** (2000): Fenomén tůně: úvod do morfologie, hydrologie a limnologie. – In: Pithart D. (ed.): *Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen*. Sborn. přísp. konf. z Lužnice, Průhonice, 9-12.

**Pithart D., Pichlová R., Bílý M., Hrbáček J., Novotná K., Pechar L.** (2007): Spatial and temporal diverzity of small shallow waters in river Lužnice floodplain. *Hydrobiologia*, 265-275.

**Pitter P.** (1999): *Hydrochemie*. Vydavatelství VŠCHT, Praha.

**Pokorný J., Eiseltová M., Květ J.** (1996.): Obecné problémy mokřadů. *Ekologický význam okřadů v krajině*. – In: Mošusová P., Hakr P., Husák Š. (eds.): *Mokřady České republiky 1971-1996*. Český ramsarský výbor MŽP, Bot. ústav AVČR Třeboň. 9-12.

**Prach K., Černý R., Gazda J., Rauch O., Kučera S.** (1988): Vegetace nivy Lužnice. – In: Drbal K., Jeník J. (eds.): *Sborník Agronom. Fak. VŠZ v ČB*, 85-103.

**Prach K., Husák Š., Černý R., Kučera S., Guth J., Rydlo J., Klimešová J.** (1996): Species and vegetation diverzity along the river. – In: Prach K., Jeník J., Large A.R.G. (eds.) (1996): *Floodplain Ecology and Management*, SPB Academic Publishing Amsterdam, The Netherlands, 53-98.

**Prach K., Jeník J., Large A.R.G.** (eds.) (1996): *Floodplain Ecology and Management*, SPB Academic Publishing Amsterdam, The Netherlands.

**Prach K., Large A., Kovář P.** (1996): Conclusions and comparisons of the results with other river corridors. – In: Prach K., Jeník J., Large A.R.G. (eds.) (1996): *Floodplain Ecology and Management*, SPB Academic Publishing Amsterdam, The Netherlands, 257-270.



- Prach K., Příbáň K., Elster J., Rauch O., Drbal K., Popela P.** (1988): Základní charakteristika řeky Lužnice a abiotických faktorů v oblasti Horní Lužnice. – In: Drbal K., Jeník J. (eds.): Sborník Agronom. Fak. VŠZ v ČB, 17-36.
- Příbáň K.** (1978): Ekologické aspekty třeboňského klimatu. – In: Jeník J., Přibíl S. (eds.): Ekologie a ekonomika Třeboňska, Třeboň, 71-77.
- Přibíl S., Kroupa M., Bürgerová E., Dufková V.** (1988): Chemismus a trofie vod Horní Lužnice. – In: Drbal K., Jeník J. (eds.): Sborník Agronom. Fak. VŠZ v ČB, 37-56.
- Příkryl I.** (2000): Tůň u Mušova – komentář po 25 letech. In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. Sborn. příspě. konf. z Lužnice, Průhonice, 36-40.
- Quitt E.** (1971): Klimatické oblasti Československa. *Studia Geographica* 16, Brno.
- Rauch O.** (2000): Změny v chemickém složení povrchových vod na transektu nivy řeky Lužnice v CHKO Třeboňsko. – In: Pithart D. (ed.): Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. Sborn. příspě. konf. z Lužnice, Průhonice, 25-29.
- Ray A.M., Rebertus A.J., Ray H.L.** (2001): Macrophyte succession in Minnesota beaver ponds. *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne de Botanique* 79, 487-499.
- Robach F., Thiébaud G., Trémolières M., Muller S.** (1996): A reference system for continental running waters: plant communities as bioindicators of increasing eutrophication in alkaline and acidic waters in north-east France. – In: Caffrey J.M., Barrett P.R.F., Murphy K.J., Wade P.M. (eds.): *Management and Ecology of Freshwater Plants*. Kluwer Academic Publishers, Belgium, 67-76.
- Rychnovská M.** (ed.) (1972): Ecosystem study on grassland biome in Czechoslovakia. IBP Report No. 2, Botanický ústav ČSAV Brno.
- Skalický V.** (1988): Regionálně fytogeografické členění. – In: Hejný S, Slavík B. (eds.): *Květena České socialistické republiky 1*, Praha, 103-121.
- Skuhřavý V., Huderová L., Janda J.** (1990): Monitoring pH a sledování změn vodního režimu v Třeboňské pánvi a v Novohradských horách. – In: Přibíl S., Janda J., Jeník J. (eds.): *Ekologie a ekonomika Třeboňska po deseti letech*. Botanický ústav ČSAV, Třeboň.
- Sládeček V.** (1973): System of water quality from the biological point of view. *Ergebn. Limnol.* 7, 1-218.

