



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA EKOLOGIE A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Petr VEČEŘA

Revize lokalit a charakteristika habitatů mihule potoční

(*Lampetra planeri*) na severní Moravě

Diplomová práce

Studijní program: N1501 Biologie

Obor: Hydrobiologie

Prezenční studium

Vedoucí práce: RNDr. Vladimír Uvíra, Dr.

Olomouc 2012



Prohlašuji, že předloženou práci jsem vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zhotovování práce čerpal, řádně v práci cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Olomouci

.....

Petr Večeřa



Na tomto místě bych velmi rád poděkoval RNDr. Vladimíru Uvírovi, Dr. za vedení práce a poskytnutí odborných a velmi cenných rad, které jsem uplatnil při tvorbě této práce. Dále děkuji Mgr. Evženu Tošenovskému za ochotu, množství rad a praktickou pomoc, Bc. Miroslavu Kubínovi z CHKO Beskydy, Mgr. Vladimíru Holcovi z AOPK Olomouc a Lukáši Mertovi, Ph.D. za spolupráci při šetření v terénu. V neposlední řadě děkuji Doc. Martinu Rulíkovi, Ph.D. a RNDr. Petru Hekerovi, Ph.D. za vypůjčení pomůcek, přístrojů a dalšího materiálu potřebného při terénních výzkumech.



Univerzita palackého v Olomouci
Katedra ekologie a životního prostředí

Přírodovědecká fakulta
Školní rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro

Petra VEČEŘU

Obor: Hydrobiologie

Studijní program: N1501

Název tématu:

**Revize lokalit a charakteristika habitatů mihule potoční (*Lampetra planeri*)
na severní Moravě**

Review of the sites and habitat characteristics of brook lamprey
(*Lampetra planeri*) in northern Moravia

Zásady pro zpracování:

Prvním z cílů je zpracování přehledu dostupných literárních zdrojů zabývajících se biologií druhu a metodami souvisejícími s jeho monitoringem. Hlavním úkolem terénní práce je výzkum habitatových charakteristik lokalit s výskytem mihule potoční. Tyto výsledky mohou přispět k lepšímu poznání životních nároků mihulí a stejně tak mohou posloužit pro další výzkum jejich ekologie a stát se praktickým nástrojem při zkvalitnění ochrany tohoto silně ohroženého druhu.

.....

vedoucí katedry

.....

vedoucí diplomové práce



ABSTRAKT

V České republice, především na Moravě, je jen velmi omezené množství vhodných biotopů pro silně ohroženou mihuli potoční (*Lampetra planeri*). V této práci je komplexně hodnoceno 23 lokalit, z nichž 5 je lokalit referenčních, kde se larvy sledovaného druhu nevyskytují. Jejich přítomnost je zjišťována odlovem pomocí elektro agregátu. Na sledovaných lokalitách jsou předmětem zájmu především korytové akumulace sedimentů, které jsou detailně analyzovány z hlediska granulometrického složení, obsahu organických látek či chlorofylu *a*. Paralelně bylo prováděno měření fyzikálně-chemických parametrů povrchové a intersticiální vody. Jednotlivé lokality jsou na závěr podrobeny vzájemné komparaci. Výsledky pomohou lépe vysvětlit životní nároky larev mihulí a jejich habitatovou preferenci.

Klíčová slova

Lampetra planeri, morfologie koryta, fyzikálně-chemické parametry, elektro odlov, granulometrická analýza, obsah organických látek, management lokalit, severní Morava, Česká republika.

ABSTRAKT

In the Czech Republic, especially in Moravia, is only a very limited amount of suitable habitat for highly endangered brook lamprey (*Lampetra planeri*). This work is comprehensively evaluated 23 localities, of which 5 are reference sites, where the larvae of the monitored species are absent. Its presence is detected by electro aggregate catch. The monitored sites are of interest mainly through sediment accumulation, which are analyzed in detail in terms of granulometric composition, organic matter and chlorophyll *a*. Parallel measurements were carried out physico-chemical parameters of surface and interstitial water. Individual sites are ultimately subject to mutual comparison. The results will help to better explain the environmental demands of lamprey larvae and their natural habitats preference.

Keywords

Lampetra planeri, channel morphology, physical-chemic parameters, electro fishing, particle-size-analyses, content of organic substances, habitat management, North Moravia, Czech republic.

OBSAH

ÚVOD	8
1. CÍLE PRÁCE	9
2. PROBLEMATIKA	10
2.1. Mihule (Petromyzones) – základní charakteristika	10
2.1.1. Mihule potoční	11
2.1.1.1. <i>Morfologie a anatomie</i>	11
2.1.1.2. <i>Rozmnožování a ontogenetický vývoj</i>	11
2.1.1.3. <i>Potrava</i>	13
2.1.1.4. <i>Ekologie a ekologické nároky na prostředí</i>	13
2.1.1.5. <i>Rozšíření</i>	15
2.1.1.6. <i>Ohrožení a ochrana</i>	16
2.3. Monitoring (ichtyologický průzkum).....	17
2.3.2. Elektrický odlov.....	18
2.3.3. Vyrývání	19
2.3.4. Počítání trdlišť	20
2.3.5. Monitoring dospělců	20
2.4. Granulometrická analýza (GA)	21
3. LOKALITY	22
3.1. Zájmové území.....	22
3.1.1. Fyzicko-geografická charakteristika	22
3.1.1.1. <i>Hrubý Jeseník – Šumpersko</i>	22
3.1.1.2. <i>Hrubý Jeseník – Vidnavsko a Černovodsko</i>	23
3.1.1.3. <i>Nízký Jeseník – Bruntálsko (Rýmařovsko, Břidličná)</i>	24
3.1.1.4. <i>Nízký Jeseník – Město Libavá a mikroregion Odersko</i>	24
3.1.1.5. <i>Beskydy – Frýdecko-Místeco/Třinecko a Jablunkovsko</i>	25
3.1.3. Hydrologická charakteristika toků	26
4. METODIKA	30
4.1. Práce v terénu.....	30
4.1.1. Výběr vhodných náplavů	30
4.1.2. Odlov elektrickým agregátem.....	30
4.1.3. Měření parametrů toku, náplavů, povrchové a intersticiální vody	31
4.1.4. Odběr sedimentů	32
4.2. Laboratorní zpracování	33
4.2.1. Granulometrická analýza	33
4.2.1.1. <i>Vážení a sušení vzorků</i>	33
4.2.1.2. <i>Dělení vzorků na sítech</i>	34
4.2.2 Stanovení obsahu partikulovaných organických látek (POM).....	34

4.2.3 Stanovení efektivního zrna d_e	34
4.2.4 Stanovení chlorofylu a v sedimentech	35
4.2.6. Stanovení TOC povrchové vody	36
4.2.7. Analýza výsledků	37
5. VÝSLEDKY	38
5.1. Rozmístění lokalit	38
5.2. Rozdíly mezi parametry	40
5.3. Vztah parametrů lokalit (korelace).....	45
5.4. Podobnost lokalit.....	47
6. DISKUSE	49
6.1. Návrh managementu lokalit	60
SOUHRN	62
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	64
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	65
SEZNAM PŘÍLOH.....	75

ÚVOD

Mihule potoční je v naší ichtyofauně ohroženým druhem. V české literatuře nebylo do nedávna příliš mnoho informací o skrytém způsobu života těchto vzácných živočichů. V posledních desetiletích se však situace díky úsilí ČSOP (především ČSOP Vlašim) a AOPK viditelně zlepšila. Vyšly publikace, články či informační letáky, které popisují životní prostředí mihulí i jejich ekologické nároky a mnoho dalších faktorů. Všechny tyto informace mají však bohužel ještě dnes řadu nedostatků a mezer v oblasti poznání života tohoto druhu. Uváděné ohrožení mihulí je dáno především specifickými biotopovými nároky larev – minoh. Mihule jsou svým životním cyklem pevně svázány s horskými a podhorskými toky, v jejichž korytě se vyskytují jemnozrné náplavy s jistým obsahem kumulovaného organického materiálu. Především díky nevhodným regulačním zásahům v tocích je výskyt těchto náplavů značně omezován a jednotlivé lokální populace mihulí jsou velmi ohroženy.

V této práci jsem sledoval především různorodé abiotické faktory na stanovištích, kde byl výskyt mihulí potvrzen elektrickým odlovem. Jedním z cílů studie je charakteristika jemnozrných náplavů (akumulací) a jejich partií, kde lze předpokládat výskyt larev mihulí. Minohy toto prostředí téměř neopouštějí a vyvíjejí se zde 4 – 5 let. Jejich potravu tvoří řasy a organický materiál. Předpokládám, že komplexní analýza těchto náplavů z hlediska jejich granulometrického složení, zvodnění, obsahu organických látek společně s vyhodnocením základních fyzikálně-chemických parametrů povrchové a intersticiální vody přinese obecnější poznatky o nárocích mihulí a jejich larev využitelné v ochranném managementu.

1. CÍLE PRÁCE

Prvním z cílů je zpracování literární rešerše o biologii mihule potoční, jejích ekologických nárocích, metodách monitoringu a jejím rozšíření.

Hlavním úkolem terénní práce je podat ucelené informace o rozhodujících habitatových charakteristikách stanovišť na lokalitách, na kterých se mihule potoční vyskytuje.

Dalším cílem je pak využití získaných výsledků ke zkvalitnění ochrany tohoto silně ohroženého druhu.

Dílčí cíle spočívají v ověření následujících předpokladů:

- ✓ Mihule potoční se vyskytuje na zájmovém území ve středních nadmořských výškách, tj. asi od 300 m n. m. do 600 m n. m.
- ✓ Výskyt larev mihule potoční je vázán na nižší pH vody (méně než 7) a i nižší nasycení vody O₂.
- ✓ Ostatní měřené FCH parametry nejsou pro výskyt druhu rozhodující.
- ✓ Plocha či mocnost náplavu není pro přítomnost larev zásadní.
- ✓ Larvy mihule potoční preferují náplavy s větším podílem jemnozrnější frakce a s vyšším obsahem organických látek.
- ✓ Larvy mihule potoční jsou schopné žít i v prostředí s vyšším organickým zatížením.
- ✓ Existuje prokazatelný rozdíl v podobnosti stanovišť osídlených mihulemi.
- ✓ Na základě zjištěných výsledků je možné předpovědět další vývoj a stav populací mihule potoční a navrhnout vhodný ochranný management k udržení či dokonce zlepšení současných populací druhu.

2. PROBLEMATIKA

2.1. Mihule (*Petromyzones*) – základní charakteristika

Mihule jsou primitivní obratlovci (Dungel & Řehák 2005). Jejich tělo je holé, hadovité, kostra chrupavčitá a chybí párové končetiny (Gaisler & Zima 2007). Druhotná nosní dutina na svrchní straně hlavy mezi očima je nepárová a slepě zakončena váčkem (Baruš & Oliva 1995; Dyk 1956). Po stranách hlavy mají mihule 7 párů žaberních štěrbin, párové ploutve chybí a ústa mají podobu přísavného terče se zoubky (Merta 2008; Baruš & Oliva 1995; Dyk 1956). Merta (2008) popisuje odlišnosti larev mihulí (minoh) od dospělců a uvádí, že hadovité tělo minoh nemá ještě vyvinuté oči a ústní oblast je přizpůsobena filtraci (není vyvinut ústní terč). Žijí jak v mořských, tak i sladkovodních biotopech temperátních oblastí Tření však vždy probíhá ve sladké vodě (Miller 2004). Menší polovina z celkového počtu známých druhů žije paraziticky a zbylé druhy volně (Hanel 2000). Maximální délka dospělců různých druhů mihulí se autor od autora liší. Například Hanel (2000) uvádí maximální délku mihule mořské (*Petromyzon marinus*) až 120 cm, Wheeler et al. (1996) či Wheeler (1998) udávají poněkud odlišnější odhad okolo 90 cm. K zástupcům neparazitických, sladkovodních druhů patří mihule potoční (*Lampetra planeri*), jejíž maximální délka v dospělosti dosahuje 17 cm (Merta 2008). Většina druhů mihulí metamorfuje v dospělce po 4-7 letech (Hanel 2000; Baruš & Oliva 1995), délka adultní fáze včetně metamorfózy v dospělce netrvá zpravidla déle než 2 roky (Baruš & Oliva 1995). Většina mihulí je předmětem ochrany a některé jsou zařazeny na seznamu Červené knihy jako ohrožený či dokonce kriticky ohrožený druh (Hanel 1995). Míra ohrožení se však může v průběhu let měnit například díky ochrannářskému úsilí či novým a moderním metodám průzkumu (Hanel & Lusk 2005). V České republice se v současnosti vyskytují dva druhy mihulí: mihule potoční a mihule ukrajinská.

2.1.1. Mihule potoční (*Lampetra planeri*, Bloch, 1784)

2.1.1.1. Morfologie a anatomie

Je to neparazitický a nemigrující, výlučně sladkovodní druh. Dospělci dosahují délky 100–160 mm (Baruš & Oliva 1995; Dyk 1956). Údaje o velikosti jsou často odlišné a například Hanel (2000) či Dyk (1956) udává délku až okolo 20 cm, larvy jsou nepatrně větší. Tělo je hadovité, zuby na ústním terči nejsou početné a nejsou rozmístěny v kruhových řadách. Detailní popisy ústního terče uvádí Baruš a Oliva (1995); Dyk (1956) či Hanel a Lusk (2005).

Rozdílů mezi larvou a dospělcem je hned několik. Larvy mají zakrnělé oči přerostlé kůží, mají funkční střevo, ploutevní lem je nízký a po celé délce stejně vysoký. Žaberní štěrby jsou ponořeny v rýze (Hanel 1997; Baruš & Oliva 1995). Larva aktivně přijímá potravu filtrací jemných organických látek (Merta & Háková 2006), teprve až po metamorfóze nepřijímají dospělí jedinci potravu a postupně začíná degenerovat střevo (Baruš & Oliva 1995). Podle Poulíčkové (1996, 1997, 1998) slouží minohám jako potravu hlavně rozsivky (*Meridion circulare*, *Navicula lanceolata* aj.).

Typická je pro mihule pohlavní dvojtvárnost. Samci mají v době tření dlouhou penisovitou močopohlavní bradavku objevující se již při metamorfóze (Baruš & Oliva 1995). Samice mají nápadně vysoký lem „řitní ploutve“, ale lem u samců je nízký a jen slabě vystupuje (Baruš & Oliva 1995). Další podrobné informace o pohlavním dimorfismu mihule potoční uvádí například Dyk (1956) či Oliva (1953). Ocasní ploutevní lem je u larev i dospělců málo pigmentovaný. Celkové zbarvení je modrošedé nebo olivově zelenavé, břicho bělavé (Hanel a Lusk, 2005; Baruš & Oliva 1995). Zajímavé změny zbarvení (ztmavnutí těla) pozorovali Baruš a Oliva (1995) u samců při vytření. Samice mají po tření zase rezavou oblast kolem řitního otvoru (Čihař 2003). Zbarvení minoh již bylo popsáno v předešlém odstavci, přičemž pigmentaci minoh podrobně popsal Šulc (1923).

2.1.1.2. Rozmnožování a ontogenetický vývoj

Mihule v larvální stádium jsou po většinu času zahrabány v jemnozrnném náplavu (sedimentu), ale při náhlém vyrušení jsou schopny poměrně dobře plavat ve volné vodě

a během několika sekund se ukryt na bezpečnějším místě. Po metamorfóze nastávající asi po 4 – 5 letech larválního stádia, v čase páření, se dospělci stěhují proti proudu na *trdlišťe*. Jedná se o místa s drobnými kamínky a štěrkem v proudící vodě, kde není však proud příliš silný (Maitland 2003). Obvykle se třou v malých hloubkách na okrajích tůní, kde se charakter vody mění opět na proudící (Maitland & Campbell 1992; Baruš & Oliva 1995). Období tření nezačíná v celé Evropě stejně, například v Britských řekách je podstatný vzestup teploty vody na 10–11 °C, u nás je rozpětí teplot větší. Trdlišťe má zpravidla oválný tvar a velikost 20–40 cm, přičemž se nachází v hloubce 2 až 10 cm (Maitland 2003), Hanel a Lusk (2005) uvádějí rozmezí 5–15 cm, Dyk (1956) udává 15–20 cm, podobně i Mundahl & Sagan (2005). Vlastní třecí akt je podobný u všech druhů mihulí (Lohninský 1966). Jedna samice mihule potoční je schopná naklást až 1500 jiker (Hardisty 1964), jiní autoři se zmiňují asi jen o 1000 kusech (Dyk 1956). Tření může podle podmínek trvat několik dní až týdnů. Brzy po vytření dospělci hynou (Hanel & Lusk 2005). Z vajíček se zhruba po 14 dnech líhnou larvy-minohy a jsou špinavě žluté až narůžovělé a na hřbetě olivově zelené (Dyk 1956). Krátce po vylíhnutí mladé larvy opouštějí trdlišťe a stěhují se po proudu a zahrabávají se do substrátu tvořeného jemným pískem (Maitland 2003). Přirozeným predátorem jiker je střevle potoční (Baruš & Oliva 1995; Dyk 1956). Larvální perioda trvá různě dlouho (záleží na podmínkách prostředí), například na Britských ostrovech či v Severním Irsku je dlouhá asi 6,5 let (Hardisty 1961a, 1961b) v ČR asi 5 let (Baruš & Oliva 1995), Dyk (1956) dokonce uvádí pouze 4 roky. Metamorfóza probíhá v období mezi červencem až září obvykle současně v jedné populaci (Bird & Potter 1979a, 1979b), v našich podmínkách o něco dříve (Dyk 1956; Baruš & Oliva 1995). Dospělci se poté zdržují ve volné vodě, nadále však skrytě (Merta 2008). Podrobné informace o mnoha ekologických nárocích pro tření mihulí v USA uvádějí Mundahl & Sagan (2005).

Další informace například o metamorfóze, poproudové a protiproudové (za účelem tření) migraci uvádějí Hardisty & Potter (1971), Potter et al. (1982), Vladykov & Kott (1979), Baruš a Oliva (1995), Thomas (1962). O ekologii a rozmístění mihule potoční píše Kelly & King (2001).

2.1.1.3. Potrava

Larvy filtrují organické částice, především rozsivky a jiné řasy, dále také prvoky a detrit a bakterie (Maitland 2003; Schroll 1959; Malmquist & Brönmark 1981). Zásadní podíl v potravě mají rozsivky (Hardisty & Potter 1971; Potter 1976ab; Pouličková 1993). Zjištěni byli také Nematoda (Hardisty & Potter 1971). Podle Pouličková (1993) mohou rozsivky i jiné řasy v zažívacím traktu minoh přežívat. Podíl mrtvých a živých jedinců závisí na ročním období. Součástí zažitiny byl mimo jiné i organický a anorganický detritus, dále úlomky rostlinných pletiv či zrnka písku (Pouličková 1993). Význam rozsivek byl potvrzen i laboratorně (Moore & Potter 1976). Počet řas v zažitině závisí na typu lokality. Nejvyšší počty vykazovaly vzorky z eutrofnějších lokalit, a to v letním období (Špačková & Jasenská 1985). Údaje o propustnosti filtračního aparátu popisuje (Špačková & Jasenská 1985). Algologický výzkum sedimentů s výskytem mihule potoční provedla Pouličková (1996, 1997). Mihuli ukrajinské se nevěnuje tolik pozornosti, avšak existuje souborná algologická charakteristika jediné u nás popsané lokality s výskytem tohoto druhu, Račího potoka na Šumpersku (Pouličková & Merta 1997). Výsledky této studie ukazují na čistý, prokysličený, podhorský potok, který se rozsivkovou flórou dnových sedimentů výrazně neliší od lokalit s výskytem mihule potoční.

2.1.1.4. Ekologie a ekologické nároky na prostředí

Ekologické nároky mihulí nejsou dodnes spolehlivě vysvětleny. Tento druh žije obvykle v tekoucích vodách, kde je dno písčité až štěrkovité (místa tření) a alespoň místy s jemnými bahnitými náplavy (místa výskytu larev). Larvy jsou podle Hanel a Lusk (2005) nacházeny především v tocích širších než 2 m, s přirozeným meandrujícím korytem a zachovalými břehovými porosty. Výskyt mihulí je vázán hlavně na pstruhové pásmo toků s překvapivě nízkou koncentrací rozpuštěného kyslíku 4–8 mg.l⁻¹ (Sládečková & Sládeček 1993). Merta (2000) uvádí vyšší hodnoty kolem 8–10 mg.l⁻¹. Mihule se vyskytují ve vodách s neutrálním pH okolo 6,5–7,5 a v rozpětí vodivosti vody 83–507 μS.cm⁻¹. Hanel (2004) připouští ještě větší rozpětí tolerovaných hodnot. K doprovodným rybám v místech s výskytem mihule potoční patřili například pstruh obecný f. potoční, vranka obecná či střevle potoční (Hanel & Lusk 2005). Díky

rozsáhlejším šetřením v oblasti Jeseníků je patrné, že mihule je nacházena často i v mlýnských náhonech, kde je dostatek nánosů a relativně čistá voda (Merta 2008).

2.1.1.4.1. Požadavky na rychlost proudění vody

Larvy mihule preferují spíše pomalu proudící úseky, kde nejsou jejich nory tolik vystaveny kolísání hladiny (Baruš & Oliva 1995). Malmquist (1978) objevil mihuli potoční v toku s rychlostí proudu asi $0,35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Rychlost proudění vody v místě náplavu dosahoval hodnot $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ při hladině a $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v hloubce 25 cm (Schroll 1959). Velmi nízké rychlosti proudu ($8\text{--}10 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$) zaznamenal Hardisty (1986) a také Hjulstrom (1935), který zjistil, že ukládání písku a bahna je možné pouze při rychlosti proudění menší než $7 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

Podmínky pro dospělé popsali na dvou třech místech v Československu Lohninský (1966) abnormálně vysokou rychlost proudu $1,0\text{--}1,4$ a $4,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Nižší hodnoty okolo $30\text{--}50 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ uvádí Hardisty & Potter (1971). Hanel (2004) považuje rychlost proudu $0,74\text{--}0,78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ za nepřekonatelnou při tazích na trdlišťě. Rozmnožování se odehrává v mírně proudivých ($0,1\text{--}0,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) tocích (Baruš & Oliva 1995). Údaje o proudových podmínkách na trdlišťích jsou podle literatury značně rozdílné.

2.1.1.4.2. Požadavky na kvalitu vody

Pro larvy je důležitým faktorem dostatek kyslíku. Larvy sice mohou po dlouhou dobu snášet téměř anoxické podmínky, ale při aktivním hrabání je kyslík limitující, bez něj jsou schopné přežít jen několik hodin (Potter et al. 1986). Zajímavé zjištění popsali Merta (2000), kdy v náplavech, v hloubce asi 20 cm, došlo k poklesu koncentrace kyslíku o 90%. To potvrzuje nízkou náročnost larev mihulí na obsah kyslíku v prostředí.

Optimální teplota pro larvy je okolo 12°C (Schroll 1959), záleží však na zeměpisné šířce, proto se údaje mohou lišit.

Ideální rozpětí pH pro minohy je $6,5\text{--}7,5$ (Hanel 1995; Hanel & Lusk 2005). Balon a Holčík (1964) a také Merta (2008) uvádějí, že mihule preferují, nebo alespoň tolerují lokality tekoucí částečně přes rašeliniště, jsou tedy tolerantní k nižšímu pH.

Při vypouštění pročištěných odpadních vod do míst s výskytem mihulí je

doporučeno, aby hodnota BSK po smísení s vodou nepřesáhla v průměru hodnotu 4, tedy aby se nezhoršily podmínky pro její výskyt (Hanel & Lusk 2005).

Dospělci žijí jen velmi krátce, proto existuje jen málo informací o jejich toleranci k jednotlivým faktorům.

2.1.1.4.3. Požadavky na substrát

Larvy: Charakter substrátu se liší v závislosti na hloubce od několika cm až po 30 cm. Velmi často obsahuje vysoký podíl organického materiálu a má povahu bahna nebo jemného písku (Hardisty & Potter 1971). Často se jedná o písčito-humusovité nánosy (Baruš & Oliva 1995; Hanel & Lusk 2005). Především v pomalu tekoucích vodách je důležitou složkou nánosů kromě bahna a písku i jílovitá frakce (Potter 1970). Při průzkumech ve Švédsku se většina jedinců vyskytovala na místě s nízkou rychlostí proudu, malou hloubkou, nízkým obsahem chlorofylu a malým podílem částic o průměru 0.5–1 mm. Jiné zdánlivě důležité faktory, jako je obsah OM, zastínění či přítomnost řas, neměly na výsledek analýzy velký vliv (Hardisty & Potter 1971). Někdo považuje přítomnost vodních makrofyt jako důležitou část habitatu mihule potoční (Schroll 1959).

Dospělci: Charakter substrátu pro tření (trdlišě) je poměrně dobře popsán. Většina takového substrátu je povahy šterku, v případě Velké Británie, Irska (Maitland 2003). U nás mají povahu šterko-kamenitého podloží (Baruš & Oliva 1995; Merta 2008). Podle pozorování se zdá, že budou mihule preferovat místa s úkryty, dostatkem kyslíku a že se budou velmi podobat těm, které preferují lososovité ryby (Chapman 1988; Stuart 1953).

Mihule lze dobře pozorovat i v akváriích, jak uvádí již Baruš & Oliva (1995).

2.1.1.5. Rozšíření

Rozšíření v ČR. V poslední době bylo věnováno hodně úsilí revizím lokalit s historickým výskytem mihule potoční, ale taky nalézání nových dosud nepopsaných lokalit. Asi nejucelenější seznam všech lokalit shrnují např. Merta (2000), Hanel (1993, 1996) či Pešout et al. (1996). Mihule potoční je rozšířena více, než se doposud předpokládalo, ale počet lokalit i velikost jednotlivých populací za posledních 50 let rapidně klesly. Historicky byla mihule potoční běžně pozorována a hlavně lovena jako

rybářská návnada (Dyk 1956; Baruš & Oliva 1995). Její areál v Čechách zasahoval podle Frič (1871) až k Litoměřicím či Litomyšli. I přes pokles její početnosti existuje ještě mnoho lokalit a jejich výčet je poměrně rozsáhlý, proto budou zmíněny jen oblasti, odkud budou získávány informace pro tuto práci. Jedná se o oblast Jeseníků, Oderských Vrchů a Beskyd. Rozšířením mihule potoční na našem území se dříve věnovali i odborníci ze zahraničí. Moravu jako region s pozitivním výskytem druhu popisuje například Peňáz a Jurajda (1993).

Běžnější je mihule potoční na Slovensku a v Maďarsku. Výskyt mihule ukrajinské na tomto území uvádí Holčík (2003). Ve Velké Británii se věnuje problematice mihulí řada odborníků (APEM 1996; Duncan 1996) a vznikly tak velmi kvalitní a ucelené práce z oblasti ekologie mihulí (Maitland 2003), monitoringu (Harvey & Cowx 2003) či determinace (Gardiner 2003). Mihuli potoční lze dále nalézt pravidelně na území Severního Irsku, kde se o jejím širokém areálu zmiňují Goodwin et al. (2009), v oblasti jezera Loch Lomond pak Maitland et al. (1994). V Německu se problematice populací mihule potoční věnovali třeba Waterstraat & Krappe (1998). Ve středním Polsku se na řece Drawa věnoval výzkum mihule potoční například Chelkowski et al. (1996).

