

# Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích

## Přírodní vědy

Acta Musei Bohemiae Meridionalis in České Budějovice - Scientiae naturales

Sbor. Jihočes. Muz. v Čes. Budějovicích, Přír. vědy

51

57–72

2011

### Zonace litorálního porostu v zátocě přehradní nádrže Lipno

Littoral zonation in a cove of Lipno Reservoir

Monika KROLOVÁ<sup>1,2</sup>, Hana ČÍŽKOVÁ<sup>3</sup> & Josef HEJZLAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita, <sup>2</sup>Hydrobiologický ústav, Biologické centrum AV ČR, <sup>3</sup>Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita

**Abstract.** As a sheltered site with fairly well developed macrophytic vegetation, the cove Vřesná in Lipno Reservoir was selected for a detailed study of littoral zonation and its dynamics. A transect was established across the elevation gradient, on which vegetation characteristics (species richness, total cover, cover of individual species) and environmental variables (water level, water transparency) were monitored throughout the growing season of 2007. The concept of ecophases was used to characterize the flooding regime. The area with prevailing terrestrial ecophase was characterized by dense stands of emergent macrophytes. The area with prevailing limosal ecophase was characterized by presence of emergent and amphibious species with smaller covers. The area with prevailing littoral ecophase was almost devoid of macrophytes. RDA (split-plot design) confirmed the relationship between the occurrence of macrophyte species and ecophase in the eulittoral zone.

**Keywords:** amphibious macrophytes, emergent macrophytes, eulittoral zone, water level fluctuation zonation.

**Abstrakt.** Zátoka Vřesná v nádrži Lipno představuje chráněné místo s rozvinutým litorálním porostem, a proto byla vybrána pro detailní sledování sezónní dynamiky litorálního porostu. V zátocě byl vytyčen transekt vedený po výškovém gradientu, na němž byly popisovány vegetační charakteristiky (druhová bohatost, celková pokryvnost, pokryvnost druhů) a vybrané charakteristiky prostředí (výška vodní hladiny, průhlednost vody) během vegetační sezóny 2007. Pro popis dynamiky zaplavování eulitorální zóny zátoky jsme použili koncept ekofází. V oblasti s převažující terestrickou ekofází byl rozvinut souvislý porost emerzních druhů makrofyt. Oblast s převažující limosní ekofází byla charakteristická rozvolněným porostem emerzních druhů makrofyt s přítomností obojživelných druhů a druhů obnažených den. Oblast s převažující litorální ekofází byla téměř celou dobu bez porostu. RDA analýza (split-plot design) potvrdila vztah mezi přítomnými druhy makrofyt a ekofází v eulitorálu. Studie dokumentuje význam eulitorálu pro ekosystém nádrže.

**Klíčová slova:** emerzní druhy makrofyt, eulitorální zóna, kolísání vodní hladiny, obojživelné druhy makrofyt, zonace.

#### Úvod

Jihočeská krajina je bohatá na vodní ekosystémy vytvořené člověkem. Rybníční soustavy Třeboňské a Českobudějovické pánve, které významně přetvářely plochou pánevní krajinu od počátku novověku, jsou dnes vnímány jako příklady harmonického sepětí přírodních a člověkem vytvořených krajinných

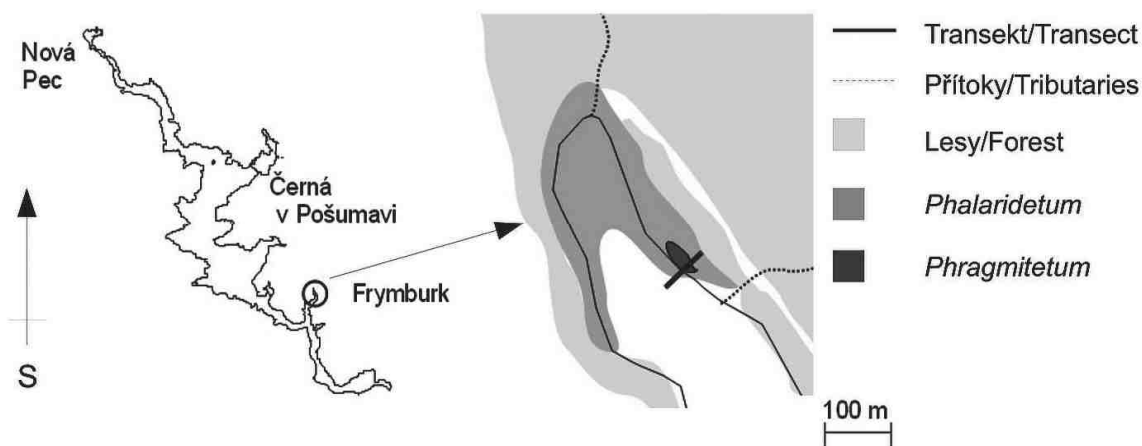
složek. Ve srovnání s rybníky představují přehradní nádrže relativně mladé útvary, které se od doby svého vzniku ve 2. polovině 20. století do krajiny postupně začleňují. Z hlediska ochrany přírody jim byla věnována poměrně malá pozornost. Je tomu tak mimo jiné i proto, že pobřežní porosty přehradních nádrží obvykle nehostí chráněné a vzácné druhy rostlin (CHYTRÝ et al. 2010). V nádržích byla zkoumána zejména sukcese a změny druhového složení po zaplavení území (MINÁŘ 1964, KRAHULEC et al. 1980, HUSÁK 1984, KRAHULEC et al. 1987, KRAHULEC & LEPŠ 1994). Nový impuls pro studium pobřežní a vodní vegetace nádrží přinesla Rámcová směrnice vodní politiky Evropské unie (EU) (2000/60/EU), která má za cíl navodit v členských státech EU legislativní podmínky pro postupné zlepšení ekologického stavu stojatých i tekoucích vod. V tomto kontextu jsou litorální porosty vnímány jako ekologicky významná složka přirozených a přírodě blízkých vodních ekosystémů (CARPENTER & LODGE 1986, MOSS 2008).

Plně rozvinuté litorální porosty jsou charakteristické zejména pro přirozené vodní ekosystémy, jako jsou mělká jezera bez intenzivního kolísání vodní hladiny s dobrou průhledností vody (MELZER 1999, GU & HOYER 2005). V ekosystémech s malým kolísáním vodní hladiny je litorální vegetace rozšířena v infralitorální zóně, jejíž horní hranice je vymezena trvalým zaplavením a spodní hranice odpovídá hranici eufotické zóny s dostatečnou dostupností světla pro růst rostlin (WETZEL 1983). Podle převládajícího výskytu růstových forem makrofyt se infralitorál rozlišuje na horní infralitorál s převahou emerzních druhů (helofyta, vyořené druhy), střední infralitorál s převahou druhů se vzplývavými listy a spodní infralitorál s převahou submerzních (ponořených) druhů (WETZEL 1983, POKORNÝ 1996, KALFF 2002).

V umělých vodních ekosystémech, jako jsou přehradní nádrže s rozsáhlým kolísáním vodní hladiny, nemusí být litorální vegetace vždy zcela rozvinutá (FUREY et al. 2004, MOSS 2008). Hlavní příčinou je činnost vln, která vegetaci poškozují přímo i nepřímo odnosem jemných, na živiny bohatých složek substrátu. V zimním období na vegetaci nepříznivě působí také ledové a mrazové jevy, které jsou dány postupným zaklesáváním vodní hladiny (BJÖRK et al. 1972, COOPS & HOSPER 2002, VILMUNDARDÓTTIR et al. 2010). Infralitorální zóna v nádrži vůbec nemusí být vytvořena, pokud je hloubka eufotické zóny menší než roční amplituda kolísání vodní hladiny. Při malé průhlednosti vodního sloupce totiž makrofyta nemohou přežívat ve větších hloubkách pro nedostatek světla (WEISNER et al. 1997, DONABAUM et al. 1999, KALFF 2002). To nastává u nádrží s větší trofií, která podporuje rozvoj vegetačního zákalu.

Některé studie (LINDSTRÖM 1973, BAXTER 1977, MOSS 2008) upozorňují na nepřítomnost litorálních porostů v nádržích se zásobní funkcí. V naší předchozí studii (KROLOVÁ et al. 2010) ukazujeme na to, že poměrně příznivé podmínky pro rozvoj pobřežní vegetace jsou na částech pobřeží chráněných před mechanickou činností vln. V těchto oblastech pobřežní vegetace pokrývá eulitorální zónu, vymezenou hranicemi sezónního maxima a minima vodní hladiny. Na plochých úsecích pobřeží je oblast eulitorálu značně široká (KROLOVÁ et al. 2010) a dochází zde k výrazné zonaci vegetace.

