

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra agroekologie

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

**DEGRADACE MALOPLOŠNÝCH CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍ
NA PŘÍKLADU VRBENSKÉ TŮNĚ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Olga Křiváčková, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

doc. RNDr. Emilie Pecharová, Csc.

Autor bakalářské práce:

Jana Urbanová

České Budějovice 2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana URBANOVÁ**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **Agroekologie**

Název tématu: **Degradace maloplošných chráněných území na příkladu
Vrbenské tůně**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

V současné době je velkým problémem eutrofizace krajiny. Na základě této skutečnosti bude vypracována příkladová studie v rámci maloplošného chráněného území. Samotná bakalářská práce je založena na zpracování charakteristiky rostlinných společenstev Vrbenské tůně v terénu a popisu antropogenního vlivu. Je potřeba postihnout problém globální eutrofizace v krajině a její dopad na vodní plochy, detailněji na příkladu Vrbenské tůně u Českých Budějovic.

1. Na základě literatury zpracovat rešerši na téma eutrofizace, chráněná území a zemědělství versus ochrana přírody.
2. Při práci v terénu zpracovat kompletní inventarizaci rostlinných druhů Vrbenské tůně. Rozdělit si území na "ekofáze" - litorální, limózní, terestrická - a sepisovat druhy dle ekofází.
3. Vyhodnocení stávajícího stavu (zazemňování, změna tvaru a velikosti atd.) tůně dle mapového materiálu ze současnosti a z předchozích let (historické mapy). Komentovat postup degradace území.
4. Návrhy opatření: Jak zastavit postupnou degradaci tůně? Jaká je možnost řešení silné eutrofizace z okolí? Management studovaného území.

Rozsah grafických prací: mapová, fotografická, grafická příloha
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran textu vč. tabulek
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Gangstad, E. O. 1986: Freshwater vegetation management. Thomas publications, Fresno CA 93791. ISBN 0-913702-36-6. 377 p.

Chráněná území České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno v nakladatelství ARTEDIT, s. r. o. 14 svazků (postačí Českobudějovicko).

Janda, J., Pechar, L. (ed.) 1996: Trvale udržitelné využívání rybníků v CHKO a BR Třeboňsko. IUCN. 189 str.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Olga Kriváčková, Ph.D.
Katedra agroekologie
Konzultant bakalářské práce: doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.
Katedra agroekologie
Datum zadání bakalářské práce: 19. února 2008
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2009

JÍHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. března 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Olgy Křiváčkové, Ph.D., s použitím literárních zdrojů uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, v souladu s § 47b, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce v nezkrácené podobě ve veřejně přístupné části databáze STAG, kterou provozuje na svých webových stránkách Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

.....
Jana Urbanová

Dne 17. dubna 2009 v Českých Budějovicích

Poděkování

Především bych chtěla poděkovat vedoucí práce Ing. Olze Křiváčkové, Ph D. za poskytnuté rady, připomínky k obsahu a kvalitě práce. Dále bych ráda poděkovala konzultantce doc. RNDr. Emilii Pecharové, Csc. a všem lidem, kteří mi s touto prací pomohli.

Souhrn

Přírodní památka Vrbenská tůň se nachází na severozápadním okraji Českých Budějovic, v Českém Vrbném. Jedná se o zbytek původního meandrujícího koryta Dehtářského potoka v široké ploché nivě Vltavy.

Bakalářská práce podává informace o eutrofizaci, současném stavu flóry a navrhuje opatření pro zachování této přírodní památky. Během vegetační sezóny roku 2007 a 2008 jsem provedla floristický průzkum této lokality. Součástí je seznam zjištěných cévnatých druhů rostlin, přehled vyskytujících se vegetačních jednotek a charakteristika současného stavu. Výsledky jsou porovnány s výsledky botanického výzkumu, který proběhl v roce 2006. Závěry práce potvrzují rychlé zazemňování tůně, které se projevuje nestabilní vegetací s převládajícími konkurenčně silnými a ruderalními druhy rostlin.

Klíčová slova

Českobudějovicko, Vrbenská tůň, eutrofizace, přírodní památka, flóra

Summary

The natural monument Vrbenská tůň is located in České Vrbné on the northwest edge of České Budějovice. It is the remainder of the winding original stream Dehtářský potok in the wide flat alluvium of the Vltava river.

This bachelor thesis provides information about eutrophication, the current state of flora and proposes measures for the conservation of this natural monument. I made a survey of flora in this locality, during the growing season of the year 2007 and 2008. A list of recorded vascular plant species and an overview of the characteristics of existing vegetation units are also included. The results are compared with the results of botanical research made in 2006. The conclusions of this work confirm that rapid silt deposition causes unstable vegetation with prevailingly strong and competitive varieties of plants.

Keywords

České Budějovice, Vrbenská tůň, eutrophication, natural monument, flora

Obsah

1. Úvod	1
2. Literární rešerše	2
2.1 Ochrana přírody	2
2.1.1 Zvláště chráněná území	2
2.1.2 Přírodní památka	3
2.1.3 Narušení maloplošných chráněných území	3
2.2 Charakteristika jihočeského regionu	5
2.2.1 Okres České Budějovice	5
2.2.2 Geologická a geomorfologická charakteristika	6
2.2.3 Klimatická charakteristika	7
2.2.4 Hydrologická charakteristika	7
2.3 Vývoj a charakteristika vodních ekosystémů	7
2.3.1 Mokřady	8
2.3.1.1 Rozdělení mokřadů	9
2.3.1.2 Funkce mokřadů	9
2.3.1.3 Rozšíření mokřadů	10
2.3.2 Mokřadní biotop – tůň	10
2.3.2.1 Funkce tůně	11
2.4 Trofie vod	11
2.5 Eutrofizace	14
2.5.1 Vznik a příčiny	14
2.5.2 Zvýšená hladina N a P	18
2.5.3 Důsledky eutrofizace	20
2.5.4 Řešení eutrofizace	23
3. Metodika	25
3.1 Charakteristika území	25
3.1.1 Problematika Vrbenské tůně	25
3.2 Terénní výzkum	26
4. Výsledky	27
4.1 Floristický seznam druhů cévnatých rostlin zjištěných v území	27
4.2 Vegetační jednotky	31
4.2.1 Popis vegetačních jednotek	31
4.3 Ekofáze	35
5. Diskuse	39
6. Závěr	42
7. Literatura	43
8. Přílohy	48

1. Úvod

Jednou z nejvýznamnějších oblastí činnosti státní ochrany přírody a jejím prvořadým úkolem je budování sítě zvlášť chráněných území a zajištění trvalé péče o ně. Chráněná území jsou místa, kde jsou přírodní složky uchovávány v co nejpřírodnějším stavu, a proto jsou i jedinečnými objekty pro poznávání jednotlivých přírodních komponentů, jejich vzájemných vztahů, souvislostí a reakcí (Kos *et* Maršáková 1997).

Charakter přírodních procesů na jedné straně a celoplanetární působení člověka na přírodní prostředí na straně druhé vyžaduje velkou péči o přírodu a krajinu. V České republice se vyskytuje mnoho druhů a poddruhů planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů a biotopů a nachází se zde řada významných lokalit (Rubín *et al.* 2006).

K 1.1. 2006 jsou v ČR 4 národní parky o celkové rozloze 1,52 % státního území, 25 chráněných krajinných oblastí o celkové rozloze 13,82 % státního území, 111 národních přírodních rezervací o celkové rozloze 0,36 % státního území, 775 přírodních rezervací o celkové rozloze 0,46 % státního území, 104 národních přírodních památek o celkové rozloze 0,04 % státního území a 1191 přírodních památek o celkové rozloze 0,35 % státního území (Rubín *et al.* 2006).

V roce 2007 jsem začala pracovat na bakalářské práci zaměřené na degradaci maloplošných chráněných území na příkladu Vrbenské tůně. Chráněné území je malé plochou, situované na severozápadním okraji Českých Budějovic a nachází se uprostřed polí mezi řekou Vltavou a hlavní silnicí na Plzeň.

Tato práce je věnována problematice globální eutrofizace krajiny a její dopad na vodní plochy, který je v dnešní době celosvětovým problémem, se zaměřením na návrh opatření a zastavení degradace tůně.

Cílem práce je provést kompletní inventarizaci rostlinných společenstev a zhotovit vegetační mapu Vrbenské tůně. Území si rozdělím do „ekofází“ a představím vyskytující se druhy rostlin.

2. Literární rešerše

2.1 Ochrana přírody

I když v zákoně o ochraně přírody a krajiny není v paragrafu „vymezení pojmů“ příroda jmenovitě definována, rozumí se její obecně reálný svět, který nás obklopuje, na něhož vzniku lidstvo nemělo podíl, ale který využíváme, který pozměňujeme, a na kterém jsme přitom existenčně závislí. Soustavná přírodní rozmanitost - biodiverzita - je tedy do značné míry podmíněna člověkem. Ekosystémy s nekonečně složitými vztahy jednotlivých složek členíme na přírodní, přírodě blízké až vzdálené, tedy slabě až silně pozměněné, a konečně přírodě cizí, tedy přeměněné (Ellenberg 1963). V rámci světové strategie biodiverzity bylo ustanoveno za účelné chránit všechny tyto typy, zvláště v případě jejich ohrožení na existenci. Klasickým a stále nejúčinnějším prostředkem k zachování všech typů ekosystémů (geobiocenóz) jsou chráněná území, jimž zákon přiznává taková omezení při využívání ze strany společnosti, aby byl zabezpečen jejich optimální stav a vývoj (Petříček *et al.* 1999).

Předmět a cíle současné ochrany přírody vychází z celkového stavu našeho životního prostředí včetně živé přírody jako jeho základní součásti. Ochrana přírody, stejně jako další složky ochrany životního prostředí, si volí priority své činnosti v závislosti na narušení jednotlivých složek přírody. Posuzuje jednotlivé složky biosféry z hlediska jejich poškození a určuje cíle své činnosti. Jedním z úkolů je mj. objektivizovat stupeň poškození a přesně definovat rozsah své činnosti (Kostkan 1996).

2.1.1 Zvláště chráněná území

Jedním z nejvýznamnějších nástrojů ochrany přírody a krajiny je ochrana území, která se provádí prostřednictvím zvláště chráněných území. Ta se podle zákona o ochraně přírody a krajiny vyhláší na přírodovědecky či esteticky významných nebo jedinečných územích. Za taková území se považují nejčastěji lokality s unikátní nebo reprezentativní biologickou rozmanitostí, a to na úrovni druhů, populací i společenstev, dále území s jedinečnou geologickou stavbou, území reprezentující charakteristické prvky krajinného rázu kulturní krajiny a území významná z hlediska vědeckého výzkumu. Cílem ochrany nejčastěji bývá udržení nebo zlepšení dochovaného stavu území nebo ponechání území či jeho části samovolnému vývoji. Zákon o ochraně přírody a krajiny vymezuje šest kategorií zvláště chráněných území, národní parky

(NP), chráněné krajinné oblasti (CHKO), národní přírodní rezervace (NPR), přírodní rezervace (PR), národní přírodní památky (NPP) a přírodní památky (PP) (www.env.cz).

2.1.2 Přírodní památka

Přírodní památky tvoří samostatnou kategorii v rámci zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Zmíněný zákon uvádí definici přírodních památek ve svém ustanovení § 36 odst. 1 následovně: „*Přírodní útvar menší rozlohy, zejména geologický či geomorfologický útvar, naleziště vzácných nerostů nebo ohrožených druhů ve fragmentech ekosystémů, s regionálním ekologickým, vědeckým či estetickým významem, a to i takový, který vedle přírody formoval svou činností člověk*“. Z pohledu zákona o ochraně přírody a krajiny je přírodní památka chápána jako kategorie zvláště chráněného území. Hlavním posláním přírodních památek je zachování nebo zlepšení stavu předmětu jejich ochrany (Matečková 2006).

2.1.3 Narušení maloplošných chráněných území

Ekologicky nepříznivé trendy v zemědělství ovlivnily maloplošná chráněná území v zemědělské krajině. I když přímé negativní vlivy byly ochranným režimem vyloučeny, došlo k degradaci řady lokalit vlivem změn ekologických podmínek v bezprostředním okolí. Řada izolovaných ostrůvků vzácných rašelinišť a mokřadů byla zničena vlivem úpravy vodního režimu okolních zemědělských pozemků. Nadměrná chemizace se projevila expanzí ruderálních druhů do přirozených oligotrofních společenstev rašelinišť. Pro maloplošná chráněná území na zemědělském půdním fondu jsou ovšem mnohem významnější změny způsobené narušením způsobu obhospodařování. Jedná se především o přerušení pravidelného kosení travinných společenstev. Zjištění potřebné péče náhradními opatřeními je velmi obtížné a zpravidla nedostatečné. Přes velkou snahu státní ochrany přírody a dobrovolných ochránářských organizací se takto podařilo zajistit adekvátní péči jen v několika maloplošných chráněných územích. Obnova tradičního způsobu hospodaření, která je základní podmínkou uchování vzácných biotopů v zemědělské krajině, vyžaduje účelný systém dotací (Ungerma *et al.* 1994).

V poslední době dochází vlivem člověka a jeho hospodářské činnosti ke změně charakteru krajiny. Tyto změny mají za následek úbytek přirozených stanovišť, snižuje se velikost populací a některé druhy se stávají vzácnými, ohroženými nebo úplně

vymizí (Harkabusová 2006). Společenstva mokřadů představují ostrůvky s velmi pestrou druhovou skladbou, mnohé jejich druhy se řadí k vzácným. Přestože jsou mnohdy jen malé rozlohy, zasluhují si naši pozornost a ochranu (Kratochvílová 2007).

Působením toxických látek může být ovlivněna funkce a struktura vodních a suchozemských ekosystémů. Vlivem jejich negativního působení, zesíleného akumulací v životním prostředí, může dojít ke změnám v četnosti a distribuci rostlinných druhů, ke snížení primární produkce, k vyčerpání kyslíku, ke zhoršení schopnosti fixovat dusík (Kapustka *et al.* 1995), ke zvýšení povrchového odtoku a půdní erozi, případně až k degradaci přírodního prostředí (Bakalová 2008).

Ekologická degradace prostředí je výsledkem působení projevů lability prostředí.

Kritéria degradace prostředí (<http://people.fsv.cvut.cz>):

- Změny relativní početnosti druhů na 1 m²
- Mizení citlivých druhů
- Spontánní vzestup podílu zavlečených druhů
- Pokles zásob biomasy a biogenních hmot na jednotku plochy
- Pokles průměrné produkce biomasy na jednotku plochy
- Masivní rozvoj antropogenní eroze

Degradovaná krajina je narušená kulturní krajina. Přírodní složky jsou poškozovány hospodářskou činností člověka. Kdyby působení člověka pominulo, krajina by se sama vrátila svými antiregulačními pochody do původního stavu. Degradovanou krajinu nalezneme nejčastěji v okolí velkých měst a v oblastech intenzivně využívané zemědělské krajiny (www.envic.cz).

Škody na chráněných územích, vznikající v souvislosti s činností člověka podle Petříčka *et al.* (1993).

Bylinná vodní a pobřežní vegetace, rákosiny a porosty vysokých ostřic:

- Přímá likvidace vodních, zvláště mělkých a mokřadních biotopů zavážením a odvodňováním

- Regulace vodních toků a pobřežních částí vodních nádrží (vyhrnování)
- Přirozená sukcese a zazemňování
- Změna chemismu a úživnosti prostředí (vápnění dystrofních vod, hnojení oligotrofních vod, přerybnění apod.)
- Následné změny ve složení společenstev, šíření agresivních konkurenčně silných druhů a potlačování konkurenčně slabších
- Znečištění toxickými splachy z pozemků a splašky ze sídel a otrava fauny s následným narušením rovnováhy

Vodní toky

- Úpravy toku
- Narušení dynamiky přirozeného průtoku
- Lodní doprava (výstavba i provoz)

Periodické tůně

- Přirozená sukcese, zazemňování (zrychlená při nárůstu dřevin kolem lučních tůní)
- Nedostatečná dynamika řídicího vodního toku (nedostatek záplav vlivem hydrologické bilance, úpravami toku a přehradami)
- Snížení hladiny podzemních vod (meliorace, čerpání, úpravy toku řek)
- Eutrofizace

2.2 Charakteristika jihočeského regionu

2.2.1 Okres České Budějovice

Zaujímá střední a jihovýchodní část Jihočeského kraje. Území okresu má výrazně protáhlý tvar ve směru SZ – JV a jeho přirozenými osami jsou údolí řek Vltavy a Malše a v jihovýchodní části široké a ploché údolí Stropnice. Krátká jihovýchodní hranice okresu je zároveň státní hranicí mezi Českou republikou a Rakouskem. Území se táhne od severních výběžků Novohradských hor až k jižnímu okraji středního Povltaví pod soutokem Vltavy s Lužnicí (Albrecht *et al.* 2003).

Do jihozápadní části území zasahuje CHKO Blanský les a malá východní část je součástí CHKO Třeboňsko. V jihovýchodní části byl vyhlášen přírodní park Novohradské hory (Albrecht *et al.* 2003). V okrese je vyhlášeno 35 maloplošných chráněných území, z toho jsou 3 národní přírodní rezervace, 12 přírodních rezervací, 2 národní přírodní památky a 18 přírodních památek (viz Přílohy obr. 1.).

