

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie

Možnosti výskytu velevruba tupého (*Unio crassus*) v řece Chrudimce

Diplomová práce

vedoucí práce: Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

diplomant: Michaela Černá

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Michaela Černá

Ochrana přírody

Název práce

Možnosti výskytu velevruba tupého (*Unio crassus*) v řece Chrudimce

Název anglicky

Possibilities of Thick -shelled river mussel (*Unio crassus*) occurrence in Chrudimka river

Cíle práce

ověřit reálný a potenciální výskyt velerubů v řece Chrudimce

Metodika

rešeršní práce na téma výskytu významných druhů organismů v řece Chrudimce v úseku Trhová Kamenice-Klokočov se zřetelem na mlže a ryby.

vyhodnocení stávajících dat o chemismu tohoto toku a jeho přítoků

vymapování stávajících a potenciálních zdrojů znečištění

vymapování morfologického stavu koryta řeky

účast na mapování výskytu velkých mlžů

Zhodnocení možnosti existence populací velevrubů vzhledem k jejich nárokům na prostředí

Doporučený rozsah práce

60 stran

Klíčová slova

velerub, mlži, Chrudimka, Železné hory, Žďárské vrchy

Doporučené zdroje informací

Douda, K., Beran, L.(2009): Ochrana velevruba tupého v České republice. Ochrana přírody 2009/2. s. 16-19.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2014

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 21. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Michala Bílého Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze 22. 4. 2015

.....

Poděkování

Tímto bych chtěla velmi poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Mgr. Michalovi Bílému Ph.D., nejen za odborné rady a konzultace, ale i pomoc při práci v terénu. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Ondřejovi Simonovi za konzultace a nápady, jak tuto práci zpracovávat, Vojtěchu Vorlovi, za jeho konstruktivní kritiku a závěrem i své rodině, která mi poskytovala pozitivní energii.

Abstrakt

Početnost velkých sladkovodních mlžů čeledi Unionidae v Evropě vykazuje během posledních desetiletí klesající tendence. Zástupcem této čeledi je i velevrub tupý (*Unio crassus*), ohrožený druh, kterému byla dosud věnována ve srovnání s perlorodkou říční malá pozornost. Tato studie zkoumá možnost výskytu velevruba tupého na středním toku Chrudimky, kde byl v roce 2013 nalezen jedinec tohoto druhu, který zde nebyl v minulosti potvrzen. Byl proveden terénní odhad vhodnosti morfologie toku a analýza chemických parametrů. Některé lokality byly prohledány, ale výskyt velevruba se nepodařilo potvrdit. Chemismus vody zřejmě není vyhovující, zejména díky nízkým koncentracím vápníku. Ostatní chemické parametry hraničí s možností výskytu velevruba, nejpříznivější jakost vody je v okolí zmíněného nálezu. Případná populace velevruba tupého na středním toku Chrudimky má pravděpodobně nízkou hustotu.

klíčová slova: velevrub, mlži, Chrudimka, Železné hory, Žďárské vrchy

Abstract

The abundance of big freshwater bivalves of the family Unionidae in Europe has decreasing trends in last decades. Thick shelled river mussel (*Unio crassus*), an endangered representative of this family, received only a minor attention compared to freshwater pearl mussel. The present thesis studies the possible occurrence of thick shelled river mussel in middle reaches of Chrudimka, where a single individual of this species was found in 2013. Until that, there were no confirmed observations. We have performed a field research of the flow morphology and an analysis of chemical properties. Certain localities were searched for mussels, but thick shelled river mussel was not found. The chemical properties of water are probably not suitable, mainly due to low concentrations of calcium. Other chemical parameters are boundary with respect to possible occurrence of thick shelled river mussel. The highest quality of water was observed in surroundings of the site where the single individual was found. The possible population of thick shelled mussel in middle reaches of Chrudimka is expected to have low density.

keywords: thick shelled river mussel, bivalves, Chrudimka river, Železné hory, Žďárské vrchy

