

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Biologická fakulta



Bakalářská práce

2007

**Vliv predace norkem americkým na populace raka
kamenáče**

Petr Pavlůvčík

školitel: Ing. Martin Šálek

konzultant: Mgr. David Fischer

Bakalářská diplomová práce

P. Pavlůvčík¹, D. Fisher², M. Šálek^{1,3}, F. Sedláček^{1,3}, Vliv predace norkem americkým populace raka kamenáče [Impact of american mink on stone crayfish populations]

¹Department of Zoology, Faculty of Biological Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

²Mining museum Příbram, Náměstí Hynka Kličky 293, 261 01 Příbram VI - Březové Hory.

³Institute of Systems Biology and Ecology, Academy of Sciences of the Czech Republic, České Budějovice, Czech Republic

Summary:

1. Impact of introduced American mink (*Mustela vison*) predation on endangered stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) was examined in western Bohemian middle-sized streams for two years. Mink diet selectivity and its impact on its prey abundance were been investigating as the main target of this study.

2. The mink diet was described from excrements which were found on the target areas. The importance of different types of prey was specified by their relative numeric contribution to diet. The number of hunted crayfish was elicited from the number of crayfish remains which were collected during two years. The crayfish abundance was determined by capture – recapture method.

3. The crayfish was most frequently observed component of mink diet. The rate of mink predation on crayfish was dependent on density of crayfish population. This observed rate was lower during winters than during summers. The mink preferred significantly longer crayfish than was the mean of this value in population.

4. Although the crayfish was important part of mink diet the trend of impact of mink on crayfish is still inexplicit. It would be important to continue in this research to determine correlation between these two species.

Key words

Mustela vison, *Austropotamobius torrentium*, predation, prey selectivity, mink diet, prey abundance, Czech Republic

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 9.5.2007

Petr Pavlůvčík

Poděkování

Rád bych poděkoval Martinu Šálkovi a Davidu Fischerovi za odborné vedení mé práce. Dále bych chtěl poděkovat Oldřichu Nedvědovi za zpřístupnění laboratoře a Marii Pacovské za konzultaci při analýze potravy norka a Viole Pavlové za pomoc při zpětných odchycích.

Obsah

Úvod	2
Metodika	4
Charakteristika sledované oblasti	4
Sběr dat	5
Sběr požírků	5
Potravní analýza	6
Populační hustota kořisti	6
Statistika	7
Výsledky	8
Potrava norka amerického	8
Početnost a hustota populací raka kamenáče	9
Míra predace	9
Rozdíly mezi potravní nabídkou a potravou	12
Teoretický odhad energetických nároků norka amerického	14
Diskuse	15
Literatura	18
Příloha	21
Popisy jednotlivých úseků	21
Vzájemné závislosti jednotlivých rozměrů raků	24
Obrazová příloha	25

Úvod

Norek americký (*Mustela vison*) je nepůvodní severoamerický druh, který se v Evropě rozšířil únikem z farmových chovů (Anděra & Hanzal 1996). Od počátku šedesátých let minulého století, kdy byly první jedinci zjištěni ve volné přírodě, tento druh úspěšně osídluje různé typy vodních habitatů. Na začátku invaze bylo možné rozlišit na našem území několik samostatných populací, z nichž asi největší se nacházely okolo řeky Berounky a ve Středním Povltaví, avšak v současné době jeho výskyt má charakter souvislého rozšíření po téměř celém území (Červený et al. 2001, Červený et al. 2003). Rychlostí kolonizace nových lokalit nemá tento druh mezi savci konkurenci. To mu umožňuje především jeho habitatová adaptabilita, absence přirozených predátorů a potravní oportunistus (Allen 1986, Dunstone 1993).

Volně žijící norci využívají široké spektrum potravních zdrojů jehož základ tvoří drobnější formy savců, ptáků, ryb a bezobratlí živočichové. Mnoho autorů (shrnutí v Dunstone 1993, Ben-David et al. 1997) uvádí velké sezónní variance ve složení potravy, závislé na specifičnosti lokality, potravní nabídce a roční době. Zajímavým aspektem v potravní ekologii volně žijících norků je i individuální potravní specializace. Někteří jedinci se specializují na lov určité potravy, a tím mohou mít velký predanční vliv na daný druh (Ireland 1990, Smal 1991, Craik 1995, Dunstone 1993).

Rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*) je v ČR zařazen mezi kriticky ohrožené druhy živočichů. Na celém území České republiky dnes existuje zhruba 35 lokalit s jeho výskytem (Fischer 2001). Současná populace raka kamenáče je na našem území ohrožena především necitlivými zásahy do vodních toků a račím morem (*Aphanomyces astaci*) (Fischer et al. 2004), což je plísňové onemocnění, které je pro evropské druhy raků latentní a je šířeno americkými druhy raků, kteří jsou vůči němu rezistentní (Vorburger & Ribi 1999). Raci často bývají důležitou složkou potravy různých predátorů (shrnutí v Beja 1996, Dorn et al. 2004,), a proto dalším faktorem, který by mohl nepříznivě ovlivňovat přežívání jeho populace je vliv nepůvodních predátorů, v tomto případě norka amerického (Fischer et al. 2004).

Introdukovaný norek může mít silný predanční vliv na divoké populace mnohých původních druhů živočichů. V různých pracích byl prokázán vliv norka na populace hryzce vodního (*Arvicola terrestris*) (Rushton et al. 2004), ostrovní populace mořských ptáků (Nordström & Korpimäki 2004), vodní ptáky hnízdící v terestrickém mokřadech (Ferrerias et al. 1999, Bartoszewicz & Zalewski 2003) a také byla prokázána možnost zaměření norka na

lov raků (Smal 1991). Na území České republiky byla provedena studie, zabývající se potravním složením norka která potvrdila výrazný potravní oportunistus norka a jeho schopnost využít jak bezobratlé živočichy tak i všechny skupiny vodních i suchozemských obratlovců (Poledník & Poledníková 2005). Dále byl prokázán významný negativní vliv norka amerického na populace vodního ptactva (Šálek et al. 2004), užovky podplamaté (*Natrix tessellata*) (Kapler 1994) a raka kamenáče (*Austropotamobius torrentium*) (Fischer et al. 2004).

Hlavním cílem této studie byl odhad velikosti predace introdukovaného predátora na populace kriticky ohroženého raka kamenáče na středně velkých říčních tocích. Důraz byl především kladen na vliv norka na početnost a velikostní strukturu račí populace a potravní selektivitu.

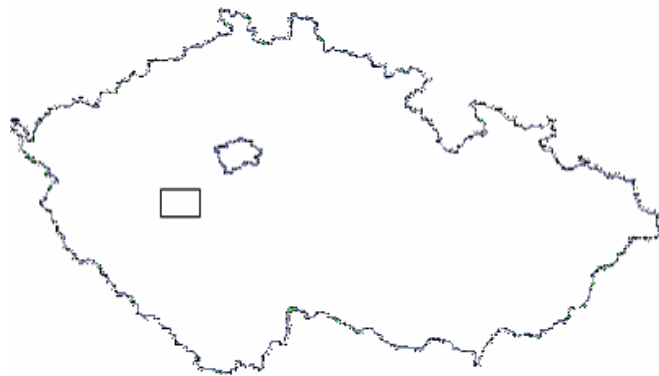
Metodika

Charakteristika sledované oblasti

Sledované území o celkové velikosti 80 km² se nachází v jižní části Brdské vrchoviny (49°45'15.68"N, 13°57'52.39"E) (Obr. 1). Celé pohoří je součástí Poberounské soustavy a nachází se uprostřed mezi řekami Vltavou na východě a Berouňkou na severu. Brdy jsou tvořeny starohorními a prvohorními horninami a to především křemitými slepenci a droby kambrického původu. Vrcholy dosahují výšek v rozmezí od 650-865 m.n.n., údolí se pohybují ve výškách okolo 400-500 m.n.m.. Zkoumané lokality se nacházely v severní části Jižních Brd blízko hranice s územím Středních Brd a vojenského újezdu VVP Brdy (Jince). Nejvýznamnějšími toky jsou zde Mítovský potok, který je přítokem Bradavy a samotná Bradava, která odvádí vodu do řeky Úslavy (Čáka 1986, Hejl 1987).

V jižní části Brdské vrchoviny pokrývají lesní porosty přibližně 40% plochy, louky 30%, pole 25% a na zastavěnou část připadá zbylých 5% z celkové rozlohy území. V zalesněných částech jsou obvyklé porosty bukové porosty s jedlím, dubem, smrkem, břízou a borovicí, v částech využívaných pro zemědělskou činnost jsou kolem toků zastoupeny především olše, javory, habry, jasany a vrby.

Mezi hlavní savčí predátory, jejichž výskyt byl v této oblasti potvrzen, kromě norka amerického (*Mustela vison*) dále patří: lasice kolčava (*Mustela nivalis*), lasice hranostaj (*Mustela erminea*), kuny (*Martes foina*, *Martes martes*), jezevec lesní (*Meles meles*), liška obecná (*Vulpes vulpes*), a ojediněle i tchoř tmavý (*Putorius putorius*) a vydra říční (*Lutra lutra*). Výjimečně byl na sledovaném území zaznamenán i psík mývalovitý (*Nyctereutes procyonoides*) (Anděra & Hanzal 1996).