2.2.2 Geologická a geomorfologická charakteristika

Jižní Čechy s celou Šumavou leží v centru moldanubické oblasti Českého masivu. Téměř celé jejich území patří tzv. moldanubiku Šumavy a kraje Jihočeského. V centru jihočeského regionu vznikly v důsledku tektonických pohybů dvě rozsáhlé sníženiny, v nichž se uložily slabě zpevněné a nezpevněné křídové a terciérní sedimenty – Českobudějovická a Třeboňská pánev (Albrecht *et al.* 2003).

Nejhlubší vrstvy horninového podloží jsou tvořeny 200 – 300 m mocnými slabě zpevněnými pískovci a jílovci spodního oddílu klikovského souvrství (svrchní křída, senon), překrytými terciérními uloženinami svrchní částí mydlovarského souvrství (neogén), které jsou tvořeny zelenavošedými jíly a písky a diatomovými sedimenty. Všechny tyto starší uloženiny jsou překryty fluviálními písky a štěrky rissu (pleistocén). Nejvyšší vrstvou podložních usazenin na většině plochy jsou fluviální hlinitopísčité nivní sedimenty (holocén). Půdním pokryvem je fluvizem typická a glej typický (Albrecht *et al.* 2003).

Jihočeské pánve jsou dvě ploché sníženiny, jen při okrajích a na rozvodích mírně zvlňené. Severozápadně od Českých Budějovic se rozkládá menší níže položená, hlubší a výraznější pánev Českobudějovická, v širším okolí Třeboně rozsáhlejší, avšak méně výrazná pánev Třeboňská. Obě pánve odděluje asymetrická hrát' Lišovského prahu vytvořená v pliocénu geotektonikou (Albrecht *et al.* 2003).

Českobudějovická pánev je směrem JV-SZ protažená, 4 – 13 km široká a 72 km dlouhá tektonická sníženina, omezená zejména v jihovýchodní části výraznými zlomovými svahy. Člení se na dva geomorfologické podcelky, na rozsáhlejší pánev Blatskou na jihovýchodě a menší Putimskou pánev na severozápadě. Putimská pánev se dále člení na Strakonickou kotlinu, Kestřanskou pánev a Mladějovickou pahorkatinu. Blatenská pánev se dále člení na Vodňanskou pánev, Chvalešovickou pahorkatinu a Zlivskou pánev (Albrecht *et al.* 2003), ve které se nachází přírodní památka Vrbenská tůň.

2.2.3 Klimatická charakteristika

Pro podnebí Jihočeského kraje je určující poloha v mírném klimatickém pásmu Střední Evropy, geomorfologická členitost území a expozice terénu vůči převládajícímu západnímu proudění vzduchu. Podle klimatologické rajonizace (Quitt 1971) patří převážná část území regionu do mírně teplé klimatické oblasti. Nejteplejší jsou nejnižší položená místa Jihočeské pánve, kde průměrná roční teplota dosahuje 7,5 až 8,0 °C. V Českých Budějovicích je vlivem zástavby a produkce odpadního tepla průměrná roční teplota o několik desetin stupně vyšší (Albrecht *et al.* 2003). Klimatická charakteristika této oblasti je uvedena v Tab. 1. v Příloze. Průměrné měsíční teploty vzduchu a měsíční úhrny srážek jsou uvedeny v Grafu 1. a 2. v Příloze.

2.2.4 Hydrologická charakteristika

Převážná část Jihočeského kraje patří k povodí Vltavy, která je nejvýznamnějším tokem regionu. Pramení na Šumavě v nadmořské výšce 1172 m a po 275 km opouští Jihočeský kraj severně od Orlíka nad Vltavou v údolní nádrži Orlík. Hlavními přítoky jsou pravostranné Malše a Lužnice a levostranná Otava (Albrecht *et al.* 2003).

Hydrogeologický rajon „Budějovická pánev“ má celkovou plochu 237 km². Výplň pánve tvoří slabě zpevněné svrchnokřídové a terciární sedimenty, konkrétně klikovské resp. mydlovarské souvrství s maximální zjištěnou mocností 340 m. Předpokládá se zvodnění všech pískovcových, písčitých a štěrkopísčitých poloh. Množství podzemní vody je závislé na rozloze infiltračního území, mocnosti zvodnělé vrstvy a její propustnosti. V Českobudějovické pánvi se ve velkém měřítku využívá podzemních vod pro zásobení pitnou vodou (Albrecht *et al.* 2003).

2.3 Vývoj a charakteristika vodních ekosystémů

Podobně jako např. lesní ekosystémy i ekosystémy okolí vod jsou velmi rozmanité a dávají krajině osobitý ráz. V odborné literatuře jsou často označovány také mokřady. Mezi mokřady u nás řadíme rašeliniště, močály, bažiny, jezera, rybníky, řeky, potoky, zaplavované planiny a pravidelně zaplavované lužní lesy. V celosvětovém měřítku také slaná pobřeží, delty řek a mořské pobřeží. Mokřady tedy celkově pokrývají značnou část zemského povrchu. Mokřady jsou domovem stovek druhů rostlin a živočichů, kteří jsou různým způsobem závislí na vodě a samozřejmě i domovem lidí, kteří zde nacházeli a nacházejí různé životně i kulturně důležité produkty, nutné pro

život. Mokřady plní obecně v přírodě velmi důležité funkce, např. zadržují přívaly vody a omezují negativní dopad záplav a povodní, stabilizují a zpevňují pobřeží, filtrují znečištěnou vodu a jsou zásobárnou sladké pitné vody. Mokřady však také patří v současné době mezi nejvíce ohrožený typ prostředí na zemském povrchu a proto je musíme intenzivněji chránit (Podroužek *et* Júza 2000).

Pro mokřadní ekosystémy obecně, ale zejména pro rybníční, je jedním z rozhodujících faktorů přizpůsobivost k rytmickému kolísání vodní hladiny. Rybníční nádrž je pravidelně vyprazdňována a tím je podmíněn i charakter vegetace. V průběhu vegetačního období klesá voda v nádržích (zejména u nebeských rybníků) v důsledku často nedostatečného přítoku. V obou případech dochází k zákonitým změnám ve výskytu makrofyt. Formování a výskyt společenstev makrovegetace přímo ovlivňuje světlo, resp. průhlednost vody a její hloubka. Pro rozvoj submerzních rostlin je nutný přístup slunečního záření k ponořeným listům. Světlo se stává limitujícím faktorem v situacích, kdy při zhuštění obsádek kapra a v důsledku zvyšování množství živin hnojením a krmením, nastává rozvoj fytoplanktonu a průhlednost klesá pod 0,5 m (Hejný *et al.* 2000).

2.3.1 Mokřady

Výraz mokřad je relativně mladý a označuje krajinné útvary, které byly dříve nazývány mnoha různými názvy (Vymazal 1995). Pro mokřady existuje mnoho definicí, které se v detailech liší, zde uvedu některé z nich:

Neexistuje jednotná, univerzální definice mokřadů (Keddy 2000), ale uvádí: „Mokřad je ekosystém, který vzniká, když v důsledku zaplavení vodou v půdě převládá anaerobní procesy, což vyvolá vznik adaptací živých organismů (převážně rostlin) na zaplavení.“

Definice mokřadu je poměrně obtížná, protože se jednotlivé mokřady liší velikostí, hydrologickými poměry, lokalitou i stupněm ovlivnění člověkem (Gopal *et al.* 1990).

Znění definice Ramsarské úmluvy („Úmluva o mokřadech, která má mezinárodní význam, ochraňující biotopy pro vodní ptactvo“, přijatá v roce 1971) podle níž je mokřad definován jako „přechod mezi terestrickým a akvatickým prostředím, území bažin, slatin, rašelinišť i území pokrytá vodou, přirozeně i uměle vytvořená,

trvalá i dočasná, s vodou stojatou či tekoucí, sladkou, brakickou či slanou, včetně území s mořskou vodou, jejíž hloubka při odlivu nepřesahuje 6 metrů“ (Chytil *et al.* 1999).

Obecně se pod tímto termínem chápají biotopy, kde se hladina podzemní vody nachází blízko zemského povrchu, nebo je to území mělce přeplavené (Rybka 1996).

Z ekologického hlediska tvoří mokřady přechod mezi suchozemským a vodním ekosystémem, z čehož vyplývá značná nestálost prostředí (Orme 1990).

2.3.1.1 Rozdělení mokřadů

Keddy (2000) rozlišuje v nejzákladnější klasifikaci 4 typy mokřadů:

- tzv. „swamp“ pokud dominují stromy zakořeněné v podmáčené půdě, jedná se o mangrovové porosty nebo lužní lesy v nivách řek
- tzv. „marsh“ mokřadni společenstvo s dominancí cévnatých, většinou emergentních rostlin, příkladem jsou porosty orobince (*Typha*) nebo rákosu (*Phragmites*) v litorální zóně některých jezer
- třetí a čtvrtý typ zastupují vrchoviště (rašeliniště) a slatiniště

2.3.1.2 Funkce mokřadů

Určité typy mokřadů (konkrétně „swamps“ a „marshes“) se vyznačují vysokou produktivitou. Mokřady jsou totiž na rozdíl od suchozemských ekosystémů místem, kde rostliny nemusejí podstupovat kompetici o vodu a kde jsou akumulující se živiny neustále redukovány (Keddy 2000).

V krajině plní mnoho jedinečných funkcí. Slouží jako retenční prostory povodní, zlepšují kvalitu vody, podílejí se na stabilizaci globálních cyklů uhlíku, dusíku a síry (Mitsch *et Gosselink* 2000). Pro lidstvo mokřady zajišťují celou řadu služeb a poskytují mnoho produktů, na nichž některé národy závisí např. rybolovem, pěstováním rýže a také zdrojem pitné vody. Na ekosystémové úrovni zmírňují vlivy povodní, redukují bouřky a mají estetickou funkci (Mitsch *et Gosselink* 1993). Zbývající zachovalé mokřadni ekosystémy plní funkce jako je např. stabilizace klimatu, biodiverzita, akumulace živin a uhlíku (Pokorný *et al.* 1996).

2.3.1.3 Rozšíření mokřadů

Většina mokřadů je sladkovodních a vzniká v místech, kde se dešťová voda nebo voda z rozlité řeky akumuluje. Jejich zachycení v mapě velkého měřítka je téměř nemožné, protože zaujímají malé plochy (Keddy 2000).

2.3.2 Mokřadní biotop – tůň

Tůň se řadí mezi stojaté vody. Jsou to drobné vody přirozeného nebo umělého původu, které nelze vypouštět (Sukop 1994).

Charakterizovat tůň jednoznačnou definicí je obtížné (Pithart 2000a).

Jak stanovil už na přelomu století F. A. Forel (1901), zakladatel vědy o jezerech, jsou tůně a rybníky „malá nehluboká jezera“. Tím je případně odlišil od jezer. Díky tomu, že nejsou hluboké, mohou celé jejich dno zarůst vodní rostliny, stejně jako mělkou pobřežní část jezera. Hloubka těchto vod jen zřídka přesahuje 2 metry. Odborně řečeno „je v tůni vytvořen v podstatě pouze litorál“. Hluboká zóna, profundál, tu neexistuje (Reichholf 1998).

Tůň se dá charakterizovat i jako přirozené menší ($\pm 100 \text{ m}^2$) nádrže vody, trvalé nebo periodické se specifickými rostlinami a živočichy, primárně vznikající vířivou činností vody při povodních nebo sekundárně jako zbytky někdejších slepých ramen řek (Husák *et* Květ 2000).

Begon *et al.* (1997) chápají tůň jako malá obvykle mělká jezírka, jejichž produkce litorálu je důležitější než produkce fytoplanktonu. 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. Kylbergerová (1999) označuje tůň jako jeden z nejmenších vodních ekosystémů s výrazným kolísáním hladiny a silně ovlivněný okolní vegetací (hlavně zástinem). Podle Černého (1994) oválné a kruhové tůně v aluviu nivy vznikly tak, že odškrcená ramena řeky nerovnoměrně hluboká se rovněž nerovnoměrně zanášela.

Specifickým biotopem jsou tůně periodické, vznikající v říční nivě po rozlivu, mimo nivu (nejčastěji na loukách) i po jarním tání sněhu nebo vydatných deštích. Kromě jarních tůní se tedy mohou vytvářet i tůně letní. Jsou osídlovány společenstvy rostlin a živočichů se specializovanou životní strategií (Husák *et* Květ 2000, Jakrlová *et* Pelikán 1999).

2.3.2.1 Funkce tůň

Mimo řadu dalších funkcí tůň zadržují vodu v krajině, zachycují povodňové vlny a zprostředkovávají výměnu povrchové a podzemní vody (Štěrbá 1996).

Kylbergerová (1999) uvádí další významný faktor, jímž je břehová vegetace, která ovlivňuje průnik světla a brání před přímým působením větru. Důležitá je i velikost a množství makrovegetace, její druh a expozice vůči světovým stranám (Bílý *et Pithart* 2000). Zastíněné tůň mají chudší druhové zastoupení mikroflóry i menší biomasu fytoplanktonu (Pithart 2000b).

Existence mokřadních biotopů je podmíněna funkčností dynamiky toku (Keddy 2000). U tůň izolovaných od řek bez managementových zásahů ochrannářských institucí dochází k sukcesi, postupnému zazemňování, nástupu ostřicových porostů a dřevin (olše, vrba) (Hájková 2006).

Zanášením se rozumí vyplňování nádrže biomasou společenstev ponořených a vzplývavých vodních rostlin včetně pleustonů a listů dřevin (např. olší). Zazemňování je relativně dlouhodobým procesem, probíhajícím celou hydrarchní sérií makrofytních společenstev až po společenstva křovin a dřevin, které tento proces završují. Oba procesy jsou součástí stárnutí nádrží. Jsou typické pro aluviální stojaté vody a jezera. Stárnutí rybníčních nádrží je zpomalováno vypouštěním a zejména pak zimováním a letněním. Zanášení a zazemňování je závislé na velikosti nádrže, na délce ekocyklu, na celkovém zastoupení submerzních a emerzních makrofyt. Biogenní zanášení rybníků po vyhrnování a častém zimování téměř ustalo. V posledním období, po rozorání luk a zúžení plochy litorálu vyhrnováním, přispívají k intenzivnímu zanášení minerální sedimenty ze splachů z polí (Hejný *et al.* 2000).

2.4 Trofie vod

Slovo trofie znamená úživnost. Bylo použito E. Naumannem, jenž rozděloval vody podle těchto ukazatelů: letní teploty při hladině, obsahu vápníku, dusíku, fosforu a podle huminových látek. Tím položil základ typologie jezer měřené stupněm úživnosti vody. Rozdělil vody do tří tříd: oligotrofní, mezotrofní a eutrofní (Kočí *et al.* 2000).

Vývoj makrofyt dle trofie vod:

Oligotrofní fáze:

V prostředí je růst rostlin limitován nedostatkem živin. Průhlednost vody je vysoká a ekosystém je osidlován pouze rostlinami schopnými čerpat živiny kořenovým systémem ze substrátu. Rostlinná biomasa je akumulována u dna nádrže. Hodnoty pH a koncentrace kyslíku se v průběhu dne a noci příliš nemění. Podobně nejsou zásadní rozdíly v koncentraci kyslíku a pH ve vertikálním profilu (Hejný *et al.* 2000).

Tyto podmínky byly časté na třeboňských rybnících před začátkem hnojení a nárůstem přísunu živin z povodí (Pokorný 1994). Opad a odumřelá biomasa se téměř nerozkládá a obsahuje dokonce měřitelné koncentrace kyslíku. V takové vodě je ovšem nízká produkce, neboť nedostatek živin umožňuje růst řas a zooplanktonu. Přísun živin do takového systému se projeví v nárůstu primární produkce a následně i produkce ryb. Rybníky v oligotrofním stavu rychle reagují na přidání živin i zvýšení počtu druhů (Hejný *et al.* 2000).

Přechod mezi oligotrofní a mezotrofní fází:

S přibývajícimi živinami (hnojením) se rozmáhá vegetace, stoupá počet druhů i množství biomasy. Vodní makrovegetace je tvořena velkým množstvím druhů. Průhlednost vody je okolo 2 metrů a rostlinná biomasa je víceméně pravidelně rozmístěna ode dna ke hladině. Častý je výstkyt makrofyt s plovoucími listy (Hejný *et al.* 2000).

Koncentrace živin ve vodě je nízká po celou vegetační sezónu. Vývoj planktoních řas je proto limitován živinami, zastínění a příjem CO₂ perifytonem neomezuje podstatně růst submerzních makrofyt. Koncentrace kyslíku je zhruba na saturační hladině a nevykazuje výrazné změny mezi dnem a nocí a povrchem vodní hladiny a dnem (Pokorný 1994). Tato situace se dá popsat (podle historických dat) na jihočeských rybnících zhruba v 50. letech, tj. před počátkem intenzifikace aplikací vysokých dávek anorganických hnojiv, chlévské mrvy a fekálií a velkých rybích obsádek (Hejný 1967, Pecharová 1995). V současné době jsou rybníky této kvality velmi vzácné, nejen z důvodů intenzivního rybářského hospodaření a vysokých rybích obsádek, ale i díky velkému množství živin z povodí (Pokorný 1994).

