

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE

**Polopřirozený chov perlorodek říčních
(*Margaritifera margaritifera*) a studium jejich
nutričních požadavků**

**ČESKÉ BUDĚJOVICE
2013**

Autoreferát disertační práce

- Doktorand:** Ing. Ondřej Spisar
- Studijní program:** Zootechnika
- Studijní obor:** Speciální zootechnika
- Název práce :** Polopřirozený chov perlorodek říčních
(*Margaritifera margaritifera*)
a studium jejich nutričních požadavků
- Školitel :** doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.
- Školitel specialista:** Prof. Dr. rer. nat. (habil.) Jürgen Geist
- Oponenti:** doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.
ZF JCU Č. Budějovice
- doc. Ing. Stanislav Lusk , CSc.
PF MU Brno
- doc. RNDr. Bohumír Lojkásek, CSc
PřF OU Ostrava

Obhajoba disertační práce se koná dne 20. 9. 2013. v 10 hod.
v místnosti vědecké rady ZF JU v Českých Budějovicích.

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení
Zemědělské fakulty JU v Českých Budějovicích.

prof. Ing. Jan Frelich, CSc.
předseda oborové rady
speciální zootechnika
ZF JU v Českých Budějovicích

Obsah autoreferátu disertační práce

1.	Obsah disertační práce	4
2.	Úvod	6
2.1	Perlorodka říční	6
2.2	Výskyt perlorodky říční v České republice	6
2.3.	Záchrané odchovy perlorodek	7
2.4	Bioindikace	8
3.	Cíl	9
4.	Metodika	9
4.1	Terénní mapování pramenišť	9
4.2	Metodika bioindikace	10
4.2.1	<i>Krátkodobá bioindikace:</i>	10
4.2.2	<i>Dlouhodobé bioindikace:</i>	11
4.3	Statistická analýza dat	12
5.	Výsledky	13
5.1	Terénní mapování pramenišť	13
5.2	Krátkodobé bioindikace	13
5.3	Dlouhodobé bioindikace	21
6.	Shrnutí výsledků	27
7.	Závěr	28

1. Obsah disertační práce	
1. Úvod.....	7
1.1. Perlorodka říční.....	7
1.2. Ohrožení, příčiny ohrožení, výskyt v Evropě.....	8
1.3. Výskyt perlorodky říční v České republice.....	11
1.4. Reprodukční cyklus.....	14
1.4.1. I. fáze: oplodnění, vývoj glochidie.....	15
1.4.2. II. fáze: volné glochidie.....	15
1.4.3. III. fáze: parazitární fáze.....	16
1.4.4. IV. fáze: postparazitární fáze.....	20
1.5. Biotopové požadavky.....	21
1.6. Výživa perlorodek.....	22
1.6.1. Výživa juvenilních jedinců „in situ“.....	25
1.6.2. Výživa juvenilních jedinců „ex situ“.....	26
1.7. Záchranné odchovy perlorodek.....	27
1.8. Odchovy perlorodek v Evropě.....	27
1.8.1. Česká metoda odchovu (Hruška, 2005).....	28
1.9. Bioindikace.....	30
1.10. Cíl.....	31
2. Materiál a metody.....	32
2.1. Lokality.....	32
2.1.1. Lužní potok.....	32
2.1.2. Malše.....	34
2.2. Metodika.....	37
2.2.1. Terénní průzkumy a odběry vzorků.....	37
2.2.2. Metodika bioindikace.....	38

2.2.3.	Statistická analýza dat.....	41
3.	Výsledky.....	42
3. 1.	Terénní mapování pramenišť.....	42
3.2.	Krátkodobé bioindikace.....	45
3.3.	Výsledky dlouhodobých bioindikací.....	60
3.4.	Shrnutí výsledků.....	71
4.	Diskuze.....	73
5.	Závěr.....	79
6.	Literatura.....	80
7.	Příloha č. 1: Seznam obrázků, grafů a tabulek.....	91
7.1.	Seznam obrázků.....	91
7.2.	Seznam grafů.....	92
7.3.	Seznam tabulek.....	94

2. Úvod

2.1 *Perlorodka říční*

Perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*, Linneaus 1758) patří mezi jeden z osmi druhů velkých mlžů, žijících na území České republiky. Perlorodka říční je dlouhověký velký mlž, u dospělců dosahující délky lastury od 95 do 140 mm, výšky 50–60 mm a tloušťky 30–40 mm. Jeho branchiální (přijímací) a anální (vyvrhovací) otvor nejsou ostře ohraničeny, splývají. Lastury, spojené na vrcholu konchinovým vazem, jsou silnostěnné a velice pevné. Lastura perlorodky říční je fazolovitého tvaru, s větší zadní částí lastury. Vrcholy nejsou uprostřed, ale jsou posunuty směrem k přední části lastury (Beran, 1998).

Velikost a dlouhověkost perlorodek se mění se zeměpisnou šířkou (Bauer, 1992). Jihoevropské populace jsou krátkověké s průměrnou délkou života 35 let a jsou charakteristické vysokými přírůstky (Miguel et al., 2004), zatímco severské a ruské populace jsou charakteristické dlouhou délkou života (100-190 let) a malými ročními přírůstky (Ziuganov et al., 2000).

2.2 *Výskyt perlorodky říční v České republice*

Hlavní výskyt populace perlorodky je vázána na jižní a západní čechy. V jižních Čechách je to řeka Blanice s početností > 10 000 jedinců (Spisar, 2010), Zlatý potok s početností < 1 000 jedinců (Spisar, 2012a), Teplou Vltavu s početností < 500 jedinců (Dort B, 2012) a Malši s početností < 500 jedinců (Spisar, 2012b).