Přítomnost litorálních porostů v eulitorální zóně je v limnologické literatuře opomíjena (WETZEL 1983: str. 136, obr. 8–2; KALF 2002: str. 413, kapitola 24, obr. 3). Nicméně právě eulitorální zóna je pro nádrže významnou oblastí s přítomností litorálního porostu. Bližší charakteristika rozvinutého litorálního porostu v eulitorální zóně nádrže může přispět k podpoře litorálních porostů v nádržích, tak abychom mohli splnit podmínky Rámcové směrnice EU (SMĚRNICE 2000). Cílem této práce je proto (1) popsat zonaci litorální vegetace a její změny v rámci jedné vegetační sezóny na modelové lokalitě na pobřeží přehradní nádrže a (2) zhodnotit vliv hlavních faktorů prostředí na její utváření. Pro sledování byla vybrána lokalita v zátocě Vřesná na pobřeží přehradní nádrže Lipno. Detailní sledování lokality v zátocě Vřesná navazuje na celkový průzkum litorálních porostů v nádrži Lipno, kde byly zátoky vyhodnoceny jako relativně příznivé oblasti pro podporu litorální vegetace (KROLOVÁ et al. 2010).



**Obr. 1** – Mapa zátoky Vřesná s rozšířením převládajících rostlinných společenstev a vyznačením studovaného transektu v eulitorální zóně. Legenda: *Phalaridetum* – společenstvo *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931; *Phragmitetum* – společenstvo *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939 (MORAVEC et al. 1995).  
**Fig. 1** – Map of Vřesná cove with distribution of plant communities and the transect in the eulittoral zone. Legend: *Phalaridetum*– community of *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931; *Phragmitetum* – community of *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939 (MORAVEC et al. 1995).

## Metodika a popis lokality

### Studovaná lokalita

Nádrž Lipno se nachází na horním toku řeky Vltavy v podhůří Šumavy na území CHKO Šumava (48°38'00"N, 14°14'15"E). Nádrž je víceúčelová a slouží pro hydroenergetiku, ochranu před povodněmi, regulaci průtoku na Vltavě a pro rekreaci.

Objem nádrže Lipno při maximální kótě 726,00 m n. m. činí 306 milionů m<sup>3</sup>, plocha hladiny 46,5 km<sup>2</sup>, obvod nádrže (břehové čáry) cca 115 km, maximální hloubka u hráze 21,5 m a průměrná hloubka 6,6 m (DOLEJŠÍ 1996).

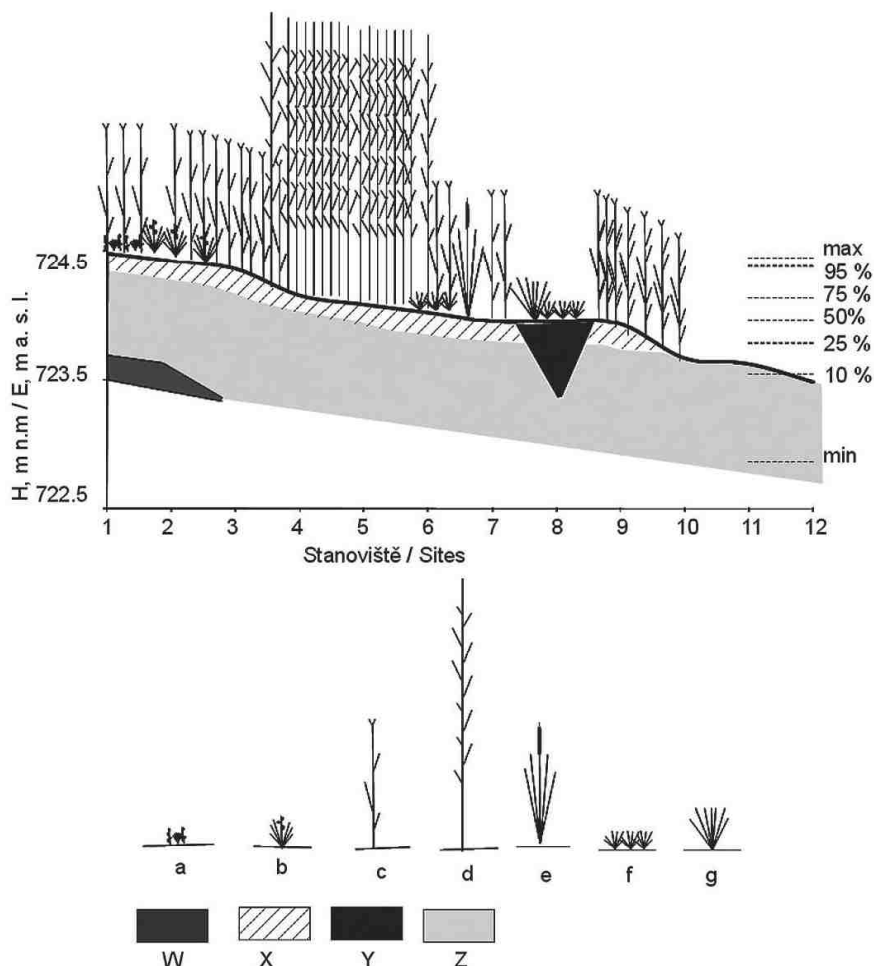
Zátoka Vřesná se nachází severně od městyse Frymburk (48°40'4"N, 14°09'4"E) (obr. 1). Zátoka byla vytipována jako vhodná lokalita pro rozvoj litorálního porostu na základě předchozí studie litorálních porostů celé nádrže Lipno (KROLOVÁ et al. 2010). Je chráněna před erozní činností vln (rozběhová dráha vln < 1 km) a sklon břehu resp. dna je zde velmi malý (1°).

V zátocce jsme vytyčili transekt na výškovém gradientu (z nezaplavované oblasti do volné vody). Na transektu jsme dřevěnými kůly vyznačili 12 stanovišť v pětimetrových vzdálenostech (obr. 2). Na těchto stanovištích probíhalo měření během vegetační sezóny 2007 (duben–říjen).

### Stanovištní faktory

Na každém stanovišti jsme popsali profil substrátu pomocí sondy o délce 1 m (průměr 2,5 cm). Odběr jsme provedli v zimě roku 2010 (obr. 2).

Výšku vodního sloupce a průhlednost vody jsme měřili na každém stanovišti v 7–14 denních intervalech. Denní záznamy kótované výšky vodní hladiny v nádrži Lipno poskytl státní podnik Povodí Vltavy. Na základě vztahu mezi aktuální výškou vodního sloupce na stanovišti a kótovanou výškou vodní hladiny v nádrži jsme vypočítali nadmořskou výšku jednotlivých stanovišť. Z denních změn kótované výšky vodní hladiny v nádrži a nadmořské výšky stanovišť jsme následně vypočítali denní změny výšky vodního sloupce na stanovištích.



**Obr. 2** – Schéma výškového gradientu v eulitorální zóně v zátocě Vřesná se znázorněním přítomnosti dominantních druhů makrofyt. Horizontální linie znázorňují maximum, minimum a vybrané percentily výšky vodní hladiny na podkladě souboru denních záznamů v roce 2007. Legenda: a) terestrické druhy; b) *Carex vesicaria*; c) *Phalaris arundinacea*; d) *Phragmites australis*; e) *Typha latifolia*; f) jednoleté druhy makrofyt; g) *Sparganium erectum*; W – jíla; X – prokořeněná vrstva organického substrátu; Y – písek; Z – částečně rozložený organický substrát.

**Fig. 2** – Scheme of elevation gradient in the eulittoral zone of Vřesná cove, indicating the presence of dominant plant species. Horizontal lines denote maximum, minimum and selected percentile values of water level in the reservoir within the daily data set of 2007. Legend: a) terrestrial species; b) *Carex vesicaria*; c) *Phalaris arundinacea*; d) *Phragmites australis*; e) *Typha latifolia*; f) annual species; g) *Sparganium erectum*; W – Clay; X – rooted organic substrate; Y – silt; Z – partly decomposed organic substrate.

Aktuální míru zaplavení na stanovišti jsme charakterizovali pomocí ekofází. Terestrická ekofáze je charakterizována vodní hladinou zaklesnutou více než 0,2 m pod povrchem půdy, v limosní ekofázi se vodní hladina pohybuje od -0,2 m do +0,1 m vzhledem k povrchu půdy. V litorální ekofázi vodní sloupec dosahuje 0,1 až 1 m nad povrch půdy a v hydrofázi přesahuje 1 m (HEJNÝ & HUSÁK 1978, HEJNÝ & SEGAL 1998).