Obr. 1: Umístění sledované lokality v rámci České republiky.

Sběr dat

Predační tlak byl celkem sledován na šesti úsecích, které byly vytvořeny celkem na 4 tocích (Bradava, Bojovka a Mítovský a Bílý potok). Každý z těchto úseků byl vyměřen tak, aby jeho délka byla 300m. Všechny lokality byly dlouhodoběji sledovány a byl zde již z minulosti znám výskyt obou cílových druhů. K datovému souboru byl dále zahrnut 7 km dlouhý úsek Padrt'ského potiku, nacházející se v prostoru vojenského újezdu VVP Brdy (Jince), který byl intenzivně sledován od roku 2000 (Fischer 2005). Průměrná vzdálenost jednotlivých úseků od sebe byla 3.5 km.

V každém z monitorovaných úseků byla dále vymezena plocha, která sloužila pro účely stanovení populačních charakteristik raka kamenáče (početnost, hustota a morfometrické parametry sledované populace). Tyto plochy byly reprezentativními výseky úseků, již používaných pro výzkumu predačního tlaku norků na populace raka kamenáče. Všechny plochy, určené pro stanovení populačních charakteristik raků, měly rozlohu přibližně 100 m².

Sběr požerků

Počet ulovených raků norkem a změny predačního tlaku byly určovány na základě sběru požerků. V tomto případě se jednalo o pozůstatky ulovených raků, zejména šlo o klepeta, kráčivé končetiny a občas i zbytky karapaxů (Obr. 10, str. 25). Sběr požerků sloužil k odhadu míry predace na jednotlivých zkoumaných úsecích, které byly předem pevně určeny. Při prvním sběru se odstraní všechny požerky. Poté byly sledované úseky znovu třikrát navštíveny v pravidelných týdenních intervalech. Při nalezení většího množství požerků nahromaděného na jednom místě, byl jejich počet určován na základě četnosti párů klepet, nebo počtu hlav, či karapaxů.

Jednotlivé sběry se prováděly na přelomu května a června (letní sběr) a od konce ledna do začátku března (zimní sběr). Pro určení predačního tlaku na lokalitách byla použita jednotka míry predace ($MP = (PC/y/m^2)/(C/m^2)$, kde MP je míra predace, PC je počet ulovených raků, y = 365 dní, C je zjištěná početnost račí populace na dané lokalitě). U nalezených požerků byla určována velikost ulovených raků na základě měření velikosti dochovaných klepet a karapaxů pomocí posuvného měřítka. Poté byly údaje o velikostech predovaných raků porovnány s údaji o velikostech jedinců ve sledovaných populacích raků.

Potravní analýza

Potravní analýza u norka byla prováděna pomocí rozboru trusu (Erlinge 1968, Poledník & Poledníková 2005). Před rozbohem byly jednotlivé vzorky trusu ponechány několik hodin v roztoku detergentu a, poté byly přes sítko opláchnuty proudem vody. Takto získaný nestrávený materiál (úlomky raků, kosti, šupiny, zuby, chlupy a peří) byl pozorován pomocí binokulární lupy. Jednotlivé nestrávené části byly rozpoznány pomocí určovacích klíčů (Libois 1988). U každé složky potravy byla určována frekvence jejího výskytu v letních a zimních sběrech. Trus byl sbírán na lokalitách, které byly shodné s těmi, kde byl prováděn sběr požerků. Potrava byla odděleně analyzována pro letní a zimní období. Celkově bylo rozebráno 49 kusů trusu.

Populační hustota kořisti

Odchyt raků za účelem stanovení jejich základních populačních charakteristik byl proveden v období od srpna do října 2005. Výzkum probíhal v období nízkých průtoků, při ideální průhlednosti vodního sloupce. Při odlovu raků byly prohledány všechny potenciální úkryty raků (kamery, podemleté břehy a mezery mezi potopenými kořeny). Pro zvýšení úspěšnosti při odchytu byla používána síťka o průměru 25 cm, která byla vkládána po proudu těsně za prohledávanou část koryta. Dna těchto úseků byla ihned po odchytu raků vracena do původního stavu. Odchycení raci byli značeni pomocí dobře viditelných fluorescenčních eleastomerů (VIE), které byly vpraveny do svaloviny na ventrální straně zadečkových článků (Obr. 9, str. 25). Zpětný odchyt byl prováděn druhý den. Tento krátký interval byl zvolen pro minimalizaci rizika naředění zkoumaného vzorku populace jedinci z blízkých částí toku. Kvůli omezení negativního vlivu na raky byl na každém úseku prováděn jen jeden zpětný odchyt.

K vyhodnocení velikosti populace byla použita metoda zpětného odchytu (capture – recapture) (Begon et al. 1990) Pro odhad početnosti populace byl použita Petersenova metoda, která je založena na Lincolnově indexu ($N = M \times C / R$, kde N je celkový počet jedinců, M počet všech označených jedinců, C počet všech jedinců ve zpětném odchytu, R počet označených jedinců ve zpětném odchytu) (Pivnička 1981) Hustota populace byla počítána pro aktuálně zaplavenou plochu úseku a také pro celkovou plochu úseku. Pro výpočet celkové plochy úseku byla použita průměrná šířka koryta mezi břehovými liniemi.

U odchylených jedinců byly měřeny tyto rozměry: celková délka těla, délka karapaxu, délka pravého klepete a hmotnost. Pro měření délek bylo použito posuvné měřítko s přesností na 0,1 mm a pro měření hmotnosti byly použity pružinové váhy. Změřené údaje byly později použity pro zjištění závislosti celkové délky raka na délce jeho klepete a závislosti celkové délky raka na délce jeho karapaxu. Pro tyto vztahy mezi jednotlivými délkami byly vypočítány regresní rovnice. Do těchto rovnic byly dosazeny hodnoty naměřené u nalezených požerků, přičemž byla upřednostňována rovnice pro vztah celkové délky a délky klepete, v případě, že nalezené požerky představovaly pouze karapaxy, byla použita druhá rovnice. Tímto způsobem byly získány celkové délky raků v úlovcích norků. Hmotnost průměrného raka v úlovku byla určena na základě průměru hmotností shodně velkých raků v populaci. Dále byly také zaznamenávány posttraumatické změny a případná ektoparazitace.

Statistika

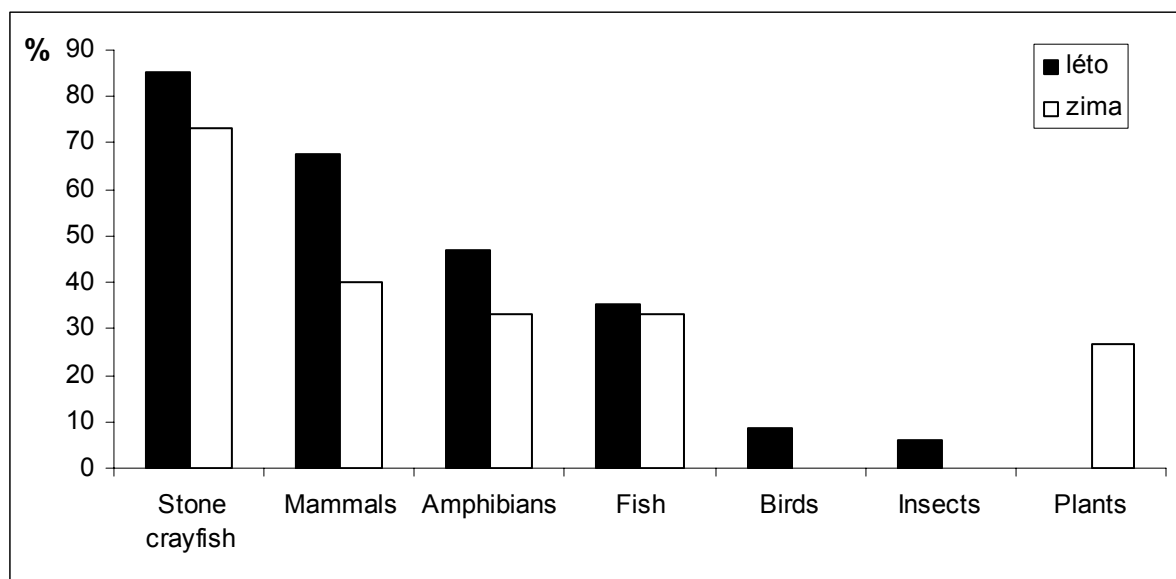
Průkaznost výsledků, vypočtených ze získaných dat, byla ověřována v počítačovém programu Statistica 7.1 (StatSoft. Inc. 2005). Pro porovnání rozdílů frekvencí ve výskytu raků v potravě norků během léta a během zimy byla použita metoda Chi – kvadrát, existence závislosti míry predace na hustotě populací raků byla ověřována pomocí lineární regrese, pro ověření závislosti celkové délky raka na délce klepete nebo karapaxu a získání rovnic těchto vztahů byla použita polynomiální regrese. Porovnání rozdílů v relativních počtů požerků na lokalitách mezi letním a zimním obdobím a porovnání rozdílů mezi jednotlivými roky bylo provedeno pomocí párového t-testu, tento test byl rovněž použit při porovnávání průměrných délek raků v populaci a v úlovcích norků na jednotlivých lokalitách. Při ověřování významnosti rozdílů ve frekvenci výskytu jednotlivých velikostních kategorií raků v populacích a v potravě norků byla použita kontingenční tabulka (Lepš 1996). V programu Statistica byly také počítány potřebné průměry dat, střední chyby průměrů a mody, dále byly v tomto programu vytvářeny krabicové grafy (box and whisker plot) a bodové grafy (scatter plot). Sloupcové grafy byly vytvořeny v programu Excel XP (Microsoft Corp. 2002).