2.1.1.6. Ohrožení a ochrana

Mihule potoční patří do Červeného seznamu a je zařazena do kategorie ohrožený-endangered (EN), jak uvádí Hanel et al. (2011). Problémem je v první řadě znečišťování vody, nevhodné úpravy toků, nadměrná rybí osádka a zčásti i predace rybožravými ptáky, hlavně čápy (Pojer & Hanel 1996; Hanel & Lusk 2005), ve Velké Británii volavkami či racky (Maitland 2003). Jikry mihulí jsou občas napadány i plísněmi, o kterých se podrobněji zmiňuje Czczuga (1997)

Vážnou hrozbu představuje znečištění toku odpadními vodami. Kromě znečištění existuje i několik jiných a významných způsobů ohrožení přirozených habitatů mihulí. Patří sem třeba inženýrské práce na tocích, jako jsou stavby přehrad, jezů (fragmentují tok), které znemožňují protiproudovou i poproudovou migraci. Lze sem zařadit i rybářské zásahy související s výstavbou rybníků, jezů, často s chovem lososovitých ryb i s vybagrováním nánosů s larvami (Maitland 2003). Všechny tyto zásahy znamenají změnu (snížení členitosti koryt, míst pro rozmnožování a nánosů, eliminace úkrytů aj.)

nebo ztrátu přirozeného habitatu mihulí (Merta & Háková 2006; Maitland 2003; Hanel & Lusk 2005). Stejným způsobem mohou podle Maitland (1991) fungovat klimatické změny (na podzim a v zimě prudký déšť, v létě naopak sucho). Obzvlášť zranitelné jsou populace osídlující náhony s regulovaným průtokem vody. Úplné vypuštění náhonu spojené často s jeho čištěním od náplavů je pro mihule zpravidla fatální (Merta 2008). Podobný dopad má i vybudování malých vodních elektráren na toku (Hanel & Lusk 2005), nebo vypouštění nadjezových zdrží například na řece Jizeře (Lusk et al. 1995c). Jak již bylo řečeno, přirozenými predátory mihulí jsou lososovité ryby (pstruh), jak uvádí Merta (2008), jelci (Levin & Holčík 2006) a také rybožraví ptáci, převážně čápi a volavky (Hanel & Lusk 2005) a dokonce i úhoř říční (Bílý 2000). Právě čápi dokáží predovat velké počty dospělců na trdlišcích v době rozmnožování (Lojkásek, ústní sdělení). Zajímavé je, že i v dnešní době se v některých zemích používají mihule jako rybářská návnada (Maitland 2003).

Asi nejvýznamnějším preventivním opatřením na ochranu mihulí je zabránit umělému snižování členitosti koryt různými zásahy. Jemnozrné nánosy jsou prvními mezohabitaty, které vlivem úprav z toků mizí. Pokud jsou však úpravy toků nevyhnutelné z různých důvodů, je třeba nalézt nová vhodná stanoviště a na tato místa minohy transferovat. Z dobře promyšlených úprav mohou minohy profitovat. Důležitá je beze sporu vzájemná spolupráce s orgány Povodí, správ toků, MŽP atd. (Merta 2008).

Návrhů na management a ochranu je hned několik. Podstatné je nedovolit umělé snižování členitosti koryt jakýmkoliv zásahy. Podrobnější informace podává Merta (2008), Hanel a Lusk (2005, 1996), Maitland (2003) či Hanel (1995).

Mihule nemá v dnešní době žádný hospodářský význam. Zajímavé poznatky uvádí například Dyk (1944, 1956) či Baruš a Oliva (1995), neboť dříve byly mihule považovány za pochoutku a občas se i kuchyňsky upravovaly.

2.3. Monitoring (ichtyologický průzkum)

V současné době existuje hned několik metod, jak lze monitorovat stavy populací mihulí, jejich distribuci v prostředí nebo pouze jejich přítomnost či absenci. Popsány budou pro přehlednost jen ty nejdůležitější a nejběžnější. Rozsáhlé práce o

monitorování mihulí sepsali Harwey & Cowx (2003), APEM (2001), Witkowski (1993, 1997), v naší literatuře pak Hanel (1993, 1996), Hanel & Müller (1997), Merta (2000, 2008), Loyka a Bosák (2000), Pešout et al. (1996) a další. Důležitá je mimo jiné i strategie monitoringu, ten je ideální provádět v období srpen – říjen (Harwey & Cowx 2003).

APEM (2001) popisuje několik existujících metod. Patří sem vizuální pozorování, odchyt do pastí a sítí (o těchto metodách bude mluveno v následující kapitole), semi- kvantitativní odlov u specifických ploch a poslední metodou je kvantitativní odlov EA v kvadrátech. První dvě metody jsou používány spíše okrajově, a to především v období migrace mihulí na trdliště a poproudového přesunu čerstvě vylíhlých larev na bezpečná místa (Harwey & Cowx 2003). Ovšem někdy jsou použity jako doplňkové metody (Fine et al. 2004) či jako velmi užitečný způsob. Moser et al. (2007) ve své práci podrobně popisuje způsob sledování dospělců i larev mihulí a různé způsoby anestezie při jejich značkování. O metodách monitoringu, včetně vlastního pozorování, se podrobněji zmiňuje Hanel (1993) a bude o nich pojednáno níže.

2.3.2. Elektrický odlov

Elektrický odlov, vhodný pro monitoring larev, je velmi oblíbený a výsledky jím získané jsou použitelné do mnohorozměrných a robustních statistických analýz, které mohou sloužit k hodnocení stavu populace larev. Při kvadrátové metodě lze popsat stav populace (APEM 2001). Dříve se tento způsob používal prioritně i při odlovu migrujících adultů (Gardiner & Stewart 1997). Odlov EA je vhodný také pro toky bez vodních makrofyt, které výrazně ztěžují práci při odlovu. V opačném případě se používají jiné metody odlovu (Gardiner et al. 1995; Nunn et al. 2007). Metoda odlovu pomocí EA se doporučuje pro hodnocení stavu populace minoh v toku (Harwey & Cowx 2003) nebo pro věkové složení populace (Hanel 1993). Nízká frekvence elektrických pulsů je nejefektivnější pro odlov larev mihulí (Pajos & Weise 1994). Odlov pomocí EA popisuje i řada dalších zahraničních autorů ve svých pracích (Goodwin et al. 2008, 2009; Chelkowski et al. 1996; Fine et al. 2004) a další. U nás má větší zkušenosti s používáním EA při ichtyologickém průzkumu (monitorování) hned několik odborníků, například Říha (1985), Merta (2000), Merta (nepubl.), Vlach et al.

(1996) či Jurajda et al. (2006). Existuje hned několik způsobů lovu. Práce s EA vyžaduje v první řadě odborníka (s příslušným osvědčením), dále povolení místních orgánů, je-li to nutné a také minimálně jednu osobu jako pomocníka, který objevené jedince vychytává podběrovou sítí do připravených nádob. Někdo udává jako ideální způsob zastrčit elektrody přímo do substrátu a prolovit tak příslušný nános, po několika opakováních pak lze výsledky chápat jako velmi relevantní (Merta, ústní sdělení). Lohinský a Zapletal (2000) popisují jako nejúčinnější způsob zatlačit elektrody (asi 3-5 cm) do náplavu a několikeré opakované zapnutí impulzního napětí na 3 s až 5 s (s přestávkami 1–5 s). K zajímavým výsledkům došel Hanel & Müller (1997), zjišťovali, kolikrát se musí projít stejný úsek EA, aby se již žádné nové larvy neregistrovaly a zjistili, že 94% larev bylo evidováno teprve po 4. odchyту, předpokládaných 100% teprve po 6. odchyту. Nunn et al. (2007) naopak uvádí jako použitou metodu při výzkumu držet elektrodu těsně nad substrátem (asi 10–15 cm) pod napětím po dobu 20 s, poté vypnout na 5 vteřin a celý proces znovu opakovat (po dobu asi 2 min.), jiné údaje uvádí Goodwin et al. (2008), ten měnil frekvenci a intenzitu impulsů v závislosti na vodivosti vody, přitom držel anodu těsně (asi 5 cm) nad sedimentem a vysílal impulsy 5 s dlouhé s přestávkou 10 s, podobně s jen asi 2s přestávkami pracuje Kubín, Merta či Holec (ústní sdělení).

Při vyjadřování relativní početnosti se používají 3 způsoby, které popisuje Hanel (1993).

Odlov agregátem omezuje především rostoucí výška vodního sloupce či příliš nízká nebo vysoká vodivost (Randák et al. 2006). Detailně problematiku odlovu ryb popisuje například Slavík a Jurajda (2001).

2.3.3. Vyrývání

Jedná se o metodu, při které jsou minohy vyrýpány z bahenních náplavů. Používá se především v menších tocích (náhony, potoky, rybníčky) s malou hloubkou a minimálním proudem. Je to velmi vhodná metoda pro získání prvních zkušeností při výběru potenciálních míst výskytu. Lopatkou se vyrýpne vzorek sedimentu, vyklopí se na břeh a pozorujeme, zda je na mihule prostý či nikoli. Pro větší pravděpodobnost nálezů se doporučuje vyrýpnout na každém místě alespoň 10 lopat. Poté je

prozkoumaný materiál shrábnut zpět do potoka (Hanel 1993; Rulík, ústní sdělení). Při dodržení určitých zásad tato metoda závažněji nenarušuje biotop. O této metodě píše také Pouličková et al. (2000).

V případě jiného způsobu zjištění jedinců se jedná spíše o náhodné nálezy při vypouštění náhonů, odbahňování koryt toků atd. (Hanel 1993).

O hodnocení početnosti, demografické struktury populace a distribuci se zmiňuje Harwey & Cowx (2003).

Důležité je při každé z těchto monitorovacích metod zapisovat všechny zjistitelné informace (použitá metoda, počet ulovených jedinců, srovnání s dřívějšími údaji o výskytu, datum a místo nalezení – přesná lokalizace pomocí mapy, GPS nebo podrobného popisu, charakter lokality, příbřežní vegetace, povaha dna, fyzikálně-chemické parametry vody aj.).

2.3.4. Počítání trdlišť

Je to specifický způsob monitorování mihulí. Cochran & Gripentorp (1992) uvádí, že dospělé mihule lze nejlépe zjistit během šnorchlování shromážděné na trdlišťích. Vždy je důležité určit vhodnou dobu tření. K počtům trdlišť lze počítat i jiné viditelné údaje, jako je poměr samců a samic, hustota hnízd na plochu, jejich velikost či velikost populace. Vše ovšem komplikuje kalnost vody (díky tření mnoha jedinců) nebo hydrologický režim na jaře (tání sněhu znamená zvýšený průtok).

2.3.5. Monitoring dospělců

Tato metoda stojí spíše v pozadí výzkumu mihulí. Především by se měl sledovat stav populace dospělců. Existuje několik monitorovacích metod. Je-li to možné, měly by být stavy sledovány pomocí pastí na lososovité ryby. Vhodnou metodou mohou být i videozáznamy protahujících mihulí a také získání informací o trdlišťích z historických záznamů, dále pak pozorování jedinců během tření a sběr uhynulých jedinců po vytření (Hanel 1993). O odlovu pomocí EA mnoho publikací není. Sledování by mělo probíhat každoročně od konce března do poloviny července (Harwey & Cowx 2003). APEM (2001) nedoporučuje jako ideální metodu počítání jedinců na trdlišťích či trdlišť

samotných. Výsledky mohou být totiž silně ovlivněny metodou, místem výběru, či například aktuálními klimatickými podmínkami.

Důležitost monitoringu dospělců však nelze zpochybňovat, je z ochránářského hlediska nezbytné zaznamenávat informace i o tomto stádiu druhu, ačkoli je mnohonásobně kratší.

2.4. Granulometrická analýza (GA)

Nejčastější způsob odběru vzorku pro GA je pomocí lopatky (Goodwin et al. 2008), sondy či podtlakové pistole (Křesina & Hradecký 2009) a taky freeze-coru (Fuksa 2003; Rulík, nepubl.).

Odebraný vzorek se buď suší v laboratoři při různých teplotách – při 70°C (Goodwin et al. 2008) nebo 105°C (Merta et al. 2000), nebo se ještě za mokra pomocí třepačky rozděljuje na jednotlivé zrnitostní frakce. Je třeba si předem stanovit standard, kolik sít, tedy jednotlivých zrnitostních kategorií, potřebujeme. Z výsledků se poté vypočítá tzv. efektivní zrno dle Patočka et al. (1989).

Granulometrickou analýzou se zabýval například Merta et al. (2000), Křesina a Hradecký (2009) či Jankauskienė & Jurgaitytė (2008).

3. LOKALITY

3.1. Zájmové území

Zkoumané území lze rozdělit do 3 větších oblastí. První z nich je a) Hrubý Jeseník, další lokality se nachází na území b) Nízkého Jeseníku a třetí oblastí jsou c) Beskydy.

Podrobná charakteristika jednotlivých lokalit vychází z vlastního terénního výzkumu, a proto je uváděna v kapitole 5.1. V této kapitole je uveden obecný popis větších geomorfologických celků, na jejichž území se zájmové lokality nacházejí. V případě pohoří Jeseníky se celá oblast díky své odlišné geologické a morfologické stavbě a především velikosti člení ještě na dílčí okrsky.

3.1.1. Fyzicko-geografická charakteristika

3.1.1.1. Hrubý Jeseník – Šumpersko

V této oblasti se nachází celkem 5 lokalit: Bartoňovský náhon, Morava-Bludov, Chromečský náhon, Hraniční strouha, Morava-Leština.

Geomorfologie a geologie: Zájmové území spadá do povodí Moravy. Geomorfologicky je toto území řazeno do provincie Česká vysočina, Krkonošsko-Jesenické soustavy (IV), Jesenické podsoustavy a celků Mohelnická brázda (IVC-2) a Hanušovická vrchovina (IVC-3). Mohelnická brázda je protáhlá sníženina protékaná řekou Moravou mezi Zábřežskou vrchovinou na Z a Hanušovickou vrchovinou na V; plocha 122,16 km²; střední (stř.) výška 288,8 m; stř. sklon 2°08'; široká 3-5 km. Osu sníženiny tvoří široký okrsek Hornomoravská niva. Nejvyšší (nejv.) bod Homůlka 332,9 m n. m. Převládají pole a louky. CHKO Litovelské Pomoraví. Hanušovická vrchovina má rozlohu 795,5 km², stř. výška 527,2 m, stř. sklon 8°03'; převažují vrchoviny a kotliny tvořeny hlavně břidlicemi a zvrásněnými prvohorními usazeninami, sníženiny pak čtvrtohorními usazeninami. Povrch je hluboce rozčleněn údolími vodních toků. Nejv. bod Jeřáb 1002,8 m n. m. Převážně značně zalesněná hlavně smrkovými porosty (Demek et al. 2006).

Klimatologie: Klimatologicky se toto území řadí převážně do kategorie mírně teplé oblasti MT – normálně dlouhé, mírné, mírně suché léto, přechodné období je krátké, s mírným jarem a mírně teplým podzimem, krátká zima, mírná, suchá, krátkým trváním sněhové pokrývky (okolí Bedřichova, Nového Malína, Velkých Losin, Šumperku, České Vsi, Ondřejovic). Konkrétně se zájmové území nachází v klimatologických podoblastech MT2, MT7, MT 9 a MT10. (Quitt 1971). Průměrná teplota vzduchu v okolí Šumperku (včetně Velkých Losin) se pohybuje okolo 7,3 °C. (leader.isu.cz)

Hydrologie: Vodu odvádí množství potoků ústících do Desné nebo Moravy. Průměrný roční úhrn srážek činí 707 mm. (leader.isu.cz)

3.1.1.2. Hrubý Jeseník – Vidnavsko a Černovodsko

Území se rozkládá na dvou geomorfologických celcích: Vidnavská nížina a Černovodská pahorkatina. Patří sem 3 lokality: Černý potok, Skorošický potok a Vidnávka.

Geomorfologie a geologie: Vidnavská nížina je geomorfologický celek na S ČR v oblasti Krkonošsko-jesenického podhůří; nejvyšší bod je 365 m n. m. Plochá pahorkatina tvořená třetihorními sedimenty, čtvrtohorními říčními náplavy a ledovcovými uloženinami. Má rozlohu 47 km², střední výškou 270,4 m a střední sklon 10 48´.

Černovodská pahorkatina je tvořena členitou pahorkatinou složenou z vyvřelých hornin žulovského granitového plutonu, především granitů a granodioritů (mineralogicky byl proslulý Stachlovický lom, kde byly nalezeny největší a nejvýraznější agregáty a krystaly molybdenitu). Zajímavé jsou pozůstatky ledovcové modelace, se kterou souvisí i vznik hlubokých soutěskových údolí vodních toků.

Klimatologie: Celé území patří do mírně teplé oblasti MT9 a okrajové části Černovodska do oblasti MT7.

Hydrologie: Osu území tvoří říčka Vidnávka, která S od obce Vidnava opouští Území ČR. Dalšími důležitými toky jsou Černý a Červený potok s četnými přítoky (nejvýznamější je Plavný potok, LS přítok Černého potoka s množstvím rybníků).

3.1.1.3. Nízký Jeseník – Bruntálsko (Rýmařovsko, Břidličná)

V této oblasti jsou popsány 3 lokality: Moravice-Břidličná, Moravice-Malá Štáhle a Polička.

Geomorfologie a geologie: Jedná se o celek (IVC-8) Jesenické podsoustavy; plochá vrchovina; plocha 2 876,27 km², stř. výška 482,5 m, stř. sklon 5°14'; tvořena především drobami a břidlicemi, místy se objevují usazeniny, spraše a sprašové hlíny. Okraje jsou rozčleněny hlubokými údolími, typická je pravoúhlá říční síť Odry, Moravice, Opavy a Hvozdovnice. Nejv. bod Slunečná 800,2 m n. m. Převažuje mozaika polí, luk a převážně smrkových lesů.

Převážná část Bruntálska spadá do podcelku Bruntálská vrchovina (IVC-8C); jedná se o plochou vrchovinu s rozlohou 660,20 km², stř. výška 566,6 m, stř. sklon 5°44', tvořena převážně břidlicemi a drobami. Typická jsou široce rozevřená údolí s výjimkou v jižní části, kde jsou údolí mladá, hluboce zaříznutá. Nejv. bod Pastviny 790,4 m n. m. (Demek et al. 2006).

Klimatologie: Oblast Bruntálska je v chladné oblasti CH – velmi krátké až krátké léto, mírně chladné a vlhké, přechodné období je dlouhé, mírně chladné jaro a mírný podzim. Zima je dlouhá, mírná, mírně vlhká s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Konkrétně leží toto území v podoblastech CH7 a částečně i CH6 (Quitt 1971). Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje v intervalu 6,0 – 7,3°C (v letech 2006 – 2011). Průměrné roční úhrny srážek činí 710 mm (Bruntál), 800 – 1000 mm – většina zájmového území (rymarovsko.cz).

Hydrologie: Převážná část území je náleží do úmoří Baltského moře (Odra), výjimku tvoří malá část j. a jv. území (povodí Moravy-úmoří Černého moře). K nejvýznamnějším tokům patří Moravice, Oslava a Bystřice.

3.1.1.4. Nízký Jeseník – Město Libavá a mikroregion Odersko

Lokality jsou na plošně malém území a patří sem: Libavský potok, Smilovský potok, Náhon Odry – Jakubčovice a referenční lokalita Odra – obec Odry.

Geomorfologie a geologie: Celé území patří pod celek Nízký Jeseník (IVC-8) – geomorfologie popsána ve výše uvedené kapitole – a do podcelku Vítkovská vrchovina (IVC-8F). Jedná se o plochou vrchovinu; rozloha 999,08 km², stř. výška 429,8 m, stř.

sklon $5^{\circ}12'$; tvořenou hlavně drobami a břidlicemi. Příznačné jsou pro území Průlomové úseky řeky Odry, Kamenného potoka a řeky Opavy, pravouhlý ohyb Moravice. Nejv. bod Strážná 641,5 m n. m. (Demek et al. 2006).

Klimatologie: Oblast se nachází v mírně teplé oblasti MT, konkrétně v podoblastech MT 9 (Quitt 1971). Průměrná teplota je $7 - 8,5^{\circ}\text{C}$, průměrné roční srážky okolo 700 mm (spalov.cz).

Hydrologie: Celá oblast spadá do Povodí Odry, které tvoří páteř tohoto mikroregionu.

3.1.1.5. Beskydy – Frýdecko-Místecko/Třinecko a Jablunkovsko

V této oblasti se nachází celkem 8 lokalit: Černý potok, Ostravice-náhon (Pržno), Ostravice-náhon (Ostravice), Skalická Morávka a referenční lokality Morávka-nádrž, Lomná, ČOV Radegast a Morávka.

Geomorfologie a geologie: Jedná se o plošně rozsáhlejší území, proto bude geomorfologie území pro upřesnění popsána na úrovni podcelků. Geomorfologicky patří tato oblast provincie Západní Karpaty, soustavy Vnější Západní Karpaty (IX). Oblast spadá do dvou podsoustav. První z nich je Západobeskydské podhůří (IXD) s celkem Podbeskydská pahorkatina (IXD-1) a podcelkem Třinecká brázda (IXD-1F) a druhá podsoustava Západní Beskydy (IXE) s celkem Moravskoslezské Beskydy (IXE-3) a podcelkem Lysohorská hornatina (IXE-3B).

Třinecká brázda má plochu $183,06 \text{ km}^2$, stř. výška 360,3 m, stř. sklon $3^{\circ}10'$; tvořená hlavně flyšem a vyvělinami, místy se nachází říční terasy s pokryvem sprašových hlín. Nejv. bod Skalická Strážnice 438,1 m n. m.

Lysohorská hornatina je členitá hornatina o rozloze $377,07 \text{ km}^2$, stř. výška 709,9 m, stř. sklon $14^{\circ}45'$; budovaná především komplexem flyšových hornin, dále pak pískovcem a slepencem. Jižní část území je typická hustou říční sítí; prameny Řečice, Černé, Ostravice, Mohelnice, Morávky a Lomné. Nejv. bod Lysá Hora 1323,3 m n. m. CHKO Beskydy (Demek et al. 2006).

Klimatologie: Jedná se o rozsáhlou oblast a z velké části jde o mírně teplou oblast MT s podoblastmi MT 10, MT 9 (podhůří Beskyd), MT 7 (okolí Jablunkova). Výjimku tvoří oblast v okolí přehrady Morávka, která spadá do kategorie chladná – CH7 (Quitt 1971). Průměrná roční teplota je $6-7^{\circ}\text{C}$, v okolí přehrady Morávka i méně

(risy.cz). Roční úhrn srážek značně kolísá, kdy v předhůří Beskyd se jedná o hodnoty 700 – 800 mm, v centrálních Beskydech i přes 1000 mm.

Hydrologie: Území lze rozdělit na dvě oblasti – povodí Ostravice (západní část), do které ústí řeka Morávka, a povodí Olše (východní část) s přítoky Lomná a Černý potok, které jsou předmětem zájmu (pod.cz).

Tab. 1: Klimatické oblasti (Quitt 1971).

Klimatické oblasti	CH4	CH6	CH7	MT2	MT7	MT9	MT10
Počet letních dnů	0-20	10-30	10-30	20-30	30-40	40-50	40-50
Počet dnů s prům. teplotou 10 °C a více	80-120	120-140	120-140	140-160	140-160	140-160	140-160
Počet mrazových dnů	160-180	140-160	140-160	110-130	110-130	110-130	110-130
Počet ledových dnů	60-70	60-70	50-60	40-50	40-50	30-40	30-40
Prům. teplota v lednu (°C)	-6 až -7	-4 až -5	-3 až -4	-3 až -4	-2 až -3	-3 až -4	-2 až -3
Prům. teplota v červenci (°C)	12-14	14-15	15-16	16-17	16-17	17-18	17-18
Prům. teplota v dubnu (°C)	2-4	2-4	4-6	6-7	6-7	6-7	7-8
Prům. teplota v říjnu (°C)	4-5	5-6	6-7	6-7	7-8	7-8	7-8
Prům. poč. dnů se srážkami 1mm a více	120-140	140-160	120-130	120-130	100-120	100-120	100-120
Srážkový úhrn ve veget. období v mm	600-700	600-700	500-600	450-500	400-450	400-450	400-450
Srážkový úhrn v zimním období v mm	400-500	400-500	350-400	250-300	250-300	250-300	200-250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	140-160	120-140	100-120	100-80	60-80	60-80	50-60
Počet dnů zamračených	130-150	150-160	150-160	150-160	120-150	120-150	120-150
Počet dnů jasných	30-40	40-50	40-50	40-50	40-50	40-50	40-50

3.1.3. Hydrologická charakteristika toků

Morava

Pramení na j. svazích Králického Sněžníku ve výšce 1380 m n. m. Ústí do Dunaje u Děvína ve 136 m n. m. Plocha povodí činí 26 579, 7 km², délka toku je 353, 1 km, $Q_{\text{prům}}$ u ústí 120 m³/s. Vodohospodářsky významný tok, pstruhová voda po jez v Hanušovicích. Vodácky využívaný úsek od Velké Moravy po jez v Bartoňově (31 km). Čistota vody v horní části toku po soutok s Krupkou I. tř., od Hanušovic po ústí IV. tř. (Vlček et al. 1984).

Moravice

Pramení ve Velkém kotli na JV svahu Vysoké Hole ve výšce 1 170 m n. m., ústí do ř. Opavy u Opavy v 240 m n. m. Plocha povodí je 901, 1 km², délka toku 105, 1 km, $Q_{\text{prům}}$ u ústí 7,67 m³/s. Vodohospodářsky významný tok, pstruhová voda na horním toku až po vodní nádrž Kružberk (zdroj pitné vody pro Ostravu). Vodácky využívaný úsek v délce 14 km. Na celém toku je čistota vody II. třídy (Vlček et al. 1984).

Vidnavka

Vidnavka pramení na j. svazích vrcholu Na radosti ve výšce 870 m n. m. přetíná státní hranici v 221 m n. m., plocha povodí 159,3 km², délka toku 25,3 km, $Q_{\text{prům}}$ u ústí 1,81 m³/s. Vodohospodářsky významný tok, pstruhová voda po celé délce toku.

Skorošický potok

Potok protéká Obcí Skorošice a je levostranným přítokem Vidnavky. Pramení pod vrchem Špičák (957 m n. m.), je dlouhý 10,5 km a plochu povodí má 12,6 km². Vodohospodářsky významný tok, pstruhová voda po celé délce toku.