Eutrofní fáze:

Je charakterizována vyšším přísunem živin, hnojením a významným podílem splachů z povodí. Ponořené rostliny rostou rychleji, jejich biomasa se akumuluje k povrchu. Mladé zelené části makrofyt zastíňují hlubší vodu. Průhlednost vody klesá, ozářenost na dně i v mělkých nádržích mnohdy nedosahuje kompenzačního bodu pro fotosyntézu. Proto fotosyntéza převládá na povrchu a naopak, respirace je vyšší u dna. Důsledkem toho je strmý gradient koncentrace O₂ a pH ve vodním sloupci (Pokorný 1994). Vysoká biomasa a vzájemné biotické vztahy jednotlivých složek planktonu mohou značně modifikovat abiotické podmínky prostředí (světlo, pH) a jejich vliv na ponořenou vegetaci může být větší než samotný přísun živin (Balls *et al.* 1989).

S pokračujícím přísunem živin do nádrže klesá druhová diverzita vodních rostlin, ale jejich biomasa vzrůstá. Tento stav je charakterizován nárůstem perifytonu, který může rozvoj makrofyt omezovat. Respirační rychlost celého společenstva je vyšší a proto často nastává u dna nedostatek kyslíku. Postupně dochází k rychlé dekompozici organické hmoty v sedimentech, nízké koncentraci kyslíku v sedimentech a uvolňování živin ze sedimentů. Množství živin a umělá úprava pH (vápnění) vedou k podpoře mikrobiální činnosti (Pokorný 1994, Ripl *et al.* 1994).

Hypertrofní fáze:

Při vysokém přísunu živin do vodní nádrže hraje velikost rybí obsádky důležitou roli i pro vodní vegetaci. Při nízkých obsádkách je voda čistá (tzv. stadium clear water s průhledností i několik m), nastává rozvoj makrofyt, ale také často vláknitých řas. Příkladem může být situace v plůdkových rybnících. Nízká biomasa ryb umožňuje, že v zooplanktonu převládne velký zooplankton (perloočky). Důsledky jejich filtrační aktivity je eliminace fytoplanktonu, zvýšení průhlednosti a nárůst koncentrace dostupných živin. V takových podmínkách dochází k intenzivnímu růstu eutrofních typů makrofyt a vláknitých řas. Naproti tomu vysoká biomasa ryb eliminuje velký zooplankton a v důsledku toho nastává rozvoj fytoplanktonu. Voda získává intenzivní zelené až zelenohnědé zbarvení a průhlednost klesá až na několik málo dm. Vodní rostliny v důsledku limitace světlem mizí (Pokorný 1994). Dekompozice organické hmoty v sedimentech je rychlá, nízká koncentrace kyslíku v sedimentech až anaerobióza způsobuje intenzivní uvolňování živin (Hejný *et al.* 2000).

Tab. 2. Klasifikace vod sladkovodních nádrží podle trofie (Hlaváčková 2006, Kočí *et al.* 2000)

Stav trofie	Popis	TN (mg .l ⁻¹)	TP (mg .l ⁻¹)
Oligotrofní	Čisté průhledné vody s nedostatkem živin a minimální biologickou aktivitou.	< 350	< 10
Oligo-mezotrofní	Vody s více živinami a rozmáhající se vegetací a vyšším počtem druhů.	350 - 400	10 - 20
Mezotrofní	Vody s vyšším stupněm živin a vyšší biologickou produktivitou.	400 - 650	20 - 50
Eutrofní	Vody extrémně bohaté na živiny, s vysokou biologickou produktivitou. Některé biologické druhy mohou být potlačeny.	650 - 1250	50 - 100
Hypertrofní	Kalné, vysoce produktivní vody, blíží se ke stavu močálu. Mnohé biologické druhy, žijící v čistých vodách nepřežívají.	> 1250	> 100

TN - celkové množství dusíku, TP - celkové množství fosforu

2.5 Eutrofizace

2.5.1 Vznik a příčiny

Slovo eutrofizace pochází z řečtiny, vzniklo složením slova eu (hojný) a slova trophi (potrava nebo živná látka) (Šafaříková *et* Pešata 2006).

Lidská společnost produkuje velké množství látek, které svými účinky ovlivňují kvalitu životního prostředí. Vedle toxických látek je možné se dnes setkat i s látkami, které nejsou ve své podstatě jedovaté, jejichž vlastnosti však způsobují či podporují jiné negativní jevy. Mezi takové odpadní látky lze počítat nutrienty (živiny), které svojí narůstající koncentrací v povrchových vodách zvyšují jejich trofii – úživnost. V této souvislosti lze hovořit o „zamoření živinami“ - eutrofizaci, která se projevuje řadou symptomatických změn vodního ekosystému, změnami v kvalitě vody nebo ovlivněním ekologické rovnováhy. Ač lze nalézt práce zdůrazňující, že eutrofizace je přirozený proces jehož důsledkem byly masové nárůsty sinic a řas i v historicky poměrně dávné době (Kočí *et al.* 2000).

Eutrofizace v původním slova smyslu představuje přirozený proces stárnutí jezera. Po většinu doby své existence má jezero dobrou kvalitu vody a vysokou

druhovou diverzitu. Přísun partikulí i živin přítoky z nenarušeného povodí způsobuje pomalé vyplňování jezera pūdou a ostatními látkami z přítoků. Z jezera se tak postupně stává mokřadní až terestrický systém (Goldman *et* Horne 1983).

Eutrofizace je pojem nejčastěji spojovaný s vodním prostředím, především stojatými vodami. Pojmem eutrofizace se často rozumí změna živného stavu vody, který vede ke zvýšenému růstu řas, sinic a vodních rostlin. Tyto rostliny posléze odumírají a jsou rozkládány mikroorganismy. Tento proces je poté ukončen vyčerpáním kyslíku a úhynem organismů (Šimek 2003).

Množství živin v prostředí (trofie) je ovlivněno řadou přirozených procesů (přirozená eutrofizace) i činností člověka (antropogenní eutrofizace). Jako hlavní původci eutrofizace se označují kyselý déšť, zemědělská činnost a vypouštění odpadních vod (Barendregt *et* Beltman 2005).

Přirodní eutrofizace znamená obohacování živinami prostřednictvím přírodních procesů, např. hromadění živin v dolních pásmech vodních toků, uvolňováním dusíku a fosforu, případně silikátů, z půdy sedimentů a odumřelých vodních organismů. S rozvojem průmyslu a nástupem jeho produktů začala nabývat na významu antropogenní eutrofizace, která dnes zcela převažuje. Znečišťování prostředí včetně obohacování dusíkem a fosforem náleží spolu s nadměrným využíváním zdrojů, zavlékáním cizích druhů, likvidací a fragmentací přírodních stanovišť mezi lidské aktivity, které mají silně negativní dopad na naši planetu a ohrožují světovou biodiverzitu, tedy počet druhů rostlin, živočichů a dalších organismů na Zemi (Šafaříková *et* Pešata 2006). Antropogenní eutrofizace je způsobena intenzivní zemědělskou výrobou, některými druhy průmyslových odpadních vod, používáním polyfosforečnanů v pracích a čistících prostředcích a zvýšenou produkcí komunálních odpadních vod a odpadů fekálního charakteru (Kočí *et al.* 2000).

Eutrofizace povrchových vod je nežádoucím důsledkem zvyšování životní úrovně tím, že dochází k zvyšování množství tekutých a polotuhých odpadů z domácností i zemědělské výroby. Druhou příčinou zvyšování koncentrací živin v povrchových vodách je zvyšování intenzity zemědělské produkce zvyšováním intenzity hnojení. Hlavním zdrojem dusíku obsaženého v povrchových vodách, je právě aplikace minerálních hnojiv (Hrbáček 1981).

Hlavní současné problémy v ochraně přírody a životního prostředí jsou zemědělství, lesnictví a rybářství. Jedním z hlavních problémů při ochraně území zůstává celková eutrofizace prostředí způsobená celoplošnou intenzifikací technologií, používaných při hospodaření v krajině. V zemědělství představuje specifický problém vysoká koncentrace chovu prasat, protože nebyla dořešena aplikace kejdy. Její nevhodná aplikace na zemědělské pozemky a do rybníků ještě zvyšuje obrovskou zátěž prostředí organickými zdroji živin. Intenzivní rybářské obhospodařování (hnojení rybníků, krmění ryb) spolu s vlivy z povodí (zemědělská výroba, komunální znečištění) jsou příčinou eutrofizace rybníků. Vysoké koncentrace živin, nadměrný rozvoj sinic a řas, extrémní kolísání koncentrace kyslíku ve vodě, velké výkyvy pH jsou zřetelné symptomy velmi pokročilé eutrofizace a ukazují na narušení rybníčních biocenóz (Janda *et al.* 1996).

Člověk svými zásahy do krajiny (především odstraněním vegetace a odvodňováním) významně zasahuje nejen do hydrologického cyklu, ale skrze něj i do řady dalších cyklů a dějů, jako jsou ztráty kondenzačních míst, zvýšená intenzita mineralizace, vyplavování, eroze a odnos živin. Výsledkem této činnosti je otevřený koloběh s vysokým únikem látek (zemědělsky využívané povodí: až 1500 kg živin . ha⁻¹ ročně). Vyplavování bazických kationtů vede k okyselení půdy i bez přispění kyselých dešťů. To vede na jedné straně k snižování úrodnosti polí, na druhé straně k eutrofizaci vod (proces může skončit odumřením vegetace a zhroucením koloběhu vody) (Rajchard *et al.* 2002).

Faktory, na kterých závisí eutrofizace jezer dle Moučkové *et al.* (1973):

- velikost, tvar, hloubka a původ vodních nádrží, zeměpisná poloha
- jarní koncentrace živin, roční přísun živin, zejména dusíku a fosforu a celkový metabolismus jezera
- teplotní stratifikace
- rychlost objemových změn vody
- období, kdy je voda pokryta ledem
- výměna látek, zejména živin, mezi sedimentem a vodou
- stopové prvky, vitamíny a jiné faktory

Externí přísun živin do vodního tělesa může být původem z bodových zdrojů, které jsou umístěny v jednom místě a mnohem snadněji monitorovány a kontrolovány, a z nebodových zdrojů, které jsou rozptýlené a mnohem náročnější na monitoring a regulaci (Hlaváčková 2006).

Bodové a nebodové zdroje znečištění dle Hlaváčkové (2006):

Bodové zdroje:

- odpadní vody (komunální a průmyslové)
- skládky odpadu
- důlní a vrtná činnost, průmyslová místa bez kanalizace
- kanalizační výtoky (dešťová voda) u měst s populací > 100 000 obyvatel
- přetečení u kombinovaných kanalizací (dešťová a odpadní voda)
- staveniště s plochou > 2 ha

Nebodové zdroje – rozptýleného charakteru:

- zemědělství (včetně zavlažování)
- pastviny
- místa bez kanalizace a oblasti s kanalizací a populací < 100 000 obyvatel
- filtráty z usazovacích jímek, úniky ze septických systémů
- staveniště s plochou < 2 ha
- opuštěné doly
- atmosférická depozice nad vodní povrchy
- činnosti v krajině, které vytváří znečišťující látky

2.5.2 Zvýšená hladina N a P

Dusík se do půdy dostává vedle přirozených procesů cestou intenzivní zemědělské výroby. Jedná se zejména o hnojení přírodními (hnůj, kejda, močůvka) i umělými hnojivy (různé druhy ledků, síran amonný). Také zvýšený vstup fosforu do půdy způsobuje hojně používání umělých hnojiv (různé druhy fosfátů a superfosfátů). Během devadesátých let sice spotřeba dusíkatých hnojiv oproti roku 1990 poklesla o třetinu, spotřeba fosforečných hnojiv dokonce o dvě třetiny, ale od roku 1999 byl zaznamenán znatelný růst hnojení. Meziroční nárůst spotřeby hnojiv 2003/2004 činil téměř 25%. Spotřeba dusíkatých hnojiv byla v roce 2004 vyčíslena na 75,8 kg/ha, spotřeba fosforečných hnojiv pak na 13,7 kg/ha (udávanou hmotností se myslí čistá hmotnost živin). Současné zemědělství uměle posiluje biologickou fixaci dusíku, když používá osivo vybavené kulturou mikroorganismů, které vážou vzdušný dusík. Obsah dusíku v půdě se navyšuje i pěstováním bobovitých rostlin, jejichž kořínky přirozeně osidlují vazači vzdušného dusíku – hlízkové bakterie. Zpráva integrovaného registru znečišťování za rok 2004 uvádí, že 60% hlášeného znečištění půdy (zejména dusíkem a fosforem) pochází ze zemědělství. Na celkovém hlášeném umělém vstupu fosforu do půdy se podílí především zemědělství (85%), dále průmysl (8%) a nakládání s odpady (7%) (Šafaříková *et* Pešata 2006).

K obohacování půdy dusíkem dále přispívají suché a mokré spady dusíku z atmosféry, neboť atmosféra, třebaže dosahuje značných rozměrů, není schopna bez následků pohltit nekonečné množství oxidů dusíku ze stacionárních průmyslových zdrojů a z automobilové dopravy nebo amoniaku, který se uvolňuje při trávení a z výkalů hospodářských zvířat. Ke zvyšování hladiny fosforu dochází kromě aplikace hnojiv také už během těžby a výroby fosfátů. Suchozemská stanoviště se konečně eutrofizují přísunem nadbytečných živin z okolních lokalit, např. splachem z polí (Šafaříková *et* Pešata 2006).

Vitousek (1994) dokonce uvádí koloběh dusíku jako jeden ze tří hlavních následků přetváření Země lidmi. Limitující živinou v prostředí je dusík a jeho vstup do ekosystému je hlavní faktor vedoucí k eutrofizaci (Venterink *et al.* 2002). Magill *et al.* (2004) uvádějí, že hnojení anorganickým i organickým dusíkem (rostlinný opad, prasečí kejda) zvyšuje koncentraci N v půdě. Hnojení N zvyšuje průkazně rostlinnou biomasu a podíl nadzemní a podzemní biomasy a dochází ke zvýšení N v sušině (Henry *et al.* 2005). Rychnovská (1993) sledovala vliv hnojení na cyklus dusíku v travních

ekosystémech, přičemž zaznamenala u hnojené varianty výrazný nárůst rostlinné biomasy, mírné navýšení amonia a dusičnanů, výrazný nárůst ztráty dusíku ze systému denitrifikací a velmi výrazný nárůst ztráty N vyplavením. Toto je zřejmé i u mokřadních ekosystémů, kde přídatky živin (hnojení) způsobují větší ztráty dusíku a degradaci okolních ekosystémů právě v důsledku vyplavování nitrátů. Lze tedy říci, že s přídatkem dusíku se zvýší rychlost mineralizace N a nitrifikace (Lovett *et* Rueth 1999).

Klíčovým prvkem k eutrofizaci je fosfor (Vollenweider 1981). Fosfor je biogenní prvek, který zásadním způsobem ovlivňuje primární produkci zelených rostlin. Vedle dusíku je základním prvkem výživy sinic a řas. Poměr těchto dvou prvků potřebný pro optimální růst organismů je cca 100:1, kde větší podíl má dusík (Kočí *et al.* 2000). Poměr uhlíku, dusíku a fosforu v sladkovodních řasách, je v průměru 39:5:1 (Hesley 1973). Zastoupení celkového fosforu ve vodách je podstatně nižší. Tato skutečnost ukazuje, že fosfor vystupuje z makrobiogenních prvků nejčastěji jako limitující prvek (Hrbáček 1980) pro růst rostlinné biomasy. Je hlavní příčinou nadměrného růstu sinic, řas a submerzní makrovegetace. Nejvyšší koncentrace sloučenin fosforu, které se dostávaly do povrchových vod, byly zjištěny z vod odpadních (Hrbáček 1981). Studie Komárkové (1974), která přidávala do polyethylenových pytlů s vodou z hladinové vrstvy Klíčavské a Slapské údolní nádrže sloučeniny dusíku a fosforu a zjistila zvýšený rozvoj planktonních řas jen po přidání sloučenin fosforu.

Přírodním zdrojem fosforečnanů je minerál apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$. Do vodního prostředí se dostává rovněž z biologické hmoty. Antropogenním zdrojem fosforečnanů jsou odpadní vody z prádelny a textilního průmyslu, komunální odpadní vody a aplikace fosforečných hnojiv v zemědělství. Fosforečnany z hnojiv se do povrchových toků dostávají erozními splachy z polí. Prací prostředky jsou významným zdrojem fosforu v komunálních odpadních vodách (Kočí *et al.* 2000).

Nutno zdůraznit rozdíl mezi bilancí fosforečnanů v hnojivech a pracích prostředcích. Zatímco veškerý fosfor obsažený v pracích prostředcích přechází do vod, v zemědělství je to jen jeho malá část (splachy z půdy, nevhodné skladování hnojiv). Fosfor z hnojiv tedy částečně přechází do nové biomasy a částečně zůstává chemicky a chemisorpcí vázán v půdě (Pitter 1995).