Průhlednost vody na zaplavených stanovištích jsme měřili pomocí Secchiho desky a popisovali pomocí semikvantitativní stupnice o třech stupních: 1 – průhlednost vysoká (dobře viditelné dno), 2 – průhlednost střední (viditelné detaily ve vodním sloupci, Secchiho deska na dně pouze prosvítá), 3 – průhlednost nízká (silný zákal nebo plovoucí vrstva na hladině, nejsou viditelné detaily ve vodním sloupci, Secchiho deska není vidět).

### *Litorální porosty*

Na každém stanovišti jsme vytyčili plochu o velikosti  $1 \times 1$  m. Na této ploše jsme popisovali druhové složení, pokryvnost jednotlivých druhů makrofyt a celkovou pokryvnost v 7–14 denních intervalech po dobu vegetační sezóny (duben–říjen). Pokryvnost jsme zaznamenávali v procentech. U druhů s velmi malou pokryvností (< 1 %) jsme užívali označení symbolů „r“ a „+“ Braun-Blanquetovy stupnice (DIERSCHKE 1994). Na základě preference pro vodu podle práce ELLENBERG et al. (1991) jsme makrofyta rozdělili do skupin na druhy terestricko-vlhkomilné, emerzní, obojživelné a submerzní. Nomenklatura cévnatých rostlin byla sjednocena podle práce KUBÁT et al. (2002).

Kromě pokryvnosti rostlinných druhů jsme stanovili také nadzemní biomasu. Ve srovnání s pokryvností biomasa lépe odráží velikost rostlin, a tak data o pokryvnosti vhodně doplňuje při úvahách o možných konkurenčních poměrech ve společenstvu. Nadzemní biomasu jsme odebrali v době jejího sezónního maxima (24. 7. 2007) ze dvou čtverců o velikosti  $0,5 \times 0,5$  m v blízkosti každého stanoviště. Čtverce jsme volili tak, aby byly druhovým složením a pokryvností druhů co nejpodobnější sledovanému stanovišti. Odebranou biomasu jsme vysušili při  $80^\circ\text{C}$  do konstantní hmotnosti a poté stanovili hmotnost sušiny.

### *Statistická analýza*

Závislost druhového složení makrofyt na environmentálních faktorech jsme vyhodnocovali redundanční analýzou (RDA), přičemž opakovaná sledování na stejných stanovištích jsme zohlednili použitím modelu se „split-plot“ designem. Pro analýzu jsme použili hodnoty pokryvnosti v procentech. Braun-Blanquetovým symbolům jsme přiřadili procentické hodnoty pokryvnosti: r (0,01 %), + (0,1 %) podle VAN DER MAAREL (1979). Druhová data byla centrována. Pro testování statistické významnosti vztahů mezi druhovým složením a environmentálními faktory jsme použili Monte-Carlo permutační test s 500 iteracemi. Výpočty a konstrukci ordinačních diagramů jsme provedli v programech CANOCO for Windows 4.5 a CanoDraw for Windows 4.0 (TER BRAAK & ŠMILAUER 2002).

## **Výsledky**

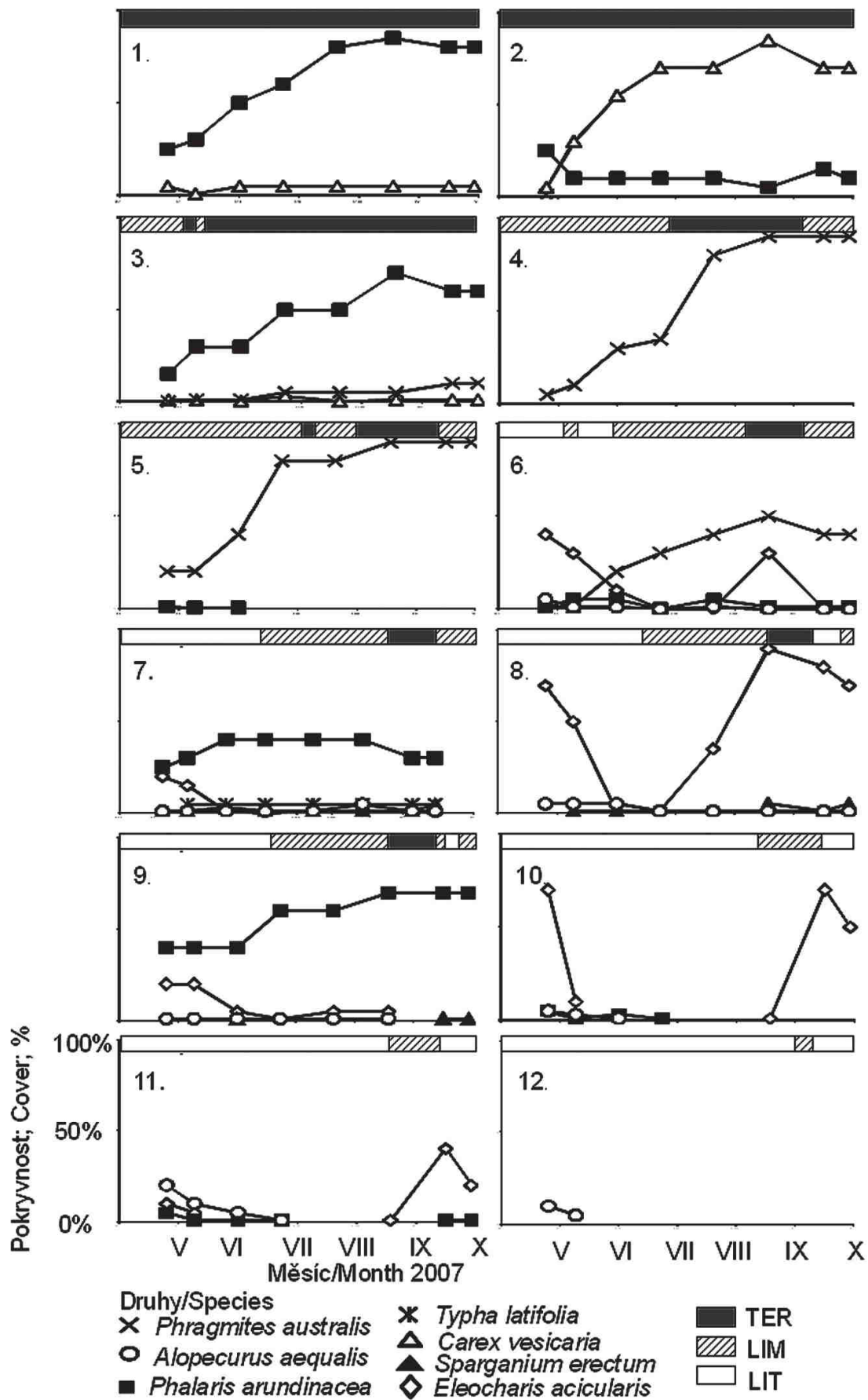
### *Stanovištní faktory*

Složení substrátu bylo na celém transektu velmi podobné. Na stanovištích č. 1–9 tvořil asi 0,2 m mocnou vrstvu prokořeněný organický substrát. Výjimkou bylo stanoviště č. 8, kde byla přítomna písčítá frakce do hloubky cca 0,4 m. Prokořeněná vrstva chyběla na stanovištích č. 10–12, kde nebyl vytvořen souvislý vegetační kryt. Na všech stanovištích byl pod povrchovou vrstvou uložen částečně rozložený organický materiál o mocnosti větší než 0,8 m (obr. 2).

Výška vodní hladiny na stanovištích se v průběhu sledovaného období měnila (obr. 2). V zimě 2006/2007 byla vodní hladina zaklesnuta a všechna stanoviště se nacházela v terestrické ekofázi. V jarním období došlo k náhlému zvýšení vodní hladiny, takže se sušší stanoviště ocitla v limosní ekofázi a vlhčí stanoviště v ekofázi litorální. Během vegetační sezóny postupně vodní hladina zaklesávala a stanoviště z litorální ekofáze postupně přecházela do limosní až terestrické ekofáze. Na konci vegetační sezóny došlo k opětovnému náhlému zvýšení vodní hladiny a výskytu litorální ekofáze na stanovištích č. 9–12.

