

Univerzita Karlova Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Ekologie

Bc. Anna Josefovičová



**Denní aktivita oukleje obecné *Alburnus alburnus* ve
vztahu k potravní nabídce**

Diel activity of common bleak *Alburnus alburnus* in response
to prey availability

Diplomová práce

Vedoucí práce: **Mgr. Petra Horká, Ph.D.**

Praha, 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce a ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 9. srpna 2019

.....

Poděkování

Ráda bych poděkovala především své školitelce Petře Horké za odborné vedení a nedocenitelnou pomoc, jak při výzkumných činnostech teoretických i praktických, tak při psaní této práce. Za pomoc se statistickým zpracováním dat děkuji Marku Svitokovi. Svě rodině jsem vděčná za podnětné zázemí, za psychickou podporu v nejtěžších chvílích vděčím Zkumavce a Ad'ovi.

Abstrakt

Zákal ovlivňuje optické vlastnosti vody, snižuje reakční vzdálenost mezi predátorem a kořistí a v důsledku může ovlivňovat celkovou strukturu společenstev ryb v tocích. Předchozí studie naznačují, že ryby mohou zvětšovat rozsah denních pohybů a velikost svého domácího okrsku v důsledku zvýšeného zákalu prostředí. Tento jev však může být způsoben i poklesem množství dostupné potravy v podmínkách zvýšeného zákalu, případně reakcí na další faktory prostředí jako je denní doba, teplota vody, průtok a koncentrace kyslíku, které mohou být u kaprovitých ryb impulsem ke zvýšení aktivity.

Tato práce se zabývá vlivem potravní nabídky a abiotických faktorů prostředí na diurnální chování a velikost domácího okrsku oukleje obecné *Alburnus alburnus* v říčním prostředí. Cílem práce bylo pomocí radiové telemetrie stanovit rozsah diurnálních pohybů a velikost domácího okrsku oukleje a ověřit, které faktory a jakým způsobem ovlivňují chování oukleje. Součástí práce bylo i stanovení potravní strategie ryb. V průběhu července – září 2007 byla pomocí telemetrie sledována prostorová distribuce čtyř jedinců oukleje obecné na řece Labi, pozice ryb byly určovány v tříhodinových intervalech, v průběhu 10 jednotlivých diurnálních sledování. Ve stejných intervalech byly sledovány abiotické faktory prostředí a odebírány vzorky driftu, jako potravní nabídky ryb. Zjistila jsem, že množství potravy nemá vliv na diurnální aktivitu oukleje. Ouklej nepřízpůsobovala svojí diurnální aktivitu dostupnosti potravy ani se nespécializovala na určitý druh potravy. Jak jednotlivci tak celá populace oukleje se dá označit za generalisty, živící se jak vodními bezobratlými tak i terestrickým hmyzem. Rozsah diurnální aktivity oukleje byl 827 ± 580 m a velikost domácího okrsku $197\ 470 \pm 124\ 700$ m³. Diurnální aktivita oukleje byla ovlivněna pouze abiotickými faktory, a to zejména zákalem, teplotou vody a průtokem. Se zákalem se zvyšovala diurnální aktivita oukleje, pravděpodobně v důsledku kompenzace zhoršených vizuálních podmínek prostředí. Důvodem takového chování může být vliv zákalu na schopnost orientace v prostoru a vyhledání kořisti, jejíž viditelnost je v takovém prostředí snižena. Hypotéza, že ouklej bude aktivnější s rostoucí teplotou vody, nebyla potvrzena. Je možné, že ouklej preferuje chladnější vody s vyšším obsahem kyslíku. Ouklej omezovala svoji aktivitu s rostoucím průtokem, pravděpodobně v důsledku zvýšeného výdeje energie při překonání proudu.

Klíčová slova: ouklej obecná, chování ryb, telemetrie, diurnální aktivita, domácí okrsek, zákal

Abstract

Fish behaviour and the structure of fish communities in rivers are known to be affected by various environmental factors. Turbidity imposes a considerable environmental constraint by influencing visibility and reducing the distance at which a predator detects prey. Previous studies have shown that fish become more active and extend their diurnal movements and home range size during the high turbidity period. However, this effect may also be associated with a lower food availability in turbid water and various other environmental factors like are day time, water temperature, discharge or oxygen concentration may also have an effect.

This thesis present radio-telemetry study which examined factors influencing diurnal activity and home range size in common bleak *Alburnus alburnus* in riverine environment. The aim was to assess the response of bleak behaviour to various abiotic factors and prey availability, to establish the extent diurnal movements and home range size of bleak and to evaluate feeding strategy of fish. Four individuals of bleak were radio-tracked in the River Elbe during July - September 2007. The position of an individual fish was determined every three hours during one diurnal cycle, in total 10 diurnal cycles were recorded. During the same intervals, turbidity, water temperature, discharge and dissolved oxygen concentration were measured and samples of drifting invertebrates and fish stomachs collected. Bleak neither adapt their diurnal activity to prey availability, nor select a particular type of prey. Stomach content analysis has shownn that both individuals and whole population behave as a feeding generalists. Mean home range size was $197\,470 \pm 124\,700\text{ m}^2$ and the extent of diurnal movements $827 \pm 580\text{ m}$. Repeated measurements indicated that diurnal movements of bleak was influenced by abiotic factors, mainly by turbidity, water temperature and discharge. Diurnal movements of bleak increased with increasing turbidity, probably as a result of reduced foraging success in turbid water. Decreased visibility in turbid water may impairs the ability of bleak to encounter potential prey which may be compensated by the increased activity of fish. The extent of diurnal movements decreased with increasing levels of water temperature and discharge, probably due to effect of temperature on oxygen concentration and the increased energy cost of swimming in higher flow.

Key words: Common bleak, cyprinids, fish behavior, radiotelemetry, diel activity, home range turbidity

1 Úvod	9
1.1 Diurnální aktivita ryb a domácí okrsek	10
1.2 Ouklej obecná	14
1.2.1 Morfologie, rozmnožování, využití	15
1.2.2 Potrava oukleje	16
1.2.3 Ekologie oukleje	17
1.2.4 Ouklej jako invazivní druh	18
2 Cíl práce	21
3 Metodika	23
3.1 Lokalita	23
3.2 Terénní odběr vzorků	25
3.2.1 Sběr driftu a potravy oukleje	25
3.2.2 Abiotické faktory	26
3.2.3 Sledování diurnální aktivity	26
3.3 Zpracování vzorků	28
3.3.1 Determinace driftu	28
3.3.2 Determinace obsahu žaludků	28
3.3.3 Zpracování telemetrických dat	29
4 Výsledky	32
4.1 Drift	32
4.2 Potravní strategie	33
4.3 Abiotické faktory	35
4.4 Diurnální aktivita	35
4.5 Domácí okrsek	37
5 Diskuse	39
5.1 Potravní strategie oukleje	39
5.2 Abiotické faktory	41
5.3 Diurnální aktivity a velikost domácího okrsku	46
6 Závěr	48
7 Seznam citované literatury	51
8 Přílohy	64

1 Úvod

Říční ekosystém se typicky vyznačuje především svým lineárním charakterem a neustálým prouděním (Townsend et al., 2010). To vytváří velice nestálé prostředí, kde je vše neustále v pohybu a životní podmínky se v čase i prostoru neustále mění (Lucas et al., 2001). K těmto změnám, ať už fyzikálních, chemických či biologických vlastností říčního prostředí, dochází plynule od pramene k ústí (Vannote et al., 1980). Organismy mají v zásadě tři možnosti jak na proudění reagovat: přichytit se na místě, pasivně plynout s proudem, aktivně vzdorovat proudění. Ryby využívají aktivní pohyb ve vodním prostředí, který jim umožňuje přesouvat se v případně nepříznivých nebo nevyhovujících podmínkách na místa, kde jsou podmínky příznivější.

Dlouhou dobu byla většina sladkovodních ryb považována v zásadě za stacionární druhy. V současnosti již víme, že ryby se v prostředí tekoucích vod značně přesouvají, a to z hlediska času jak v krátkodobém, tak v dlouhodobém intervalu (Lucas et al., 2001). Vlivem proměnlivosti říčního prostředí a změn v průběhu ontogenetického vývoje dochází u ryb ke změnám ve výběru optimálního habitatu či toleranci k určitému faktoru prostředí. Takové okolnosti jsou zásadní motivací ke kratším přesunům, kdy ryba využívá např. více vhodných habitatů během dne (Baade a Fredrich, 1998; Okun a Mehner, 2005), či migraci na delší vzdálenosti, kdy se ryba snaží vyhledat vhodný životní prostor nebo místo k rozmnožování, přezimování apod., (Lucas, 2000; Johnson a McKenna, 2007). Optimální habitat není definován pouze biotickými vlivy (potrava, predace, kompetice), ale také vlivy abiotickými (teplota, kyslík, turbidita atd.). Proměnlivost využívaných habitatů vede k prostorovému, behaviorálnímu a časovému rozdělení zdrojů a omezení vnitrodruhové a mezidruhové kompetice (Vollestad, 1986; Daněk et al., 2016).

Kaprovité ryby jsou rozšířené v severní Americe, Africe a Eurasii, můžeme je najít v široké škále habitatů od rychle proudících toků přes pomalu tekoucí dolní toky řek až k nádržím a jiným stojatým vodám, kde jsou asi nejtypičtějšími obyvateli (Slavík a Bartoš, 2001). U mnoha druhů kaprovitých ryb došlo k narušení migračních cyklů, a to zejména v důsledku výstavby příčných překážek (přehrad, jezy) a s nimi souvisejících regulací řek (Gardner et al., 2013)

ještě předtím, než byly vědecky zkoumány. Doposud byly popsány přezimovací a zvláště třecí migrace (Baade a Fredrich, 1998; Prchalová et al., 2011; Chapman et al., 2012; Bronmark et al., 2014; Horký a Slavík, 2017). Denní aktivita kaprovitých ryb dlouho zůstávala mimo okruh vědeckého zájmu. Přestože v posledních letech přibývají nové studie (Horký et al., 2008; Gutowsky et al., 2013; Říha et al., 2014), nepodařilo se zatím vytvořit ucelenou představu o denních pohybech ryb, a to zejména kvůli variabilitě chování ryb v různých typech vodního prostředí a složitému způsobu sběru potřebných dat.

1.1 Diurnální aktivita a domácí okrsek ryb

Pro označení rozsahu pohybu ryb v rámci denního cyklu jsem se rozhodla používat výraz “diurnální aktivita” namísto migrace. Hlavním důvodem je skutečnost, že migrace je chápána jako dlouhodobější jev, probíhající v časovém horizontu například ročního období či třecí sezóny. Domnívám se, že označení „diurnální aktivita“ lépe vyjadřuje každodennost, diurnální rytmus, aniž by jakkoli snižovalo význam tohoto chování. Pojem “migrace” používám v této práci právě pro označení delších přesunů v dlouhodobějším časovém úseku.

Diurnální aktivita ryb, především pokud má nějaký pravidelný rytmus, je v literatuře obecně považována za trade-off mezi sháněním potravy a únikem před predací (Lucas et al., 2001). Dalším důvodem k přesunům během dne může být významná změna abiotických podmínek (Daněk et al., 2014). Toto chování může být extrémně variabilní, a proto je velice těžké nalézt nějaké typizované chování. Může se lišit mezidruhově, ale i v rámci druhu, mezi různými populacemi či mezi věkovými kohortami ryb (Chapman et al., 2013). V praxi to znamená, že je velmi riskantní sledovat pouze některý z faktorů, protože si pak nemůžeme být jisti, jestli chování ryby nebylo ovlivněno i jiným faktorem.

Diurnální aktivitu a migraci ryb můžeme rozlišovat na základě podnětů, které jsou spouštěčem pohybové aktivity. Může se jednat o vnitřní podněty, jako je pocit hladu (Thomas, 1977), metabolická dysbalance (Gutowsky et al., 2013) nebo reprodukční dospělost (Colgan, 1993), protože například s dospělostí ryba mění režim diurnální aktivity (Vašek a Kubečka, 2004). Vnějšími podněty jsou pak např. kompetice (Říha et al., 2014), predace (Okun a Mehner, 2005),

dostupnost potravy (Vašek a Kubečka, 2004) a abiotické faktory (Horký et al., 2008; Prchalová et al., 2011). Mezi nejčastěji zmiňované faktory prostředí, ovlivňující diurnální aktivitu a migrace ryb, patří průtok (Sonny et al., 2006), teplota vody (Daněk et al., 2016), koncentrace kyslíku (Daněk et al., 2014), zákal (Kulíšková et al., 2009) a intenzita světelného záření (Baras, 1992).

Na migraci a diurnální aktivitu má výrazný vliv průtok, který po překročení určité hranice funguje například jako spouštěč třecí migrace (Rakowitz et al., 2008; Prchalová et al., 2011). Pro migrace ryby všeobecně potřebují jistou minimální úroveň průtoku, a to kvůli bezproblémovému pohybu v řece, např. překonávání mělkých úseků řeky. Extrémně vysoké či extrémně nízké hodnoty průtoku mohou být naopak důvodem k omezení aktivity/migrace (Prchalová et al., 2011). Průtok může mít různý vliv na různě velké ryby, kdy například malé ryby se při přesunech v podélném profilu koryta raději drží blíže u břehu (Reichard et al., 2004; Valová et al., 2006). Co se týká vlivu průtoku na diurnální aktivitu ryb, bylo pozorováno, že změny aktivity podle denních fluktuací průtoku jsou méně pravděpodobné, s výjimkou extrémních případů jako jsou povodně. Obvyklý je naopak jev, kdy ryby během dne střídají habitaty s různou intenzitou proudění, přičemž k odpočinku se přesouvají do klidnějších oblastí řeky jako jsou zátočiny, břehy, slepá ramena nebo dno (Baade a Fredrich, 1998).

Teplota je nejdůležitější fyzikální vlastnost vody, která ovlivňuje další abiotické faktory vodního prostředí (např rozpustnost plynů ve vodě). Na ryby jako poikiloternní živočichy může mít teplota prostředí zásadní vliv (Hanel a Lusk, 2005). Teplota je důležitým faktorem, který též ovlivňuje migraci kaprovitých ryb. Po překročení určité hraniční hodnoty působí teplota jako spouštěč třecích migrací, které probíhají obvykle v jarním období (například pro ouklej či plotice je uváděna hranice 10 °C, pro jelce tloušť 15°C) (Rakowitz et al., 2008; Slavík et al., 2009; Prchalová et al., 2011). Může to souviset s faktem, že teplota má u kaprovitých ryb prokazatelně zásadní vliv na schopnost aktivního pohybu (Lucas, 2000; Prchalová et al., 2011; Maszczyk et al., 2014). Naopak trvalý pokles teplot na podzim může vyvolat zahájení migrace na vhodná přezimovací stanoviště (Prchalová et al., 2011). Důvodem denních přesunů je nejen změna teploty v určitém místě, ale spíše vyhledávání teplotně více

vhodných míst během dne - hlubších a tedy chladnějších míst, nebo naopak mělkých vyhřátých litorálních oblastí (Okun a Mehner, 2005; Gutowsky et al., 2013). Můžeme třeba pozorovat, že mladé ryby vyhledávají oblasti s vyšší teplotou vody pro svůj optimální růst (Schiemer a Wieser, 1992).

Koncentrace kyslíku ve vodním prostředí bývá velice proměnlivá, běžně se v našich vodách pohybuje v rozmezí od 7 do 14 mg.l⁻¹ (Hartman et al., 2005). Závisí jak na abiotických faktorech okolního prostředí (teplota vody, atmosférický tlak, proudění), tak i na biotických. Důležitými biotickými faktory jsou asimilace vodních rostlin, kdy koncentrace kyslíku může dosáhnout až 40 mg.l⁻¹ nebo jejich respirace, kdy naopak může koncentrace klesnout až k 0 mg.l⁻¹ (Hanel a Lusk, 2005). Koncentrace kyslíku jako faktor indukující přesuny ryb, se projeví většinou až ve chvíli, když poklesne k takovým hodnotám, které jsou pro rybu ohrožující (Daněk et al., 2014).

Světlo a změna jeho intenzity během dne má především vliv na antipredační chování vzhledem k tomu, že většina piscivorních ryb jsou vizuální predátoři. Není úplně snadné určit, jestli vliv světla je přímý, i když u kaprovitých ryb byly pozorovány přesuny mezi habitaty během dne poměrně přesně navázané na rozbřesk či soumrak (Baras, 1992). Lze také pozorovat změnu chování za výrazně oblačného počasí, kdy ryby evidentně spoléhají na zhoršenou viditelnost a nemají tudíž potřebu se tolik přizpůsobovat predacímu tlaku (Baras a Nindaba, 1999; Reichard et al., 2002). Naopak za úplňku, když je dobrá viditelnost během noci, některé ryby raději zůstávají v úkrytu a omezují i svoji aktivitu během noci (Tesch, 1977; Horký et al., 2008).

Zákal představuje faktor s podobným vlivem, jako je intenzita světelného záření. Kaprovité ryby jsou sice obecně dobře adaptovány na život v zakalených vodách (Olin et al., 2002), ale některá pozorování naznačují, že narůstající množství kaprovitých ryb může znamenat nárůst produktivity vodního ekosystému, a tedy větší zákal (Turesson a Bronmark, 2007). Zvýšený zákal říčního prostředí bývá obvykle způsoben zejména zvýšeným množstvím sedimentu ve vodních tocích při vyšších průtocích, a to v důsledku eroze půdy v povodí či eutrofizace vodního prostředí (Foster, 2006; Kemp et al., 2011). Zákal ovlivňuje především dynamiku vztahu mezi predátorem a kořistí, protože kořist

může se zákalem měnit své antipredační chování a také predátor podle zákalu upravuje svoji taktiku lovu (Sweka a Kyle, 2001). Zákal ovlivňuje optické vlastnosti vody a snižuje průhlednost vody, což má za následek snížení reakční vzdálenosti predátora i únikové vzdálenost kořisti. (Abrahams a Kattenfeld, 1997; Ranaker et al., 2014). Ztížené podmínky při lovu mohou vyvolat nutnost rozšíření rozsahu denních pohybů i domácího okrsku ryb. Vyšší aktivita je totiž kompenzací v podmínkách, kde dochází ke snížení pravděpodobnosti setkání s kořistí (Sweka, 1999). Tento jev popsala i Kulišková et al. (2009) na příkladu jelce jesena *Leuciscus idus* v prostředí toku Labe, který v době zvýšeného zákalu výrazně zvětšoval velikost domácího okrsku.

