

UNIVERZITA KARLOVA

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie

**Dynamika měkkýších společenstev přirozených luhů
dolního Labe**

**Landsnails (Mollusca: Gastropoda) of the Labe natural
riverine forests**

Lenka Dvořáková

Diplomová práce

Vedoucí práce:


RNDr. Lucie Juříčková, Ph.D.

Praha 2008

Prohlašuji, že předloženou práci jsem vypracovala samostatně, pouze s použitím citované literatury.

V Praze dne 1. září 2008

Lenka Dvořáková

A handwritten signature in black ink, written in a cursive style, that reads "Lenka Dvořáková". The signature is positioned below the printed name and extends to the right with a long, sweeping tail.

Poděkování

Přednostně děkuji své školitelce RNDr. Lucii Juříčkové, Ph.D. za dlouhodobou trpělivost, ochotu, za čas věnovaný mé osobě a především za odborné rady.

Velký dík patří mé kolegyni a kamarádce Marii Čepičkové za všestrannou pomoc a podporu.

Dále děkuji panu Pavlu Jansovi z Povodí Labe za ochotu, se kterou mě opakovaně zásoboval daty o vodním stavu.

Ač na posledním místě, nejvíce děkuji své rodině, hlavně své sestře Marcelce, a svým přátelům.

Obsah

| | |
|---|---------|
| 1. Úvod | str. 4 |
| 2. Cíle práce | str. 7 |
| 3. Popis prostředí | str. 8 |
| 3.1 Luh u Nebočad | str. 8 |
| 3.2 Luh u Roudnice nad Labem | str. 10 |
| 4. Materiál a metodika | str. 12 |
| 4.1 Odběr vzorků | str. 12 |
| 4.1.1 Souborné hrabankové vzorky | str. 12 |
| 4.1.2 Náplav | str. 12 |
| 4.1.3 Gradient | str. 12 |
| 4.2 Zpracování vzorků | str. 13 |
| 4.2.1 Hrabankové vzorky a vzorek náplavu | str. 13 |
| 4.2.2. Stanovení pH | str. 14 |
| 4.3 Výpočet Sørensenova indexu podobnosti | str. 14 |
| 4.4 Statistické zpracování dat | str. 14 |
| 5. Výsledky | str. 16 |
| 5.1 Proměnné prostředí a druhová variabilita měkkýšů v gradientu | str. 16 |
| 5.2 Malakofauna měkkého a tvrdého luhu | str. 20 |
| 5.3 Vývoj lužní malakofauny v čase | str. 21 |
| 5.4 Měkkýší společenstva a vodní stav v luzích | str. 22 |
| 5.5 Měkkýši v náplavu Labe | str. 24 |
| 6. Diskuze | str. 25 |
| 6.1 Vliv proměnných prostředí na druhovou variabilitu měkkýšů v gradientu | str. 25 |
| 6.2 Srovnání malakofauny měkkého a tvrdého luhu | str. 25 |
| 6.3 Analýza vývoje lužní malakofauny v čase | str. 26 |
| 6.4 Stanovení vlivu vodního stavu v luzích na měkkýší společenstva | str. 27 |
| 6.5 Posouzení výpovědní hodnoty náplavu | str. 28 |
| 7. Závěr | str. 29 |
| 8. Použitá literatura | str. 30 |

1. Úvod

Labe je největší českou řekou, která významně ovlivnila tvářnost české krajiny. Řeka přechází z rozsáhlé nivy se spoustou bývalých meandrů v různém stupni zazemnění, rozsáhlých odstavených ramen a bažin v olšínách do úzce zaříznutých kaňonů v Českém Středohoří a Labských pískovcích, které vytvářejí říční fenomén. Činnost řeky a později i člověka (odlesnění, regulace) výrazně ovlivnila i složení společenstev organismů vázaných na nivu (Beran 2005).

Tok byl v minulosti na většině trasy regulován, součástí regulace byla výstavba řady jezů, což způsobilo, že tok má často na řadě míst přechodný charakter mezi vodou stojatou a tekoucí. Výjimkou je dolní tok pod Ústím nad Labem, kde prozatím nejsou žádné jezy a koryto má relativně přirozený charakter (Beran 2005).

Regulace řeky umrtvuje říční dynamiku (Beran 1995) a přerušuje přírodní režimy disturbance, které udržují diverzitu sukcesích stadií, což má za následek ztrátu heterogenity přirozeného prostředí a biodiverzity (Ward, et al. 1999).

Modifikace řečiště má pravděpodobně nejvíce negativní dopad na společenstva povodňové oblasti (Čejka, et al. 2008), což se týká především přirozeného prostředí lužních lesů.

Luhy jsou mimořádně komplexní a dynamické ekosystémy (Follner, Henle 2006).

Vysoký stupeň časoprostorové heterogenity řadí říční luhy mezi druhově nejbohatší životní prostředí (Ward, et al. 1999), dokonce jsou označovány přímo za důležitá ohniska biodiverzity (Tockner, et al. 1999).

Ve velké části světa existují druhově bohaté luhy už jen jako izolované fragmenty napříč krajinou (Ward, et al. 1999), přičemž počty druhů vykazují signifikantní souvztažnost právě s velikostí lesní plochy (Haferkorn 2002).

Ostrůvkovité životní prostory se rozdělují na periferní okrajovou zónu a ústřední zónu. Ve velmi malých segmentech lužních lesů může ústřední vlhčí zóna s výhodným klimatem pro suchozemské plže chybět. Obzvláště segmenty lužních lesů, vyskytujících se v zemědělsky využívaných nivách, podléhají silným okrajovým vlivům, např. důsledkům hnojení okolních zemědělských ploch (Haferkorn 2002).

Rozloha ovšem není jediný faktor ovlivňující druhovou bohatost lužních biotopů. Na toto téma vzniklo mnoho vědeckých článků (např. Čejka, et al. 2008, Pollock 1998) se stejným závěrem, že nejdůležitější hnací silou pro rozvoj dlouhodobé, nezávislé aluviální

říční krajiny s vysokou mírou biodiverzity je říční dynamika, výška hladiny podzemní vody a především četnost, síla a trvání záplav (Reckendorfer 2005).

Navíc na místech mimo dosah záplav a bez vlivu podzemní vody přechází lužní lesy do dubohabřin (Beran 1995).

Evropské lužní lesy mohou být rozděleny do dvou hlavních skupin:

Měkké lužní lesy složené z vrb a topolů a tvrdé lužní lesy složené z dubů, jilmů a jasanů. Stromy měkkého luhu jsou rychle rostoucí pionýrské druhy a jsou většinou umístěné podél hlavního kanálu, kde záplavy nastávají velmi často. Tvrdé luhy jsou umístěny ve více chráněných oblastech, kde je snižená průtoková rychlost reliéfem nebo silnou vrstvou rostlin (Schnitzler, 1994). Obě společenstva mohou být spojena různými sukcesními stupni (Čejka, et al. 2008).

V minulosti bylo věnováno mnoho pozornosti ekologii evropských luhů, speciálně s ohledem na vegetaci. Přestože je mnoho studií zabývajících se měkkými lužními lesy, většina z nich jsou pouze popisné, bez analýzy vzorových skupin ve vztahu ke gradientům prostředí (Čejka, et al. 2008).

Navíc se zdá, že jediný vědecký pracovník zabývající se srovnáním malakofauny tvrdého a měkkého luhu je Tomáš Čejka (popřípadě se svými spolupracovníky), který svou pozornost věnuje ve většině případů výzkumům na řece Dunaj na Slovensku (Čejka 1999, Čejka, Pišút 2000, Čejka, et al. 2008).

V práci (Čejka, et al. 2008) dochází k závěru, že největší množství druhů bylo nalezeno v nepravidelně zaplavovaných místech (tj. *Salici-Populetum typicum*), tedy na přechodu mezi mokřými měkkými luhy a relativně suchými tvrdými luhy. Z jeho dalších studií na Dunaji vyplývá, že zatímco některé druhy se vysloveně vyhýbají pravidelně zaplavovaným půdám, jiné jsou typické pro čerstvě naplavené substráty (např. *Succinea putris*, *Zonitoides nitidus*, *Pseudotrichia rubiginosa*). Za výrazně vlhkomilné druhy, charakteristické hlavně pro iniciační fázi tzv. měkkého luhu, považuje především druhy *Succinea putris*, *Zonitoides nitidus*, *Pseudotrichia rubiginosa* a *Oxyloma elegans*. Diferenčními druhy vlhčích typů měkkého lužního lesa (*Salici-Populetum myosotidetosum* až *Salici-Populetum Typicum*) jsou kromě nich i lesní hygrofilní druhy *Arianta arbustorum*, *Vitrea crystallina* a zčásti i *Urticicola umbrosus* a polyhygrofilní *Carychium minimum*. Pro tzv. přechodný až tvrdý luh (*Fraximo-Populetum*, *Ulmo-Fraxinetum*) je zase typická dominance převážně lesních mezohygrofilních druhů, které nesnáší ničivý vliv záplav a dlouhodobě podmáčenou půdu (*Aegopinella nitens*, *Cochodina*

laminata, *Semilimax semilimax*, *Alinda biplicata*, *Monachoides incarnatus*, *Petasina unidentata*, *Clausilia pumila*, často i *Carychium tridentatum*) (Čejka, Pišút 2000).