Západočeské lokality jsou v povodí řeky Rokytnice, samotná řeka Rokytnice s populací < 3 000 jedinců, Lužní potok s populací < 3 000 jedinců, Bystřiny s populací < 600 jedinců a povodí Pekelského potoka s populací < 35 000 jedinců (Spisar O. 2012d) a Jankovský potok na Vysočině s populací < 30 jedinců (Spisar, 2012c). Na všech výše uvedených lokalitách byli při inventarizacích a dalších pracích realizovaných v rámci záchranného programu nalezeni juvenilní jedinci.

V letech 2010 a 2011 bylo proveden genetický screenig na všech známých populacích perlorodek v České republice. Všechny západočeské populace tvoří samostatnou skupinu, zatímco jihočeské populace a populace z Vysočiny tvoří druhou skupinu (Patzenhaurová, Spisar, Bryja, 2011). I v rámci jihočeských populací existují významné rozdíly a populace se dělí do tří clusterů – populace v rámci povodí Blanice, povodí Malše a populace v povodí Teplé Vltavy, která je kombinací obou předchozích (Patzenhaurová, Spisar, Bryja, 2010; Patzenhaurová, Spisar, 2011).

2.3. Záchranné odchovy perlorodek

Ohrožení vodní živočichové, zejména sladkovodní mlži jsou uvážlivým cílovým druhem pro ochranu říčních ekosystémů, protože současně naplňují kritéria myšlenky vlajkové lodi, indikátoru a deštníkového druhu (Geist, 2010). Je třeba naléhavě vytvořit integrované přístupy k ochraně sladkovodní biodiversity (Gesit, 2011).

Na rozdíl od Severní Ameriky, kde se doposud vyvinuly metodiky a postupy odchovů pro více než 40 druhů mlžů, v Evropě se celé úsilí koncentrovalo na záchranu jediného druhu a to právě Perlorodky říční (Gum, Lange, Geist, 2011). V současnosti probíhají nebo probíhaly záchranné programy ve Španělsku, Francii, Lucembursku, Anglii, Irsku, Německu, České republice, Rakousku, Norsku, Švédsku.

2.4 Bioindikace

Bioindikace a biomonitoring jsou nedílnou součástí hodnocení všech typů vodních prostředí. Umožňují významným způsobem rozšířit charakteristiky sledovaných stanovišť, získané měřeními fyzikálních a chemických parametrů. Princip bioindikace vychází z poznatku, že společenstva organismů přítomných na daném stanovišti i jedinci sami jsou poznamenáni dlouhodobým a kumulativním účinkem komplexu životních podmínek, zahrnujícím jak přirozené, tak antropogenní vlivy (Velecká, 2002).

Využití vodních měkkýšů pro biomonitoring je ovlivněno vhodnou volbou terénních a vyhodnocovacích metod (Vrabec et al., 2000). Při bioindikačních testech je nutné používat juvenilní jedince perlorodky, jelikož v tuto dobu jsou nejvíce citlivější na znečištění (Spisar et al., 2008) a zároveň jejich malé rozměry umožňují použití i v malých tocích a i plošné testování v celém povodí včetně drobné kapilární sítě. Je třeba si ale uvědomit, že takto bioindikované lokality musí umožňovat přežívání druhu samotného, jinak není možné bioindikace provádět. Tím je dáno i určité omezené využití

juvenilních perlorodek k bioindikačním účelům „in situ“, protože testované toky musí splňovat vysoké parametry dané biologickými požadavky druhu. Juvenilní perlorodky je možné využít i k testům toxicity „ex situ“ a k testům úživnosti vzorků detritu, obecně potravního zásobení toku ex a in situ.

3. Cíl

Cílem práce je ověřit úživnost detritu z pramenišť a toků prostřednictvím juvenilních perlorodek metodou bioindikace, v kombinaci s měřením dalších fyzikálně-chemických parametrů.

Prostřednictvím analýz získaných dat vyhodnotit vlivy, které ovlivňují příjem potravy, růst a přežívání juvenilních perlorodek.

4. Metodika

4.1 Terénní mapování pramenišť

V rámci zimního mapování jsou vyhledávána nezamrzající prameniště, z tohoto důvodu se mapování provádí v době zámrazu a nejlépe ležící sněhové pokrývky. Prameniště jsou dělena na tři základní typy. Pramenný vývěr (*rheokren*), vývěr charakteru studánky (*limnokren*) a vývěr „bažinného typu“ s vegetací (*helokren*) (Just, 2005).

U nalezených helokrenů jsou měřeny základní fyzikálně-chemické parametry a popisován charakter prameniště. Měřené veličiny jsou teplota, pH, konduktivita, konduktivita

po provzdušnění vzorku, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- a Fe. Měření bylo prováděno pomocí digitálního refraktometru Merck, typ RQ_{slex}2.

V rámci hydrobiologického popisu prameniště je popisován a hodnocen výskyt jedinců těchto druhů: blešivec potoční (*Gammarus fossarum*), ploštěnka potoční (*Dugesia gonocephala*), perloočky sp. (*Cladocera sp.*), pošvatek sp. (*plecoptera sp.*) a zástupce hrachovek (*Pisidium sp.*). V rámci vegetačního hodnocení je popsán vegetační pokryv prameniště, zejména jsou vyhledávány rody ptačinec (*Stellaria*), řeřišnice (*Cardamine*), rozrazil (*Veronica*), zblochan (*Glyceria*) a rašeliník (*Sphagnum*).