Přesuny ryb v rámci vodního toku lze podle směru pohybu rozlišit na longitudinální (po či proti proudu řeky, v podélném profilu toku), horizontální (mezi litorálem a otevřenou vodou, v příčném profilu) a vertikální (mezi různými hloubkami vodního sloupce) (Gutowsky et al., 2013).

Pro vertikální migraci mají ryby většinou tyto důvody: využívají hlubší vodu s nedostatkem světelného záření jako úkryt (Gutowsky et al., 2013), nebo se do hlubší vody přesouvají v klidové části dne za účelem úspory energie (ve studené vodě není výdej energie tak velký) (Daněk et al., 2016). Pro ryby je výhodné vyhledávat potravu v teplejší vodě a odpočívat v chladnější (Lucas et al., 2001), přičemž ryby, které střídají tato dvě prostředí, rostou rychleji (Diana, 1984). Horizontální migrace výrazně ovlivňuje typ litorálu, především pokud je strukturovaný, považujeme přesun do litorálu za antipredační strategii (Copp a Jurajda, 1993; Říha et al., 2014). Dá se rovněž předpokládat, že se jedná o přesun za potravou – bentickými bezobratlými živočichy (Okun a Mehner, 2005). Litorál řek je zásadním habitatem pro juvenilní ryby, které musí dosáhnout určité velikosti, než se mohou odvážit do střední rychleji proudící oblasti toku (Reichard et al., 2004). Dospělé ryby využívají klidné břehové vody či slepá ramena řek k odpočinku (Baade a Fredrich, 1998). Přesuny v rámci podélného profilu (longitudinální) byly doloženy především u větších ryb, dochází k nim zejména v lokalitách, kde ryby nenalézají potřebné mikro-habitaty na jednom místě (Clought a Ladle, 2005). Byly pozorovány i ve výrazně heterogenních tocích, kde se ryba

během dne přesunuje mezi několika preferovanými stanovišti (Alexandre et al., 2016).

Domácí okrsek (home range) je plocha, ve které se jedinec běžně vyskytuje v průběhu diurnálního cyklu (Kramer a Chapman, 1999). Jeho velikost závisí na mnoha faktorech, patří k nim například velikost těla jedince (Schoener 1971, Bell a Kramer, 2000) či způsob získávání potravy (Harestad a Bunnell, 1979). Plocha domácího okrsku se může měnit sezónně v závislosti na změnách podmínek prostředí (Horký et al., 2008; Kulíšková et al., 2009). Denní přesuny a velikost domácího okrsku jsou obvykle kompromisem mezi vyhýbáním se predáčnímu tlaku, sháněním potravy a zároveň co nejnižším výdejem energie (Minns, 2011). Jako zásadní faktor, určující velikost domácího okrsku, se jeví právě dostupnost potravy (Alexandre et al., 2016). Nasvědčuje tomu i to, že v zimních měsících, kdy je příjem potravy kaprovitých ryb omezen, bývá i jejich domácí okrsek výrazně menší (Gardner et al., 2013) Rozsah plochy domácího okrsku, jeho poloha a vzdálenost přesunů během dne patří k základním informacím a důležitým charakteristikám ekologie jednotlivých druhů. Velikost domácí okrsku lze také využít ke studiu vlivu regulace řek na rybí populaci (Gardner et al., 2013).

1.2 Ouklej obecná

Ouklej obecná *Alburnus alburnus* je spolu s ploticí obecnou *Rutilus rutilus* a cejnem velkým *Abramis brama* jednou z nejhojnějších kaprovitých ryb Evropy (Vašek a Kubečka, 2004). Ouklej je původní v Asii a v téměř celé Evropě mimo jižní poloostrovy, severní Skandinávii, Skotsko a Irsko (Lusk et al., 1992). U nás ji povětšinou nacházíme na dolních a někdy i středních tocích větších řek a údolních nádrží (Lusk et al., 1992). Co se týká početnosti, ouklej dosahuje v našich tekoucích vodách relativní početnosti 74,8% a relativní biomasy 20,1% (Hanel a Lusk, 2005), její výskyt je omezen nadmořskou výškou 700 m. Ouklej se dá označit za teplomilnou rybu s teplotním optimem v rozmezí 15-25 °C, zvládne ovšem teploty až do 30°C (Hanel a Lusk, 2005).



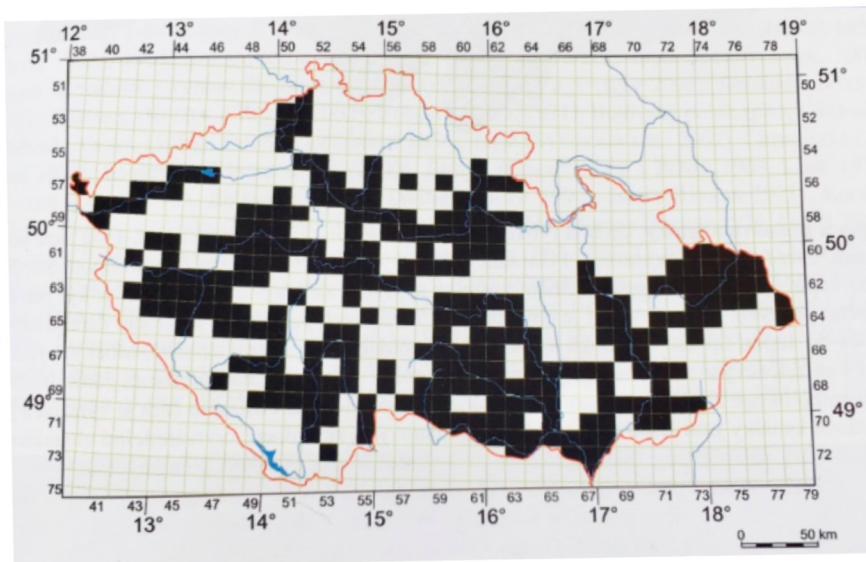
Obr. 1: Ouklej obecná *Alburnus alburnus* (Foto: Petra Horká)

1.2.1 Morfologie, rozmnožování, využití

Ouklej je menší ryba s protáhlým bočně zploštělým tělem, ústa míří mírně nahoru, zbarvení těla je stříbřitě bílé, dorůstá délky 25 cm a hmotnosti 60 g (Hanel a Lusk, 2005), dožívá se 3-6 let života (Lusk et al., 1992). V řece roste pomaleji než ve stojatých vodách a v různých prostředích vytváří různé ekomorfy (Hanel a Lusk, 2005). Pohlavně dospělá je ouklej ve 2-3 roku života (Lusk et al., 1992), ke tření, které probíhá v hejnu, dochází od května do června v několika dávkách (porcionální tření), jikry odkládá na porost či na kamenité dno (Hanel a Lusk, 2005).

Ouklej nemá přímé hospodářské využití, ale jelikož je významnou složkou potravy větších ryb, často ji vysazují do nádrží sportovní rybáři (Lusk et al., 1992). Ouklej by pravděpodobně bylo možné využít jako vhodný bioindikátor změn faktorů vodního prostředí (Fouzia a Abdeslem, 2012), a to především díky typickému poměru pohlaví pro tento druh (68,4% samic : 31,6% samců), jehož odchylky se dají vztáhnout na abiotické změny prostředí (teplota, kyslík, pH).

Samice oukleje vyžadují vyšší obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě, tudíž preferují chladnější vody (Fouzia a Abdeslem, 2012). Podíl samců v populaci roste s teplotou (Fouzia a Abdeslem, 2012), v kyselém a málo okysličeném prostředí lze s větší pravděpodobností nalézt samce.



Mapa 1: Rozšíření oukleje v ČR (Hanel a Lusk, 2005)

1.2.2 Potrava oukleje

Všeobecně ve vodním prostředí převažuje polyfágie nad monofágií. Mohlo by to implikovat, že si vodní živočichové navzájem výrazně konkurují, například většina ryb mírného pásu se živí vodními bezobratlými (Allan a Castillo, 2007). V době hojnosti polyfágie umožňuje vodním živočichům nejen specializovat se, ale také reagovat na změnu dostupnosti potravy, ke které například dojde se změnou ročního období. Většinu vodních živočichů je v průběhu jejich ontogenetického vývoje možné zařadit do několika potravních guild, což může vést ke snížení vnitrodruhové konkurence (Latli et al., 2019).

Z hlediska potravní preference je ouklej považována za výlučného zoofága. Její potrava obsahuje autochtonní zdroje potravy jako jsou plankton, larvy a dospělci vodních bezobratlých, jakož i alochtonní zdroje v podobě suchozemského hmyzu spadlého do vody či prolétajícího nad hladinou, pro který si vyskočí (Lusk et al., 1992; Hanel a Lusk, 2005). Za typické chování je u oukleje uváděno právě chytání hmyzu letícího nad hladinou, zatímco v otevřeném

vodě se krmí u hladiny, u břehů spíše ze dna (Haberlehner, 1988). Takové zdroje ouklejí poskytují potravu vysoce kalorickou a bohatou na proteiny (Giller a Malmqvist, 2000). Další sezónně významnou složkou potravy oukleje mohou být jikry či raná vývojová stádia ostatních ryb - konkrétně i predátora oukleje - bolena dravého (Šmejkal et al., 2017). Jikry jsou sice k dispozici pouze po omezenou dobu a navíc v čase, kdy jiné potraviny nemusí být dostatek, ale vzhledem k jejich výživnosti a snadné dostupnosti mohou být důvodem k naprosté změně potravního chování. V takovou chvíli se tedy vztah predátor - kořist obrací, kořist je typicky početnější než predátor, a tak může zkonzumovat ve skutečnosti více jedinců predátora (vzhledem k množství jiker kladených rybami), než predátor za života zkonzumuje kořisti (Šmejkal et al., 2017).

Podle pozorování ze stojatých vod (nádrží), je ouklej specialistou pelagiálu, živící se celý život převážně zooplanktonem (Chappaz, 1998; Vašek a Kubečka, 2004), jehož migraci sleduje. Podle Jankauskiené a Jenciuté (2007) obsah žaludků ouklejí dokazuje, že ouklej kopíruje diurnální aktivitu zooplanktonu. Ohledně potravních preferencí bylo v některých výzkumech pozorováno, že ouklej si cíleně vybírá větší kusy kořisti (Jankauskiené a Jenciuté, 2007). Naopak nebylo pozorováno (Horký et al., 2008), že by ouklej lovila v noci, což zároveň poukazuje na to, že si jednotlivé částice potravy vybírá. Lze ji tudíž zařadit mezi tzv. *particulate feeders* na rozdíl od *filter feeders*, které zrak k zachycení potravy nepotřebují, protože nepřetržitě filtrují. Některé studie uvádějí, že si ouklej vybírá větší částice zooplanktonu, jelikož je schopna postranní čarou zachytit vibrace, které vytvářejí větší jedinci, a že je tudíž nevyhledává pomocí zraku (Bogacka-Kapusta a Kapusta, 2007). Jsou popsány i případy, kdy se ouklej v době nedostatku potravy přeorientovala na rostlinnou potravu (Latli et al., 2019).

1.2.3 Ekologie oukleje

V literatuře (Hanel a Lusk, 2005) je ouklej označována za plachý hejnový bentopelagický potamodromní sladkovodní druh, obývající hlubší místa s pomaleji proudící vodou, s výskytem většinou u hladiny či v hlubších nezarostlých vodách a udržující se neustále v pohybu. Informací o ekologii a etologii oukleje lze nalézt jen poskrovnu, a to ještě většinou z pozorování v

nádržích, kde se chování oukleje může oproti řece zásadně lišit. Ve všech habitatech je pro ouklej typická nejvyšší aktivita ráno a večer (Jankauskienė a Jenciūtė, 2007). Chování oukleje během dne však není definované pouze potravní nabídkou, ale i predací (Říha et al., 2014). Jedná se v této souvislosti o roli velikosti oukleje, jelikož ani dospělé oukleje většinou nedosahují únikové velikosti, tedy velikosti, která už neumožňuje predátorovi rybu ulovit (Říha et al., 2014). Studie na nádržích odhalily u oukleje poměrně zásadní antipredační chování – přesuny jednotlivců mezi litorálem a pelagiálem během dne (Wysujack a Mehner, 2005; Říha et al., 2014). Velké oukleje se zdržovaly přes den v pelagiálu a na noc migrovaly do litorálu. Naopak mladé ryby tráví den ve strukturovaném litorálu, který slouží jako úkryt před predací. V řekách se naopak jeví jako častější projev antipredačního chování vytváření hejn (Haberlehner, 1988). Hejna menších ouklejí byla pozorována i v přehradě, především v místech, kde není dostatek strukturovaného litorálu (Říha et al., 2014).

Jedna z mála studií (Haberlehner, 1988), která se zaměřila na chování ryb (oukleje, plotice obecné a perlína ostrobřichého *Scardinius erythrophthalmus*) během dne v říčním habitatu, zaznamenala hejna dospělých ouklejí v pelagiálu. Ouklej byla pozorována většinou těsně u hladiny. Břehy využívají jako úkryt primárně juvenilové, hlavně pokud jsou strukturované. V otevřené vodě plave ouklej výrazně rychleji, ostatní druhy ryb ji nestačí. Hejno klínového tvaru je poměrně těsné, při nebezpečí se ještě více semkne, přidá na rychlosti a zásadně změni směr. Soliterní oukleje nejsou časté, a pokud byly pozorovány, šlo většinou o velké jedince. Hejna ouklejí lze tedy považovat za obligátní. Po povodních, či v období zásadně snížené viditelnosti, se hejna mohou rozpadat (Haberlehner, 1988).

1.2.4 Ouklej jako invazní druh

V posledních letech se ukazuje, že ouklej možná bude mít ve vodních ekosystémech významnější roli, než se předpokládalo, jelikož se začíná projevovat jako druh s vysoce invazivním potenciálem. Již v předchozím století (1992) byla zavlečena do Španělska (Almeida et al., 2014) a na počátku tohoto století (2006) do Portugalska (Sousa-Santos et al., 2018), kde se stala

sympatrickým druhem 15 endemickým druhům. Dále byla zavlečena i do Alžíru (Fouzia a Abdeslem, 2012), Maroka (Clavero et al., 2015), a na Kypr (Hanel a Lusk, 2005).

Invazní ryby mohou mít zásadní vliv na původní společenstvo, a to z několika důvodů. Hrozí nebezpečí možné hybridizace, zavlečení nových patogenů či parazitů, kompetice, predace, predace jiker původních druhů a celkového narušení původní stability společenstva (Sousa-Santos et al., 2018). Pyrenejský poloostrov je v tomto kontextu vysoce ohroženou oblastí, především z důvodu vysoké endemičnosti místní ichtyofauny (více než 30% druhů ryb). Bohužel procento nepůvodních ryb v pyrenejských vodách neustále stoupá (již přesahuje 25%), a jsou tedy označovány jako hot-spot pro rybí invaze. Na pyrenejském poloostrově je ohroženo 68% původních kaprovitých ryb (Sousa-Santos et al., 2018).

Na Pyrenejském poloostrově jsou pro ouklej zásadním místem introdukce nádrže, kde je vysazována sportovními rybáři jako potrava pro dravé ryby (okounek pstruhový *Micropterus salmoides*, štika obecná *Esox lucius*, candát obecný *Sander lucioperca*), které jsou lákavou trofej. Z těchto nádrží se ouklej poměrně úspěšně šíří, vzhledem k tomu, že k disperzi jí stačí i odvodňovací kanál. Daří se jí také v tocích, jejichž průtok je regulován přehradami (Matono et al., 2018). Na rozdíl od jiných invazivních druhů ouklej neprojevuje tak silnou preferenci pomalých hlubokých řek, je tedy nejvíce podobná původním reofilním druhům, které preferují rychle tekoucí řeky a jsou přizpůsobené vysokým průtokům. Oukleje zde dosahují vysoké početnosti za různých podmínek, lze je proto považovat za ekologicky vysoce plastický druh. Je také schopna pozměnit svůj životní cyklus v případě nového prostředí (Matono et al., 2018), dokáže se přizpůsobit hydrologickým změnám typickým pro mediteránní řeky.

Ouklej již hybridizací narušila endemický komplex rodu *Squalius*. (Almeida et al., 2014). Je si blízká především s *Anaocypris hispanica*, *Squalius pyrenaicus*, *Squalius alburnoides* (Sousa-Santos et al., 2018), dále s *Luciobarbus microcephalus*, *Pseudochondrostoma wilkommii* a *Salaria fluviatilis* (Matono et al., 2018). Hybridizace s ouklejí znamená zanesení cizorodých genů do genofondu původních (endemických) druhů ryb (Sousa-Santos et al., 2018). K hybridizaci dochází poměrně často, a to především z těchto důvodů: vnější oplodnění,

nedostatečně rozdílné chování, nerovnoměrná početnost rodičovských druhů, kompetice o omezené třetí habitaty, zmenšující se komplexita habitatu (Sousa-Santos et al., 2018). Samotná fylogenetická příbuznost nemusí automaticky znamenat, že dojde k hybridizaci. K hybridizaci jsou nutné ještě další faktory, jako je preference stejného třetího habitatu, tření ve stejnou dobu, podobná velikost dospělců. Fakt, že se aktuálně neprokázal výskyt hybrid, neznámá, že v budoucnu k hybridizaci nedojde.