Tomáš Čejka také mimo jiné sledoval změny malakofauny podél vlhkostního gradientu v luhu řeky Moravy na Slovensku. Celkem zkoumal čtyři stanoviště reprezentující vlhkostní gradient – břeh řeky, depresi terénu, zaplavovanou louku a terasu. Výsledky byly následující: nejvyšší počet druhů byl nalezen na břehu a v depresi, naopak nejmenší množství bylo na zaplavované louce. Na břehu byla také nejvyšší celková hustota, zatímco v sušší části louky a na terase nejnižší (Čejka 2005).

Ve své další práci se Tomáš Čejka zabývá říčními náplavy, které jsou také součástí mého výzkumu.

Říční náplavy vodou unášeného materiálu obsahují malakofaunu z celé vyšší sběrné oblasti toku a dávají doplňkový nebo předběžný pohled na malakofaunu povodí.

Na základě dlouholetých empirických zkušeností můžeme říci, že měkkýši schránky jsou splavovány z bezprostředního okolí toku a jeho přítoků a přemísťovány na vzdálenost maximálně několika kilometrů (např. Ložek 1956).

Pravděpodobnost výskytu schránek měkkýšů v náplavu klesá s narůstající vzdáleností míst odběru a splachu, s narůstající hmotností a zpravidla i velikostí schránky a se snižováním jejich pevnosti. Množství naplavených schránek závisí také na síle proudu, terénních sedimentačních možnostech a rychlosti poklesu vody. To jsou důvody, proč málokdy obsáhne náplav celý sortiment druhů žijících v regionu, ale často odhalí překvapivé skutečnosti (Čejka 2000).

Říční náplavy se v malakologii využívají pouze pro vytvoření předběžné představy o druhovém složení regionu, nikoli jako plnohodnotná metoda pro celkový průzkum malakofauny daného území. Otázkou tedy zůstává, jaká asi je jeho „spolehlivost“.

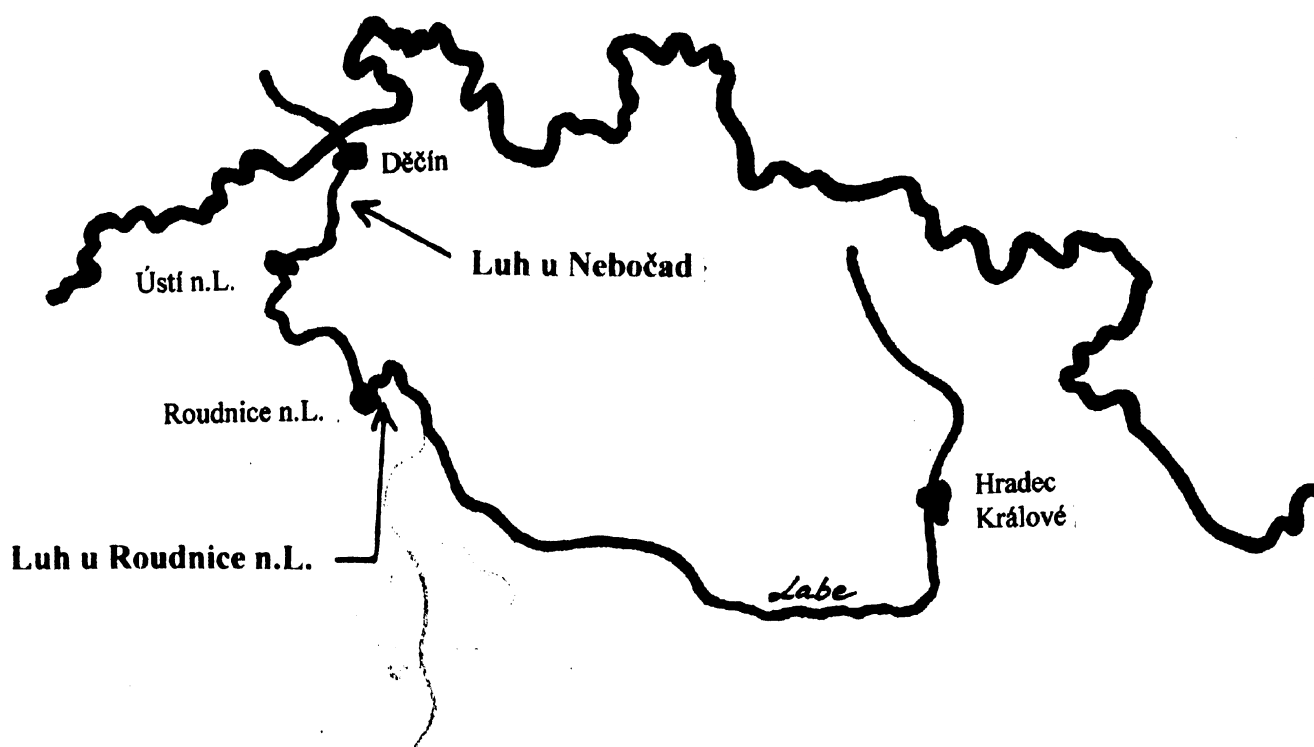
Nebyl nalezen žádný článek věnovaný výzkumu vývoje malakofauny luhů v čase.

2. Cíle práce

1. Charakterizovat vliv proměnných prostředí na druhovou variabilitu měkkýšů v gradientu od břehu řeky
2. Srovnat malakofaunu měkkého a tvrdého luhu
3. Analyzovat vývoj lužní malakofauny v čase
4. Stanovit vliv vodního stavu v luzích na měkkýší společenstva
5. Posoudit výpovědní hodnotu náplavu

3. Popis prostředí

Obr. 1 – Lokace studovaných luhů – u Nebočad a u Roudnice nad Labem



3.1 Luh u Nebočad

Nebočadský luh - o celkové rozloze 11,99 ha, ve výšce 127 – 130 m n.m., na souřadnicích 50° 43' 22" s.š. a 14° 11' 28" v.d. - byl roku 1995 zařazen mezi přírodní památky. Je součástí CHKO České středohoří, které se rozprostírá na severu Čech, po obou březích dolního toku české části Labe. Zaujímá téměř celou geomorfologickou jednotku stejnojmenného pohoří.

Specifické přírodní podmínky (průměrné roční teploty 9-5°C, průměrné roční úhrny srážek 470-800 mm, převážně zásaditá reakce půdy) jsou důvodem, proč je České středohoří jedna z nejbohatších oblastí na množství druhů rostlin a živočichů v České republice. Charakteristická jsou teplomilná stepní společenstva a společenstva sutí a na ně

vázaný výskyt několika desítek druhů, které jsou v rámci státu prohlášeny za kriticky nebo silně ohrožené.

Přestože je zde poměrně větrno a podnebí je označováno za mírné. V zimních měsících se teploty pohybují v rozmezí -2 - -3 °C, v letních měsících 17 - 19°C. Počet dnů se sněhovou pokrývkou je 40 - 50, počet letních dnů 50 - 70. Roční úhrn srážek kolísá mezi 470 až 800 mm za rok.

Nebočadský luh zahrnuje poloostrov s měkkým luhem při pravém labském břehu a slepé rameno Labe, na něž je zaměřen ochranný režim. Na chráněnou lokalitu přímo navazuje systém koncentračních hrázek z 2. pol. 19. stol., které ohraničují několik postupně se zanášejících lagun.