Černý potok (Jeseníky)

Pramení východně od Žulové ve výšce 415 m n. m. Ústí zprava do Vidnavky ve Velké Kraši v 243 m. n. m. Plocha povodí činí 62,5 km², délka toku 13,7 km, $Q_{\text{prům}}$ u ústí 0,55 m³/s. Vodohospodářsky významný tok, pstruhová voda po celé délce toku.

Morávka

Pramení v Súlově ve výšce 880 m n. m., ústí do Ostravice u Frýdku-Místku v 293 m n. m., plocha povodí 149,3 km², délka toku 30,9 km, $Q_{\text{prům}}$ u ústí 3,73 m³/s. Pstruhová voda po celém toku, čistota vody převážně I. – II. tř. (Vlček a kol. 1984). Unikátní je NPR Skalická Morávka u obce Nižní Lhoty, kde ramena Morávky protékají pórovitým podložím a tvoří tak v přílehlé nivě řeky síť funkčních i mrtvých ramen či mnoha tůní. Jde o poslední zbytky přirozeného divočícího toku ve šterkových náplavech v České republice) a na něj vázané, tokem vytvářené doprovodné poříční ekosystémy s populacemi vzácných či ohrožených druhů rostlin a živočichů.

Lomná

Pramení na S svazích vrcholu Burkov ve výšce 810 m n. m., ústí do Olše v Jablunkově v 380 m n. m., plocha povodí 70,6 km², délka toku 17,3 km, $Q_{\text{prům}}$ u ústí 1,49 m³/s. Vodohospodářsky významný tok, pstruhová voda po celé délce toku. (Vlček et al. 1984).

Odra

Pramení v Oderských vrších ssz. od obce Kozlov ve výšce 632 m n. m., ústí do Baltského moře, plocha povodí 118 600 km², délka toku 861 km, $Q_{\text{prům}}$ u ústí 610 m³/s. Pstruhová voda na horním toku po jez u Oder. Vodácky využívaný úsek od ústí Budišovky po Suchdol nad Odrou (18 km), velmi významný tok z hlediska lodní dopravy, čistota vody převážně IV. tř. (Vlček et al. 1984).

Ostatní vodní toky jsou svou velikostí nedostačující, a proto nejsou v literatuře popisovány. Jedná se o bezejmenné přítoky větších toků a také o Černý potok u Jablunkova.

Černý potok (Beskydy)

Pramení nad osadou Kurajka (obec Bocanovice) ve výšce 661 m n. m. Délka toku je cca 5,5 km. Ústí zleva do Olše v Jablunkově v 375 m n. m. Další informace o tomto toku bohužel nejsou.

Náhony

Specifickým případem vodního toku jsou náhony. Jedná se o přivaděč s otevřenou hladinou, je typický pro odvozené vodní dílo. Vede vodu od vzdouvacího zařízení (jezu) zcela mimo přírodní tok. Má menší měrný spád než křivolaké řečiště, a tak se postupně dostává nad základní úroveň a získává rozdíl hladin potřebný pro funkci vodního motoru (mve.energetika.cz).

V současné době již většina náhonů neplní původní funkci, ale slouží buď jako přivaděče vodní síly k malým vodním elektrárnám, většinou vybudovaným ve starých mlýnech, nebo jsou již nefunkční z technického hlediska. Jako biotopy pro mihule jsou však velmi vhodné především díky často velmi mocným jemnozrným usazeninám. Problémem bohužel často zůstává pravidelné bagrování koryt náhonů za účelem jejich odbahnění.

V zájmovém území na Šumpersku se nachází náhon 1) Hraniční (dříve Tunklova) strouha. Byla vybudována pro zásobování rybníka a má délku 10 km a asi 2 km J od Postřelmovy ústí do Moravy. V těsné blízkosti leží 2) Chromečský náhon s délkou 6,5 km. Jedná se o nejméně vydatný náhon, který začíná před obcí Klášterec a končí na S obce Postřelmov, kde ústí do Moravy. Posledním dílem je poblíž obce Bartoňov vybudovaný 3) Bartoňovský náhon, který je dlouhý asi 1,2 km a je spojen v délce 1 km s Bušínským potokem a společně je jejich voda odváděna zpět do Moravy.

V oderských Vrších se jedná o 4) náhon v Jakubčovicích nad Odrou tvořený hned několika rameny. Protéká přímo obcí a v ní také ústí zpět do Odry, jejíž vodou je napájen. Přivádí mimo jiné i vodu do bývalého mlýna v centru obce.

V oblasti Beskyd je hned několik vhodných náhonů. Předmětem našeho výzkumu byl 5) náhon v obci Pržno napájený vodou z řeky Ostravice a 6) náhon S od obce Ostravice.

4. METODIKA

4.1. Práce v terénu

Účelem terénního výzkumu je odebrat vzorky a změřit fyzikálně-chemické parametry konkrétního prostředí, kde se sledovaný druh vyskytuje. Takto získaná data a materiál jsou v další fázi práce zpracovávány v laboratoři.

4.1.1. Výběr vhodných náplavů

Na základě údajů z literatury jsem co nejpřesněji vyhledal místa s udávaným výskytem mihule potoční. Pokud přesné literární údaje nebyly k dispozici, prolovili jsme vhodné (náhodně vybrané) náplavy EA. Na lokalitách jsme vybraly stanoviště jak osídlená, tak i referenční. Na těchto stanovištích probíhal další výzkum (odlov EA, měření parametrů aj.). Jako srovnávací náplavy jsou brány ty, které jsou proloveny EA bez nalezení jedinců. Jsou zpravidla v blízkosti lokalit s potvrzeným výskytem. Na těchto referenčních stanovištích se rovněž provedou stejná měření.

4.1.2. Odlov elektrickým agregátem

Pro odlov mihulí jsme používali elektrické agregáty LENA a SEN firmy Bednář. Odlov jsme prováděli u všech vybraných náplavů vždy před jejich vlastním měřením a dalším odběrem vzorků. Při odlovu (**Příloha 2, Obr. 1**) bylo udržováno konstantní napětí 250 V (úpravy v rozpětí 10% dle vodivosti), kmitočet byl udržován v rozmezí 70 – 90 Hz. Tyč, elektroda byla držena pod vodou těsně nad sedimentem (asi 3 – 5 cm), aby se předešlo zakalení vody a poranění živočichů elektrickým proudem, přičemž elektrický impulz byl vysílán po dobu asi 3-5 vteřin a oddělen krátkou přestávkou (1 – 2 vteřiny) od dalšího elektrického impulzu. První jedinci, byli-li přítomni, se začali objevovat nad náplavem (přitahování k elektrodě) zhruba po 5-30 vteřinách. Tato doba byla závislá na mnoha faktorech (množství jedinců, mocnost a charakter náplavu, konduktivita vody, zvolené napětí EA atd.). Některé jedince jsme odchytili a vkládali do připravené nádoby s vodou.

V některých případech byla provedena jejich dokumentace (foto, někdy měření, vážení, pozorování, determinace druhu, pohlaví) a poté byli všichni jedinci vypuštěni zpět do vody v místě odchyty.

Důležité byly i negativní odběry, kdy jsme v proloveném náplavu neregistrovali žádnou minohu. V tomto případě se jednalo o srovnávací náplav, jak již bylo řečeno výše. Všechna prolovená místa byla viditelně označena (kovové či dřevěné tyče), aby bylo možné se k nim bezpečně vrátit a provést vlastní měření parametrů.

4.1.3. Měření parametrů toku, náplavů, povrchové a intersticiální vody

U samotného toku jsme měřili jeho průměrnou šířku a největší hloubku, a to v místě zájmových náplavů. Měření bylo prováděno metrem, nebo v případě větší šíře toku pásmem. Toto měření je potřeba provádět pokud možno ve stejnou dobu, nebo alespoň v období se stejnými srážkovými úhrny, aby nedocházelo k pod – či nadhodnocení údajů. Mocnost akumulací byla zjišťována rovněž metrem, který byl využit jako sonda. Mírným tlakem byl zaváděn do sedimentu v místě s největší předpokládanou mocností. Poté byla odečtena mocnost. Měření bylo v rámci jedné akumulace několikrát opakováno, zaznamenána byla nejvyšší hodnota. Plocha akumulace byla vypočítána z délky a šířky akumulace. Délka a šířka byla zjištěna pomocí pásma. Zaznamenávali jsme i nadmořskou výšku, zástin toku vyjádřený v procentech plochy oblohy nad tokem zakryté pobřežní vegetací. Dále jsme měřili fyzikálně-chemické parametry vody - teplota, pH, redox potenciál (tyto hodnoty byly zjišťovány multifunkčním přístrojem Greisinger GMH3530 vždy s použitím příslušné sondy), dále konduktivita (přístroj Hanna Instruments Konduktometr HI 98303) a koncentrace a nasycení vody kyslíkem (Oxy-Check HI 9147). Pro orientační zkoušku byly použity přístroje Hanna Instruments pH metr HI 98107). Pro laboratorní analýzy (TOC) bylo odebráno asi 150 ml vody do uzavíratelné epruvety. Fyzikálně-chemické parametry zjišťované přímo v terénu jsme hodnotili buď přímo v toku (u povrchu v proudnici toku), nebo v naplněné 1L láhvi ponořené v toku. Druhý způsob se osvědčil v situacích, kdy je špatný přístup do vody, či nebezpečí díky silnému proudění. U náplavů byla měřena jejich mocnost, šířka, délka, plocha, průměrná výška vody nad náplavem, teplota v hloubce 20 cm nebo v maximální možné hloubce při mocnosti náplavu menší než 20 cm.

Vlastnosti intersticiální vody jsme měřili v sondě, která byla zaražena do náplavu. V každém náplavu byly vždy instalovány 2 až 3 sondy (**Příloha 2, Obr. 2**). Otvor pro instalaci sondy jsem razil pomocí speciálního hrotu, který byl vložen do duté kovové trubky a společně byl celek zaražen do určité hloubky – ta závisela na mocnosti a charakteru náplavu a geologickém podloží. Po zaražení jsem střední část (hrot) vytáhl a ve dně zůstala jen dutá trubka, do které jsem spustil plastovou sondu ve spodní části perforovaná a zespod uzavřená zátkou. Poté jsem opatrně vytáhl i druhou kovovou část tak, aby zůstala instalovaná sonda pevně v náplavu. Dno v okolí plastové sondy jsem zarovnal. Podle výsledků vlastního experimentálního měření není nutné čekat řádově hodiny na stabilizaci parametrů intersticiální vody. Infiltrace probíhá velmi rychle a parametry lze velmi brzy měřit. Pro urychlení výměny volné vody za intersticiální jsem vodu v sondě vysál pomocí pístové pumpy s napojenou gumovou hadičkou. Takto získaná voda se hromadila v nádobě, do které ústila gumová hadička (**Příloha 2, Obr. 3**). Intersticiální voda byla stejnou metodou získána pro měření některých parametrů vody (konduktivita). Měření v sondě lze provést cca po 20 až 30 minutách od její instalace. To probíhá prostřednictvím čidel přístrojů, která jsou spouštěna přímo do sondy.

4.1.4. Odběr sedimentů

Odebraný sediment jsem v laboratoři analyzoval (zvodnění sedimentu, granulometrické složení, obsah organického materiálu a množství chlorofylu *a*).

Před samotným odběrem bylo vždy vhodné zjistit mocnost daného náplavu (tyčí či palicí) v místě odběru sedimentů, aby nedošlo k poškození odběrových zařízení. Odběr jsem prováděl s použitím speciálního zařízení.

Nejpoužívanější byla plastová (plexisklo) sonda s pístem (**Příloha 2, Obr. 4**). Tu jsem tlakem zarážel do sedimentu a současně jsem nahoru táhl píst, aby došlo k vytvoření podtlaku a vzorek v sondě zůstal nestlačen a při vytažení nevypadl. Jistější je však sediment zespod sondy přidržovat dlaní (už přímo v sedimentu při jeho vytahování). Tento typ odběrového zařízení je vhodný pro jemné sedimenty (jemný štěrk, písek, bahno).

Maximální možný získaný vzorek sedimentu jsme rozdělili po 10 cm a každou tuto část jsme vytlačili ze sondy přímo do uzavíratelného sáčku, ten jsme poté popsali. Odběr jsem prováděl na stejném náplavu až 3x, v případě malých rozměrů náplavu 2x, výjimečně

jednou

Pro stanovení chlorofylu *a* v sedimentu jsem odebral vzorek opětovně stejnou metodou popsanou výše. Mocnost takto odebraného vzorku se pohybovala od 3 do 5 cm (nejsvrchnější vrstva), jak udávají mnohé manuály či literatury.

4.2. Laboratorní zpracování

Odebrané vzorky náplavů a vody (TOC analýza) jsme převezli do laboratoře, kde jsem je zpracoval v co nejkratší době vzhledem k rychlé změně některých parametrů (obsah OM). Odebranou vodu jsem dal ihned zmrazit (-30°C a méně), pokud jsem analýzu prováděl až za několik dnů.

4.2.1. Granulometrická analýza

4.2.1.1 Vážení a sušení vzorků

Prvním krokem bylo vážení mokrých vzorků (každá 10cm vrstva) na vahách s přesností na setinu gramu. Vzorek se vážil i s keramickou miskou, která byla určitou dobu (několik dnů) v exsikátoru. Nutností je i popsat každou misku příslušným kódem.

Po zvážení se každý vzorek vložil do sušičky (Ecocell 111 nebo 222 Standard). Vzorky byly sušeny při teplotě 105°C asi 48 hodin, přesněji řečeno do konstantní hmotnosti, která se dle pozorování po zmíněné době již neměnila. Takto vysušený vzorek byl opět zvážen. Výsledný rozdíl obou hmotností před a po vysušení stejného vzorku představoval množství vody ve vzorku (zvodnění v %). V tomhle případě není nutné vzorky odkládat po vysušení do exsikátoru, neboť se ihned váží a hmotnost vzorkem absorbované vlhkosti je zanedbatelná (vlastní měření).

4.2.1.2 Dělení vzorků na sítích

Po vysušení následuje granulometrická analýza vzorků. Nejdříve jsem pomocí třepačky každý vzorek (tedy každá 10cm vrstva) roztřídil na jednotlivé zrnitostní frakce. Použil jsem 6 sít o průměru ok 0,063; 0,1; 0,4; 0,8; 2; a 5,6 mm. Vzorek jsem tak vždy rozdělil na 7 zrnitostních kategorií: <0,063; 0,063-0,1; 0,1-0,4; 0,4-0,8; 0,8-2; 2-5,6 a >5,6 mm. Takto zvolený průměr ok vycházel z údajů dostupných zdrojů.

Každý vzorek jsem před vlastním třepáním důkladně rozmělnil na co nejpůvodnější zrnitostní složení (válečkem u bahnitých sedimentů, ručně u stěrkových sedimentů). Práce vyžaduje jistou opatrnost, aby nedocházelo k drcení zrn na menší části. Poté jsem sediment vysypal na horní síto a zapnul třepačku. I během chodu třepačky jsem vzorek třel přes síta (ručně či pomocí plošky ze skla, keramiky či plastu), aby byl důkladně rozmělněn. Každou zrnitostní kategorii jsem poté vysypal do samostatného sáčku a náležitě popsal (**Příloha 2, Obr. 5**).

4.2.2 Stanovení obsahu partikulovaných organických látek (POM)

Ke zjištění podílu organických a anorganických komponent jsem použil metodu ztráty váhy žíháním dle normy ČSN EN 12879 – Stanovení ztráty žíháním či dle Kalavská a Holoubek (1989). Žíháním vzorku v peci se stanovuje obsah organického materiálu. Rozdíl hmotností před a po spálení vzorku vyjadřuje množství organického materiálu ve vzorku.

4.2.3 Stanovení efektivního zrna d_e

Z výsledků analýz je zjištěno tzv. efektivní zrno (Patočka et al. 1989) dle vztahu

$$d_e = (\sum d_i \cdot p_i) / 100$$

kde d_i je průměr zrn (mm) a p_i je procentuální zastoupení zrn dané kategorie. Efektivní zrno je v podstatě průměrné zrno směsi a poskytuje údaj umožňující vzájemné srovnání velikosti různých substrátů (Merta et al. 2000).

4.2.4 Stanovení chlorofylu *a* v sedimentech

Množství Chl *a* v sedimentech osídlených minohami vyjadřuje množství autotrofních organismů, v tomto případě řas jako hlavního zdroje potravy pro minohy.

Pro stanovení tohoto parametru jsem použil klasickou metodu s modifikací na sedimenty. Postup zjištění množství chlorofylu *a* ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) zahrnuje několik kroků: Každý vzorek je vhodné provést ve 2 až 3 opakování, předejde se tak většímu riziku chyb při analýze. (1) Sediment je třeba zhomogenizovat promícháním, (2) odeberal jsem část do plastové zkumavky s víčkem, (3) na vahách jsem zjistil navážku (*m*) vzorku (postačí již 2-5 gramů vzorku, s přesností alespoň na 2 desetinná místa-údaj zapsat do tabulky), (4) vzorky jsem poté vložil asi na 2 minuty do ultrazvukové nádoby (pro lepší uvolnění Chl *a* z buněk), (5) dále je nutné přidat extrakční směs (složena z 5 dílů 90% aceton a 1 dílu 100% metanolu). Doporučené množství extrakční směsi (*V*) na jeden vzorek je 7,5 ml. (6) Obsah zkumavky jsem následně promíchal skleněnou tyčinkou a ručně protřepal, (7) pak jsem vložil všechny vzorky ve zkumavkách do vodní lázně o teplotě 65°C na dobu 2 minut (víčka je vhodné povolit, aby unikaly plyny, neboť směs již při této teplotě vře). (8) Po uplynutí doby jsem zkumavky zchladil proudem studené vody. (9) Dalším krokem je odstředění vzorků ve zkumavkách (pevně uzavřených) při 3000 otáč./min. po dobu 15 minut. K tomuto účelu jsem použil centrifugu (Hettich Zentrifugen-Rotofix 32). Má-li chlazení, chladíme vzorky při teplotě 5°C. Výsledkem je rozpuštěný Chl *a* v extrakčním činidle (**Příloha 2, Obr. 8**).

Pak následuje (10) vlastní měření absorbance na spektrofotometru (TYP UV/VIS Lambda 3B) při vlnové délce 664 nm. Pozor! Do zadní komory spektrofotometru jsem vložil kyvetu s čistou extrakční směsí, která plní funkci kontroly (ZERO). Přístroj musí být samozřejmě nastaven na danou vlnovou délku a vynulován (ZERO) hodnota kontroly pro srovnání s hodnotou supernatantu. (11) Pipetou jsem odebral extrakční směs obsahující již Chl *a* (supernatant) do připravené čisté kyvety a vložil do přístroje. Naměřenou hodnotu absorbance (A_0) zapíši. (12) Poté jsem do kyvety přidal jednu kapku 10% HCl a znovu změřil absorbanci (A_a) a zaznamenal hodnotu. Tímto je jeden vzorek změřený a dále s ním již nepracujeme.

Všechny potřebné hodnoty (A_0 , A_a , *V*, *m*) musí být zapsány do tabulky.

K výpočtu koncentrace korigovaného chlorofylu *a* použijeme tento vzorec:

$$c = [28,9 \cdot (A_0 - A_a) \cdot V] / m$$

28,9 ... konstanta

c koncentrace Chl*a* (µg/l)

*A*₀ absorbance pře okyselením HCl

*A*_a absorbance po okyselení HCl

V množství extrakční směsi v jednom vzorku (l)

m navážka vzorku (kg)

4.2.6. Stanovení TOC povrchové vody

TOC vyjadřuje množství celkového organického uhlíku ve vzorku. Hodnota vypovídá o čistotě vod na lokalitách.

(1) Odběr vody se provádí do plastové epruvety z povrchové vrstvy toku v místě proudnice. Před vlastním odběrem jsem odběrovou nádobu vždy alespoň 3x vymyl odebíranou vodou, neboť přístroj (TOC analyzer) je velmi citlivý na jakákoli látková rezidua a analýza by mohla být tedy nepřesná. Po odebrání (2) jsem epruvetu pevně uzavřel, popísal a vložil např. do cestovní chladničky. (3) Vzorky je nutné v co nejkratší době transportovat do laboratoře a analyzovat či na kratší dobu (několik týdnů) umístit do mrazničky (alespoň -24°C).

(4) Zmrazený vzorek jsem nechal postupně roztát ve vlažné vodě. (5) Pak jsem odlil vždy zhruba stejné množství do připravených a čistých zkumavek (vždy ve 3 opakováních) a zkumavky označil. Takto připravené (6) vzorky jsem vložil do přístroje a spustil jsem analýzu. Tu jsem musel nejprve řádně nastavit v programu (návod na stránkách katedry ekologie UP) a trvá řádově hodiny v závislosti na množství vzorků (každý vzorek 15-30 min.). Přístroj je napojen na PC a hodnoty se tak postupně ukládají. Po skončení analýzy stačí soubor z PC jen exportovat či zkopírovat (na flash-disk) a data poté vložit do vlastní tabulky a zprůměrovat hodnoty všech 3 opakování.

4.2.7. Analýza výsledků

Pro analýzu výsledků je použito několik programů. Pro velmi jednoduché srovnání byl použit program MS Office Excel, kde lze interpretovat některé základní poznatky o morfologii či FCH parametrech sledovaných lokalit. Rozdílnost faktorů v rámci OS (vyjádřené číslicí 1) a RS (vyjádřené číslicí 0) je hodnocena na základě Mann-Whitney U Testu či Kruskal-Wallis testu v případě srovnávání parametrů v jednotlivých oblastech. Pro potřebu analýz byla data některých parametrů převedena z procentuálního vyjádření ARCSIN transformací na příslušné hodnoty. Jednalo se o nasycení vody O₂, obsah OM a zvodnění sedimentů a zastoupení zrnitostních frakcí ve vzorku. Podobnost sledovaných lokalit jsme hodnotili shlukovací analýzou (shlukovací algoritmus „Complete linkage“) s mírou vzdálenosti založenou na Morisita-Horn koeficientu podobnosti vypočítaného ze standardizovaných hodnot sledovaných parametrů. Podobnost byla sledována na základě kombinace většiny zjištěných faktorů, nebo jen z hlediska granulometrie a obsahu organického materiálu. Tato data jsem před použitím ve statistickém programu upravil (ARCSIN transformace, výpočet matice pomocí programu MAKRO v MS Office Excel). Vzájemný vztah jednotlivých sledovaných parametrů byl hodnocen mnohorozměrnou analýzou hlavních komponent – PCA (popř. korelační maticí – Spearman). Pro tyto a ostatní grafy byl použit program STATISTICA CZ 9.

5. VÝSLEDKY

Celkem bylo zhodnoceno 23 lokalit, jejichž seznam s podrobnějším popisem je uváděn níže. Pět z nich jsou lokality referenční bez výskytu mihule potoční ověřeného odlovem EA. Na zbývajících lokalitách byla přítomnost druhu ověřena buď recentně stejnou metodou, nebo na základě velmi aktuálních (max. 3 roky starých) údajů odborných pracovníků (Lubomír Lojkásek, Lukáš Merta, AOPK Olomouc, CHKO Beskydy a další). Hodnocené lokality s nejdůležitějšími údaji uvádí **Tab. 2**. Námi neověřených lokalit zůstává asi 7. Ty budou předmětem dalšího zájmu v případě pokračujícího výzkumu.

5.1. Rozmístění lokalit

Distribuce lokalit v rámci severní Moravy je dle terénního šetření koncentrická. Z celkového počtu 23 lokalit se téměř polovina (11) nachází v Hrubém Jeseníku, přičemž výrazně dominuje oblast Šumperska, kde je na velmi malé ploše evidováno 5 z 11 jeseníckých lokalit. Dalším geomorfologickým celkem je navazující pohoří Nízký Jeseník (Oderské Vrchy) s celkovým počtem čtyř lokalit (z toho 1 referenční). Právě oblast Nízkého Jeseníku je díky VÚ Libavá jen minimálně prozkoumána a předpokládá se tedy její obrovský potenciál v nových lokalitách mihule potoční i ukrajinské. Posledním velkým územním celkem jsou Beskydy a jejich podhůří, kde se nachází celkem 8 lokalit, z toho 4 referenční.

Z hlediska absolutního počtu lokalit na jednotku plochy je nejvyšší hustota v Beskydech, konkrétně 2,72 lokalit/100 km². Naopak minimálních hodnot je dosaženo v pohoří Jeseníky (0,48 lokalit/km²), hodnota je nižší o více než pětinásobek v porovnání s hustotou v Beskydech. Denzita 1,74 lokalit/100 km² je udávána pro pohoří Nízký Jeseník. Celková průměrná hustota lokalit na 100 km² je tedy 1,65.

Nejjižnější lokalita ve studovaném území se nachází u Jablunkova (BUK), naopak nejseverněji položená u Vidnavy (VID).