- Spink A., Rogers S.** (1996): The effects of a record flood on the aquatic vegetation of the Upper Mississippi River System. - In: Caffrey J.M., Barrett P.R.F., Murphy K.J., Wade P.M. (eds.): Management and Ecology of Freshwater Plants. Kluwer Academic Publishers, Belgium.
- Šeffler J., Stanová V.** (eds.) (1999): Aluviální lúky rieky Moravy – význam, obnova a manažment. Daphne – Centrum pre aplikovanú ekológiu, Bratislava.
- Ševčík T.** (1992): Stanovení ztráty žíháním. JPP ÚKZÚZ .
- Šmilauer P.** (1992): CANODRAW user's guide v. 3.0. Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- Štěrba O.** (1996): Nivní jezera a tůňe - In: Mošusová P., Hakr P., Husák Š. (eds.): Mokřady české republiky 1971-1996. Český ramsarský výbor MŽP, Bot. ústav AVČR Třeboň, 28-31.
- ter Braak C.J.F., Šmilauer P.** (1998): CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- Thienemann A.** (1912): Der Bergbach des Sauerlandes. Rev. Intern. Ges. Hydrobiol., Suppl. 4-5. – Cit.dle: Prach K., Jeník J., Large A.R.G. (eds.) (1996): Floodplain Ecology and Management, SPB Academic Publishing Amsterdam, The Netherlands, 1-9.
- Thomaz S.M., Bini L.M., Bozelli R.L.** (2007): Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. Hydrobiologia 579, 1-13.
- Van Geest G.J., Coops H., Roijackers R.M.M., Buijse A.D., Scheffer M.** (2005): Succession of aquatic vegetation driven by reduced water-level fluctuations in floodplain lakes. Journal of Applied Ecology 42, 251-260.
- Vasenek L.A.J.** (1990): Adaptations to flooding in plants from river areas. Aquat. Bot. 38, 29-47.
- Vicherek J.** (2000): Flóra a vegetace na soutoku Moravy a Dyje. Masarykova univerzita v Brně, Brno.
- Vyhlaška MŽP č.395/1992 Sb.,** kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- Webb B.W., Walling D.E.** (1992): Water quality: chemical characteristic. – In: Calow P., Petts G.E. (eds.): The rivers handbook. Hydrological and ecological principles. Volume 1. Blackwell, Oxford, 73-100. – Cit.dle: Prach K., Jeník J., Large A.R.G. (eds.)

(1996): Floodplain Ecology and Management, SPB Academic Publishing Amsterdam, The Netherlands, 1-9.

**Whitton B. A.** (1975): River Ecology. Blackwell Sc. Publ., Oxford, 725. – Cit.dle: Drbal K., Jeník J. (eds.): Sborník Agronom. Fak. VŠZ v ČB, Praha, 5-12.

**Wilcock R. J., Nagels J.V.** (2001): Effects of aquatic macrophytes on physico-chemical conditions of three contrasting lowland streams: a consequence of diffuse pollution from agriculture? Water science and technology 43, 163-168.

**Williams P., Whitfield M., Biggs J.** (2008): How can we make new ponds biodiverse? A case study monitored over 7 years. Hydrobiologia 597, 137-148.

**internetové stránky:** [www.env.cz](http://www.env.cz), [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz).

## 9 Seznam příloh

Tabulka č. 1: Základní chemické analýzy vodního prostředí jednotlivých tůň v průběhu roku 2006 a 2007.

Tabulka č. 2: Základní chemické analýzy sedimentu jednotlivých tůň.  
Stanovení pH a procenta organických látek.

Tabulka č. 3: Naměřené parametry použité pro účely statistické analýzy.