K narušení přirozeného koloběhu fosforu a dusíku a k následnému hromadění těchto prvků v podzemních i povrchových vodách dochází zejména kvůli vypouštění nevyčištěných splašků a kvůli vyplavování nadbytečných živin ze suchozemského prostředí. Naprostá většina velkých čistíren odpadních vod v ČR není vybavena III. stupněm čištění, při kterém dochází k odstraňování anorganického fosforu. Zpráva integrovaného registru znečišťování za rok 2004 uvádí, že 44,5% hlášeného znečištění vod fosforem pochází z kategorie nakládání s odpady, tedy ze splašků, které obsahují množství fosfátů z pracích a mycích prostředků. Údaje ze zprávy o Dunaji z roku 2005 říkají, že na celkovém umělém vstupu dusíku do Dunaje se podílí především zemědělství (39%) a zdroje ze sídel (27%). V případě fosforu připadá 53% na zdroje ze sídel a 32% na zemědělství. K vyplavování dusíku ze zemědělských půd dochází při vysoké hladině dusičnanových iontů spolu s dostatečným vsakem vody, který ionty přemístí mimo kořeny rostlin. K tomu přistupují další ztráty erozí podobně jako v případě fosforečnanových iontů. Vymývání živin ze suchozemských ekosystémů do vod podporuje také odlesňování. Když odstraníme dřeviny, zbývající rostliny nestačí dusík z půdy odčerpávat a vázat ve svých tělech. Proto se odtok dusíku do vod nebo únik do atmosféry zvyšuje (Šafaříková *et* Pešata 2006).

2.5.3 Důsledky eutrofizace

Následky eutrofizace jsou velmi často zřejmé hned, ale někdy mají podobu skrytou a jsou zřejmé až po několika letech. Vysoký obsah živin může mít dalekosáhlé negativní dopady na přírodní ekosystémy např. existenci čtyř z deseti českých přírodních rezervací, které byly klasifikovány jako mokřady mezinárodního významu, ohrožuje eutrofizace (Šafaříková *et* Pešata 2006).

Všeobecně známým projevem eutrofizace je pravidelný masový rozvoj vodního květu sinic či vegetačního zabarvení, tvořeného zelenými řasami nebo i rozsivkami, případně některými druhy vyšších rostlin. Nastává obvykle v letních měsících, kdy je dostatek tepla a slunečního světla. Nadměrný nárůst fytoplanktonu způsobuje problémy vyšším rostlinám a zapříčiňuje jejich úbytek. Jedním z důsledků je pak i snížená samočisticí schopnost řek a jezer. Řasy a sinice, jež se shromažďují u hladiny, vytvářejí bariéru slunečním paprskům, které se nedostanou k organismům ve větší hloubce. Velká koncentrace fytoplanktonu způsobuje úbytek citlivějších organismů, jejichž místo pak zaujímají výhradně organismy odolnější, které se v důsledku malého množství přirozených více citlivých konzumentů a predátorů přemnožují a způsobují další,

mnohdy nevratné, změny v ekosystémech. Odolná makrofyta pak například rychlým a nelimitovaným růstem způsobují zarůstání toků či snižují retenční kapacitu nádrží. Bentické řasy nadměrnou produkcí biomasy snižují poréznost dnových sedimentů či např. štěrkových loží filtračních nádrží. Eutrofní vody jsou vysoce produktivní avšak podmínky v nich svědčí jen úzké škále organismů. Takže čím více narůstá produktivita či biomasa, tím klesá biodiverzita. Zejména řasy a sinice jsou bezprostředně závislé na přísunu anorganických nutrientů a za určitých podmínek mohou v populaci převážit potenciálně nebezpečné druhy (Kočí *et al.* 2000).

Dalším negativním faktorem zvýšeného výskytu řas a sinic je narušení kyslíkového režimu. Při hladině se fotosyntetickou činností vytvářejí podmínky přesycené kyslíkem a narůstá pH. Během dne sice autotrofní fytoplankton kyslík produkuje, v nočních hodinách však v důsledku jeho respirační aktivity dochází k úbytku rozpuštěného kyslíku. Ve vodě pak zejména v ranních hodinách vzniká anoxické prostředí nepřijatelné pro ostatní organismy. K dalšímu úbytku kyslíku dochází mikrobiálním rozkladem velkého množství odumřelých sinic a řas. Po úhynu řas a sinic jejich biomasa klesne ke dnu. Zde pak vlivem činnosti bakterií rozkládajících řasovou hmotu dochází k úbytku rozpuštěného kyslíku a opět vznikají anoxické zóny, na což jsou citlivé zejména některé bentické organismy (Kočí *et al.* 2000).

Fosforečnany se významně sorbují na dnových sedimentech. Za určitých podmínek může dojít k jejich uvolňování, což následně vede opět ke zvýšené koncentraci fosforečnanů ve vodách. Následkem je velká koncentrace řas a sinic ve zdrojích pitné vody. Zvýšený obsah fosforečnanů působí komplikace vodárenským provozům, protože zhoršuje upravitelnost vody. To je závažný problém zejména v našich podmínkách, kdy je zhruba 60% zdrojů pitné vody získáváno z povrchových zdrojů. Dochází zde k ucpávání filtrů, zhoršení organoleptických vlastností upravené vody, vzniku sekundárního mikrobiálního znečištění při rozkladu organismů v rozvodné síti či k uvolňování hygienicky nepřijatelných látek do vody (Kočí *et al.* 2000).

Mnohé druhy sinic produkují celou řadu toxických látek, které způsobují jednak značné vodohospodářské problémy, jednak mohou ohrozit vodní živočichy nebo člověka při koupání. Projevy se v závislosti na druhu toxinu a citlivosti jedince stupňují od lehké otravy projevující se střevními a žaludečními potížemi po vážnější jaterní problémy nebo kožní alergie. V souvislosti s eutrofizací a následným rozvojem vodního

květu se vyskytly nejen případy úhynu zvířat, ale dokonce i úmrtí lidí po pravidelném pití vody vyrobené ze zdroje s masovým rozvojem sinic (Šafaříková *et* Pešata 2006).

Důsledkem nárůstu koncentrace sloučenin fosforu v povrchových vodách je výše zmíněný nepřiměřený nárůst vodních řas a sinic, tzv. vodního květu. Nadměrné bujení těchto organismů způsobuje nejen sensorickou nepříjemnost vody, ale i mnoho dalších negativních jevů. Mezi ty nejzávažnější patří narušení kyslíkového režimu s následným úhynem ryb, hygienická nepříjemnost jedovatých látek produkovaných sinicemi, tzv. cyanotoxinů, špatná upravitelnost vody pro vodárenské účely či narušení ekologické rovnováhy vodního ekosystému (Kočí *et al.* 2000).

Všechny tyto změny vedou k destabilizaci vodního ekosystému, ke snižování druhové diverzity a k úhynu rostlinných i živočišných organismů. S rozvojem vodního květu tvořeného sinicemi navíc dochází k uvolňování toxických látek do prostředí (Pechar *et al.* 2002).

Dle Straškraby *et al.* (1973) jako důsledek eutrofizace lze v povrchových vodách uvést tyto jednotlivé jevy, které působí potíže:

- Rozvoj nežádoucích druhů řas, které působí toxicky na organismy (zvláště sinice), způsobují potíže s infiltrací (zvláště rozsivky a vláknité řasy), působí estetické a laboratorní potíže při rekreaci (sinice a vláknité řasy, vyšší rostliny)
- Nežádoucí pachut' vody, ať již v důsledku látek produkovaných řasami, aktinomycetami nebo bakteriemi
- Snižování množství kyslíku v hypolimniu, v důsledku velkého přísunu organických látek produkovaných řasami (odumřelé řasy)
- Ovlivnění koagulace chemickými změnami, vede k narušení technologických postupů, např. nutnosti dávek koagulantů a chloru
- Zvýšení zazemňování nádrží, zmenšování jejich užitkového objemu a zvyšování evapotranspirace a ztrát vody (vyšší rostliny)

Hospodářské zásahy jako intenzifikace hnojení, vyhrnování, letnění, změny hustoty obsádek a další obdobné vlivy působí přímo ve vztahu k vodní vegetaci zásadní změnu vodních a mokřadních typů makrofyt. Vliv hospodářských zásahů v okolní

krajině působí nepřímo na vegetaci rybníků prostřednictvím vodotečí a dále prostřednictvím splachů z polí, zúžením ochranné plochy luk jejich rozoráváním, likvidací a ukládáním odpadů v blízkosti rybníků. Tyto faktory podporují a urychlují eutrofizaci rybníků a podílejí se na změnách v periférii nádrží, v epilitorálu břehů, na hrázích apod., kde vznikají postupně se zvětšující jádra synantropních cenóz terestrické povahy, převážně z ruderálních a plevelných druhů. Jedním z důsledků eutrofizace je i změna floristického složení makrofyt a struktury rostlinných společenstev, často i destrukce dosavadní litorální vegetace, její postupná degradace nebo utváření nových typů a invaze terestrických ruderálních fytoocenóz (Hejný *et al.* 2000).

Nadměrná eutrofizace je též považována za jednu z příčin odumírání rákosu (např. Rožmberk, Tisý). Dosud však není jednotný názor na mechanismus odpovědný za odumírání rákosu na jeho působení (Hejný *et al.* 2000).

2.5.4 Řešení eutrofizace

Především je třeba brát v úvahu, že eutrofizace představuje komplexní problém a že prevence je nejlepší recept. Nejvíce se vyplatí předcházet vlastnímu znečišťování dusíkem a fosforem, které eutrofizaci způsobují. Chceme-li zabránit eutrofizaci vodních ploch a rozvoji vodního květu, musíme se poohlédnout zpět do povodí a snížit vstup živin ze všech směrů – tedy omezit vypouštění nevyčištěných splašků, spady z ovzduší a vymývání živin z intenzivně hnojených zemědělských půd. Jedním z kroků pro snížení ztrát dusíku při hnojení minerálními hnojivy je volba vhodného hnojiva. Nově vyvinutá tzv. HPL organominerální hnojiva se vyznačují vysokou přijatelností živin a tím i nízkými ztrátami vyplavením. Jejich používání neznamena omezení zdrojů živin pro rostliny, ale minimalizaci ztrát vstupů. Záleží také na způsobu používání hnojiv. Zónová aplikace hnojiv, např. pod patu při seti nebo radličkami do půdy pro přihnojení je úspornější než aplikace plošná. A konečně závisí i na způsobu zpracování půdy. Ve svažitém terénu je nezbytné používat protierozní opatření, např. orat kolmo na průběh svahu (Šafaříková *et* Pešata 2006).

Dodatečné odstraňování fosforu a dusíku je prozatím reálné pouze při čištění odpadních vod na malých čistírnách odpadních vod, velké čistírny fosfor ze splašků většinou naopak neodstraňují. Vedle čistírenských technologií vědci hledají nové postupy. Objevují se sice přípravky, které mohou dočasně snížit koncentraci dostupného fosforu, jenže tato druhotná řešení eutrofizace jsou značně finančně náročná a

především nepoužitelná v praxi (Šafaříková *et* Pešata 2006). K dokonalejšímu odstranění N a P z odpadních vod je nutné vylepšovat mechanismy čištění v ČOV. To je možné například tzv. III. stupněm čištění: splašky se po mechanickém a biologickém stupni čištění ještě chemicky zbavují živin (Hindák *et al.* 1978).

Pro cirkulaci P ve vodním prostředí platí, že pokud jsou sedimenty na dně dobře prokysličený, zůstane fosfor vázán v rozložených buňkách organismů. Pokud je sediment nedostatečně prokysličen, vyplaví se z něj P a slouží znovu jako zdroj energie. Proto je důležité odbahňování rybníků, aby sedimenty neměly přílišnou mocnost a nebyly anaerobní (Kohelová 2008).

3. Metodika

3.1 Charakteristika území

Přírodní památka Vrbeňská tůň vyhlášena 22.2.1974, se nachází v českobudějovické rovinaté pánevní oblasti s nadmořskou výškou 376 - 377 m. Chráněné území je situované na severozápadním okraji Českých Budějovic, v katastrálním území České Vrbné, o celkové výměře 0,9603 ha. Biocentrum je vymezeno na pravém břehu Dehtářského potoka na zemědělské půdě, představuje zbytek původního meandrujícího koryta Dehtářského potoka v široké ploché nivě Vltavy s vegetací vodních makrofyt a litorálních rákosin i charakteristickou vodní a mokřadní květenou. Vyskytují se tu některé zajímavé druhy brouků a pestré druhové spektrum obojživelníků (Albrecht *et al.* 2003).

Podle regionálně fytogeografického členění se zájmové území nachází ve fytogeografické oblasti mezofytikum, obvodu Českomoravské mezofytikum, v jihovýchodní části fytogeografického okresu Budějovická pánev. Pro tento fytogeografický okres, který se již dále nečlení, je charakteristický suprakolinní vegetační stupeň (kopcovina) s květenou tvořenou jednotvárnými mezofyty, jen ojediněle termofyty, relativně kontinentální, srážkové nedostatkové klima (= vztah k průměrné izohyetě odpovídající nadmořské výšce fytochorionu), plochý terén, substrát spíše jílovitý, méně písčité a charakteristická mozaika zemědělsky využívaných ploch a rybníků, méně lesnatých ploch (Čurnová *et al.* 2006).

3.1.1 Problematika Vrbenské tůně

22.2.1974 bylo zřízeno chráněné naleziště "Vrbenská tůň", podle § 8 odst. 2 a § 9 zákona č. 40/1956 Sb., o státní ochraně přírody, a to k ochraně typické biocenózy říčních ramen a tůní s výskytem řezanu pilolistého (*Stratiotes aloides*). V 60. letech 20. století jeho porost pokrýval 60% hladiny tůně a šlo o největší jihočeskou populaci této rostliny. Druhým významným druhem v tůni byl stulík žlutý (*Nuphar lutea*), který pokrýval 30% hladiny. V době před vyhlášením chráněného naleziště se tůň nacházela na okraji lučních pozemků. Ty však byly po r. 1969 přeměněny na polnosti. Tato změna zasáhla tůň ve dvou směrech. Splachy z polí vedly k eutrofizaci i částečnému zazemňování tůně, takže botanická inventarizace, provedená v roce 1985 Alenou Albrechtovou, konstatovala úplné vymizení řezanu pilolistého (*Stratiotes aloides*).

Odolnější stulík žlutý (*Nuphar lutea*) byl rozšířen až na polovinu otevřené hladiny tůň, dále pokračoval masivní postup rákosin. Dalším negativním důsledkem intenzivního obdělávání okolních pozemků byla pochopitelně i změna vodního režimu. Tůň ztratila spojení s okolními vodotečemi a její voda byla roku 1985 shledána jako znečištěná a silně zapáchající. V roce 1989 byla tůň odbahněna, byla učiněna opatření proti dalšímu úniku vody a tůň byla dokonce oživena přívodem z Dehtářského potoka (Malina 2000). Další nalezená informace o Vrbenské tůni je z roku 2003 z knihy Českobudějovicko (Albrecht *et al.* 2003). Zde je potvrzeno, že dochází k silné eutrofizaci a rychlému zameňování tůň. To se projevilo vymizením konkurenčně slabšího řezanu pilolistého (*Stratiotes aloides*) a šíření nitrofilních druhů, zejména kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*) (Albrecht *et al.* 2003). V roce 2006 byl proveden biologický průzkum jako podklad vypracování plánu péče pro toto chráněné území. Tento průzkum uvádí, že největší ohrožení zájmového území je narušený vodní režim v širším okolí. Bylo opraveno zanesené propojení tůň s Dehtářským potokem podzemní trubkou. Dále bylo provedeno geodetické zaměření nově navrhovaných hranic přírodní památky, které odpovídají reálnému stavu v terénu. Podle tohoto zaměření bude rozloha činit cca 1,12 ha a rozloha ochranného pásma cca 4,26 ha (Čurnová *et al.* 2006).

3.2 Terénní výzkum

Vlastní terénní průzkum probíhal během vegetačního období roku 2007 a 2008. Při své terénní práci jsem v pravidelných intervalech prováděla pochůzky a zaznamenávala nalezené druhy rostlin a lokality s jejich výskytem zanášela do provizorní mapy. K orientaci v terénu jsem použila letecký snímek z roku 2006, který poskytuje ČÚZK na webových stránkách. Na základě inventarizačního soupisu pozorovaných rostlinných druhů byly vylišeny jednotlivé vegetační jednotky a sestavena aktuální vegetační mapa (viz obr. 2., str. 34). Území jsem si rozdělila na „zóny“ – litorální, limózní a terestrická a sepisovala jsem nalezené druhy rostlin dle ekofází. Současně se záznamy jsem shromažďovala fotodokumentaci rostlin.

Nomenklatura cévnatých rostlin je sjednocena podle Klíče ke květeně České republiky (Kubát *et al.* 2002).

4. Výsledky

4.1 Floristický seznam druhů cévnatých rostlin zjištěných v území

V následujícím textu předkládám výsledky floristického inventarizačního průzkumu na chráněném území přírodní památky Vrbenská tůň v katastru obce České Vrbné. Jde o stanoviště s výskytem mimo jiné i chráněných druhů rostlin a živočichů. Výsledný seznam je uveden v Tab. 3.