Výsledky

Potrava norka amerického

V období mezi lednem 2005 a březnem 2007 bylo při kontrolách sledovaných lokalit nalezeno 49 kusů trusu. Hlavní složku potravy tvořili korýši (81,6 % kusů trusu), tato skupina byla zastoupena pouze jedním druhem, rakem kamenáčem (*Austropotamobius torrentium*). Dalšími důležitými složkami potravy byli drobní savci (59,2 %), obojživelníci (42,85 %) a ryby (34,7 %). Dále bylo zjištěno, že se v letním období v potravě vyskytovali ptáci (6,12 %) a hmyz (4,1 %) a v zimním období byl v potravě zjištěn výskyt rostlinné složky (8,16 %). Z ryb se nejčastěji vyskytovala vranka obecná (*Cottuus gobio*), která se vyskytovala ve 41,18 % kusů trusu, ve kterém byla nalezena ryba, další druhy ryb zastoupené v potravě norka byly pstruh potoční (*Salmo trutta*) (35,29 %), okoun říční (*Perca fluviatilis*) (23,53 %), cejnek malý (*Blicca bjoerkna*) (17,65 %) a štika obecná (*Esox lucius*) (5,88 %).

Při porovnání rozdílů složení potravního spektra během léta (n = 29) a zimy (n = 11) vyplynulo ze statistického zhodnocení, že neexistuje průkazný rozdíl mezi těmito daty (t = 0,986; df = 6; p = 0,362) (Obr. 2). Průkazný rozdíl nebyl zaznamenán ani u četnosti výskytu raků v potravě mezi letním a zimním obdobím ($\chi^2 = 0,915$; df = 1; p = 0,339). Zajímavým zjištěním byl nález rostlinné složky v zimních měsících. Jednalo se především o drobné bobuloviny.



Obr. 2: Rozdíly v zastoupení jednotlivých složek potravy norka amerického během letního a zimního období (p = 0,362). (stone crayfish – rak kamenáč, mammals – savci, amphibians – obojživelníci, fish – ryby, birds – ptáci, insects – hmyz, plants – rostliny)

Početnost a hustota populací raka kamenáče

Početnost a hustota populací raka kamenáče na sledovaných lokalitách byla určována na základě dat získaných ze zpětných odchyť raků, které byly provedeny v období od srpna do října 2005.

Při prvním odchytu bylo nejvíce chyceno 168 raků (v Hořehledech) a nejméně 70 (v Číčově), průměrný počet raků odchycených při prvním odchytu byl 100,63 ($\pm 10,75$). Při zpětných odchytech se množství označených raků pohybovalo mezi 10,5% v Číčově a 47% označených raků na Bílém potoce, průměrně se ve zpětných odchytech vyskytovalo 26,186% ($\pm 3,84$) označených raků. Hustota populace raků pro aktuálně zaplavené koryto se pohybovala na daných lokalitách v rozmezí od 4,21 jedince m^{-2} do 6,8 jedince m^{-2} a průměrná hodnota byla 5,4 jedince m^{-2} ($\pm 0,36$). Pro celou šíři koryta byly zjištěny hustoty, které se pohybovaly od 2,48 jedince m^{-2} do 4,8 jedince m^{-2} a průměr těchto hodnot byl 3,45 jedince m^{-2} ($\pm 0,24$) (Tab. 1). Kvůli změnám šířky zaplavené části koryta v průběhu roku byly pro další výpočty používány pouze hodnoty hustot populací pro celou šíři koryta, tyto hodnoty se na jednotlivých sledovaných lokalitách průkazně lišily ($\chi^2 = 7,028$; $df = 8$; $p = 0,534$). Při odchytech byla nejpočetněji zastoupena velikostní kategorie raků od 35 do 50 mm.

Lokalita	Plocha úseku		Početnost populace	Hustota populace (počet jedinců/m ²)	
	Celková (m ²)	Aktuální (m ²)	Počet jedinců na sledovaném úseku	Celá plocha koryta	aktuální plocha koryta
Padrt'ský potok 1	144	108	482 \pm 29	3,35	4,46
Padrt'ský potok 2	132	99	439 \pm 27	3,33	4,43
Padrt'ský potok 3	140	105	442 \pm 31	3,16	4,21
Bílý potok	120	60	343 \pm 5	2,86	5,72
Bradava - Borovno	200	100	602 \pm 11,5	3	6
Bradava - Hořehledy	100	75	373 \pm 17	3,73	4,97
Bojovka - Těnovice	90	54	387 \pm 19	4,3	7,17
Bojovka - Číčov	142	100	680 \pm 133	4,8	6,8
Mítovský potok	160	80	397 \pm 32	2,48	4,96

Tab. 1: Početnost a hustota populací raka kamenáče na sledovaných lokalitách (Aktuální plocha úseku = délka úseku x aktuální zaplavená šířka toku, Celková plocha úseku = délka úseku x šířka koryta mezi břehovými liniemi)

Míra predace

Množství predovaných raků bylo určováno na základě sběru požerků na vybraných lokalitách v průběhu ledna až března (zimní období) a od konce května do začátku července (letní období). Celkem bylo nalezeno 364 kusů požerků, z toho bylo 250 kusů nalezeno

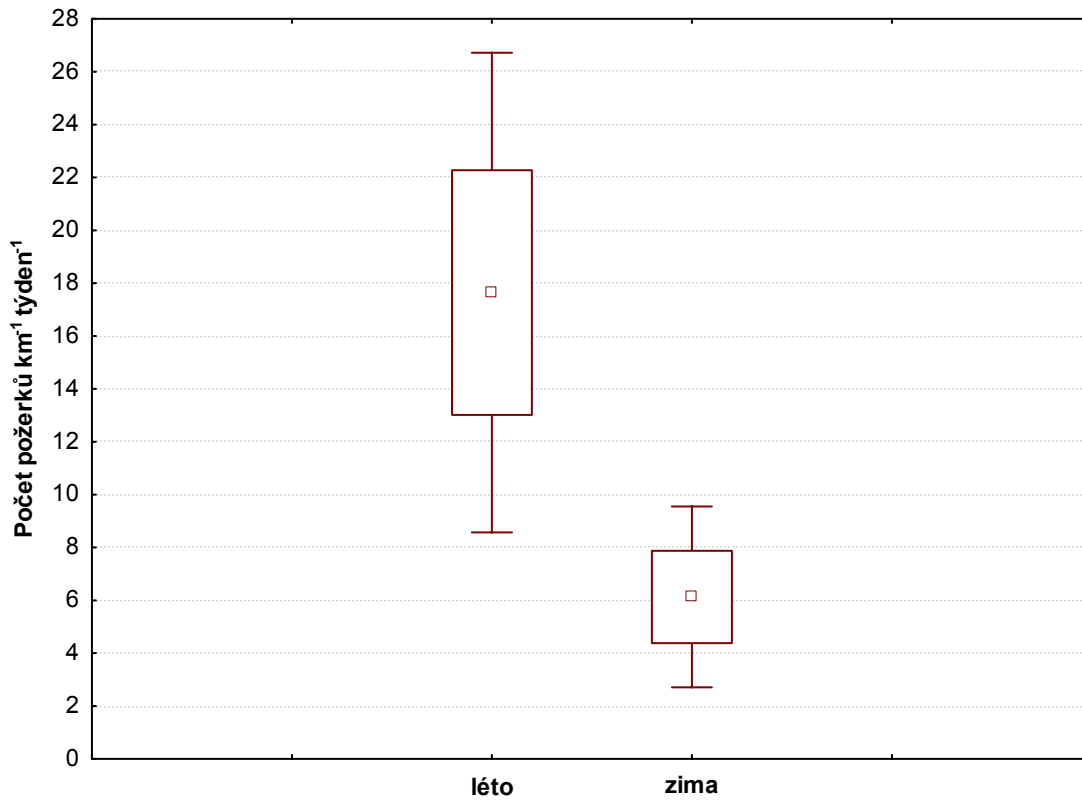
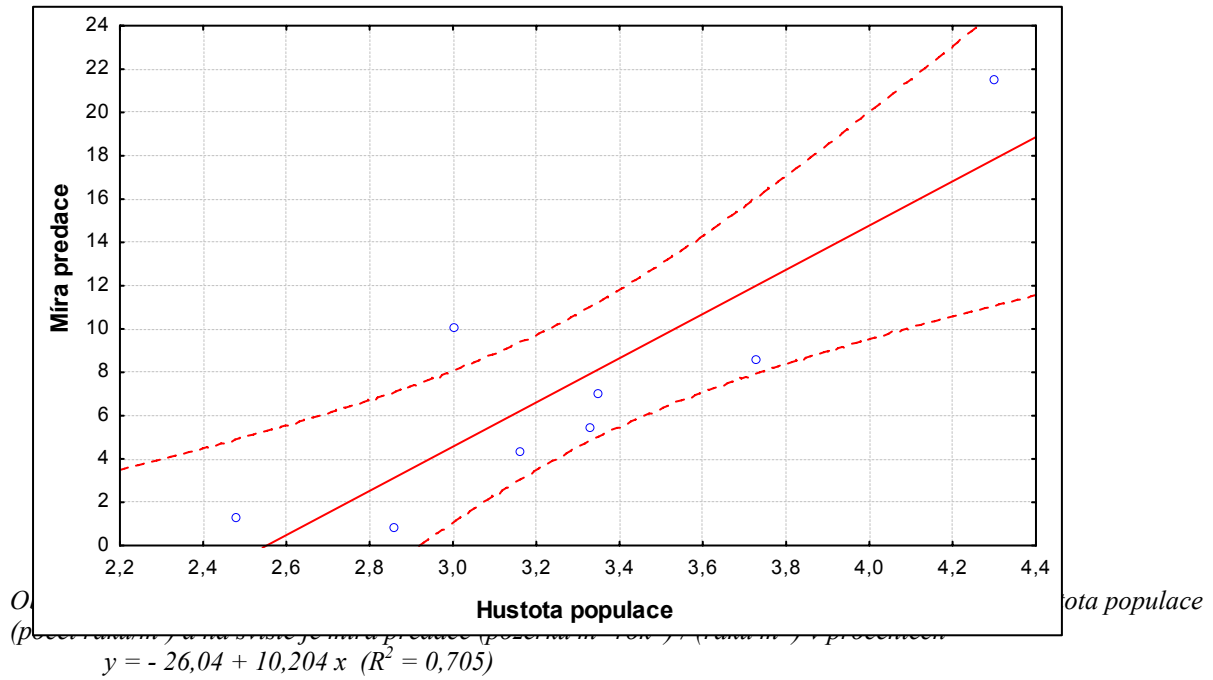
během letních sběrů a 114 kusů během zimních sběrů, počet nalezených požerků na týden v zimě klesal oproti létu na 34,73%. Množství požerků se na jednotlivých lokalitách lišilo. Na lokalitě Čičov, kde nebyl prokázán výskyt norka, nebyl nalezen žádný požerek, na Mítovském a Bílém potoku byl zaznamenán jen občasný výskyt požerků a na lokalitě Hořehledy bylo celkem nalezeno 97 kusů požerků (Tab. 2).