Sezónní trend postupného zaklesávání vodní hladiny měl za následek typickou sekvenci ekofází na různých částech výškového gradientu (obr. 3). Stanoviště č. 1–3 se v období leden až březen nacházela v limosní ekofázi a v jarním a letním období v ekofázi terestrické. Na stanovištích č. 4–5 během vegetační sezóny převažovala limosní ekofáze. Na stanovištích č. 6–9 převažovala litorální ekofáze na jaře a limosní ekofáze v létě. Na stanovištích č. 10–12 během vegetační sezóny převažovala litorální ekofáze.





**Obr. 3** – Sezónní chod pokryvnosti dominantních druhů a ekofází na stanovištích během vegetační sezóny.  
**Fig. 3** – Seasonal course of cover of dominant species and ecophases on studied sites.

**Tab. 1** – Průhlednost vodní hladiny. Stanoviště č. 1–3 nebyly během sledování zaplaveny. Legenda: 1 – průhlednost vysoká (dobře viditelné dno), 2 – průhlednost střední (viditelné detaily ve vodním sloupci, Secchiho deska na dně pouze prosvítá), 3 – průhlednost nízká (silný zákal nebo plovoucí vrstva na hladině, nejsou viditelné detaily ve vodním sloupci, Secchiho deska není vidět).

**Tab. 1** – Water transparency. Sites 1–3 were not flooded. Legend: 1 – high transparency (visible bottom); 2 – intermediate transparency (visible details in the water column; Secchi disk at the bottom visible only partly); 3 – low transparency (strong turbidity or scum on the surface, details in the water column not visible, Secchi disk at the bottom not visible).

Datum / Date	Stanoviště / Sites								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18/04/07	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26/04/07	-	1	1	1	1	1	1	1	1
02/05/07	-	1	1	1	1	1	1	1	1
09/05/07	-	1	1	1	1	1	1	1	1
16/05/07	-	1	1	1	1	1	1	1	1
30/05/07	-	1	1	1	1	1	1	2	2
07/06/07	-	-	-	1	1	1	1	2	2
14/06/07	-	-	-	-	1	1	2	2	2
23/06/07	-	-	-	-	-	1	2	2	2
29/06/07	-	-	-	-	-	-	1	2	2
11/07/07	-	-	-	-	1	1	1	2	2
26/07/07	-	-	-	-	-	-	1	1	1
02/08/07	-	-	-	-	-	-	1	1	1
23/08/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/09/07	-	-	-	1	1	1	1	1	1
20/09/07	-	-	-	1	1	1	1	1	1
03/10/07	-	-	-	1	1	1	1	1	1

Průhlednost vody byla vysoká v jarním období na celém transektu a na stanovištích č. 1–9 v případě zaplavení během celé vegetační sezóny. Na stanovištích č. 10, 11 a 12 byla průhlednost střední, a to v období od 30. 5. do 11. 7. 2007. Průhlednost na těchto stanovištích byla snížena přítomností fytoplanktonu (cyanobakterie *Woronichinia naegeliana*) (tab. 1).

#### Litorální porosty

Druhové složení makrofyt se měnilo s polohou stanoviště na výškovém gradientu (tab. 2 a 3). Terestrické a emerzní druhy byly přítomny na stanovištích č. 1–5. Emerzní a obojživelné druhy a druhy obnažených dnů byly přítomny na stanovištích č. 6–9. Na těchto stanovištích víceleté druhy makrofyt dosahovaly vyšší pokryvnosti a také stálosti ve srovnání s jednoletými druhy. Díky ecesi semenáčků jednoletých druhů měla stanoviště č. 6–9 největší druhovou bohatost. Na stanovištích č. 10–12 byly přítomny obojživelné druhy makrofyt a druhy obnažených dnů, ale pouze v jarním období. Během letního období druhy ustoupily.

Vegetační charakteristiky souvisely s mírou zaplavení stanoviště, tedy s přítomností a časovým sledem ekofází. Celková pokryvnost klesala se zvyšujícím se vodním sloupcem. Největší hodnoty celkové pokryvnosti byly zaznamenány na stanovištích č. 1–5, kde dominovaly vytrvalé druhy

**Tab. 2** – Stálost druhů zjištěných na transektu během vegetační sezóny 2007. Legenda: ELL – Ellenbergův index (ELLENBERG et al. 1991); LC – Životní cyklus druhu (Pe – víceleté druhy, An – jednoleté druhy); G – skupiny makrofyt (T – vlhkominé-terestrické, E – emerzní, A – obojživelné, B – druhy obnažených den).

**Tab. 2** – The constancy of the species on the elevation gradient during the growing season of 2007. ELL – Ellenberg index (ELLENBERG et al. 1991); LC – Life cycle of species (Pe – perennial species, An – annual species); G – functional groups according to species preference for the environment (T – hydrophilic terrestrial, E – emergent, A – amphibious, B – species of bare bottoms).

Druh / Species	Stálost / Constancy; %												ELL	LC	G
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	.	.	.	.	.	50	50	25	25	.	.	.	10	Pe	A
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	.	.	.	.	.	50	100	100	75	38	50	25	9=	An	A/B
<i>Bidens cernua</i> L.	.	.	.	50	38	38	50	38	13	13	.	.	9=	An	T/B
<i>Carex vesicaria</i> L.	100	100	88	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	Pe	E
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) R. et Sch.	.	.	.	.	13	50	75	100	75	63	63	.	10~	Pe	A/B
<i>Galium palustre</i> L.	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9=	Pe	T
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br.	.	.	.	.	.	.	75	.	50	.	.	.	=	Pe	A
<i>Juncus articulatus</i> L.	.	.	.	.	.	25	.	.	.	.	.	.	8~	Pe	E/B
<i>Juncus bufonius</i> L.	.	.	.	.	.	50	38	25	.	.	.	.	7~	An	E/B
<i>Juncus filiformis</i> L.	.	.	.	.	.	63	50	.	25	.	.	.	8	An	E/B
<i>Pepis portula</i> L.	.	.	.	.	13	25	25	25	.	13	.	.	7=	An	E/B
<i>Phalaris arundinacea</i> (L.) Roth LIM forma	.	.	.	.	.	88	100	88	100	50	75	.	8=	Pe	E
<i>Phalaris arundinacea</i> (L.) Roth TER forma	100	100	100	.	38	.	.	.	.	.	.	.	8=	Pe	E
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	.	13	88	100	100	100	.	.	.	.	.	.	10~	Pe	E
<i>Ranunculus flammula</i> L.	.	.	.	.	.	63	88	13	.	13	.	.	9~	Pe	E/B
<i>Sparganium erectum</i> L.	.	.	.	.	.	25	100	63	38	.	.	.	11	Pe	E
<i>Typha latifolia</i> L.	.	.	.	.	.	.	88	.	.	.	.	.	10	Pe	E
Celkový počet druhů / The total number of species	3	3	3	2	5	12	12	9	8	6	3	1			



**Tab. 3** – Maximální pokryvnost druhů makrofyt na stanovištích během vegetační sezóny 2007.

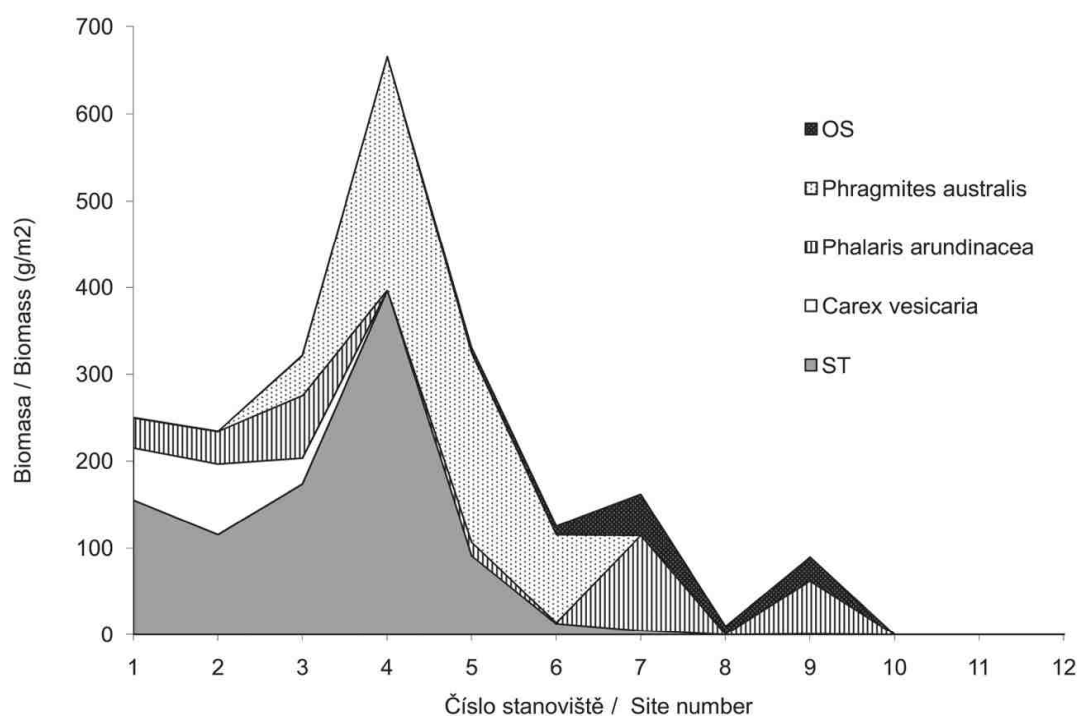
**Tab. 3** – The maximum cover of species on the elevation gradient during the growing season of 2007.