Tabulka č. 4: Seznam významných druhů rostlin nalezených ve snímkovaných společenstvech

Graf č. 1: PCA – sediment, morfologie a tůň

Graf č. 2: DCA – gradient vlhkosti

Graf č. 3: DCA – tůň a gradient vlhkosti

Graf č. 4: DCA – chemie vody a gradient vlhkosti

Obrázek č. 1: Tůň Zastíněná

Obrázek č. 2: Tůň Osluněná

Obrázek č. 3: Tůň Osluněná – zastíněná

Obrázek č. 4: Tůň Osluněná – Novořecká

Obrázek č. 5: Tůň Vysychavá – zazemněná

Obrázek č. 6: Tůň Vysychavá

Obrázek č. 7: Tůň Osluněná - napojená

Obrázek č. 8: *Hottonia palustris* v Osluněné tůni č. 2 a kvetoucí v tůni  
č. 7 Osluněné - napojené

Mapa Lužnice s vyznačenými stojatými vodami

Fytocenologická tabulka

## Přílohy

**Tabulka č. 1: Základní chemické analýzy vodního prostředí jednotlivých tůní  
v průběhu roku 2006 a 2007.**

	pH	alkalin.	kondukt.	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Na	Mg	NH <sub>4</sub> -N	TN	TP
		mmol/l	µs/cm	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l
<i>25.7.2006</i>												
<b>1z</b>	6.1	1.37	150	6.6	46.5	3.5	13.7	7.3	3.4			
<b>2o</b>	6.8	1.57	207	23.0	58.0	3.4	22.6	10.4	4.2			
<i>25.8.2006</i>												
<b>3oz</b>	6.7	0.52	124	344	21.0	3.0	12.1	6.7	2.6			
<b>4om</b>	6.7	0.51	124	785	18.0	3.4	12.7	7.9	2.7			
<b>5vz</b>	7.1	1.06	139	296	17.5	4.8	20.2	4.1	4.0			
<b>6v</b>	7.0	1.04	135	267	18.3	4.8	20.7	4.3	4.0			
<b>7on</b>												
<i>6.10.2006</i>												
<b>1z</b>	6.2	0.93	114	15.7	18.6	4.9	16.2	7.4	3.6			
<b>2o</b>	6.3	0.42	225	21.2	12.8	2.6	15.4	25.9	3.2			
<b>3oz</b>	6.6	1.02	123	16.1	56.6	6.4	24.8	5.4	5.0			
<b>4om</b>	6.3	1.22	139	16.8	15.1	5.6	16.6	8.4	3.5			
<b>5vz</b>	7.4	1.38	148	115	33.0	4.1	23.6	4.3	4.3			
<b>6v</b>	6.9	1.76	158	47.1	26.6	5.1	16.9	9.9	3.4			
<b>7on</b>	5.8	0.47	85	26.6	12.2	1.8	8.2	5.1	2.6			
<i>12.4.2007</i>												
<b>1z</b>	6.3	0.68	185	88.6	22.5	2.4	14.0					
<b>2o</b>	6.4	0.38	160	29.2	20.4	2.9	9.2					
<b>3oz</b>	6.8	0.54	118	133	102	4.1	10.3					
<b>4om</b>	7.1	0.44	120	1380	21.3	2.6	11.7					
<b>5vz</b>	7.8	0.78	132	419	60.9	2.9	15.8					
<b>6v</b>	6.8	0.55	131	38.9	31.6	3.2	14.9					
<b>7on</b>	6.7	0.42	115	1010	143	2.5	12.0					
<i>15.6.2007</i>												
<b>2o</b>	6.8	1.22	205	11.8	38.7	4.3	14.8	48.2	3.6	746	2.1	122
<b>4om</b>	7.2	1.34	155	8.4	25.0	2.8	6.7	5.7	2.7	118	2.0	94.4
<b>7on</b>	5.7	0.32	86	14.0	18.6	2.1	18.9	11.1	4.2	207	1.0	59.0

Levý sloupec od shora dolů zahrnuje čísla a zkratky jednotlivých tůní viz kap. 4.1