Pro určení síly predáčního tlaku norka amerického na populace raka kamenáče byla použita jednotka míra predace, což je počet požerků $m^{-2} rok^{-1}$ vztažený na hustotu populace raků na dané lokalitě (%). Hodnota míry predace se na sledovaných lokalitách pohybovala v rozmezí od 0,85% do 21,49%, přičemž její průměrná hodnota byla 7,39% ($\pm 2,32$). Výsledky ukázaly, že míra predace byla závislá na hustotě populace raků ($r = 0,864$; $F = 17,715$; $p = 0,006$) (Obr. 3), přičemž lokality, kde byla hustota vyšší, byly norkem zřetelně více využívány pro lov této kořisti.

Dále byla statisticky ověřena hypotéza, že míra predace se během zimy snižuje. Ze statistického zhodnocení vyplynul průkazný rozdíl mezi oběma testovanými obdobími ($t = 3,081$; $df = 7$; $p = 0,0178$) (Obr. 4). Také byly testovány rozdíly ve sběrech požerků mezi sezónami 2005/2006, kdy průměrný počet požerků $km^{-1} týden^{-1}$ byl 2,53 ($\pm 0,17$), a 2006/2007, kdy tato hodnota byla 4,69 ($\pm 0,31$). Tento trend však nebyl průkazný ($t = 1,844$, $df = 5$, $p = 0,124$).

Lokalita	Délka úseku (m)	Období sběru	Počet dnů celkem	Počet požerků celkem	Počet požerků $km^{-1} týden^{-1}$	Počet požerků $km^{-1} rok^{-1}$	Počet raků km^{-1}
Padrt'ský potok. 1.	270	zima 04/05	64	33	13,367123	704	13388
		léto 05	57	30	13,635616		
Padrt'ský potok. 2.	300	léto 05	23	15	15,208219	527	13305
		zima 06	42	9	5,0054795		
Padrt'ský potok. 3.	350	léto 05	23	13	11,29589	394	13402
		zima 06	42	8	3,8164384		
Bílý potok	300	léto 05/06	45	2	1,0356164	36,5	5717
		zima 06/07	63	1	0,3643836		
Borovno	300	léto 05/06	45	58	30,071233	909,5	15050
		zima 06/07	63	13	4,8136986		
Hořehledy	300	léto 05/06	45	65	33,69589	1187,5	16464
		zima 06/07	63	32	11,852055		
Těnovice	300	léto 05	43	61	33,10137	1109	8600
		zima 06	42	17	9,4356164		
Čičov	300	léto 05/06	45	0	0	0	9066
		zima 06/07	63	0	0		
Mítov	300	léto 05/06	45	6	3,1068493	90,5	11028
		zima 06/07	63	1	0,3643836		

Tab. 2: Predace raků norkem americkým na zkoumaných lokalitách na základě sběru požerků.

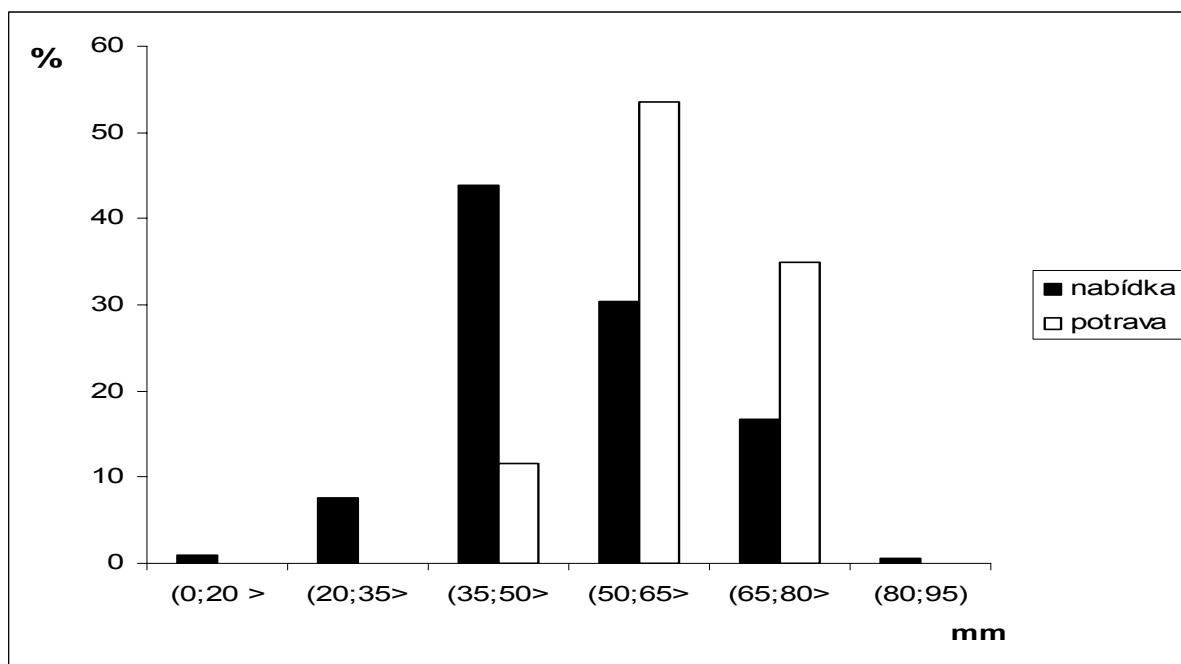


Obr. 4: Porovnání letní a zimní míry predace ($p = 0,035$). Na svislé ose jsou vyznačeny hodnoty míry predace (počet požerků km^{-1} týden $^{-1}$)

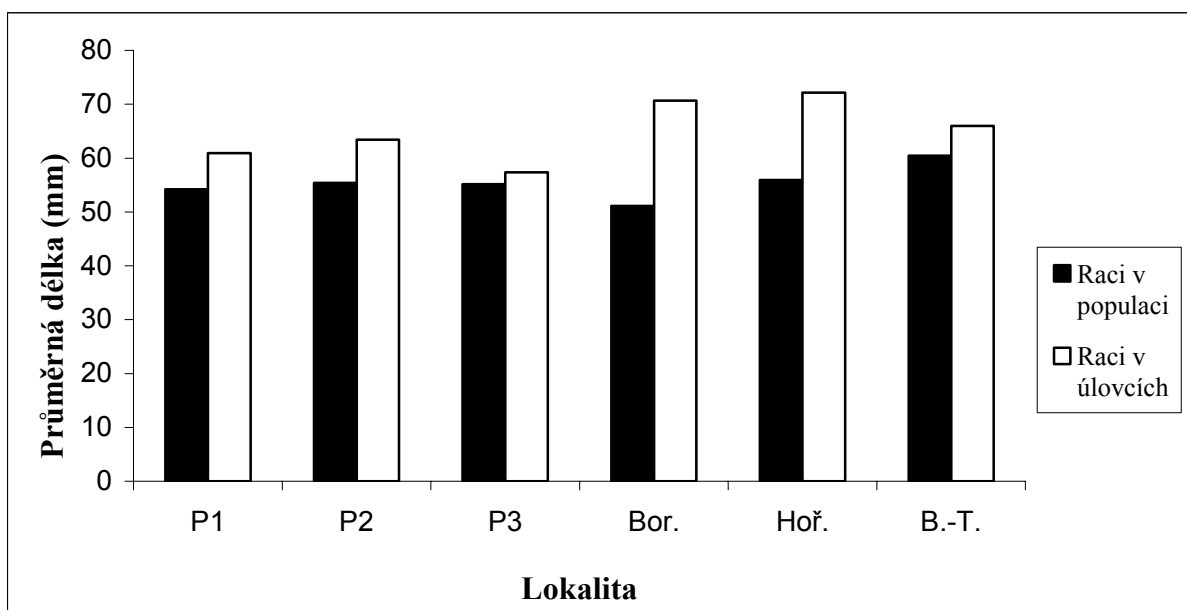
Rozdíly mezi potravní nabídkou a potravou