4.2 Metodika bioindikace

4.2.1 Krátkodobá bioindikace:

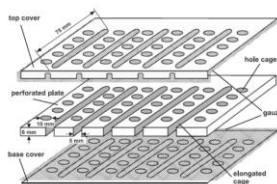
Odběr vzorku pro bioindikace je prováděn v jarním nebo letním období. Je odebírán směsný vzorek z celé plochy prameniště a na počátku pramenné stružky. Vzorek je odebírán a přesíván přes dvě síta. První, hrubší o velikosti ok 1 mm a druhé o velikosti ok 40 μm . Vzorek je odebírán do 1,5litrové lahve a je v chladicím boxu transportován do laboratoře, test je tedy prováděn „ex situ“. V laboratoři je vzorek pečlivě promíchán. Následně je z něj třikrát odebráno 10 ml a přenesen do kádinky o objemu 0,7 litru. Do ní je přilita voda do výšky dvou centimetrů. Voda používaná k doplňování kádinky musí pocházet z toku s výskytem perlorodek, nesmí být chemicky ani biologicky ošetřena a je u všech vzorků dané sady stejná. Pro každý test je náhodně vybráno deset perlorodek,

kteře jsou umístěny do kádinky k připravenému vzorku detritu. Test probíhá v teplotně řízených podmínkách při teplotě 16-18 °C po dobu 10 dní.

4.2.2 Dlouhodobé bioindikace:

Dlouhodobé bioindikace jsou prováděny „in situ“. K testům se používají bioindikační destičky, dle Buddensika (1995).

Destička je složena ze tří vrstev s provrtanými otvory, mezi které se vkládá filtrační tkanina o velikosti ok 40 µm, tedy stejná, jaká je používána při odběru vzorku na krátkodobé bioindikace.



Obr. č. 1: Bioindikační destička

Tyto destičky jsou pomocí železných trnů uchyceny v substrátu kolmo na proud. Po celou dobu průběhu testu je nutné v pravidelných intervalech kartáčkem očistit filtrační tkaninu. Destičky se umísťují v době hlavní vegetační sezóny, tedy od 1. 6. do 31. 8. v daném roce, délka testu je 92 dní. Po dobu průběhu testu jsou prováděny další doplňující fyzikálně-chemická měření a po celou dobu testu je na lokalitě umístěn teploměr s automatickým záznamem teploty.

I u dlouhodobých bioindikací jsou měřeny základní fyzikálně-chemické parametry toku, zastoupené těmito veličinami: pH, vodivost, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- a Fe. Měření je prováděno pomocí digitálního refraktometru Merck, typ RQ_{slex}2. Po celou dobu průběhu testu je na lokalitě umístěno automatické teplotní čidlo snímající

denní průběh teploty, a to minimálně v rozsahu 12 odečtů za den. Data jsou zpracována jako denní teplotní průměry a procentické rozložení v kategoriích $<12\text{ }^{\circ}\text{C}$, $12 < 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $15 < 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $>18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.3 Statistická analýza dat

Základní vyhodnocení je prováděno pomocí programu MS Excel – 2007 (dále jen Excel) a statistické výpočty a modely jsou prováděny ve statistickém programu STATISTICA 10 (dále jen Statistica).

V programu Statistica je proveden test normality dat, korelační analýzy sledovaných faktorů a vícerozměrné analýzy velikosti přírůstků ve vztahu k daným proměnným při hladině statistické významnosti na $\alpha = 0,05$, tedy se spolehlivostí 95 %. Grafické výstupy jsou formou projekcí do faktorových rovin.

U krátkodobých bioindikací je testován vliv parametrů na přírůstek, resp. statistická závislost přírůstku na u všech parametrů. U dlouhodobých bioindikací je testován vliv parametrů na přírůstek, resp. statistická závislost přírůstku na všech parametrech. Dále je testováno, zdali přírůstek závisí na rozložení teplot, konkrétně na procentu teplot rozdělených do intervalů $< 12\text{ }^{\circ}\text{C}$, $<12\text{ }^{\circ}\text{C}$, $15\text{ }^{\circ}\text{C}$), $<15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $18\text{ }^{\circ}\text{C}$) a $\geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5. Výsledky

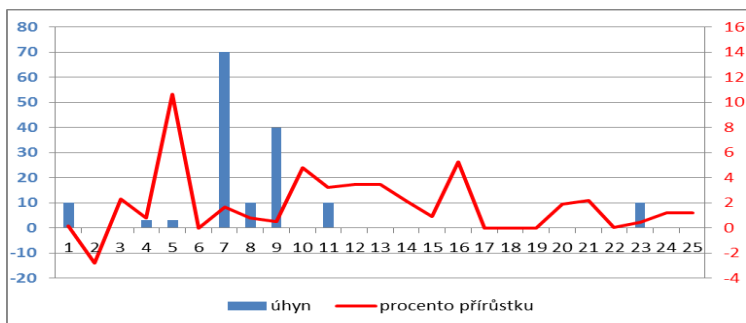
5.1 Terénní mapování pramenišť

Během zimního mapování bylo v obou povodích nalezeno a hodnoceno několik desítek pramenišť, konkrétně jich bylo nalezeno 10 v povodí Lužního potoka a 37 v povodí Kabelského potoka. Po základním vyhodnocení z nich bylo vybráno 5 pro krátkodobé bioindikační hodnocení v povodí Lužního potoka a 20 pramenišť bylo zahrnuto do testů v povodí Kabelského potoka.

5.2 Krátkodobé bioindikace

Krátkodobé bioindikace byly prováděny celkem na 25 vzorcích. Celkem bylo k bioindikačním testům použito 350 juvenilních perlorodek, a to 150 v povodí Lužního potoka a 200 v povodí Kabelského potoka.

Celkové přežití perlorodek bylo 94,6 %, přičemž na Lužním potoce to bylo 96,7 % a na Kabelském potoce 93 %. Přežívání na Lužním potoce bylo o 3,7 % vyšší, celkově však bylo velmi dobré (přes 90 %).