Tab. 2 Distribuce studovaných lokalit a výsledky analyzovaných parametrů

Lokalita	Název toku	Obec	Metoda odlovu	Výskyt (0/1)	Počet odlovených jedinců (odhad)	Popis toku			Korytové akumulace						Intersticiální voda					GPS lokace (S,V)
						Nadm. v. (m n. m.)	Šířka (cm)	Veget. pokryvnost (%)	Chl a (mg/l)	velikost náplavu	Pod hladinou (cm)	Mocnost (cm)	efektivní zrno (mm)	Podíl OM (%)	pH	Vodivost (μS)	Redox (mV)	Nасыení O ₂ (%)	TOC vody (mg/l)	
Jeseníky																				
BAR	Marava-náhon	Bartoňov	Elektroodlov	1	>10	320	400	80	2,108	4	10	30	0,243	6,9	6,03	241	150	80	1,54	49°58'7.33"S, 16°52'13.44"V
BLU	Morava	Bludov	Elektroodlov	1	6	289	600	80	0,871	3	15	25	1,099	1,2	7,35	240	210	91	1,44	49°55'29.80"S, 16°55'17.95"V
BRI	Moravice	Břidličná	rýpání (rukou)	1	5	528	500	80	0,253	3	10	30	0,495	2,3	4,83	144	424	76	1,70	49°55'6.75"S, 17°23'32.19"V
ČER	Černý p.	Černá Voda	Elektroodlov	1	2	326	120	20	9,674	4	30	30	1,223	6,5	6,97	160	480	75	3,23	50°18'27.58"S, 17°8'52.86"V
HRA	Morava-náhon	Bohutín	Elektroodlov	1	2	313	150	70	37,567	4	20	30	0,299	7,3	5,66	260	480	82	22,70	49°57'11.03"S, 16°52'11.68"V
CHR	Morava-náhon	Chromeč	Elektroodlov	1	1	308	150	90	3,112	4	10	30	0,439	11,6	6,50	356	160	77	2,60	49°57'0.88"S, 16°52'25.28"V
LES	Morava	Leština	Elektroodlov	1	5	272	1500	10	2,72	4	15	35	0,431	13	6,00	255	540	80	1,86	49°52'6.65"S, 16°55'21.72"V
POL	Polička	Břidličná	Elektroodlov	1	8	537	400	30	5,824	4	20	25	2,661	4,9	4,92	375	320	70	3,41	49°54'39.96"S, 17°22'9.92"V
SKO	Skorošický p.	Kobylá nad Vidnkvou	Elektroodlov	1	2	303	200	10	0,688	4	10	20	0,456	3,1	7,05	175	240	83	3,34	50°20'17.45"S, 17°7'4.54"V
STA	Moravice	Malá Štáhle	Elektroodlov	1	>10	561	300	85	0,909	4	15	20	5,898	13,9	6,24	150	408	82	1,51	49°57'2.36"S, 17°20'24.07"V
VID	Vidnavka	Kobylá nad Vidnkvou	Elektroodlov	1	2	299	400	50	6,311	1	5	15	1,086	1,6	6,95	200	310	88	3,30	50°20'17.45"S, 17°7'4.54"V
Oderské Vrchy																				
JAK	Odra-náhon	Jakubčovice nad Odrou	Elektroodlov	1	2	312	250	40	3,17	4	30	30	0,246	10,6	6,82	140	520	80	2,44	49°41'38.72"S, 17°47'29.25"V
LIB	Libavský p.	Město Libavá	Elektroodlov	1	>10	521	300	60	2,33	2	5	18	2,278	5,1	6,15	110	410	90	3,63	49°43'53.68"S, 17°31'38.31"V
SMI	Smilovský p.	Město Libavá	Elektroodlov	1	>10	526	500	10	4,28	1	7	17	1,038	9,9	7,32	152	470	92	5,36	49°43'1.54"S, 17°31'15.86"V
ODR	Odra	Odry	Elektroodlov	0	0	278	1000	40	0,71	1	30	35	0,257	3,9	8,97	520	392	87	4,85	49°38'45.22"S, 17°50'58.74"V
Beskydy																				
BOC	Černý p.	Bocanovice	Elektroodlov	1	2	415	120	60	1,37	2	5	28	0,599	2,2	8,07	150	350	90	3,34	49°34'36.59"S, 18°44'44.93"V
OST	Ostravice-náhon	Ostravice	Elektroodlov	1	>10	403	200	90	3,081	4	5	30	0,516	19,6	7,65	125	158	57	2,53	49°33'1.05"S, 18°23'0.91"V
PRZ	Ostravice-náhon	Pržno	Elektroodlov	1	2	333	250	80	2,376	4	10	35	0,622	16,3	6,80	178	160	20	2,55	49°36'54.21"S, 18°21'30.18"V
SKM	Skalická Morávka	Nižní Lhoty	Elektroodlov	1	5	353	400	80	1,876	3	15	15	0,395	13,7	7,05	220	103	66	2,41	49°38'50.01"S, 18°25'45.21"V
LOM	Lomná	Dolní Lomná	Elektroodlov	0	0	510	450	80	1,50	1	5	13	0,826	1,8	8,07	115	370	92	1,51	49°32'52.55"S, 18°39'55.48"V
MON	Morávka	Morávka	Elektroodlov	0	0	505	500	30	0,169	4	20	35	0,961	3,1	7,50	95	210	84	1,28	49°34'19.62"S, 18°32'51.49"V
NOC	bezejmen.	Nošovice	Elektroodlov	0	0	340	400	60	1,38	4	20	25	0,803	1,8	6,46	450	400	60	1,76	49°39'41.73"S, 18°25'21.34"V
NOS	Morávka	Nošovice	Elektroodlov	0	0	339	700	40	0,87	1	7	13	1,011	1,6	8,86	170	320	83	1,71	49°39'44.14"S, 18°25'21.34"V

5.2. Rozdíly mezi parametry

Rozdíly všech parametrů ve vztahu k výskytu druhu ukazuje **Tab. 3**. Pro potřeby grafického znázornění byly vybrány pouze ty parametry, které vykazují signifikantní rozdíl, nebo parametry, jež mají nesignifikantní trend, ale jsou pro sledovaný druh důležité. Signifikanci s výskytem druhu vykazovaly tyto faktory: Teplota IV, pH IV, nasycení IV kyslíkem, zvodnění sedimentů, obsah OM, TOC povrchové vody a Chl *a* v sedimentu, nesignifikantní trend jsme zjistili u efektivního zrna náplavu (**Graf 1**).

Při srovnání faktorů v jednotlivých oblastech byla signifikance zjištěna jen u nasycení IV kyslíkem. Odlišná je oblast BES od zbývajících dvou oblastí, jak znázorňují i různé úrovně černých úseček (**Graf 2f**). Ostatní uvedené faktory nebyly signifikantní (**Graf 2**).

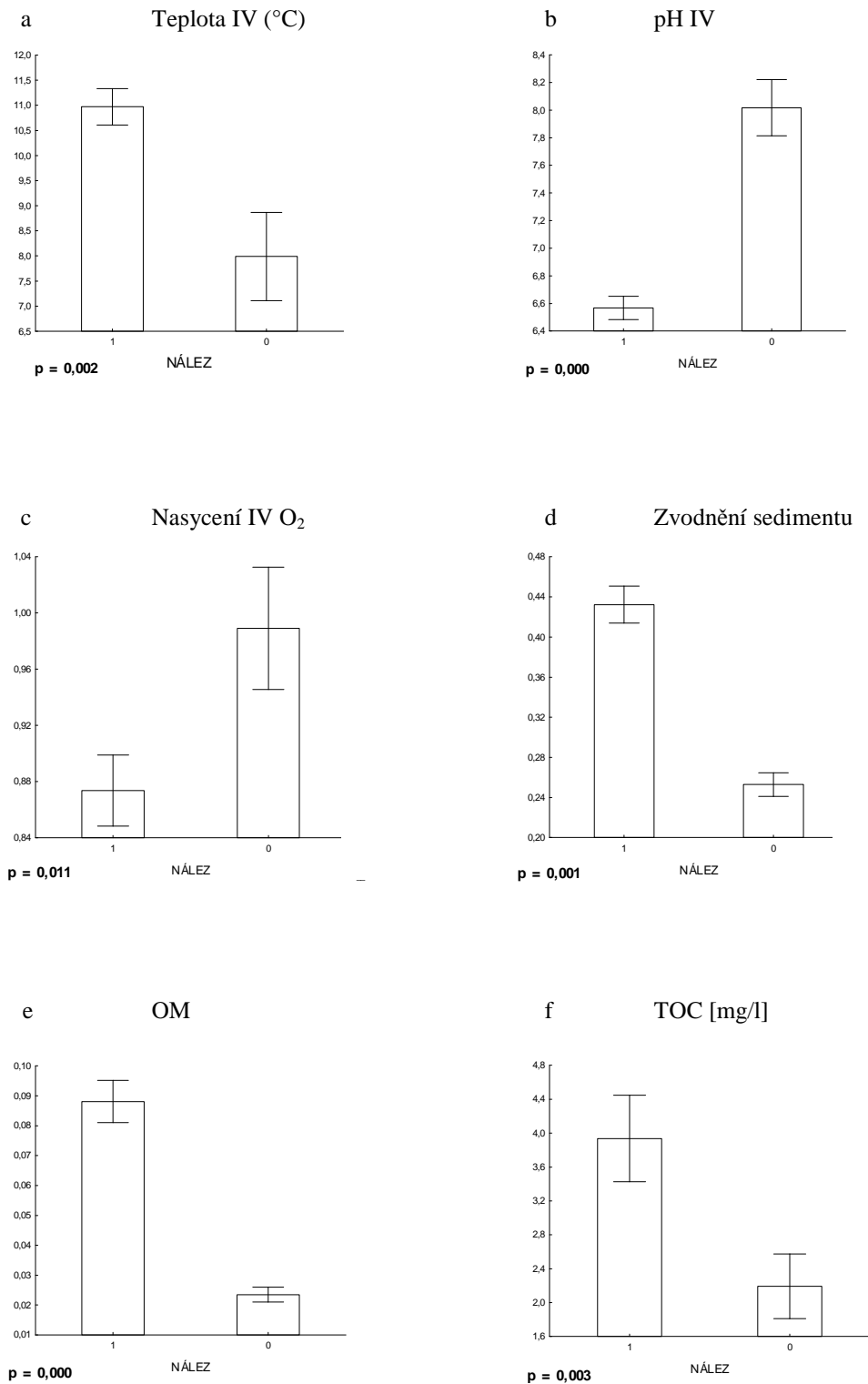
Tab. 3 Srovnání faktorů na OS a RS. Použit Mann-Whitney U-Test ($n^{OS/RS} = 95/17$). Signifikance při $p < 0,05$.

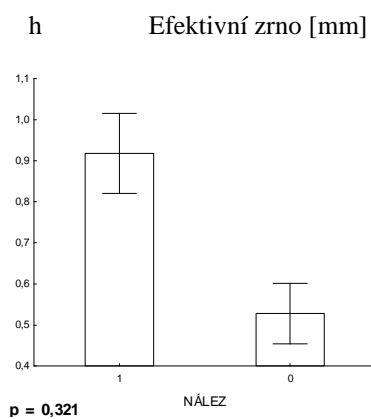
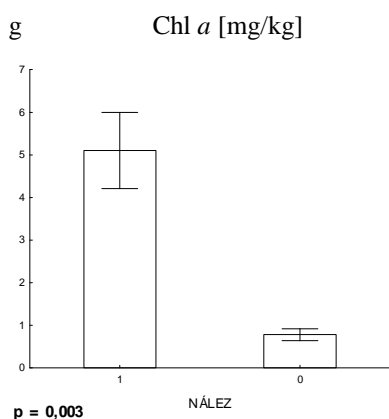
	Parametry	Z	p
<i>vodní tok</i>	Nadmořská výška [m n. m.]	-0,6	0,538
	Šířka [cm]	-3,6	0,000**
	Hloubka [cm]	-2,2	0,031*
	Veget. pokryvnost [%]	0,7	0,466
<i>povrchová voda</i>	Teplota [°C]	1,4	0,149
	pH	-5,5	0,000**
	Konduktivita [μ S]	1,1	0,281
	Nasycení O ₂ [%]	-1,5	0,136
	Redox [mV]	-0,3	0,758
	TOC [mg/l]	3,0	0,003**
<i>interstic. voda</i>	Teplota [°C]	3,1	0,002**
	pH	-5,1	0,000**
	Konduktivita [μ S]	1,1	0,264
	Redox [mV]	0,9	0,344
	Nasycení O ₂ [%]	2,2	0,018*
<i>náplav</i>	Velikost	3,0	0,000**
	Mocnost	1,2	0,233
	Hloubka vody [cm]	0,5	0,613
	Zvodnění [%]	4,2	0,000**
	OM [%]	4,0	0,000**
	Chl <i>a</i> [mg/Kg]	4,2	0,000**
	Efektivní zrno [mm]	1,0	0,323

*signifikance při $\alpha=5$ %

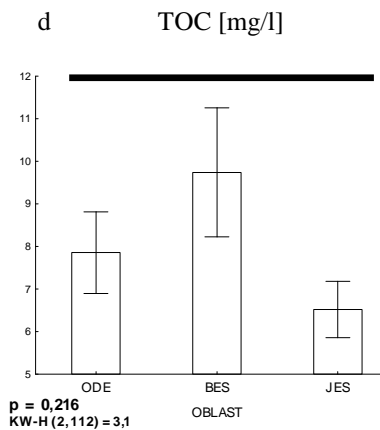
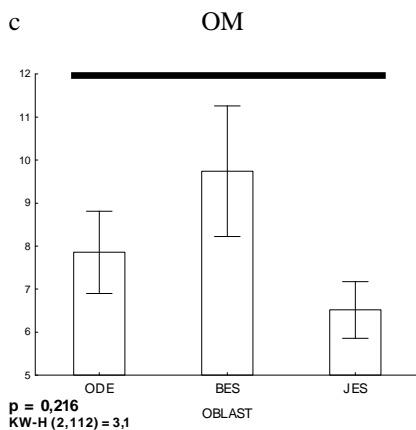
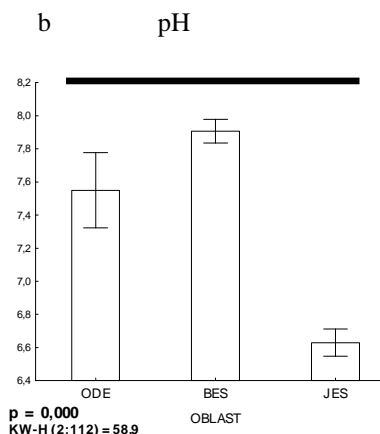
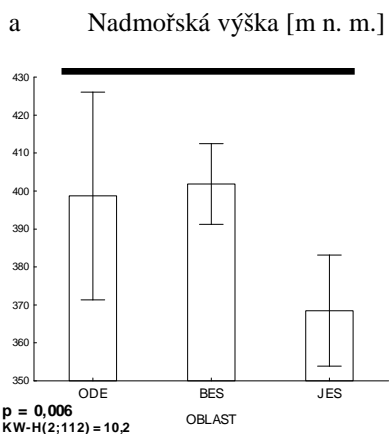
** signifikance při $\alpha=1$ %

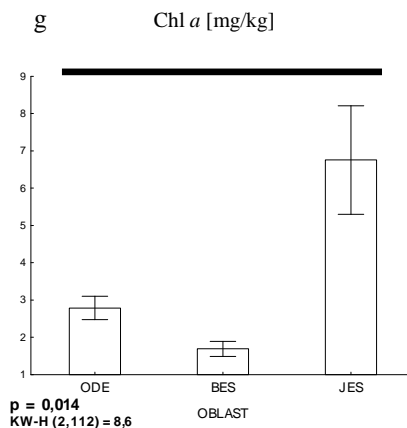
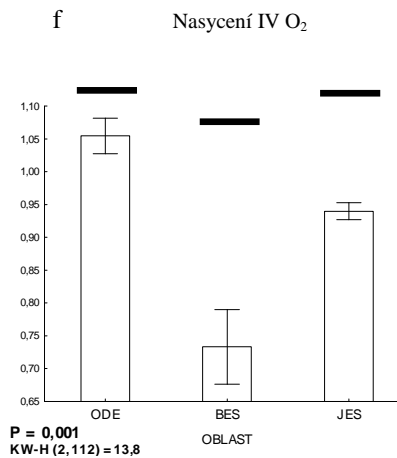
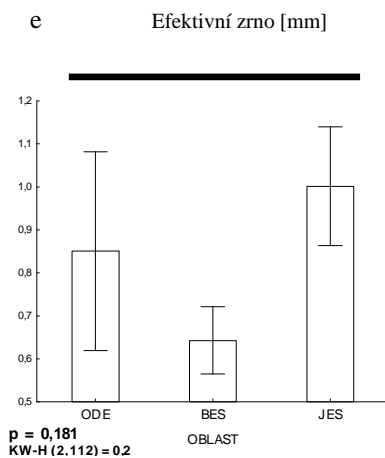
Graf 1 Závislost průměrné hodnoty jednotlivých faktorů na přítomnosti druhu mihule potoční. Nález 1/0 značí přítomnost/absenci larev mihule potoční. Vybrány jsou parametry se signifikantním rozdílem ($p < 0,05$) a také některé důležité faktory vykazující nesignifikantní trend ($p > 0,05$). Mann-Whitney U Test (míra variability vyjádřena střední chybou průměru-SE).





Graf 2 Závislost průměrné hodnoty jednotlivých faktorů na sledovaných oblastech. Vybrány jsou parametry se signifikantním rozdílem ($p < 0,05$) a některé důležité faktory vykazující jistý trend k signifikanci ($p > 0,05$). Pro komparaci těchto oblastí byl zvolen Kruskal–Wallis test (míra variability vyjádřena střední chybou průměru-SE). Různé výškové úrovně černé úsečky u Grafu f značí signifikantní odlišnost jednotlivých oblastí.





Následující srovnávání granulometrie či obsahu OM vzorků vztahované k oblasti, výskytu mihule či dílčí vrstvě odebraného sedimentu (popřípadě kombinace některých těchto faktorů) budou postihovat jen ty nejdůležitější a nejzásadnější rozdíly. Navíc v oblasti JES nejsou žádné RS a v oblasti ODE nebyly odebrány sedimenty hlubší než 20 cm (2). Z tohoto důvodu není vždy možné všechny oblasti mezi sebou porovnat. Signifikance mezi jednotlivými faktory zjištěna s použitím Mann-Whitney U-Test (míra variability vyjádřena střední chybou průměru-SE).

Srovnání granulometrie stanovišť (kategorizace dle výskytu mihule): Na základě statistických výsledků jsem nezjistil žádný signifikantní rozdíl v podílu jednotlivých zrnitostních kategorií mezi OS a RS s výjimkou frakce 0,4-0,8 mm, která zaujímala vyšší

podíl na RS. Pozoroval jsem nesignifikantní trend v rostoucím podílu nejjemnější frakce (<0,063 mm) a i nejhrubší (>5 mm) na OS (**Příloha 5, Graf 1**).

Srovnání granulometrie stanovišť (kategorizace dle oblasti a nálezu mihule): Při srovnání podílu frakce ve vzorku pozitivních stanovišť jsem zjistil rozdíly mezi jednotlivými oblastmi. V oblasti ODE je prokazatelně (signifikance) vyšší podíl nejjemnější zrnitostní frakce oproti jiným oblastem. Naopak v oblastech BES a JES vykazují několikanásobně vyšší podíl ve vzorcích zrnitostní kategorie 0,1-0,4 mm než v oblasti ODE. Ostatní frakce mají na všech oblastech velmi vyrovnaný podíl s nevýznamnými rozdíly (**Příloha 5, Graf 2**).

Srovnání granulometrie stanovišť (kategorizace dle odebraných vrstev sedimentu a výskytu mihule): Zjistil jsem velmi podobné zastoupení jednotlivých zrnitostních kategorií. Žádná vrstva se tedy nijak zásadně neliší podílem určité zrnitostní frakce. To platí jak u vzorků z OS, tak i z RS. Větší rozdíly jsem zjistil při vzájemném porovnání OS a RS. Ve všech vrstvách sedimentu na RS je větší podíl hrubších zrn. Signifikantní rozdíl je konkrétně u frakce 0,4-0,8 mm ve vrstvě 1 (0-10 cm) na RS. U frakce 0,4-0,8 mm je možné pozorovat nesignifikantní trend k vyššímu podílu ve vrstvě 3 (20-30 cm) na RS. Ostatní vrstvy sedimentů v podstatě žádný trend k vyššímu podílu hrubší frakce na RS (**Příloha 5, Graf 3**).

Srovnání granulometrie stanovišť (kategorizace dle odebraných vrstev sedimentu a oblasti): Při srovnání podílu jednotlivých zrnitostních frakcí v každé vrstvě odebraného vzorku sedimentu jsem zjistil zásadní rozdíl v rámci oblastí jen u kategorie nejjemnější frakce (<0,063 mm). Tato frakce byla signifikantně více zastoupena ve vrstvě 1 (0-10 cm) a 2 (10-20 cm) v oblasti ODE než ve zbývajících dvou oblastech (JES, BES). Podíl ostatních frakcí v jednotlivých vrstvách je v rámci oblastí velmi vyrovnaný (**Příloha 5, Graf 4**).

Všechny zrnitostní frakce vykazovaly signifikantně vyšší podíl OM na OS. RS měly tedy ve všech frakcích podstatně menší množství OM (**Příloha 5, Graf 5**).

Srovnání množství OM ve frakcích na stanovištích (kategorizace dle oblastí a výskytu mihule): V oblasti BES byl na OS prokázán výrazně vyšší podíl OM v hrubší frakci (0,4-0,8; 0,8-2; a 2-5,6 a >5,6 mm) než na OS ve zbývajících dvou oblastech. Nejnižších hodnot obsahu OM v uvedených frakcích dosahují vzorky z oblasti ODE. Podíl OM v jemnějších frakcích (méně než 0,4 mm) je mnohem vyrovnanější, a to ve všech studovaných

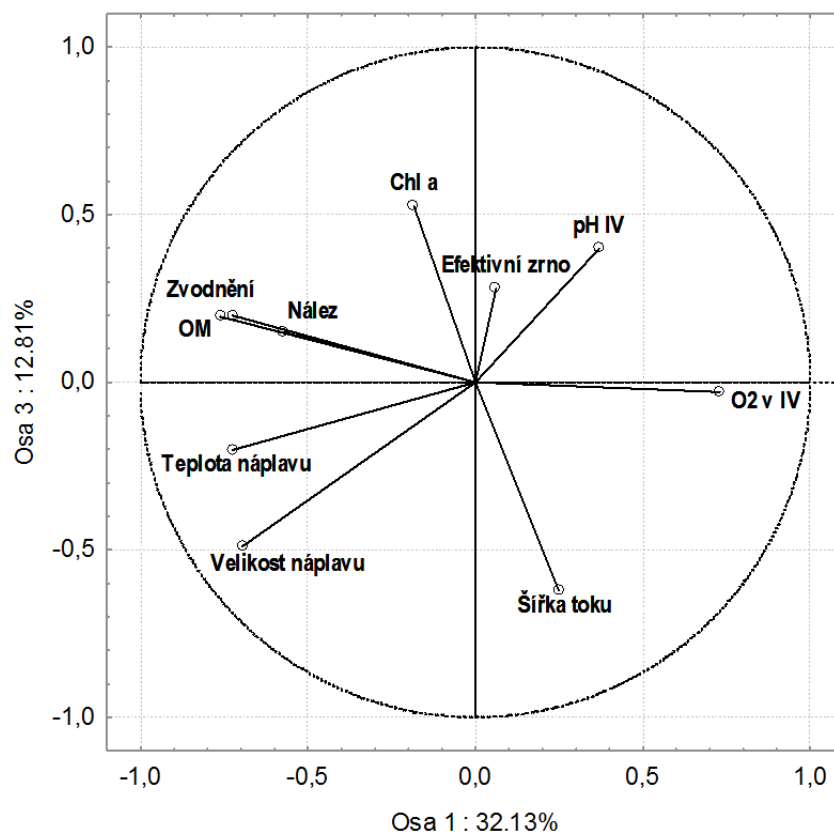
oblastech. V oblasti BES je na OS silnější trend k vyššímu obsahu OM v jemných frakcích (slabší signifikance u většiny frakcí) než na RS oblasti BES i ODE. Rozdíl je slabě signifikantní (**Příloha 5, Graf 6**).

Porovnání obsahu OM ve frakcích na stanovištích (kategorizace dle odebraných vrstev sedimentu a výskytu mihule): U vzorků z RS je množství OM ve všech frakcích velmi vyrovnané (vyšší podíl OM jen u vrstvy 2 ve frakci 0,8-2 mm – slabá signifikance). Nevýrazné rozdíly jsou i v rámci OS. Při srovnání podílu OM ve frakcích na OS a RS jsem zjistil výrazně vyšší obsah OM ve 4 nejhrubších frakcích na OS. Tento rozdíl byl patrný ve všech vrstvách sedimentu (**Příloha 5, Graf 7**).

Porovnání obsahu OM ve frakcích na stanovištích (kategorizace dle odebraných vrstev sedimentu a oblasti): Velmi podobný obsah OM ve všech frakcích jsem zjistil u oblastí BES a JES. Rozdíly v obsahu OM jsou zde minimální. Naopak v oblasti ODE jsem zjistil prokazatelně (silně signifikantní) nižší obsah OM v posledních dvou zrnitostních kategoriích (2-5,6 a >5,6 mm) než v případě dalších dvou oblastí (JES, BES). Tento nižší obsah byl zaznamenán v obou vrstvách sedimentu (**Příloha 5, Graf 8**).

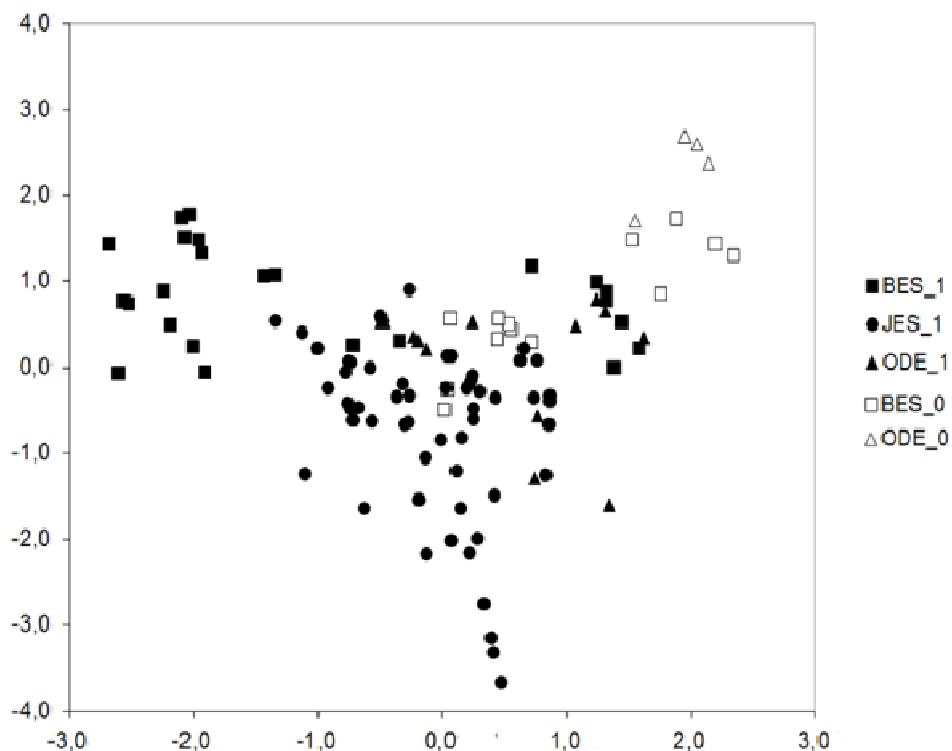
5.3. Vztah parametrů lokalit (korelace)

Vyhodnotil jsem i vzájemné korelace jednotlivých naměřených faktorů. Vzájemné porovnání všech měřených faktorů vystihuje korelační matice (**Příloha č. 4, Tab. 4**). Pro tuto analýzu jsem vybral takové proměnné, které vykazovaly největší vzájemnou podobnost především z hlediska výskytu sledovaného druhu. Nejvhodnější bylo uvést osu 1 a 3. Ze statistiky analýz hlavních komponent – PCA (**Graf 3**) vyplývá, že silná pozitivní korelace existuje mezi faktory výskytu, OM a zvodnění. Dále lze pozorovat souvislost efektivního zrna s hodnotou pH a Chl *a*. S výskytem mihule naprosto nesouvisí nasycení vody O₂ a také šířka toku. Procento vysvětlené variability obou os je asi 45%, což svědčí o poměrně dobré vypovídací schopnosti grafu.



Graf 3 PCA – analýza hlavních komponent. Popsána je vzájemná závislost faktorů. Procento vysvětlené variability přes 44,94%. Vysvětlivky: O2 IV – kyslík v intersticiální vodě.

Z **Grafu 4** na následující straně můžeme zjistit částečné oddělení jednotlivých lokalit dle hlavních oblastí. Stejně tak je patrné rozlišení osídlených a referenčních stanovišť. I přes výraznější překrytí stanovišť (dle oblastí či nálezu) ve střední části grafu můžeme tvrdit, že na základě naměřených parametrů a analyzovaných vzorků existuje mezi stanovišti stejné oblasti určitá závislost. Stejně existuje mezi stanovišti s výskytem druhu.