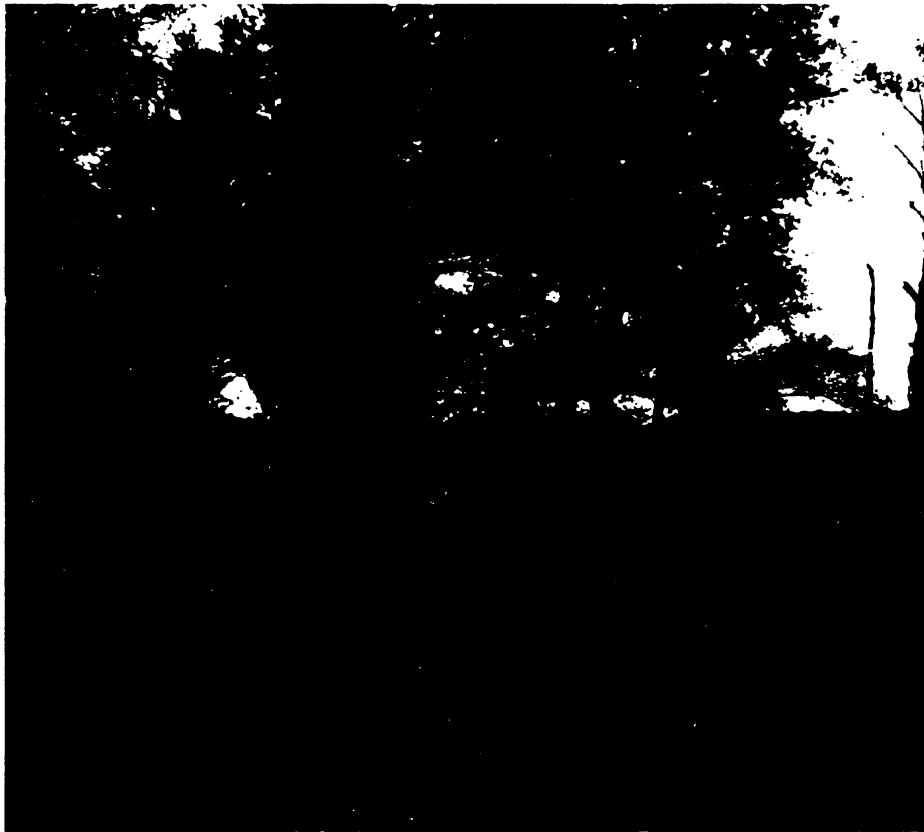
Je zde významné hnízdiště a zimoviště ptactva. Z ptáků se zde vyskytuje např. ledňáček říční, bukáček malý, orlovec říční a ostralka štíhlá. Početná bývá zimní kolonie kormoránů velkých. V roce 1998 zde byla pozorována vzácná užovka podplamatá, dále pak užovka obojková a skokan skřehotavý.

Bezpochyby nejatraktivnější je výskyt bobra evropského labského, a to od počátku 90. let minulého století. Je to pravděpodobně jediná autochtonní populace tohoto druhu na území ČR, která se k nám dostala přirozenou cestou proti proudu Labe z Německa. Byl také proveden orientační entomologický průzkum, při kterém bylo zjištěno asi 40 druhů brouků včetně vzácnějšího střevlíka *Paradromius longiceps*.

Stromové patro je – pro tento druh biotopu – zcela typicky zastoupeno vrbou bílou (*Salix alba*) a topolem černým (*Populus nigra*). Bylinné patro měkkého luhu je silně ovlivněno eutrofizací záplavových labských vod a sedimentů. Převládá kopřiva dvoudomá a rychle se šířící netýkavka žláznatá. Při břehu slepého ramene rozkvétají koncem jara a začátkem léta šmel okoličnatý, kosatec žlutý, žabník jitrocelový a další bahenní druhy. Místně se vyskytují vzácnější mechorosty. Průběžně je třeba potlačovat rozmáhající se porosty invazních, geograficky nepůvodních druhů rostlin, jako např. křídlatky japonské.

Z vlastních záznamů doplňuji další druhy bylinného patra:

kostival lékařský (*Symphytum officinale*), svízel přítula (*Galium ^aaparine*), opletník plotní (*Calystegia sepium*), česnáček lékařský (*Alliaria petiolata*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), srha sp. (*Dactylis sp.*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), hluchavka bílá (*Lamium album*), orsej jarní (*Ficaria verna*), mrkev obecná (*Daucus carota*), lopuch plstnatý (*Arctium tomentosum*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), vlašovičnick větší (*Chelidonium majus*), lipnice sp. (*Poa sp.*), bodlák kadeřavý (*Carduus crispus*).



3.2 Luh u Roudnice nad Labem

Luh, jenž byl předmětem mého výzkumu, leží u obce Záluží na levém břehu Labe ve výšce 150 m n.m., 50° 28' 03" s.š. a 14° 19' 48" v.d.

Spolu s lesem Bažantnice (na pravém břehu Labe severně od Roudnice) a Dobříňským hájem (na levém břehu Labe severně od obce Dobříň) tvoří komplex zvaný Labské luhy, které jsou součástí Roudnické kotliny.

Geologické podloží je budováno deluviofluviálními sedimenty a navátými písiky würmského stáří a dominantní půdní jednotkou jsou nivní půdy.

Celý region se nachází v teplé a suché klimatické oblasti s průměrnou roční teplotou 8,5 °C (červenec 18 - 19 °C, leden -2 - -3 °C) a nízkým srážkovým úhrnem (550 - 650 mm/rok).

Vegetační kryt je v dílčích lokalitách vzájemně obdobný. Jedná se o zchovalá společenstva zřídka zaplavovaných tvrdých lužních lesů (as. *Quercus-Ulmetum* a *Fraxino-Populetum*). Ve stromovém patře těchto porostů dominuje dub letní (*Quercus robur*), hojně je zastoupen jilm vaz (*Ulmus laevis*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a topol černý (*Populus nigra*). V keřovém patře je mimo dřevin stromového patra hojně zastoupena

střemcha obecná (*Prunus padus*). V bylinném podrostu je charakteristický jarní květnatý aspekt se souvislými porosty sněženky (*Galanthus nivalis*). Z dalších zjara kvetoucích bylin zde hojně roste např. *Corydalis cava*, *Lamium maculatum*, *Ficaria verna*, *Pulmonaria officinalis*, *Mercurialis perennis*, *Anemone ranunculoides* a další. Součástí lokalit jsou i břehové linie s úzkými pruhy aluviálních psárkových luk (sv. *Alopecurion pratensis*) a říčních rákosin (sv. *Phalaridion arundinaceae*). Ze vzácných rostlinných druhů v lokalitě roste: *Galanthus nivalis*, *Ulmus laevis*, *Populus nigra*, *Pseudolysimachion maritimum*, *Thalictrum flavum*.

Z vlastních záznamů doplňuji z keřového patra bez černý (*Sambucus nigra*) a další druhy bylinného patra:

pitulník žlutý (*Galeobdolon luteum*), svízel přítula (*Galium ^aoparine*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), netýkavka žlaznatá (*Impatiens glandulifera*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*), lipnice sp. (*Poa sp.*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), ptačinec sp. (*Stellaria sp.*)



4. Materiál a metodika

4.1 Odběr vzorků

4.1.1 Souborné hrabankové vzorky

Souborné hrabankové vzorky jsem sbírala na dvou územích – v tvrdém luhu (Luh u Roudnice n.L.) a v měkkém luhu (Nebočadský Luh) každoročně v letech 2005 – 2008 v přibližně stejném ročním období (26.5.05, 5.6.06, 4.7.07, 14.5.08), a to vždy stejnou metodou.

Ze čtverců velikosti cca 15×15 cm byla odebrána svrchní vrstva hrabanky (tj. listový opad a 2 – 3 cm substrátu pod opadankou) tak, aby měl souborný materiál objem přibližně 7 litrů. Čtverce byly vybrány náhodně tak, aby postihly co největší počet různých mikrostanovišť nacházejících se na dané lokalitě. Při odběru jsem luhu procházela vždy stejnou trasou.

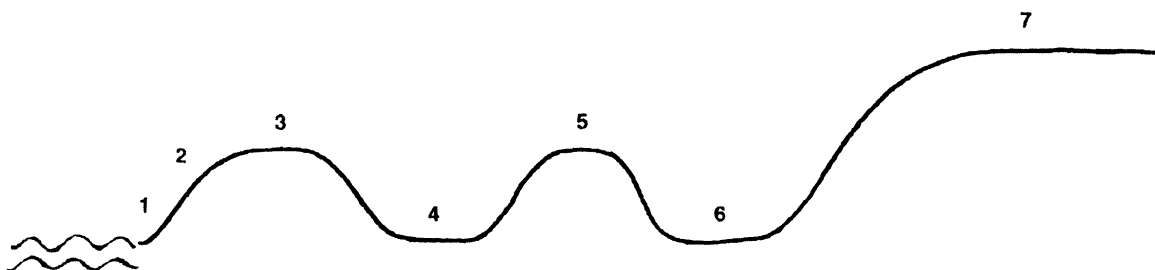
4.1.2 Náplav

Dne 5.6.06 jsem v Luhu u Roudnice n.L. odebrala asi 7 l jemně tříděného (částice do velikosti cca 3 cm) náplavu řeky po velké vodě, který byl již při sběru absolutně vysušený. Tento náplav vznikl patrně vyzdvižením organického materiálu na místě, jeho zkoncentrováním a usazením v povrchové vrstvě hrubších částic, které již nebyly odebírány.