Při provádění zpětných odchytů byly zjišťovány míry všech chycených raků, tyto údaje posloužily pro zjištění závislosti celkové délky raka na délce jeho klepete ($r = 0,95$; $F(1,37) = 332,38$; $p = 0$) (Obr. 7, str. 24), regresní rovnice tohoto vztahu byla $y = -0,0455x^2 + 3,8471x - 1,609$ ($R^2 = 0,957$), přičemž y bylo celková délka raka a x délka klepete. Rovněž byly zjištěny závislosti celkové délky raka na délce jeho karapaxu ($r = 0,98$; $F(1,46) = 1749,2$; $p = 0$) (Obr. 8, str. 24) a zjištěná regresní rovnice byla $y = -0,008x^2 + 2,3591x - 3,9183$ ($R^2 = 0,976$), y bylo pro celkovou délku raka a x pro délku karapaxu. Pro tyto vztahy mezi jednotlivými délkami byly vypočítány regresní rovnice. Z těchto dat byla vypočítána velikost jednotlivých, měřitelných požerků.

Nejmenší zjištěná velikost raka v úlovku byla 36,3 mm a délka největšího raka v úlovku byla 79,6 mm. Zastoupení velikostí požerků raka kamenáče mělo unimodální charakter s vrcholem mezi kategoriemi (50;65> mm ($n = 79$) a (65;80> mm ($n = 53$)). Průměrná velikost predovaných raků byla 61,3 mm ($\pm 1,05$) a modus těchto hodnot odpovídal velikosti 65,2 mm. Raci o velikostech od 50 do 80 mm, což představuje pohlavně dospělou část populace, tvořily celkem 88,4% všech jedinců ulovených norky. V populaci byli zjištěni jedinci o velikostech od 13 mm do 86 mm, průměrná velikost jedinců v populaci byla 50,6 mm ($\pm 1,11$), přičemž modus těchto hodnot byl 48,3 mm. Raci menší než 50 mm tvořili 52,3% populace. Při srovnání četností výskytu jednotlivých velikostních kategorií v populaci a v úlovcích norků, vyšel mezi těmito vyšel průkazný rozdíl ($\chi^2 = 51,98$, $df = 5$, $p = 0$) (Obr. 5). Také byly porovnávány průměry délek raků na jednotlivých lokalitách, na kterých byl nalezen dostatečný počet požerků ($n > 15$), s délkami příslušných požerků (Obr 6). Mezi průměrnými délkami raků v populacích a průměrnými délkami raků v úlovcích byl zjištěn průkazný rozdíl ($t = 4,27$, $df = 5$, $p = 0,0037$). Norci prokazatelně preferovali na všech lokalitách větší kořist než je průměrná velikost raků v daných populacích.



Obr. 5: Srovnání četností výskytů velikostních kategorií raků v populacích a v úlovcích norků. Na vodorovné ose jsou vyznačeny jednotlivé velikostní kategorie raků (mm).



Obr. 6: Srovnání průměrné velikosti raků ve vybraných populacích a v úlovcích norků ($p = 0,003691$) (Padříský potok – P, Borovno – Bor., Hořehledy – Hoř., Bojovka – Těnovice – B. – T.)

Teoretický odhad energetických nároků norka amerického

Na základě literárních zdrojů bylo odhadnuto teoretické množství raků potřebných pro výživu norka v případě, kdy by se v potravě norka vyskytovali pouze raci. Odhadované nároky norka amerického na spotřebu energie se pohybují v rozsahu od $635 \text{ kJ kg}^{-0,75} \text{ den}^{-1}$

(Cowan et al. 1957) až do $1299 \text{ kJ kg}^{-0,75} \text{ den}^{-1}$ (Gregory 1987) pro průměrnou hmotnost divokého norka 1200 g u samce a 700 g u samice. Podle těchto údajů můžeme předpokládat, že přibližné energetické nároky jednoho jedince jsou 1500 kJ den^{-1} u samce a 1000 kJ den^{-1} u samice (Dunstone 1993). Energetická hodnota raka v potravě je $4,09 \text{ kJ g}^{-1}$ a stravitelnost je 50% (Beja 1996). Průměrná váha predovaného raka, která byla zjištěna na základě údajů získaných ze sběru požerků, byla 9,15 g, tudíž energetická hodnota průměrného raka v úlovku norka odpovídá 37,42 kJ. Z tohoto vyplývá, že pokud by se norek živil pouze raky, potřeboval by jich denně zkonzumovat 54 až 80 v závislosti na jeho vlastní hmotnosti.

Diskuse

Nepůvodní invazivní druhy živočichů jsou považovány za jeden z významných faktorů ohrožující světovou biodiverzitu (Davis 2003, Delach 2006, Phillips 2007). Větelci explicitně ovlivňují jak domovské druhy, tak i jejich přirozené ekosystémy. Tento vliv je znám jak přímým působením (predací) na původní druhy, kompeticí o potravu či habitaty ale i šířením či zavlečením cizorodých nemocí z jejich domovského prostředí.

Norek americký (*Mustela vison*) se expanzně rozšiřuje po celé Evropě. Hlavními směry jeho šíření jsou ze Skandinávie na jih a z Ruska na západ (Mitchel – Jones et al. 1999) První jedinci byli ve volné přírodě pozorováni ve druhé třetině 20. století a v 90. letech byl tento druh již běžným predátorem osidlujícím břehy tekoucích i stojatých vod (Bevanger & Henriksen 1995, Dunstone 1993). V České Republice areál rozšíření tohoto druhu představoval v roce 1995 pouhých 5,4% z celkové rozlohy území (Anděra & Hanzal 1996) avšak v roce 2000 to již bylo 26,8% (Červený et al. 2003). V souvislosti s rychlostí šíření tohoto invazního druhu vyvstávají otázky, které se týkají vlivu norka na divoké populace mnohých původních druhů živočichů.

Norek je oportunistický predátor, který se živí širokým spektrem potravy a to především různými drobnějšími formami savců, ptáků, ryb ale i bezobratlými živočichy. Mnoho autorů také uvádí velké variance ve složení potravy, závislé především na specifičnosti lokality, aktuální potravní nabídce, či na roční době (Gerell 1967, Angelici et al. 2000, Siddorovich 2000, Jedrzejewska 2001, Poledník & Poledníková 2005). Ryby jsou nejdůležitější složkou potravy v Evropě, zatímco v přirozených habitatech v Severní Americe je potrava charakteristická spíše vyšším zastoupením savců. Dále se v potravě vyskytují ptáci, plazi, obojživelníci a korýši, ale obvykle tvoří pouze minoritní složku potravy. Během léta se potrava skládá z pestřejšího spektra v závislosti na aktuální potravní nabídce ptáků, na podzim se norci živí především savci (Dunstone & Birks 1987, Dunstone 1993). Zajímavým aspektem v potravní ekologii volně žijících norků je i individuální potravní specializace, což může mít velký negativní vliv na daný druh. Studie ze severovýchodního Běloruska ukázala, že z 10 telemetricky značených jedinců, byly 3 potravními specialisty na drobné savce (Macdonald 2002).

V naší studii tvořily nejfrekventovanější potravní položku korýši (*Crustacea*) a to výhradně druh rak kamenáč. Převažující podíl korýšů v potravě norka dokumentuje i Smal (1991), který uvádí až 66% podíl raků. Vysoké zastoupení tohoto druhu v potravě je dáno především jeho dominantním výskytem ve sledovaných oligotrofních potocích. Výsledky

ukázaly, že četnost výskytu raků v potravě přes zimu významně neklesá. Rozbory však neukázaly podíl raků na celkovém množství biomasy, jelikož na základě rozříděných zbytků potravy nebylo možné určit přesný počet jedinců. Tento podíl byl pravděpodobně mnohem nižší než ukazovala frekvence výskytu raků v potravě a to zejména v zimním období. V zimě může být podíl raků v potravě limitován jejich nízkou aktivitou nebo, na některých lokalitách, úplným zamrznáním toků, což může bránit v dostupnosti tohoto potravního zdroje. Další výsledky rozborů potravy pouze potvrdily široké potravní spektrum norka. Výskyt okouna říčního (*Perca fluviatilis*), cejnka malého (*Blicca bjoerkna*) a štiky obecné (*Esox lucius*) v potravě ukázaly, že norci ve sledované oblasti využívají k lovu také přilehlé rybníky. Potravní oportunistus byl také dokumentován v mnoha jiných studiích (Allen 1986, Dunstone 1993, Poledník & Poledníková 2005).