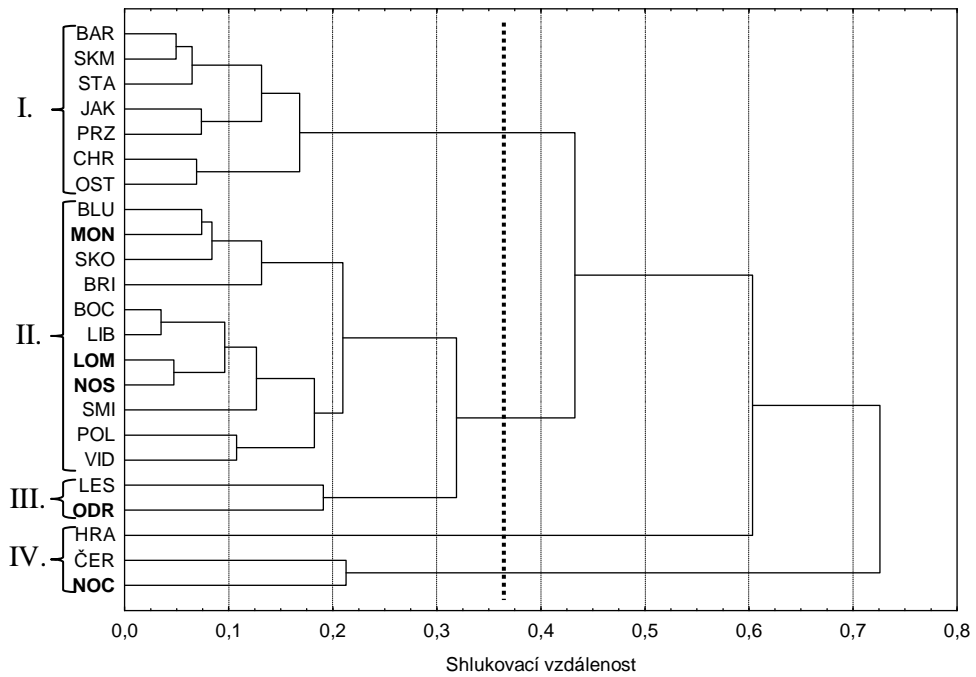


Graf 4 Výstup z PCA analýzy v zobrazení cases (případové). Legenda: 1=OS, 0=RS

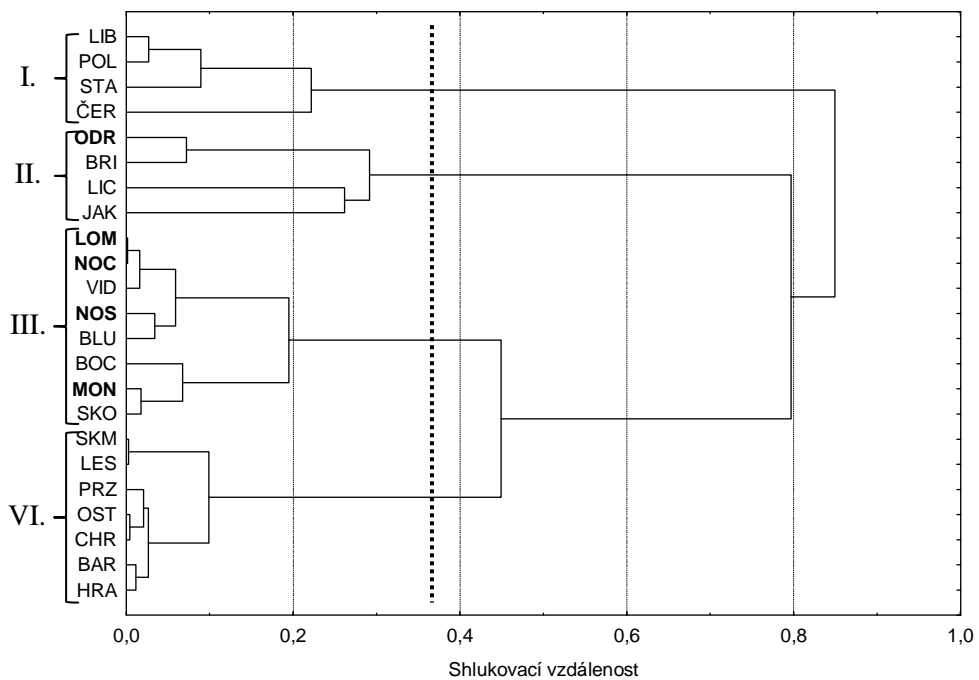
5.4. Podobnost lokalit

Podobnost lokalit (cluster analýza) na základě naměřených hodnot parametrů je velmi důležitý údaj, který může být využit při managementu lokalit a hledání vhodných míst například pro záchranný transfer populací.

Z **Grafu 5** není zřejmá podobnost jednotlivých lokalit, a tudíž nemůžu říci, že existuje prokazatelný rozdíl mezi jednotlivými oblastmi na základě porovnaných parametrů. Skupiny č. III a č. IV jsou velmi vyhraněné a odlišné od skupin č. I a II, které obsahují většinu sledovaných lokalit z různých oblastí. U skupiny č. I lze tvrdit, že obsahuje pouze osídlené stanoviště. **Graf 6** hodnotí lokality na základě granulometrického složení a obsahu OM sedimentů. Skupiny 1 a 4 obsahují výhradně lokality s osídlenými stanovišti, naopak ve skupině 3 je většina referenčních stanovišť s ve skupině 2 většina osídlených. Mohu tedy tvrdit, že osídlené lokality jsou si na základě uvedených faktorů navzájem velmi podobné, totéž platí i o vzájemné podobnosti referenčních stanovišť.



Graf 5 Podobnost lokalit na základě výsledků většiny zjištěných parametrů. Cluster analýza – použitý shlukovací algoritmus [Complete linkage], míra podobnosti založená na Morisita-Horn indexu podobnosti. Tučně zvýrazněná jsou referenční stanoviště.



Graf 6 Podobnost lokalit na základě výsledků granulometrie a obsahu OM v sedimentech. Cluster analýza – použitý shlukovací algoritmus [Complete linkage], míra podobnosti založená na Morisita-Horn indexu podobnosti. Tučně zvýrazněná jsou referenční stanoviště.

6. DISKUSE

Studiem ekologických nároků mihule potoční (*Lampetra planeri*) nebo i u nás vzácné mihule ukrajinské (*Eudontomyzon mariae*) se v České republice zabývalo jen velmi málo odborníků (Baruš & Oliva 1995; Hanel 2004 či Křesina & Hradecký 2009). Tyto studie byly však navíc jen velmi obecné a výsledky spíše potvrzovaly již známá fakta. Podrobnější výzkum tohoto druhu je znám díky Doc. Hanelovi a jeho týmu, který se zasloužil o rozsáhlé mapování mihulí na území Čech a částečně i Moravy (Hanel 1994, 1996). Životní nároky však byly zkoumány jen velmi okrajově. V posledních letech (od roku 2008) se však situace zlepšila díky celostátnímu mapování vranky pruhoploutvé a mihule potoční prostřednictvím institutu DAPHNE ČR, který zpracovává data pro AOPK ČR.

V Evropě je situace poněkud příznivější. Příkladem jsou některé práce polských (hlavně studium druhu *Lampetra marinus*) německých a především britských vědců (Hardisty, Cowx, Potter či Goodwin), kteří se zasloužili o několik prací zabývajících se ekologií, monitoringem, determinací a ochranou mihulí obecně. Důraz byl kladen na místní druhy, včetně mihule mořské (*Petromyzon marinus*) či říční (*Lampetra fluviatilis*). Podle dosavadních výsledků jsou mihule považovány za bioindikační druh, který je svým výskytem spjat s čistými podhorskými toky, ve kterých je transportováno dostatečné množství unášeného materiálu schopného sedimentace a tvorby korytových akumulací.

Odchyt jedinců je důležitou částí ichtyologického průzkumu. Získaná data jsou velmi cenná při hodnocení ekologických nároků, stavu populace, zákonitostí poproudové migrace apod. Nejúčinnějším odlovovým zařízením jsou pasti – dočasné a trvalé. Dočasné pasti se instalují cíleně v období tření (Tuunainen et al. 1980). Používají je například Finští rybáři. Pasti mají podobu proutěných košů, jež se na konci zužují (jako trychtýř), a prochází s ním úsek toku. K další patří sítě, původně navržené pro odchyt úhořů. Byly instalovány v toku do vodního sloupce a několikrát denně vyprazdňovány. Díky tomuto způsobu se došlo k závěru, že větší počty jedinců odchycených v noci potvrzují fotofóbní vlastnosti mihulí (Hardisty & Potter 1971). Další pasti používal Morris & Maitland (1987). Past má nálevkovité ústí podoby trychtýře a jeden trychtýř ještě uprostřed pasti a pomocí řetězu upevněn například ke kůlu v proudu. Jiné modifikace odchytových zařízení

využívali například Schudt & Heinrich (1982), Gardiner & Stewart (1997) či Maitland & Morris (1989).

Trvalé pasti se používaly na lov invazní mihule mořské, a to na jezích. Jako vhodné se ukázaly elektromagnetické jezy, které nasměrovaly táhnoucí mihule přímo k pastím. Tento mechanismus však není druhově specifický, a tak se předmětem lovu staly všechny druhy ryb. Applegate (1950) však považuje použití pastí na klasických jezích. Trvalé pasti se zdají být vhodnější než dočasné vzhledem k obtížím spojeným při udržení dočasných pastí. Navíc trvalé pasti jsou běžně instalovány v jezích, kudy prochází valná většina táhnoucích druhů. Součástí rybích pastí mohou být také počítadla.

Účelem těchto odchyťových zařízení je především eliminovat počty parazitických druhů, aby se zabránilo velkým ztrátám na hospodářsky významných druzích ryb.

Odlov larev mihulí je prováděn především pomocí EA, či metody vyrývání, jak je uvedeno i v kapitole 2.3.

Cenné jsou rovněž výsledky z terénního odběru vzorků. Pozornost se věnuje především korytovým akumulacím sedimentů. Pro jejich odběr jsem ve své práci použil (1) pístovou sondu. K dalším typům V sedimentů patří (2) drapáky a bargy. Pro odběr sedimentu z větší plochy se používají čelistové drapáky (Ekman-Birge, Lenz, Lellák aj.), popřípadě jejich modifikace, vzorky měkkých sedimentů lze odebírat také (3) V sl. Jenkinové (zavedl Mortimer 1940). Je ideální na řadu fyzikálně-chemických měření. Podrobný popis tohoto V uvádí Fuksa (2003). Celkem neobvyklá je metoda odběru sedimentu pomocí (4) zatížené sítě s okovaným ústím vlečené po dně, dále pak (5) kicking metoda s ruční sítí (Fuksa, 2003), (6) odběr lopatkou do připravené nádoby (kbelík, PVC lahve)-tuto metodu použili například Goodwin et al. (2008), Poulíčková et al. (2000), Merta et al. (2000) a způsob odběru je (7) freeze-core (zmrazovací metoda), kdy se do dna zatluče kovová trubka, naplní se mrazícím médiem (tekutý dusík), poté se na tyči přimrzlý materiál vytáhne a analyzuje. Velkou výhodou je zachování všech složek vzorku, dokonce i těkavých látek. Na druhou stranu je však technicky a finančně značně náročná. Přesto ji někteří autoři použili při výzkumu. Podrobněji se o tomto způsobu zmiňuje Rulík (ústní sdělení), Uvíra (reportáž čt24). Metoda freeze-core se osvědčila při stanovení POM a jiného organického materiálu v sedimentech vodních toků (Leichtfried 1998, 1996, 1994 a 1991).

Výše popsané metody stručně charakterizovaly nejběžnější způsoby odlovu jedinců a

také odběru vzorků sedimentů.

Distribuci lokalit na území Moravy je koncentrická, což lze vysvětlit uniformním způsobem mapování, které je časově a především ekonomicky mnohem výhodnější. V případě většího zájmu lze toto mapování provádět dle jistých pravidel s vytyčením mapovacích polí, délky odlovovaného úseku apod. V případě takto komplexního přístupu k mapování výskytu druhu by byla distribuce lokalit pravděpodobně mnohem nahodilejší.

Úkolem práce byla také revize stávajících lokalit mihule potoční na Moravě. Důraz byl kladen na přítomnost larev mihulí. Není proto vyloučena přítomnost rozmnožujících se dospělců na lokalitách s námi nepotvrzeným výskytem. Přítomnost larev mihule potoční jsme zjistili na všech lokalitách, jejichž datum předchozího zjištění není starší než asi 15 let. Historicky uváděné lokality prošly v průběhu desetiletí mnohými změnami a jsou proto velmi často již zaniklé. Příkladem je Bušínský potok na Šumpersku, kde uváděly výskyt Špačková a Jasenská (1985), potok prošel rozsáhlou úpravou kamenným záhozem a akumulace sedimentů nebyly takřka nikde pozorovány. Zaniklé můžeme považovat i stanoviště na řece Moravici u obce Karlovec (Hanel 1994), neboť na tomto místě je dnes vodní dílo Slezská Harta. Je třeba si uvědomit, že námi prováděná revize lokalit byla spíše okrajovou záležitostí a nesnažila se postihnout celé toky či jejich velké části. Proto není vyloučen výskyt v blízkosti udávaného stanoviště. Tak rozsáhlý odlov jedinců není možné především z časových důvodů realizovat. Další námi nezrevidovaná místa výskytu jsou uváděna na závěr diskuze.

Hanel (2004) uvádí, že většina lokalit (80 %) se nachází v nadmořské výšce 300 – 600 m n. m. Průměrně tedy ve 400 – 450 m n. m. Výsledky mého mapování vykazují o něco nižší hodnoty. Většina lokalit je přítomna ve výšce 300 – 500 m. n. m., průměrná nadmořská výška všech lokalit je 388 m n. m. a OS o něco větší (397 m n. m.) Podobnost je beze sporu způsobena stejným územím (Jeseníky), kde byl monitoring prováděn. Všechny pohoří mají navíc velmi podobnou střední nadmořskou výšku a nachází se v téměř shodných klimatických oblastech, proto není důvod domnívat se, že mihule potoční bude lokalizována v případě mé práce ve výrazně odlišných nadmořských výškách. S rozmístěním úzce souvisí i denzita lokalit na jednotku plochy popsána v kapitole 5.

Hanel (2004) udává, že 45 % lokalit (toků) má šíři koryta nad 2 m. Koryta široká 1 až 2 m mělo 38 % lokalit. Velmi podobně lze hodnotit mnou sledované lokality. Jen jedna lokalita z 23 měla šířku méně než 1 m (80 cm) a většina tedy průměrně 411 cm a OS jen

374 cm. Z toho lze usuzovat, že mihule preferují spíše menší toky s větším potenciálem tvorby korytových akumulací, s větší potravní nabídkou spojenou s vyšší teplotou a prosvětlením toku, jak bude popsáno níže. Zahraniční zdroje však uvádí průměrnou šíři toků zhruba 10 m (Goodwin et al. 2008; Hardisty & Potter 1971; APEM 1996), což souvisí s obecně větší vodnatostí toku (Polsko, Německo, Skotsko či USA) a s odlišným erozním a transportním režimem (absence příčných překážek, menší hustota zalidnění apod.)

Rychlost proudu má význam především pro adultní jedince. Tvorba trdlišť a tření může být ztíženo vysokým prouděním. V náplavech je situace poněkud odlišná. Rychlost proudění se pohybuje kolem $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v hloubce 25 cm (Maitland 2000), někdy však jen několik cm^{-1} (Hardisty 1986; Hjulstrom 1935). V mé práci nebyl tento faktor měřen, ale z pozorování lze říci, že pro většinu toků je typická menší rychlost proudění, mírný sklon a takřka absence příčných stupňů. V případě náhonů je toto proudění ještě nižší. Lokality jsou si tak rychlostí proudění velmi podobné.

Velmi diskutabilní je také důležitost pobřežního vegetačního krytu, pokryvnost. Jankauskienė & Jurgaitytė (2008) potvrzují prokazatelnou souvislost hustoty populace mihule říční (*Lampetra fluviatilis*) s přítomností pobřežní vegetace, včetně vodních makrofyt. Na místech bez této vegetace (s minimálním zastoupením) se ve více než 50 % případech vůbec sledovaný druh nevyskytoval. Naopak na habitatech s přítomností vegetace byl výskyt vždy potvrzen. Denzita druhu byla navíc asi o 30 % větší). Chelkowski et al. (1996) evidovali na polovině studovaných lokalit přítomnost vodní vegetace (plovoucí, submerzní) a ve všech případech registrují břehovou vegetaci. Tato práce potvrzuje i mé výsledky, neboť na všech 23 lokalitách byla vždy vytvořena břehová vegetace (bylinné, keřové a stromové patro). Vodní vegetace již nebyla příliš častá a byla zjištěna jen na několika málo tocích. Nebyl pozorován žádný rozdíl v pokryvnosti na OS a RS. Nelze ani potvrdit souvislost stupně pokryvnosti s množstvím organického materiálu a chlorofylu *a* na lokalitách. Množství Chl *a* je až na jedinou výjimku na všech stanovištích velmi vyrovnané. Jistou korelaci těchto faktorů lze pozorovat na osídlených stanovištích v rámci oblasti Beskydy. Byla zjištěna přímá závislost všech tří parametrů. Je nutné však uvést, že většina zkoumaných stanovišť určitý vegetační kryt vždy měla. Ať už souvislý s téměř 100% pokryvností, či ostrůvkovitě distribuovaný s hodnotou 20 – 30 %. V opačném případě by bylo nutné hodnotit lokality (toky), kde rostlinná složka v podstatě chybí.

Takové toky jsou však často příliš vzdáleny od OS, většinou na nižších úsecích toku, a nejsou již dostatečně morfologicky ani chemicky podobné, proto by nebyly vhodné jako RS.

Hloubka toku není pro život mihulí dle výsledků zásadní, spíše lze pozorovat určitou závislost na mocnosti náplavu. Ta se pohybovala na tocích v Irsku a Skotsku od několika cm do 30 cm, jak udává (Hardisty & Potter 1971). Doc. Lojkásek (ústní sdělení) nacházel minohy v náplavech o velmi malé mocnosti (cca 5 – 7 cm). Z vlastního pozorování lze říci, že průměrná mocnost sedimentů se pohybovala okolo 24 cm u všech zkoumaných náplavů. Mihuli jsem nacházel však velmi často již v prvních 5 cm (při odběru sedimentu rukou pro analýzu Chl *a*). Tyto skutečnosti jen potvrzují starší záznamy a vypovídají o poměrně nízkých nárocích larev mihulí na mocnost náplavu. Bezesporu velmi limitující vliv pro hloubku zahrabání larev bude mít obsah kyslíku a granulometrické složení sedimentů. Hrubozrnné náplavy představují na rozdíl od bahnitých sedimentů překážku a pro minohy je mnohem náročnější se v takových náplavech pohybovat.

Hloubka vody v místě náplavu částečně korespondovala s množstvím OM a Chl *a*. Průměrně se pohybovala okolo 15 cm. Mihule tedy podle pozorování spíše preferují výše situovaná místa v toku a to i v rámci náplavu. Již Malmquist (1980) pozoroval na tocích v jižním Švédsku, že larvy upřednostňují náplavy vytvořené v místech malé hloubky vody. Lze předpokládat, že právě zde je větší potravní nabídka (organický detrit, řasy, bakterie a i více kyslíku).

Plocha náplavů je limitující faktor pro život larev minulí. Větší náplavy vykazují méně kolísavé parametry a také větší časovou stálost mezohabitatu. Minohy však mohou dlouhodobě perzistovat i ve velmi malých náplavech již o ploše 0,3 m² (Křesina 2008), pokud nejsou nuceni přemístit se z důvodu zásadní změny prostředí. Naopak Merta et al. (2000) nacházel minohy v náplavech o délce několika metrů (až desítek m) a šířce 1-3 m. Já jsem pozoroval signifikantní rozdíl v ploše referenčních a osídlených náplavů. Náplavy na OS měly průměrnou plochu 3,7 m², ale na OS byla tato průměrná plocha dvojnásobná (7,8 m²). Z toho vyplývá, že larvy mihule potoční preferují na těchto lokalitách korytové akumulace větších rozměrů.

Fyzikálně – chemické vlastnosti vody jsou pro minohy mnohdy zásadní. Důležitější je vlastnost vody intersticiální, se kterou larvy přichází do styku. Srovnání PV a IV má své důvody, neboť tak lze lépe popsat chod jednotlivých faktorů během roku.

Jsem si však plně vědom poměrně malého množství měření těchto parametrů v průběhu roku a zjištěné hodnoty je tedy nutno chápat spíše jako rámcové výsledky. Porovnávání mezi dílčími výsledky citovaných autorů může být tedy zčásti zatíženo chybou, především u parametrů silně pohléhající sezóním změnám (teplota, vodní stavy, částečně i konduktivita apod.). Pro účely stručné charakteristiky lokalit jsou však předložené výsledky FCH parametrů dostačující.

Prioritní je teplota, která je zmiňována v mnoha pracích. Pro dospělé má nezastupitelný význam při rozmnožování (Baruš & Oliva 1995), pro larvy je důležitá především při metamorfóze (Maitland 2003). Goodwin et al. (2008) naměřil průměrné letní teploty na tocích Severního Irsku v rozmezí 12,5 – 21 °C, Merta et al. (2000) pozorovali v létě pokles teploty IV v náplavu s hloubkou (až o 1,5 °C), na konci podzimu byla však teplota téměř srovnatelná s PV. Roční chod teplot je velmi podobný chodu teploty povrchové vody s tím rozdílem, že letní maxima jsou nižší a zimní minima naopak vyšší než v případě povrchové vody. Rozpětí letních teplot na mnou studovaných lokalitách se pohybovalo v rozmezí 9,4 – 19,6 °C. Nižších teplot bylo dosaženo v rámci IV (7,7 – 7,2 °C), což potvrzuje výše popsané trendy a fakt, že mihule žijí v náplavech o nižších maximech letních teplot, než jsou maxima vody povrchové. Průměrná teplota IV na OS je signifikantně vyšší než na RS, což může být ale způsobeno uváděným malým počtem měření či několikanásobně nižším počtem referenčních lokalit.

Konduktivita není v literatuře dávána do souvislosti s výskytem sledovaného druhu, přesto je důležitou informací pro komplexní zhodnocení lokalit. Velké rozdíly v konduktivitě zjistil Goodwin et al. (2008), kdy se rozpětí na sledovaných tocích pohybovalo mezi 63 – 978 μS . K podobným výsledkům dospěl i Merta (2000). Mé údaje se pohybují mezi asi 80 – 400 μS . Průměrná konduktivita v rámci srovnávání PV a IV byla vyšší v případě IV, ovšem rozdíl byl jen minimální. Totéž platí o srovnání osídlených a referenčních lokalit. Lze říci, že neexistuje žádný signifikantní rozdíl ve vodivosti na OS a RS a tedy ani v preferenci určité hodnoty tohoto parametru minohami.

Míra nasycení IV kyslíkem je pro život mnoha organismů zásadní, včetně larev mihule potoční, což potvrzuje již Dyk (1956), později i Merta (2003) a Maitland (2003). Merta (2003) uvádí velmi rozdílnou nasycenost PV a IV v hloubce 20 cm, kdy tento parametr klesl o více než 50 %. Úbytek kyslíku v IV na všech mnou hodnocených lokalitách nebyl tak markantní a vykazoval pokles maximálně o 10 – 30 %. Je tedy prokazatelné, i na

základě signifikantních výsledků, že larvy mihule potoční jsou tolerantní k nižšímu obsahu O_2 a jsou schopny dlouhou dobu v takovém prostředí (50% pokles O_2) přežívat. Tento faktor není na studovaných lokalitách limitující, neboť hodnota nasycení stále leží vysoko nad hranicí tolerance (20 – 30% nasycení).

Faktor pH může hrát velmi významnou roli při osídlování. Minohy jsou tolerantní i k nižšímu pH (snáší pH 5) a nezdědí osídlují toky zčásti protékající například rašeliništi. Merta et al. (2000) uvádí hodnoty v IV mezi 6,83 – 6,47. Goodwin et al. (2008) naměřili na tocích severního Irsku pH v rozpětí 7,05 – 8,62. Pouličková a Merta (1997) uvádějí rozpětí pH na Račím potoce 6,97-7,44 (měsíc říjen). Povrchová voda má tuto hodnotu vyšší (řádově až o 1). To potvrzuje i předkládaná studie, kdy rozdíl pH IV a PV byl v průměru menší (asi o 0,3). Zajímavější je však rozdíl mezi pH intersticiální vody na OS a RS. Na OS byla naměřena v průměru hodnota 6,88 na RS mnohem vyšší (7,97), což svědčí o toleranci druhu k nižšímu pH. Tento faktor je silně signifikantní, lze jej tedy považovat za velmi důležitý, navíc přihlédneme-li k faktu, že hodnoty pH se až na výjimky v průběhu roku příliš nemění.

Množství chlorofylu *a* částečně vypovídá o potravní nabídce pro larvy mihulí. Tento parametr však nebyl v dostupné literatuře nikde hodnocen. Analogií může být sledování množství a druhů řasového společenstva (Pouličková 1996, 1998; Pouličková & Merta 1998). Potter et al. (1986) udávají množství Chl *a* na jednotku plochy na lokalitách v rozmezí 5-9 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$. Tento údaj nelze porovnat s výsledky předkládané studie. Hodnota Chl *a* byla poměrně vyrovnaná na všech studovaných místech, ale přesto byl zaznamenán signifikantní rozdíl v množství na OS a RS ve prospěch osídlených lokalit. Důvodem je nejspíš i extrémní hodnota na lokalitě HRA, kde množství Chl *a* takřka desetinásobně přesahovalo průměr. Chyba při laboratorní analýze se nepředpokládá, neboť všechny vzorky byly hodnoceny ve 3 opakováních. Jistou roli může mít konkrétní místo výběru (výústění z rybníku). Chlorofyl *a*, a přítomnost řas obecně, může hrát pravděpodobně velkou roli při osídlování a preferenci korytových akumulací larvami mihulí.