Graf č. 1: Procento úhynu a průměrného přírůstku u krátkodobých bioindikací

Tabulka č. 1 ukazuje variabilitu přírůstku v závislosti na vstupní velikosti perlorodek na počátku testu. Variabilita přírůstku byla samozřejmě ovlivněna i testovaným detritem, nicméně nejnižší variabilitu (nejvyrovnanějšího přírůstku) bylo dosaženo při vstupní velikosti 1 až 1,05 mm. Při zahrnutí velikostních kategorií od 0,75 po 1,25 mm dochází s rostoucí nebo snižující se velikostí jedince od 1mm k postupnému nárůstu variability přírůstku. Tyto kategorie byly méně početné, ale i tak se dá očekávat, že větším zastoupením těchto velikostních kategorií by se variabilita nesnížila.

Od velikostní kategorie 1,05 mm již nebyl zaznamenán úhyn jedince. Ve velikostních kategoriích 0,75 až 1,02 mm jsou úhyny zaznamenány. Nejnižší úhyn, vzhledem k počtu jedinců byl v kategorii od 0,9 do 0,95 mm, nejvyšší úhyny 20 % a 25 % byly ve dvou nejnižších kategoriích, tedy od 0,75 do 0,85 mm. Při kombinaci parametrů přežití a variability přírůstku se ukazuje jako

nejvýhodnější použití perlorodek pro bioindikační účely od velikosti 0,85 mm po 1,1 mm.

Tabulka č. 1: Variabilita přírůstku a úhynů v závislosti na vstupní velikosti jedince na počátku testu u krátkodobých bioindikací

velikostní kategorie perlorodek (μm)	počet jedinců v kategorii	počet přeživších jedinců v kategorii	variabilita přírůstku absolutní	variabilita přírůstku relativní	úhyn absolutní	úhyn relativní	úhyn k počtu jedinců v kategorii
<750, 800)	5	4	98,512	12,65%	1	5,30%	20,00%
<800, 850)	12	9	86,874	10,53%	3	15,80%	25,00%
<850, 900)	20	19	43,958	4,97%	1	5,30%	5,00%
<900, 950)	40	39	38,599	4,18%	1	5,30%	2,50%
<950, 1000)	88	82	32,454	3,36%	6	31,60%	6,82%
<1000, 1050)	132	125	33,483	3,26%	7	36,80%	5,30%
<1050, 1100)	26	26	49,430	4,61%	0	0%	0%
<1100, 1150)	16	16	86,355	7,70%	0	0%	0%
<1150, 1200)	3	3	90,949	7,75%	0	0%	0%
<1200, 1250)	5	5	95,978	7,85%	0	0%	0%
<1250, 1300)	2	2	47,723	3,79%	0	0%	0%
<1300, 1350)	1	1			0	0%	0%
Suma	350	331	46,369	4,67%	19	100,00%	5,40%

Základní fyzikálně-chemické parametry měřené na prameništích v době odběrů vzorků, analýza vápníku provedená ze vzorku detritu a absolutní změna přírůstku byly použity při korelační analýze.

Ve vztahu k přírůstku se jako nejvýznamnější parametr celkově projevovala konduktivita a pH jako pozitivní faktor, zatímco NH_4^+ , NO_3^+ a NO_2^+ byly významným limitujícím faktorem. Vliv vápníku se na absolutním přírůstku neprojevoval, resp. nebyl vyhodnocen jako relevantní faktor.

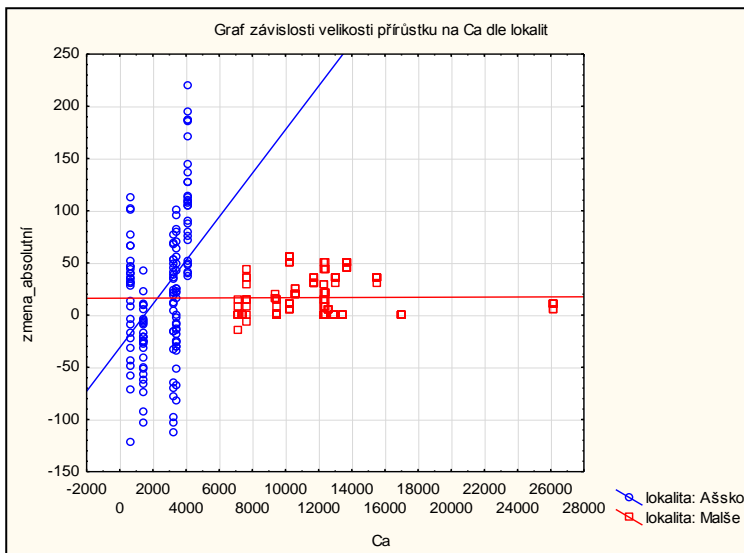
Tabulka č. 2: Korelace základních fyzikálně-chemických parametrů mezi sebou a k absolutnímu přírůstku pro Lužní potok. Červeně označené jsou na hladině významnosti $\alpha = < 0,05$.