2 Cíl práce

Ouklej jako malá kaprovitá ryba dosud nevyvolávala velký zájem ani u rybářů ani ze strany biologů. Jak jsem již nastínila v úvodu, informace o její ekologii jsou proto značně kusé. V potravních sítích našich vod však může zastávat poměrně významnou roli, ať už jako kořist (Krpó-Četković, 2010), či jako predátor (Jankauskienė a Jenciūte, 2007). Cílem této práce je doplnit informace o diurnální aktivitě oukleje v říčním prostředí a zjistit, jaké faktory prostředí ovlivňují její chování. Za tímto účelem jsem hodnotila diurnální aktivitu a velikost domácího okrsku oukleje ve vztahu k nabídce potravy a abiotickým faktorům prostředí. Vyhodnotit data, sesbíraná dříve mojí školitelkou, bylo hlavní náplní mé práce. Prvotní výzkum zahrnoval sběr driftujících živočichů, žaludků ouklejí, telemetrických záznamů pohybu ouklejí a byl doplněn údaji ze sledování abiotických faktorů prostředí.

Moje diplomová práce byla zaměřena na identifikaci složení potravy oukleje, vymezení domácího okrsku, vzdálenosti denních přesunů oukleje a působení abiotických faktorů na aktivitu oukleje. Zdánlivě se to může jevit jako detailní střípek skládačky, ale následně na úrovni ekosystému dokáží tato konkrétní data kvantifikovat složení a vztahy v rámci potravní sítě (Woodward a Hildrew, 2002) a zhodnotit roli ryb ve vodních ekosystémech (Specziár a Eros, 2014). Na počátku jsem si stanovila za cíl své práce zodpovědět čtyři obecnější otázky:

1. Má množství potravy vliv na diurnální aktivitu oukleje?
2. Mají abiotické faktory prostředí vliv na diurnální aktivitu oukleje?
3. Jaký je rozsah diurnální aktivity oukleje, a jaká je velikost domácího okrsku oukleje?
4. Jaká je potravní strategie oukleje?

Při následné rešerši jsem pak formulovala konkrétnější hypotézy o vlivu zákalu, teploty, dostupnosti potravy. Vzhledem ke zjištěním předchozích studií se dalo předpokládat, že míra denní aktivity oukleje se bude se zvětšovat s nedostatkem potravy a naopak snižovat s rostoucím množstvím potravy. Formulovala jsem tedy hypotézu, že 1) s vyšším množstvím potravní nabídky se

bude zmenšovat rozsah diurnální aktivity oukleje. Diurnální aktivita ryb ovšem nemusí být ovlivněna dostupností potravy pouze přímo.

Ryby zvětšují rozsah své denní aktivity i v důsledku zvýšeného zákalu prostředí (Kulíšková et al., 2009), jedním z hlavních důvodů takového chování je pravděpodobně vliv zákalu na způsob využití potravy. Zákal ovlivňuje optické vlastnosti vody, a jelikož je ouklej vizuálním predátorem, lze očekávat, že zákal vody bude mít na její chování (Sweka a Hartman, 2001; Foster, 2006). V zakaleném prostředí se snižuje viditelnost potravních částic, což může u ryb vyvolat potřebu větších prostorových přesunů jako kompenzace pro vyhledání dostatečného množství potravy (Sweka, 1999; Kemp et al., 2011). To mne tedy vedlo ke stanovení druhé hypotézy, že 2) diurnální aktivita oukleje bude větší v podmínkách zvýšeného zákalu.

Kaprovitě ryby mohou zvyšovat svoji aktivitu také v důsledku zvýšeného průtoku a se vzrůstem teploty vody (Maszczyk et al., 2014; Prchalová et al., 2011). Lze tedy předpokládat, že i u oukleje dojde vlivem zvýšení teploty či průtoku k nárůstu pohybové aktivity ryb. Ve své práci jsem proto ověřovala také hypotézy, že 3) s rostoucí teplotou se bude zvyšovat diurnální aktivita oukleje a 4) s rostoucí hodnotou průtoku se bude zvyšovat diurnální aktivita oukleje.

3 Metodika

3.1 Lokalita

Lokalita Svádov (50.6630394N, 14.1033233E) se nachází u Ústí nad Labem, na pravém břehu Labe, a pro výzkum je vhodná zejména z toho důvodu, že se jedná o poměrně zachovalý úsek za poslední vodohospodářskou stavbou na řece - zdymadlem ve Střekově. Toto zdymadlo je poslední z 93 příčných staveb (přehrad, zdymadla, jezy), které se nacházejí na českém úseku Labe (Mezinárodní komise pro ochranu Labe, 1996). Jestliže Labe po Střekově je do značné míry kanalizované, od Ústí nad Labem dále po proudu má tato řeka charakter běžného plavebně upraveného toku, o čemž svědčí jednoznačná souvislost mezi vodními stavy a průtoky (Mezinárodní komise pro ochranu Labe, 1996).

Ačkoliv je Labe naše největší řeka s průměrným průtokem $308 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Hanel a Lusk, 2005), podle geomorfologické charakteristiky celý její český úsek spadá do oblasti horního Labe, tudíž je charakterizován jako horní tok, a to primárně s ohledem na spádové poměry (Mezinárodní komise pro ochranu Labe, 1996). Významný sklon koryta znamená významné proudění, a tedy typicky šterkový substrát dna (Slavík, 2008). Potvrzuje to i naprostá převaha limnetických druhů ryb, oproti středním a dolním úsekům řeky dále po proudu, kde nacházíme více lotických druhů (Slavík, 2008). Celkem se v českém Labi vyskytuje 48 druhů ryb a mihulí (Mezinárodní komise pro ochranu Labe, 1996). Skutečnost, že řeka v úseku mezi Střekovem a statní hranicí vykazuje poměrně zachovalý původní charakter, potvrzují též počty nalezených druhů ryb, které jsou právě zde nejvyšší z celé české části Labe. Tento úsek je charakterizován jako parmové pásmo, nachází se zde především spousta reofilních druhů ryb, z nichž 60% tvoří kaprovité ryby. Jako typické druhy pro parmové pásmo Labe jsou uváděny: parma obecná *Barbus barbus*, jelec proudník *Leuciscus leuciscus*, hrouzek obecný *Gobio gobio*, jelec tloušť *Leuciscus cephalus* a mihule říční *Lampetra fluviatilis* (Mezinárodní komise pro ochranu Labe, 1996). Mezi lety 2005 - 2007 bylo v tomto úseku zjištěno 24 druhů ryb, z toho 20 původních a z nich 17 se přirozeně rozmnožovalo (Slavík, 2008). Mezi nejpočetnější ryby v tomto úseku náleží: jelec tloušť *Leuciscus cephalus*, jelec jesen *Leuciscus idus*, jelec proudník *Leuciscus*

leuciscus, parma obecná *Barbus barbus*, bolen dravý *Aspius aspius*, plotice obecná *Rutilus rutilus*, ouklej obecná *Alburnus alburnus*, cejn velký *Abramis brama*, hrouzek obecný *Gobio gobio*, candát obecný *Sander lucioperca* (Slavík, 2008).



Obr. 2: Řeka Labe – poblíž lokality Svádov (Foto: Petra Horká)



Mapa 2 : Poloha lokality Svádov

3.2 Terénní odběry vzorků

Terénní odběry probíhaly v létě 2007 a bylo jich celkem deset: 12., 18., 19. července, 1., 2., 13., 23., 28., 30. srpna, 11. září, přičemž se jednalo o diurnální sledování. Vzorky byly odebírány v pravidelných intervalech během 24 hodin a intervaly byly vymezeny jako svítání (6.00 – 9.00), dopoledne (9.00 – 12.00), poledne (12.00 – 15.00), odpoledne (15.00 – 18.00), soumrak (18.00 – 21.00), noc (21.00 – 24.00). Interval ve 3.00 byl vynechán kvůli předpokladu, že oukleje v noci potravu nepřijímají. Z praktických důvodů ovšem jednotlivé odběry neprobíhaly v rámci jednoho dne od svítání do noci, ale během dvou dní, kdy většinou začínaly odpoledne a končily v poledne. Odběry se skládaly: 1. ze sledování diurnální aktivity náhodně vybrané oukleje pomocí vysílačky, jejíž pozice byla zaznamenána při každém intervalu, 2. následného odběru vzorku driftu v daném místě, 3. změření abiotických faktorů prostředí (teplota vody, pH vody, koncentrace kyslíku, osvit), a 4. z odchyty několika ouklejí k rozboru obsahu žaludku.

3.2.1 Sběr driftu a potravy oukleje

Za účelem kvantifikování potravní nabídky oukleje, byly odebírány vzorky vodních i terestrických bezobratlých živočichů, a to na jednom předem určeném místě (50.6630394N, 14.1033233E) v rámci vymezených intervalů každé tři hodiny. K odběru byly použity tři driftovací sítě zavěšené nad sebou v 1,5 m dlouhém rámu. Velikost sítí byla 33 x 33 cm, s průměrem ok 0,5 mm. Sítě byly postaveny v jedné řadě nad sebou, přičemž spodní síť byla těsně nad dnem, prostřední v prostřední hloubce a vrchní síť převyšovala hladinu vody o 5 cm. Vzorky byly následně zafixovány v 70% ethanolu.

V každém intervalu bylo současně odchyceno několik ouklejí na prut kvůli analýze žaludků. Celkem se jednalo o 70 jedinců, odchyt probíhal ve stejném místě jako odběr driftu a ve stejných časových intervalech. Po odchytení byly ryby usmrceny, každý jedinec byl zvážen (g), změřena délka jeho těla (SL – standard length), žaludky byly uloženy do 80% ethanolu.

3.2.2 Abiotické faktory

Parametry prostředí jako: turbidita (NTU), množství rozpuštěného kyslíku (mg.l^{-1}), vodivost ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), pH, teplota vody ($^{\circ}\text{C}$), byly měřeny pomocí sond (Oxi 196; pH/Cond 340i/SET; TURB 355T; WTW GmbH; www.wtw.com). Údaje o koncentraci kyslíku jsou bohužel neúplné z důvodu rozbité sondy. Osvět (eV) byl sledován pomocí SEKONIC Super Zoom Master L-68 (Sekonic; www.sekonic.com). K měření docházelo na stejné lokalitě a ve stejném čase jako k odběru driftu a žaludků, zároveň se jednalo o stejnou lokalitu, kde byla v daný čas zaměřena sledovaná ryba. Dále byla zaznamenávána i teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$). Byly použity záznamy Povodí Labe o denních průtocích a vodních stavech z hydrologické stanice v Ústí nad Labem (za poskytnutí informace a údajů děkuji panu Ing. Pavlu Jansovi z Povodí Labe, jansa@pla.cz, 2. 7. 2019)

3.2.3 Sledování diurnální aktivity

Denní pohyb oukleje byl sledován pomocí telemetrie. Cílem výzkumu bylo určit domácí okrsek ryby a frekvenci jejích přesunů během dne. Náhodně vybrané ryby byly sledovány v průběhu 24 hodin, jejich pozice byly zaznamenávány každé tři hodiny, ne vždy ovšem bylo možné rybu zaměřit.

Ryby určené pro telemetrické sledování byly odchyceny pomocí elektrického agregátu (650 V, 4 A; FEG 1500, EFKO-Germany; www.efkogmbh.de, pulsed D.C.), 8 ryb bylo označeno radio vysílačkou (nano tags). Rybám byla podána anestezie 2-phenoxy-ethanol ($0,2 \text{ ml.l}^{-1}$). Vysílačky (NTC-3-2 KMF; 1.2g in air, 7.3mm×18mm,; Lotek Engineering Inc.; www.lotek.com) byly implantovány do tělní dutiny skrze řez na břiše ryby, jež byl posléze uzavřen třemi stehy, za použití sterilní vstřebávající se chirurgické nitě (Ethicon Coated Vicryl; www.ethicon.com). Hmotnost vysílačky nikdy nepřesáhla 2% hmotnosti rybího těla na souši (Winter, 1983). Ryby byly zadrženy dokud se neprobraly z narkózy a neprojevíly spontánní tendenci k plavání (cca. 10 minut po zákroku). Následně byly vypuštěny v blízkosti místa odchytu. Vysílačky měly externí antény s potenciálním dosahem cca. 300 m v závislosti na dosahu přijímače a aktuálních podmínkách prostředí.

Jedinci byli sledováni ze břehu a nakonec se podařilo zaznamenat denní pohyb (24 hodinový cyklus) čtyř náhodně vybraných jedinců. Pozice ryby byla zaznamenávána každé tři hodiny za pomoci GPS. Intervaly během měření nebyly zcela přesné v závislosti na podmínkách sledování (cca 180 minut). Ryba byla lokalizována pomocí orientačních bodů v krajině a přesněji zaměřena pomocí GPS (GPS map 76S; Garmin Ltd; www.garmin.com) za použití radio přijímače (Lotek SRX_400. www.lotek.com) a Yagi antény. Zaměření sledované ryby probíhalo pomocí triangulace, s použitím dvou antén v bodech A a B. Anténami bylo potřeba otáčet, dokud nebyl zachycen nejsilnější signál, následně byl zaznamenán azimut směru (nejsilnějšího signálu). U obou bodů bylo nutné znát souřadnice GPS, pak se dala pomocí příslušného softwaru určit pozice bodu C (pozice sledované ryby). Pro kontrolu lze stanovit i bod 0 (střed příčky mezi body A a B).



Obr. 3: Vysílačka použitá k označení ryb (Foto: Pavel Horký)

3.3 Zpracování vzorků

3.3.1 Determinace driftu

Ze vzorků jsem nejdříve vytřídila živočichy, a pak je dále určovala do rodu a měřila pomocí binokulární lupy. Jednalo se o bezobratlé živočichy, které jsem následně v petriho misce s 80% roztokem ethanolu identifikovala pod binokulární lupou. Určované skupiny živočichů byly zooplankton, blešivec *Gammarus*, larvy brouků *Coeloptera*, gemule hub *Porifera*, larvy chrostíků *Trichoptera*, larvy jepic *Ephemeroptera* a pošvatek *Plecoptera*, larvy komárů *Diptera*, dospělci komárů *Diptera*, dospělci chrostíků *Trichoptera* a pošvatek *Plecoptera*.

Počet jedinců jsem zapsala do tabulky v MS Exel, vzorky driftu (46 odběrů ze tří hloubek, celkem 138) byly pro každý interval sloučeny do jednoho pozorování. Změny množství dostupné potravy ve vodním sloupci řeky během dne byly testovány v programu R pomocí analýzy rozptylu. Jelikož jsem srovnávala více skupin dat, pocházejících z nezávislých měření, využila jsem Kruskal-Wallisův test. To je neparametrická jednofaktorová Anova vhodná k testování dat s nenormálním rozložením.

3.3.2 Determinace obsahu žaludků

V laboratoři jsem determinovala obsah žaludků ouklejí, které byly odebrány přímo v terénu a uchované v ethanolu. Žaludky jsem nejprve po vyjmutí z epruvety vysušila na filtračním papíru a následně zvažila (váhy Kern). Žaludek jsem podélně rozřízla skalpelem, jeho obsah setřela jehlou, a propláchla 80% roztokem ethanolu. Tímto postupem jsem přesunula obsah žaludku do petriho misky, kterou jsem pak umístila pod binokulární lupu za účelem determinace složení potravy oukleje. Potravy jsem rozdělila do kategorií: blešivec *Gammarus*, chrostík *Trichoptera*, jepice *Ephemeroptera*, juvenilové komárů *Diptera*, dospělci komárů *Diptera*, detrit, řasy, gemule hub *Porifera*, s ohledem na natrávenost potravy. Za účelem zapsání výsledků determinace jsem vytvořila tabulku v MS Exel, vhodnou pro další statistické zpracování dat.

Výsledky determinace obsahu žaludků ouklejí jsem použila pro vyhodnocení potravní strategie ouklejí pomocí modifikované Costellovy metody grafické analýzy (Amundsen et al., 1996; původní metoda Costello, 1990). Tato

metoda slouží ke znázornění vztahu mezi množstvím určité kořisti v potravě ryb a výskytem dané kořisti v potravě u populace ryb, jenž danou kořist využívá. Výsledný graf umožňuje snadno vyhodnotit jak samotnou významnost kořisti, tak i potravní strategii a to, jakým způsobem je potravní nika živočichů využívána.

Tato metoda se skládá ze dvou částí, kdy nejprve je nutné určit výskyt určitého typu kořisti v potravě predátora. Výskyt je vyjádřen jako podíl predátorů s daným druhem kořisti v potravě a celkovým počtem predátorů s obsahem kořisti v žaludku:

$$F_i = (N_i/N) \cdot 100$$

, kde (N_i) je počet predátorů s kořistí (i) v žaludku a (N) je celkový počet predátorů, kteří pozřeli kteroukoliv potravu. Druhá část pak vyjadřuje podíl určité kořisti na celkovém množství potravy pozřené predátory, kteří pozřeli i danou kořist:

$$P_i = (\Sigma S_i/S_{ti}) \cdot 100,$$

v níž specifický výskyt určité kořisti (P) je vyjádřen procentuálně jako poměr celkového množství dané kořisti (S_i) k celkovému obsahu žaludků, ve kterých se daná kořist vyskytla (S_{ti}) . Specifická abundance kořisti je v grafu znázorněna oproti výskytu kořisti v potravě predátora.