Zásadním faktorem náplavů byla granulometrie. Již dlouhou dobu je znám vztah zrnitosti náplavů a výskytu mihule potoční. Dospělci preferují hrubší frakce na trdlištích, naproti tomu larvy osídlují přednostně jemnozrné nánosy. Mnoho autorů sledovalo při výzkumech tento parametr a například Jankauskienė & Jurgaitytė (2008) uvádějí výskyt larev mihule říční z lokalit s převahou hrubšího písku (1-0,5 mm), naopak Křesina a

Hradecký (2009) sledovali téměř 50% zastoupení nejjemnější frakce (0,063-0,2 mm) na stanovištích s výskytem larev mihule ukrajinské. Jiné výsledky na témže stanovišti uvádí Merta et al. (2000), kdy na Račím potoce převažovala frakce 0,1-0,3 mm (38% podíl), na řece Moravě to byla převážně jemnější frakce 0,315-0,7 mm (73,6% podíl). Waterstraat & Krappe (1998) zjistili 48,8% podíl jemné frakce 0,063-0,2 mm na tocích v povodí řeky Peene na severu Německa. Tato studie předkládá podobné výsledky, jako byly zjištěny na Račím potoce (Merta et al. 2000). Největší zastoupení na všech lokalitách měla frakce 0,1-0,4 (40,5% podíl), následovala kategorie 0,063 mm (17,7 %). Výsledky citovaných autorů je však třeba chápat jen jako orientační, neboť nebylo hodnoceno takové množství stanovišť (většinou jen 1 nebo 2). V mé práci byly hodnoceny i jednotlivé typy lokalit (RS, OS, náhony atd.), ale vzhledem k absenci těchto srovnání v ostatní literatuře, nelze určit podobnost výsledků jiných studií.

Mnohem přehlednější je hodnotit granulometrické složení korytových akumulací pomocí efektivního zrna d_e . Na Račím potoce se tato hodnota pohybovala v intervalu 31 až 62 μm (Křesina & Hradecký 2009) a podobné hodnoty byly zjištěny i u neosídlených náplavů. V případě Merty et al. (2000) dosahovala u osídlených akumulací sedimentů průměrná hodnota d_e 3,049 mm (Račí potok) a 0,438 mm (Morava). Analýzou výsledků jsem zjistil, že nejjemnější kategorie d_e 0,12-0,8 mm byla ve všech vzorcích zastoupena z téměř 70 %. Naopak nejhrubší kategorie (4,0-4,7 mm) byla přítomna jen minimálně (cca 1 %). Z toho vyplývá preference jemnozrnných akumulací larvami mihulí, což nepotvrdila statistická analýza (nesignifikance), kdy byl sledován trend k vyššímu d_e na osídlených lokalitách. Tento fakt je však do jisté míry ovlivněn způsobem výpočtu efektivního zrna, který může výsledek nadhodnotit přítomností i relativně malého množství větších zrn ve vzorku. S hodnotou d_e nepřímo souvisí i zvodnění sedimentů. Tento faktor však nebyl v žádné dostupné literatuře podrobněji hodnocen.

Z výsledků granulometrické analýzy vyplývá, že relativně největší podíl jemných zrn mají stanoviště v oblasti ODE. Důvodem může být menší množství lokalit v této oblasti, což může výsledky částečně ovlivnit. Větší vliv ale bude nejspíš mít uniformní stanoviště (náhon-Jakubčovice), který byl na celém zkoumaném úseku tvořen velmi jemnými usazeninami. Bohužel není možné tyto výsledky porovnávat s údaji jiných autorů, neboť podobné studie jsem v dostupné literatuře nenašel.

Organické látky jsou rozhodujícím faktorem pro život mihulí. Jejich obsah v korytových akumulacích může značně kolísat i v rámci jednotlivých vrstev. Již Hardisty & Potter (1971) informují o důležitosti vyššího podílu organického materiálu. Přesná čísla však neudávají. Waterstraat & Krappe (1998) uvádí, že průměrný obsah organického materiálu v odebraných vzorcích osídlených stanovišť se pohyboval okolo 8,5 %, přičemž maximální hodnota byla 41 % a minimální pouze 3%. Podobné výsledky popisuje i Křesina a Hradecký (2009), kteří uvádí podíl organického materiálu osídlených sedimentů na Račím potoce od 4 do 13 %, přičemž výsledky z neosídlených partií jsou srovnatelné s výsledky z osídlených sedimentů. Potter et al. (1986) hodnotil tento parametr každou sezónu a od jara do podzimu se zastoupení OM pohybovalo okolo 10 %. Merta et al. (2000) hodnotili dva osídlené náplavy na Račím potoce a na řece Moravě na obsah proteinů (OM). Na račím potoce uvádí 13,7% podíl a na Moravě jen asi 8%. Všechny citované studie se opírají jen o velmi malé množství vzorků, tudíž není vhodné vyvozovat obecné závěry ekologických nároků mihulí z hlediska podílu OM. V mé práci byl hodnocen poměrně vysoký počet vzorků. Každá vrstva byla navíc hodnocena samostatně, stejně tak i jednotlivé zrnitostní frakce z hlediska množství OM. Z mých výsledků vyplývá, že průměrný podíl organických látek se pohyboval v širokém rozpětí hodnot. Při srovnání OS a RS lze sledovat signifikantní rozdíl, kdy osídlené sedimenty vykazovaly mnohem vyšší zastoupení organického materiálu, naopak neosídlené sedimenty velmi nízké. Podobné rozdíly v podílu OM byly zjištěny při srovnání osídlených sedimentů náhonů (vyšší obsah OM) a přirozených toků. Výsledky jasně dokazují odlišnost sledovaných prostředí a nutnost vyššího množství organického materiálu v osídlených náplavech. Tím byl potvrzen již známý fakt. Podrobná charakteristika korytových akumulací, jejich granulometrická analýza a podíl OM je velmi cennou částí studie a mohou již poměrně přesně definovat ekologické nároky larev mihulí.

Na OS jsem u všech zrnitostních kategorií zjistil signifikantně vyšší podíl organické hmoty. Souvisí to pravděpodobně s celkově vyšším obsahem OM v sedimentu a také s vyšším obsahem TOC na OS. Důvody mohou být i jiné, ale nelze zpochybnit, že právě na těchto místech jsou mihule přednostně nalézány.

Dále byl na OS (oblast BES) zjištěn výrazně vyšší podíl OM v hrubší frakci než v případě RS i OS (ODE). Na OS byl často zdrojem hrubší frakce právě organický materiál (listí, větvičky, šišky olší aj.). Tento materiál byl nacházen se stejnou frekvencí ve všech

odebraných vrstvách. Larvy mihulí tak mají zajištěn dostatečný přísun OM v různých hloubkách náplavů. Naopak OS v oblasti ODE se podílem OM ve všech vrstvách sedimentů velmi podobala RS v téže oblasti. Na RS byly hrubé frakce tvořeny především minerály (hrubší písek, štěrky) a méně často byl přítomen okem viditelný OM. Vegetační kryt byl vytvořen na všech lokalitách, nelze tedy předpokládat jeho vliv na množství OM. Příčinou může být odlišné granulometrické složení v jednotlivých oblastech, jak bylo popsáno dříve. Bohužel dostupná literatura se této problematice nevěnuje a není tedy možné vzájemné porovnání výsledků jiných studií.

V příloze jsou uvedeny pro přehlednost jen grafy (Box-ploty), výpočet signifikance byl prováděn pro každou výrazně odlišnou dvojici (popřípadě trojici) zvlášť, ale vzhledem k velkému množství dílčích výsledků je v práci neuvádím. Výrazný signifikantní rozdíl je možné vyčíst i z uváděných grafů.

Povrchové vody jsou relativně chudé na množství TOC, což potvrdila analýza odebraných vzorků. Všechny lokality vykazovaly velmi nízké hodnoty okolo 3,5 mg/l (RS ještě o něco nižší). Výjimkou byla extrémní hodnota naměřená na lokalitě HRA, která je pravděpodobně způsobena vyústěním chovného rybníka nad místem odběru. Povrchové vody sledovaných lokalit jsou velmi chudé na TOC. Přesto byl zjištěn signifikantní rozdíl vyššího množství TOC na osídlených lokalitách a na základě toho je možné tvrdit, že larvy mihule potoční tolerují i určité organické zatížení prostředí. Ovšem výsledky nadhodnocuje extrémní hodnota TOC. Bohužel není možné provést srovnání s jinými autory, neboť v dostupné literatuře nebyl tento parametr ve vztahu k výskytu sledovaného druhu hodnocen. Důvodem může být zdánlivá nevýznamnost faktoru, či jeho obtížnější stanovení (technické vybavení).

Srovnání geografických oblastí je poměrně problematické z toho důvodu, že u některé (JES) nebyly vybrány žádné referenční lokality, navíc nelze tyto výsledky porovnávat s údaji jiných autorů, neboť se podobným studiem v ČR nikdo nezabýval. Přesto přineslo srovnání několik zajímavých výstupů. Z hlediska granulometrického složení a obsahu organického materiálu jsou si podobnější oblasti Jeseníků a Beskyd. Oblast Oderských Vrchů je spíše samostatná skupina s výrazně rozdílným granulometrickým složením a obsahem OM. Při celkovém hodnocení podobnosti lokalit jsem dospěl k podobným výsledkům. Shlukovací analýza více méně vytvořila samostatné skupiny, přičemž v jedné z nich se vyskytovaly jen lokality z oblasti BES a JES s jedinou výjimkou lokality z oblasti

ODE. Příčinou může být odlišná geologická stavba, charakter počasí, místní vegetace či velmi řídká hustota osídlení.

Revize lokalit byla doplňkovou studií a potvrdila výskyt na všech lokalitách (kromě ODR). Počet uváděných míst s výskytem druhu není jistě konečný, avšak pro oblast severní Moravy jeden z nejobsáhlejších. Monitorovací akce takového charakteru vyžaduje vždy především dostatek času a přítomnost pověřených osob. Během jednoho roku nebylo z těchto důvodů možné provést elektroodlov na všech lokalitách, přesto se podařilo zmapovat jejich velkou část a dokonce nalézt jednu zcela novou – POL. Existence larev mihule potoční v tomto toku pravděpodobně souvisí s propojením a blízkostí osídlené řeky Moravice. Historicky uváděné lokality (Hanel 1995) Bušínský potok a Moravice v obci Karlovec již nebylo možné prozkoumat z důvodu zásadní úpravy toku (Bušínský potok) či vybudování vodního díla Slezská Harta (Moravice) a tudíž zániku této lokality.

Další lokality s výskytem mihule potoční lze je možné nalézt v Jeseníkách v obci Zlaté Hory na Zlatém potoku (Zlaté jezero) a některých jeho přítocích, dále v obci Rýmařov na Podolském potoce, v městě Jeseník na toku Staříč (od soutoku s Bělou a dále proti proudu). V areálu lázní Velké Losiny na toku Račinka je jediná známá lokalita v ČR s výskytem kriticky ohrožené mihule ukrajinské (Hanel, 1995).

Mihule ukrajinská (*Eudontomyzon mariae*) je morfologicky i ekologicky velmi podobná mihuli potoční. Viditelné rozdíly jsou například v pigmentaci, ploutevnických lemech či ozubení ústního terče. Životní nároky jsou ještě do značné míry neobjasněné a i v současnosti probíhá poměrně intenzivní výzkum jediné lokality s výskytem tohoto druhu. Jeho budoucnost je však dosti nejasná vzhledem k mizejícím vhodným místům, (z několika km délky toku kolem r. 1990 na pouhých 300 m v současnosti). Životaschopnost populace je rovněž ohrožována nedostatečně velkým genovým fondem spojeným s poklesem početnosti populace. Východiskem může být například transfer druhu z oblastí např. východní Evropy, kde jsou stavy ještě dnes poměrně vysoké a stabilní. Tato otázka je však velmi problematická. Je totiž organizačně a finančně náročná.

Pro Beskydskou oblast je typický výskyt mihule potoční v obci Bukovec na řece Olši (CHKO Beskydy, nepublikováno), dále v jižně od obce Lučina na toku Řetník (při ústí do Žermanické přehrady), jižně od obce Smilovice Ropičance a také ve městě Krnov na náhonech Opavy (Lojkásek, ústní sdělení 2011).

Poslední oblastní jsou Oderské Vrchy, kde je výskyt mihulí soustředěn na tok Odry a jeho přítoky, především Smolenský potok a Plazský potok na území PR Smolenská luka.

Výskyt mihulí byl letos potvrzen i v Bílých Karpatech (Hanel, dosud nepublikováno), kde se její rozšíření příliš nepředpokládalo. Zatím neexistují bližší informace o konkrétní lokalitě, stavu a velikosti populace.

Nelze také opomenout i místa poblíž zaústění či vyústění náhonů, které jsou hydraulicky spojeny s vodními toky a mihule tak mohou v rámci těchto lokalit migrovat, pokud jim do podmínky dovolí. Velmi vhodných lokalit (především přítoky sledovaných toků) existuje s velkou pravděpodobností ve vojenském újezdu Libavá, a nejenom tam, hned několik. Problém je v obtížném přístupu na zakázané území (jen s povolením újezdního úřadu) a v obrovském množství potencionálních toků, kde je možné výskyt sledovaného druhu potvrdit. Pokračující monitorovací akce (Biomonitoring) jistě přinese řadu nových informací a snad i lokalit.

6.1. Návrh managementu lokalit

Management habitatů mihule potoční je velmi problematická a často téměř neřešitelná otázka. Důvodů je hned několik. V první řadě je to výsledek nedostatečné znalosti životních nároků tohoto druhu, dále jeho zdánlivá neatraktivnost a nulová užitečnost. Finanční podpora je poměrově podstatně nižší než v případě stejně ohrožených druhů obojživelníků, plazů, ptáků či savců. V posledních letech však dochází k jistým pozitivním změnám především zásluhou biomonitoringu, v rámci něhož je sledován i tento druh.

Nezákladnějším ochranným opatřením je zajištění stabilního a nezhoršujícího se širšího prostředí, které může bezprostředně ovlivnit morfologické a FCH parametry na lokalitě. Z výsledků vyplývá, že mnohem důležitější je cílená ochrana konkrétních habitatů mihule potoční. Zajištění jistého vegetačního krytu (hlavně dřevin) a čistoty vodního toku je samozřejmostí. Problémem může být zajištění stálého a pro druh tak zásadního splaveninového režimu, který je nepostradatelný pro vznik korytových akumulací. Tento režim může být zásadně ovlivněn budováním příčných prahů a stupňů především na horním toku, které transportovaný materiál zadržují (při zpomalení proudění vypadává). Tento materiál již neobohacuje nižší úseky toku a ten je tak ochuzen o velmi důležitou

složku. Naopak je žádoucí pro ukládání plavení vytváření umělých zákrut, meandrů, tišin apod. na středním toku, popřípadě tam, kde je mihule potoční lokalizována. Velmi podrobně píše o jednotlivých revitalizačních opatřeních na tocích Hanel a Lusk (2005). Do budoucna by jistě bylo vhodné omezit zásahy v tocích, především bagrování koryta a vytěžení akumulovaného materiálu, dále výsadbu ryb rybáři (predační tlak) a například vypouštění nečištěných průmyslových odpadních vod (papírny, hutě, chemické podniky atd.).

Mihulím, jak již bylo řečeno, velmi svědčí náhony, kde jsou místa s rychlejším (třecí) i minimálním prouděním (habitaty minoh). Velkou hrozbu však neustále představují zásahy do průtokového režimu toku hlavně na těch náhonech, které jsou ještě dnes účelově využívány pro MVE. Kolísání hladiny i průtoku je každodenní stresovou situací pro řadu živočichů, nejen larev mihule potoční. Tuto situaci by dozajista zlepšila jistá úprava legislativy (náhrada škod, finance na revitalizaci, podmínky pro vyhlášení ZCHÚ apod.) a také komunikace s vlastníky náhonů. Bohužel ve většině případů se jedná o velmi dlouhý a často marný boj.

Budoucnost je dle mého názoru právě v těchto uměle vytvořených vodních dílech, náhonech, kde mohou minohy najít útočiště a velmi vhodné podmínky pro dlouholetý vývoj. Nutností je zajistit bezpřekážkovou komunikaci (propojení) s vodními toky, kde se mohou dospělci úspěšně vytříit a kde mohou mihule využít širší genetický potenciál sousedních populací. V opačném případě může dojít ke genetické izolovanosti populace, jež je dlouhodobě života neschopná. Doufám, že se rozšíří obecné povědomí o důležitosti životního prostředí, jeho přirozených změnách a že právní ochrana druhu bude zaručovat i komplexní ochranu jeho biotopů.

SOUHRN

Výskyt larev mihule potoční byl potvrzen na většině sledovaných lokalit a na jedné nově zjištěn. Larvy mihule potoční jsou striktně vázány na korytové akumulace, přičemž velmi důležité je i specifické složení intersticiální vody, se kterou jsou ve styku. Tato voda vykazuje nižší pH než voda povrchová a prokazatelně nižší obsah kyslíku. Larvy mihule potoční jsou tedy tolerantní ke kyseljším biotopům (rašeliniště) a nižšímu nasycení vody kyslíkem. Větší zvodnění sedimentů má pozitivní vliv na výskyt minoh. Obecně se lokality nachází v průměrné nadmořské výšce asi 400 m, což vypovídá o podhorském charakteru toků. Přítomnost břehové a vodní vegetace není pro sledovaný druh důležitá. Lze ale pozorovat jistou tendenci k vyššímu vegetačnímu zápoji. Hodnocení charakteru břehů či morfometrie náplavů neprokázalo zásadní vliv na přítomnost mihule potoční.

Granulometrická analýza sedimentů prokázala jednoznačně větší podíl jemnější frakce na pozitivních stanovištích (ještě větších rozdílů bylo dosaženo v náhonech). Průměrné efektivní zrno však bylo u těchto stanovišť vyšší. Minohy tedy více preferují bahnitě a písčité sedimenty než jílovité. Jednotlivé vrstvy sedimentů jsou až na menší rozdíly granulometricky velmi podobné jak na osídlených stanovištích, tak i referenčních.

Obsah organických látek hraje velmi důležitou roli především jako zdroj potravy. Jeho podíl na pozitivních lokalitách je několikanásobně vyšší a mohu tvrdit, že obsah organických látek je pro výskyt minoh limitující. Téměř žádný rozdíl v obsahu organického materiálu není pozorován v jednotlivých vrstvách sedimentů. Větší zdroj organické složky představují hrubší zrnitostní frakce na osídlených stanovištích.

Larvy mihule potoční jsou na základě výsledků schopné přežívat i na místě s vyšším obsahem TOC. Obecně však byly nalézány na místech s velmi nízkými hodnotami TOC.

Hodnota Chl *a* byla na všech sledovaných stanovištích velmi vyrovnaná.

Zajímavé je zjištění larev mihule potoční na řadě náhonů. Toto prostředí minohy preferují nejspíše díky dostatečnému množství organického materiálu, menší rychlosti proudění a spíše jemnozrnnému složení korytových sedimentů.

Vzájemná podobnost osídlených stanovišť se týká oblasti Jeseníků a Beskyd. Oderské Vrchy jsou z tohoto pohledu spíše samostatnou enklávou bez výraznějšího vztahu k výše uvedeným oblastem. Naopak navzájem velmi podobné jsou si osídlená stanoviště na

základě granulometrie a obsahu organického materiálu sedimentů dna, totéž platí z velké části i o vzájemné podobnosti referenčních stanovišť.

Mihule potoční by mohla osídlit stanoviště, na kterých by bylo dosaženo vyššího podílu organické složky, optimálního granulometrického složení a dostatečné čistoty vody. Při záchraně či transferu tohoto ohroženého druhu doporučuji přihlédnout k výsledkům této práce a citelně je použít v ochrannářském managementu stanovišť především larev mihule potoční.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

EA	Elektrický agregát (elektro odlov)
FCH	Fyzikálně-chemické
GA	Granulometrická analýza
Chl <i>a</i>	Chlorofyl <i>a</i>
IV	Intersticiální voda
LS	Levostranný
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NPR	Národní přírodní rezervace
OZ	Odběrové zařízení
OM	Organický materiál
P	Pokryvnost
OS	Osídlené/á stanoviště (s výskytem mihule potoční)
PP	Průměrný průtok
OS	Pravostranný
PV	Povrchová voda
RS	Referenční stanoviště (bez výskytu mihule potoční)
TOC	Celkový organický uhlík (Total Organic Carbon)
VZ	Vzorkovač
ZCHÚ	Zvláště chráněná území

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- APEM (1996). A survey of six English rivers for lamprey. English Nature, Peterborough.
- APEM (2001). Standardised sampling strategies and methodologies for condition assessment within SAC rivers for sea, river and brook lamprey and bullhead – Phase I Report. English Nature, Peterborough. 48 pp.
- BALON, E. K. & HOLČÍK, J. (1964): Kilka Noech dla Polski form kragloustych i ryb z dorzecza Dunaju. *Fragm. Faun.*, Warszawa, 11: 189–206.
- BARUŠ, V. & OLIVA, O. (eds) (1995): Fauna ČR a SR: Mihulovci a ryby., svazek 28/1, Academia, Praha, 624 pp.
- BÍLÝ, S. (2000): Úhoř říční jako přirozený predátor mihulí. *Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim*, 4: 183-184.
- BERG, L. S. (1948): Ryby presnych vod SSSR i sopedel'nyh stran. I. Izd. AN SSSR, Moskva – Leningrad, 468 pp.
- BIRD, D. J. & POTTER, I. C. (1979a): Metamorphosis in the paired species of lamprey, *Lampetra fluviatilis* (L.) and *Lampetra planeri* (Bloch). 1. A description of the timing & stages. *Zoological Journal of the Linnaean Society of London*, 65: 127–143.
- BIRD, D. J. & POTTER, I. C. (1979b): Metamorphosis in the paired species of lamprey, *Lampetra fluviatilis* (L.) and *Lampetra planeri* (Bloch). 2. Quantitative data for body proportions, weights, lengths and sex ratios. *Zoological Journal of the Linnaean Society of London*, 65: 127–143.
- COCHRAN, P.A. & GRIPENTROP, A.P. (1992). Aggregation and spawning by lampreys (genus *Ichthyomyzon*) beneath cover. *Env. Biol. Fish.*, 33: 381-387.
- CZECHUGA, B. (1997): Aquatic fungi growing on lamprey eggs (*Petromyzontidae*). *Bull. Lampetra ZO ČSOP Vlašim*, 3: 7–20.
- ČIHAŘ J. 2003: Naše ryby. Kapesní průvodce. Ottovo nakladatelství, Praha, 184 pp.
- DEMEK, J., MACKOVČIN, P. et al. (2006): Hory a nížiny. *Zeměpisný lexikon ČR*. AOPK ČR, Brno, 580 pp.
- DUNCAN, W. (1996): Brook lamprey survey on the upper River Endrick. *Scottish Natural Heritage*, Edinburgh.

- DUNGEL, J. & ŘEHÁK, Z. (2005): Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky. Academia, Praha, 181 pp.
- DYK, V. (1956): Ryby našich vod. ČSAV, Praha, 341 pp.
- FINE, J. M., VRIEZE, L. A. & SORENSEN, P. W. (2004): Evidence that petromyzontid lampreys employ a common migratory feromone that is partially comprised of bile acids. *J. Chem. Ecol.*, 30(11): 2091-2110
- FUKSA, J. K. (2002): Biomonitoring českého Labe. Výsledky z let 1993–1996–1999: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 103 pp.
- FUKSA, J. K. (2003): Příručka pro vzorkování vody a vodního prostředí (PVVVP). Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 94 pp.
- GAISLER, J. et. ZIMA, J. (2007): Zoologie obratlovců. Academia, Praha, 692 pp.
- GARDINER, R. (2003). Identifying Lamprey. A Field Key for Sea, River and Brook Lamprey. Conserving Natura 2000. Rivers Conservation Techniques Series No. 4. English Nature, Peterborough, 31 pp.
- GARDINER, R. & STEWARD, D. (1997): Spawning habitat assessment and survey of lamprey populations occurring in areas of conservation interest. Scottish Natural Heritage, Edinburgh.
- GARDINER, R., TAYLOR R. & ARMSTRONG, J. (1995): Habitat assessment and survey of lamprey populations occurring in areas of conservation interest. Scottish Natural Heritage, Edinburgh.
- GOODWIN, C.E., DICK, J.T.A. & ELWOOD, R.W. (2009): A preliminary assessment of the distribution of the sea lamprey (*Petromyzon marinus* L.), river lamprey (*Lampetra fluviatilis* (L.)) and brook lamprey (*Lampetra planeri* (Bloch)) in Northern Ireland. *Biology and Environment, Proceedings of the Royal Irish Academy* 109B, 47–52 pp.
- GOODWIN, C.E., DICK, J.T.A., ROGOWSKI, D.L. & ELWOOD, R.W. (2008): Lamprey (*Lampetra fluviatilis* and *Lampetra planeri*) ammocoete habitat associations at regional, catchment and microhabitat scales in Northern Ireland. *Ecology of Freshwater Fish*, 17: 542–553 pp.
- HANEL, L. (1994): Mapování výskytu mihulí v České republice – metodické poznámky. *Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim*, 1: 15-30.
- HANEL, L. (1995): Ochrana ryb a mihulí. ZO ČSOP, Vlašim, 139 pp.

- HANEL, L. (2004): Negativní faktory ovlivňující výskyt mihulí. Biodiverzita ichtyofauny ČR, Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno, I: s. 57-61.
- HANEL, L. (1996): Doplnky k výskytu mihule potoční (*Lampetra planeri*) v České republice. Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 2: 41-64.
- HANEL, L. (1998): Revize bioindikační hodnoty mihulí České republiky. Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 3: 87-94.
- HANEL, L. (2000): Svět zvířat IX. Ryby (2). Albatros, Praha, 157 pp.
- HANEL, L. (2004): Ekologické nároky mihule potoční (*Lampetra planeri*) a mihule ukrajinské (*Eudontomyzon marinae*) na území České republiky. Biodiverzita ichtyofauny ČR, Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno, V: s. 19-34.
- HANEL, L. a LUSK, S. (1996): Doplnky Stupeň ohrožení mihulí v České republice s ohledem na nový Červený seznam.. Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 2: 91-100.
- HANEL, L. a LUSK, S. (2000): Stav populace mihule ukrajinské v račím potoce v letech 1999-2000. Biodiverzita ichtyofauny ČR, Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno, III: s. 59-62.
- HANEL, L. a LUSK, S. (1998): Stav populace mihule ukrajinské v račím potoce po povodni v červenci 1997. Biodiverzita ichtyofauny ČR, Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno, II: s. 45-49.
- HANEL, L. a LUSK, S. (2005): Ryby a mihule České republiky. Rozšíření a ochrana. ČSOP, Vlašim, 447 pp.
- HANEL, L. a MÜLLER, U. (1998): Anmerkungen zur Methodik der Ermittlung der Bachneunaugenlarvenanzahl in Bächen mittels Elektrofängergerät. Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 3: 81-86.
- HANÝŠ, R. (2003): Odpad z papírny zabil vzácné mihule. Mladá fronta dnes, č. 179: 9.
- HULÍKOVÁ, H. (2003): Papírna znečišťuje Moravu, hynou vzácní živočichové. Mladá fronta dnes, č. 178: 9.
- HARDISTY, M.W. (1961a): The growth of larval lampreys. Journal of Animal Ecology, 30: 357–371.
- HARDISTY, M.W. (1961b): Studies on an isolated spawning population of the brook lamprey (*Lampetra planeri*). Journal of Animal Ecology 30, 339–335.
- HARDISTY, M.W. (1964): The fecundity of lampreys. Archiv fur Hydrobiologie, 60: 340–357.