**Tabulka č. 2: Základní chemické analýzy sedimentu jednotlivých tůní.**

**Stanovení pH a procenta organických látek.**

	pH <sub>KCl</sub>	průměr	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	průměr	Ztáta žháním%	org.látky	anorgan.látky	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub> - pH <sub>KCl</sub>
<b>1z</b>	4.3	4.3	5.0	5.0	40.1	25.4	74.6	0.73
<b>1z</b>	4.4		4.8		26.8			
<b>1z</b>	4.3	s=0.14	5.0	s=0.17	28.2			
<b>1z</b>	4.1		5.2		6.6			
<b>2o</b>	4.9	4.1	6.2	5.4	19.0	8.5	91.5	1.28
<b>2o</b>	3.9		4.6		0.9			
<b>2o</b>	3.8	s=0.60	5.0	s=0.71	3.8			
<b>2o</b>	4.7		5.7		10.5			
<b>3oz</b>	4.3	4.2	5.3	5.1	16.8	25.5	74.5	0.81
<b>3oz</b>	4.2		5.0		29.5			
<b>3oz</b>	4.2	s=0.06	4.8	s=0.2	22.6			
<b>3oz</b>	4.3		5.1		33.1			
<b>4om</b>	4.6	4.5	5.0	5.0	29.2	36.9	63.1	0.47
<b>4om</b>	4.3		4.7		36.8			
<b>4om</b>	4.6	s=0.13	5.0	s=0.19	45.3			
<b>4om</b>	4.6		5.1		36.3			
<b>5vz</b>	5.1	5.1	5.5	5.5	47.9	46.1	53.9	0.42
<b>5vz</b>	5.1		5.7		40.0			
<b>5vz</b>	5.2	s=0.19	5.5	s=0.23	47.5			
<b>5vz</b>	4.8		5.2		49.1			
<b>6v</b>	4.6	4.6	5.3	5.3	37.9	31.8	68.2	0.73
<b>6v</b>	4.4		4.9		29.4			
<b>6v</b>	4.9	s=0.24	5.8	s=0.42	28.1			
<b>7on</b>	4.0	3.9	4.5	4.4	43.4	45.9	54.1	0.45
<b>7on</b>	4.0		4.5		40.4			
<b>7on</b>	3.8	s=0.12	4.1	s=0.20	51.6			
<b>7on</b>	3.9		4.3		48.6			

První sloupec zleva zahrnuje odběry v 7 tůních z většinou 4 míst v tůni.

Součástí sloupce průměr je i směrodatná odchylka.

**Tabulka č. 3: Naměřené parametry použité pro účely  
statistické analýzy.**

Tůň	Snímky na transektech	Vzdál.tůně od řeky	Hloubka	Velikost tůně	Max.hloubka tůně
1z	1z	3000	40	176	120
	2z	3000	-100	176	120
	3z	3000	-50	176	120
	4z	3000	-20	176	120
	5z	3000	-100	176	120
	6z	3000	-5	176	120
2o	1o	300	30	1617	150
	2o	300	-130	1617	150
	3o	300	-80	1617	150
	4o	300	-60	1617	150
	5o	300	-30	1617	150
	6o	300	-10	1617	150
3oz	1oz	600	20	740	50
	2oz	600	0	740	50
	3oz	600	-20	740	50
	4oz	600	-40	740	50
	5oz	600	-50	740	50
	6OZ	600	40	740	50
	7OZ	600	30	740	50
	8OZ	600	15	740	50
4om	1om	10000	5	352	200
	2om	10000	-100	352	200
	3om	10000	-130	352	200
	4om	10000	-150	352	200
5vz	1VZ	6000	20	737	20
	2VZ	6000	-15	737	20
	3VZ	6000	-20	737	20
	4VZ	6000	-15	737	20
	5VZ	6000	0	737	20
6v	1V	500	50	802	50
	2V	500	-20	802	50
	3V	500	-25	802	50
	4V	500	50	802	50
7on	1on	0	5	2616	200
	2on	0	5	2616	200
	3on	0	5	2616	200
	4on	0	-40	2616	200
	5on	0	-60	2616	200
	6on	0	-30	2616	200
	7on	0	-100	2616	200
	8on	0	-80	2616	200
	9on	0	-40	2616	200
	10ON	0	-30	2616	200

Vzdálenost tůně od řeky (cm), Velikost tůně (m<sup>2</sup>), Max.hloubka tůně (cm)

Hloubka - hloubka v (-cm) pod hladinou, příp.nad hladinou (+cm) vztaženo k bodu na břehu

Hloubka měřena ke dni 22.9.2007.