Potravní nabídka a predační tlak jsou zásadními faktory určujícími výběr prostředí a behaviorální ekologii jednotlivých druhů. Predace je jedním z hlavních faktorů ovlivňujících přežívání, reprodukční úspěšnost a chování populace kořisti (Nordström et al. 2002). Optimální potravní teorie (*Optimal foraging theory*) předpokládá, že predátoři selektivně preferují kořist, která je v nabídce nejpočetnější, oproti tomu málo hojnou potravu obvykle opomíjejí (Stephens & Krebs 1986). Tento vztah je však spíše modelován kompromisem mezi náklady a ziskem jež je z určitého druhu potravy možné vytěžit (Begon et al. 1990).

Predační tlak norka amerického na sledovanou populaci raka kamenáče se na jednotlivých lokalitách pohyboval od 0,85% do 21,49 % odebraných jedinců. Celkový predační tlak ve sledované oblasti dosahoval hodnoty 7,35 %. Z těchto dat bylo prokazatelně zjištěno, že míra predace je závislá na hustotě populace raků. Norci zřetelně preferovali plochy s vyšší potravní nabídkou této kořisti. Toto zjištění je ve shodě s irskou studií zkoumající vztahy mezi tamními populacemi norků a raků (*Austropotamobius pallipes*), kde bylo uvedeno, že hustota raků je dokonce hlavním faktorem, který determinuje početnost norků na jednotlivých lokalitách v Irsku (Smal 1991). Studie zaměřené na vodní ptactvo ukázaly, že predační vliv norka na populace může být během hnízdní sezóny střední až velký (11 – 50% dospělých jedinců, 46 – 86% snůšek) (Ferrerias & MacDonald 1999, Bartoszewicz & Zalewski 2003). Dále bylo zjištěno, že predace je celoroční, avšak ve srovnání s létem její míra během zimních měsíců klesá, což je v souladu s výsledky, které uvádí Smal (1991). Tato data také naznačila, že míra predace by mohla postupně růst, srovnání sezón 2005/2006 a 2006/2007 však vyšlo neprůkazně, což mohlo být způsobeno sledováním krátkého časového intervalu. Při porovnání velikostí raků v populacích a raků v úlovcích norků bylo zjištěno, že norci se nejčastěji soustřeďují na raky o délce 5 až 8 cm, což přibližně představuje velikostní

skupinu pohlavně dospělých samic raků (Fischer 2005). Oproti tomu průměrná velikost raků v populaci byla prokazatelně menší než průměrná velikost raků v potravě. Stejně tak i Beja (1996) uvádí, že vydry selektivně lovily větší jedince, než byl velikostní průměr v račí populaci. Na druhou stranu velikosti požerků mohly být nadhodnoceny, jelikož zde existuje i možnost, že by norci mohli lovit také menší raky, které by však požírali celé.

Výsledky mohly být zatíženy chybou, která byla způsobena použitou metodikou. Pro vyhodnocování predace norkem byly použity početnosti a hustoty populací raka kamenáče na sledovaných lokalitách, které byly určeny metodou zpětného odchytu. Při vyhodnocování těchto zpětných odchytů ale nemohlo být počítáno s jednoletými, juvenilními jedinci raků o délce do 15 mm, jelikož bylo technicky nemožné provést u těchto jedinců značení. Z tohoto důvodu jsou údaje o početnosti a hustotě populace raků podhodnoceny. Míra predace byla určována na základě sběru požerků, spolehlivost dané metody ale nebyla na sledovaných lokalitách testována. Fischer (2005) uvádí, že pravděpodobnost nalezení požerku dosahuje pouze hodnot okolo 22 %. Tato hodnota mohla být do značné míry ovlivněna charakterem a strukturou koryta, břehové linie a vegetačního krytu. Neméně významným faktorem mohlo být i kolísání výšky hladiny, které mohlo odstranit část požerků z břehů.

Teoreticky odhadované množství raků, kteří by byli potřeba pro výživu průměrného norka, je 54 u samice a 80 u samce na den. Při předpokladu, že délka průměrného území obývaného norkem je 1,85 km u samice a 2,63 km u samce (Gerel 1970) a úspěšnost sběru požerků je pouze 22%, by míra predace v nejvíce zasažených oblastech odpovídala 50% a průměrná 26% energetických nároků norků. Jedná se však o čistě teoretické hodnoty.

Přestože jsou raci na sledovaných lokalitách významnou složkou potravy norků a jejich zastoupení v potravě norka by mohlo tvořit až 50% biomasy, je výsledek interakce těchto dvou druhů zatím nejasný. Predace norkem americkým by mohla způsobit snížení početností populací raků na sledovaných lokalitách pod únosnou mez a tím jejich lokální vyhynutí. Na druhou stranu by predace norkem mohla snížit početnost raků jen na takovou míru, kdy by se snížila konkurence mezi raky, což by zvýšilo pravděpodobnost dosažení pohlavní dospělosti u juvenilních jedinců (Fischer 2005). Do budoucna by bylo dobré podrobněji prozkoumat vlastní numerické i strukturní odpovědi a to především opakovaným zpětným odchytům populace zasaženým tímto predátorem. Fischer (2005) uvádí že v období 2000-04 byl v důsledku predačního tlaku norků zaznamenán 53 % úbytek početnosti populace a došlo k celkovému zmenšení velikostní struktury. Tato studie ukazuje, že minimálně na lokální úrovni by se mohlo jednat o závažný problém, který je nutno podrobit dalšímu výzkumu, který by snížil význam chyb a přinesl ucelené výsledky.

Literatura

Allen, A. W. 1986. Habitat suitability index models: mink. US Dept Int. Fish, Game and Wld. Ser. OBS 82/10,61.

Anděra, M.; Hanzal, V. 1996. Atlas rozšíření savců v České republice, Předběžná verze II. Šelmy (Carnivora). Národní muzeum, Praha, 85 pp.

Angelici, F. M.; Luiselli, L.; Riviero, L. 2000. First note of dietary habits of American mink *Mustela vison* in Italy. *Mammalia* 64: 253 - 257

Bartoszewicz, M.; Zalewski, A. 2003. American mink, *Mustela vison* diet and predation on waterfowl in the Slonsk Reserve, western Poland. *Folia Zoologica* 52: 225 - 238

Begon, M.; Harper, J. L.; Townsend, C. R. 1990. Ecology: individuals, populations and communities (sekond edition). Blackwell Scientific Publications, 949 pp

Beja, P. R.; 1996. An analysis of otter *Lutra lutra* predation on introduced american crayfish *Procambarus clarkii* in Iberian streams. *Journal of Applied Ekology* 33: 1156 - 1170

Ben-David, M.; Hanley, T. A.; Klein, D. R.; Schell, D. M. 1997. Seasonal changes in diets of coastal and riverine mink: the role of spawning Pacific salmon. *Can. J. Zool.* 75: 803 - 811.

Bevanger, K.; Henrikse, G. 1995. The distributional history and present status of the American mink (*Mustela vison*, *Schreber 1777*) in Norway. *Ann. Zool. Temnici* 32: 11 - 14

Cowan, I. McT.; Wood, A. J.; Kitts, W. D. 1957. Feed requirements of deer, beaver, bear and mink for growth and maintenance. *Trans. 22nd North Amer. Wild. Conf.* 22: 179 - 188

Craik, C. 1995. Long – term effects of North American mink *Mustela vison* on seabirds in western Scotland. *Bird Study* 44: 303 - 309

Čáka, J. 1986. Toulání po Brdech. *Mladá fronta*

Červený, J.; Anděra, M.; Koubek, P.; Homolka, M.; Toman, A. 2001. Recently expanding mammal species in the Czech Republic: distribution, abundance and legal status. *Beitrage zur Jagd-und Wildforschung* 26: 111-125.

Červený, J.; Kramler, J.; Kholová, H.; Koubek, P.; Martínková, N. 2003. Encyklopedie myslivosti. Ottovo nakladatelství – Cesty, Praha, 591 pp

Davis, M. A. 2003. Biotic globalization: Does competition from introduced species threaten biodiversity. *BioScience*, 53: 481 – 489

Delach, A. 2006. Invasive species in the northwestern United States: threats to wildlife and defenders of wildlife's recommendation for prevention policies

Dorn, N. J.; Urgelles, R.; Trexler, J. C. 2004. Evaluating active and passive sampling methods to quantify crayfish density in a fresh water wetland. *Journal of the N. A. Benthological Society* 346 -356

Dunstone, N.; Birks, J. D. S. 1987. The Frediny ekology of mink (*Mustela vison*) in coastal habitat. *Journal of Zoology* 212: 69 - 83

Dunstone, N 1993. *The mink*. Poyser Natural Society, London, 232 pp

Erlinge, S. 1968. Food studies on captive otters (*Lutra lutra* L.). *Oikos* 19: 259-270.

Ferreras, P.; MacDonald, D. W. 1999. The impact of american mink *Mustela vison* on water birds in the upper Thales. *Journal of Applied Ecology* 36: 701 - 708

Fischer D. 2001. Zpráva o populaci raka kamenáče (*Austropotamobius torrentium*) na území okresu Příbram. Nepublikováno.