4.1.3 Gradient

Dne 26.5.05 jsem v Luhu u Roudnice n.L. odebrala celkem 7 hrabankových vzorků, každý ze čtverce 25×25 cm. Umístění čtverců jsem volila tak, aby každý reprezentoval výrazné změny reliéfu říčního břehu kolmo k toku (viz obr.č.2).

Obr. 2 – Znázornění míst odběru vzorků gradientu



Ze stejných míst bylo ještě odebráno cca 100 g substrátu pro stanovení hodnoty pH. viz níže.

4.2 Zpracování vzorků

4.2.1 Hrabankové vzorky a vzorek náplavu

Vzorky byly zpracovány standardní prosevovou metodou podle Ložka (1956). Odebraný materiál byl po sběru řádně vysušen a následně proset sítím s velkými oky (tj. 3 × 3 mm), čímž byly odstraněny největší kusy organického původu a zároveň získány ulity větších rozměrů. Prosetý materiál jsem plavila. Tím se oddělila anorganická složka vzorku, která klesla na dno, od organické složky (spolu s měkkýšními ulitami), jež zůstala na hladině. Tento organický materiál jsem opět usušila a – často za použití lupy – vybrala zbylé ulity.

Determinaci druhů jsem prováděla podle Klíče československých měkkýšů (Ložek 1956) a mé závěry byly vždy překontrolovány L. Juříčkovou.

Občasné nalezené vodní druhy jsem ignorovala, protože nejsou předmětem mého výzkumu.

Ruční sběr jsem prováděla jen ve dvou letech, proto jsem jej nezahrnovala do svých výsledků, takže data o výskytu nahých plžů chybí.

4.2.2 Stanovení pH

Hodnoty pH byly stanoveny z výluhu vzorku destilovanou vodou. 1g substrátu byl suspendován v 50 ml destilované vody a ponechán stát za laboratorní teploty při občasném protřepání po nejméně 1 h pro ustavení rovnováhy. Následně bylo měřeno pH pomocí skleněné elektrody ph-metrem firmy Snail instruments.

Rozbory byly provedeny v laboratoři v Geologickém ústavu AVČR.

4.3. Výpočet Sørensenova indexu podobnosti

Faunistická podobnost neboli identita vyjadřuje shodu druhového složení dvou nebo většího počtu srovnávaných zoocenóz.

Označíme-li počet druhů společně se vyskytujících ve dvou srovnávaných zoocenózách jako s , počet druhů jedné zoocenózy jako s_1 , počet všech druhů druhé zoocenózy jako s_2 , pak Sørensenův index podobnosti S_o v procentech počítáme podle následující rovnice:

$$S_o = \frac{2 \cdot s \cdot 100}{s_1 + s_2}$$

(Losos 1984)

Pozn.1: Sørensenův index tedy vypovídá jak o kvantitativní, tak o kvalitativní podobnosti dvou vzorků.

Pozn.2: Jak je vidět, za předpokladu, že jsou vzorky identické, je index podobnosti S_o roven 100%.

4.4 Statistické zpracování dat

K vyhodnocení vlivu proměnných prostředí na druhovou variabilitu měkkýšů v gradientu od břehu řeky do tvrdého luhu jsem použila mnohorozměrnou analýzu, zpracovanou v programu CANOCO (The CANOCO 4.5 package; ter Braak & Šmilauer, 2002).

Nejprve jsem data o početnosti druhů zpracovala nepřímou analýzou DCA (unimodální detrendovaný model), která umožňuje zjištění délky gradientů rozložení dat podél prvních hlavních os. Protože byly všechny délky gradientu menší než tři, což odpovídá předpokladu o značné homogenitě souboru nalezených druhů, aplikovala jsem pro další zpracování dat lineární model přímé analýzy RDA (Lepš & Šmilauer 2000).

5. Výsledky

5.1 Proměnné prostředí a druhová variabilita měkkýšů v gradientu

Tab. 1: Přehled druhů zastoupených v sedmi čtvercích gradientu v Roudnici spolu s hodnotami proměnných prostředí. Čísla čtverců odpovídají číslům na obr.č.2

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Aegopinella nitens</i> | | | | 3 | | | |
| <i>Alinda biplicata</i> | | | 1 | 1 | | 2 | 12 |
| <i>Arianta arbustorum</i> | | | | | | | 2 |
| <i>Carychium minimum</i> | | | | 12 | | | |
| <i>Carychium tridentatum</i> | | | | 3 | | 22 | |
| <i>Cochlicopa lubrica</i> | | | 4 | 3 | | 1 | |
| <i>Cochlodina laminata</i> | | | 8 | | | | 2 |
| <i>Fruticicola fruticum</i> | | | | | | | 2 |
| <i>Helix pomatia</i> | | | | | | | 2 |
| <i>Monachoides incarnatus</i> | | | 1 | 1 | | | 1 |
| <i>Perpolita hammonis</i> | | | 1 | | | | |
| <i>Pseudotruchia rubiginosa</i> | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | | |
| <i>Succinea putris</i> | | | 2 | | | 1 | |
| <i>Trochulus hispida</i> | | | 7 | 2 | 4 | 1 | 6 |
| <i>Zonitoides nitida</i> | | | 3 | 6 | | 1 | |
| pH | 6.551 | 6.389 | 6.414 | 6.550 | 6.410 | 6.507 | 6.385 |
| vzdálenost od břehu | 0.20 | 3 | 18 | 27 | 32 | 38 | 49 |
| výška nad hladinou | 0.1 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 2.0 |
| humózní substrát | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| výskyt pod stromy | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| živinový gradient | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tab. 2: Korelační matice environmentálních proměnných

| | | | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| vzd_breh | -0.1137 | | | | |
| vys_hlad | -0.8839 | 0.3882 | | | |
| hum_subs | 0.1667 | 0.8754 | 0.0589 | | |
| pod_str | -0.0913 | 0.5634 | 0.1936 | 0.7303 | |
| živ_grad | -0.0913 | 0.8479 | 0.1936 | 0.7303 | 0.3000 |
| | pH | vzd_breh | vys_hlad | hum_subs | pod_str |

Zkratky proměnných prostředí použité v tabulce:

kategoriální dvoustavové prom. prostř.:

hum_subs (humózní substrát: čtverce s přítomností opadanky, pod níž se tvoří humus; čtverce s přítomností malého množství opadu, pod nímž se netvoří humus),

pod_str (výskyt čtverce pod stromy; mimo stromy),

živ_grad (živinový gradient vyjádřený přítomností resp. nepřítomností rostlin, indikujících větší množství živin – kopřiva dvoudomá, bršlice kozí noha)

kvantitativní prom. prostř.:

pH,

vzd_breh (vzdálenost čtverce od břehu),

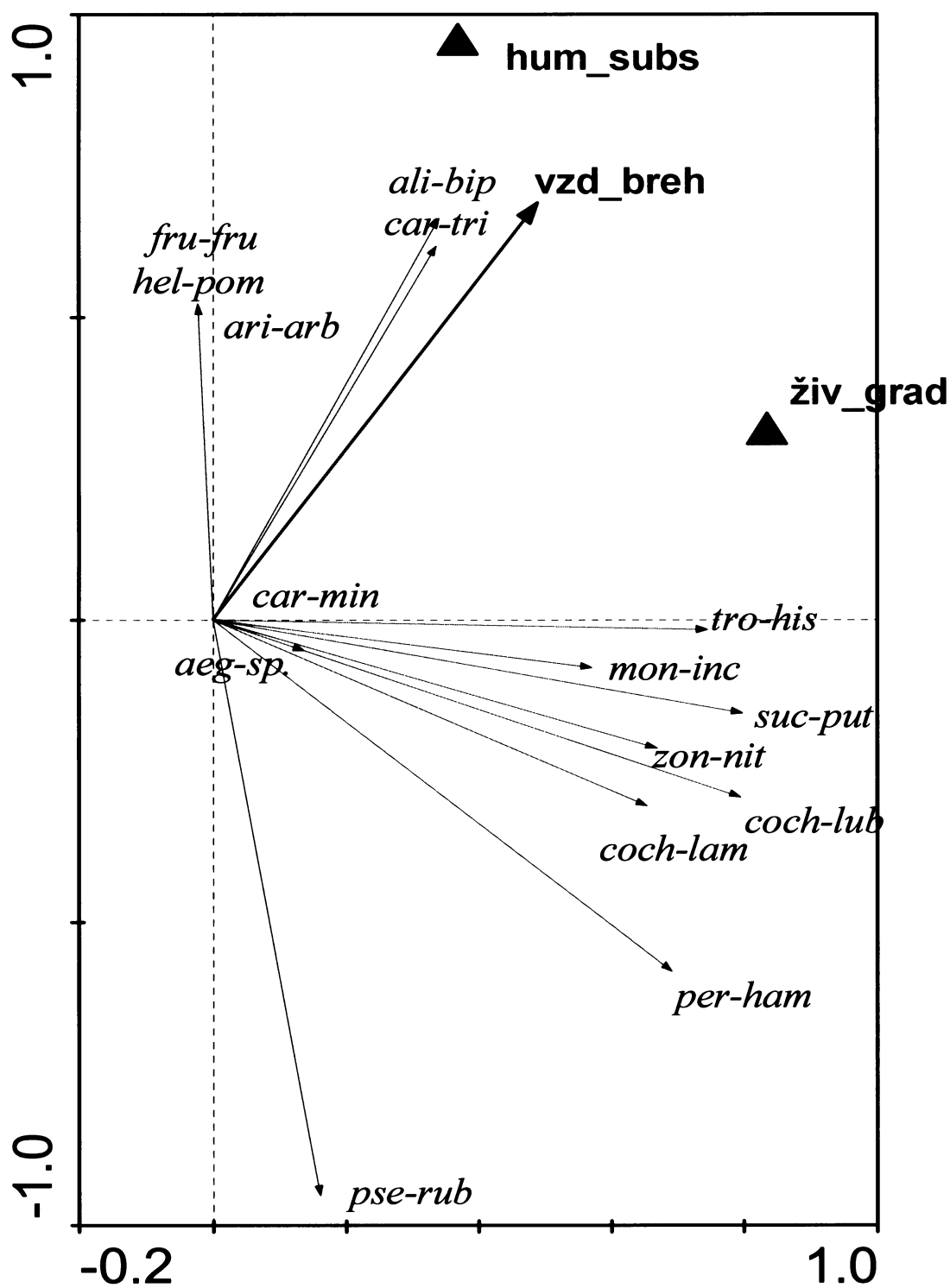
vys_hlad (výška čtverce nad hladinou řeky)