Tab. 3. Floristický soupis zjištěných druhů cévnatých rostlin a jejich ohrožení

Latinský název	Český název	Vlastní průzkum 2008	Průzkum 2006	Ohrožení	
<i>Agrostis stolonifera</i>	psineček výběžkatý	+			
<i>Achillea millefolium</i>	řebříček obecný	+	+		
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	žabník jitrocelový	+			
<i>Alopecurus aequalis</i>	psárka plavá	+			
<i>Alopecurus pratensis</i>	psárka luční	+	+		
<i>Anthriscus sylvestris</i>	kerblík lesní	+	+		
<i>Arctium lappa</i>	lopuch větší	+	+		
<i>Artemisia vulgaris</i>	pelyněk černobýl	+	+		
<i>Barbarea vulgaris</i>	babrorka obecná		+		
<i>Batrachium aquatile</i>	lakušník vodní	+			
<i>Betonica officinalis</i>	bukvice lékařská		+		
<i>Calamagrostis canescens</i>	třtina šedavá	+			
<i>Calamagrostis epigeios</i>	třtina křovištní	+	+		
<i>Campanula patula</i>	zvonek rozkladitý	+	+		
<i>Canabis sativa</i>	konopě setá		+		
<i>Cardamine pratensis</i>	řeřišnice luční	+	+		
<i>Carex brizoides</i>	ostřice třeslicovitá	+	+		
<i>Carex buekii</i>	ostřice banátská	+	+	C4a	
<i>Carex cespitosa</i>	ostřice trsnatá	+	+	C4a	
<i>Carex elata</i>	ostřice vyvýšená	+		C3	
<i>Carex gracilis</i>	ostřice štíhlá	+	+		
<i>Carex hirta</i>	ostřice srstnatá	+	+		
<i>Carex nigra</i>	ostřice obecná	+			
<i>Carex rostrata</i>	ostřice zobánkatá	+			
<i>Carex vesicaria</i>	ostřice měchýřkatá	+	+		
<i>Ceratophyllum demersum</i>	růžkatec ostnitý	+			
<i>Cirsium arvense</i>	pcháč oset	+	+		

<i>Cirsium palustre</i>	pcháč bahenní	+	+		
<i>Cirsium vulgare</i>	pcháč obecný	+	+		
<i>Dactylis glomerata</i>	srha říznačka	+	+		
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnatá	+	+		
<i>Dipsacus follonum</i>	štetka planá	+			
<i>Eleocharis acicularis</i>	bahnička jehlovitá	+			
<i>Eleocharis ovata</i>	bahnička vejčitá	+		C3	
<i>Eleocharis palustris</i>	bahnička mokřadní	+			
<i>Elodea canadensis</i>	vodní mor kanadský	+	+		
<i>Elytrigia repens</i>	pýr plazivý	+	+		
<i>Epilobium ciliatum</i>	vrbovka brvitá	+	+		
<i>Epilobium hirsutum</i>	vrbovka chlupatá	+	+		
<i>Festuca pratensis</i>	kostrava luční	+	+		
<i>Festuca rubra</i>	kostrava červená	+	+		
<i>Filipendula ulmaria</i>	tužebník jilmový	+	+		
<i>Galeopsis tetrahit</i>	konopice bílá	+	+		
<i>Galium album</i>	svízel bílý	+	+		
<i>Galium aparine</i>	svízel přítula	+	+		
<i>Galium mollugo</i>	svízel povázka	+			
<i>Galium palustre</i>	svízel bahenní	+			
<i>Geranium palustre</i>	kakost bahenní	+			
<i>Glechoma hederacea</i>	popenec obecný	+	+		
<i>Glyceria fluitans</i>	zblochan vzplývavý	+	+		
<i>Glyceria maxima</i>	zblochan vodní	+	+		
<i>Heracleum sphondylium</i>	bolševník obecný	+	+		
<i>Holcus lanatus</i>	medyněk vlnatý	+	+		
<i>Hypericum perforatum</i>	třezalka tečkovaná	+	+		
<i>Iris pseudacorus</i>	kosatec žlutý	+	+		
<i>Juncus effusus</i>	sítina rozkladitá	+	+		
<i>Lathyrus pratensis</i>	hrachor luční	+	+		
<i>Lemna minor</i>	okřehek menší	+	+		
<i>Lotus corniculatus</i>	štírovník růžkatý	+	+		
<i>Lycopus europaeus</i>	karbinec evropský	+	+		
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	kohoutek luční	+	+		
<i>Lysimachia vulgaris</i>	vrbina obecná	+	+		
<i>Lythrum salicaria</i>	kyprej vrbice	+	+		
<i>Melandrium album</i>	knotovka bílá	+	+		
<i>Myosotis palustris</i>	pomněnka bahenní	+	+		
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	stolístek přeslenatý	+	+		
<i>Nuphar lutea</i>	stulík žlutý	+	+		
<i>Phalaris arundinacea</i>	chrastice rákosovitá	+	+		

<i>Phleum pratense</i>	bojínek luční	+	+		
<i>Phragmites australis</i>	rákos obecný	+	+		
<i>Plantago lanceolata</i>	jitrocel kopinatý	+	+		
<i>Poa pratensis</i>	lipnice luční	+	+		
<i>Polygonum amphibium</i>	rdesno obojživelné	+	+		
<i>Potamogeton crispus</i>	rdest kadeřavý	+	+		
<i>Potamogeton natans</i>	rdest vzplývavý	+	+		
<i>Potamogeton pumilus</i>	rdest maličký	+	+		
<i>Potentilla anserina</i>	mochna husí	+	+		
<i>Ranunculus flammula</i>	pryskyřník plamének	+	+		
<i>Ranunculus repens</i>	pryskyřník plazivý	+	+		
<i>Rumex crispus</i>	šťovík kadeřavý	+	+		
<i>Rumex obtusifolius</i>	šťovík tupolistý	+	+		
<i>Sanguisorba officinalis</i>	krvavec toten	+			
<i>Scirpus sylvaticus</i>	skřípina lesní	+	+		
<i>Scrophularia nodosa</i>	krtičník hlíznatý	+	+		
<i>Sparganium emersum</i>	zevar jednoduchý	+			
<i>Sparganium natans</i>	zevar nejmenší	+		C2	§2
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	závitka mnohokořenná	+			
<i>Stellaria graminea</i>	ptačinec trávovitý	+	+		
<i>Symphytum officinale</i>	kostival lékařský	+	+		
<i>Tanacetum vulgare</i>	vrtič obecný		+		
<i>Taraxacum officinale</i> sec. <i>Ruderalia</i>	smetanka lékařská	+	+		
<i>Thalictrum lucidum</i>	žluťucha lesklá	+	+	C3	
<i>Trifolium pratense</i>	jetel luční	+	+		
<i>Trifolium repens</i>	jetel plazivý		+		
<i>Typha latifolia</i>	orobinec širokolistý	+	+		
<i>Urtica dioica</i>	kopřiva dvoudomá	+	+		
<i>Veronica beccabunga</i>	rozrazil potoční	+			
<i>Veronica chamaedrys</i>	rozrazil rezevitek	+	+		
<i>Vicia cracca</i>	vikev ptačí	+	+		

Inventarizační průzkum 2006 zpracovala Ing. Alexandra Čurnová, EIA SERVIS s.r.o., České Budějovice (Čurnová *et al.* 2006).

Vysvětlivky pro kategorie ohrožení vyskytující se v Tab. 3.:

Údaje o ohrožení a stupni ochrany vycházejí z Černého a červeného seznamu cévnatých rostlin ČR (Procházka 2001) a z aktuálního znění vyhlášky č. 395/1992 Sb.

Indexy ohrožení pro celou ČR (Procházka 2001)

C1 – kriticky ohrožené druhy

C2 – silně ohrožené druhy

C3 – ohrožené druhy

C4a – vzácnější taxony vyžadující další pozornost – méně ohrožené

§ – taxony chráněné dle vyhlášky MŽP 395/1992 Sb.:

§1 – kriticky ohrožené druhy

§2 – silně ohrožené druhy

§3 – ohrožené druhy

Tab. 4. Soupis zjištěných dřevin

Latinský název	Český název
<i>Alnus glutinosa</i>	olše lepkavá
<i>Salix caprea</i>	vrba jíva
<i>Salix cinerea</i>	vrba popelavá
<i>Salix elaeagnos</i>	vrba šedá
<i>Salix fragilis</i>	vrba křehká
<i>Sambucus nigra</i>	bez černý

Celkem jsem ve sledovaném území našla 94 druhů cévnatých rostlin a 6 druhů dřevin. V rámci biologického průzkumu byl nalezen 1 druh silně ohrožený, 3 ohrožené druhy a 2 vzácnější taxony vyžadující další pozornost – méně ohrožené v rámci ČR Červeného seznamu cévnatých rostlin a 1 druh patřící do kategorie silně ohrožené dle vyhlášky ministerstva životního prostředí 395/1992 Sb. Hlavní botanický druh řezan pilolistý (*Stratiotes aloides*), pro jehož výskyt a zachování zde byla vyhlášena přírodní památka, v 80. letech minulého století vyhynul a ani v současné době zde neroste.

Nalezené zvláště chráněné a ohrožené druhy

Sparganium natans – zevar nejmenší (C2, §2)

Carex elata – ostřice vyvýšená (C3)

Eleocharis ovata – bahnička vejčitá (C3)

Thalictrum lucidum – žluťucha lesklá (C3)

Carex buekii – ostřice banátská (C4a)

Carex cespitosa – ostřice trsnatá (C4a)

4.2 Vegetační jednotky

Na základě zjištěných druhů rostlin byly určeny jednotlivé vegetační jednotky a sestavena aktuální vegetační mapa (obr. 2., str. 34).

4.2.1 Popis vegetačních jednotek

Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod

Do této jednotky, syntaxonomicky spadající do svazu *Nymphaeion albae*, reprezentovaný porosty stulíku žlutého (*Nuphar lutea*) nacházející se na dvou místech na severozápadní a západní straně tůně. V příbřežních partiích jsou dále časté bahnička mokřadní, jehlovitá a vejčitá (*Eleocharis palustris*, *E. acicularis*, *E. ovata*), psárka plavá (*Alopecurus aequalis*), zevar jednoduchý (*Sparganium emersum*). Hladina tůně je dále prorostlá dvěma drobnými druhy z čeledi okřehkovitých, z okřehku menšího (*Lemna minor*) a závitky mnohokořenné (*Spirodela polyrhiza*). Kromě uvedených druhů v tůni najdeme i několik druhů rdestů (sv. *Magnopotamion*), jako je rdest kadeřavý, vzplývavý a maličký (*Potamogeton crispus*, *P. natans*, *P. pusillus*), rdesno obojživelné (*Polygonum amphibium*), stolístek přeslenitý (*Myriophyllum verticillatum*), vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*), lakušník vodní (*Batrachium aquatile*), růžkatec ostnitý (*Ceratophyllum demersum*) a zevar nejmenší (*Sparganium natans*).

Pobřežní vegetace

Litorální porosty tůně tvoří rákos obecný (*Phragmites australis*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*). Na území přírodní památky jsem našla 9 druhů ostřic, přičemž několik z nich tvoří dominanty břehů tůně. Jedná se především o ostřici banátskou, štíhlou, měchýřkatou, třeslicovitou

(*Carex buekii*, *C. gracilis*, *C. vesicaria*, *C. brizoides*). Rostlinný druh ostřice (*Carex*) patří k nejbohatším v naší květeně, na území ČR roste 80 druhů těchto šáchorovitých rostlin. Z dalších vlhkomilných druhů lze zmínit žabník jitrocelový (*Alisma plantago-aquatica*), zlochan vodní a vzplývavý (*Glyceria maxima*, *G. fluitans*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*), sítinu rozkladitou (*Juncus effusus*), karbinec evropský (*Lycopus europaeus*), kohoutek luční (*Lychnis flos-cuculi*), kyprej vrbici (*Lythrum salicaria*), pomněnku bahenní (*Myosotis palustris*), pryskyřník plamének a plazivý (*Ranunculus flammula*, *R. repens*), krtičník hlíznatý (*Scrophularia nodosa*), rozrazil potoční (*Veronica beccabunga*), psárku plavou (*Alopecurus aequalis*), pcháč bahenní a obecný (*Cirsium palustre*, *C. vulgare*), vrbovku chlupatou a brvitou (*Epilobium hirsutum*, *E. ciliatum*), kakost bahenní (*Geranium palustre*), popenec obecný (*Glechoma hederacea*), kostival lékařský (*Symphytum officinale*), lopuch větší (*Arctium lappa*).

Na okrajových porostech se vyskytuje jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), lipnice luční (*Poa pratensis*), třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*), hrachor luční (*Lathyrus pratensis*), štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), knotovka bílá (*Melandrium album*), mochna husí (*Potentilla anserina*), krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*), ptačinec trávovitý (*Stellaria graminea*), smetanska lékařská (*Taraxacum officinale* sec. *Ruderalia*), žlut'ucha lesklá (*Thalictrum lucidum*), jetel luční (*Trifolium pratense*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), vikev ptačí (*Vicia cracca*), psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera*), psárka luční (*Alopecurus pratensis*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), zvonek rozkladitý (*Campanula patula*), řeřišnice luční (*Cardamine pratensis*), pcháč oset, (*Cirsium arvense*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*), kostřava luční a červená (*Festuca pratensis*, *F. rubra*), konopice bílá (*Galeopsis tetrahit*), medyněk vlnatý (*Holcus lanatus*), knotovka bílá (*Melandrium album*). Okrajový porost místy lemuje třtina šedavá (*Calamagrostis canescens*), která má tendenci zarůstat nekosené plochy. Na březích tůň rostou ojediněle dřeviny, jedná se o vrbu křehkou, šedou, jívu, popelavou (*Salix fragilis*, *elaeagnos*, *S. caprea*, *S. cinerea*), olši lepkavou (*Alnus glutinosa*) a bez černý (*Sambucus nigra*).

Porost s výskytem ruderálních druhů

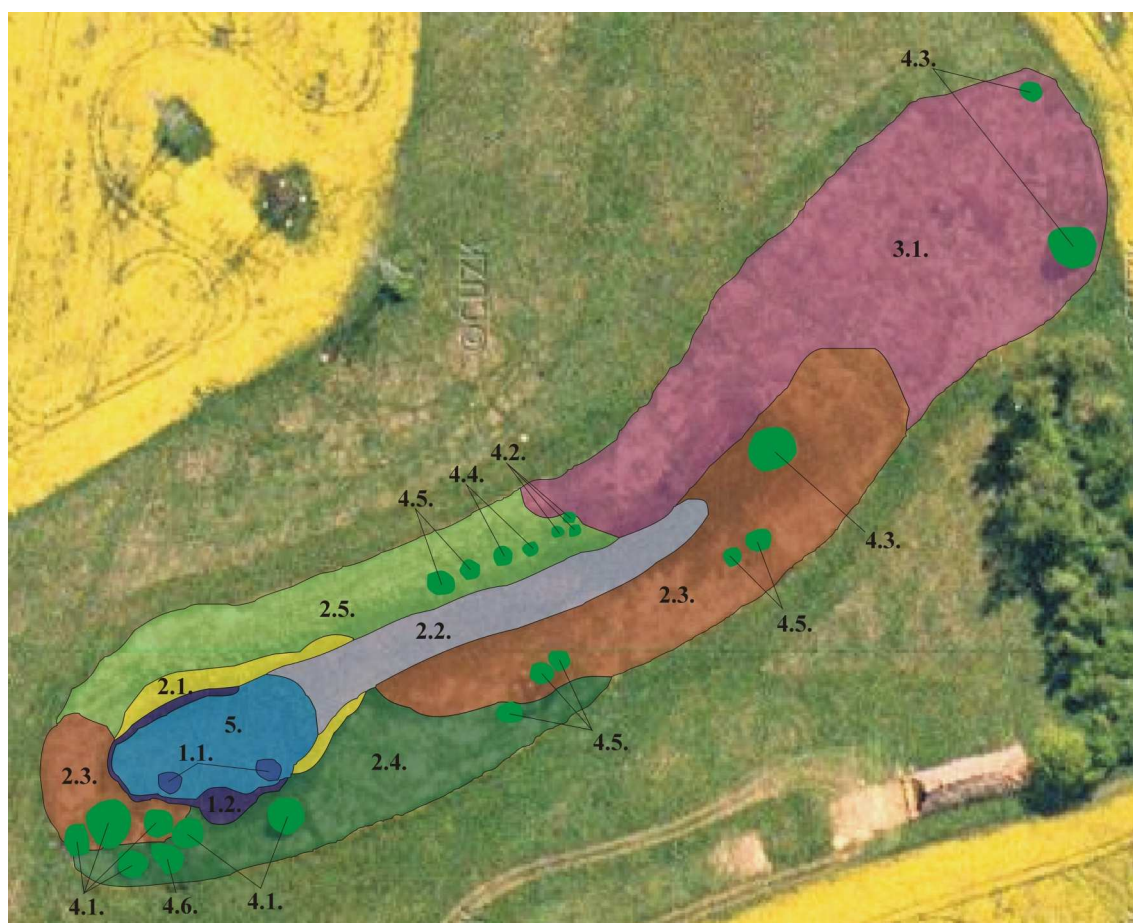
V jihovýchodní části přírodní památky se nachází pcháčové porosty s dominantním rákosem. Do této mapové jednotky jsou řazeny druhově chudé porosty s

ruderálními taxony a plevely. Jedná se z velké části o degradační stadium vzniklé v důsledku absence hospodaření.

Dominantními druhy tu jsou pcháč bahenní (*Cirsium palustre*), rákos obecný (*Phragmites australis*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*). Místy se vyskytují porosty ostřic (*Carex*). Dále skřípina lesní (*Scirpus sylvaticus*), tužebník jilmový (*Filipendula ulmaria*), pcháč oset a obecný (*Cirsium arvense*, *C. vulgare*), metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*), třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*).