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce	10
3	Literární přehled.....	11
3.1	Velevrub tupý (<i>Unio crassus</i>)	11
3.2	Životní cyklus.....	11
3.3	Rozšíření.....	11
3.4	Faktory ovlivňující cyklus velevruba tupého	12
3.4.1	Biotické interakce.....	12
3.4.2	Abiotické podmínky.....	13
3.5	Ohrožení a ochrana velevruba	14
3.6	Velevrub tupý v České republice	15
3.6.1	Zaznamenané výskyty.....	15
3.6.2	Výskyt velkých mlžů v povodí Labe s důrazem na řeku Chrudimku ..	16
4	Charakteristika monitorovaného území	18
4.1	Základní charakteristika řeky	18
4.2	Zájmový úsek	18
4.2.1	Zdroje znečištění	18
4.2.2	Biota	19
4.2.3	Kvalita vody v toku Chrudimky.....	20
5	METODIKA	21
5.1	Mapování morfologického stavu koryta řeky.....	21
5.2	Odhad vhodnosti úseků s ohledem na nároky velevruba	22
5.3	Mapové výstupy	23
5.4	Vlastní hledání mlžů s důrazem na velevruba tupého	23
5.5	Vyhodnocení kvality vody Chrudimky a jejích přítoků	24
5.5.1	Vyhodnocení trendu chemismu z uplynulých let.....	24

5.5.2	Historická data	25
5.5.3	Jednorázový screening konduktivity v hlavním toku a přítocích	26
6	VÝSLEDKY	27
6.1	Mapování morfologických parametrů Chrudimky	27
6.1.1	Hloubka toku	27
6.2	Proudění	27
6.3	Typ dna	28
6.4	Příčné objekty na toku	28
6.5	Souhrn morfologických charakteristik	29
6.6	Mapování distribuce mlžů	31
6.6.1	Nález velevruba tupého	31
6.6.2	Mapování výskytu mlžů	31
6.7	Chemismus vody	32
6.7.1	Data Povodí Labe	32
6.7.2	Historická data	39
6.7.3	Konduktivita Chrudimky a přítoků	39
7	DISKUZE	41
7.1	Morfologie toku a biotické interakce	41
7.2	Chemismus toku	41
7.3	Výskyt mlžů	43
8	ZÁVĚR	46
9	LITERATURA	47
10	Přílohy	52
10.1	Seznam příloh	52

1 Úvod

Během posledních třech dekad stoupl vědecký zájem o studium ekologie a ochranu sladkovodních mlžů, a to především s důrazem na čeleď Unionidae (velevrubovití), (Lopes-Lima et al. 2014a), jejichž početnost vykazuje klesající tendence (Geist 2010). Jedním z důvodů úbytku populací jsou umělé zásahy do vodních ekosystémů, které mají za následek úbytek druhů a změnu druhového složení (Galbraith, Spooner a Vaughn 2010). Neméně důležitými příčinami negativně ovlivňujícími nejen mlže, jsou i zavádění nepůvodních druhů, nadměrné využívání vodních ekosystémů, dále přímé a nepřímé znečišťování těchto ekosystémů a změny klimatu (Lopes-Lima et al. 2014a).

Jedním z nejohroženějších zástupců této čeledi je i velevrub tupý (*Unio crassus*, Phillipsson 1788). Doposud nebyla tomuto tzv. „velkému mlži“ věnována náležitá pozornost ve srovnání s perlorodkou říční (*Margaritifera margaritifera*), pro kterou existuje v České republice i záchranný program. Abychom mohli účinně chránit velevrubu tupého, je třeba dostatečně znát jeho nároky na prostředí, především na morfologii a chemismus toku, dále pak znát jeho vztahy s biotou, jelikož je na ní úzce závislý. Jedná se tedy o komplexní a velmi rozsáhlou problematiku.

Tato práce se zabývá možným výskytem velevrubu tupého ve střední části Chrudimky (od vodní nádrže Seč až po obec Vítanov u Hlinska) s důrazem na chemismus a morfologii toku. Podnětem k této práci byl nález čerstvě uhynulého jedince velevrubu tupého pracovníky Povodí Labe v listopadu 2013. Je pravděpodobné, že se tak v toku, náhonech, či větších přítocích nalézají další jedinci velevrubu tupého. Práce se nesoustředí pouze na možný výskyt tohoto druhu, ale i na jakékoliv další druhy velkých mlžů. Pro úsek řeky sledovaný v této práci existují jen částečné zprávy o výskytech velkých mlžů.

2 Cíle práce

Cílem této práce bylo ověřit reálný a potenciální výskyt velevruba tupého, popř. i jiných velkých mlžů na středním toku Chrudimky.

Součástí studie bylo vymapování morfologického stavu koryta řeky s cílem stanovit úseky vhodné pro velké mlže. Dále byla vyhodnocena stávající data o chemismu tohoto toku a jeho přítoků a odhadnuty stávající a potenciální zdroje znečištění. Na základě takto získaných údajů a nároků velevruba na prostředí byla zhodnocena možnost existence populací velevrubů.