Krátkodobé bioindikace, korelace k absolutnímu přírůstku, LP										
	Průměry	Sm.odch.	pH	kon1	kon2	NH4	NO2	NO3	Ca	přírůstek (změna absolutní)
pH	6,299	0,414	1,000000	0,633095	0,552619	-0,052790	0,093134	-0,476432	-0,549863	0,218481
kon1	91,954	42,047	0,633095	1,000000	0,993902	-0,341687	-0,523352	-0,732388	0,239927	0,549887
kon2	120,699	54,892	0,552619	0,993902	1,000000	-0,352458	-0,602444	-0,738375	0,311623	0,545264
Nh4	0,296	0,290	-0,052790	-0,341687	-0,352458	1,000000	-0,075906	0,776236	-0,271054	-0,364201
NO2	0,061	0,059	0,093134	-0,523352	-0,602444	-0,075906	1,000000	0,324050	-0,446176	-0,140837
NO3	2,110	1,605	-0,476432	-0,732388	-0,738375	0,776236	0,324050	1,000000	-0,034504	-0,364981
Ca	2571,862	1293,345	-0,549863	0,239927	0,311623	-0,271054	-0,446176	-0,034504	1,000000	0,403173
přírůstek (absolutní změna)	22,467	66,978	0,218481	0,549887	0,545264	-0,364201	-0,140837	-0,364981	0,403173	1,000000

Tabulka č. 3: Korelace základních fyzikálně-chemických parametrů mezi sebou a k absolutnímu přírůstku pro Kabelský potok. Červeně označené jsou na hladině významnosti $\alpha = < 0,05$.

Krátkodobé bioindikace, korelace k absolutnímu přírůstku, KB										
	Průměry	Sm.odch.	pH	kon1	kon2	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Ca	přírůstek (změna absolutní)
pH	6,01	0,417	1,000000	0,173131	0,191479	-0,024617	-0,031034	-0,086375	0,037078	0,258443
kon1	64,87	26,626	0,173131	1,000000	0,943321	-0,040741	-0,219265	-0,242480	0,313491	0,329794
kon2	71,60	29,785	0,191479	0,943321	1,000000	0,164023	-0,156396	-0,219755	0,192845	0,261539
Nh ₄	0,29	0,247	-0,024617	-0,040741	0,164023	1,000000	0,249833	0,128584	-0,426721	-0,051342
NO ₂	0,12	0,205	-0,031034	-0,219265	-0,156396	0,249833	1,000000	0,888166	0,007086	-0,305125
NO ₃	0,06	0,090	-0,086375	-0,242480	-0,219755	0,128584	0,888166	1,000000	-0,050861	-0,329942
Ca	12434,47	4164,366	0,037078	0,313491	0,192845	-0,426721	0,007086	-0,050861	1,000000	0,010692
přírůstek (absolutní změna)	16,77	18,142	0,258443	0,329794	0,261539	-0,051342	-0,305125	-0,329942	0,010692	1,000000

Ve vztahu k přírůstku se jako nejvýznamnější parametr celkově projevovala konduktivita a pH jako pozitivní faktor, zatímco NH₄⁺, NO₃⁺ a NO₂⁺ byly významným limitujícím faktorem. Vliv vápníku se na absolutním přírůstku neprojevoval, resp. nebyl vyhodnocen jako relevantní faktor.



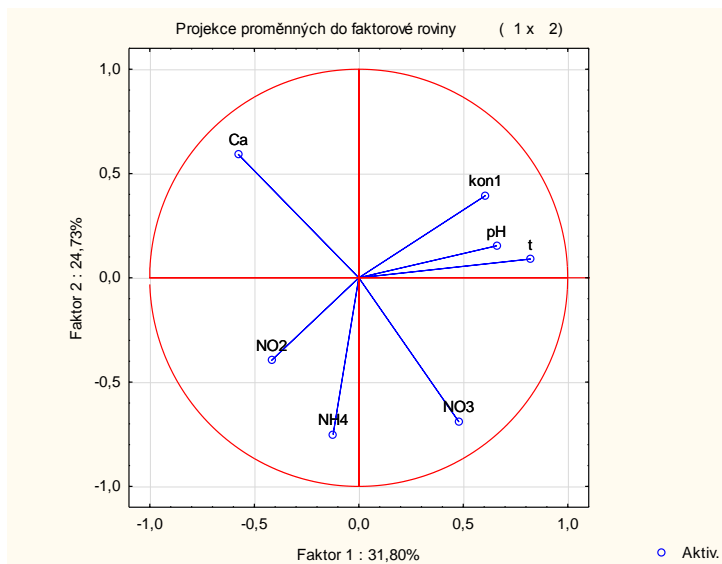
Graf č. 2: Závislost absolutního přírůstku na obsahu vápníku v detritu.

Na Kabelském potoce samotný obsah vápníku pouze vykazuje pozitivní závislost ke konduktivitě a negativní závislosti a NH_4^+ .

Na Lužním potoce zůstává pozitivní vazba mezi vápníkem a přírůstkem, ale jsou zde i negativní závislosti mezi vápníkem a pH, NH_4^+ a NO_2^- .

Vliv fyzikálně-chemických parametrů ve vztahu k přírůstkem byl analyzován pomocí analýzy hlavních komponent. Její výsledky jsou zde shrnuty formou 2D grafů. Podstatná je délka a shoda směrů. Nové faktory/komponenty jsou tvořeny jako lineární kombinace všech původních proměnných tak, aby bylo vysvětleno co nejvíce rozptylu (variability) v těchto proměnných. Tedy čím je spojnice

původní proměnné na grafu delší, tím větší má vliv zastoupení v těchto prvních dvou komponentách, do kterých je zobrazena. Do analýzy byly zahrnuty všechny měřené veličiny.



Graf č. 3: Projekce do faktorových rovin, všechny bioindikace

První dvě komponenty vysvětlují 56,5 % variability. Z tohoto pohledu jsou nejvýznamnějšími vlivy teplota a vápník, nejnižší je u NO_2^- . Z pohledu směřového působení společně se projevují t, pH a konduktivita, druhou, nikoliv tak konzistentní skupinou, jsou amoniak, dusitany a dusičnany a zcela samostatně působí vápník.