Vzhledem k vysokým hodnotám korelačního indexu mezi vyznačenými proměnnými prostředí byly proměnné *pH*, *vys_hlad* a *pod_str* z následných analýz vyřazeny.

Tab. 3: Výsledky přímé lineární gradientové analýzy (RDA) environmentálních a druhových dat

| Axes | 1 | 2 | 3 | 4 | Total variance |
|---|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Eigenvalues | 0.267 | 0.232 | 0.150 | 0.192 | 1.000 |
| Species-environment correlations | 0.977 | 0.918 | 0.807 | 0.000 | |
| Cumulative percentage variance | | | | | |
| of species data | 26.7 | 49.9 | 64.9 | 84.1 | |
| of species-environment relation | 41.1 | 76.9 | 100.0 | 0.0 | |
| Sum of all eigenvalues | | | | | 1.000 |
| Sum of all canonical eigenvalues | | | | | 0.649 |

Graf 1: Grafický výstup RDA environmentálních a druhových dat



Zkratky použité v grafu:
druhy měkkýšů:

| | | | | | |
|--|---------|---|----------|---|---------|
| <i>Aegopinella</i> <i>sp.</i> | aeg-sp. | <i>Cochlicopa</i> <i>lubrica</i> | coch-lub | <i>Perpolita</i> <i>hammonis</i> | per-ham |
| <i>Alinda</i> <i>biplicata</i> | ali-bip | <i>Cochlodina</i> <i>laminata</i> | coch-lam | <i>Pseudotrachia</i> <i>rubiginosa</i> | pse-rub |
| <i>Arianta</i> <i>arbustorum</i> | ari-arb | <i>Fruticicola</i> <i>fruticum</i> | fru-fru | <i>Succinea putris</i> | suc-put |
| <i>Carychium</i> <i>minimum</i> | car-min | <i>Helix</i> <i>pomatia</i> | hel-pom | <i>Trochulus</i> <i>hispidus</i> | tro-his |
| <i>Carychium</i> <i>tridentatum</i> | car-tri | <i>Monachoides</i> <i>incarnatus</i> | mon-inc | <i>Zonitoides</i> <i>nitidus</i> | zon-nit |

proměnné prostředí:

živ_grad (živinový gradient)

hum_subs (humózní substrát)

vzd_breh (vzdálenost od břehu)

Z tabulky č.3 je patrné, že první a druhá ordinační osa vysvětlují skoro 50% variability v druhových datech malakocenóz v gradientu.

První ordinační osa postihuje variabilitu v druhových datech způsobenou živinovým gradientem. Druhy ovlivněné nejvíce touto proměnnou prostředí jsou *Trochulus hispidus*, *Monachoides incarnatus*, *Succinea putris*, *Zonitoides nitidus*, *Cochlicopa lubrica*, *Cochlodina laminata* a *Perpolita hammonis*.

Druhá ordinační osa vysvětluje variabilitu způsobenou především výskytem humózního substrátu, ale i vzdáleností od břehu.

Tyto dvě proměnné ovlivňují výskyt druhů *Arianta arbustorum*, *Helix pomatia* a *Fruticicola fruticum*, *Alinda biplicata* a *Carychium tridentatum* a negativně koreluje s výskytem druhu *Pseudotrachia rubiginosa*.

5.2 Malakofauna měkkého a tvrdého luhu

Tab. 4: Přehled nalezených druhů v jednotlivých letech v Roudnici a v Nebočadech

| | <u>Roudnice</u> | | | | | <u>Nebočady</u> | | | | |
|---------------------------------|-----------------|------|------|------|---|-----------------|------|------|------|---|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
| <i>Acanthinula aculeata</i> | | | | 1 | + | | | | | - |
| <i>Alinda biplicata</i> | 104 | 20 | 66 | 26 | + | | | | | - |
| <i>Arianta arbustorum</i> | 2 | 1 | 61 | 20 | + | | 5 | 3 | 4 | + |
| <i>Carychium minimum</i> | | | 9 | | + | | 2 | | 6 | + |
| <i>Carychium tridentatum</i> | | | 3 | | + | | | | 2 | + |
| <i>Clausilia pumila</i> | 11 | 8 | 10 | 8 | + | | | | | - |
| <i>Cochlicopa lubrica</i> | | 1 | 123 | 52 | + | 2 | 121 | 55 | 48 | + |
| <i>Cochlodina laminata</i> | 20 | 9 | 14 | 1 | + | | | | | - |
| <i>Fruticicola fruticum</i> | 7 | 5 | 5 | 8 | + | | 2 | | 1 | + |
| <i>Helix pomatia</i> | | 1 | 1 | | + | | | | | - |
| <i>Monachoides incarnatus</i> | 5 | 10 | 19 | 7 | + | | | 1 | | + |
| <i>Perpolita hammonis</i> | 4 | 6 | 18 | 26 | + | | 2 | | | + |
| <i>Pseudotrachia rubiginosa</i> | | | | | - | 1 | 11 | 26 | 12 | + |
| <i>Punctum pygmaeum</i> | | | 2 | | + | | | | | - |
| <i>Succinella oblonga</i> | | | | | - | 2 | 1 | 4 | 1 | + |
| <i>Succinea putris</i> | 1 | 1 | 3 | 1 | + | | 28 | 38 | 18 | + |
| <i>Trochulus hispidus</i> | 20 | 21 | 93 | 46 | + | 3 | 1 | | 1 | + |
| <i>Urticicola umbrosus</i> | 3 | | 2 | 13 | + | | 2 | | 1 | + |
| <i>Vallonia costata</i> | | | | 3 | + | | | | 2 | + |
| <i>Vallonia pulchella</i> | | | | | - | | 1 | 2 | | + |
| <i>Vertigo pygmaea</i> | | | | | - | | 1 | | | + |
| <i>Zonitoides nitidus</i> | | | 3 | 1 | + | 9 | 20 | 100 | 27 | + |

Z přehledu v tabulce č.4 lze vidět, že výhradně v Nebočadech se vyskytují druhy *Pseudotrachia rubiginosa* a *Succinella oblonga*, ve srovnání s luhem u Roudnice pak ve značně zesílené populaci *Succinea putris* a *Zonitoides nitidus*.

V luhu u Roudnice je zas mnohem více jedinců druhů *Monachoides incarnatus*, *Perpolita hammonis* a *Trochulus hispidus*. Pouze v Roudnici se vyskytují zástupci čeledi Clausiliidae - *Alinda biplicata*, *Cochlodina laminata* a *Clausilia pumila*.