Nelze opomenout žlutokvětou vrbinu obecnou (*Lysimachia vulgaris*) či mokřadní druhy rodu svízel (*Galium*) – s. bahenní, bílý, přítula a povázka (*G. palustre*, *G. album*, *G. aprine*, *G. mollugo*), hrachor luční (*Lathyrus pratensis*), medyněk vlnatý (*Holcus lanatus*), štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), bojínek luční (*Phleum pratense*), lipnici luční (*Poa pratensis*), šťovík kadeřavý a tupolistý (*Rumex crispus*, *R. obtusifolius*), ptačinec trávovitý (*Stelaria graminea*), smetansku lékařskou (*Taraxacum officinale* sec. *Ruderalia*), rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*), vikev ptačí (*Vicia cracca*), psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), srhu říznačku (*Dactylis glomerata*), štetku planou (*Dipsacus follonum*), bolševník obecný (*Heracleum sphondylium*), třtinu šedavou a křovištní (*Calamagrostis canescens*, *C. epigeios*).

Obr. 2. Vegetační mapa studovaného území



Seznam zjištěných vegetačních jednotek:

1. Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod
 - 1.1. Porosty kořenujících vodních rostlin se vzplývavými listy
 - 1.2. Porosty s dominancí bahničky mokřadní, zevaru jednoduchého a psárky plavé
2. Pobřežní vegetace
 - 2.1. Rákosiny s dominantou orobince širokolistého
 - 2.2. Vegetace obnaženého dna s dominancí bahničky mokřadní, orobince širokolistého a rákosu obecného
 - 2.3. Břehové porosty s dominancí rákosu obecného
 - 2.4. Břehové porosty ostřic s dominancí chrastice rákosovité
 - 2.5. Společenstva vysokých ostřic

3. Podmáčený ruderalní porost
 - 3.1. Pcháčové porosty s dominantou rákosiny a kopřivy dvoudomé
4. Dřeviny
 - 4.1. Vrba křehká (*Salix fragilis*)
 - 4.2. Vrba šedá (*Salix elaeagnos*)
 - 4.3. Vrba jíva (*Salix caprea*)
 - 4.4. Vrba popelavá (*Salix cinerea*)
 - 4.5. Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*)
 - 4.6. Bez černý (*Sambucus nigra*)
5. Volná vodní hladina

4.3 Ekofáze

Každý ekotop (stanoviště, hloubkový stupeň) lze podle výšky vodního sloupce rozložit v řadu ekofází (Hejný 1971).

Kolísání vodní hladiny v průběhu roku se nazývá ekoperiodou. Podle rytmu kolísání vodní hladiny rozlišuje Hejný *et al.* (2000) následující ekoperiody s možným vývojem (spádem) ekofází:

- a) Ekoperioda s vyrovnanou úrovní vodního sloupce (hydrolitorální spád ekofází)
- b) Ekoperioda se zřetelným poklesem vodního sloupce až obnažením půdy (litorálně-terestrický spád ekofází)
- c) Ekoperioda se zřetelným zvýšením vodního sloupce po předchozím obnažení (terestricko-litorální spád ekofází)

Pobřeží stojatých vod se označuje jako litorál. V jeho rámci jsou u sladkých vod rozlišovány tyto limnologické stupně (Moravec *et al.* 1994).

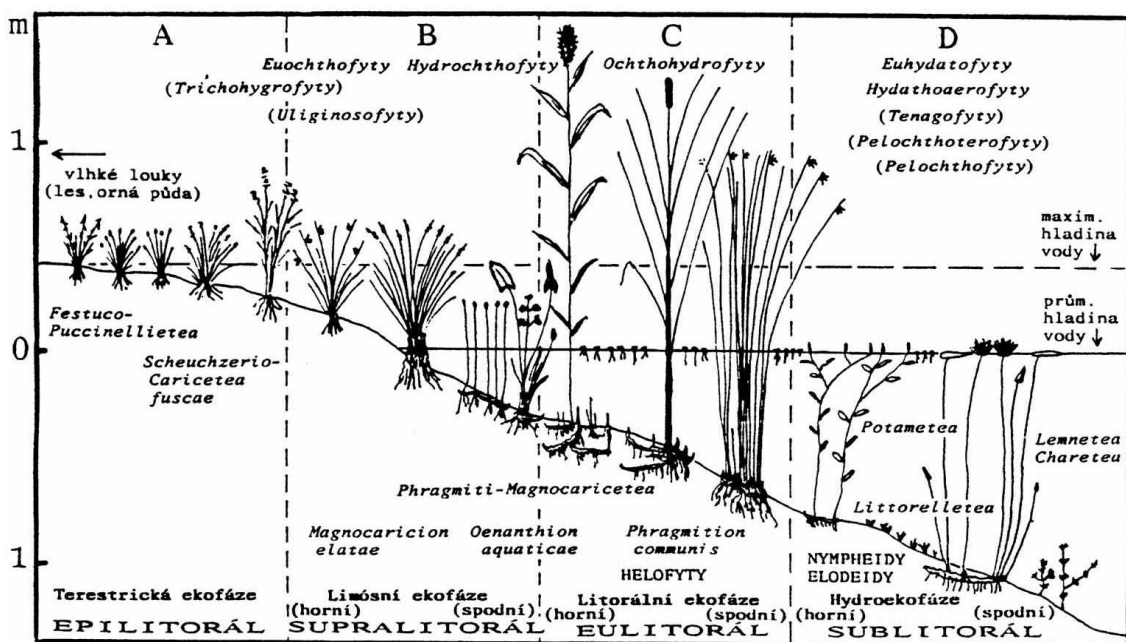
Epilitorál – stupeň nad úrovní záplav a bez přímého ovlivnění vodou z nádrže.

Supralitorál – stupeň nad úrovní záplav, avšak ovlivňovaný příbojem či vodou rozprášenou z vlnobití (hlavně na skalnatých pobřežích).

Eulitorál – stupeň ohraničený průměrným nízkým a vysokým stavem vody. Lze se zde setkat se střídáním ekofází: hydrofáze (vysoký stav vody), litorální fáze (mělká vodní vrstva dovolující vytvořit vzdušné asimilující a reprodukční orgány), limózní fáze (postrádající vodní sloupec nad povrchem půdy, která je však zcela nasycena vodou) a terestrická fáze, kde má hlavní roli vodní režim půdy (Hejný 1957).

Sublitorál – stupeň ohraničený průměrným nízkým stavem vody a spodní hranicí osídlení rostlinami; dále do hloubky navazuje profundál, tj. hlubinná část dna bez vegetace.

Obr. 3. Přehled ekofází podle výšky vodního sloupce (originál: Š. Husák) (Janda *et al.* 1996)

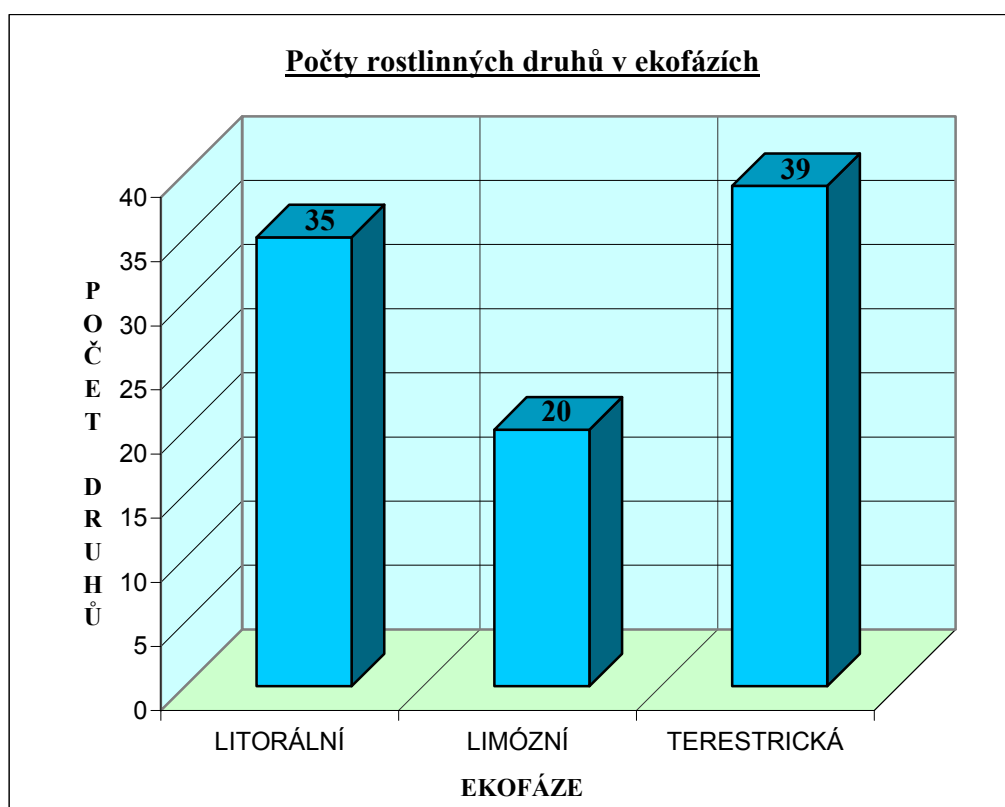


Tab. 5. Rozdělení rostlin dle ekofází

LITORÁLNÍ EKOFÁZE	LIMÓZNÍ EKOFÁZE	TERESTRICKÁ EKOFÁZE
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Arctium lappa</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>
<i>Alopecurus aequalis</i>	<i>Cardamine pratensis</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Batrachium aquatile</i>	<i>Carex brizoides</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>
<i>Carex nigra</i>	<i>Carex buekii</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>
<i>Carex rostrata</i>	<i>Carex cespitosa</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Carex elata</i>	<i>Calamagrostis canescens</i>
<i>Cirsium palustre</i>	<i>Carex gracilis</i>	<i>Calamagrostis epigeios</i>
<i>Eleocharis acicularis</i>	<i>Carex hirta</i>	<i>Campanula patula</i>
<i>Eleocharis ovata</i>	<i>Carex vesicaria</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Eleocharis palustris</i>	<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Elodea canadensis</i>	<i>Filipendula ulmaria</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>
<i>Epilobium ciliatum</i>	<i>Galium palustre</i>	<i>Dipsacus follonum</i>
<i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Geranium palustre</i>	<i>Elytrigia repens</i>
<i>Glechoma hederacea</i>	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	<i>Festuca pratensis</i>
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Lysimachia vulgaris</i>	<i>Festuca rubra</i>
<i>Glyceria maxima</i>	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Galeopsis tetrahit</i>
<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Ranunculus repens</i>	<i>Galium album</i>
<i>Juncus effusus</i>	<i>Scrophularia nodosa</i>	<i>Galium aparine</i>
<i>Lemna minor</i>	<i>Symphytum officinale</i>	<i>Galium mollugo</i>
<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Veronica beccabunga</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>
<i>Myosotis palustris</i>		<i>Holcus lanatus</i>
<i>Myriophyllum verticillatum</i>		<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Nuphar lutea</i>		<i>Lathyrus pratensis</i>
<i>Phalaris arundinacea</i>		<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Phragmites australis</i>		<i>Melandrium album</i>
<i>Polygonum amphibium</i>		<i>Phleum pratense</i>
<i>Potamogeton crispus</i>		<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Potamogeton natans</i>		<i>Poa pratensis</i>
<i>Potamogeton pumilus</i>		<i>Potentilla anserina</i>
<i>Ranunculus flammula</i>		<i>Rumex crispus</i>
<i>Scirpus sylvaticus</i>		<i>Rumex obtusifolius</i>

<i>Sparganium emersum</i>		<i>Sanguisorba officinalis</i>
<i>Sparganium natans</i>		<i>Stellaria graminea</i>
<i>Spirodela polyrhiza</i>		<i>Taraxacum officinale</i> sec. <i>Ruderalia</i>
<i>Typha latifolia</i>		<i>Thalictrum lucidum</i>
		<i>Trifolium pratense</i>
		<i>Urtica dioica</i>
		<i>Veronica chamaedrys</i>
		<i>Vicia cracca</i>

Graf 3. Počty rostlinných druhů v ekofázích



V litorální mělké vodě bylo nalezeno 35 druhů rostlin, v nezaplavené, vodou prosycené půdě 20 druhů rostlin a v povrchově vyschlé půdě nebo-li terestrické ekofázi 39 druhů rostlin.

5. Diskuse

Ze zjištěných dat z terénu jsem se snažila shrnout poznatky o vegetačním pokryvu přírodní památky Vrbenské tůně a porovnat je s poznatky biologického průzkumu z roku 2006.

Celkem jsem ve sledovaném území našla 94 druhů cévnatých rostlin. Z toho byl 1 druh silně ohrožený, 3 ohrožené druhy a 2 vzácnější taxony vyžadující další pozornost – méně ohrožené v rámci ČR Červeného seznamu cévnatých rostlin, přičemž 1 z nich je chráněn rovněž vyhláškou 395/1992 Sb. Vlastní terénní průzkum probíhal pouze v nekoseném pásmu podél břehu tůně na ploše cca 0,96 ha.

Biologický průzkum z roku 2006 byl proveden na ploše o rozloze cca 5,38 ha, která zahrnuje tůň, nekosené i kosené ochranné pásmo. Ing. Alexandrou Čurnovou bylo nalezeno 78 druhů cévnatých rostlin. Z toho 1 druh ohrožený a 2 vzácnější taxony vyžadující další pozornost – méně ohrožené v rámci ČR Červeného seznamu cévnatých rostlin.

Přírodní památka Vrbenská tůň je malým vodním biotopem uprostřed zemědělských pozemků, který je vzhledem ke své malé velikosti a poloze velmi zranitelným. Zásadním faktorem, na němž závisí osud tůně, je vodní režim. V současné době je tůň propojena s Dehtářským potokem potrubím, které je asi 200 metrů dlouhé a ústí u vrby na severozápadním břehu tůně trubkou o průměru asi 150 mm. Přesná trasa podzemního vedení není známa. Potrubí se velice rychle zanáší zejména u svého začátku u Dehtářského potoka a je nutné ho každoročně čistit. Na podzim roku 2006 bylo tlakově zprůchodněno. Do budoucna je žádoucí vyřešit spojení s Dehtářským potokem lepším způsobem. V úvahu připadají dvě možnosti, a to otevřenou stokou, která by se dala dobře čistit a nabízela by různé revitalizační možnosti, jako jsou meandry nebo by mohla být doprovázena břehovou zelení. Druhou možností je podzemní potrubí o větším průměru a lepším napojení na Dehtářský potok. Za zvážení stojí možnost prohrábků jižní části bývalého mrtvého ramene, které je do značné míry zazemněno (Čurnová 2006).

Zjistila jsem, že stále probíhá postupná degradace porostů a zazemňování tůně. Hladina vody během vegetační sezóny roku 2008 byla podstatně nižší než v roce 2007, kdy jsem část jižního cípu tůně považovala za vodní hladinu o rok později pouze za obnažené dno. Mrtvé rameno se pomalu, ale jistě zanáší, proto souhlasím s možným

účinným opatřením, odbahněním jižní části bývalého mrtvého ramene. V souvislosti s tímto řešením by bylo nutné chráněné druhy rostlin po dobu odbahnění uskladnit a poté je vrátit na původní stanoviště. Při práci v terénu jsem hovořila s místním pamětníkem panem Doležalem, podle jehož tvrzení, bylo odbahnění v roce 1989 provedeno nevhodným způsobem, chráněné druhy rostlin nebyly uskladněny. Došlo – li k odbahnění tímto způsobem, výrazně to mohlo přispět k úbytku chráněných druhů rostlin.

Přenos rostlin je dnes v řadě případů nevyhnutelný krok k záchraně nebo zachování biodiversity (Petříček *et al.* 1999).

Management lokality by měl být zaměřen na opatření, která by zastavila ruderalizaci okolního prostředí. V současné době již nejsou pole orána až k tůni, kolem tůně je ponechán pruh travního porostu přibližně v rozsahu ochranného pásma, které plní funkci ochrany proti splachům z okolních polí. Floristické složení porostu ochranného pásma a jihovýchodní části přírodní památky je nutno pravidelně kosit a biomasu odstraňovat (Čurnová 2006).

Šíření ruderálních druhů je výsledkem spolupůsobení faktorů, kterými jsou eutrofizace, špatné obhospodařování a nedostatečný přítok vody.

V Plánu péče o přírodní památku Vrbenská tůň pro období 2007 – 2016 je uváděno kosení, shrabání a odvoz biomasy z ochranného pásma i z jihovýchodní části přírodní památky. Po dobu mého průzkumu za dvě vegetační sezóny roku 2007 a 2008 ochranné pásmo bylo pouze koseno a biomasa zde byla ponechána. Jihovýchodní část nebyla žádným způsobem udržována. Podle mého názoru je možné provádět kosení jihovýchodní části přírodní památky pouze ručním způsobem, protože vlivem podmáčení není pozemek dostupný pro těžkou mechanizaci. Pro zachování této lokality je potřeba zavést aktivní ochranu a dodržení opatření, která jsou navržena v Plánu péče o přírodní památku Vrbenská tůň pro období 2007 – 2016.

Vzhledem k faktu, že se v případě Vrbenské tůně jedná o vzácný biotop, který zasluhuje zvýšenou pozornost, jsou v Plánu péče o přírodní památku Vrbeňská tůň na období 2007 – 2016 navržena následující opatření:

- Péče o rostliny je realizována údržbou jejich biotopu nebo jeho okolí.
Taxony evidované červeným seznamem byly zaznamenány jednak

v samotné tůni, jednak v koseném jihovýchodním porostu ochranného pásma. Doporučenou péčí o rostliny je kosení ochranného pásma.