Číslo stanoviště / Number of sites	max. pokryvnost; % / max. cover; %											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	.	.	.	.	.	1	1	1	+	.	.	.
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	.	.	.	.	.	5	5	5	1	5	20	10
<i>Bidens cernua</i> L.	.	.	.	+	+	1	+	.	+	+	.	.
<i>Carex vesicaria</i> L.	5	85	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) R. et Sch.	.	.	.	.	.	40	20	90	20	70	40	.
<i>Galium palustre</i> L.	1	.	.	.	0.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br.	.	.	.	.	.	.	10	.	1	.	.	.
<i>Juncus articulatus</i> L.	.	.	.	.	.	0.1	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus bufonius</i> L.	.	.	.	.	.	40	1	+	.	.	.	.
<i>Juncus filiformis</i> L.	.	.	.	.	.	5	1	.	1	.	.	.
<i>Peplis portula</i> L.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i> (L.) Roth	85	40	70	+	1	5	50	1	80	5	5	.
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	.	1	10	90	90	50	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus flammula</i> L.	.	.	.	.	.	+	5	+	.	+	.	.
<i>Sparganium erectum</i> L.	.	.	.	.	.	+	5	5	+	.	.	.
<i>Typha latifolia</i> L.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.

emerzních makrofyt (*Carex vesicaria*, *Phalaris arundinacea* a *Phragmites australis*). Střední pokryvnost byla zaznamenána na stanovištích č. 6–9. V nižších pokryvnostech zde byly přítomny obojživelné druhy a druhy obnažených den a ve vyšších pokryvnostech emerzní druhy makrofyt (tab. 2). Nejnížší pokryvnost byla zaznamenána na stanovištích č. 10–12. Zde dominoval druh *Eleocharis acicularis* doprovázený *Alopecurus aequalis* a *Phalaris arundinacea*.

V průběhu vegetační sezóny se měnilo druhové složení i pokryvnost jednotlivých druhů (obr. 3). První terénní záznam byl pořízen v dubnu (18. 4. 2007). Emerzní druhy dosáhly maximální pokryvnosti na konci července a do konce vegetačního období se jejich pokryvnost již neměnila. Toto jsme pozorovali u *Carex vesicaria* a *Phalaris arundinacea* na stanovištích č. 1–3, u *Phragmites australis* na stanovištích č. 4–5 a u *Phalaris arundinacea* na vlhčích stanovištích č. 6–11. Zatímco v sušší části transektu nebyly pozorovány výrazné změny v pokryvnosti druhů, ve více zaplavované části transektu docházelo k nápadným změnám v druhovém složení i pokryvnosti. Druh *Alopecurus aequalis*, který byl přítomen na stanovištích č. 6–12 na začátku vegetačního období, do konce června vymizel ze všech stanovišť. Na druhou stranu druhy jako *Sparganium erectum* na stanovištích č. 6–9 a *Eleocharis acicularis* na stanovištích č. 5–11 se začaly vyskytovat až v druhé polovině vegetační sezóny, kdy došlo k opětovnému zvýšení vodní hladiny. Sledování bylo ukončeno 3. října, kdy přítomné porosty byly již ze 70 % odumřelé.

Sezónní maximum nadzemní biomasy odráželo zastoupení dominantních druhů na stanovištích. V rámci transektu dosahovala živá biomasa relativně vysokých hodnot na stanovištích č. 1–6 (obr. 4). Na stanovištích č. 1–5 byla zjištěna také vysoká biomasa loňské stařiny. Největší živá biomasa (270 g.m<sup>-2</sup>) byla zjištěna na stanovišti č. 4, kde dominoval *Phragmites australis*. Na tomto stanovišti bylo také zjištěno největší množství stařiny (396 g.m<sup>-2</sup>). Zajímavé jsou poměry zjištěné na stanovištích



**Obr. 4** – Sezónní maximum nadzemní biomasy na stanovištích. Legenda: ST – loňská stařina; OS – ostatní druhy (*Alisma plantago-aquatica*, *Alopecurus aequalis*, *Bidens cernua*, *Eleocharis acicularis*, *Galium palustre*, *Glyceria fluitans*, *Juncus articulatus*, *Juncus bufonius*, *Juncus filiformis*, *Peplis portula*, *Ranunculus flammula*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*).

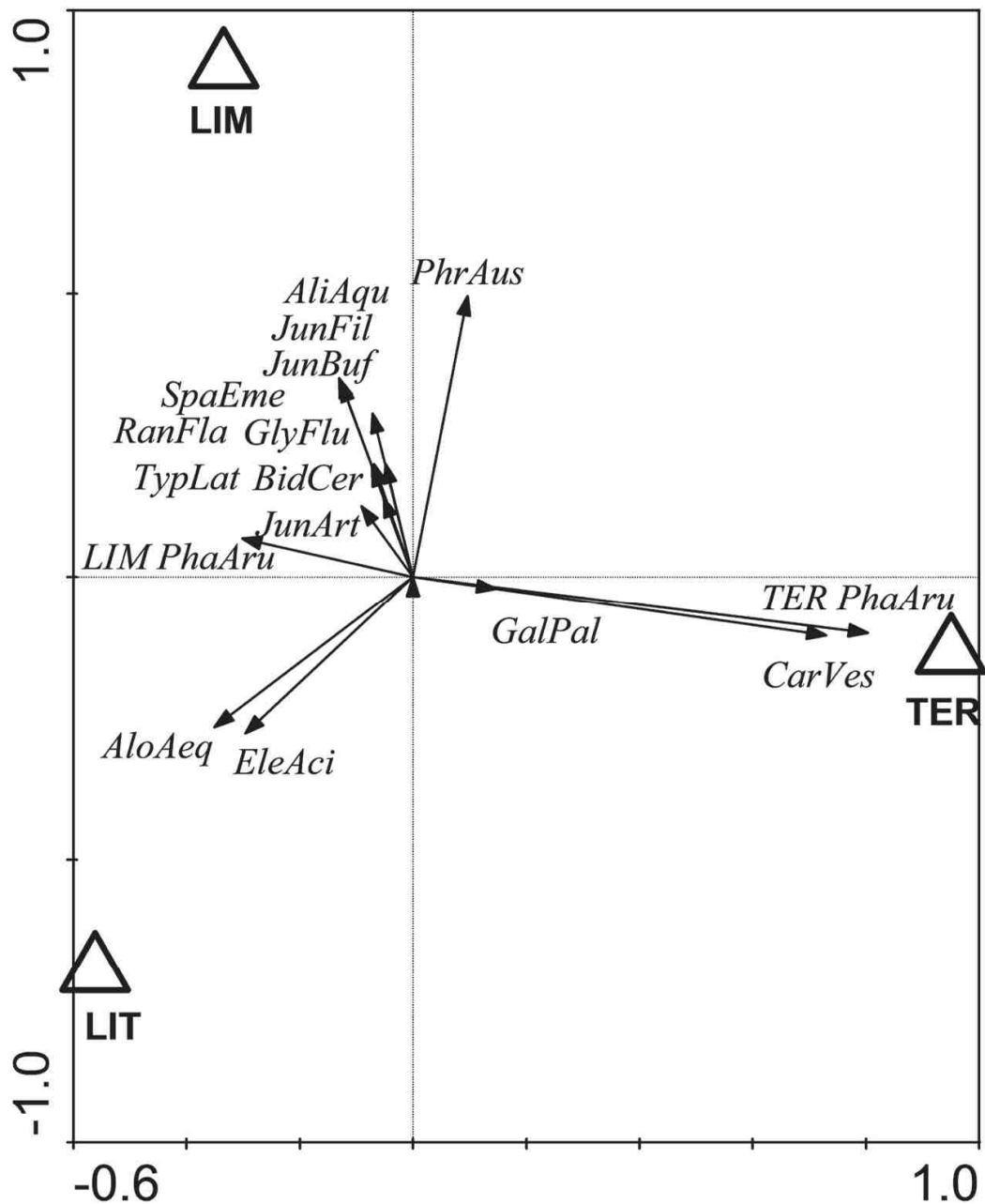
**Fig. 4** – Seasonal maximum biomass in sites at the peak of the growing season. Legend: ST – standing dead; OS – other species (*Alisma plantago-aquatica*, *Alopecurus aequatica*, *Bidens cernua*, *Eleocharis acicularis*, *Galium palustre*, *Glyceria fluitans*, *Juncus articulatus*, *Juncus bufonius*, *Juncus filiformis*, *Peplis portula*, *Ranunculus flammula*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*).