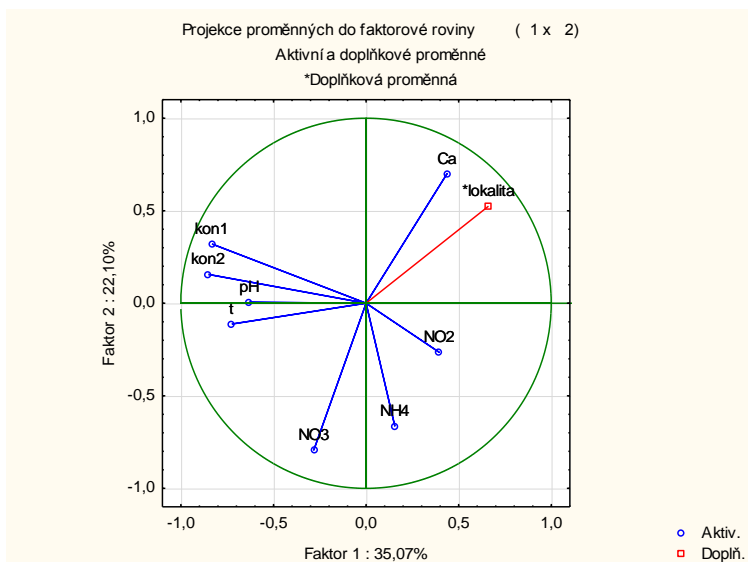
V rámci prováděných testů bylo hodnocení prováděno na základě hypotézy, že měřené veličiny popisují všechny jevy, které

ovlivňují kvalitu detritu. Tak tomu úplně ve skutečnosti není, jelikož samy měřené hodnoty se vzájemně ovlivňují (např. závislost pH a vodivosti na teplotě).

Z tohoto důvodu byla provedena analýza hlavních komponent s „doplňkovou proměnnou“ nazvanou lokalita. Ta je následně zobrazena do grafu. Její promítnutí do grafu neznamena, že tato proměnná popisuje v tuto chvíli neznámé faktory, ale pouze modeluje situaci, kdy existují další neznámé parametry. Tyto jistě existují a je nutné je poznávat a postupně do analýz zahrnovat.

V této analýze první dvě komponenty vysvětlují 57,2 % variability. Směrově společně působí teplota, pH a konduktivita, druhou skupinou jsou dusitany, dusičnany a amoniak a třetí skupina zahrnuje vápník a „doplňkovou proměnnou“. Zahrnutím doplňkové proměnné se zvýšila vypovídací hodnota na prvních dvou komponentách pouze o 0,7 %.

Nejvýznamnější působení je u konduktivity, dusičnanů, vápníku a „doplňkové proměnné“, u ostatních je vliv postupně nižší.



Graf č. 4: Projekce do faktorových rovin, zahrnuta doplňková proměnná

5.3 Dlouhodobé bioindikace

Dlouhodobé bioindikace byly prováděny za použití celkem 300 juvenilních perlorodek. Z 300 jedinců použitých při testech jich v průběhu testů uhynulo 48, což je 16 %. Úhyn a přežití u testů, které byly zahrnuty do statistického hodnocení, byl 13,3 %, resp. 86,7 %.

Tabulka č. 4 ukazuje variabilitu přírůstku v jednotlivých velikostních kategoriích použitých perlorodek a úhyny v daných velikostních kategoriích. Zde již nelze jednoduše určit vhodnou velikostní kategorii perlorodek vzhledem k variabilitě přírůstku, jelikož již je nutné brát ohled i na úhyny jedinců v daných kategoriích.

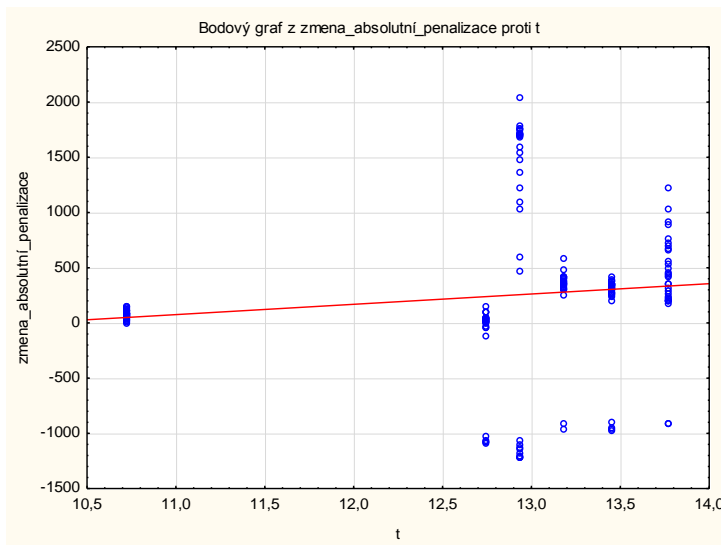
Tabulka č. 4: Variabilita přírůstku a úhyny v závislosti na vstupní velikosti jedince na počátku testu u dlouhodobých bioindikací