Velikost tůně změřena laserovým zaměřovačem.

**Tabulka č. 4: Seznam významných druhů rostlin nalezených ve snímkovaných společenstvech.**

	Vyhláška	Seznam	Tůň
<b>Kriticky ohrožené taxony</b>			
<i>Nymphaea candida</i>	§ 2	C 1	č. 7
<b>Silně ohrožené taxony</b>			
<i>Alisma lanceolatum</i>	-	C 2	č. 7
<i>Butomus umbellatus</i>	-	C 2	č. 7
<i>Hottonia palustris</i>	§ 3	C 2	č. 2,3,4,7
<i>Scirpus radicans</i>	-	C 2	č. 2,7
<b>Ohrožené taxony</b>			
<i>Barbarea stricta</i>	-	C 3	č. 2
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	-	C 3	č. 3
<i>Spiraea salicifolia</i>	-	C 3	č. 3,5
<b>Vzácnější taxony</b>			
<i>Callitriche hamulata</i>	-	C4	č. 2,3,5,7
<i>Sparganium emersum</i>	-	C4	č. 2,7
<i>Utricularia australis</i>	-	C4	č. 4
<i>Valeriana excelsa</i>	-	C4	č. 6

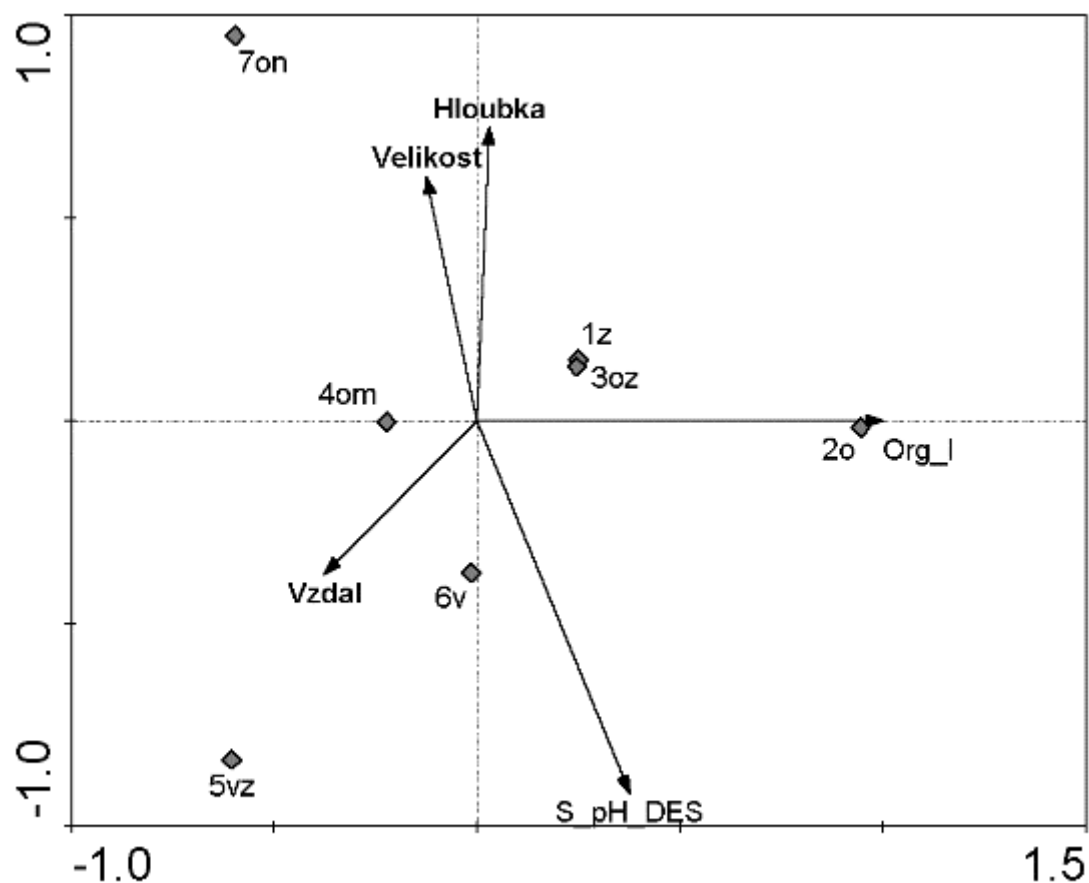
Vyhláška = Vyhláška MŽP č. 395/1992 Sb.