- HARDISTY, M.W. (1971): Gonadogenesis, sex differentiation, and gametogenesis. The biology of lampreys, 259-359 pp.
- HARDISTY, M.W. (1986): Petromyzontiforma. In: Holcik J (ed). The freshwater fishes of Europe. Aula-Verlag, Wiesbaden, 127-206.
- HARDISTY, M.W. & Potter, I.C. (eds) (1971): The behaviour, ecology & growth of larval lampreys. The biology of lampreys. Academic Press, London, 85-206.
- HARVEY, J. & COWX, I. (2003). Monitoring the River, Brook and Sea Lamprey. Conserving Natura 2000. Rivers Conservation Techniques Series No. 5. English Nature, Peterborough, 35 pp.
- HJULSTROM, F. (1935): Studies in the morphological activity of rivers as illustrated by the River Fyris. Geological Institute of the University of Uppsala Bulletin, 25: 221–528.
- HLAVÍNOVÁ, L. (2010): Výskyt mihule potoční (*Lampetra planeri*) v Malši v okolí Dolního Dvořiště. Diplomová práce. PřF JCU, České Budějovice, 89 pp.
- HOLČÍK, J. (2003): The occurrence of the Ukrainian brook lamprey [*Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931)] in the Middle Danube. Biologia, Bratislava, 58: 241–244.
- CHAPMAN, D.W. (1988): Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids. Transactions of the American Fish Society, 117: 1–21.
- CHEKKOWSKI, Z., CHELKOWSKA, B., ANTOSZEK, O. & GANCARCZYK, J. (1996): Cyclostomates and fishes of the Drawa river within the limits of the Drawieński national park. Acta Ichth. Piscat., 26: 32 pp.
- JANKAUSKIENĖ R. & JURGAITYTĖ A. (2008): Distribution of juvenile river lamprey (*Lampetra fluviatilis* L.) in different habitats. Ekologija, Klaipėda University, 54 (No.2): 104-109.
- JURAJDA, P., SLAVÍK, O., ADÁMEK, Z. (2006): Metodika odlovu a zpracování vzorku plůdkových společenstev ryb tekoucích vod. VÚV TGM, Praha, 10 pp.
- KALAVSKÁ, D a HOLOUBEK, I. (1989): Analýza vod. Alfa, Bratislava, 262 pp.
- KELLY, F.L. & KING, J.J. (2001): A review of the ecology & distribution of three lamprey species, *Lampetra fluviatilis* (L.), *Lampetra planeri* (Bloch) and *Petromyzon marinus* (L.): A context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 101B (No.3): 165-185.

- KŘESINA, J. a HRADECKÝ, J. (2009): Charakteristika biotopu minoh mihule ukrajinské (*Eudontomyzon mariae*) na Račím potoce. Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 6: 76-90.
- KUX, Z. (1969): Příspěvek k rozšíření mihulovitých (*Petromyzonidae*) v ČSSR. Časopis Moravského muzea 54: 203-222.
- LEICHTFRIED, M. (1991): POM in bed sediments of gravel stream (Ritrodal-Lunz study area, Austria). Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 1921-1925.
- LEICHTFRIED, M. (1994): Protein measurements in bedsediments, an important compartment of POM in a 2nd order gravel strea (Project Ritrodal-Lunz, Austria, Europe). Verh. Internat. Verein. Limnol. 25: 1636-1640.
- LEICHTFRIED, M. (1996): Organic matter in bed-sediments of the River Dunabe and a small unpolluted stream, the Oberer Seebach. Verh. Internat. Verein. Limnol. 1-4: 87-98.
- LEICHTFRIED, M. (1998): The Austrian Dunabe, a deep, fast flowing river: C) Organic matter in the bed sediments. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1142-1149.
- LEVIN, B.A. & HOLČÍK, J. (2006): New data on the geographic distribution and ecology of the Ukrainian Brook Lamprey *Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931). Folia Zool. V. 55. No. 3: 282-286.
- LOHNINSKÝ, K. (1966): The spawning behavior of the brook lamprey, *Lampetra planeri* (Bloch, 1784). Věst. čs. Společ. zool., 30 (4): 289-307.
- LOHNINSKÝ, K. a ZAPLETAL, T. (2000): Zácharanný trasfer populace mihule potoční (*Lampetra planeri*), mřenky mramorované (*Barbatula barbatula*) a vranky obecné (*Cottus gobio*) v rámci úprav Zdoňovského potoka. Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 4: 149-155.
- LOYKA, P. a BOSÁK, J. (2000): Výskyt mihule potoční (*Lampetra planeri*) ve Vojenském výcvikovém prostoru Libavá (Oderské vrchy). Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 4: 125-131.
- LUSK, S., HALAČKA, K., KOKEŠ, J., LUSKOVÁ V. a ZELENÁ, V. (1995c): Řeka Jizera ř. km 110–145. Studie, Brno, 74 str.
- LUSK, S., HANEL, L., LUSKOVÁ, V., LOJKÁSEK, B., HARTVICH, P. (2011): Červený seznam mihulí a ryb České republiky – verze 2010. Biodiverzita ichtyofauny ČR, Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno, (VIII): 5-67.

- MAITLAND, P.S. (1991): Climate change & fish in northern Europ. some possible scenarios. Proceedings of the Institute of Fishery Management Annual Study Course, 22: 97–110.
- MAITLAND, P.S. (2003): Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey Conserving Natura 2000 Rivers. Ecology Series No. 5. English Nature, Peterborough, 54 pp.
- MAITLAND, P.S. & CAMPBELL, R.N. (1992): Freshwater fishes of the British Isles. HarperCollins, London.
- MAITLAND, P.S., MORRIS, K.H. & EAST, K. (1994): The ecology of lampreys (*Petromyzonidae*) in the Loch Lomond area. Hydrobiologia, 290: 105–120.
- MALMQUIST, B. (1978): Population structure and biometry of *Lampetra planeri* (Bloch) from tree different watersheds in South Sweden. Arch. Hydrobiol., 84 (1): 65-86.
- MALMQUIST, B. (1980): Habitat selection of larval Brook Lampreys (*Lampetra planeri* Bloch) in a South Swedish stream. Oecologia, 45: 35-38.
- MALMQUIST, B. & BRÖNMARK, C. (1981): Filter feeding in larval in *Lampetra planeri*: effects of size, temperature and particle concentration. Oikos, 38: 40 – 46.
- MERTA, L. (2000): Historie a současnost výskytu mihule potoční (*Lampetra planeri*) v horním povodí řeky Moravy. Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 4: 132-141.
- MERTA, L. (2008): Vzácné druhy mihulí a ryb Olonouckého kraje. Rozšíření a ochrana. AOPK ČR, Olomouc, 80 s.
- MERTA, L., HÁKOVÁ, A. a SAGITARIA (sdružení OP) (2006): Mihule potoční, Hrouzek Kesslerův. Lokality soustavy Natura 2000 v Olomouckém kraji. Sagitaria a AOPK ČR, Olomouc.
- MERTA, L., RULÍK, M. a SPÁČIL, R. (2000): Příspěvek k poznání životního prostředí larev mihulí. Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 4: 118-124.
- MILLER, S.A. (2004): Zoology. McGraw-Hill, New York.
- MOORE, J.W. & POTTER, I.C. (1976): A laboratory study of the feeding of larvae of the brook lamprey *Lampetra planeri* (Bloch). J. Anim. Ecol., 45: 81-90.
- MOSER, M.L., BUTZERIN, J.M., DEY, D.B. (2007): Capture and collection of lampreys: the state of the science. Rev. Fish. Biol. Fisheries, 17: 45-56.
- MORRIS, K.H. & MAITLAND, P.S. (1987): A trap for catching adult lampreys (*Petromyzonidae*) in running water. Journal of Fish Biology, 31 (4): 513-516.

- MUNDAHL, N.D. & SAGAN, R.A. (2005): Spawning ecology of the American brook lamprey, *Lampetra appendix*. *Environ. Biol. Fishes*, 73: 283-292.
- NUNN, A.D., HARWEY, J.P., NOBLE, R.A.A., COWX, I.G. (2007): Condition assessment of lamprey populations in the York shire Ouse catchment, north-east England, and the potential influence of physical migration barriers. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, 18 (2007): 175-189.
- OLIVA, O. (1953): Příspěvek k přehledu našich mihulí (*Petromyzones* Berg 1949). *Věst. král. čes. spol. nauk, tř. matem.-přír.*, 1952 (9): 1-19.
- PATOČKA, C., MACURA, L. (1989): Úpravy toků. SNTL, Praha, 397 pp.
- PEŇÁZ, M. a JURAJDA, P. (1993): Fish assemblages of the Morava river: Longitudinal zonation and protection. *Folia Zool.*, 42: 317-328.
- PEŠOUT, P., ŠVARC, B. a KRÍŽ, K. (1996): Výskyt mihule potoční (*Lampetra planeri*) v Novohradských horách. *Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim*, 2: 65-68.
- POJER, F. a HANEL, L. (1996): Mihule potoční v potravě čápa černého. *Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim*, 2: 101-104.
- POTTER, I.C. (1970): The life cycles and ecology of Australian lampreys of the genus *Mordacia*. *Journal of Zoology*, 161: 487-511.
- POTTER, I.C., HILLIARD, R.W. & BIRD, D.J. (1982): Stages in metamorphosis. In: Hardisty MW & Potter IC (eds). *The Biology of Lampreys*. Academic Press, London, 4B: 137-164.
- POTTER, I.C., HILLIARD, R.W., BRADLEY, J.S. & MCKAY, R.J. (1986): The influence of environmental variables on the density of larval lampreys in different seasons. *Oecologia*, 70: 433-440.
- POULÍČKOVÁ, A. (1994): Úvod do problematiky potravy larev mihulí. *Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim*, 1 (1993): 95-99.
- POULÍČKOVÁ, A. (1996): Algologický výzkum sedimentů malých vodních toků I. Lokality s recentním výskytem mihule potoční (*Lampetra planeri*). *Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim*, 2: 117-121.
- POULÍČKOVÁ, A. (1998): Algologický výzkum sedimentů malých vodních toků II. Souborné vyhodnocení lokalit se vztahem k výskytu mihulí. *Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim*, 3: 21-28.

- POULÍČKOVÁ, A. a MERTA, L. (1998): Algologická charakteristika Račího potoka na Šumpersku. Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim, 3 (1997): 29-36.
- POULÍČKOVÁ, A., HANEL, L. a PEŠOUT, P. (2000): Mikrofytoentos a makrozoobentos lokalit s výskytem mihule otoční (*Lampetra planeri*) na Šumavě. Bull. Lampetra, 4: 51-67.
- QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Studia Geographica 16. Academia, Brno (geografický ústav ČSAV), 73 s.
- RANDÁK, T., SLAVÍK, O., ŽLÁBEK, V. a HORKÝ, P. (2006): Využití juvenilních ryb v rámci monitoringu kontaminace vodního prostředí cizorodými látkami. VÚV TGM, Praha, 25 pp.
- RENAUD, C. (1982): Revision of the Lampreys genus *Eudontomyzon* Regan, 1911. Msc. thesis, nepubl., University of Ottawa, 146 pp.
- ŘÍHA, J., 1985: Lov ryb elektřinou. Český rybářský svaz, Praha, 192 s.
- SCHROLL, F. (1959): Zur Ernährungsbioogie der steirischen Ammocöten *Lampetra planeri* (Bloch) und *Eudontomyzon danfordi* (Regan). Int. Rev. Gesamten Hydrobiol. Hydrogr., 44: 395-429
- SCHULDT, R.J. & HEINRICH, J.W. (1982): Portable trap for collecting adult sea lampreys. *Progve. Fish-Cult.*, 4: 220-221.
- SLÁDEČKOVÁ, A., SLÁDEČEK, V. (1993): Bioindication within the aquatic enviroment. Acta Univ. Carol, Environm., 12 (1998): 61-98.
- SLAVÍK, O., JURAJDA, P. (2001): Metodický návod pro sledování společenstev juvenilních ryb. Výzkum pro praxi, sešit 44, VÚV TGM Praha, 40 p.
- SMITH, B.R. (1971): Sea lampreys in the Great Lakes of North America. In: Hardisty MW & Potter IC (eds). The biology of lampreys. Academic Press, London, 207–247.
- STEFANOV, T., HOLČÍK, J. (2007): The lampreys of Bulgaria. Folia Zool., 56 (2): 213-224.
- STUART, T.A. (1953): Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (*Salmo trutta* L.). HMSO, Edinburgh.
- SPAČKOVÁ, V. & JASENSKÁ, A.. 1985. Food of ammocoetes of the brook lamprey, *Lampetra planeri* (Bloch) 1784. Acta Musei Moraviae, 70: 177-189.
- ŠULC, K. (1923): Mikroskopicko-anatomická anlyza pigmentace mladé minohy. Biol. spisy Vys. školy zvěrolékařské Brno, II, 20, sign. B 40, 25 pp.

- THOMAS, M.H.L. (1962): Observations on the ecology of ammocoetes *Petromyzon marinus* L. and *Entosphenus lamottei* (Le Sueur). PhD thesis, University of Toronto, Canada.
- TUUNAINEN, P., IKONEN, E., AUVINEN, H. (1980): Lampreys and lamprey fisheries in Finland. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 1953-1973.
- VLADYKOV, V.D. & KOTT, E. (1979a): Satellite species among the Holarctic lampreys (*Petromyzonidae*). *Can. J. Zool.*, 57(4): 860-867.
- VLČEK, V. a kol. (1984): Zeměpisný lexikon ČSR. Vodní toky a nádrže. Academia, Praha, 316 s.
- WATERSTRAAT, A. & KRAPPE, M. (1998): Distribution and abundance of *Lampetra planeri* populations in the Peene drainage (NE Germany) in relation to isolation and habitat conditions. *Italian Journal of Zoology*, 65: 137-143.
- WHEELER, A., MILNE, A., STEBBING, P. (1996): Příručka mladého přírodovědce. Ryby. Mladá léta, Bratislava, 61 pp.
- WHEELER, A. (1998): Field key to the freshwater fishes and lampreys of the British Isles. *Field Studies*, 9: 355-394.
- WITKOWSKI, A. (1996): Ukrainian brook lamprey, *Eudontomyzon mariea* (Berg, 1931) in Poland: its distribution and present status. *Bull. Lampetra, ZO ČSOP Vlašim*, 2: 69-76.
- WITKOWSKI, A. & BLACHUTA, J. (1983): Nowe stanowiska minoga ukraińskiego, *Eudontomyzon mariea* (Berg, 1931) (*Petromyzontidae*) w dorzeczu Biebrzy. *Przeгляд. Zool.*, 27: 339-347.
- ŽUKOV, P.I. (1965a): Ryby Belorussii. Nauka i technika, Minsk, 414 pp.
- ŽUKOV, P.I. (1969): Novyje dannyje o biologii presnovodnykh minog v Belorussii. *Vopr. ichtiol.*, 9 (2): 240-246.

Internetové zdroje:

Natural England [online]. [cit. 2011-6-15]. Dostupné z www:
<<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20090214170740/http://www.english-nature.org.uk/lifeinukrivers/publications/lamprey.pdf>>

Natural England [online]. [cit. 2011-6-15]. Dostupné z www:
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20090214170740/http://www.english-nature.org.uk/lifeinukrivers/publications/lamprey_monitoring.pdf

Natural England [online]. [cit. 2011-6-15]. Dostupné z www:
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20090214170740/http://www.english-nature.org.uk/lifeinukrivers/publications/lamprey_sampling.pdf

Natural England [online]. [cit. 2011-6-15]. Dostupné z www:
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20090214170740/http://www.english-nature.org.uk/lifeinukrivers/publications/lamprey_key.pdf

Vidnava.cz – Z neživé přírody Vidnavy [online]. [cit. 2011-7-20]. Dostupné z www:
http://www.vidnava.cz/index.php?option=com_resource&controller=article&article=13&category_id=50&Itemid=6

CHMI.cz [online]. [cit. 2011-7-20]. Dostupné z www:
<http://www.chmi.cz/meteo/ok/nsrz6190.jpg>

Rymarovsko.cz – Podnebí [online]. [cit. 2011-7-20]. Dostupné z www:
<http://www.rymarovsko.cz/prirodni-pomery/podnebi.html>

Spalov.cz [online]. [cit. 2011-7-20]. Dostupné z www:
<http://www.spalov.cz/>

Rysy.cz [online]. [cit. 2011-7-20]. Dostupné z www:
http://www.risy.cz/Prirodni_podminky_beskydy_cz

Pod.cz – Úvodní informace k Plánu oblasti povodí Odry [online]. [cit. 2011-7-22].
Dostupné z www:
<http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/index.html>

Mve.energetika.cz – Náhon (otevřená strouha) [online]. [cit. 2011-7-24]. Dostupné z www:
<http://mve.energetika.cz/vodnidilo/nahon.htm>

Leader.isu.cz [online]. [cit. 2011-7-22]. Dostupné z www:
<http://leader.isu.cz>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Výskyt mihulí na území České republiky

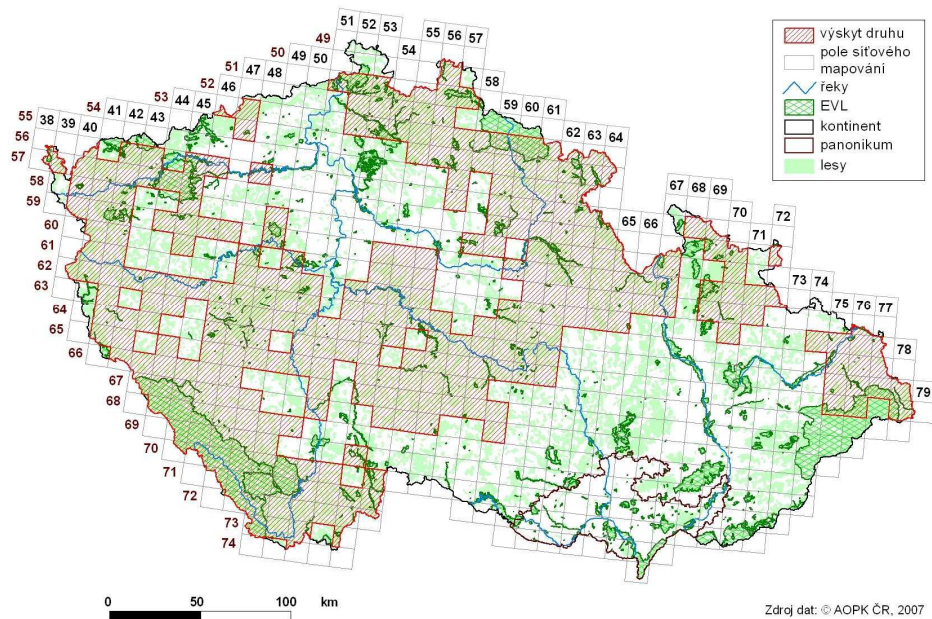
Příloha 2. Metodika odběru a zpracování vzorků, příklad odlovených jedinců

Příloha 3. Vybrané lokality

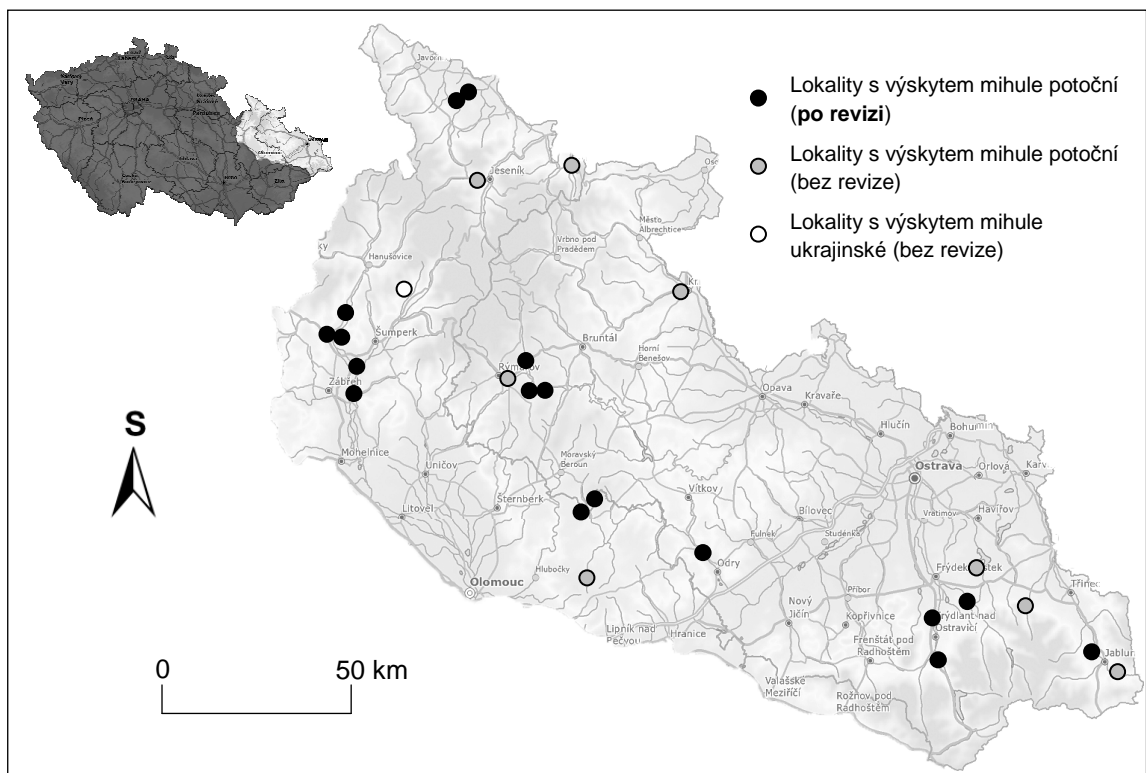
Příloha 4. Vztah parametrů lokalit (korelace)

Příloha 5. Výsledky analýzy granulometrie a obsahu organického materiálu

Příloha 1. Výskyt mihuří na území České republiky



Obr. 1 Výskyt mihuře potoční (*Lampetra planeri*) na území ČR



Obr. 2 Výskyt mihuře potoční (*Lampetra planeri*) a ukrajinské (*Eudontomyzon mariae*) na severní Moravě (vlastní mapa; použitý software: Adobe Photoshop CS5)

Příloha 2. Metodika odběru a zpracování vzorků, příklad odlovených jedinců



Obr. 1 Odlov larev elektroagregátem (potok Polička, Břidličná)



Obr. 2 Instalované sondy a měření (náhon Pržno)



Obr. 3 Zařízení na odběr IV



Obr. 4 Odběrová sonda se vzorkem



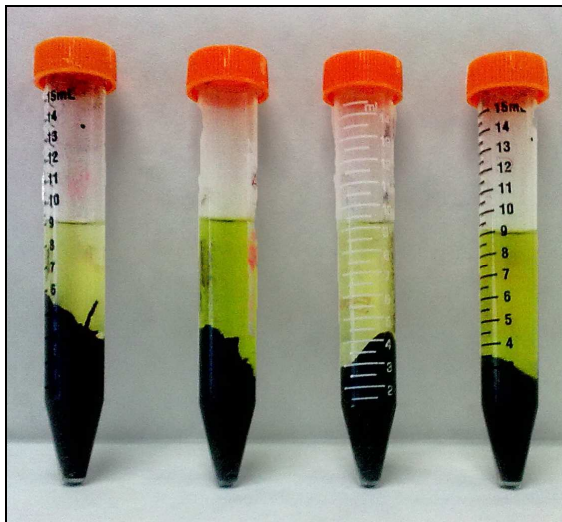
Obr. 5 Roztříděné a popsané zrnitostní kategorie



Obr. 6 Muflovací pec se vzorky



Obr. 7 Exikátor se spálenými vzorky



Obr. 8 Extrahovaný chlorofyl *a*

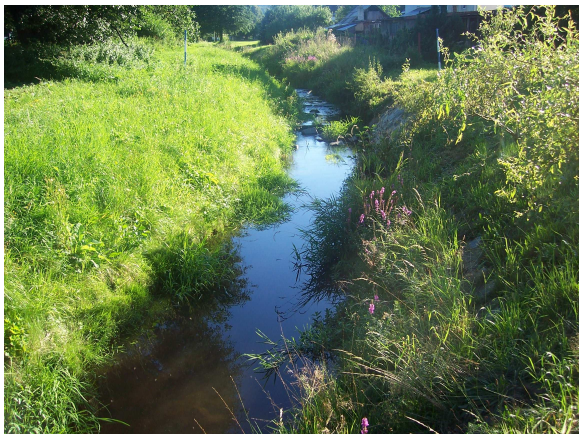


Obr. 9 Larvy mihule potoční (2-4 leté);
zmenšení 5x



Obr. 10 Tříletá larva mihule potoční;
měřítko 1:1

Příloha 3. Vybrané lokality



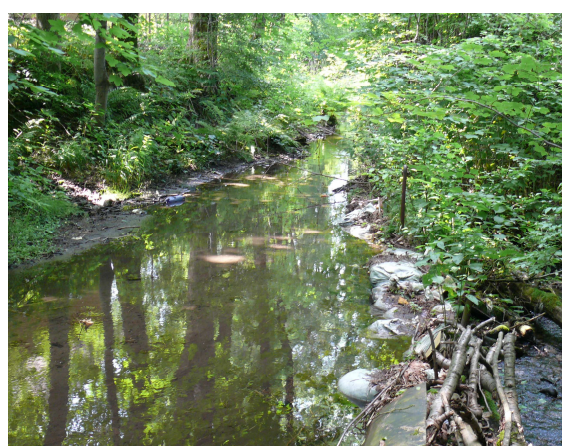
Obr. 11 Černý potok, obec Černá Voda



Obr. 12 Skorošický potok, osada Kobyly



Obr. 13 Vidnavka, osada Kobyly



Obr. 14 náhon Ostravice, obec Ostravice



Obr. 15 Smilovský potok, Město Libavá



Obr. 16 Černý potok, obec Bocanovice



Obr. 17 Lomná, obec Dolní Lomná



Obr. 18 Morávka (nádrž)



Obr. 19 Tůňová ČOV pivovaru, obec Nošovice



Obr. 20 Bartoňovský náhon, obec Bartoňov



Obr. 21 Hraniční strouha, obec Klášterec



Obr. 22 Morava, obec Leština

Příloha 4 Vztah parametrů lokalit (korelace)

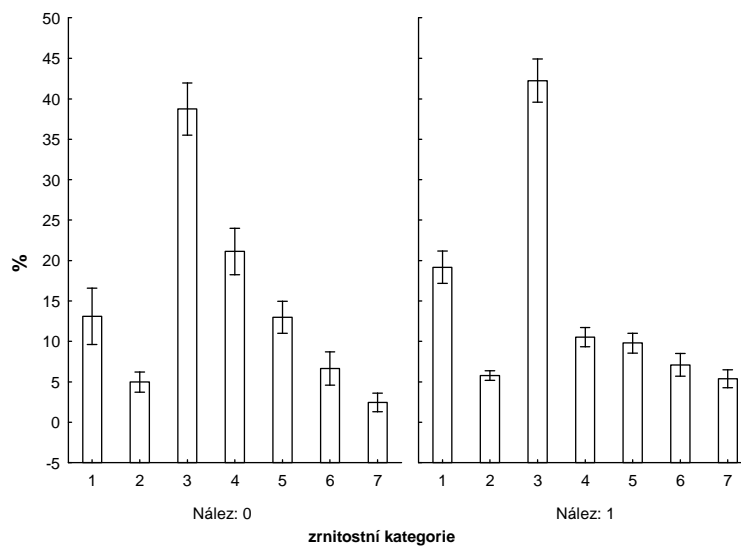
Tab. 4 Korelační matice (Spearman). Jednotky parametrů viz Tab. 1.