č. 6-9, kde podstatnou část biomasy tvořila *Phalaris arundinacea*, avšak společně s ní se zde vyskytovalo více dalších druhů s velmi malou biomasou (srovnej tab. 2). V době odběru nebyla přítomna žádná nadzemní biomasa na stanovištích č. 10, 11 a 12.

*Phalaris arundinacea* byla nejvýznamnějším druhem litorálního porostu. Vyskytovala se na většině stanovišť transektu, vytvářela však dvě odlišné růstové formy. Volně trsnatá až výběžkatá terestrická forma se nacházela zejména na sušších stanovištích č. 1–3. Výrazně trsnatá limosní forma se vyskytovala na vlhčích stanovištích č. 7–10. Její výskyt na stanovištích č. 4–6 byl pravděpodobně omezován konkurenčně silnějším druhem *Phragmites australis* (obr. 4).

#### Statistická analýza

Přítomné ekofáze (terestrická, limosní a litorální) na stanovištích průkazně ovlivňovaly druhové složení litorálního porostu (21,1 % vysvětlené variability;  $F = 18,68$ ;  $P < 0,002$ ). V terestrické ekofázi byly přítomny druhy *Carex vesicaria*, *Phalaris arundinacea* (terestrická forma) a *Galium palustre*. Druh *Phragmites australis* se vyskytoval na rozhraní mezi terestrickou a limosní ekofází. V limosní ekofázi byly přítomny druhy *Alisma plantago-aquatica*, *Bidens cernua*, *Glyceria fluitans*, *Juncus articulatus*, *Juncus bufonius*, *Juncus filiformis*, *Ranunculus flammula*, *Sparganium erectum* a *Typha latifolia*. Druhy *Alopecurus aequalis* a *Eleocharis acicularis* se vyskytovaly převážně v limosní ekofázi s částečným přesahem do litorální ekofáze. V litorální ekofázi se nevyskytovaly žádné další druhy (obr. 5).



**Obr. 5** – Ordinační diagram RDA analýzy ukazuje vliv prostředí (ekofáze) na druhové složení v transektu během vegetační sezóny v roce 2007. Ekofáze: TER – terestrická; LIM – limosní; LIT – litorální. Druhy makrofyt: AliAqu – *Alisma plantago-aquatica*; AloAeq – *Alopecurus aequalis*; BidCer – *Bidens cernua*; CarVes – *Carex vesicaria*; EleAci – *Eleocharis acicularis*; GalPal – *Galium palustre*; GlyFlu – *Glyceria fluitans*; JunArt – *Juncus articulatus*; JunBuf – *Juncus bufonius*; JunFil – *Juncus filiformis*; PhaAus – *Phragmites australis*; RanFla – *Ranunculus flammula*; SpaEre – *Sparganium erectum*; TypLat – *Typha latifolia*, TERpha – terestrická forma *Phalaris arundinacea*; LIMpha – limosní forma *Phalaris arundinacea*.

**Fig. 5** – The RDA ordination diagram shows type of environment (ecophases) and species composition on the elevation gradient during the growing season 2007. Ecophases: TER – terrestrial; LIM – limosal; LIT – littoral. Species: AliAqu – *Alisma plantago-aquatica*; AloAeq – *Alopecurus aequalis*; BidCer – *Bidens cernua*; CarVes – *Carex vesicaria*; EleAci – *Eleocharis acicularis*; GalPal – *Galium palustre*; GlyFlu – *Glyceria fluitans*; JunArt – *Juncus articulatus*; JunBuf – *Juncus bufonius*; JunFil – *Juncus filiformis*; PhaAus – *Phragmites australis*; RanFla – *Ranunculus flammula*, SpaEre – *Sparganium erectum*; TypLat – *Typha latifolia*; TERpha – terrestrial form of *Phalaris arundinacea*; LIMpha – limosal form of *Phalaris arundinacea*.

## Diskuse

### *Flóra a vegetace zátoky Vřesná*

MINÁŘ (1964) uvádí, že v roce 1960, tedy krátce po zaplavení, převažovaly v zátocce Vřesná ostřicové louky s přítomností bažinné vegetace. Nyní je litorální společenstvo v oblasti s převažující terestrickou ekofází tvořeno mozaikou porostů vysokých ostřic (*Carex vesicaria*, *C. rostrata*) a chrastice rákosovitě, které jsou na vlhčí části gradientu vystřídány porostem rákosu obecného. V oblasti s převažující limosní ekofází převažuje chrastice rákosovitá střídavě s porosty druhů obnažených den.

Společenstva těchto druhů typicky tvoří velkou nadzemní biomasu, což je zvýhodňuje v mezidruhovém konkurenci. Ve srovnání s porosty těchto druhů na jiných lokalitách bylo sezónní maximum nadzemní biomasy v zátocce Vřesná poměrně malé. Nejvýrazněji je tento rozdíl patrný u rákosu obecného, který v zátocce Vřesná vytvořil nadzemní biomasu  $270 \text{ g.m}^{-2}$ , kdežto v rybníčních litorálech jižních Čech a Moravy běžně dosahuje  $1 \text{ kg.m}^{-2}$  i více (DYKYJOVÁ & KVĚT 1970, ONDOK 1973, DYKYJOVÁ & HRADECKÁ 1976, ČÍŽKOVÁ et al. 2001). Podobně chrastice rákosovitá, která v zátocce Vřesná vytvořila nadzemní biomasu nejvýše  $120 \text{ g.m}^{-2}$ , v biotopech Třeboňské pánve dosahuje biomasy 500–1000  $\text{g.m}^{-2}$  (TETTER et al. 1988, KVĚT et al. 1996). Také porosty vysokých ostřic na Třeboňsku dosahují nadzemní biomasy nad  $500 \text{ g.m}^{-2}$  (KVĚT et al. 2002). Čtyřnásobné rozdíly v biomase mezi zátokou Vřesná a jinými lokalitami v jižních Čechách jsou pravděpodobně způsobeny menší úživností substrátu a chladnějším klimatem, což s sebou nese kratší vegetační sezónu s průměrně nižšími teplotami.

Zátoka Vřesná je svými morfologickými parametry a zastoupením emerzních druhů makrofyt srovnatelná jinými ekosystémy stojatých vod, jako jsou např. rybníky (DYKYJOVÁ & KVĚT 1978). Diverzita druhů obnažených den rybníků s pravidelným managementem však bývá značně vyšší (HEJNÝ 1995, ŠUMBEROVÁ et al. 2006) než diverzita obnažených druhů v zátocce Vřesná, i když hlavní druhy jsou totožné. Na sledovaném transektu nebyly vůbec zaznamenány druhy makrofyt s plovoucími listy, které se vyskytují v rybnících (DYKYJOVÁ & KVĚT 1978) a jiných nádržích, např. v nádrži Nýrsko (KROLOVÁ, nepubl.), Nové Mlýny (HUSÁK 1984) či Lučina, Žlutice, Klíčava a Karhov (DURAS et al. 2007). V oblasti zátoky s převládající litorální a limosní ekofází se mimo transekt vyskytoval pouze porost druhu *Persicaria amphibia* o malé pokryvnosti.

### *Charakteristické rysy litorální zonace*

Litorální zonace pobřežní vegetace a její dynamika jsou ovlivněny výškou vodní hladiny a jejím kolísáním v čase. Tento vztah byl dosud zdokumentován pro vegetaci jezer (HUTCHINSON 1975, JEFFRIES & MILLS 1990, BRÖNMARK & HANSSON 1998, COOPS & HOSPER 2002) a rybníků (HEJNÝ & HUSÁK 1978, HEJNÝ & SEGAL 1998). Jak ukazují výsledky této práce, litorální zonace v nádržích se zásobní funkcí se od zonace předchozích ekosystémů v některých aspektech liší.