- Fauna přírodní památky je přizpůsobena stávajícímu charakteru biotopu, tedy i charakteru vegetačního pokryvu okolí tůně, břehů tůně i rostlinstva přímo v tůni. Její zachování je spjato se zachováním charakteru celého biotopu, zejména vodního režimu.
- Je navrhováno kosení, shrabání a odvoz porostu v podmáčené jihovýchodní části tůně a porostu ochranného pásma. Stupeň naléhavosti je nezbytný pro zachování předmětu ochrany 1x ročně na přelomu července a srpna.
- V roce 2006 bylo provedeno geodetické zaměření nově navrhovaných hranic přírodní památky a jejího ochranného pásma, které odpovídají reálnému stavu v terénu. Navazovat bude přehlášení přírodní památky, a to buď v rozsahu „malém“, tedy jen tůň a její okolí a široké ochranné pásmo, nebo v rozsahu „velkém“, tedy celá zaměřená plocha bude přírodní památkou a ochranné pásmo již nebude speciálně vyhlašováno.
- Provedení opatření za účelem zlepšení vodního režimu území buď propojení s Dehtářským potokem povrchovou vodotečí, nebo podzemním potrubím větší kapacity.

Domnívám se, že pokud budou tato opatření plněna a respektována, potom nehrozí Vrbenské tůni nebezpečí ekologické degradace.

6. Závěr

Tato přírodní památka malá rozlohou, ležící uprostřed intenzivně obhospodařovaných zemědělských pozemků je ekologicky citlivé a zranitelné území, které je narušováno lidskou činností. Ta vede k degradaci a zazenňování tůň. Silné zazenňování doprovází šíření konkurenčně silných, ruderálních druhů, zejména kopřivy dvoudomé. Současně s expanzí ruderálních druhů dochází k ústupu druhů, které se na lokalitě vyskytovaly dříve, což se projevilo vymizením řezanu pilolistého, pro jehož výskyt a zachování zde byla vyhlášena přírodní památka. Hlavními příčinami současného ohrožení Vrbenské tůně je vodní režim území a nárůst úživnosti stanoviště. Tůň je zásobena pouze vodou srážkovou, případně průsakem zvodnělých vrstev, protože podzemní potrubí z Dehtářského potoka bylo po celou dobu výzkumu zanesené.

Ve sledovaném území jsem zaznamenala celkem 94 druhů cévnatých rostlin (viz Tab. 3.) z nichž zevar nejmenší (*Sparganium natans*) patří mezi druhy silně ohrožené, bahnička vejčitá (*Eleocharis ovata*), žluťucha lesklá (*Thalictrum lucidum*) a ostřice vyvýšená (*Carex elata*) mezi ohrožené druhy a ostřice banátská a trsnatá (*Carex buekii* a *Carex cespitosa*) mezi vzácnější taxony vyžadující další pozornost – méně ohrožené v rámci ČR Červeného seznamu cévnatých rostlin. Do kategorie silně ohrožené dle vyhlášky č. 395/1992 patří zevar nejmenší (*Sparganium natans*).

7. Literatura

Albrecht, J., *et al.* (2003): Českobudějovicko. In: Mackovič, P., Sedláček, M. (eds.). Chráněná území ČR, svazek VIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha

Bakalová L. (2008): Testy fytoxicity a jejich využití pro hodnocení vlivu xenobiotik, Diplomová práce, PřF MU, Brno, 132pp.

Balls, H., Moss, B., Kenneth, I. (1989): The loss of submerged plants with eutrophication. I. Experimental design, water chemistry, aquatic plant and phytoplankton biomass in experiments carried out in ponds in the Norfolk Broadland. *Freshwater Biology*.

Barendregt, A., Beltman, B. (2005): Nature conservation and ecosystem restoration. Studijní materiály. Universitát Utrecht, Utrecht

Begon, M., Harper, J. L., Townsend, C. R. (1997): Ekologie – jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 1. vydání, 949 pp.

Bílý, M., Pithart, D. (2000): Jak lze měřit relativní zastínění tůní. In: Pithart, D. (ed.): Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. Sborník příspěvků z konference v Lužnici u Třeboně, červen 2000, Botanický ústav AVČR, pp 41-44.

Černý R. (1994): Vegetace makrofyt tůní a slepých ramen nivy Lužnice a její bioindikační význam. Kandidátská disert. práce, Ped. fak. JU ČB.

Čurnová, A., *et al.* (2006): Biologický průzkum. Přírodní památka Vrbenská tůň. EIA SERVIS s.r.o., České Budějovice, 24 pp.

Čurnová, A. (2006): Plán péče pro období 2007 – 2016. Přírodní památka Vrbenská tůň. EIA SERVIS s.r.o., České Budějovice, 19 pp.

Ellenberg H. (1963, 1978): Vegetation Mitteleuropas mit der Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. In: Walter H., Einführung in die Phytologie 4/2, [1. et 2 ed.]. Stuttgart.

Goldman CR & Horne AJ (1983): Limnology. McGraw-Hill Book Company, NY

Gopal, B., Květ, J., Löffler, H., Masing, V. (1990): Definition and classification. In: Patten, B.C. (ed.), Wetlands and shallow continental water bodies. Volume 1. Natural and human relationships. SPB Academic Publishing bv, The Hague

Hájková, L., (2006): Sinicová a řasová flóra revitalizovaných mokřadů v PR Chomoutovské jezero (CHKO Litovelské Pomoraví), Bakalářská práce, PřF MU, Brno.

Harkabusová, V. (2006): Floristická studie jižního okolí Bruntálu, Diplomová práce, PřF MU, Brno, 96 pp.

Hejný, S. (1957): Ein Untersuchungen zur ökologischen Gliederung der Makrophyten der tsechoslowakischen Niederrungsgewässer. – *Preslia*, Praha, 29: 349–368.

Hejný, S. (1967): Problémy ochrany a rajonizace rybníčních nádrží z hydrobotanického hlediska. *Ochrana přírody* 6: 83-60.

- Hejný, S. (1971): The dynamic characteristic of littoral vegetation with respect to changes of water level. *Hidrobiologia Bucurest.*
- Hejný, S., Pokorný, J., Květ, J., Husák, Š., Pecharová, E. (2000): Rostliny vod a pobřeží. East West Publishing Copany ve spolupráci s East West Publishing Praha, 118 pp.
- Henry, F., Nguyen, C., Paterson, E., Sim, A., Robin, C. (2005): How does N availability alter rhizodeposition in *Lolium multiflorum* Lam. during vegetative growth? In: *Plant and Soil* 269: 181-191
- Hesley P. (1973): Inorganic nutrient uptake and deficiency in algae. *CRC Critical Reviews in Microbiology*, 3,1 : 69 – 113.
- Hindák, F. *et al.* (1978): Sladkovodné riasy, Bratislava, SPN, 728 pp.
- Hlaváčková, L., (2006): Faktory spojené s rozvojem sinice rodu *Microcystis* na Brněnské přehradě, Bakalářská práce, MU PřF, Brno, 44 pp.
- Hrbáček J. (1980): Struktura a vztahy společenstva organismů stojatých vod, důležité pro posouzení produkčních procesů a eutrofizace. Průhonice u Prahy: Ústav krajinné ekologie ČSAV, 152pp.
- Hrbáček, J., 1981: Produkční vztahy, výchozí struktura pro posuzování faktorů eutrofizace údolních nádrží, Praha, Academia, 58 pp.
- Husák, Š., Květ, J. (2000): Terminologie přirozených a umělých biotopů toků s odhadem počtu stojatých vod v aluviích v ČR. - In: Pithart, D. (ed.): *Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. - Sborník příspěvků z konference v Lužnici u Třeboně, červen 2000, Botanický ústav AVČR, pp. 16-20*
- Chytil, J., Hakrová, P., Hudec, K., Husák, Š., Jandová, J., Pellantová, J. (eds.) (1999): Mokřady České republiky – přehled vodních a mokřadních lokalit ČR. Český ramsarský výbor, Mikulov, 327pp.
- Jakrlová, J., Pelikán, J. (1999): *Ekologický slovník terminologický a výkladový. - Fortuna, Praha.*
- Janda, J., Pechar, L., *et al.* (1996): Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. České koordináční středisko IUCN – Světového svazu ochrany přírody Praha a IUCN Gland, Švýcarsko a Cambridge, Velká Británie, 189 pp.
- Kapustka L.A., Lipton J., Galbraith H., Cacea D., LeJeune K. (1995): Metal and arsenic impacts to soils, vegetation communities and wildlife habitat in southwest Montana uplands contaminated by smelter emissions II. Laboratory phytotoxicity studies. *Environ. Toxicol. Chem.* 11: 1905-1912.
- Keddy, P. A. (2000): *Wetland ecology. Principles and conservation. Cambridge University Press, Cambridge.*
- Kočí, V., Burkhard, J., Maršálek, B. (2000): Eutrofizace na přelomu tisíciletí. In: *Eutrofizace 2000, Vysoká škola chemicko – technologická, Praha, 3-13pp.*
- Kohelová, H., (2008): Zjištění ekologických nároků vybraných planktonních řas a sinic z řádu Nostocales. Světelná a teplotní optima pro dominantní druhy vodních květů

- rybníků a přehrad v České republice, Magisterská práce, JU v ČB, ZF, České Budějovice, 50 pp.
- Komárková J. (1974): Limitation of phytoplankton growth by the lack of nutrients in two reservoirs in Czechoslovakia. Arch. Hydrobiol. Suppl. 46, Algol. Stud. 10: 55-89.
- Kos, J., Maršáková M. (1997): Chráněná území ČR. AOPK ČR, Praha: 1 – 247
- Kostkan, V., (1996): Územní ochrana přírody a krajiny v ČR. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. 138 pp
- Kratochvílová, L. (2007): Mokřadní vegetace Jabkenické plošiny, Bakalářská práce, MU PřF, Brno, 39 pp.
- Kubát, K. (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 927 pp.
- Kylbergerová, M. (1999): Fytoplankton Lužnických a Polabských tůní. - In: Pouličková *et* Kočárková (eds.): Řasy a prostředí. - Sborník referátů 39. pracovní konference Algologické sekce ČBS, Rožmberk nad Vltavou, 64-69.
- Lovett, G.M., Rueth, H. (1999): Soil nitrogen transformations in beech and maple stands along a nitrogen deposition gradient. In: Ecological Applications 9 (4): 1330 – 1344
- Magill, A.H., Aber, J.D., Curie, W.S., Nadelhoffer, K.J., Martin, M.E., McDowell, W.H., Melillo, J.M., Steudler, P. (2004): Ecosystem response to 15 years of chronic nitrogen additions at the Harvard Forrest LTER, Massachusetts, USA. In: Forrest Ecology and Management 196 (1): 7-2
- Malina, T. (2000): <http://www.calla.cz/index.php?path=dablik/cisla&php=dablik5.php>
- Matečková, M. (2006): Ochrana přírodních a kulturních památek, Diplomová práce, KPŽP PrF MU, Brno, 93pp.
- Mitsch W. J., Gosselink J. G. (1993): Wetlands, 2nd edition. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Mitsch W. J., Gosselink J. G. (2000): Wetlands, 3rd edition. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Moravec, J. *et al.* (1994): Fytocenologie. Academia, Praha.
- Moučková, M., Straškraba, Milan, Procházková, L. (1973): Zhodnocení vlivu eutrofizace a plošného znečištění na jakost vody v tocích (3), anotovaná literární rešerše prací o vlivu eutrofizace a plošného znečištění na jakost vody v tocích. Praha, Hydrobiologická laboratoř ČSAV, 107 pp.
- Odum E. P. (1977): Základy ekologie. 3. Academia, Praha.
- Orme, A.R. (1990): Wetland morphology, hydrodynamice and sedimentation. In: Williams, M. (ed.), Wetlands: A threatened landscape. Basil Blackwell, Oxford.
- Pechar, L., Přikryl, I., Faina, R. (2002): Hydrobiological evaluation of Třeboň fishponds since the end of 19th century. In: Květ, J., Jeník, J., Soukupová, L., (eds): Freshwater Wetlands and Their Sustainable Future: A Case Study of the Třeboň Basin Biosphere Reserve, Czech Republic. Man and the Biosphere Series 28, UNESCO & The Parthenon Paris, 31 – 62 pp.

- Pecharová, E. (1995): Kritický stav rybničního ekosystému Řežabinec – chráněného území národního významu a možná východiska jeho obnovy. Sborník JU ZF České Budějovice, řada fyto technická, 1/XII: 45-60.
- Petříček, V., Blažková, D., Sádlo, J., Řehořek, V., Rybníček, M., Řepka, R., Kolbek, J. (1993): Metodika managementů ekosystémů v chráněných územích. Český ústav ochrany přírody Praha, 31pp.
- Petříček, V., Blažková, D., Dostálek, J., Husák, Š., Husáková, J., Kopecký, K., Kropáč, Z., Kubíková, J., Rybníček, K., Řehořek, V., Sádlo, J., Štursa, J. (1999): Péče o chráněná území I., Praha: 1 – 452
- Pithart, D. (2000a): Tři možné pohledy na poznání tůní. - In: Pithart, D. (ed.): Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. - Sborník příspěvků z konference v Lužnici u Třeboně, červen 2000, Botanický ústav AVČR, 6-8 pp.
- Pithart, D. (2000b): Proces diverzifikace chemismu a fytoplanktonu tůní po povodni. In: Pithart, D. (ed.): Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen. – Sborník příspěvků z konference v Lužnici u Třeboně, červen 2000, Botanický ústav AVČR, 21-24 pp.
- Pitter, P. (1995): Polyfosforečnaný v pracích prostředcích z vodohospodářského hlediska. Chemický průmysl roč. 45/70, NO. 6.
- Podroužek, L., Júza, J. (2000): Didaktika přírodovědy. Vyučování přírodovědy na integrovaném pozadí vybraných ekosystémů. Plzeň: Západočeská univerzita, 131 pp.
- Pokorný, J. (1994): Development of aquatic macrophytes in shallow lakes and ponds. In: Eiseltoová, M., (ed.) Restoration of lake ecosystems – a holistic approach. IWRB Publication 32, Slimbridge.
- Pokorný J., Eiseltoová M., Květ J. (1996.): Obecné problémy mokřadů. Ekologický význam mokřadů v krajině. – In: Mošusová P., Hadr P., Husák Š. (eds.): Mokřady České republiky 1971-1996. Český ramsarský výbor MŽP, Bot. ústav AVČR Třeboň. 9-12.
- Procházka F. (ed.) (2001): Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). – Příroda, Praha, 18: 1–166.
- Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Studia geogr., 16. Geografický ústav ČSAV, Brno, 64 pp.
- Rajchard, J., Balounová, Z., Květ, J., Šantrůčková, H., Vysloužil, D. (2002): Ekologie III., Struktura a funkce ekosystému, produkční ekologie, biogeochemické cykly, chemické faktory prostředí, základy ekologie půdy, ekologie vodního prostředí, aktuální celosvětové ekologické problémy. Kopp, České Budějovice, 197 pp.
- Reichholf, J. (1998): Pevninské vody a mokřady. Ikar Praha, 223 pp.
- Ripl, W., Pokorný, J., Eiseltoová, M., Ridgill, S. (1994): A holistic approach to the structure and function of wetlands, and their degradation. In: Eiseltoová, M. (ed.) (1994): Restoration of lake ecosystems – a holistic approach. IWRB Publication No. 32, Slimbridge.
- Rubín J., *et al.* (2006): Přírodní klenoty České republiky. Praha: Academia. ISBN 80-200-1377-6. 320 pp.
- Rybka, V. (1996): Mokřady střední Moravy. - Sagittaria, Olomouc, 63 pp.

Rychnovská, M. (1993): Functioning of grasslands in the landscape. In: Rychnovská, M. (ed.). Structure and functioning of seminatural meadows. Academia, Praha.

Straškraba M., Desortová B., Javornický P., Popovský J., Procházková L., Straškrabová V. (1973): Zhodnocení vlivu eutrofizace a plošného znečištění na jakost vody v tocích. Praha, Hydrobiologická laboratoř ČSAV, 100 s.

Sukop, I. (1994): Ekologie vodního prostředí. Brno: Vysoká škola zemědělská, 132 s.

Šafaříková, S., Pešata M.(2006): Živiny v krajině. Daphne ČR – Institut aplikované ekologie, 16 pp.

Šimek, M. (2003): Základy nauky o půdě, 3. Biologické procesy a cykly prvků. Johanus, České Budějovice.

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.

Ungerma, J. *et al.* (1994): Ekologické zemědělství. Zemědělství v chráněných územích. Vydalo Ministerstvo zemědělství ČR v Agrospoj, Praha, 94 pp.

Venterink, H.O., Pieterse, N.M., Belgers, J.D.M., Wassen, M.J. *et de* Ruiters, O.D. (2002): N, P and K budgets nutrient availability and produktivity gradients in wetlands. Ecological Applications 12: 1010-1026

Vitousek, P., M. (1994): Beyond global warning: ecology and global change. Ecology 75: 1861-1876.

Vollenweider RA (1981): „Eutrofication – A global problem“. Water Qual Bull 6:59-89

Vymazal J. (1995): Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách. ENVI s.r.o., Třeboň, 146 pp.