3.3.3 Zpracování telemetrických dat

Pro zpracování telemetrických dat bylo potřeba nejdříve vložit záznam GPS pozic a úhlů (azimuty) do programu MS Excel, umožňujícího další zpracování. Potom již bylo možné data načíst do programu Telemetrie 2.0, pro každou rybu v rámci 24 hodinového cyklu zvlášť. Pomocí tohoto programu a souřadnic GPS naměřených při telemetrickém měření jedince jsme určily souřadnice bodu, kde se jedinec nacházel v průběhu diurnálního cyklu. Z těchto bodů jsem pak následně určila vzdálenost pohybu mezi jednotlivými intervaly a

dále pak i velikost domácího okrsku (HR) a velikost Jenrich Turnerovy Elipsy (JTE).

Pro určení velikost HR existuje řada možných způsobů. Jedna z nejčastěji užívaných metod je metoda minimálního konvexního polygonu (MCP, Hayne, 1949; Aebischer et al., 1993). Mapa domácího okrsku ryby se tvoří spojováním bodů, jenž představují nejvzdálenější polohu, kde byla sledovaná ryba zaměřena. Vznikne tak polygon, jehož celá vnitřní plocha je považována za domácí okrsek ryby. Slabina této metody spočívá v její velké závislosti na okrajových hodnotách.

Využita byla taktéž Jennrich-Turnerova metoda (JTE, Jennrich a Turner, 1969), která definuje HR osami X a Y, jenž jsou odvozeninami aritmetického průměru délkových a šířkových dat. Tato metoda byla použita především proto, že umožňuje určit pravděpodobnost, s jakou se jedinec ve vymezeném prostoru bude vyskytovat (pravděpodobnost JTE “75” vyjadřuje, že danou rybu můžeme v určeném prostoru nalézt po 75% časového úseku). Výhodou metody je její nezávislost na velikosti vzorku. Nevýhodou může být to, že tato metoda nepočítá s tím, že se sledovaný jedinec může vyskytnout opakovaně na jednom místě.

Získaná data o diurnální aktivitě byla vyhodnocena v programu R (www.r-project.com). Nejprve jsem testovala rozložení dat, vyjadřující celkovou vzdálenost pohybu mezi intervaly v průběhu dne (diurnální aktivita). K otestování normality rozložení dat byl využit Shapiro-Wilcoxonův test, který má vysokou relevanci i při menším objemu dat. K zodpovězení otázky, zda oukleje přizpůsobují své denní přesuny abiotickým faktorům či množství potravy, byl nejprve využit Spearmanův korelační koeficient, kterým se otestovaly separátně jednotlivé vztahy mezi aktivitou ryb a každým faktorem prostředí (abiotické faktory a množství potravy). Spearmanův korelační koeficient byl využit z toho důvodu, že se jednalo o nelineární závislost, navíc je robustní vůči odlehlým hodnotám a odchylkám od normality.

Následně byly využity i zobecněné aditivní modely (GAM - generalized additive model), k simulování vlivu všech faktorů prostředí na aktivitu ryb současně. Zobecněné aditivní modely představují obecnější formu lineárních modelů. Vzhledem k tomu, že se jedná o neparametrickou regresní metodu, lze s ní zachytit i nelineární vztahy. Použita byla právě pro svou neparametričnost a

nezávislost na typu rozdělení dat. Umožňuje také velmi flexibilní popis závislosti odezvy na kovariátách. Lineární prediktor je zde nahrazen hladkými funkcemi kovariát, jež jsou flexibilnějším prediktorem. Tato metoda má dvě části - první část tvoří zevšeobecněný lineární model s lineárním prediktorem, druhou část tvoří součet hladkých funkcí kovariát (prediktorů). Testovala se tedy závislost mezi velikostí denního přesunu, jednotlivými abiotickými faktory a množstvím potravy. Identita ryb byla využita jako náhodný efekt (random effect) a průtok byl využit jako kovariáta.

4 Výsledky

4.1 Drift

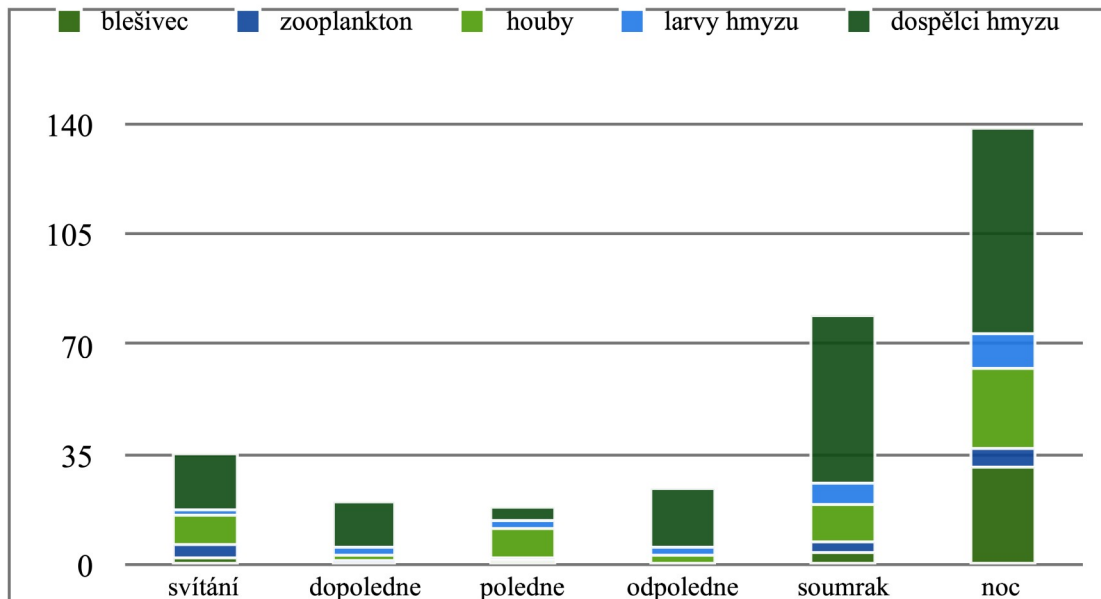
Vzorky driftu obsahovaly vodní bezobratlé: larvy hmyzu jako jsou chrostíci *Trichoptera*, pošvatky *Plecoptera*, jepice *Ephemeroptera*, brouci *Coeloptera*, tedy zejména bentické živočichy. Dále skupina vodních bezobratlých zahrnovala blešivce *Gammarus*, zooplankton, larvy komárů *Culicidae*, pakomárů *Chironomidae*. Terestrické bezobratlé ve vzorcích zastupovali především dospělci komárů *Culicidae* a pakomárů *Chironomidae*, chrostíci *Trichoptera* a jepice *Ephemeroptera*. Dále se ve vzorcích poměrně často vyskytovaly i gemule hub *Porfira* (Tab. 1.).

	min	max	průměr	medián	modus	směrod. odchylka
celkem živočichů	5	364	97,61	76,5	34	78,27
celkem dospělci	0	112	27,26	16,5	4	28,38
celkem larvy	0	60	10,13	3,5	1	14,965
houby	0	144	15,04	9	0	24,704
zooplankton	0	315	21,57	1	0	52,895
blešivec	0	121	7,52	1,5	0	20,06

Tab. 1: Počty živočichů v driftu

Nejvíce jedinců celkem bylo nalezeno v nočním intervalu, dále pak za soumraku a svítání, nejméně v poledne a dopoledne. Podle Kruskal-Wallisova testu závisí na denní době celkové množství driftujících živočichů ($H=13,878$; $df=5$; $p=0,016$, jakož i množství dospělců bezobratlých živočichů ($H=12,558$; $df=5$; $p=0,028$). Nejvýrazněji se tento trend projevuje u blešivce ($H=21,073$; $df=5$; $p=0,001$), kteří se kromě noci a soumraku ve vzorcích téměř nevyskytovali. Dospělci bezobratlých byli ve vzorcích zastoupeni během celého dne, ale s jasným vrcholem v průběhu nočního intervalu, následovaným soumrakem a

svítáním. Závislost nebyla statisticky prokázána u zooplanktonu, hub a larev bezobratlých živočichů.



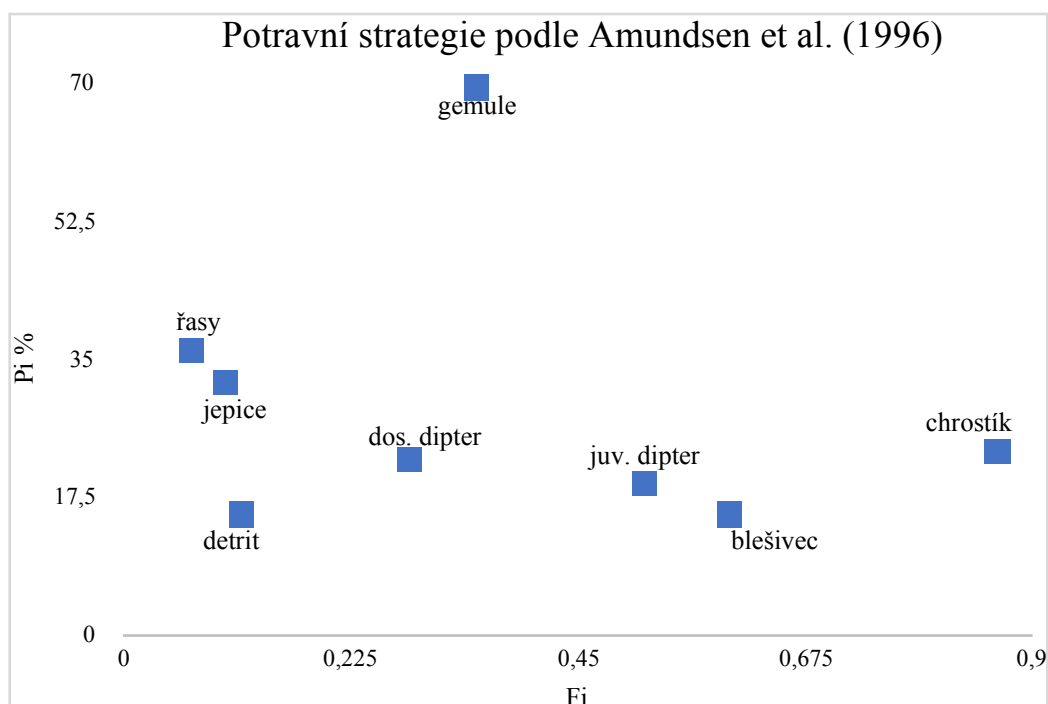
Graf 1: Množství driftujících živočichů během dne

4.2 Potravní strategie oukleje

Za účelem odebrání žaludku bylo odchyceno celkem 70 ryb. Hmotnost ryb byla $21,9 \pm 7,4$ g, délka těla od hlavy ke kořeni ocasní ploutve (SL, *standard length*) $121,8 \pm 11,9$ mm. Analýza obsahu žaludků ouklejí byla provedena pomocí modifikované Costellovy metody grafické analýzy potravní strategie (Amundsen et al., 1996; původní metoda Costello, 1990). Z grafu lze vyčíst potravní strategii ryby: pokud je hodnota P_i nad 50%, jedná se o specialistu, pokud jsou hodnoty pod 50% hodnotíme ji jako generalistu. Zda se jedná o strategii jedinců nebo celé populace, o tom rozhoduje umístění bodů na ose x. Hranici překročily v žaludcích ryb pouze gemule hub, přičemž pozice spíše v levé části grafu svědčí o specializaci (na gemule hub) pouze jedinců, nikoli celé populace. Dále můžeme z grafu vyčíst, že potravou nejhojněji se vyskytující, byl chrostík. Naopak nejméně časté jepice tvořily poměrně významnou složku potravy některých jedinců. Celkově se dá konstatovat, že jedinci oukleje jsou spíše generalisté.

	Fi	Pi %
Blešivec	0,6	15,28
Chrostík	0,866	23,36
Jepice	0,1	32,07
Juvenilové dipter	0,5166	19,0917
dospělci dipter	0,2833	22,1709
detrit	0,1166	15,345
řasy	0,0666	35,981
houby	0,35	69,3034

Tab. 2: Výsledky analýzy potravní strategie podle Amundsen et al. (1996), kde Fi vyjadřuje množství určité kořisti v potravě predátora, a Pi specifický výskyt kořisti v potravě predátora vyjádřen procentuálně.



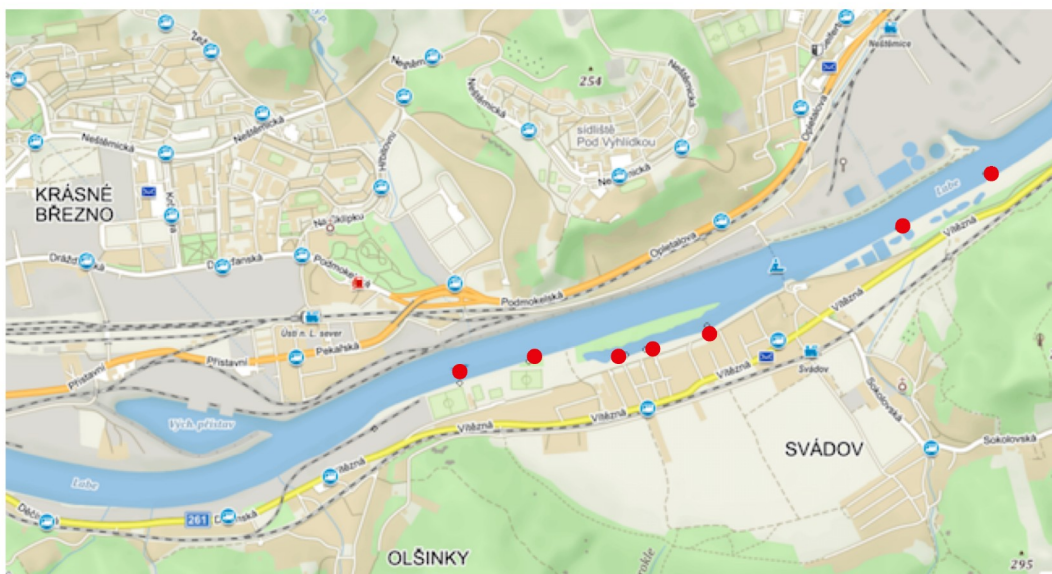
Graf 2: Grafické vyjádření výsledků analýzy potravní strategie podle Amundsen et al. (1996), kde Fi vyjadřuje množství určité kořisti v potravě predátora, a Pi specifický výskyt kořisti v potravě predátora vyjádřen procentuálně.

4.3 Abiotické faktory

Hodnota turbidity (NTU) byla celkově zaznamenána 51krát. Pohybovala se v rozmezí 4 – 34 NTU, s průměrnou hodnotou $11,72 \pm 7,12$ NTU. Koncentrace kyslíku byla měřena pro každý interval, kvůli rozbité sondě máme data bohužel jen pro první čtyři odběry (tedy 28 měření). Během zkráceného rozsahu pozorování se obsah kyslíku pohyboval v rozmezí mezi 4 až 22 mg.l^{-1} , s průměrnou hodnotou $7,35 \pm 4,295$ mg.l^{-1} . Vodivost byla zaznamenána 51krát, v rozmezí 381 až 466 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, s průměrem $426 \pm 18,6$ $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Hodnota pH se pohybovala v rozmezí 7 až 9 pH, s průměrem $7,55 \pm 0,605$ pH ($n = 51$). Hodnoty průtoku se pohybovaly v rozmezí 92 až 183 m^3/s , s průměrem $130,9 \pm 21,585$ $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ($n = 52$). Teplota dosahovala 16 až 25 $^{\circ}\text{C}$, s průměrem $21,26 \pm 2,29$ $^{\circ}\text{C}$ ($n = 51$). Teplota vzduchu se pohybovala v rozsahu 9 až 33 $^{\circ}\text{C}$, s průměrem $19,74 \pm 5,566$ $^{\circ}\text{C}$ ($n = 49$).

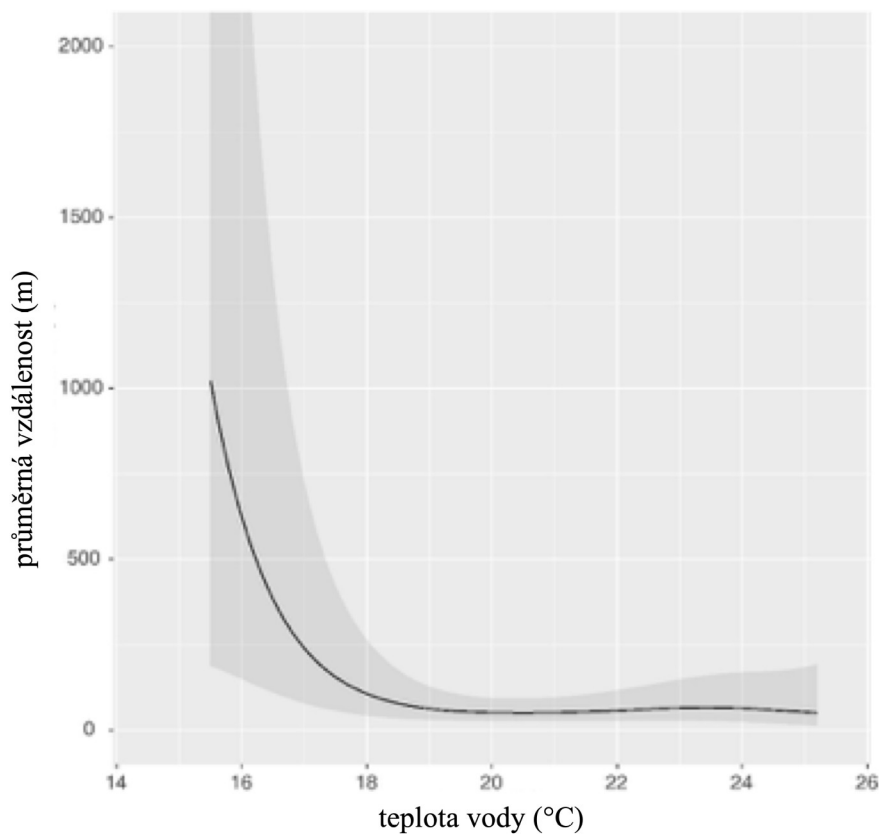
4.4 Diurnální aktivita

Celkem bylo získáno 50 záznamů vzdálenosti samostatných bodů výskytu ouklejí. Průměrná délka přesunu mezi jednotlivými pozicemi v průběhu dvou po sobě následujících záznamů (3 hodiny) byla 992 ± 952 m. Celkové rozpětí vzdáleností mezi jednotlivými intervaly bylo v rozmezí 30 – 3 304 m.