3 Literární přehled

3.1 Velevrub tupý (*Unio crassus*)

Velevrub tupý (*Unio crassus*, Phillipsson 1788) je druh sladkovodního mlže patřící do skupiny tzv. velkých mlžů čeledi Unionidae (velevrubovití). Vyskytuje se především ve středních a horních úsecích čistých, rychle proudících nížinných až podhorských potoků a řek s mělkým písечно - štěrkovým až písечným dnem (Hus et al. 2006). Díky vysoké citlivosti na znečištění řek je velevrub tupý řazen mezi tzv. bioindikátory, neboli ukazatele kvality vody stanovišť, které obývá (Sládeček 1973 in Hus et al. 2006).

3.2 Životní cyklus

Životní cyklus velevruba tupého začíná během jarních a letních měsíců vypuštěním glochidií (tj. larvy velkých vodních mlžů) oplodněnou samicí (Hochwald a Bauer 1990). Vypouštění glochidií nemusí být nahodilé. Vicentini (2005), který se zabýval tzv. tryskajícím chováním (spurting behavior) oplodněných samic, vysvětluje toto chování jako nástroj k přilákání potenciálního hostitele usnadňující tak infestaci ryb glochidiemi. Počet uvolněných glochidií se pohybuje okolo 100 000. Po vypuštění jsou glochidie pasivně unášeny proudem, dokud se nestřetnou s rybím hostitelem, na kterém se uchytlí, a dočasně se tak stanou parazitem, živícím se lymfou hostitele (Hochwald a Bauer 1990). Za nejvhodnější místo pro vývoj glochidií jsou považovány žábry, kvůli dostatečnému prokrvení (Hochwald 1997 in Tauber, Gum a Geist 2012). V této podobě se vyvíjí přibližně jeden až dva měsíce, než dospějí v mladé mlže a oddělí se od ryby. Jeden až tři roky se dále vyvíjí a rostou v substrátu koryta řeky. Po tomto období se dostávají na povrch substrátu, kde se stávají pasivními filtrátory detritu (Hochwald a Bauer 1990). Velevrub tupý se v průměru dožívá 10 – 15 let, v méně úživných tocích lze nalézt jedince staré až 50 let (Beran 2000).

3.3 Rozšíření

Přirozený areál výskytu velevruba tupého obsahuje celou Evropu od Pyrenejského poloostrova k Uralu. Z mimoevropských zemí je pravděpodobný výskyt velevruba tupého v Turecku, Gruzii, Arménii, Iráku, západní části Ruska a na východní hranici Ruska s Čínou (IUCN 2015). Původně kontinuální rozšíření velevruba tupého je díky klesající tendenci v současné době velmi roztržštěné (Lopes-Lima et al. 2014b).

Ještě na přelomu 19. a 20. století se přitom jednalo o velmi hojný druh čeledi Unionidae, jak na území Čech (Uličný 1892 - 1895), tak v celé Evropě (Hochwald a Bauer 1990). V současnosti je velevrub tupý uveden v tzv. Červeném seznamu IUCN jako téměř ohrožený druh a je uveden v přílohách II. a IV. směrnice ES o stanovištích 92/43/EHS (IUCN 2015 a Směrnice rady 92/43/EHS 1992). V České republice je velevrub tupý zařazen v Červeném seznamu v kategorii ohrožený a ve vyhlášce 395/1992 zákona 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny jako silně ohrožený druh (zákon 114/1992 Sb.). Spolu s perlorodkou říční (*Margaritifera margaritifera*) je velevrub tupý nejohroženějším velkým mlžem Evropy a je zařazen mezi patnáct klíčových taxonů v Evropském programu pro sladké vody (Douda a Beran 2009).

3.4 Faktory ovlivňující cyklus velevruba tupého

Jak již bylo zmíněno výše, životní cyklus velevruba tupého je velmi složitý s mnoha citlivými fázemi, které mohou skončit neúspěchem. Velevrub tupý je náročný jak na biotické interakce, tak abiotické podmínky. Úbytek a zmenšování populací tohoto mlže je pak způsoben přímými i nepřímými zásahy a změnami jeho životních podmínek.