Seznam = Komentovaný červený seznam květeny jižní části Čech

Tůň = Lokalita výskytu jednotlivých druhů



**Graf č. 1: PCA – sediment, morfologie a tůň**



Centroidy – čísla a zkratky jednotlivých tůň

Hloubka – maximální hloubka tůň změřená při průměrném stavu vodní hladiny

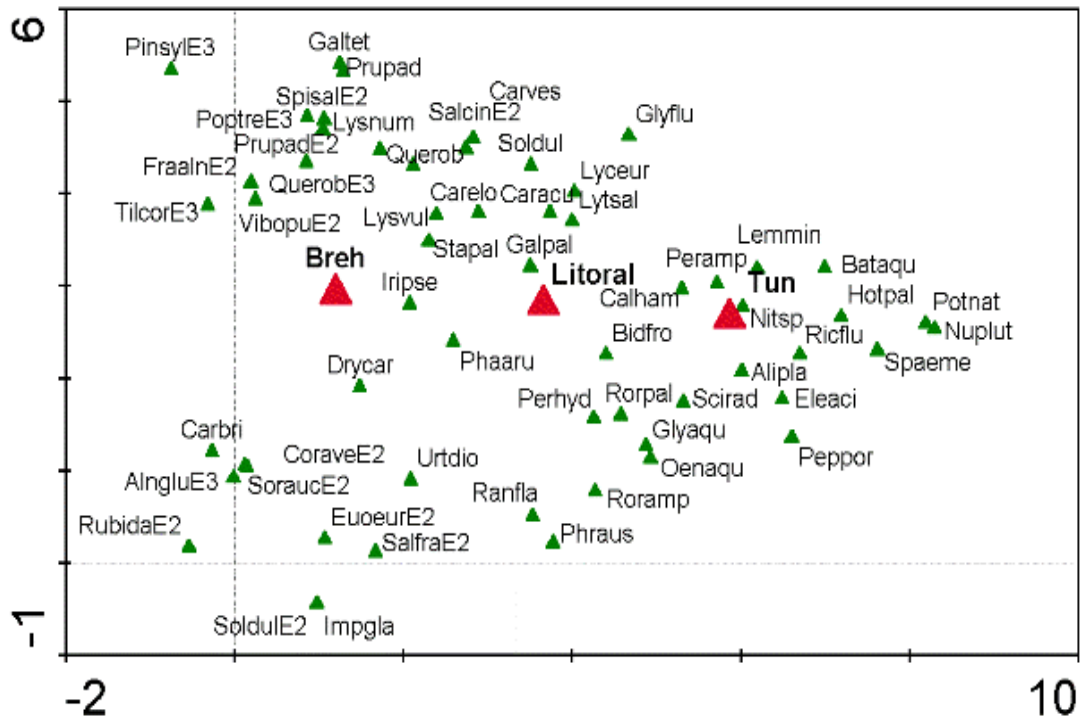
Velikost – tůň v (m<sup>2</sup>)