Fischer, D.; Bádr, V.; Vlach, P.; Fischerová, J 2004. Nové poznatky o rozšíření raka kamenáče v Čechách. *Živa* 2: 79 - 81

Fischer, D. 2005. Zhodnocení vlivu predace norkem americkým (*Mustela vison*) ny populace raka kamenáče (*Austropotamobius torrentium*), Vyhodnocení velikosti vybraných populací raka kamenáče, Vyhodnocení migračních schopností raka kamenáče. Nepublikováno.

Gerel, R. 1967. Food selection in relation to habitat in mink (*Mustela vison*, Schreber) in Sweden. *Oikos* 18: 233 – 246.

Gerel, R 1970. Home ranges and movements of the mink *Mustela vison*. Schreber in southern Sweden. *Oikos* 21: 160 - 173

Gregory, J. G. 1987. Nutritional aspect of sexual dimorphism in the american mink *Mustela vison* Schreber. Ph.D. Thesis, Durham University

Hejl, I. 1987. *Brdy*. Středočeské nakladatelství, 94 pp

Ireland, M. C. 1990. The behaviour and ekology of the american mink (*Mustela vison* Schreber) in a coastal habitat. Ph.D. Thesis, Durham University

Jedrzejewska, B.; Sidorovich, V. E.; Pikulik, M. M.; Jedrzejewsky, W. 2001. Frediny habits of the otter and American mink in Bialowieza Primeval Forest (Poland) compared to other Eurasian population. *Ecography* 24: 165 - 180

Kapler, O. 1994. Setkání s norkem americkým. *Živa* 4: 186

Lepš, J. 1996. *Biostatistika*. Biologická fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 166 pp

Libois, R.M.; Hallet-Libois. C.1988.Éléments pour l'identification des restes craniens des poissons dulcaquicoles de Belgique et du nord de la France. *Fisches d'ostéologie animale pour*

l'archéologie, Série A, No. 4. Centre de Recherches Archéologiques du CNRS, APDCA, Juan-les-Pins. 24 pp.

Mitchel – Jones, A. J.; Amori, G.; Bogdanowicz, W.; Kryštufek, B.; Reijnders, P. J. H.; Spitzenberger, F.; Stube, M.; Thissen, J.; Vohralík, V.; Zima, J. 1999. The atlas of European mammals. Academic Press, London, 484 pp.

Macdonald, D. W.; Sidorovich, V. E.; Anisomova, E. I., Sidorovich, N. V., Johnson, P. J. 2002. The impact of American mink *Mustela vison* and European mink *Mustela lutreola* on water voles *Arvicola terrestris* in Belarus

Nordström, M.; Hogmander, J.; Nummelin, J.; Laine, J.; Laanetu, N.; Korpimäki, E. 2002. Variable response of waterfowl breeding populations to long – term removal of introduced American mink. *Ecography* 25: 385 - 394

Nordström, M.; Korpimäki, E. 2004. Effects of island isolation and feral mink removal on bird communities on small islands in the Baltic Sea. *Journal of Animal Ecology* 73: 424 - 433

Philips, R. B.; Winchel, C. S.; Schmidt, R. H. 2007. Dietary overlap of an alien and native carnivore on San Clemente Island, California. *Journal of Mammalogy*, 1: 173 - 180

Pivnička, K. 1981. Ekologie ryb, Odhady základních parametrů charakterizujících rybí populace. Přírodovědecká fakulta, Karlova univerzita, Praha, 251 pp.

Poledník, L.; Poledníková, K.; Beran, V.; Hlaváč, V.; Šálek, M.; Toman, A.; Zápotočný, Š.; Alves, A. R. 2005. Ekologie norka amerického (*Mustela vison*) a návrh jeho managementu

Rushton, S. S.; Barretp, G. W.; Cormack, R. M.; MacDonald, D. W.; Fuller, R. 2004. Modelling the effects of mink and habitat fragmentation on the water vole. *J.Appl.Ecol.* 37: 475 - 490

Sidorovich, V. E. 2000. Seasonal variation in feeding habits of riparian mustelids in river valleys of NE Belarus. *Acta Theriologica* 45: 233 - 242

Smal, C. M. 1991. The american mink *Mustela vison*. Ireland. *Mamm. Rev.* 18: 201 - 208

Stephens, D. W.; Krebs, J. R. 1986. Foraging Theory. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.

Šálek, M.; 2004. The spatial pattern of the black – billed magpie, *Pica pica*, contribution to predation risk on dummy nests. *Folia Zoologica* 53: 57 - 64

Vorburger, C.; Ribi, G. 1999. Aggression and competition for shelter between a native and an introduced crayfish in Europe. *Freshwater Biology* 42: 111 - 119

Příloha

Popisy jednotlivých úseků

Bradava - Hořehledy

Tento úsek (49°36'41.88" - 49°36'33.66"N, 13°38'18.72" - 13°38'24.06"E) se nacházel na kraji obce Hořehledy, na pravém břehu se rozprostírala kosená louka a na levém intenzivně využívané pole. Břehy byly porostlé olšemi, javory, habry, vrbami, jasany. Kořeny těchto stromů významně zasahovaly do vody na 30% úseku a 60% břehů bylo podemletých. Vodní obratlovci, kteří zde byli pozorováni, byli mníci jednovousí (*Lota lota*), pstruzi potoční (*Salmo trutta*), vranky obecné (*Cottus gobio*), mřenka mramorovaná (*Barbatula barbatula*) a mihule potoční (*Lampetra planeri*). Z tohoto úseku tišiny zabíraly 10%, pomalu proudící úseky 60% a rychle proudící úseky 30% celkové délky úseku. Průměrná šířka koryta mezi břehovými liniemi byla 6,1 m, maximální hloubka zde byla 90 cm a průměrná 30 cm, dno bylo štěrkovité a z 90% pokryté kameny, které často byly ve více vrstvách.

Bradava – Borovno

2. úsek (49°36'59.16" - 49°36'58.80"N, 13°41'17.64" - 13°41'30.78"E) se rozprostíral na hranici obce Borovno v blízkosti chatové osady. Kolem toku se rozprostíral vzrostlý smrkový les a na několika místech se vyskytovaly olše (asi 10% z celkové délky úseku). Z vodních obratlovců se zde vyskytovali pstruzi potoční (*Salmo trutta*), vranky (*Cottus gobio*) a z obojživelníků zde byli skokani hnědí. Břehy byly podemleté pouze na 10% délky úseku a kořeny zasahovaly do vody v méně než 40% úseku, při nižších průtocích tyto části nebyly zaplaveny. Pokryvnost kameny byla 95%, tůně zabíraly 5%, tišiny 30%, pomalu proudící úseky 20%, rychle proudící úseky 30% a pomalu proudivé úseky s hloubkou do 5cm 15% z celkové délky úseku, průměrná šířka koryta mezi břehovými liniemi byla 6,5 m, maximální hloubka byla 80 cm a průměrná 25 cm.

Bílý potok

Úsek na Bílém potoce (49°37'15.55" - 49°37'15.55"N, 13°43'55.98" - 13°43'55.98"E) se nacházel pod obcí Míšov na okraji lesa, nad začátkem úseku byla umělá vodní nádrž, po pravé

straně se rozprostírala louka. V blízkosti toku byl smrkový les, který byl v blízkosti toku nahrazen porostem olší, také zde byl zaznamenán výskyt lýkovce. Byli zde pozorováni skokani hnědí a vranky obecné (*Cottus gobio*) a okoun říční (*Perca fluviatilis*) břehy byly podemleté jen z 15% úseku kořeny do vody zasahovaly jen minimálně. Dno bylo štěrkovité, pokryvnost kameny byla 90%. Z celkové délky úseku tvořily tůň 15%, tišiny 30%, pomalu proudící úseky 40% a rychle proudící úseky 15%. Průměrná šířka mezi břehovými liniemi byla 2,5 m, maximální hloubka byla 40 cm a průměrná 20 cm.

Mítovský potok

Úsek na Mítovském potoku (49°36'28.08" - 49°35'29.34"N, 13°40'28.14" - 13°40'40.50"E) se nacházel přímo v obci Mítov, na pravém břehu byla nekosená louka a u levého byl rybník o přibližné výměře 0,7 ha, v okolí úseku byla obytná zástavba, břehy byly porostlé olšemi, javory, habry, vrbami, jasany. Vyskytovali se zde pstruzi potoční (*Salmo trutta*), mníci jednovousí (*Lota lota*), vranky obecné (*Cottus gobio*), skokani hnědí a štíhlí. Břehy byly podemleté s kořeny stromů zasahujícími do vody na 50% délky úseku. Dno bylo v 75% štěrkovité a z 25% jílovité, na dně bylo množství spadaného listí a pokryvnost kameny byla 75%. Tůň zabíraly 10%, tišiny 25%, pomalu proudící úseky 50% a rychle proudící úseky 15% z celkové délky pozorovaného úseku. Průměrná vzdálenost mezi břehy byla 5 m, maximální hloubka 80 cm a průměrná 30 cm.