* Signifikantní korelace srovnávaných faktorů.

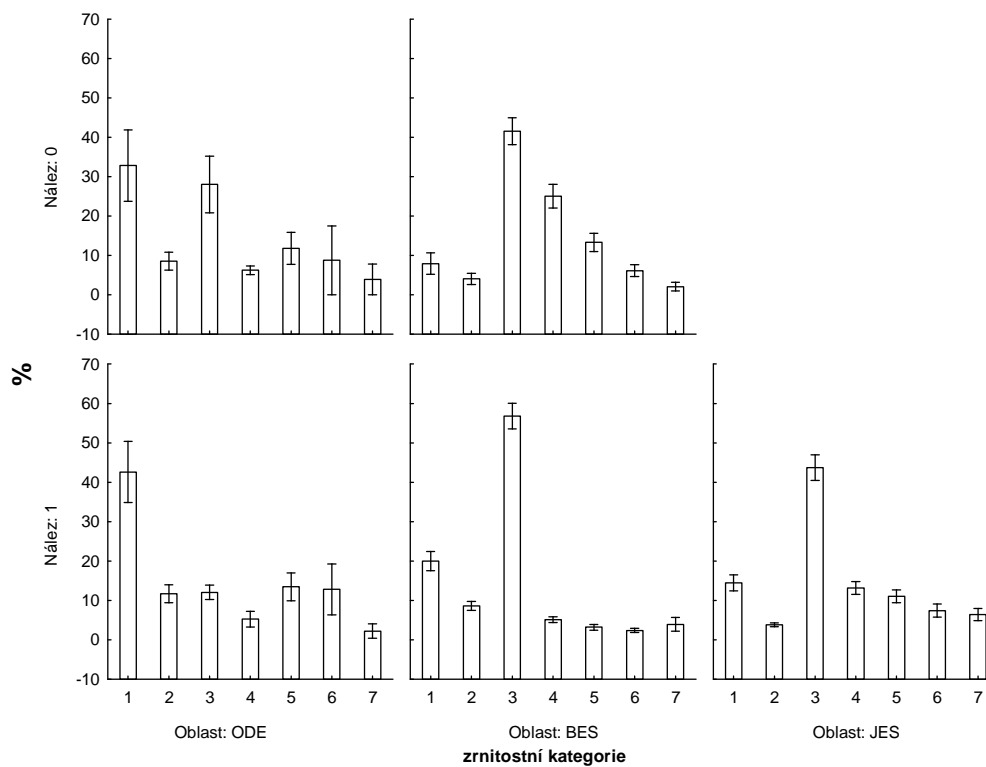
	NADM. VÝŠKA	VEGET. POKRYTÍ	TEPLOTA PV	pH PV	KONDUKT. PV	O ₂ V PV	NASYCENÍ PV O ₂	REDOX PV	ŠÍŘKA TOKU	HLOUBKA TOKU	NÁLEZ	TEPLOTA NÁPLAVU	pH IV	KONDUKT. IV	REDOX IV	O ₂ IV	VEL. NÁPLAVU	DÉLKA NÁPLAVU	ŠÍŘKA NÁPLAVU	MOCNOST NÁPLAVU	NÁPLAV POD HLAD.	ZVODNĚNÍ	OM	TOC	Chl a	EFEKTIVNÍ ZRNO
NADM. VÝŠKA	1,000	0,242*	-0,316*	0,080	-0,683*	-0,005	0,107	0,329*	-0,143	0,057	-0,059	-0,326*	-0,026	-0,493*	-0,084	-0,056	-0,055	-0,263*	-0,175	-0,160	-0,103	-0,193*	-0,029	0,004	-0,132	0,324*
VEGET. POKRYTÍ	0,242*	1,000	-0,161	0,026	0,026	-0,062	-0,075	-0,117	-0,26*	0,043	0,074	0,030	0,069	-0,035	0,4217*	-0,057	0,016	-0,075	-0,157	-0,192*	-0,241*	0,104	0,044	-0,302*	-0,196*	0,002
TEPLOTA PV	-0,316*	-0,161	1,000	0,082	0,387*	-0,47*	-0,241*	-0,656*	-0,232*	-0,225*	0,138	0,901*	-0,100	0,111	-0,47*	-0,464*	0,478*	0,377*	0,316*	0,355*	0,216*	0,154	0,136	-0,123	0,016	0,023
pH PV	0,080	0,026	0,082	1,000	-0,168	0,37*	0,571*	-0,156	0,005	-0,221*	-0,519*	0,011	0,879*	-0,289*	-0,511*	0,164	-0,422*	-0,216*	-0,37*	-0,131	-0,279*	-0,049	0,011	0,072	-0,125	-0,073
KONDUKT. PV	-0,683*	0,026	0,387*	-0,168	1,000	-0,302*	-0,369*	-0,395*	0,083	-0,012	0,103	0,474*	-0,2*	0,845*	-0,180	-0,213*	0,148	0,2*	0,118	0,084	0,109	0,183	0,079	0,093	0,062	-0,157
O ₂ V PV	-0,005	-0,062	-0,47*	0,37*	-0,302*	1,000	0,746	0,37*	-0,014	0,028	-0,307*	-0,473*	0,595*	-0,262*	0,141	0,752*	-0,633*	-0,393*	-0,614*	-0,535*	-0,345*	-0,224*	-0,33*	0,24*	-0,076	-0,073
NASYCENÍ PV O ₂	0,107	-0,075	-0,241*	0,571*	-0,369*	0,746*	1,000	0,279*	-0,059	0,008	-0,187*	-0,208*	0,53*	-0,375*	-0,113	0,456*	-0,46*	-0,167	-0,348*	-0,225*	-0,118	-0,018	0,053	0,19*	-0,061	-0,062
REDOX PV	0,329*	-0,117	-0,656*	-0,156	-0,395*	0,37*	0,279*	1,000	0,170	0,357*	-0,069	-0,688*	-0,090	-0,170	0,46*	0,172	-0,375*	-0,447*	-0,247*	-0,148	0,247*	-0,101	-0,177	0,204*	0,035	0,147
ŠÍŘKA TOKU	-0,143	-0,260*	-0,232*	0,005	0,083	-0,014	-0,059	0,170	1,000	0,49*	-0,343*	-0,335*	-0,067	0,077	0,162	0,287*	-0,122	-0,080	-0,013	-0,037	0,085	-0,280*	-0,243*	-0,375*	-0,252*	-0,098
HLOUBKA TOKU	0,057	0,043	-0,225*	-0,221*	-0,012	0,028	0,008	0,357*	0,49*	1,000	-0,214*	-0,25*	-0,273*	0,074	0,055	-0,020	0,127	-0,023	0,137	0,039	0,441*	-0,213*	-0,081	-0,402*	-0,393*	0,030
NÁLEZ	-0,059	0,074	0,138	-0,519*	0,103	-0,307*	-0,187*	-0,069	-0,343*	-0,214*	1,000	0,266*	-0,481*	0,106	0,056	-0,273*	0,35*	0,132	0,416*	0,079	0,013	0,333*	0,355*	0,241*	0,376*	0,094
TEPLOTA NÁPLAVU	-0,326*	0,030	0,901*	0,011	0,474*	-0,473*	-0,208*	-0,688*	-0,335	-0,25*	0,266*	1,000	-0,133	0,124	-0,504*	-0,537*	0,53*	0,446*	0,427*	0,251*	0,151	0,334*	0,317*	-0,155	0,072	-0,060
pH IV	-0,026	0,069	-0,100	0,879*	-0,200*	0,595*	0,53*	-0,090	-0,067	-0,273*	-0,481*	-0,133	1,000	-0,304*	-0,309*	0,407*	-0,549*	-0,382*	-0,501*	-0,324*	-0,455*	-0,141	-0,175	0,109	-0,126	-0,093
KONDUKT. IV	-0,493*	-0,035	0,111	-0,289*	0,845*	-0,262*	-0,375*	-0,170	0,077	0,074	0,106	0,124	-0,304*	1,000	-0,005	-0,104	0,027	0,084	0,101	0,131	0,118	-0,051	-0,035	0,269*	0,152	-0,070
REDOX IV	-0,084	-0,422*	-0,470*	-0,511*	-0,180	0,141	-0,113	0,459*	0,162	0,055	0,056	-0,504*	-0,309*	-0,005	1,000	0,255*	-0,101	-0,015	0,007	0,036	0,233*	-0,085	-0,122	0,140	0,122	-0,036
O ₂ IV	-0,056	-0,057	-0,464*	0,164	-0,213*	0,752*	0,456*	0,172	0,287*	-0,020	-0,273*	-0,537*	0,407*	-0,104	0,255*	1,000	-0,642*	-0,436*	-0,643*	-0,529*	-0,499*	-0,459*	-0,484*	0,140	-0,169	-0,040
VEL. NÁPLAVU	-0,055	0,016	0,477*	-0,422*	0,148	-0,633*	-0,458*	-0,375*	-0,122	0,127	0,351*	0,53*	-0,549*	0,027	-0,101	-0,642*	1,000	0,704*	0,768*	0,495*	0,455*	0,338*	0,372*	-0,441*	-0,045	-0,088
DÉLKA NÁPLAVU	-0,263*	-0,075	0,377*	-0,216*	0,2*	-0,393*	-0,167	-0,447*	-0,080	-0,023	0,132	0,446*	-0,382*	0,084	-0,015	-0,436*	0,704*	1,000	0,689*	0,616*	0,351*	0,379*	0,401*	-0,348*	-0,073	-0,392*
ŠÍŘKA NÁPLAVU	-0,175	-0,157	0,316*	-0,37*	0,118	-0,614*	-0,348*	-0,247*	-0,013	0,137	0,416*	0,427*	-0,501*	0,101	0,007	-0,643*	0,768*	0,69*	1,000	0,625*	0,439*	0,232*	0,403*	-0,308*	0,173	-0,171
MOCNOST NÁPLAVU	-0,160	-0,192*	0,355*	-0,131	0,084	-0,535*	-0,224*	-0,148	-0,037	0,039	0,079	0,251*	-0,324*	0,131	0,036	-0,529*	0,495*	0,616*	0,625*	1,000	0,494*	0,265*	0,31*	-0,176	-0,012	-0,115
NÁPLAV POD HLAD.	-0,103	-0,241*	0,216*	-0,277*	0,109	-0,345*	-0,118	0,247*	0,085	0,441*	0,013	0,151	-0,455*	0,118	0,233*	-0,49*	0,455*	0,351*	0,439*	0,494*	1,000	0,227*	0,242*	-0,227*	-0,098	-0,091
ZVODNĚNÍ	-0,193*	0,104	0,154	-0,049	0,183	-0,224*	-0,018	-0,101	-0,28*	-0,213*	0,333*	0,334*	-0,141	-0,051	-0,085	-0,459*	0,338*	0,378*	0,232*	0,265*	0,227*	1,000	0,776*	0,042	0,211*	-0,201*
OM	-0,029	0,044	0,136	0,011	0,079	-0,33*	0,053	-0,177	-0,243*	-0,081	0,355*	0,3173*	-0,175	-0,035	-0,122	-0,484*	0,372*	0,401*	0,403*	0,31*	0,242*	0,776*	1,000	0,026	0,213*	-0,143
TOC	0,004	-0,302*	-0,123	0,072	0,093	0,24*	0,19*	0,204*	-0,375*	-0,402*	0,241*	-0,155	0,109	0,269*	0,140	0,140	-0,441*	-0,348*	-0,308*	-0,176	-0,227*	0,042	0,026	1,000	0,434*	0,165
Chl a	-0,132	-0,196*	0,016	-0,125	0,062	-0,076	-0,061	0,035	-0,252*	-0,393*	0,376*	0,072	-0,126	0,152	0,122	-0,169	-0,045	-0,073	0,173	-0,012	-0,098	0,211*	0,213*	0,434*	1,000	0,009
EFEKTIVNÍ ZRNO	0,324*	0,002	0,023	-0,073	-0,157	-0,073	-0,062	0,147	-0,098	0,030	0,094	-0,060	-0,093	-0,070	-0,036	-0,040	-0,088	-0,392*	-0,171	-0,115	-0,091	-0,201*	-0,143	0,165	0,009	1,000

Příloha 5. Výsledky analýzy granulometrie a obsahu organického materiálu

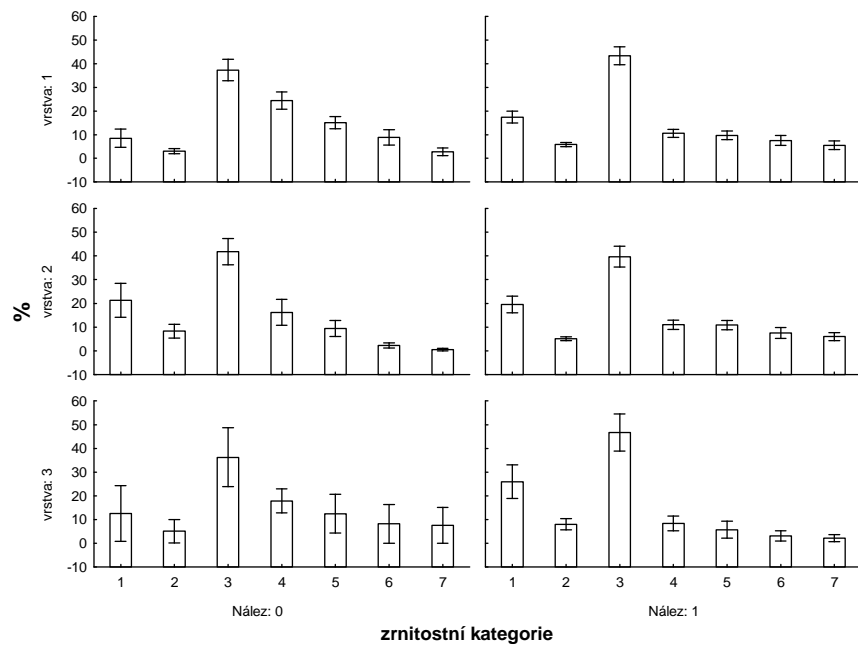
Čísla 1 až 7 u zrnitostní kategorie udávají velikost frakce; 1 = nejjemnější, 7= nejhrubší. Všechny zrnitostní kategorie jsou vyspány v kapitole 4.2.1.2.



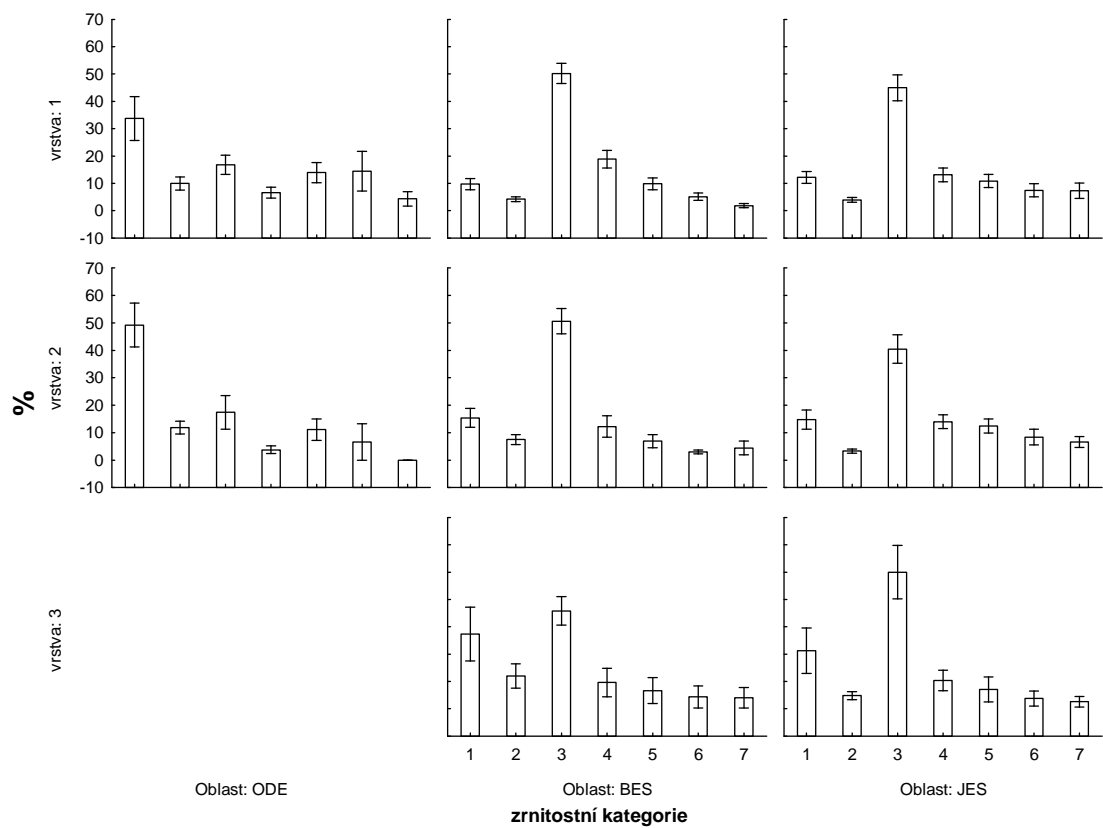
Graf 1 Podíl jednotlivých zrnitostních kategorií ve vzorku



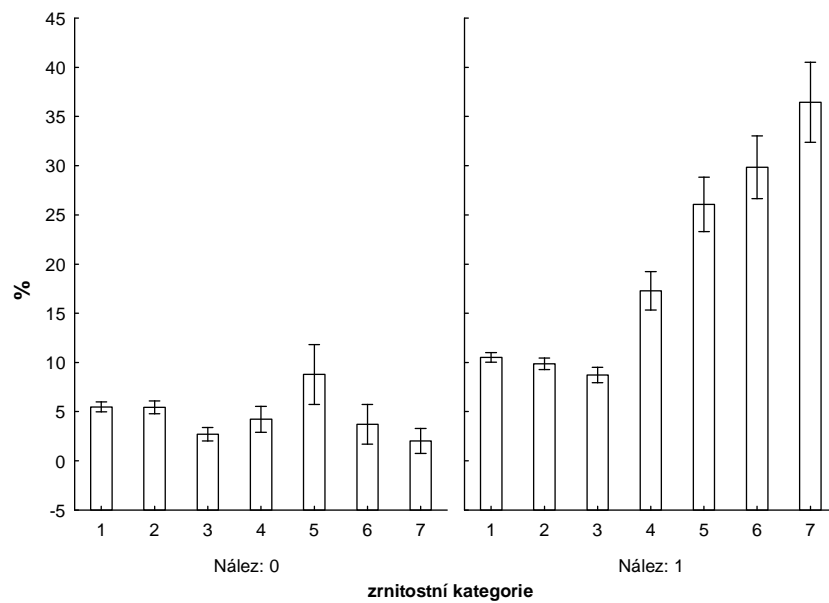
Graf 2 Podíl zrnitostních frakcí ve vzorcích sedimentu



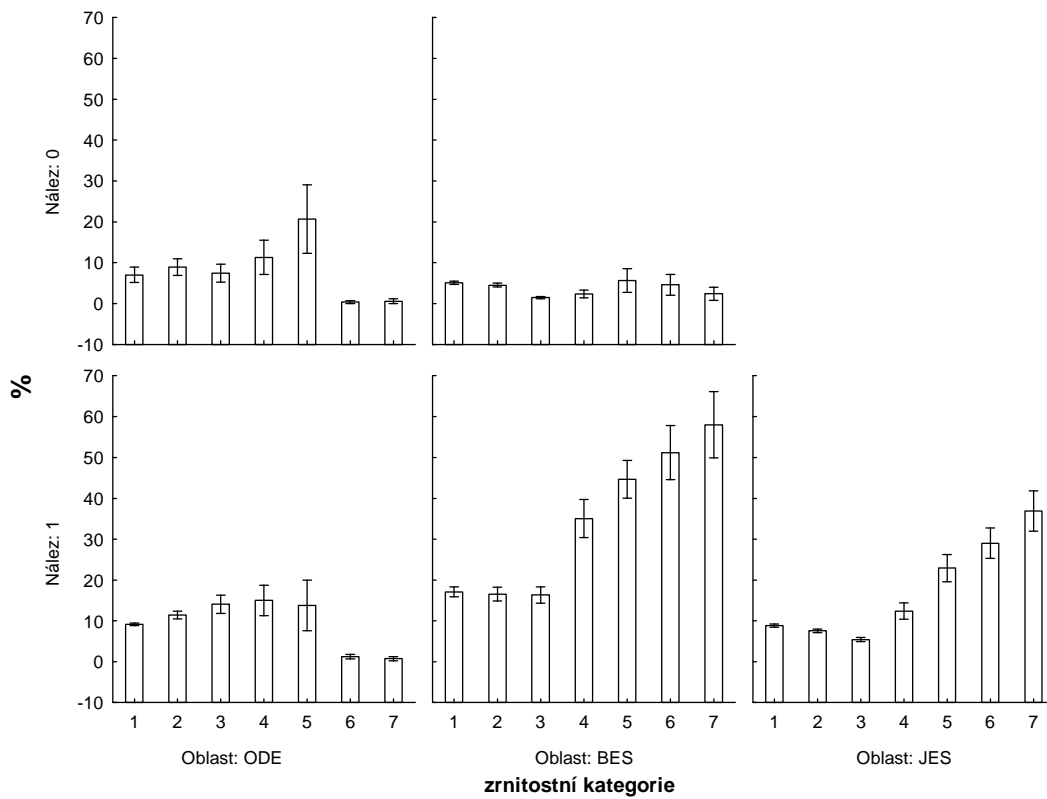
Graf 3 Podíl zrnitostních frakcí ve vzorcích sedimentu



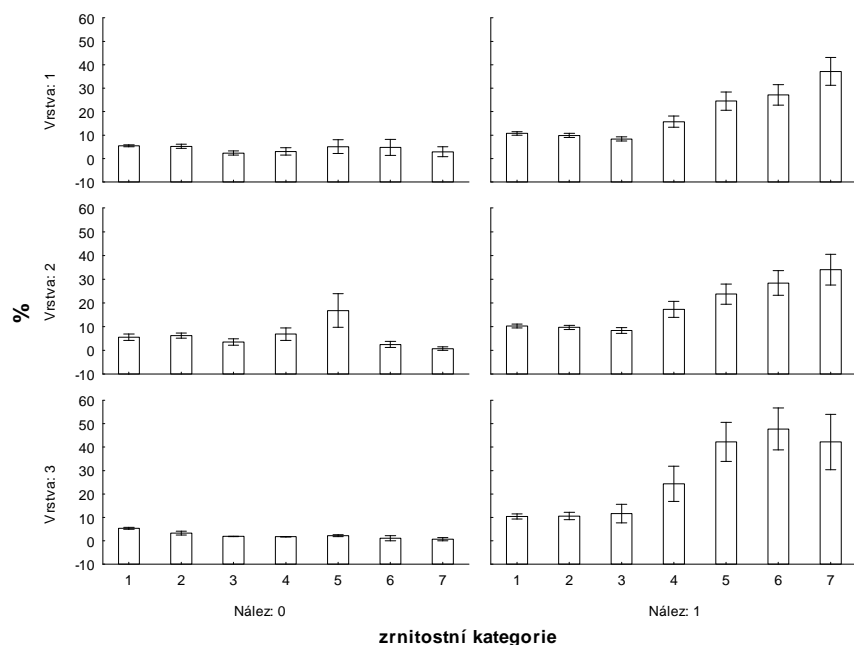
Graf 4 Podíl zrnitostních frakcí ve vzorcích sedimentu



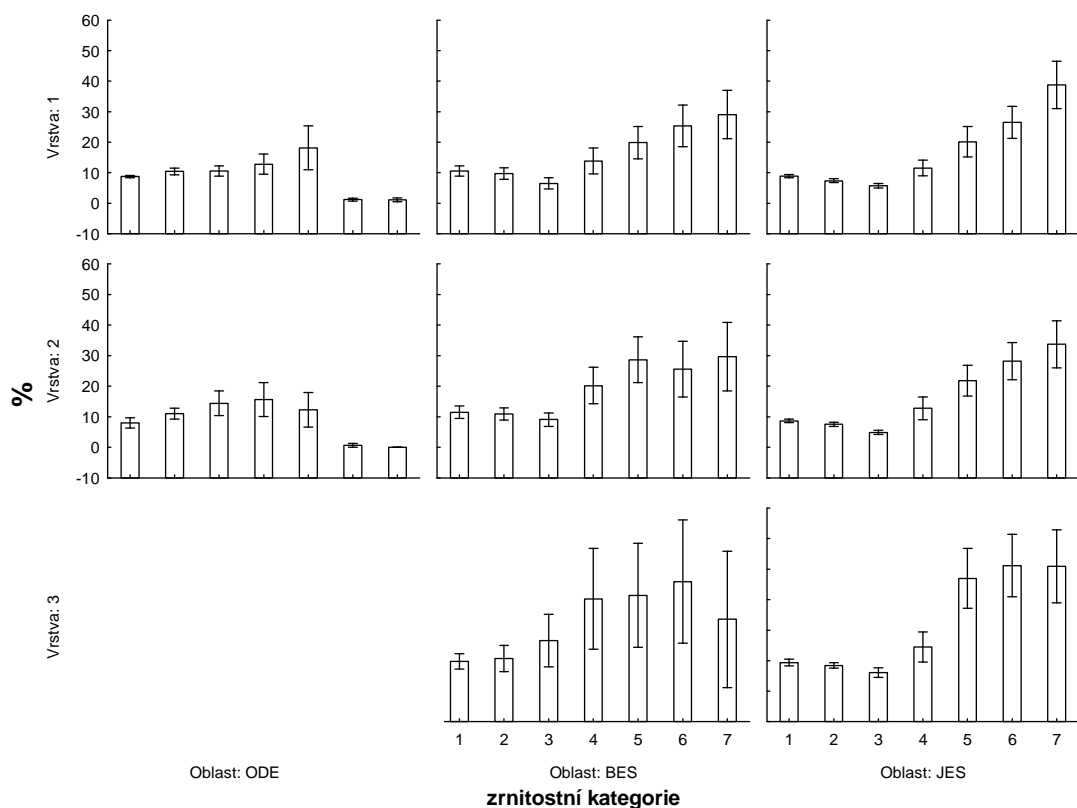
Graf 5 Podíl množství OM v jednotlivých zrnitostních frakcích sedimentu



Graf 6 Podíl množství OM v jednotlivých zrnitostních frakcích sedimentu



Graf 7 Podíl množství OM v jednotlivých zrnitostních frakcích sedimentu



Graf 8 Podíl množství OM v jednotlivých zrnitostních frakcích sedimentu