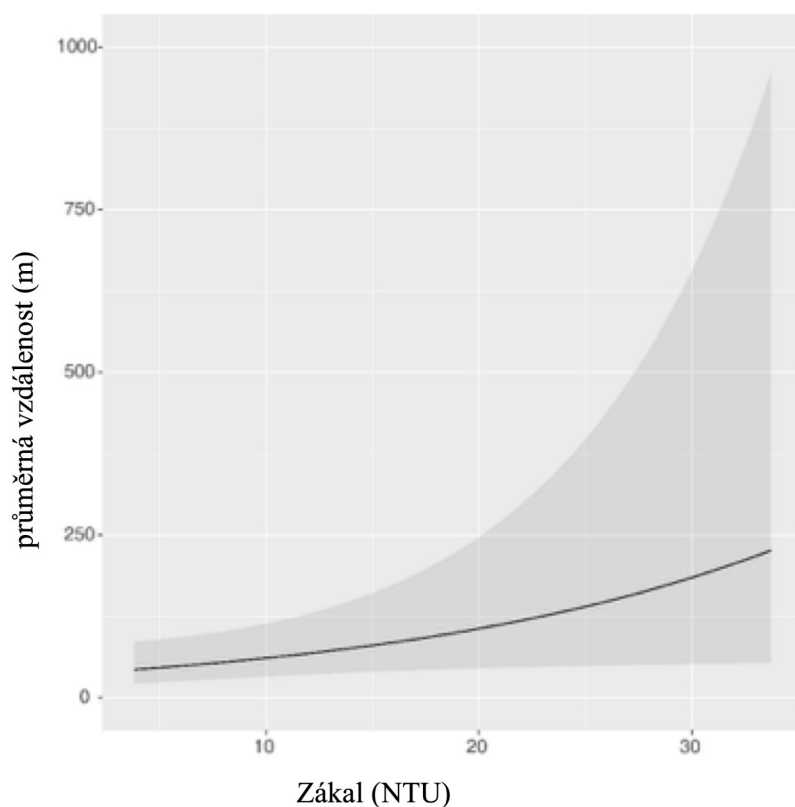


Mapa 3: Jednotlivé pozice ryby (červené tečky) během dne (ryba číslo 53)

Nejprve byla pomocí Spearmanova korelačního koeficientu zjištěna statisticky významná závislost pohybu oukleje pouze na turbiditě, jednalo se o slabou pozitivní závislost ($r_s = 0,341$; signifikace $p = 0,019$), a dále na průtoku, kde se projevila naopak slabá negativní závislost ($r_s = -0,314$; $p = 0,030$). Zobecněné aditivní modely prokázaly statisticky významnou závislost pohybu oukleje na turbiditě ($F = 4,16$; $p = 0,0478$; $edf = 1$), zároveň byla prokázána i závislost diurnální aktivity na teplotě vody ($F = 3,53$; $p = 0,0155$; $edf = 3,1$). Se vzrůstající teplotou aktivita ryb výrazně poklesla, naopak se zvyšujícím se zákalem vody jejich aktivita mírně rostla. Vliv množství dostupné potravy na denní aktivitu ryb nebyl prokázán.



Graf 3: Závislost mezi teplotou vody a aktivitou ryby (rozsah přesunů v metrech)



Graf 4: Závislost mezi zákalem vody a aktivitou ryby (rozsah přesunů v metrech)

4.5 Domácí okrsek

Metodou minimálního konvexního polygonu (MCP) jsem určila velikost domácího okrsku sledovaných jedinců, k určení pravděpodobnosti výskytu jsem použila Jenrich-Turnerova metodu (JTE). Z tabulky lze vyčíst (Tab. 1), že velikost domácího okrsku oukleje byla podle metody MPC průměru $197\,471 \pm 124\,699$ m²). Mapa (Mapa 6.) pak dále dokládá, že ouklej se zdržovala především kolem břehů.

datum	12. 7.	18. 7.	19. 7.	1. 8.	2. 8.	13. 8.	23. 8.	28. 8.	30. 8.	11. 9.
kód ryby	R43	R48	R50	R43	R43	R48	R50	R53	R50	R43
MCP m ²	28187	69675	26002 5	15935 7	38898	28125 2	32463 4	31559 3	35363 6	14344 8
JTE 95%	10948 9	27305 2	90106 4	50587 0	15401 7	11087 02	16971 81	12276 41	13947 7	53224 3
JTE 75%	50666	12635 6	41697 4	23409 5	71272	51305 9	78538 2	56809 9	64543 3	24629 9
JTE 50%	25333	63178	20848 6	11704 7	35636	25658 2	39268 9	28404 8	32271 5	12314 9

Tab. 3: Velikost domácího okrsku pomocí metody MCP a JTE v metrech čtverečních



Mapa 4: Grafické znázornění domácí okrsku pomocí minimálního konvexního



Mapa 5: Grafické znázornění domácí okrsku pomocí minimálního konvexního polygonu



Mapa 6: Grafické znázornění domácího okrsku oukcleje i s pravděpodobností výskytu

5 Diskuse

5.1 Potrava oukleje

Odběry driftů ukázaly, že v Labi mají ryby dostupnou velice variabilní potravu. Souvislost celkového množství bezobratlých živočichů s denní dobou se dá interpretovat jako antipredační strategie bezobratlých živočichů. Využívají totiž snížené viditelnosti v nočních hodinách, kdy je aktivita jejich predátorů značně omezena (Vašek a Kubečka, 2004). Bezobratlí živočichové mohou nočních hodin využívat i k pasivní disperzi, a proto se také dá očekávat jejich zvýšené množství ve vodním sloupci během noci (Allan a Castillo, 2007).

Na základě rozboru žaludků lze usoudit, že v říčním prostředí ouklej využívá potravní nabídku, která je nejlépe dostupná. Zároveň z našeho sledování vyplývá, že není jen predátorem zooplanktonu, jak naznačovala především pozorování z nádrží (Vašek a Kubečka, 2004). Ale třeba i Latli et al. (2019) uvádí, jako jeden z důvodů úbytku oukleje v regulované řece, právě klesající populaci zooplanktonu. Výsledky mé práce vedou k názoru, že v řece Labi zooplankton není hlavním potravním zdrojem oukleje. Nelze současně zcela eliminovat faktor struktury zooplanktonu, který může být vlivem natrávenosti v žaludku hůře rozpoznatelný a identifikovatelný. Ve svém důsledku by to znamenalo, že v daném bodě mohou být zjištěné výsledky lehce zkreslené.

Mé výsledky rovněž nepotvrdily, že by se ouklej v říčním prostředí vysloveně specializovala na terestrický náletový hmyz, jak ve své studii uvádí Haberlehner (1988). Nezanedbatelnou část potravy oukleje ovšem tvořili dospělci dvoukřídlého hmyzu. Haberlehner (1988) také pozorovala oukleje, které hledaly potravu v břehových oblastech řeky, domnívala se však, že pro ouklej je výhodnější soustředit se na lov terestrického hmyzu, při kterém v zásadě nemá konkurenci, jelikož plotice i cejn se pohybují ve větších hloubkách.

Provedený výzkum prokázal, že ouklej přijímá vysoce rozmanitou potravu, zahrnující jak koryše, tak bentické bezobratlé živočichy, larvy dipter, dospělé hmyzu, jakož i gemule hub či řasy. Lze ji tedy v říčním prostředí označit jako omnivorní druh, bez specializace na jednotlivé složky potravy. Moje zjištění

vedou k označení oukleje za generalistu jak na úrovni populace, tak na úrovni jedinců. Využívání rozmanitých zdrojů potravy je s největší pravděpodobností důvodem, proč nebyla potvrzena souvislost mezi množstvím potravy a rozsahem přesunů. Nasvědčuje to také tomu, že ouklej je schopna nedostatek jednoho typu potravy snadno nahradit jiným.

Jestliže sledování nepotvrdila spojitost mezi množstvím oukleji dostupné potravy a rozsahem diurnální aktivity, lze dovozovat, že než by došlo ke změně chování, muselo by nejdříve dojít k výraznějšímu či dlouhodobějšímu poklesu dostupnosti potravy. Domnívám se, že lze oprávněně předpokládat, že v řece oukleje spoléhají na stabilní přísun potravy přinášený s proudem. Tento jev pozoroval například i Slavík et al. (2005) u mníka jednovousého, který si v produktivnější řece vystačí s omezeným domácím okrskem, ale v nádrži chudé na potravu má mnohem větší rozsah pohybu. Nelze vyloučit, že s velkou pravděpodobností bychom pozorovali rozdíl ve velikosti domácího okrsku oukleje na dvou různě úživných stanovištích. Ostatně i Alexandre et al. (2016) pozoroval a zaznamenal rozdíl v rozsahu diurnální aktivity parmy iberské *Luciobarbus comizo*. V regulované řece měla parma výrazně větší rozsah diurnální aktivity, z důvodu menší dostupnosti potravy a větších výkyvů v průtoku v krátkých časových intervalech. V neregulované řece měla parma sice menší rozsah diurnální aktivity, ale na druhou stranu častěji migrovala v reakci na změny prostředí během roku.

Vliv množství potravy se nemusí projevovat jen v delším časovém měřítku, může se na aktivitě ryby projevit také okamžitě. Například u plotice bylo doloženo, že v místech s minimem potravy zvyšuje rychlost plavání (Maszczyk et al., 2014). Otázkou ovšem zůstává, jestli se dá srovnávat rozsah přesunů a rychlost přesunů. Plotice navíc dokáže lokalizovat kořist na mnohem menší vzdálenost než ouklej a má kratší reakční vzdálenost. Plave pomaleji než ouklej, potřebuje tedy k nakrmení vyšší hustotu kořisti než ouklej (Wanzenböck a Schiemer, 1989). Pro plotici je tudíž výhodnější, jestliže se na jednom místě vyskytuje méně potravy, přidat na rychlosti a přesunout se jinam.

Při našem zkoumání sice nebyl potvrzen přímý vliv množství potravy na aktivitu oukleje, ale jak bude vysvětleno níže, tak dostupnost potravy může

ovlivnit aktivitu nepřímo a přes další faktor ještě snížit schopnost ryby přítomnou potravu nalézt. Takovým možným faktorem se v případě oukleje ukázal být zákal vody.

5.2 Abiotické faktory

Ohledně abiotických faktorů nebyly zaznamenány žádné vysloveně překvapující hodnoty. Rozsah naměřeného pH byl v zásadě pro ryby optimální, možná pro ryby v našich vodách lehce nad optimem, které je udáváno v rozmezí 6,5 - 8,5 pH (Hanel a Lusk, 2005). Koncentrace kyslíku se pohybovala spíše na spodní hranici běžné pro naše vody. Typicky proměnlivá koncentrace kyslíku ve vodě se během sledování pohybovala také spíše na spodní hranici běžného rozpětí (7 - 14 mg.l⁻¹; Hartman et al., 2005). Úroveň naměřené vodivosti nasvědčuje, že míra výskytu rozpuštěných anorganických látek v řece je poměrně vysoká, jelikož vody nížinných toků mají běžně vodivost 150-500 μS/cm (Hartman et al., 2005). Zákal i teplota vody taktéž nedosahovaly extrémních hodnot, ale při následné statistické analýze byla zjištěna závislost mezi těmito abiotickými faktory prostředí a denní aktivitou ryb. Mírný vliv na aktivitu oukleje měl i průtok.

Aktivita oukleje je výrazně ovlivněna zákalem, což lze interpretovat různě. Jednak může toto zjištění nasvědčovat tomu, že turbidita eliminuje antipredační chování kořisti, která se pak může více zaměřit na shánění potravy. Jak bylo pozorováno také Abrahamsem a Kattenfeldem (1997), kořist se nebezpečným místům vyhýbá spíše za dobré viditelnosti než za špatné. Důležitou okolností je, že zákal výrazně snižuje efektivitu lovu predátora a kořist tedy nemusí být tak ostražitá. Zákal totiž může zásadně zkrátit reakční dobu predátora, kterou má na to, aby se rozhodl, jak zareagovat (Ranaker et al., 2014) a omezuje aktivitu predátora, jelikož se mu nevyplatí vynakládat energii na pravděpodobně neúspěšný lov za zhoršených podmínek (Miner a Stein, 1996). Kořist má naopak příležitost využívat ve vodním prostředí i místa, která jsou jinak příliš nebezpečná.

Zákal pravděpodobně výrazně snižuje efektivitu antipredačního chování, jelikož pro kořist je zásadní včasné a v prostoru přesné lokalizování predátora (Abrahams a Kattenfeld, 1997). Reakční vzdálenost kořisti se v zakalených

vodách ovšem může zkrátit z 200 cm na pouhých 23 cm (Miner a Stein, 1996), a vzhledem k tomu, že antipredační chování je energeticky velmi nákladné (Abrahams a Kattenfeld, 1997), už se nemusí v zakalené vodě vyplatit. Pro kořist je tudíž v zakalených vodách složitější uniknout a je nucena více riskovat (Abrahams a Kattenfeld, 1997). Závěry zmiňovaných studií se týkají především ryb, které nevyužívají hejno jako antipredační strategii. V našem případě podstatným faktorem pro správnou interpretaci situace je to, že ouklej je známá v říčním prostředí tvorbou obligátního hejna.

Hejno zásadně snižuje nebezpečí predace pro jednotlivce (Ranaker et. al, 2014). Podle Haberlehner et al. (1988), která pozorovala chování oukleje v Dunaji, plave hejno ouklejí takovou rychlostí, že to neumožňuje jiným rybám (třeba plotici) se k hejnu připojit. V kontextu s tím, že další autoři (Ranaker et. al, 2014) označují kombinaci utvoření hejna a rychlost plavání za vysoce účinné antipredační chování u plotice, která přitom plave pomaleji než ouklej (Ranaker et. al, 2014), by se dalo vyvozovat, že hejno ouklejí je, co se týče ochrany před predací, vysoce účinné. Reakce na predátora je na rozdíl od smíšených hejn, kdy každá ryba prchá jiným směrem, taková, že se hejno ouklejí semkne do těsnější formace, přidá na rychlosti a náhle změni směr (Haberlehner, 1988). V důsledku toho si hejno zachová zásadní efekt, že i když reálně predátor potká třeba 30 jedinců kořisti, je to stejné, jako by potkal jednoho, neboť víc nemá v hejnu šanci ulovit, což jej mate a může zpomalit jeho reakci (Turesson a Brönmark, 2007).

Soudržnost hejna závisí na dobré viditelnosti, s rostoucím zákalem se může rozpadat (Ranaker et. al, 2012). Bohužel nevíme, při jaké turbiditě se může rozpadnout hejno ouklejí, či jak moc se sníží reakční vzdálenost. V Labi je ouklej ohrožena především dvěma dravci: bolenem dravým a candátem obecným (Slavík, 2008). Jelikož jsou to podobně jako ouklej kaprovité ryby, dalo by se předpokládat, že vliv zákalu na ně bude srovnatelný. Candát obecný je vysoce uzpůsobený k lovu za špatné viditelnosti, a to díky schopnosti využít postranní čáru k nalezení kořisti (Ranaker et. al, 2012) a také sítnicovému aparátu tapetum lucidum, který zvyšuje citlivost na světlo (Vandenbyllaart et al., 1991). Nasvědčovalo by to tomu, že zákal může napomáhat predátorovi a výrazně zvýšit jeho šance na úspěch při lovu. Abrahams a Kattenfeld (1997) pozorovali, že

úspěšnost predátora měřená počtem ulovených jedinců kořisti se v závislosti na turbiditě neměnila. V případě, že se hodnotí také velikost kořisti, predátor je výrazně úspěšnější v zakalených vodách, kde se mu daří ulovit větší jedince, kteří mu za dobré viditelnosti unikají (Paszkowski a Tonn, 1994). Totéž pozoroval i Ranaker et al. (2012), který nejdříve předpokládal, že zákal znemožňuje candátovi obecnému selekci kořisti, následně věc přehodnotil a došel k závěru, že naopak za dobré viditelnosti dochází k jisté nucené selektivitě, kdy predátor má šanci ulovit jen některý typ kořisti. Konkrétně zjistil, že plotice vykazuje za dobré viditelnosti tak efektivní antipredační strategii (hejno), že predátor vůbec nemá šanci svoji kořist ulovit.

V případě, že zákal dosáhl takové úrovně, že ouklej má problém udržet vizuální kontakt se svým hejnem, zpravidla dochází ke zvýšené aktivitě, když se osamocená ouklej snaží opět připojit ke svému hejnu. Bylo pozorováno, že samotné oukleje vykazují zvýšený motorický neklid a snahu nalézt hejno (Habelehner, 1988). Dokonce je v takových chvílích schopna připojit se k hejnu jiného druhu či druhově smíšenému hejnu, což jinak u oukleje v porovnání například s ploticí není běžné (Habelehner, 1988). Takové je tedy další možné vysvětlení zvýšené aktivity oukleje za zvýšené turbidity.