velikostní kategorie perlorodek (µm)	počet jedinců v kategorii	počet přeživších jedinců v kategorii	variabilita přírůstku absolutní	variabilita přírůstku relativní	úhyn absolutní	úhyn relativní	úhyn k počtu jedinců v kategorii
<750, 800)	4	2	23,140	2,90%	2	4,17%	50,00%
<800, 850)	3	2	136,989	16,53%	1	2,08%	33,33%
<850, 900)	24	21	155,174	17,79%	3	6,25%	12,50%
<900, 950)	31	21	149,323	16,14%	10	20,83%	32,26%
<950, 1000)	40	33	161,872	16,78%	7	14,58%	17,50%
<1000, 1050)	28	18	118,896	11,73%	10	20,83%	35,71%
<1050, 1100)	23	17	132,920	12,38%	6	12,50%	26,09%
<1100, 1150)	20	17	150,553	13,38%	3	6,25%	15,00%
<1150, 1200)	26	24	111,598	9,51%	2	4,17%	7,69%
<1200, 1250)	20	16	401,414	32,49%	4	8,33%	20,00%
<1250, 1300)	23	23	613,074	47,84%	0	0%	0%
<1300, 1350)	18	18	523,110	40,04%	0	0%	0%
<1350, 1400)	14	14	786,938	57,70%	0	0%	0%
<1400, 1450)	10	10	628,247	44,05%	0	0%	0%
<1450, 1500)	3	3	369,394	25,01%	0	0%	0%
<1500, 1550)	6	6	352,496	23,05%	0	0%	0%
<1550, 1600)	4	4	111,893	6,63%	0	0%	0%
<1600, 1650)	1	1			0	0%	0%
<1650, 1700)	2	2	570,711	34,08%	0	0%	0%
Suma	300	252	422,531	31,12%	48	100,00%	19,05%

Z pohledu variability se nejvyrovnanější skupina seskupila okolo velikostí 1 mm až 1,2 mm. Největší procento úhynu bylo u nejmenších jedinců, a to 50 %, nicméně ztráty přesahující 30 % jsou i v dalších třech velikostních kategoriích.

Závislost velikosti individuálních přírůstků perlorodek na průměrné teplotě na lokalitě v době testů byla vynesena do grafu. Data byla analyzována pomocí regresní analýzy

a bylo prokázáno, že průměrná teplota nemá statisticky významný vliv na přírůstek.



Graf č. 5: Průměrná teplota v jednotlivých testech a individuální rozložení přírůstků.

Stejná analýza byla provedena i pro jednotlivé teplotní kategorie. Ze všech teplotních kategorií je ve vztahu k přírůstku statisticky významná pouze skupina teplot nižších než 12 °C. Nicméně tato závislost je negativní, tedy nárůst hodnot v této kategorii povede ke snížení přírůstků. U ostatních teplotních kategorií je tato závislost pozitivní, ale není statisticky významná. Samotný nárůst teploty nepovede tedy sám o sobě ke zvýšení přírůstků, jelikož existují další faktory ovlivňující schopnost přirůstat.

Tabulka č. 5: Procentuální zastoupení naměřených hodnot v jednotlivých kategoriích.

Teplotní kategorie	1	2	3	4	5	6
<min; 12)	23,51%	25,54%	29,35%	80,16%	21,92%	23,69%
<12; 15)	49,31%	53,43%	58,15%	19,81%	66,49%	43,66%
<15; 18)	21,62%	19,02%	12,50%	0,03%	10,78%	26,86%
<18; max>	5,55%	2,01%	0,00%	0,00%	0,82%	5,80%
Sum	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tab. č. 6: Korelační matice průměrné teploty, distribuce teplotních kategorií a změny absolutního přírůstku se zohledněným úhynem

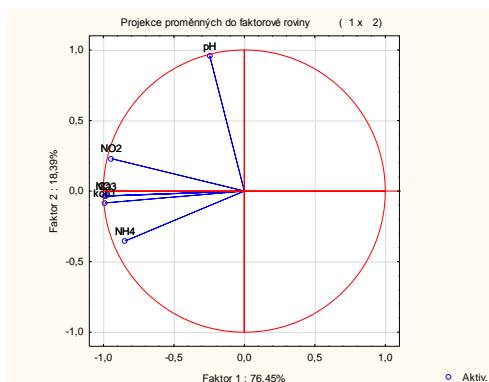
Proměnná	Korelace (dlouhodobé.sta) Označ. korelace jsou významné na hlad. p < ,05000 N=180 (Celé případy vynechány u ChD)							
	Průměry	Sm.odch.	t	zmena_absolutní_penalizace	<min; 12)	<12; 15)	<15; 18)	<18; max>
t	12,7993	0,9892	1,000000	0,137652	-0,954030	0,682123	0,937458	0,699710
zmena_absolutní_penalizace	243,0657	671,1049	0,137652	1,000000	-0,148991	0,143996	0,088264	0,090327
<min; 12)	0,3403	0,2082	-0,954030	-0,148991	1,000000	-0,869356	-0,793002	-0,478357
<12; 15)	0,4848	0,1469	0,682123	0,143996	-0,869356	1,000000	0,391071	0,006365
<15; 18)	0,1513	0,0867	0,937458	0,088264	-0,793002	0,391071	1,000000	0,855733
<18; max>	0,0236	0,0244	0,699710	0,090327	-0,478357	0,006365	0,855733	1,000000

Jako u krátkodobých bioindikací byl testován vliv dalších faktorů na velikost přírůstku. S výjimkou teploty, tedy průměrné teploty za dobu sledování, jsou všechny ostatní veličiny statisticky významné ve vztahu k velikosti přírůstku.