5.3 Vývoj lužní malakofauny v čase

Tab. 5: Sørensenovy indexy pro kombinace všech zkoumaných let v Roudnici

| R05=10 | R06=11 | R07=16 | R08=14 | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 100 | 85,7 | 76,9 | 83,3 | R05=10 |
| | 100 | 81,5 | 80 | R06=11 |
| | | 100 | 80 | R07=16 |
| | | | 100 | R08=14 |

Maximální podobnost v počtu stejných druhů nastala mezi lety 2005 a 2006, nejvíce se lišily vzorky v r. 2005 a 2007.

$$\text{Rozdíl max – min: } 85,7\% - 76,9\% = 8,8\%$$

Tab. 6: Sørensenovy indexy pro kombinace všech zkoumaných let v Nebočadech

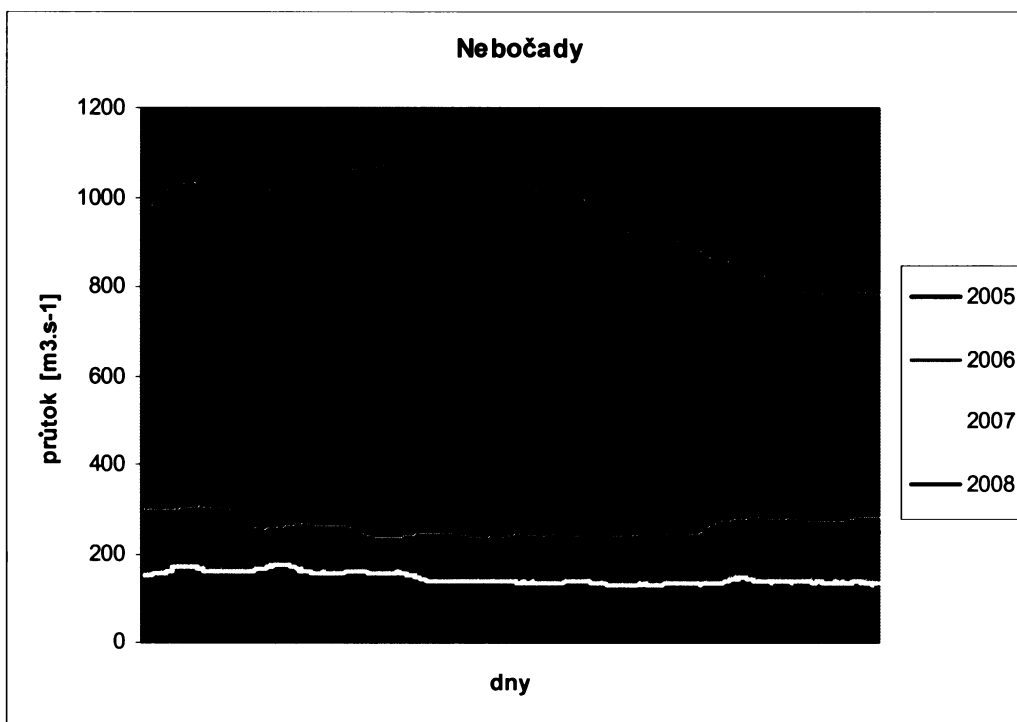
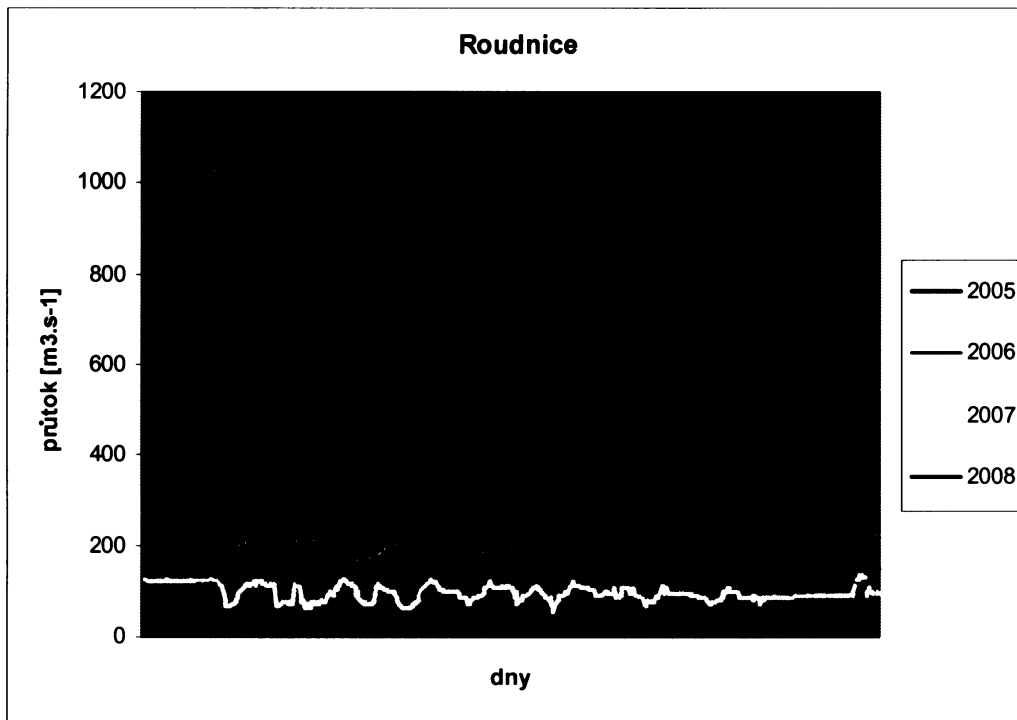
| N05=5 | N06=13 | N07=8 | N08=12 | |
|-------|--------|-------|--------|--------|
| 100 | 55,6 | 61,5 | 78,8 | N05=5 |
| | 100 | 66,7 | 80 | N06=13 |
| | | 100 | 60 | N07=8 |
| | | | 100 | N08=12 |

Maximální podobnost v počtu stejných druhů nastala mezi lety 2006 a 2008, nejvíce se lišily vzorky v r. 2005 a 2006.

$$\text{Rozdíl max – min: } 80\% - 55,6\% = 24,4\%$$

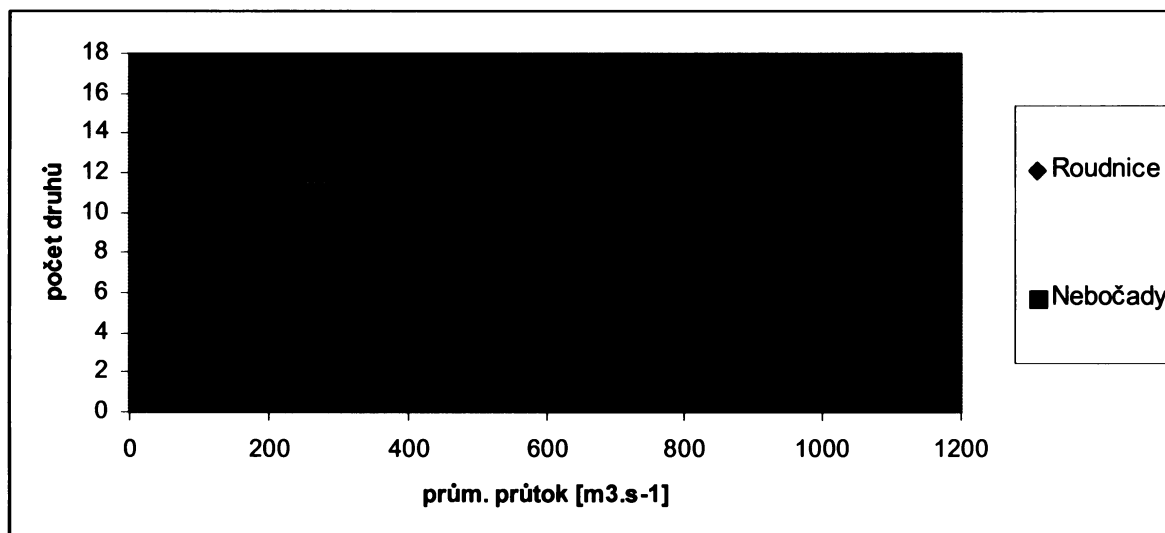
5.4 Měkčíjší společenstva a vodní stav v luzích

Graf 2: Říční průtok v průběhu týdne předcházejícího dni odběru vzorků



Z grafů lze vidět, že rok 2006 byl ze všech čtyř studovaných let nejvodnatější – průtok je až pětkrát vyšší než v ostatních letech. Oproti tomu jako nejsušší lze označit rok 2007.

Graf 3: Počet druhů v závislosti na průměrném průtoku



Tab. 7: Počet druhů v závislosti na průměrném průtoku

| | | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-----------------|-----------------------|------|------|------|------|
| Roudnice | prům. průtok [m3.s-1] | 147 | 806 | 94 | 212 |
| | počet druhů | 10 | 11 | 16 | 14 |
| Nebočady | prům. průtok [m3.s-1] | 213 | 971 | 145 | 265 |
| | počet druhů | 5 | 13 | 8 | 12 |

Tabulka a bodový graf ukazují, že r. 2005 byly oba luhy druhově nejchudší. V roce 2006 – s nejvyšším průtokem – bylo v Roudnici jen o jeden druh více, zatímco v Nebočadech byl počet druhů maximální. Nejsušší rok 2007 byl pro Roudnici druhově nejbohatší.