<http://amapy.atlas.cz>

<http://www.env.cz>

<http://www.envic.cz>

<http://people.fsv.cvut.cz>

http://drusop.nature.cz/customer_data/vyhlasky/full/m_1842_1.jpg

http://drusop.nature.cz/customer_data/vyhlasky/full/m_1842_2.jpg

8. Přílohy

Tab. 1. Klimatická charakteristika mírně teplé oblasti (Albrecht *et al.* 2003)

Graf 1. Průměrné měsíční teploty vzduchu (ve °C) na stanici České Budějovice za období 1961 – 1990 (Albrecht *et al.* 2003)

Graf 2. Měsíční úhrny srážek (v mm) na stanici České Budějovice za období 1961 – 1990 (Albrecht *et al.* 2003)

Obr. 1. Mapa zvláště chráněných území a přírodních parků v okrese České Budějovice (Albrecht *et al.* 2003)

Obr. 4. Letecký snímek Vrbenské tůně z roku 2006

Obr. 5. Mapa Vrbenské tůně z roku 1959

Obr. 6. Mapa Vrbenské tůně z roku 1959

Obr. 7. *Alisma plantago-aquatica* - žabník jitrocelový

Obr. 8. *Alisma plantago-aquatica* - žabník jitrocelový

Obr. 9. *Carex elata* – ostřice vyvýšená

Obr. 10. *Carex elata* - ostřice vyvýšená

Obr. 11. *Carex vesicaria* - ostřice měchýřkatá

Obr. 12. *Eleocharis palustris* - bahnička mokřadní

Obr. 13. *Nuphar lutea* - stulík žlutý

Obr. 14. *Lythrum salicaria* - kyprej vrbice

Obr. 15. Pohled na jižní část tůně

Obr. 16. Pohled na východní část tůně

Obr. 17. Severní část tůně s porosty stulíku žlutého (*Nuphar lutea*)

Obr. 18. *Sparganium emersum* - zevar jednoduchý a *Eleocharis palustris* - bahnička mokřadní

Obr. 19. *Sparganium emersum* - zevar jednoduchý

Obr. 20. *Spirodela polyrhiza* - závitka mnohokořenná a *Lemna minor* - okřehek menší

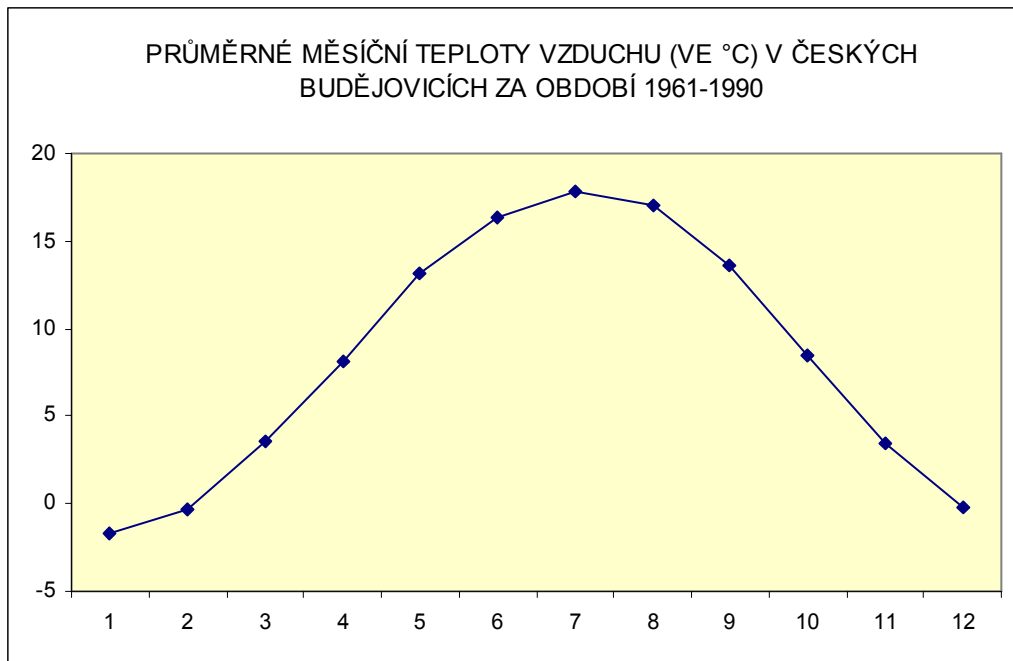
Obr. 21. Západní břeh Vrbenské tůně, pohled na vrbu křehkou (*Salix fragilis*), u které ústí potrubí z Dehtářského potoka

Obr. 22. Obnažené dno tůně

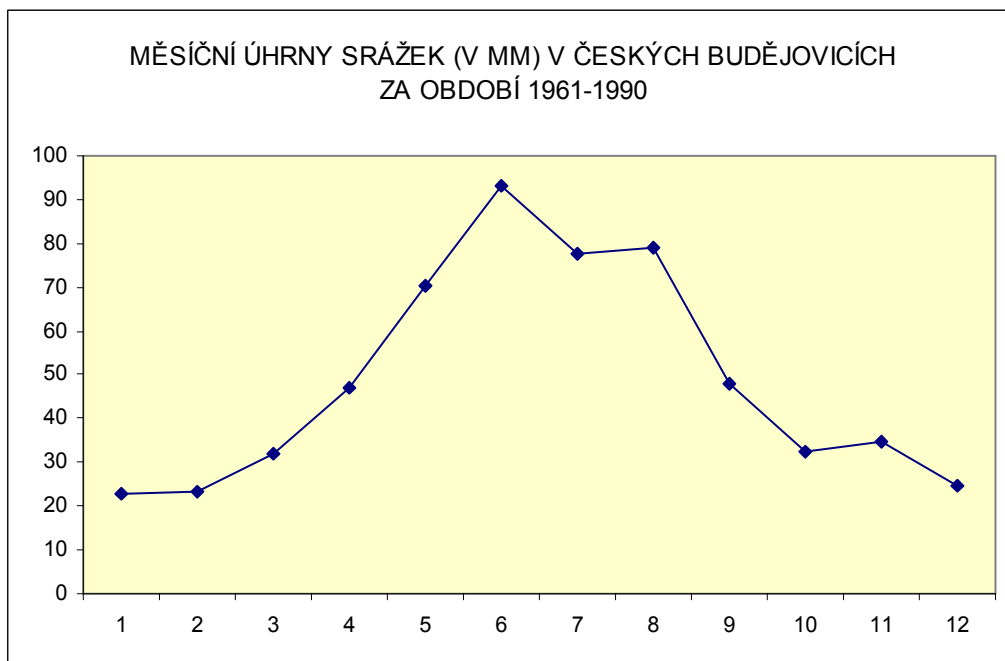
Tab. 1. Klimatická charakteristika mírně teplé oblasti (Albrecht *et al.* 2003)

Klimatické charakteristiky	Klimatická mírně teplá oblast
Počet letních dnů	40 - 50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	140 - 160
Počet mrazových dnů	110 - 130
Počet ledových dnů	30 - 40
Průměrná teplota v lednu	-2 - -3
Průměrná teplota v červenci	17 - 18
Průměrná teplota v dubnu	7 - 8
Průměrná teplota v říjnu	7 - 8
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90 - 100
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 - 400
Srážkový úhrn v zimním období	200 - 250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 - 60
Počet dnů zamračených	120 - 150
Počet dnů jasných	40 - 50

Graf 1. Průměrné měsíční teploty vzduchu (ve °C) na stanici České Budějovice za období 1961 – 1990



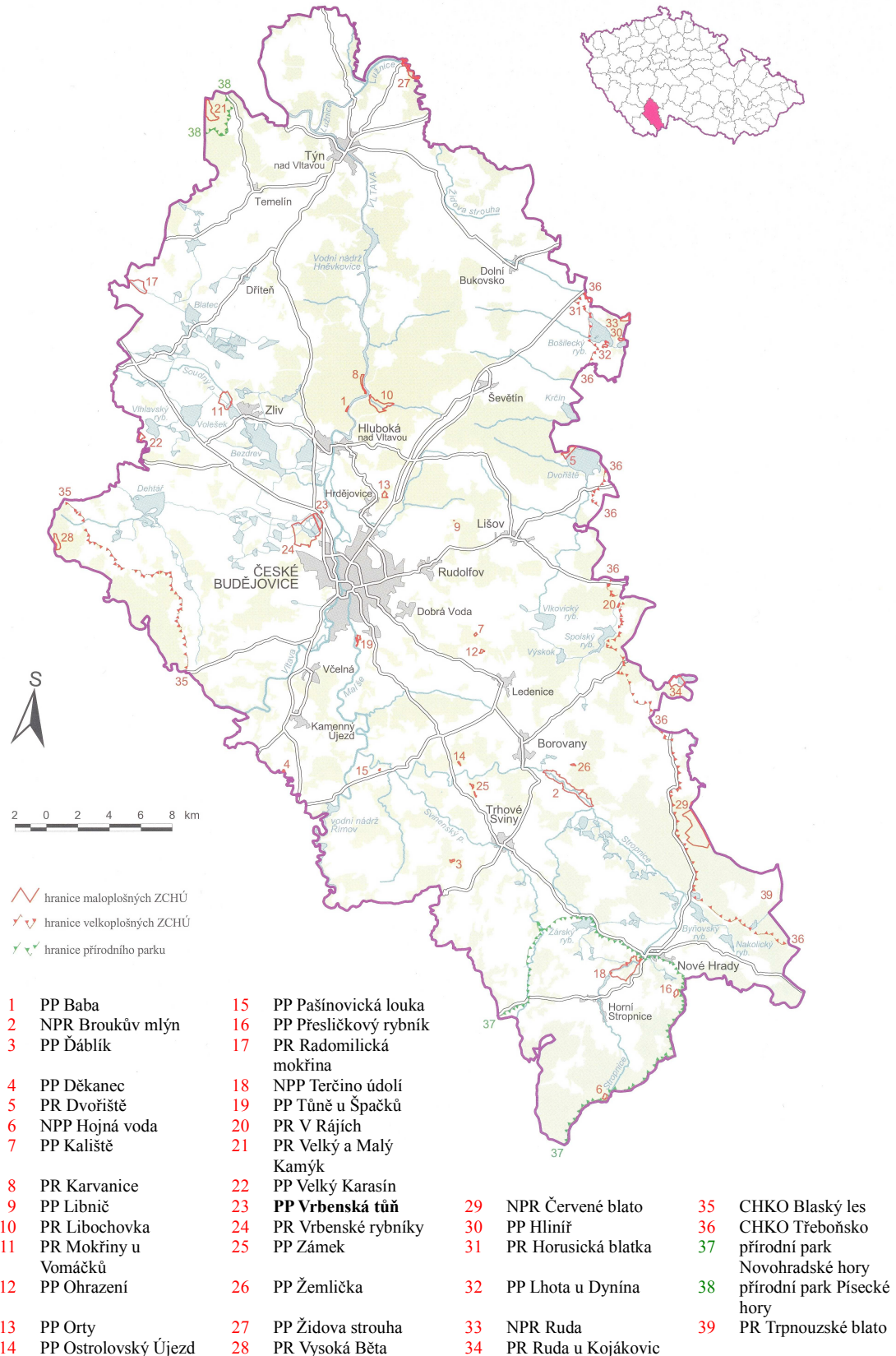
Graf 2. Měsíční úhrny srážek (v mm) na stanici České Budějovice za období 1961-1990



Obr. 1. Mapa zvláště chráněných území a přírodních parků v okrese České Budějovice (Albrech *et al.* 2003)

Okres České Budějovice

ZVLÁŠTĚ CHRÁNĚNÁ ÚZEMÍ A PŘÍRODNÍ PARKY

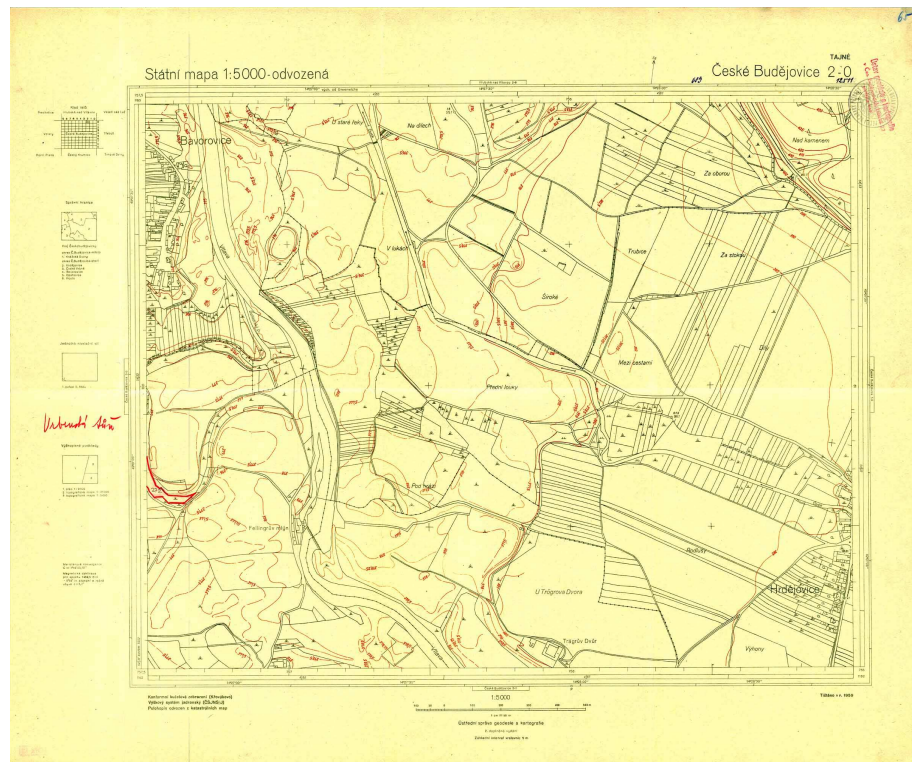


Obr. 4. Letecký snímek Vrbenské tůně z roku 2006

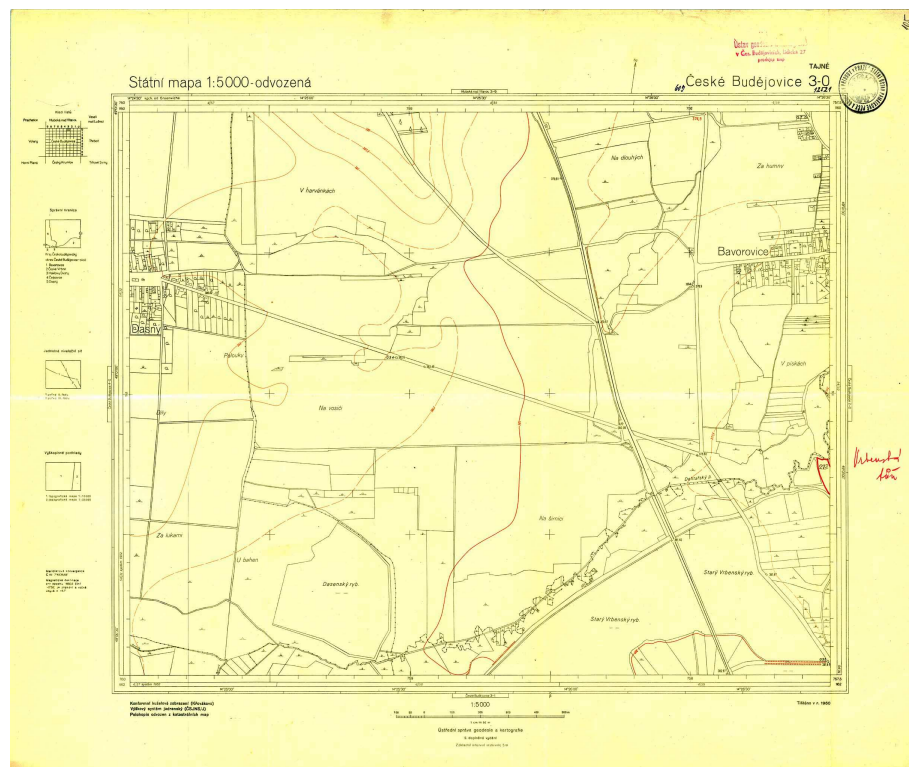


— Hranice ochranného pásma — Hranice přírodní památky

Obr. 5. Mapa Vrbenské tůně z roku 1959



Obr. 6. Mapa Vrbenské tůně z roku 1959



Obr. 7. *Alisma plantago-aquatica* - žabník jitrocelový



Obr. 8. *Alisma plantago-aquatica* - žabník jitrocelový



Obr. 9. *Carex elata* – ostřice vyvýšená



Obr. 10. *Carex elata* - ostřice vyvýšená



Obr. 11. *Carex vesicaria* - ostřice měchýřkatá



Obr. 12. *Eleocharis palustris* - bahnička mokřadní



Obr. 13. *Nuphar lutea* - stulík žlutý



Obr. 14. *Lythrum salicaria* - kyprej vrbice



Obr. 15. Pohled na jižní část tůně



Obr. 16. Pohled na východní část tůně



Obr. 17. Severní část tůně s porosty stulíku žlutého – *Nuphar lutea*



Obr. 18. *Sparganium emersum* - zevar jednoduchý a
Eleocharis palustris - bahnička mokřadní



Obr. 19. *Sparganium emersum* - zevar jednoduchý



Obr. 20. *Spirodela polyrhiza* - závitka mnohokořenná a
Lemna minor - okřehek menší



Obr. 21. Západní břeh Vrbenské tůně, pohled na vrbu křehkou (*Salix fragilis*), u které ústí potrubí z Dehtářského potoka



Obr. 22. Obnažené dno tůně