Bojovka – Čičov

Úsek v obci Čičov (49°37'51.64" - 49°37'52.78"N, 13°41'30.16" - 13°41'22.43"E) byl na horním konci zakončen používaným brodem, po pravé straně se rozprostírala louka a po levé byly trvale obydlené budovy. V blízkosti toku se nacházel stavební odpad, na březích rostly habry, vrby, jasany a výskytem zde dominovala olše. Byl zde pozorován i výskyt skokana hnědého, vranky obecné (*Cottus gobio*) a pstruha potočního (*Salmo trutta*). Břehy byly podemleté, do vody zasahovaly husté kořeny okolních stromů ve 45% délky úseku. Dno bylo jílovité a pokryvnost kameny byla jen 20%. Rychle proudivé části toku tvořily 40%, tůň 30% a tišiny 30% celkové délky úseku. Průměrná vzdálenost břehů byla 2m, maximální hloubka byla 50cm a průměrná 20 cm.

Bojovka – Těnovice

Tento úsek (49°36'57.98" - 49°36'56.63"N, 13°38'37.94" - 13°38'33.59"E) se nacházel mezi kulturními loukami a rozsáhlými poli, kolem úseku se rozprostíral 30m široký pás olšin. V tomto úseku se vyskytovali pstruzi potoční (*Salmo trutta*), vranky obecné (*Cottus gobio*) a mihule potoční (*Lampetra planeri*). Břehy byly místy podemleté a na 50% délky úseku do vody zasahovaly kořeny stromů, dno bylo štěrkovité, místy písčité a z 20% bylo pokryto kameny. Tůň tvořily 33,3%, tišiny 33,3% a rychle proudící úseky 33,3% celkové délky sledovaného úseku. Průměrná vzdálenost břehů byla 2m, maximální hloubka byla 90cm a průměrná 20 cm.

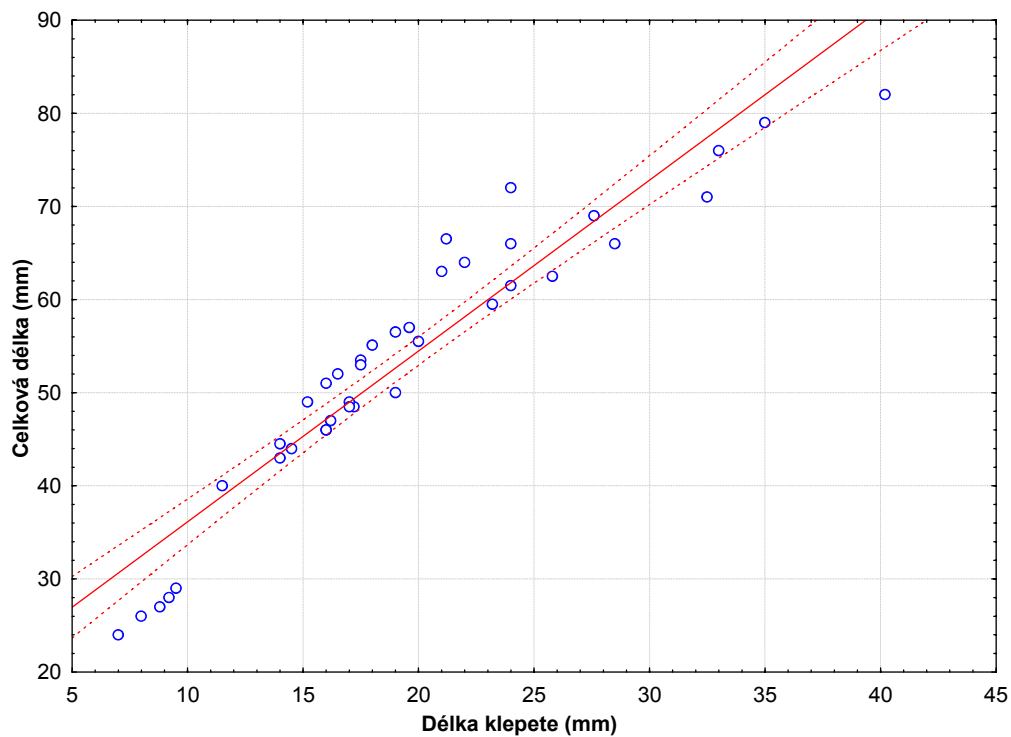
Padrťský potok

Tento tok (49°38'6.03" - 49°37'38.74"N, 13°46'14.74" - 13°46'30.98"E) se nachází v oblasti vojenského újezdu VVP Brdy (Jince), z tohoto důvodu sledované úseky v této oblasti, nebyly ovlivněny zemědělskou činností a také se poblíž nenachází žádná obydlená oblast. Na Padrťském potoce byly sledovány celkem tři úseky, které měly shodné charakteristiky. V okolí těchto úseků se nacházel smrkový les, ale u břehů byly porosty olší a buků.

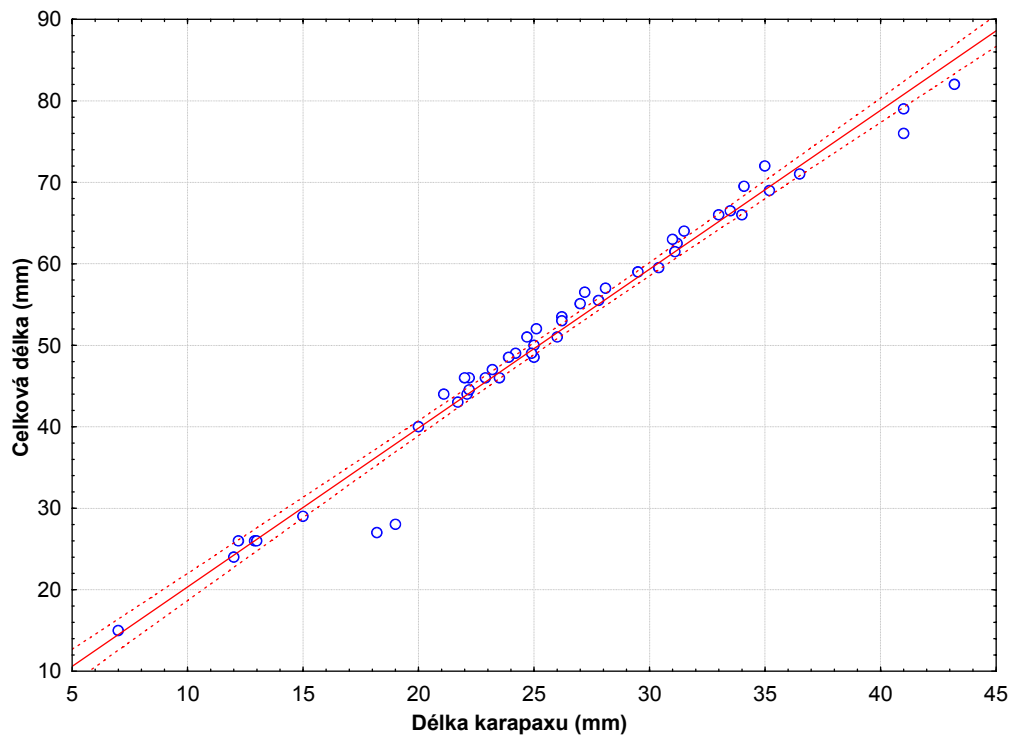
Charakter tohoto toku byl přírodní, střídaly se zde rychle a pomalu proudivé úseky s mělkými tišinami, bez klasických tůní, koryto bylo poměrně hluboce zaříznuté s často miskovitým profilem. Břehy byly strmé s velkými balvany, kořeny okolních stromů do vody nezasahovaly a podemleté břehy se vyskytovaly jen na 5% délky úseků. Dno bylo kamenité se štěrkovými náplavami, průměrná šířka koryta byla 4m, maximální hloubka byla až 80cm a průměrná 35 cm.

Vyskytovali se zde pstruzi potoční (*Salmo trutta*) a vranky obecné (*Cottus gobio*) (Fischer 2005).

Vzájemné závislosti jednotlivých rozměrů raků



Obr. 7: Závislost celkové délky raka kamenáče (*Austropotamobius torrentium*) na délce jeho klepete.
 $y = -0,0455x^2 + 3,8471x - 1,609$ ($R^2 = 0,957$)



Obr. 8: Závislost celkové délky raka kamenáče (*Austropotamobius torrentium*) na délce jeho karapaxu
 $y = -0,008x^2 + 2,3591x - 3,9183$ ($R^2 = 0,976$)

Obrazová příloha



Obr. 9: Příklad rak označeného eleastomerem (VIE)



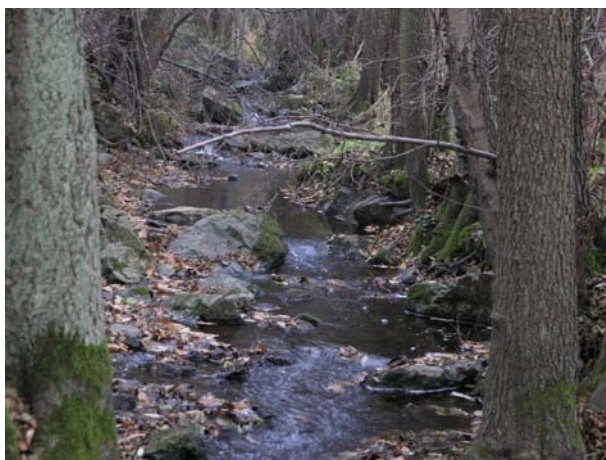
Obr. 10: obvyklý vzhled nalézáných požerků



Obr. 11: Bílý potok



Obr. 12: Bradava



Obr. 13: Bojovka



Obr. 14: Mítovský potok