5.5 Měkkýši v náplavu Labe

Tab. 8: Srovnání náplavu se všemi ostatními vzorky z Roudnice

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | gradient | náplav | celkem |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| <i>Acanthinula aculeata</i> | - | - | - | + | - | - | + |
| <i>Aegopinella sp.</i> | - | - | - | - | + | - | + |
| <i>Alinda biplicata</i> | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Arianta arbustorum</i> | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Carychium minimum</i> | - | - | + | - | + | - | + |
| <i>Carychium tridentatum</i> | - | - | + | - | + | - | + |
| <i>Clausilia pumila</i> | + | + | - | - | - | + | + |
| <i>Cochlicopa lubrica</i> | - | + | + | + | + | + | + |
| <i>Cochlodina laminata</i> | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Fruticicola fruticum</i> | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Helix pomatia</i> | - | + | + | - | + | + | + |
| <i>Monachoides incarnatus</i> | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Perpolita hammonis</i> | + | + | + | + | + | - | + |
| <i>Pseudotrachia rubiginosa</i> | - | - | - | - | + | + | + |
| <i>Punctum pygmaeum</i> | - | - | + | - | - | - | + |
| <i>Succinea oblonga</i> | - | - | - | - | - | + | + |
| <i>Succinea putris</i> | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Trochulus hispidus</i> | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Urticicola umbrosus</i> | + | - | + | + | - | + | + |
| <i>Vallonia costata</i> | - | - | - | + | - | - | + |
| <i>Zonitoides nitidus</i> | - | - | + | + | + | + | + |
| počet druhů | 10 | 11 | 15 | 13 | 15 | 14 | 21 |
| relativní počet druhů | 48% | 52% | 71% | 62% | 71% | 67% | 100% |

Z přehledu v tabulce č.8 lze vidět, že se v náplavu vyskytovalo 67% ze všech druhů žijících na dané lokalitě včetně příbřežní vegetace, která nebyla hrabankovými vzorky snímkována, ale která se pochopitelně podílí na druzích v náplavu.

Succinella oblonga byla postížena pouze v náplavu, v hrabankových sběrech chyběla.

6. Diskuze

6.1 Vliv proměnných prostředí na druhovou variabilitu měkkýšů v gradientu

Sledované proměnné prostředí lze podle jejich vlivu na měkkýší společenstva rozdělit do dvou skupin. Zatímco živinový gradient vypovídá o náročnosti měkkýšů na množství živin v opadu, vzdálenost od břehu a humózní substrát popisuje spíše jejich životní prostředí.

Succinea putris je obvykle vázána na břehy vod. Zde se však ukazuje, že větší význam má pro ni úživnost opadu resp. rostlin náročných na živiny. Pro výskyt druhů *Cochlodina laminata* a *Alinda biplicata* typických pro tvrdé luhy jsou významné různé faktory prostředí. Zatímco výskyt druhu *Alinda biplicata* ovlivňuje spíše vzdálenost od břehu, *Cochlodina laminata* preferuje živinově bohatší prostředí. *Pseudotrachia rubiginosa* je typický druh žijící přímo na holých březích řek – bez humózního substrátu, což se v analýze signifikantně potvrdilo.

Zajímavé je také to, že s prostředím bohatým na živiny koreluje jak výskyt druhů žijících na vegetaci (*Succinea putris*) či na dřevě (*Cochlodina laminata*), tak i na zemi (*Zonitoides nitidus*, *Cochlicopa lubrica*, *Monachoides incarnatus*). Podobně výskyt druhů *Alinda biplicata*, která je vázaná svým výskytem na dřevo, i *Carychium tridentatum*, žijící na zemi, koreluje se vzdáleností od břehu.

Podotýkám však, že uvedené závěry může ovlivnit nízký počet vzorků.

6.2 Srovnání malakofauny měkkého a tvrdého luhu

Před srovnáváním výskytu měkkýších druhů v Nebočadech a v Roudnici je nutno zdůraznit především rozdílnost samotných luhů, která měkkýší populace přímo determinuje.

Hlavními těmito rozdíly jsou pravděpodobně míra vlhkosti, diference reliéfu, vegetace a sukcesní stádium.

Nebočady jsou měkkým luhem, reliéf této lokality je členitý, každoročně přeplovovaný vodou, takže na suchu zůstávají jen ostrůvky, které se propojí až po opadnutí vody. Proto není zvýšený výskyt druhů *Zonitoides nitidus* a *Succinea putris* nikterak

překvapující. Oba druhy jsou totiž tzv. ripikolní, tzn. že obývají silně zamokřená místa v břehových prostorech.

Podobně *Succinella oblonga*, i když je ze všech našich jantarek nejméně hygrofilní, je typickým druhem obecně vlhkých stanovišť. Výskyt druhu *Succinea putris* je vázán na lodyhy či listy vysokých bylin, které v Nebočadech rostou velmi hojně. Naopak *Zonitoides nitidus* a *Succinella oblonga* žijí na zemi, ale snesou i poměrně surový substrát obna: bez silnější vrstvy opadanky. Živí se čerstvě spadlými listy vegetace. Bezpochyby nejdůležitějším druhem Nebočad je *Pseudotrachia rubiginosa*. V minulosti byla typickým obyvatelem bezprostředního okolí vodních toků nebo nádrží, v poslední době je však na trvalém ústupu. Zdá se, že právě břehy Labe ovlivněné kolísající hladinou, jsou pro ni optimálním a perspektivním biotopem. Silná populace na Labi představuje dnes nejperspektivnější populaci tohoto druhu na celém území České republiky. Z ochránářského hlediska je to nejvýznamnější suchozemský plž (Juříčková in: Slavík 2007).

Luh v Roudnici je tvrdým luhem, který se vyskytuje na poměrně ploché říční terase, zaplavované jen občas (v r. 2006 pěti- až desetiletá voda). Měkkýší společenstva zde nepodléhají pravidelným disturbancím jako v měkkém luhu, a proto se zde již vyskytují někteří zástupci lesní fauny. Typickými představiteli fauny lužních lesů jsou závornatky *Alinda biplicata* a *Cochlodina laminata*, které často vylézají na padlé dřevo i kmeny stromů a naopak *Clausilia pumila*, která žije na zemi. Všechny tyto druhy, stejně jako *Monachoides incarnatus*, *Perpolita hammonis* a *Trocholus hispidus*, jsou ale již vázány na humóznější půdu se silnější vrstvou opadanky.

6.3 Analýza vývoje lužní malakofouny v čase

Rozdíl maximálních a minimálních hodnot Sørensenova indexu je vlastně maximální počet procent, ve kterých se jednotlivé vzorky od sebe liší. Vyjadřuje tedy jak kvalitativní, tak kvantitativní dynamiku systému. Srovnáním této hodnoty pro Roudnici (8,8%) s hodnotou pro Nebočady (24,4%) se potvrzuje již tolikrát zmíněné, že měkké luhy jsou o mnoho dynamičtější a nestabilnější ekosystémy než luhy tvrdé – v tomto výzkumu dokonce skoro trojnásobně. I toto srovnání znovu ukazuje, že ve tvrdém luhu v Roudnici se nejvíce lišily vzorky z nejsuššího a naopak z nejvodnatějšího roku. Zdá se však, že

v měkkém luhu je konkrétní druhové složení malakocenózy spíše náhodné a závisí na tom, který z připravených druhů se zde právě uchytí.

6.4 Stanovení vlivu vodního stavu v luzích na měkkýší společenstva

Roku 2005 byly oba luhy druhově nejchudší, zatímco v následujících třech letech se rozcházejí zcela opačnými směry. Zatím se zdá, že v Nebočadech funguje mezi počtem druhů a množstvím vody přímá úměra, zatímco v Roudnici úměra nepřímá. Pro potvrzení této hypotézy by ale bylo zapotřebí dlouhodobějších pozorování.

Nebočady patří mezi měkké luhy, které jsou každoročně zaplavovány, čímž se zde neustále opakují ranná stádia sukcese. Pro zachování jejich biodiverzity je zaplavování dokonce nejdůležitějším faktorem.

To neplatí o luzích tvrdých, jímž je i Roudnice. Ty jsou proti každoroční zvýšené hladině chráněny obvykle už svým reliéfem, takže intenzivní zaplavení nastává jen ve výjimečných případech, což naruší sukcesní stádium, které je zde již relativně ustálené.