Tab. č. 7: Korelační matice průměrné teploty, průměrných hodnot fyzikálně-chemických parametrů a změny absolutního přírůstku se zohledněným úhynem

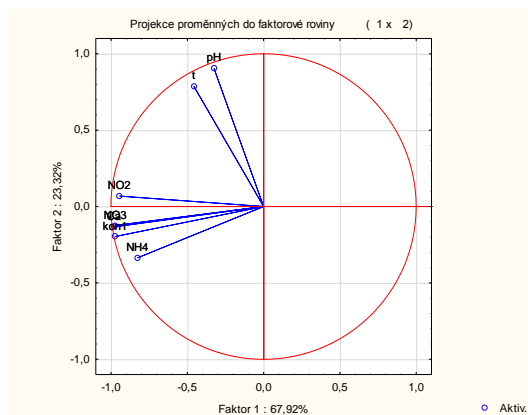
Korelace (dlouhodobé.sta) Označ. korelace jsou významné na hlad. p < ,05000 N=180 (Celé případy vynechány u ChD)										
Proměnná	Průměry	Sm.odch.	zmena_absolutní penalizace	t	pH	kon1	NH4	NO2	NO3	Ca
zmena_absolutni_penalizace	243,0657	671,1049	1,000000	0,137652	0,250341	0,295941	0,199542	0,366485	0,282344	0,292377
t	12,7993	0,9892	0,137652	1,000000	0,758951	0,268829	0,222833	0,383826	0,345069	0,332833
pH	6,7903	0,3271	0,250341	0,758951	1,000000	0,144583	-0,074361	0,428354	0,199641	0,200886
kon1	79,5544	44,1060	0,295941	0,268829	0,144583	1,000000	0,826194	0,930514	0,979428	0,987438
NH4	0,0739	0,0358	0,199542	0,222833	-0,074361	0,826194	1,000000	0,693477	0,793303	0,813745
NO2	0,0099	0,0067	0,366485	0,383826	0,428354	0,930514	0,693477	1,000000	0,889653	0,907444
NO3	6,1567	5,7280	0,282344	0,345069	0,199641	0,979428	0,793303	0,889653	1,000000	0,998211
Ca	9,5100	3,4519	0,292377	0,332833	0,200886	0,987438	0,813745	0,907444	0,998211	1,000000

Projekcí do faktorových rovin je více upřesněna závislost a směrové působení všech faktorů. Při promítnutí parametrů získaných při všech testech s výjimkou teploty vidíme, že jejich velikost působení je stejně významná a z pohledu směrového jsou zde dvě skupiny. Samostatně působí pH, ostatní parametry se seskupily společně. Vypovídací hodnota je velmi vysoká, protože těmito dvěma faktory je vysvětleno téměř 95 % variability



Graf č. 6: Projekce faktorových rovin dlouhodobých bioindikací, bez teploty

Při zahrnutí parametru teploty se nepatrně snižuje vypovídací hodnota prvních dvou faktorů, ale stále je velmi vysoká na úrovni 91 %. Potvrzuje se tak silné vzájemné spolupůsobení a nemožnost stanovit hlavní parametr ovlivňující velikost přírůstku na lokalitě.



Graf č. 7: Projekce faktorových rovin dlouhodobých bioindikací, všechny parametry

6. Shrnutí výsledků

Při všech testech na obou lokalitách bylo použito celkem 650 juvenilních perlorodek.

Celková úmrtnost v povodí Lužního potoka byla 12 %, v povodí Malše 7,6 %, přežití 88 % na Lužním potoce a 92,4 % na Malši.

Průměrné přírůstky u krátkodobých bioindikací byly o 67 % vyšší na Lužním potoce než v povodí řeky Malše (Kabelského potoka), ale u dlouhodobých bioindikací byly vyšší o 41 % na Malši než na Lužním potoce.

Stabilita fyzikálně-chemických parametrů byla lepší v povodí Malše, resp. můžeme říct, že v povodí řeky Malše jsou příznivější chemické podmínky pro život perlorodek.

Při individuálním pohledu na výsledky jednotlivých krátkodobých testů bylo dosaženo nejvyššího relativního průměrného přírůstku na Lužním potoce (10,6 %), ale zároveň zde byla i nejvyšší relativní průměrná ztráta (-2,8 %). Nejvyšší úmrtnost byla na Kabelském potoce (70 %).

Při pohledu na jednotlivé výsledky u dlouhodobých bioindikací testů bylo dosaženo nejvyššího relativního průměrného přírůstků na Lužním potoce (110,8 %), nejnižšího relativního průměrného přírůstků rovněž na Lužním potoce (1,55 %). Přežití 100 % bylo dosaženo pouze během jednoho testu na Lužním potoce, nejvyšší úmrtnost byla také na Lužním potoce (70 %).

7. Závěr

Provádění bioindikačních testů má smysl při hodnocení potravního zásobení lokalit a je použitelné pro hodnocení změn v potravním zásobení toku. Dá se předpokládat, že změny v pramenných oblastech nebo prameništích povedou ke změně podmínek, za nichž detrit vzniká. Bioindikační testy na juvenilních perlorodkách jsou v současnosti jedinou metodou, která je schopna ověřit jejich souhrnné působení na kvalitu detritu a prokázat pozitivní nebo negativní změnu ve využitelnosti detritu jako potravního zdroje perlorodek.

Je zřejmé, že bioindikační testy se snaží popisovat a vyhodnocovat pouze jeden směr, mající vztah k celoevropským snahám o záchranu perlorodky říční, a to vliv přirozené potravy na růst a přežívání na lokalitách jejího výskytu. Složitost jejího reprodukčního cyklu, silná vazba na celé povodí a procesy v něm nezbytně vedou k vyvíjení metod popisujících kvalitu biotopu pro perlorodky i z jiných pohledů než jenom samotného potravního zásobení. Jde zejména o metody vyhodnocující splaveninový a sedimentační režim lokalit, metody využívající fyzikálně-chemických vazeb mezi substrátem a volnou vodou pro hodnocení možnosti přežití juvenilních jedinců v substrátu a populační a genetické studie perlorodky a hostitele. Kombinace těchto metod umožňuje zhodnotit dostatečně široce vhodnost daných povodí pro perlorodky a vybrat ty lokality, na něž má smysl koncentrovat úsilí ve vztahu k budoucímu zachování druhu v Evropě.