3.4.1 Biotické interakce

Část svého životního cyklu se velevrub tupý vyvíjí na rybím hostiteli. Na rozdíl od perlorodky říční, která je striktně vázána pravděpodobně pouze na dva vhodné hostitele (pstruh obecný a losos atlantský), je rozsah vhodných hostitelů pro velevruba tupého širší, čemuž odpovídá rozsáhlejší areál výskytu (Taubert et al. 2010). Podle studií zabývajících se vztahem velevrub - ryba ve smyslu parazit - hostitel (Douda et al. 2014, Taubert et al. 2012 a Taubert, Gum a Geist 2012) jsou za nejvhodnější rybí hostitele všeobecně považováni jelec tloušť (*Squalius cephalus*) a střevele potoční (*Phoxinus phoxinus*), za méně vhodné pak perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*) a okoun říční (*Perca fluviatilis*), i když napříč studiemi se názory na méně vhodné druhy liší. Za nevhodné hostitele jsou naopak považováni např. jeseter malý (*Acipenser ruthenus*) či plotice obecná (*Rutilus rutilus*) (Taubert et al. 2012, Douda et al. 2012). Míru vhodnosti rybích hostitelů však nelze jednoduše zobecnit. Douda et al. (2014) uvádí rozdíly v míře infestace mezi jednotlivými populacemi velevruba tupého a rybami pokládány za velmi vhodné hostitele, a to až o několik desítek procent. Pokud jde o vhodnost populací

ryb z různých odběrných míst, ukázaly se ryby ze všech lokalit jako podobně kompatibilní hostitelé.

Vhodná skladba rybí populace je jedním z klíčových faktorů zachování či obnovy výskytu velevruba tupého. Bohužel, dva nevhodnější hostitelé, jelec tloušť a střevle potoční, jsou považovány za tzv. hospodářsky méně významné druhy, a jsou tak cíleně odstraňovány z vodních ekosystémů, aby uvolnily místo druhům významnějším, jako je například pstruh obecný (Taubert, Gum a Geist 2012). Díky umělým zásahům do přirozených rybích populací (odstranění primárních rybích hostitelů) je narušen těsný vztah mezi mlžem a rybou, což může vést až ke spoluvymření (co-extinction) takto propojených druhů (Douda et al. 2012). Dalšími faktory ovlivňujícími biotické interakce jsou znečištění vodních ekosystémů a změna biotopů, díky nimž dochází ke změnám v ichtyofauně, což nepřímo ovlivňuje i velevruba tupého (Zelter a Jueg 2007).

3.4.2 Abiotické podmínky

Důležitými parametry životního prostředí pro velevruba jsou charakter dna a jakost vody. Velevrub tupý preferuje stabilní písčino – štěrkový až písčný substrát, vyhýbá se bahnitým úsekům se stojatou a hlubokou vodou (Johnson a Brown 2000).

Změna chemismu vody může mít pro mlže fatální následky. Za posledních několik desetiletí se vlivem antropogenní činnosti ve většině evropských vodních tocích změnil chemismus vody, a tím i její jakost. Hodně diskutovaná je v současnosti například koncentrace N-NO₃ (Zelter a Jueg 2007 Douda 2010, Denic et al. 2014). Zelter a Jueg (2007) a Denic et al. (2014) uvádí jako vhodnou hodnotu N-NO₃, při které jsou velevrubi tupí schopni jak přežít, tak rozmnožování, koncentraci pod 2 (2,5) mg/l. Bohužel, tyto podmínky většina toků nespĺňuje, a i když jsou velevrubi tupí schopni přežít i při vyšších koncentracích N-NO₃ (přibližně do 10 mg/l), nerozmnožují se, a navíc klesá i jejich průměrný věk dožití. Přímý účinek N-NO₃ na velevruba tupého však nebyl prokázán (Zelter a Jueg 2007). Jiné sloučeniny dusíku – dusitanový dusík (N-NO₂) a amoniak v iontové formě (NH₄), které se mohou transformovat z dusičnanu (Burgin a Hamilton 2007), byly sledovány v dalších pracích (Denic et al. 2014 a Hus et al. 2005). V obou studiích byly tyto hodnoty zjištěny vyšší u toků s přítomností velevruba tupého. Letální hranice těchto hodnot nebyly ani v jedné z obou prací sledovány. Chronická koncentrace amoniakálního

dusíku pro velké mlže byla hledána v práci Augspurgera et al. (2003), kdy tako koncentrace byla odhadnuta v intervalu 0,3 – 1 mg/l, při pH 8. Toxicita amoniaku závisí právě na hodnotě pH a také na teplotě. (Hartman et al. 1988).

Výzkum koncentrace fosfátu (Denic et al. 2014) nepotvrdil korelaci mezi tímto faktorem a výskytem juvenilních jedinců. Na rozdíl od něj Hus et al. (2006) zjistili vyšší koncentraci fosfátů a také BSK₅ v místech s nálezem velevruba tupého. Velevrub tupý zřejmě preferuje vody mírně bohatší na živiny.