K tomu se výrazně liší i reliéfy obou luhů. Mikroreliéf luhu u Nebočad je velmi diferencovaný. Jak jsem mohla i v praxi pozorovat, při každoročním zaplavení se zde tvoří ostrůvky zarostlé vrbami a obklopené vodou. Na nich pak nastane určitá integrace odplavovaného materiálu. Luh u Roudnice má tvar ploché terasy, takže při přeplavení takového povrchu větší záplavou bude pravděpodobně většina měkkýšů odplavena.

Tato zřejmá rozdílnost obou luhů by vysvětlovala již zmíněné rozdílné tendence závislosti počtu vyskytujících se druhů na výšce hladiny řeky.

Vysvětlení, proč se rok 2005 vymyká oběma úměrám, by snad mohlo být v tom, že měkkýší společenstva nivy Labe, která byla silně zdecimována povodní v r. 2002 (sto- až dvěstěletá voda), se ještě nestihla plně zregenerovat. Vzhledem k tomu, že zdrojem této přirozené regenerace jsou postranní toky, mohl tomuto pomoci právě r. 2006 se svou zvýšenou vodností, čímž byl zajisté ulehčen a zprostředkován transport mnoha měkkýších druhů (Juříčková in: Slavík 2007).

Přestože můj výzkum trval čtyři roky, nemohu své závěry prohlásit za stoprocentně platné. Proto by bylo vhodné a zajímavé ve sledování vývoje těchto luhů pokračovat, čímž apeluji na své kolegy a následovníky.

6.5 Posouzení výpovědní hodnoty náplavu

Nutno upozornit, že můj výzkum se vztahuje pouze na suchozemské ulitnaté druhy – vodní měkkýši a nazí plži tedy nejsou do všech následujících hodnocení zahrnuti.

Při srovnání s dostupnými články na toto téma je hodnocení náplavů následující:

Náplav na řece Oravě obsahoval 66% druhů (Lučivjanská 1991), na Dunaji 82% (Čejka 1999, 2000), na Labi dokonce 210% (Juříčková in: Slavík 2005) a náplav z mého průzkumu na Labi 67% celkového počtu druhů, zjištěných v hrabankových vzorcích. Dané hodnoty bohužel nejsou plně srovnatelné, protože výchozí data byla získávána vždy jinou metodou.

Vzorky z Labe pochází z roku 2005 a 2006, kdy malakofauna daného území pravděpodobně ještě nebyla plně zregenerována z vlivu povodně 2002. A právě v těchto extrémních případech se vyhodnocení náplavu jeví jako nejspolehlivější metoda pro vyhodnocení malakofauny. Dokládají to i mé výsledky, kdy hrabankový sběr z roku 2006 obsahoval pouze 52% všech druhů, zatímco počet druhů v náplavu zhruba odpovídá nevyšším počtům druhů, získaným z hrabankových vzorků.

Měkkýší společenstva luhů se liší např. od společenstev klimaxových lesů mimo jiné tím, že podléhají častým disturbancím vlivem povodní. Jak je vidět i z přehledu v tab. č.8, počet druhů v hrabankových vzorcích získávaných stejnou metodou se mezi jednotlivými roky dosti lišil. Vzhledem k tomu, že se většina autorů domnívá, že říční náplavy nepřenášejí ulity měkkýšů na příliš velkou vzdálenost (obvykle cca do 5 km), mohou být vhodným doplněním informací o malakofauně luhů zejména v letech větších povodní, kdy standardními metodami získáme jen část druhů, vyskytujících se na dané lokalitě.

V mém průzkumu se ze šesti vzorků vyskytla *Succinella oblonga* pouze v náplavu. V říčním náplavu Dunaje to bylo z celkového množství 50 druhů dokonce 7 druhů (Čejka 2000). Další význam náplavů je tedy v doplnění chybějících druhů měkkýšů, které se nepodařilo detekovat standardními metodami sběru.

7. Závěr

Při analýze vlivu faktorů prostředí na variabilitu v druhových datech měkkýšů se ukázaly dvě tendence – část druhů reaguje více na živinový gradient a část na vzdálenost od břehu řeky resp. přítomnost humózního substrátu.

Měkkýší společenstva tvrdého a měkkého luhu se od sebe liší jak druhovým složením, tak i dynamikou společenstev v čase. Zatímco malakocenózy tvrdého luhu reagují na disturbance snížením počtu druhů, u malakocenóz měkkého luhu je vývoj více náhodný. Při zvýšené hladině vody se v měkkém luhu vyskytovalo nejvíc druhů, zatímco v tvrdém nejméně.

Říční náplav má pro studium druhové diverzity luhů dva hlavní významy. Udává představu o druhovém složení dané lokality v letech větších povodní a doplňuje chybějící druhy měkkýšů, které se nepodařilo detekovat standardními metodami sběru.

8. Použitá literatura

Nejednotlivé citace

BERAN, Luboš. Měkkýši nivy Labe mezi Poděbrady a Kolínem. *Muzeum a současnost*. 1995, č. 9, s. 3-38.

BERAN, Luboš. Vodní měkkýši Labe mezi Pardubicemi a Hřenskem. In JUŘIČKOVÁ, Lucie. *Malacologica Bohemoslovaca*. Praha : PřF UK, 2005. s. 78-88.

ČEJKA, Tomáš. Analýza náplavov Dunaja pri Bratislave v oblasti slovensko-rakúskej hranice z malakozoologického hľadiska. *Folia faunistica Slovaca*. 2000, č. 5, s. 73-80.

ČEJKA, Tomáš. The mollusc fauna changes along a moisture gradient across the lower Morava River floodplain. *Malacological newsletter*. 2005, no. 23, s. 159-167.

ČEJKA, Tomáš. The terrestrial molluscan fauna of the Danubian floodplain (Slovakia). *Biologia*. 1999, no. 54, s. 489-500.

ČEJKA, Tomáš, HORSÁK, Michal, NÉMETHOVÁ, Danka. The composition and richness of Danubian floodplain forest land snail faunas in relation to forest type and flood frequency. *Journal of Molluscan Studies*. 2008, no. 73, s. 37-45.

FOLLNER, Klaus, HENLE, Klaus. The performance of plants, molluscs, and carabid beetles as indicators of hydrological conditions in floodplain grasslands. *International review of hydrobiology*. 2006, vol. 91, is. 4, s. 364-379.

HAFERKORN, Jörg. Zur Schneckenfauna (Mollusca: Gastropoda) isolierter Auenwaldfragmente der Elster-Luppe-Aue in Sachsen-Anhalt. *Hercynia*. 2002, N. 35, s. 137-143.

JUŘIČKOVÁ, L. – HORSÁK M. – BERAN L. (2001): Check-list of the molluscs (Mollusca) of the Czech Republic. *Acta. Soc. Zool. Bohem.*, 65: 25 – 40.

LEPŠ, J. – ŠMILAUER, P. (2000): *Mnohorozměrná analýza ekologických dat*. České Budějovice: Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. 102 pp.

LOSOS, Bohumil, et al. *Ekologie živočichů*. [s.l.] : [s.n.], 1984. Vlastnosti zoocenóz, s. 214-233.

LOŽEK, V. (1956): *Klíč československých měkkýšů*. Bratislava: vydavateľstvo SAV. 1956. 436 pp.

LUČIVJANSKÁ, Viera. Vyhodnotenie malakofauny z náplavu hornej Oravy. Význam náplavu pre zoológiu a ochranársku prax. *TOP Oravská priehrada*. 1991, č. XXVII, s. 27-32.

PIŠÚT, Peter, ČEJKA, Tomáš. Mäkkýše ukazujú, ako vznikal lužný les. *Živa*. 2000, č. 2, s. 80-83.

POLLOCK, M.M. 1998. Biodiversity. *River ecology and management*. 430-452. Springer, New York.

RECKENDORFER, W., et al. The integrated river engineering project for the free-flowing Danube in the Austrian alluvial zone National park: contradictory goals and mutual solutions . *Large Rivers*. 2005, vol. 15, no. 1-4, s. 613-630.

SCHNITZLER, A. 1994. European alluvial hardwood forest of large floodplains. *Journal of Biogeography*, 14: 97-117.

SLAVÍK, O. Ed. (2007): *Zlepšení plavebních podmínek na Labi v úseku Ústí nad Labem - státní hranice ČR/SRN*. Plavební stupeň Děčín. Závěrečná zpráva ISPROFIN 3275200007. 128 pp.

TOCKNER, K., et al. The Danube restoration project: species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system. *Regulated rivers: research & management*. 1999, no. 15, s. 245-258.

WARD, J. V., TOCKNER, K., SCHIEMER, F. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated rivers: research & management*. 1999, no. 15, s. 125-139.