Ve vodních nádržích se zásobní funkcí především na rozdíl od většiny jezer i rybníků dochází k velkému kolísání vodní hladiny (FUREY et al. 2004). V oblastech nádrže se strmějším pobřežím je eulitorální zóna často bez porostu. Na plochých úsecích pobřeží, kde nedochází k erozi dna, je eulitorální zóna rozsáhlá a často s přítomností makrofyt (KROLOVÁ et al. 2010). Na základě našich výsledků lze oblast eulitorálu rozčlenit podle charakteru litorálního porostu do tří podoblastí: horní, střední a spodní. Charakteristické rysy vegetace v těchto podoblastech odpovídají míře a dynamice zaplavení, tedy souslednosti ekofází během vegetační sezóny. Výsledky naší RDA analýzy nasvědčují tomu, že ekofáze v létě rozhoduje o charakteru vegetace v dané podoblasti eulitorálu. V oblasti horního eulitorálu v zátocce Vřesná (stanoviště č. 1–5) převažovala limosní ekofáze na jaře a terestrická až limosní ekofáze v létě. Vegetace byla tvořena malým počtem vytrvalých emerzních druhů s vysokou pokryvností. Ze stálého druhového složení a pokryvnosti lze usuzovat, že společenstvo se bez problémů vyrovnávalo se sezónním kolísáním vnějších faktorů. Hlavním činitelem formujícím

druhové složení je pravděpodobně mezidruhová kompetice (ODUM 1977). Tento závěr potvrzuje i velká biomasa přítomných porostů (obr. 4).

V oblasti středního eulitorálu (stanoviště č. 6–9) převažovala litorální ekofáze v jarních měsících a limosní ekofáze v létě. Z horního eulitorálu sem pronikaly emerzní druhy, které zde ale dosahovaly menších pokryvností. Rozvoj emerzních druhů v této oblasti byl pravděpodobně omezen vyšší mírou zaplavení a jejími důsledky, na něž přítomné emerzní druhy již nebyly adaptovány. Tím zde vznikla volná nika pro jednoleté druhy makrofyt klíčící ze semen. Při nižším stavu vodní hladiny se zde rozvíjely početné populace obojživelných druhů a druhů obnažených den. Střední eulitorál tak představuje potenciální biotop pro druhy obnažených den, které dosud byly studovány zejména v ekosystémech rybníků (HEJNÝ & HUSÁK 1978, ŠUMBEROVÁ et al. 2006).

Oblast spodního eulitorálu s převažující litorální ekofází (stanoviště č. 10–12) nebyla stabilně osídlena makrofyty. Některé druhy makrofyt zde byly přítomny pouze v jarním období. Jednalo se o druhy typické pro limosní ekofázi (např. *Alopecurus aequalis*). Přítomnost tohoto druh v litorální ekofázi byla zjevně umožněna nízkou hladinou vody během předchozího zimního období, které bylo mimořádně příznivé také teplotně. *Alopecurus aequalis* během podzimu pravděpodobně prokořenila substrát a přezimovala na obnaženém dně v zóně s pokleslou vodní hladinou. V jarním období byla tato oblast zaplavená vyšším sloupcem vody, nicméně *Alopecurus aequalis* dokázala přežít až do doby odkvětu na počátku letního období a pak ustoupila.

Infralitorální zóna s přítomností vodních druhů makrofyt v zátoce Vřesná nebyla vytvořena. Submerzní druhy nebyly výrazně zastoupeny ani v jiných částech nádrže Lipno. Přítomnost submerzních druhů makrofyt v nádrži limituje velmi malá průhlednost vody (KROLOVÁ et al. 2010).

#### *Ekologický význam eulitorální zóny*

Při zachování managementu nádrží s velkým kolísáním vodní hladiny se pravděpodobně nedokáže vytvořit zcela rozvinutý litorální porost s přítomností submerzních druhů makrofyt, jaký je znám u přirozených jezerních ekosystémů. Jak jsme však ukázali v předchozí práci (KROLOVÁ et al. 2010), i za takových podmínek jsou na pobřeží nádrží relativně příznivé oblasti pro rozvoj makrofyt. Jde o oblasti eulitorálu s mírným sklonem břehu chráněné před erozní činností vln. Nejpříznivější jsou oblasti s přítomností přítoků. Pokud dojde k zaplavení eulitorální zóny v jarních měsících, může být tato zóna využívána dravými rybami, ranými vývojovými stádii ryb (PERROW et al. 1999) a pro ukotvení jiker (ČECH et al. 2009). V létě, kdy vodní hladina zaklesá, je oblast středního eulitorálu kolonizována rostlinnými druhy obnažených den. Střední eulitorál tak může sloužit jako náhradní biotop pro druhy obnažených den, které se změnami rybničního hospodaření mizí (HEJNÝ 1995). Pokud eulitorální zóna není v podzimním a zimním období zaplavena, vytváří se vhodné podmínky pro přechodnou přítomnost druhů obnažených den také ve spodním eulitorálu.

#### **Závěr**

Zátoka „Vřesná“ v nádrži Lipno představuje modelový biotop litorálu nádrží se zásobní funkcí, který je relativně příznivý pro rozvoj litorální vegetace. Vegetace se rozvíjí v rozsáhlé eulitorální zóně, dané kolísáním vodní hladiny při malém sklonu břehu.

Litorální vegetace je složena převážně z emerzních a obojživelných druhů makrofyt, jejichž stálost a pokryvnost na výškovém gradientu odpovídá souslednosti ekofází během vegetační sezóny. Porosty v horním eulitorálu jsou tvořeny malým počtem emerzních druhů s velkou pokryvností. Porost středního eulitorálu má nižší pokryvnost, avšak je druhově nejbohatší, protože jej v letních měsících spoluvytvářejí i druhy obnažených den. Vegetace spodního eulitorálu je slabě vyvinuta.

Přestože litorální porost není zcela rozvinut, je pro ekosystém přínosem a přispívá i ke zvýšení biodiverzity.



## Poděkování

Tento výzkum byl uskutečněn s podporou výzkumných programů AV0Z60170517 a MSM6007665801. Děkujeme Simoně Polákové za pomoc se statistickou analýzou dat.