Vzdálenost – tůň od řeky

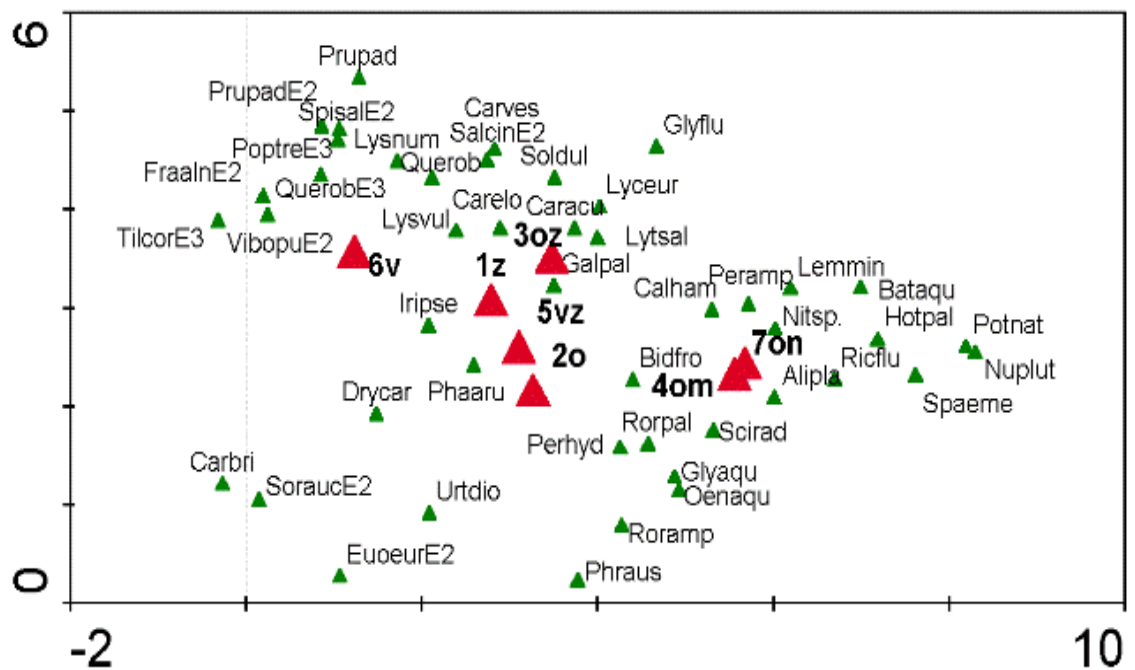
S pH DES – vodní pH sedimentu

Org. l – množství organických látek v sedimentu stanovených ztrátou žíháním

Graf č. 2: DCA – gradient vlhkosti

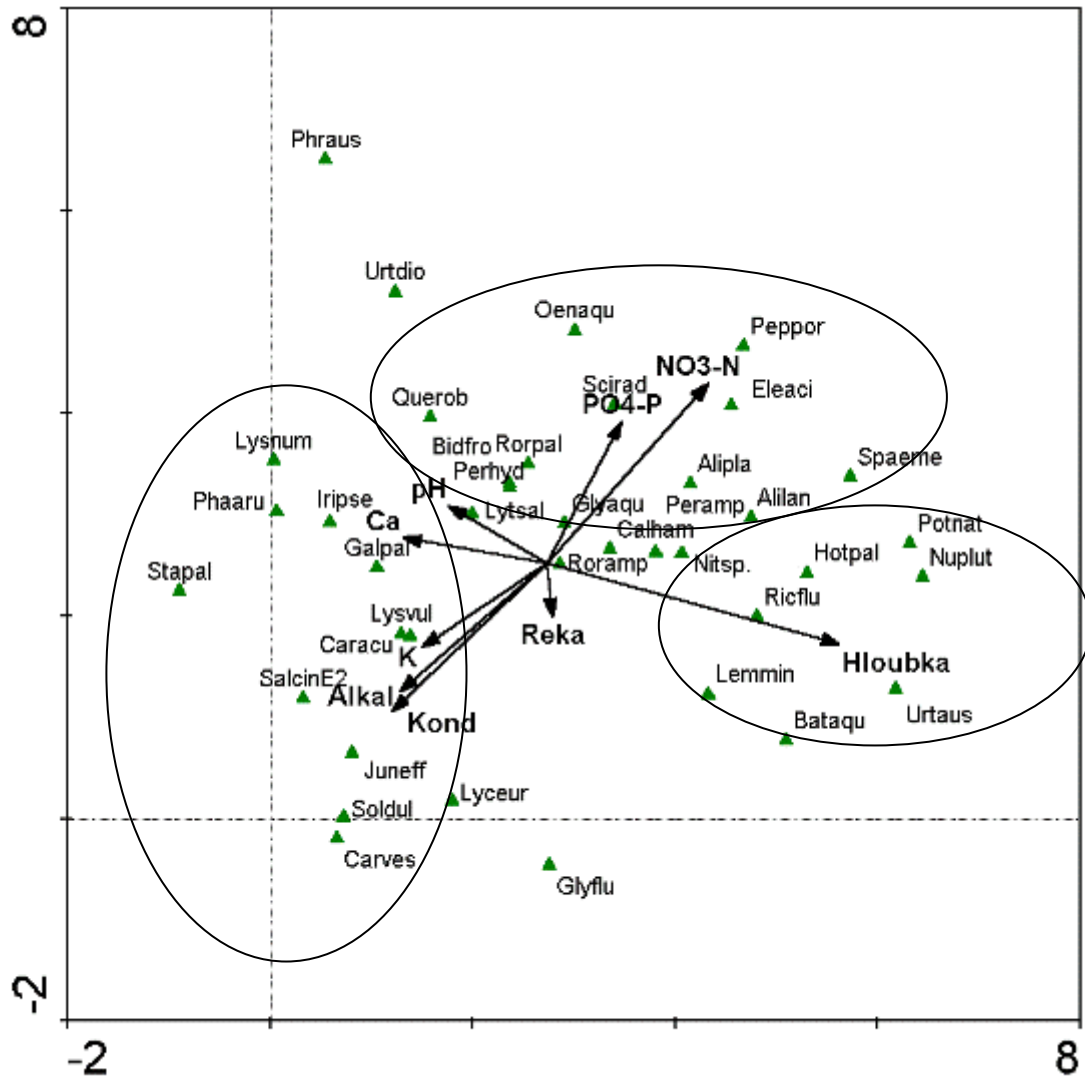


Graf č. 3: DCA – tůně a gradient vlhkosti



Centroidy – čísla a zkratky jednotlivých tůň

Graf č. 4: DCA – chemie vody a gradient vlhkosti



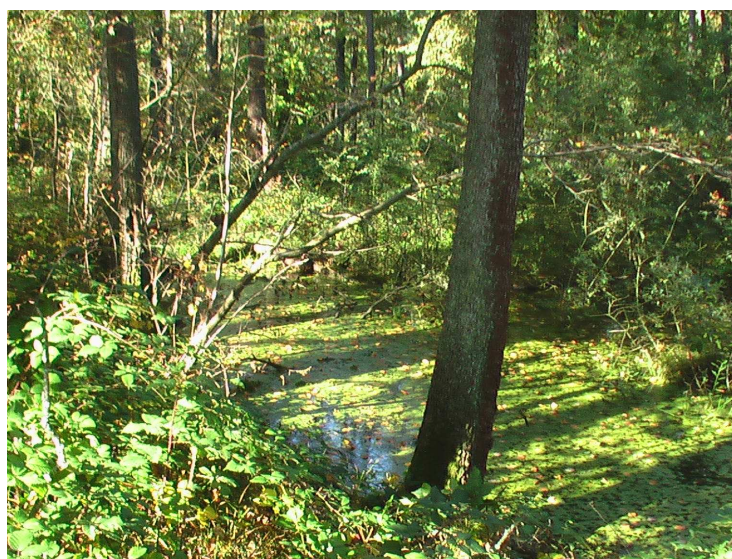
Řeka – vzdálenost tůň (druhů) od řeky

Hloubka – gradient vlhkosti

Alkal. – Alkalinita

Kond. - Konduktivita

**Obrázek č. 1: Tůň Zastíněná**



**Obrázek č. 2: Tůň Osluněná**



**Obrázek č. 3: Tůň Osluněná - zastíněná**



**Obrázek č. 4: Tůň Osluněná – Novořecká**





**Obrázek č. 5: Tůň Vysychavá – zazemněná**



Obrázek č. 6: Tůň Vysychavá



**Obrázek č. 7: Tůň Osluněná – napojená**



**Obrázek č. 8: *Hottonia palustris* v Osluněné tůni č. 2 a kvetoucí v tůni  
č. 7 Osluněné - napojené**