Nakonec musíme zvážit variantu, v níž je ouklej při zvýšeném zákalu stále schopná udržet pozici v hejnu, nemění tedy antipredační chování ani nehledá hejno, ovšem nelze vyloučit, že je pro ni náročnější lokalizovat vlastní kořist a nalézt dostatek potravy. Samotné hejno zvyšuje vnitrodruhovou kompetici (Maszczyk et al., 2014) - větší množství jedinců hledá potravu v zásadě na stejném místě, což bylo potvrzeno i pozorováním vnitrodruhové agrese (štípání do boků, řitní oblasti, žaber) (Habelehner, 1988). Za situace, kdy se k tomu připojí ještě zhoršená viditelnost, potřebuje pak ouklej více prostoru k nalezení stejného množství potravy jako za dobré viditelnosti. Nasvědčovaly by tomu rovněž výsledky pozorování jelce jesena (Kulišková et al., 2009), který se také živí převážně bezobratlými živočichy, přičemž zvýšený zákal pozitivně koreloval jak s rozsahem denních přesunů, tak s velikostí domácího okrsku.

Z abiotických faktorů byla také prokázána souvislost mezi denní aktivitou oukleje a teplotou vody. Pozorování, že ouklej projevuje největší pohybovou

aktivitu při nižších teplotách (16 °C) a při teplotách nad 20 °C je její aktivita už značně omezená, příliš nekorespondují s obecným předpokladem, že kaprovité ryby preferují teplejší vody a že nižší teploty omezují jejich lokomoční schopnost (Maszczyk et al., 2014; Prchalová et al., 2014; Lucas, 2000). Ostatně teplotní optimum pro ouklej je uváděno v intervalu 15 až 25 °C (Hanel a Lusk, 2005).

Teplotní preference, lišící se od obecného předpokladu, pozorovala už Prchalová et al. (2011), přičemž nejvíce ouklejí migrovalo na třetí stanoviště v teplotním rozmezí mezi 10 - 16 °C. Slavík et al. (2009) dokonce zjistil, že za nízkých průtoků ouklej migruje i při teplotách pod 10 °C. Vliv teploty na migrace kaprovitých ryb je tudíž dobře doložen. Rakowitz et al. (2008) studoval abiotické faktory, ovlivňující třecí migraci ostroretky stěhovavé *Chondrostoma nasus*, spouštěčem migrace byl nárůst teploty a průtoku. Zároveň byly pozorovány krátkodobé (na denní úrovni) výkyvy v migraci, kdy během třecí sezóny ryby reagovaly i na mírné změny teploty či průtoku (Rakowitz et al., 2008).

Co se týče vlivu teploty na rozsah denních přesunů, není doposud k dispozici dostatek informací. Vliv teploty je poměrně dobře popsán u plotice obecné, pro níž je průměrná letní teplota 15 °C uváděna jako spodní hranice výskytu (Schimer a Wieser, 1992). Ve studené vodě musí plotice vydávat na pohyb výrazně více energie, což většinou následně kompenzuje omezením pohybu. Ve chvíli, kdy teplota přesáhne 18 °C, se výrazně zlepšuje jak lokomoční schopnost plotice, tak i její schopnost nalézt potravu (Wanzenböck a Schierner, 1989).

Ouklej zřejmě využívá nižších teplot, při kterých není tak velká mezidruhová konkurence. Při tom ale není jisté, jakou měrou jí vlastně plotice v řece konkuruje vzhledem k tomu, že výraznou část její potravy může tvořit i rostlinná strava (Haberlehner, 1988; Schierner a Weiser, 1992; Maszczyk et al., 2014). Podobné rozdělení potravní niky podle teploty bylo sledováno například při laboratorním pokusu i mezi ploticí a okounem (Persson, 1986). Plotici se více dařilo při lovu v teplotách nad 18 °C a okounovi naopak při teplotách nižších. V nádržích se to může projevit rozdílným rozmístěním ryb v různých hloubkách nádrže (Persson, 1986) a lze spekulovat, zda v řece to může znamenat rozdílnou aktivitu za stejné teploty. Případně - jestliže aktivita predátorů jako kaprovitých

ryb roste s teplotou – mohla by to být i součást antipredačního chování. U candáta bylo prokázáno, že nejvíce se krmí při teplotách přes 20°C a s teplotou roste i počet jeho útoků na kořist (Wang a Xu, 2009). Pro ouklej může být výhodné využít chvíle, kdy aktivita jednoho zásadního predátora je omezena.

Reálným důvodem snížené aktivity ouklejí za vyšších teplot je také nedostatečné množství rozpuštěného kyslíku v teplých vodách. Významná preference studenějších vod (pro vyšší obsah kyslíku) byla doložena především u samic oukleje (Fouzia a Abdeslem, 2012). Fouzia a Abdeslem (2012) dokonce doložili změnu poměru pohlaví u oukleje během roku v závislosti na změnách teploty vody a koncentrace kyslíku. V našem případě se souvislost mezi koncentrací kyslíku a aktivitou oukleje nepotvrdila. Můžeme zvažovat, zda to bylo z důvodu neúplnosti dat o koncentraci kyslíku ve vodě, či zda by se při kompletním souboru dat tato závislost neprojevila.

Slabá negativní kolerace mezi aktivitou ryb a průtokem nasvědčuje tomu, že ouklej, i když se jedná o zdatného plavce, raději omezuje svou aktivitu v době vysokých průtoků, kterým vzhledem ke své velikosti nemusí být schopná vzdorovat, případně může jít i o úsporu výdeje energie v nepříznivých podmínkách. Doklady o vlivu průtoku můžeme nalézt spíše v případě migrací než denních přesunů (Prchalová et al., 2011; Vollestad et al., 1986; Sonny et al., 2006). Zvýšení průtoku může být na jaře popudem pro zahájení třecí migrace (Prchalová et al., 2011; Rakowitz et al., 2008), pokles průtoku během léta může být podnětem k přesunu do říčních tůní, u kterých méně hrozí vyschnutí (Matono et al., 2018; Gardner et al., 2013). Při většině pozorování tohoto druhu byla doložena podobná závislost - například při pozorování Reicharda et al. (2004) se ryby při logitudinálních přesunech vzdalovaly od břehu do střední části řeky s nejsilnějším proudem v závislosti na velikosti. Podobně i Prchalová et al. (2011) při výzkumu třecích migrací pozorovala, že malé ryby při extrémně vysokých průtocích omezují migraci. Konkrétně ouklej při třecí migraci nejčastěji využívá období středního průtoku (Prchalová et al., 2011). Ouklej může být citlivá na intenzitu proudění i z toho důvodu, že se nejčastěji vyskytuje blízko hladiny, kde je proud silnější než u dna. Jsou ale i případy, kdy tato souvislost nebyla

pozorována, například Sonny et al. (2006) nepozoroval žádný zásadní vliv průtoku na pasivní disperzi mladých ryb.

5.3 Diurnální aktivita a velikost domácího okrsku

Stanovení velikosti domácího okrsku a rozsahu diurnální aktivity oukleje lze považovat za podstatná zjištění vzhledem k tomu, že z dosud dostupných informací se nově zjištěný rozsah nedal adekvátně předpokládat. Sledování potvrdilo, že rozsah denních přesunů, a tedy i velikost domácí okrsku, může být vysoce variabilní a jedinci jej mohou přizpůsobovat podmínkám prostředí, potvrdil se rovněž vliv abiotických faktorů.

Porovnání s výsledky jiných autorů není úplně snadné, jelikož část autorů sledovala pouze diurnální aktivitu ryb, a již nestanovovala rozsah plochy domácího okrsku. Přestože starší odhady v rozsahu denních přesunů kaprovitých ryb se pohybovaly v rozmezí 100 – 200 m (Aparicio a de Sostoa, 1999), novější pozorování většinou ukazují, že tento předpoklad byl silně podhodnocený. Konkrétně Alexandre et al. (2016) stanovil rozsah diurnální aktivity parmy obecné v průměru 1108 m (366 m jádro); Capra et al. (2018) určili rozsah diurnální aktivity parmy obecné dokonce 3045 m a jelce tlouště 2355 m, pro sumce pak 1295 m. U plotice byl rozsah denní aktivity určen mezi 5 až 1350 m (respektive 75 až 3820 m) (Baade a Fredrich, 1998). Rozsah diurnální aktivity cejna velkého se pohybuje mezi 350 m až 5400 m (Lyon a Lucas, 2002). Většina těchto autorů zmiňuje dostupnost potravy jako možný zásadní faktor určující rozsah diurnální aktivity ryb, ani to ale nemusí platit vždy. Slavík et al. (2005) sledoval závislost mezi rozsahem diurnální aktivity mníka jednovouseého *Lota lota* a sklonem koryta řeky. Zjistil, že v závislosti na zvyšujícím se sklonu koryta toku, se zvětšuje rozsah diurnální aktivity mníka. Většinou je pozorovaná vysoká variabilita rozsahu diurnální aktivity v sezónním měřítku (Alexandre et al., 2016; Gardner et al., 2013), přičemž v létě bývají ryby během dne aktivnější.

Dobře lze srovnávat velikost domácího okrsku u oukleje s okrskem u jelce jesena, jelikož ten byl už Kuliškovou et al. (2009) určen plošně, pohybuje se mezi $19500 \pm 13890,9 \text{ m}^2$, ovšem je značně proměnlivý, a to zejména v závislosti na turbiditě a ročním období. Daněk et al. (2016) určil plošný domácí okrsek sumce

v průměru na $1\,341 \pm 2\,908 \text{ m}^{-2}$. Z uvedeného je tedy dobře patrné, že velikost domácího okrsku oukleje opravdu není zanedbatelná, především když uvážíme, jak malá je ouklej ve srovnání například s jelcem jesenem (běžná váha cca. 2,2 kg).

Zjištěné údaje o velikosti domácího okrsku oukleje naznačují, že velikost domácího okrsku nelze odvozovat výhradně od velikosti těla jedince, jak navrhol Minns (1995). Ostatně takový přístup přehodnotil už Woolnought et al. (2008), který se domnívá, že zásadnější roli hraje velikost vodního tělesa, v němž se jedinec nachází. Určil, že ryba většinou využívá jako domácí okrsek méně než 1% řeky a 1 až 10 % jezera, což by svědčilo o dalším zásadním rozdílu v chování ryb v lotickém a lentickém prostředí. Konstatuje navíc, že v souboru dat o domácích okrscích zásadně chybí data o malých rybách. Ze sestavených map je také možné vysledovat, že ouklej se u břehů vyskytuje častěji, než by se dalo očekávat podle toho, že většina literatury ji označuje za pelagický druh či druh otevřené vody (Hanel a Lusk, 2005; Haberlehner, 1988). Pravděpodobné vysvětlení by mohlo souviset s množstvím dostupné potravy v břehových oblastech, protože se zde nachází více terestrických bezobratlých než ve středu řeky (Lancaster a Downes, 2018).

6 Závěr

Domnívám se, že v diplomové práci se mi podařilo zodpovědět jednak obecnější otázky stanovené na počátku, jednak otestovat konkrétní hypotézy. První hypotéza, že s vyšším množstvím potravní nabídky se bude zmenšovat denní aktivita oukleje, se nepotvrdila, respektive se při statistické analýze neprojevil žádný přímý vliv množství potravy na denní aktivitu oukleje. Byla zodpovězena i otázka ohledně potravní strategie oukleje, přičemž se nepotvrdila některá starší pozorování (Haberlehner, 1988; Lusk, 1992), že ouklej je v řece specialistou na terestrický hmyz prolétající nad hladinou nebo spadlý na hladinu. Terestrický hmyz sice tvořil podstatnou část potravy oukleje, ale podobně významnou část tvořily i vodní larvy hmyzu. Výsledky potravní strategie ukazují, že v řece Labi je celá populace i jednotlivé oukleje jsou generalisté s velice rozmanitým složením potravy. Nelze vyloučit, že vliv může mít celkově nízké množství nabídky potravy v Labi, kdy žádná složka potravy se nevyskytuje v takovém množství, aby se na ni ryby mohly specializovat.

Druhá hypotéza, že denní aktivita oukleje bude větší v podmínkách zvýšeného zákalu, se naopak ukázala jako správná. Ohledně této závislosti se sice také nabízí více možných vysvětlení, na základě výsledků práce se však přikláním k interpretaci, že zákal zhoršuje schopnost oukleje nalézt potravu. Při snížené viditelnosti musí ouklej zvyšovat svojí aktivitu, za účelem vyhledání dostatečného množství potravy .

Třetí a čtvrtá hypotéza, že s rostoucí teplotou a průtokem se bude zvyšovat aktivita oukleje, se nepotvrdily. Ouklej byla neaktivnější při spodní hranici svého udávaného teplotního optima (15 - 25 °C) (Hanel a Lusk, 2005), což může nasvědčovat, že ne všechny kaprovité ryby musí preferovat vyšší teplotu vody (18-28°C) (Lucas, 2000). Ouklej zřejmě preferuje chladnější vodu v důsledku vlivu teploty na koncentraci kyslíku ve vodě, která se s vyšší teplotou vody snižuje a možnosti využít omezené aktivity svého predátora candáta (Wang a Xu, 2009). Zvýšení hodnoty průtoku mělo na aktivitu oukleje mírně negativní vliv, jehož příčinou může být malá velikost oukleje, která omezuje schopnost oukleje se pohybovat v prudším proudu, ale i snaha vyhnout se nadměrnému výdeji energie.

Klíčovým se ukázalo být zodpovězení otázky ohledně rozsahu denní aktivity oukleje a velikosti jejího domácího okrsku. Domácí okrsek oukleje je totiž mnohem větší, než by se u tak malé ryby dalo očekávat. Průměrná velikost domácího okrsku byla $197\,471 \pm 124\,699 \text{ m}^2$ a rozsah denních přesunů $826,78 \pm 582,2 \text{ m}$, což je při srovnání s jinými rybami nezanedbatelné (Hanel a Lusk, 2005). V budoucnu by bylo vhodné sledovat aktivitu oukleje v dlouhodobém měřítku – tj. stanovit velikost domácího okrsku ouklej v průběhu roku, rozdíl mezi roky bohatšími a chudšími na potravu, vzdálenost migrace a provést srovnávací studii velikosti domácích okrsků mezi několika různými habitaty a lokalitami. Nové informace by jistě poskytlo sledování vlivu zákalu na schopnost oukleje lokalizovat predátora či kořist.

7 Seznam citované literatury

- Abrahams, M. & Kattenfeld, M. (1997). The role of turbidity as a constraint on predator-prey interactions in aquatic environments. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **40**: 16–174.
- Aebischer, N., Robertson, P. & Kenward, R. (1993). Compositional Analysis of Habitat Use From Animal Radio-Tracking Data. *Ecology*, **74**:1313-1325.
- Alexandre, M., Almeida, P. R., Neves, P. R., Mateus, C. S., Costa, J. L. & Quintella, B. R. (2016). Effects of flow regulation on the movement patterns and habitat use of a potamodromous cyprinid species. *Ecohydrology*, **9**: 326–340.
- Allan, J. D. & Castillo, M. M. (2007). *Stream ecology: structure and function of running waters*. 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2007. ISBN 978-1-4020-5582-9.
- Almeida, D., Stefanoudis, P. V., Fletcher, D. H., Rangel, C. & Da Silva, E. (2014). Population traits of invasive bleak *Alburnus alburnus* between different habitats in Iberian fresh waters. *Limnologica*, **46**: 70-76.
- Amundsen, P. A., Gabler, H. M. & Staldvik, F. J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data - Modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, **48**: 607-614.
- Aparicio, E. & de Sostoa, A. (1999). Pattern of movements of adult *Barbus haasi* in a small Mediterranean stream. *Journal of Fish Biology*, **55**:1086 - 1095.
- Baade, U. & Fredrich., F. (1998). Movement and pattern of activity of the roach in the River Spree, Germany. *Journal of Fish Biology*, **52**(6): 1165 - 1174.
- Baras, E. (1992). Étude des stratégies d'occupation du temps et de l'espace chez le barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L). Cahiers d'Ethologie, **12**: 125–442.
- Baras, E. & Nindaba, J. (1999). Diel dynamics of habitat use by riverine young-of-the-year *Barbus barbus* and *Chondrostoma nasus* (Cyprinidae). *Archiv für Hydrobiologie*, **146**: 431–448.
- Bell, T., & Kramer, D. L. (2000). Territoriality and habitat use by juvenile blue tangs, *Acanthurus coeruleus*. *Environmental Biology of Fishes*, **58**: 401-409.
- Bogacka - Kapusta, E. & Kapusta, A. (2007). The diet of roach, *Rutilus rutilus* (L.), and bleak, *Alburnus alburnus* (L.) larvae and fry in the shallow littoral zone of a heated lake. *Archives of Polish Fisheries (Poland) / Archiwum Rybactwa Polskiego*, **15**(4): 401.