## Literatura

- BAXTER R. M., 1977: Environmental effects of dams and impoundments. – *Annual Reviews Ecol. Syst.* 8: 255–283.
- BJÖRK S., BENGTSSON L., BERGGREN H., CRONBERG G., DIGERFELDT G., FLEISCHER S., GELIN C., LINDMARK G., MALMER N., PLEJMARK F., RIPL W. & SWANBERG P. O., 1972: Ecosystem studies in connection with restoration of lakes. – *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 18: 379–387.
- BRÖNMARK CH. & HANSSON L. A., 1998: *The Biology of Lakes and Ponds*. – Oxford University Press, Oxford.
- CARPENTER S. R. & LODGE D. M., 1986: Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. – *Aquatic Botany* 26: 341–370.
- COOPS H. & HOSPER S. H., 2002: Water-level management as a tool for the restoration of shallow lakes in the Netherlands. – *Lake and Reservoir Management* 18: 293–298.
- ČECH M., PETERKA J., ŘÍHA M., JŮZA T. & KUBEČKA J., 2009: Distribution of egg strands of Perch (*Perca fluviatilis* L.) with respect to depth and spawning substrate. – *Hydrobiologia* 630: 105–114.
- ČÍŽKOVÁ H., PECHAR L., HUSÁK Š., KVĚT J., BAUER V., RADOVÁ J. & EDWARDS K., 2001: Chemical characteristics of soils and pore waters of three wetland sites dominated by *Phragmites australis*: relation to vegetation composition and reed performance. – *Aquatic Botany* 69: 235–249.
- DIERSCHKE H., 1994: *Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden*. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- DOLEJŠÍ Z., 1996: Manipulační řád pro vodohospodářské dílo Lipno I. (v ř. km 329,543) a Lipno II. (v ř. km 319,108) na Vltavě. – *Vodní díla – technicko-bezpečnostní dohled, a.s., Praha*.
- DONABAUM K., SCHAGERL M. & DOKUTIL M. T., 1999: Integrated management to restore macrophyte domination. – *Hydrobiologia* 396: 87–97.
- DURAS J., CHOHOLOUŠKOVÁ Z. & KUČERA T., 2007: Průzkum vodních makrofyt vodárenských nádrží. – In: *Sborník konference Vodárenská biologie 2007*, p. 94–99, *Vodní zdroje, Ekomonitor, Praha*.
- DYKYJOVÁ D. & HRADECKÁ D., 1976: Production ecology of *Phragmites communis* L. Relation of two ecotypes to the microclimate and nutrient conditions of habitat. – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 11: 23–61.
- DYKYJOVÁ D. & KVĚT J., 1970: Comparison of biomass production in reedswamp communities growing in South Bohemia and South Moravia. – In: *IBP PT-PP Report No. 1*, p. 71–79, *Czechoslovak Academy of Sciences, Praha*.
- ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D., 1991: *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. – Verlag Erich Goltze KG., Göttingen.
- FUREY P. C., NORDIN R. N. & MAZUMDER A., 2004: Water level drawdown affects physical and biogeochemical properties of littoral sediments of a reservoir and a natural lake. – *Lake and Reservoir Management* 20: 280–295.
- GU B. & HOYER M. V., 2005: Community structure and environmental condition in Florida shallow lakes dominated by submerged aquatic vegetation. – *Lake and Reservoir Management* 21: 403–410.
- HEJNÝ S. & HUSÁK Š., 1978: Higher plant communities. – In: *DYKYJOVÁ D. & KVĚT J. (eds), Pond Littoral Ecosystems*, p. 23–64, *Springer, Berlin*.
- HEJNÝ S. & SEGAL S., 1998: General ecology of wetlands. – In: *WESTLAKE D. F., KVĚT J. & SZCZEPAŃSKI A. (eds), The Production Ecology of Wetlands*, p. 367–404, *Cambridge University Press, Cambridge*.
- HEJNÝ S., 1995: Mizení druhů a společenstev obnažených den. – *Sborn. Jihočes. Muz. v Českých Budějovicích, Přírodní vědy* 35: 45–49.
- HUSÁK J., 1984: Vývoj makrovegetace v horní zdrži. – In: *HETEŠTA J. & MARVAN P. (eds), Biologie nově napuštěné nádrže*, p. 94–98, *studie ČSAV 3*.



- HUTCHINSON G. E., 1975: A Treatise on Limnology. Vol. III. Limnological Botany. – Wiley, New York.
- CHYTRÝ M., KUČERA T., KOČÍ M., GRULICH V. & LUSTYK P. (eds), 2010: Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- JEFFRIES M. & MILLS D., 1990: Freshwater ecology: principles and applications. – Belhaven Press, New York, London.
- KALFF J., 2002: Limnology Inland Water Ecosystems. – Prentice-Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- KRAHULEC F. & LEPŠ J., 1994: Establishment Access of plant immigrants in a new water reservoir. – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 29: 3–14.
- KRAHULEC F., LEPŠ J. & RAUCH O., 1980: Vegetation of the Rozkoš Reservoir near Česká Skalice (East Bohemia) 1. The vegetation development during the first years after its filling. – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 15: 321–362.
- KRAHULEC F., LEPŠ J. & RAUCH O., 1987: Vegetation succession on a new lowland reservoir. – *Arch. Hydrobiol., Beih. Ergebn. Limnol.* 27: 83–93.
- KROLOVÁ M., ČÍŽKOVÁ H., HEJZLAR J., 2010: Faktory ovlivňující výskyt vodních makrofyt ve vodní nádrži Lipno. – *Silva Gabreta* 16: 61–92.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J. jun., KAPLAN Z., KIRSCHNER J. & ŠTĚPÁNEK J. (eds), 2002: Klíč ke květeně České republiky. – Academia, Praha.
- KVĚT J., LUKAVSKÁ J., TETTER M., 2002: Biomass and net primary production in graminoid vegetation. – In: KVĚT J., JENÍK J., SOUKUPOVÁ L. (eds), *Freshwater Wetlands and their Sustainable Future*, p. 293–304, UNESCO, Paris & The Parthenon Publishing Group, Boca Raton.
- KVĚT J., TETTER M., KLIMEŠ F. & SUCHÝ K., 1996: Grassland productivity as a basis for agricultural use of the Lužnice floodplain. – In: PRACH K., JENÍK J. & LANGE R. G., (eds), *Floodplain Ecology and Management. The Lužnice River in the Třeboň Biosphere Reserve, Central Europe*, p. 243–249, SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- LINDSTRÖM T., 1973: Life in a Lake Reservoir: Fewer options, decreased production. – *Ambio* 2: 145–153.
- MELZER A., 1999: Aquatic macrophytes as tools for lake management. – *Hydrobiologia* 395/396: 181–190.
- MINÁŘ J., 1964: Změny vodního a pobřežního rostlinstva na Lipenské nádrži. – In: JEŽDÍK T. & JENÍK J. (eds), *Vegetační problémy při budování vodních děl*, p. 233–245, Československá akademie věd, Praha.
- MORAVEC J., BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E., BLAŽKOVÁ D., HADAČ E., HEJNÝ S., HUSÁK Š., JENÍK J., KOLBEK J., KRAHULEC F., KROPÁČ Z., NEUHÄUSL R., RYBNÍČEK K., ŘEHOŘEK V. & VICHEREK J., 1995: Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Ed. 2. – Severočeskou přírodou, Suppl. 1995: 1–206.
- MOSS B., 2008: The kingdom of the shore: achievement of good ecological potential in reservoirs. – *Freshwater Reviews* 1: 29–42.
- ODUM E. P., 1977: *Základy ekologie*. – Academia, Praha.
- ONDOK J. P., 1973: Average shoot biomass in monospecific helophyte stands of the Opatovický fishpond. – In: *Ecosystem Study on Wetland Biome in Czechoslovakia, PT-PP/IBP Report No 3*, p. 83–86, Czechoslovak Academy of Sciences and the Czechoslovak National Committee for IBP, Třeboň.
- PERROW M. R., JOWITT A. J. D., STANSFIED J. H. & PHILLIPS G. L., 1999: The practical importance of the interaction between fish, zooplankton, and macrophytes in shallow lake restoration. – *Hydrobiologia* 396: 199–210.
- POKORNÝ J., 1996: Rozvoj vodních makrofyt v mělkých jezerech a rybnících. – In: EISELTOVÁ M. (ed.), *Obnova jezerních ekosystémů – holistický přístup*, p. 36–43, Wetlands International.
- SMĚRNICE 2000/06/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Pracovní překlad s anglickým originálem. – Ms., 96 p. [Depon. in: Ministerstvo životního prostředí, odbor ochrany vod, Praha, 2001.]
- ŠUMBEROVÁ K., LOSOSOVÁ Z., FABŠIČOVÁ M. & HORÁKOVÁ V., 2006: Variability of vegetation of exposed pond bottoms in relation to management and environmental factors. – *Preslia* 78: 235–252.

- TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P., 2002: CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for Canonical Community Ordination (version 4.5). – Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- TETTER M., KVĚT J., SUCHÝ K. & DVOŘÁKOVÁ H., 1988: Produktivita travinných společenstev v nivě horní Lužnice. – Collection of Scientific Papers of the Agronomic Faculty in České Budějovice 5: 119–129.
- VAN DER MAAREL E., 1979: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. – Vegetatio 39: 97–114.
- VILMUNDARDÓTTIR O. K., MAGNÚSSON B., GÍSLADÓTTIR G. & THORSTEINSSON TH., 2010: Shoreline erosion and aeolian deposition along a recently formed hydro-electric reservoir, Blöndulón, Iceland. – Geomorphology 114: 542–555.
- WEISNER S. E. B., STRAND J. A. & SANDESTEN H., 1997: Mechanisms regulating abundance of submerged vegetation in shallow eutrophic lakes. – Oecologia 109: 592–599.
- WETZEL R. G., 1983: Limnology, second edition. – Saunders College Publishing, Forth Worth.

*Adresy autorů:*

Monika KROLOVÁ  
Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita  
Branišovská 31  
CZ – 370 05 České Budějovice  
e-mail: krolovam@seznam.cz

Hana ČÍŽKOVÁ  
Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita  
Studentská 13  
CZ – 370 05 České Budějovice  
e-mail: hana.cizkova@gmail.com

Josef HEJZLAR  
Hydrobiologický ústav, Biologické centrum AV ČR  
Na Sádkách 7  
CZ – 370 05 České Budějovice  
e-mail: hejzlar@hbu.cas.cz

Došlo: 29. 4. 2011

Přijato: 29. 6. 2011