- Bronmark, C., Hulthen, K., Nilsson, P. A., Skov, C., Hansson, L.A., Brodersen, J. & Chapman, B. B. (2014). There and back again: migration in freshwater fishes. *Canadian Journal of Zoology*, **92**(6): 467-479.
- Capra, H., Pella, H. & Ovidio, M. (2018). Individual movements, home ranges and habitat use by native rheophilic cyprinids and non-native catfish in a large regulated river. *Fish Management Ecology*, **25**: 136–149.
- Clavero, M., Esquivias, J., Qninba, A. J., Riesco, M., Calzada, J., Riberio, F., Fernández, N. & Delibes, M. (2015). Fish invading deserts: non-native species in arid Moroccan rivers. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **25**: 49–60.
- Clough, S. & Ladle, M. (2005). Diel migration and site fidelity in a stream dwelling cyprinid, *Leuciscus leuciscus*. *Journal of Fish Biology*, **50**: 1117 - 1119.
- Colgan, P. (1993). The motivational basis of fish behaviour. In: *Behaviour of Teleost Fishes*, 2nd edn. (ed. T. J. Pitcher). Chapman and Hall, London. ISBN 978-1-4684-8263-8.
- Copp, G. H. & Jurajda, P. (1993). Do small riverine fish move inshore at night? *Journal of Fish Biology*, **43**: 229-241.
- Costello, M. J., (1990). Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, **36**: 261 - 263.
- Daněk, T., Kalous, L., Petrtyl, M. & Horký, P. (2014). Move or die: change in European catfish (*Silurus glanis* L.) behaviour caused by oxygen deficiency. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 414.
- Daněk, T., Horký, P., Kalous, L., Filinger, K., Břicháček, V. & Slavík, O. (2016). Seasonal changes in diel activity of juvenile European catfish *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758) in Byšická Lake, Central Bohemia. *Journal of Applied Ichthyology*, 1-6.
- Diana, J. S. (1984). The growth of largemouth bass, *Micropterus salmoides* (Lacepede), under constant and fluctuating temperatures. *Journal of Fish Biology*, **24**: 165–172.
- Foster, IDL. (2006). *Lakes in the sediment delivery system*. In Soil Erosion and Sediment Redistribution in River Catchments, Owens PN, Collins AJ (eds). CAB International: Wallingford, CT; 128–142.
- Fouzia, A. & Abdeslem, A. (2012). Environmental determinism of sex-ratio in the bleak, *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) (Cyprinidae) in Keddara dam, Algeria. *Indian Journal of Fisheries*, **59**(4): 7 - 10.

Gardner, C. J., Deeming D. C. & Eady, P. E. (2013). Seasonal Water Level Manipulation for Flood Risk Management Influences Home- Range Size of Common Bream *Abramis brama* L. in a Lowland River. *River Research and Applications*, **31**(21): 65–172.

Giller, P. S. & Malmqvist, B. (2000). *The biology of streams and rivers*. Oxford: Oxford Univ. Press, 2000. Biology of habitats. ISBN 0-19-854977-6.

Gutowsky, L. F. G., Harris, P. M., Martins, E. G., Leake, A., Patterson, D. A., Power, M. & Cooke, S. J. (2013). Diel vertical migration hypotheses explain size-dependent behaviour in a freshwater piscivore. *Animal Behaviour*, **86**: 365-373.

Haberlehner, E. (1988). Comparative-analysis of feeding and schooling behavior of the Cyprinidae *Alburnus alburnus* (L, 1758), *Rutilus rutilus* (L, 1758), and *Scardinius erythrophthalmus* (L, 1758) in a backwater of the Danube near Vienna. *Internationale revue der Gesamten Hydrobiologie*. **73**(5): 537-546.

Hanel, L. & Lusk, S. (2005). Ryby a mihule České republiky: rošíření a ochrana = Fishes and lampreys of the Czech Republic : distribution and conservation. Vlašim: Český svaz ochránců přírody Vlašim, 2005. ISBN 80-86327-49-3.

Harestad, A. S. & Bunnell, F. (1979). Home Range and Body Weight--A Reevaluation. *Ecology*, **60**:389-402.

Hartman, P., Příkryl I. & Štědranský, E. (2005). *Hydrobiologie*. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2005. ISBN 80-7333-046-6.

Hayne, D. W. (1949). Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy*, **30**: 1-18.

Horký, P., Slavík, O. & Bartoš, L. (2008). Telemetry study on the diurnal distribution and activity of adult pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), in a riverine environment. *Hydrobiologia*, **614**, no. 1(1).

Horký, P. & Slavík, O. (2017). Diel and seasonal rhythms of asp *Leuciscus aspius* (L.) in a riverine environment. *Journal of Ethology ecology & evolution*, **29**(5): 449-459.

Chapman, B.B., Hulthén, K., Brodersen, J., Nilsson, P. A., Hansson, L. A., Brönmark, C. & Skov, C. (2012). Partial migration in fishes: Causes and consequences. *Journal of Fish Biology*, **81**(2): 456 - 478.

Chapman, B. B., A. Eriksen, H. Baktoft, J. Brodersen, P. A. Nilsson, et al. (2013). A Foraging Cost of Migration for a Partially Migratory Cyprinid Fish. *PLoS ONE*, **8**(5): e61223.

- Chappaz, R., Doucende, D. & Barthelemy, R. (1998). Patterns of change in zooplankton community structures and the selective feeding of Bleak, *Alburnus alburnus* (L.) in the Serre Ponçon dam between 1980 and 1996. *Hydrobiologia*, **391**: 127–134.
- Jankauskienė, R. & Jenciutė, A. (2007). Diurnal feeding rhythm of the bleak (*Alburnus alburnus* L.) fry (0+). *Ekologija*, **53**(4): 44-51.
- Jennrich, R. I. & Turner, F. B. (1969). Measurement of non-circular home range. *Journal of Theoretical Biology*, **22**(2): 227-237.
- Johnson, J. H. & McKenna Jr., J. E. (2007). Diel Periodicity of Drift of Larval Fishes in Tributaries of Lake Ontario. *Journal of Freshwater Ecology*, **22**(2): 347-350.
- Kemp, P., Sear, D.A., Collins, A.L., Naden, P., Jones, J.I. (2011). The impacts of fine sediment on riverine fish. *Hydrological Processes*, **25**: 1800–1821.
- Kramer, D.L. & Chapman, M.R. (1999). Implications of fish home range size and relocation for marine reserve function. *Environmental Biology of Fishes*, **55**: 65–79.
- Krpo-Četković, J., Hegediš, A. & Lenhardt, M. (2010). Diet and growth of asp, *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758), in the Danube River near the confluence with the Sava River (Serbia). *Journal of Applied Ichthyology*, **26**: 513–521.
- Kulišková, P., Horky, P., Slavík O. & Jones, J. I. (2009). Factors influencing movement behaviour and home range size in the Leuciscus idus. *Journal of Fish Biology*, **74** (6): 1269-1279.
- Lancaster, J., & Downes, B. J. (2018). Aquatic versus Terrestrial Insects: Real or Presumed Differences in Population Dynamics?. *Insects*, **9**(4): 157.
- Latli, A., Michel, L. N., Lepoint, G. & Kestemont, P. (2019). River habitat homogenisation enhances trophic competition and promotes individual specialisation among young of the year fish. *Freshwater Biology*, **64**: 520–531.
- Lucas, M. C., (2000). The influence of environmental factors on movements of lowland-river fish in the Yorkshire Ouse system. *The Science of the Total Environment*, **251-252**: 223-232.
- Lucas, M. C., Baras, E., Thom, T. J., Duncan, A. & Slavík, O. (2001). *Migration of Freshwater Fishes*. Oxford: Blackwell Science, 2001. ISBN 0-632-05754-8.
- Lusk, S., Vostradovský, J. & Baruš, V. (1992): *Ryby v našich vodách*. Vydání 2., doplněné. Praha: Academia, 1992. Živou přírodou. ISBN 80-200-0231-6.

- Lyons, J. & Lucas, M. C. (2002). The combined use of acoustic tracking and echosounding to investigate the movement and distribution of common bream (*Abramis brama*) in the River Trent, England. *Hydrobiologia*, **483**: 265–273.
- Maszczyk, P., Bartosiewicz, M., Jurkowski, J. E. & Wyszomirski, T. (2014). Interference competition in a planktivorous fish (*Rutilus rutilus*) at different prey densities and temperatures. *Limnology*, **15**: 155–162.
- Matono, P., da Silva, J. & Ilhéu, M. (2018). How Does an Invasive Cyprinid Benefit from the Hydrological Disturbance of Mediterranean Temporary Streams?. *Diversity*, **10**: 47.
- Mezinárodní komise pro ochranu Labe, (1996). *Ryby v Labi*. Magdeburk: Mezinárodní komise pro ochranu Labe, 1996. [on-line]: https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user_upload/CZ/06_Publikace/04_Ekologie/1996_MKOL-Ryby_v_Labi.pdf
- Miner, J.G. & Stein, R.A. (1996). Detection of predators and habitat choice by small bluegills: effects of turbidity and alternative prey. *Trans. American Fisheries Society*, **125**(1): 97-103.
- Minns, Ch. K., (1995). Allometry of home range size in lake and river fishes. *Canadian Journal of fisheries aquatic science*, **52**: 1499-1508.
- Minns, Ch. (2011). Compensation ratios needed to offset timing effects of losses and gains and achieve no net loss of productive capacity of fish habitat. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **63**: 1172-1182.
- Okun, N. & Mehner, T. (2005). Distribution and feeding of juvenile fish on invertebrates in littoral reed (*Phragmites*) stands. *Ecology of Freshwater Fish*, **14**: 139–149.
- Olin, M., Rask, M., Ruuhljärvi, J., Kurkilahti, M., Ala-Opas, P. & Ylönen, O. (2002). Fish community structure in mesotrophic and eutrophic lakes of southern Finland: The relative abundances of percids and cyprinids along trophic gradient. *Journal of Fish Biology*, **60**: 593 - 612.
- Paszkowski, C. A. & Tonn, W. M. (1994). Effects of prey size, abundance, and population structure on piscivory by yellow perch. *Transactions of the American Fisheries Society*, **123**: 855-865.
- Persson, L. (1986). Temperature-Induced Shift in Foraging Ability in Two Fish Species, Roach (*Rutilus rutilus*) and Perch (*Perca fluviatilis*): Implications for Coexistence between Poikilotherms. *Journal of Animal Ecology*, **55**(3): 829-839.

- Prchalová, M., Horký, P., Slavík, O., Vetešník, L. & Halačka, K. (2011). Fish occurrence in the fishpass on the lowland section of the River Elbe, Czech Republic, with respect to water temperature, water flow and fish size. *Folia Zoologica (Czech Republic)*, **60** (2): 104.
- Rakowitz, G., Berger, B., Kubečka, J. & Keckeis, H. (2008). Functional role of environmental stimuli for the spawning migration in Danube nase *Chondrostoma nasus* (L.). *Ecology of Freshwater Fish*, **17**: 502–514.
- Ranaker, L., Jönsson, M., Nilsson, P. A. & Brönmark, Ch. (2012). Effects of brown and turbid water on piscivore – prey fish interactions along a visibility gradient. *Freshwater Biology*, **57**: 1761–1768.
- Ranaker, L., Persson, J., Jönsson, M., Nilsson, P. A. & Brönmark, C. (2014). Piscivore-Prey Fish Interactions: Mechanisms behind Diurnal Patterns in Prey Selectivity in Brown and Clear Water. *PLoS ONE*, **9**(11): e102002.
- Reichard, M., P. Jurajda, M. Ondráčková, (2002). The effect of light intensity on the drift of young-of-the-year cyprinid fishes. *Journal of Fish Biology*, **61**: 1063–1066.
- Reichard, M., Jurajda, P. & Smith, C. (2004). Spatial distribution of drifting cyprinid fishes in a shallow lowland river. *Archiv für Hydrobiologie*. **159**(3): 395–407.
- Říha, M., Ricard, D., Vašek, M., Prchalová, M., Mrkvička, T., Jůza, T., Čech, M., Draštík, V., Muška, M., Kratochvíl, M., Peterka, J., Tušer, M., Sed'a, J., Blabolil, P., Bláha, M., Wanzenböck, J. & Kubečka, J. (2014). Patterns in diel habitat use of fish covering the littoral and pelagic zones in a reservoir. *Hydrobiologia*, **741**(1): 111-131.
- Schiemer, F. & Wieser, W. (1992). Epilogue: food and feeding, ecomorphology, energy assimilation and conversion in cyprinids. *Environmental Biology of Fishes*, **33**: 223-227.
- Schoener, Th. W. (1971). Theory of Feeding Strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **2**: 369-404.
- Slavík, O. & Bartoš, L. (2001). Spatial distribution and temporal variance of fish communities in the channelized and regulated Vltava River (Central Europe). *Environmental Biology of Fishes*, **61**: 47-55.
- Slavík, O., Bartoš, L. & Mattas, D. (2005). Does stream morphology predict the home range size in burbot? *Environmental Biology of Fishes*, **74**: 89–98.
- Slavík, O. (2008). Labské ryby na počátku 21. století. *Živa*, **2/2008**: 80.

- Slavík, O., Horký, P. & Bartoš, L. (2009). Occurrence of cyprinids in fish ladders in relation to flow. *Biologia, Section Zoology*, **64** (5): 999–1004.
- Sonny, D., Jorry, S., Wattiez, X. & Philippart, J.-C. (2006). Inter-annual and diel patterns of the drift of cyprinid fishes in a small tributary of the Meuse River, Belgium. *Folia Zoologica*, **55**(1): 75–85.
- Sousa-Santos, C., Matono, P., Da Silva, J. & Ilhéu, M. (2018). Evaluation of potential hybridization between native fishes and the invasive bleak, *Alburnus alburnus* (*Actinopterygii:cypriniformes: cyprinidae*). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, **48** (2): 109–122.
- Specziár, A. & Eros, T. (2014). Dietary variability in fishes: The roles of taxonomic, spatial, temporal and ontogenetic factors. *Hydrobiologia*, **724** (1): 109 - 125.
- Sweka, J. A. (1999). Effects of turbidity on the foraging abilities of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*). M.S. thesis, Collage of Agriculture, Forestry, and Consumer Sciences, West Virginia University. Morgantown, W.V.
- Sweka, J.A. & Hartman, K.J. (2001). Effects of turbidity on prey consumption and growth in brook trout and implications for bioenergetics modeling. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **58**: 386-393.
- Šmejkal, M., Baran, R., Blabolil, P., Vejřík, L., Prchalová, M., Bartoň, D., Mrkvička, T. & Kubečka, J. (2017). Early life-history predator-prey reversal in two cyprinid fishes. *SCIENTIFIC REPoRts*, **7**: 6924.
- Tesch, F. W. (1977). *The Eel – Biology and Management of Anguillid Eels*. Chapman & Hall, London. ISBN 978-94-009-5763-3.
- Thomas, G. (1977). The influence of eating and rejecting prey items upon feeding and searching behaviour in *Gasterosteus aculeatus*, L. *Animal Behaviour*, **25**: 52–66.
- Townsend, C. R., Begon, M. & Harper, J. L. (2010). *Základy ekologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2478-1.
- Turesson, H. & Brönmark, Ch. (2007). Predator–prey encounter rates in freshwater piscivores: effects of prey density and water transparency. *Oecologia*, **153**: 281–290.
- Valová, Z., Jurajda, P. & Janáč, M. (2006). Spatial distribution of 0+ juvenile fish in differently modified lowland rivers. *Folia Zoologica*, **55**(3): 293–308.

- Vandenbyllaart, L., Ward, J. F., Braekvelt, C. R. & McIntyre, D. B. (1991). Relationships between turbidity, piscivory, and development of the retina in juvenile walleye. *Transactions of the American Fisheries Society*, **120**(3): 382-390.
- Vannote, R. L., Minshall W. G. & Cummins, K., Sedell, J. R. & Cushing, E. C. (1980). The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **37**:130-137.
- Vašek, M. & Kubečka, J. (2004). In situ diel patterns of zooplankton consumption by subadult/adult roach *Rutilus rutilus*, bream *Abramis brama*, and bleak *Alburnus alburnus*. *Folia Zoologica* (Czech Republic), **53** (2): 203.
- Vøllestad, L., Jonsson, B., Hvidsten, N. A., Næsje, T., Haraldstad, Ø. & Ruud-Hansen, J. (1986). Environmental Factors Regulating the Seaward Migration of European Silver Eels (*Anguilla anguilla*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **43**: 1909-1916.
- Wang, N., Xu, X. & Kestemont, P. (2009). Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). *Aquaculture*, **289**(1-2): 70-73.
- Wanzenböck, J. & Schiemer, F. (1989). Prey Detection in Cyprinids during Early Development. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **46**: 995-1001.
- Winter, J. D. (1983). Underwater biotelemetry. *Fisheries techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. ISBN: 978-1-934874-29-5.
- Woodward, G. & Hildrew, A. G. (2002). Food web structure in riverine landscapes. *Freshwater Biology*. **47**: 777-798.
- Woolnough, D. A., Downing, J. A. & Newton, T. J. (2008). Fish movement and habitat use depends on water body size and shape. *Ecology of Freshwater Fish*, **18**(1): 83-91.
- Wysujack, K. & Mehner, T. (2005). Can feeding of European catfish prevent cyprinids from reaching a size refuge. *Ecology of Freshwater Fish*, **14**: 87-95.

8 Přílohy

Tab. 1: Drift

Záznamy o odběrech driftu během dne z každého intervalu (I, P = poledne, O = odpoledne, S = soumrak, N = noc, SV = svítání, D = dopoledne). (*Gammarus* (G), Zooplankton (Z), Coeloptera larvy (C), *Porifera* gemule (GH), *Trichoptera* larvy (T), *Ephemeroptera a Plecoptera* larvy (EPJ), juvenilové *Dipter* (DJ), dospělci *Dipter* (DD), Hymenoptera dospělci (H), *Ephemeroptera a Plecoptera* dospělci (EPD), nakonec celkový počet jedinců ve vzorku (SUM). Chybějící hodnoty (N/A).

Datum	I	G	Z	C	GH	T	EPJ	DJ	DD	H	EPD	SUM
12.7	P	0	20	0	0	1	0	1	4	0	0	26
12.7	O	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	5
12.7	S	4	2	2	22	2	12	3	3	41	68	159
12.7	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
12.7	SV	3	98	1	2	0	2	10	13	1	16	146
12.7	D	3	98	1	2	0	2	10	13	1	16	146
18.7.	P	1	55	0	30	1	0	10	3	1	0	101
18.7.	O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18.7.	S	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18.7.	N	37	10	25	5	12	19	23	11	0	5	147
18.7.	SV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18.7.	D	39	90	2	0	5	8	15	7	1	0	167
19.7.	P	3	1	0	3	2	2	3	30	3	2	49
19.7.	O	0	81	3	0	3	1	1	1	1	1	92
19.7.	S	121	86	13	12	10	9	22	7	0	1	281
19.7.	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19.7.	S	3	315	2	10	1	8	7	8	1	9	364
19.7.	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.8.	P	1	0	1	0	1	0	39	14	1	1	58
1.8.	O	1	40	1	9	0	4	42	18	1	0	116
1.8.	S	12	0	0	0	1	1	20	52	0	2	88
1.8.	N	46	0	3	4	5	2	56	72	0	1	189
1.8.	SV	2	0	1	27	2	0	36	11	0	0	79
1.8.	D	0	0	0	0	1	1	17	15	0	0	34
2.8.	P	0	2	5	7	1	1	32	16	1	0	65
2.8.	O	0	1	0	3	2	0	42	16	4	0	68
2.8.	S	3	0	2	0	3	1	33	10	1	2	55
2.8.	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2.8.	S	0	2	0	10	1	0	26	80	0	0	119
2.8.	D	0	1	0	1	1	1	17	29	0	0	50

Datu m	I	G	Z	C	GH	T	EPJ	DJ	DD	H	EPD	SUM
13.8.	P	0	1	0	20	0	0	60	3	1	0	85
13.8.	O	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41
13.8.	S	0	0	4	0	1	0	5	1	0	0	11
13.8.	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13.8.	SV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13.8.	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
23.8.	P	0	0	0	10	0	0	7	3	0	0	20
23.8.	O	3	0	0	7	0	0	16	14	0	32	72
23.8.	S	2	3	0	9	2	3	39	32	0	17	107
23.8.	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
23.8.	SV	2	23	0	11	1	0	17	5	0	5	64
23.8.	D	0	0	0	12	1	1	12	5	0	6	37
28.8.	P	0	0	0	18	1	1	4	3	0	1	28
28.8.	O	0	3	0	21	1	1	2	4	0	2	34
28.8.	S	9	28	1	12	2	4	22	62	0	17	157
28.8.	N	6	17	4	45	2	6	35	55	0	4	174
28.8.	SV	0	0	0	0	0	0	0	18	5	0	23
28.8.	D	2	1	0	9	1	0	7	8	0	1	29
30.8.	P	2	0	0	57	0	0	16	1	2	0	78
30.8.	O	1	0	1	66	4	2	41	32	7	0	154
30.8.	S	8	3	0	36	0	2	14	26	0	27	116
30.8.	N	25	2	0	144	1	0	53	79	0	3	307
30.8.	SV	3	4	0	10	1	0	13	0	0	0	31
30.8.	D	0	1	0	28	2	1	19	24	0	0	75
11.9.	P	1	0	0	1	4	0	18	4	2	0	30
11.9.	O	0	0	0	0	0	1	5	21	10	0	37
11.9.	S	3	4	0	28	4	0	42	92	0	3	176
11.9.	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11.9.	SV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11.9.	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tab. 2: Obsah žaludků

Záznamy rozboru odchycených ouklejí v jednotlivých intervalech (I: P = poledne, O = odpoledne, S = soumrak, N = noc, SV = svítání, D = dopoledne), v jednom intervalu bylo odchyceno někdy i více ryb (pak např. P1 až P3). Tabulka obsahuje informaci o standardní délce ryby (SL, mm), o celkové délce ryby (TL, mm), o celkové hmotnosti odchycené ryby (TW, g), o hmotnosti žaludku ryby (SW, g), a o poměru celkové váhy ryby a váhy jejího žaludku [$SFi = (SW \div TW) \times 100$]. Dále jsou záznamy o množství jednotlivých složek potravy podle kategorií (*Gammarus* (G), *Trichoptera* larvy (T), *Ephemeroptera* larvy (E), juvenilové *Dipter* (DJ), dospělci *Dipter* (DD), detrit (DET), řasy (R), *Porifera* gemule (GH), a nakonec celkový součet potravy v žaludku (SUM). Chybějící hodnoty (N/A).

D E N	I	SL	TL	TW	SW	SFi	G	T	E	DJ	DD	DE T	R	GH	SU M
18.7.	P1	119	143	20	0,39	2,0	2	10	0	0	13	0	0	10	35
18.7.	P2	117	140	17	0,52	3,1	4	4	0	0	0	0	0	0	8
18.7.	P3	121	145	20	0,56	2,8	0	12	0	0	0	0	0	0	12
18.7.	O1	110	135	19	0,6	3,2	1	0	0	0	0	0	0	0	1
18.7.	O2	93	113	9	0,4	4,4	3	3	0	1	0	0	0	0	7
18.7.	O3	97	116	10	0,5	5,0	3	9	0	1	0	6	0	0	19
18.7.	S	98	112	12	0,46	3,8	2	11	0	14	0	0	0	200	227
18.7.	SV1	120	145	19	0,63	3,3	0	9	0	0	5	0	0	0	14
18.7.	SV2	118	142	21	0,88	4,2	4	3	0	0	0	0	0	0	7
18.7.	SV3	125	147	22	0,67	3,0	0	2	1	1	0	0	0	0	4
18.7.	D1	129	154	25	1,09	4,4	0	14	0	0	3	0	0	0	17
18.7.	D2	122	149	22	1,13	5,1	3	3	1	0	0	0	0	0	7
18.7.	D3	112	134	15	0,6	4,0	3	4	0	1	0	0	0	10	18
18.7.	D4	115	142	18	0,57	3,2	0	8	0	0	0	0	0	0	8
1.8.	P1	127	152	50	1,19	2,4	0	7	0	2	0	0	0	0	9
1.8.	P2	132	152	27	0,94	3,5	0	5	0	0	0	0	0	0	5
1.8.	P3	118	139	18	0,54	3,0	0	7	0	7	0	0	0	20	34
1.8.	P4	125	151	21	0,54	2,6	4	3	0	0	0	0	0	10	17
1.8.	O1	131	157	28	0,87	3,1	0	6	0	0	0	0	0	5	11
1.8.	O2	147	147	18	0,75	4,2	6	16	0	19	3	18	3	0	65
1.8.	O3	122	151	23	1,02	4,4	0	6	0	0	11	0	0	0	17
1.8.	O4	115	139	20	0,7	3,5	1	1	0	0	6	0	0	0	8
1.8.	O5	125	150	22	0,76	3,5	1	10	0	2	0	2	0	30	45
1.8.	S1	130	157	28	1,71	6,1	0	17	0	40	1	0	0	0	58
1.8.	S2	102	124	13	0,32	2,5	0	2	0	0	25	0	0	0	27

D E N	I	SL	TL	TW	SW	SFi	G	T	E	DJ	DD	DE T	R	GH	SU M
1.8.	D1	138	150	23	0,61	2,7	0	6	0	20	0	0	0	0	26
1.8.	D2	134	160	29	0,91	3,1	2	7	0	0	0	0	0	0	9
2.8.	SV1	121	147	22	0,59	2,7	1	2	3	0	0	0	0	0	6
2.8.	SV1	115	139	18	0,88	4,9	0	8	0	4	1	0	0	0	13
2.8.	D1	118	144	18	0,55	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.8.	D2	127	154	25	0,8	3,2	1	2	1	2	0	0	0	0	6
2.8.	D3	131	154	21	0,95	4,5	0	12	0	6	9	0	0	0	27
13.8.	P1	123	149	23	0,9	3,9	0	3	0	0	0	0	0	0	3
13.8.	P2	109	121	12	0,5	4,2	4	3	0	5	0	0	0	0	12
13.8.	O1	129	143	19	0,72	3,8	2	7	0	3	1	0	0	5	18
13.8.	O2	125	147	20	0,56	2,8	4	3	0	4	0	7	0	1	19
13.8.	O3	125	150	22	0,97	4,4	0	4	0	0	0	0	0	0	4
23.8.	P1	145	178	40	1,52	3,8	0	0	0	6	0	18	68	0	92
23.8.	P2	146	175	36	1,55	4,3	11	0	0	0	0	0	0	30	41
23.8.	P3	140	174	35	1,68	4,8	0	16	0	20	3	0	0	0	39
23.8.	P4	130	156	27	0,88	3,3	1	2	0	1	0	0	0	0	4
23.8.	P5	130	162	30	1,2	4,0	2	5	0	22	1	0	0	0	30
23.8.	P6	111	135	17	0,61	3,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23.8.	P7	115	138	18	0,83	4,6	36	1	0	0	0	0	0	10	47
23.8.	S1	150	185	39	1,51	3,9	0	3	0	0	0	0	0	0	3
23.8.	S2	102	125	14	0,74	5,3	8	1	0	1	0	0	0	0	10
23.8.	SV1	120	147	19	0,64	3,4	2	0	0	0	0	0	0	16	18
23.8.	SV2	129	157	25	0,64	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23.8.	SV3	108	123	14	0,51	3,6	7	0	0	4	5	6	0	0	22
23.8.	D1	138	172	36	1,43	4,0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
23.8.	D2	116	142	18	0,76	4,2	3	2	0	1	0	0	0	40	46
28.8.	P1	127	152	26	1,43	5,5	6	2	0	0	0	0	0	10	18
28.8.	P2	116	141	20	0,65	3,3	0	3	0	0	0	0	0	5	8
28.8.	O1	117	143	19	1,01	5,3	1	2	0	0	0	0	0	0	3
28.8.	O2	112	149	22	1,03	4,7	4	7	0	4	0	0	5	20	40
28.8.	O3	141	169	31	1,28	4,1	9	4	0	0	0	0	0	0	13
30.8.	P1	115	140	20	0,71	3,6	1	11	0	0	0	0	0	30	42
30.8.	P2	125	151	26	0,93	3,6	0	0	9	7	0	0	0	4	20
30.8.	O1	114	137	18	0,51	2,8	0	0	0	2	0	0	0	10	12
30.8.	O2	125	149	23	0,91	4,0	3	7	0	0	6	0	1	0	17

D E N	I	SL	TL	TW	SW	SFi	G	T	E	DJ	DD	DE T	R	GH	SU M
30.8	O3	137	165	31	1,12	3,6	10	1	0	3	2	0	0	0	16
30.8	SV1	120	145	20	0,75	3,8	3	2	0	1	0	3	0	120	129
30.8	SV2	102	104	12	0,57	4,8	1	5	2	1	1	0	0	0	10
11.9.	P1	111	139	15	0,65	4,3	0	3	0	0	0	0	0	0	3
11.9.	P2	137	165	28	1,05	3,8	0	0	1	1	0	0	0	0	2
11.9.	P3	120	149	19	0,47	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.9.	O1	115	139	13	0,5	3,8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11.9.	O2	115	142	16	0,54	3,4	7	0	0	0	0	0	0	600	607
11.9.	O3	116	144	17	0,56	3,3	2	4	0	8	3	0	0	0	17
11.9.	O4	120	142	18	0,5	2,8	0	2	0	1	0	0	0	0	3

Tab. 3: Abiotické faktory

Během každého intervalu (I, P = poledne, O = odpoledne, S = soumrak, N = noc, SV = svítání, D = dopoledne) byly zaznamenány abiotické faktory prostředí: osvit (H, lx.s), turbidita (T, NTU), koncentrace kyslíku (O₂ mg.l), vodivost (γ , $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH, teplota vody (t H₂O, °C), teplota vzduchu (t, °C) a průtok (Q, řms). Chybějící hodnoty (N/A).

Datum	I	H	T	O ₂	γ	pH	t H ₂ O	t	Q
12.7	P	13.8	6.56	6.88	418	7.94	20.4	N/A	174
12.7	O	12	6.21	7.12	417	7.94	19.8	N/A	163
12.7	S	6.2	5.79	6.77	419	7.94	19.3	N/A	166
12.7	N	0	18.3	7.06	419	7.94	20.3	N/A	159
12.7	SV	13	12.58	7.35	415	7.94	20.4	N/A	160
12.7	D	14.5	17.14	20.7	414	7.94	20.7	N/A	161
18.7.	P	12.3	17.41	6.19	443	8.46	24	27	120
18.7.	O	12.4	13.46	7.29	422	8.46	25.2	27.1	119
18.7.	S	8.9	5.46	4.3	447	7.07	22.6	24.3	118
18.7.	N	0	3.89	3.71	454	7	21.9	17.8	118
18.7.	SV	10	6.8	5.31	413	7	22.8	19.5	127
18.7.	D	12.3	9.8	6.19	443	8.46	24	27	132
19.7.	P	9.8	9.8	5.31	416	8.7	25	23.4	103
19.7.	O	10.6	9.8	5.31	416	8.7	25	23.4	104
19.7.	S	5.1	3.81	3.68	436	8.7	22.8	20.9	106
19.7.	N	0	6,1	7.72	425	8.85	22.8	20.4	102
19.7.	S	8.9	8.4	4.04	413	7	22.8	19.5	102
19.7.	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.8.	P	13.8	6.58	8.02	413	6.72	21.5	23.2	134
1.8.	O	14.5	8.38	8.08	422	7.28	22.4	24	132
1.8.	S	6.6	5.8	5.68	409	7.57	19.5	13.7	133
1.8.	N	0	5.91	5.64	407	6.75	18.9	10	134
1.8.	SV	6.5	6.36	5.8	408	6.75	18.7	9.6	139
1.8.	D	14.7	6.04	8.52	410	6.72	20.6	21.2	137
2.8.	P	14,3	6,53	7,98	413	7,02	21,5	22	137
2.8.	O	14,1	10,07	9,79	429	7,02	23	24,1	134
2.8.	S	9,2	9,45	22,3	426	7,02	20,5	18,4	132
2.8.	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Datum	I	H	T	O ₂	γ	pH	t H ₂ O	t	Q
2.8.	S	9,1	6,8	4,73	423	6,95	19,4	16,3	134
2.8.	D	13,5	11,96	4,33	418	7,06	21,3	22,3	135
13.8.	P	14,7	29,79	0	398	7,34	24	31	136
13.8.	O	11	18,79	N/A	381	7,34	22,9	19,6	136
13.8.	S	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	134
13.8.	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13.8.	SV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13.8.	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
23.8.	P	14,4	10,86	N/A	411	7,06	23,7	26,9	135
23.8.	O	14	12,12	N/A	408	7,06	24,8	32,9	133
23.8.	S	8	6,6	N/A	402	7,9	22,6	22,3	134
23.8.	N	0	9,12	N/A	431	7,9	20	15	130
23.8.	SV	5,9	8,82	N/A	423	7,9	21,1	16,7	128
23.8.	D	14,2	7,5	N/A	420	7,9	21,8	21,6	129
28.8.	P	14,6	16,46	N/A	457	7,49	23	20,5	121
28.8.	O	12,9	17,4	N/A	466	7,49	22	20,2	124
28.8.	S	8	28,3	N/A	462	7,49	20,2	153	123
28.8.	N	0	10,9	N/A	458	7,39	18,4	10,6	121
28.8.	SV	5,1	15,6	N/A	459	7,39	18,3	8,8	118
28.8.	D	12,7	30	N/A	453	6,9	21,1	16,7	112
30.8.	P	15	33,8	N/A	438	7,88	23,1	26,4	111
30.8.	O	14,6	13,6	N/A	439	7,88	23,5	21,9	110
30.8.	S	7,4	9	N/A	449	7,88	19,9	14,5	109
30.8.	N	0	9,5	N/A	440	7,88	19,5	13,8	108
30.8.	SV	5,6	9,4	N/A	442	7,88	19,5	13,8	105
30.8.	D	11,9	15,1	N/A	440	7,88	20	17,3	92
11.9.	P	12,6	25,5	N/A	417	6,79	16	15,8	179
11.9.	O	12,5	6,95	N/A	412	6,79	16,1	18,7	183
11.9.	S	7,4	7,28	N/A	412	6,79	15,5	13,1	181
11.9.	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11.9.	SV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11.9.	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tab. 4: Telemetrická data

Záznamy telemetrického sledování ryb v metrech, vzdálenost mezi dvěma zaměřenými pozicemi ryb. Při každém intervalu (I, P = poledne, O = odpoledne, S = soumrak, N = noc, SV = svítání, D = dopoledne) byly pořízeny tři záznamy. Chybějící hodnoty (N/A).

Interval	12. 7.	18. 7.	19. 7.	1. 8.	2. 8.	13. 8.	23. 8.	28. 8.	30. 8.	11. 9.
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	16	84	1837	17	32	312	1123	992	1204	911
P3	14	101	1245	152	18	705	737	44	22	307
O1	398	27	214	150	18	803	742	25	25	546
O2	15	17	19	15	16	96	14	31	31	1332
O3	22	43	33	18	32	642	22	847	926	669
S1	54	358	21	20	573	1613	1360	1946	2076	667
S2	23	69	312	26	600	954	23	1273	877	1586
S3	28	148	502	22	25	145	17	85	69	393
N1	14	50	N/A	455	N/A	N/A	14	97	67	N/A
N2	29	13	N/A	448	N/A	N/A	16	198	261	N/A
N3	17	21	N/A	33	N/A	N/A	22	163	259	N/A
SV1	25	N/A	N/A	17	11	652	N/A	980	1206	N/A
SV2	18	N/A	N/A	20	19	1600	N/A	345	352	N/A
SV3	21	N/A	N/A	16	13	24	N/A	324	305	N/A
D1	27	547	N/A	24	18	575	21	64	83	N/A
D2	30	22	N/A	18	21	33	15	636	689	N/A
D3	500	13	N/A	20	20	736	1430	926	1489	N/A
kód ryby	43	48	50	43	43	48	50	53	50	43

Tab. 5: Sledované ryby, jejich hmotnost v gramech a délka v milimetrech

kód ryby	hmotnost v g	Délka TL mm
48	68	171
44	53	170
42	45	159
43	43	147
41	45	148
49	50	157
51	48	153
50	39	140