Z těžkých kovů bylo jako nejtoxičtější pro velevruba tupého i další zástupce Unionidae prokázáno Cd – kadmium (Hus et al. 2006 a Loayza-Muro a Elias-Letts 2007). Kadmium, ale i ostatní těžké kovy, jako například měď a zinek, snižují míru filtrace (Loayza-Muro a Elias-Letts 2007).

Dalšími důležitými veličinami jsou pH, konduktivita vody a obsah rozpuštěného kyslíku. Hus et al. (2006), který studoval výskyt velevruba tupého v závislosti na chemismu vody v polských Karpatách, zjistil, že velevrub tupý preferuje mírně zvýšené pH a mírně zvýšenou elektrolytickou konduktivitu v porovnání s místy bez nálezu tohoto mlže. Podobné výsledky byly zjištěny i u dalších druhů čeledi Unionidae (Johnson a Brown 2000). Výskyt velevruba je vázán na místa s vyššími hodnotami rozpuštěného kyslíku (Douda 2007).

Změny klimatu v kombinaci s vodohospodářskými úpravami mohou výrazně zvyšovat teplotu vody. V některých úsecích regulované řeky se tak vytváří „bazény“ s teplotou vody až kolem čtyřiceti stupňů Celsia. Takto změněné podmínky vedou k vyšší úmrtnosti méně tolerantních druhů, včetně zástupců čeledi Unionidae (Galbraith, Spooner a Vaughn 2010).

3.5 Ohrožení a ochrana velevruba

Ve většině evropských zemí je velevrub tupý zařazen v národních legislativách jako ohrožený druh. Například v Německu, ve spolkové zemi Meklenbursko – Přední Pomořansko, která je považovaná za území s nejhojnějším výskytem velevruba tupého, se populace tohoto mlže snížila až o 90% během posledních několika desetiletí (Zelter a Jueg 2007). Přítomnost velevruba tupého v tekoucích řekách je přitom velmi žádoucí. Velevrub tupý, stejně jako další filtrující mlži, přispívá k degradaci specifických polutantů. Jejich přítomnost zároveň vypovídá i o zdraví a

stavu celého vodního ekosystému – přítomnosti přirozeného rybního společenstva a čistotě vody. Tyto vlastnosti mu dávají význam deštníkového druhu (Douda a Beran 2009).

Přístup k ochraně velevruba tupého musí být komplexní a individuální, jelikož i příčiny vedoucí ke snižování stavu tohoto mlže jsou vzájemně propojené. Díky složitému vývojovému cyklu nelze managementová opatření zjednodušovat. Je zapotřebí znát maximum informací o nárocích velevruba na prostředí, ve kterém žije a o interakcích s jinými druhy, které jsou pro velevruba důležité. Jedině tak mohou být ochranná opatření účinná (Taubert et al. 2012).

3.6 Velevrub tupý v České republice

3.6.1 Zaznamenané výskyty

Velevrub tupý je v České republice předmětem ochrany pouze v evropsky významných lokalitách – EVL soustavy NATURA 2000. Celkem je v ČR 13 EVL, jejichž je předmětem ochrany, a to: Vlašimská Blanice, Dolní Sázava, Lánská obora, Lužnice a Nežárka, Ohře, Bystřice, Javorka a Cidlina – Sběh, Lukavecký potok, Řeka Rokytá, Soutok – Podluží, Bečva – Žebračka, Beskydy a Poodří (Bílek a Beran 2013). Početnost a stabilita populací se mezi jednotlivými lokalitami liší, i když nijak výrazně. Například v Blanici se jedná o ojedinělý výskyt, tedy o hustotu čítající méně než jednoho jedince na m² (Beran 2006). Stejně tak v Lužnici jsou nálezy počítány na jednotlivé kusy (Beran, 2012), přestože ještě na přelomu 19. a 20. století byla Lužnice považována za řeku bohatou na výskyt tohoto mlže (Uličný 1892 – 1895). Dlouhou dobu převládalo mínění, že výše uvedené lokality jsou jedinými místy s výskytem velevruba. V posledních letech jsou však zaznamenávány výskyty velevruba tupého i na jiných lokalitách, než výše zmíněných, ačkoliv se zřejmě jedná o zbytkové populace (obr. 1). Nově zaznamenanou lokalitou s výskytem tohoto mlže je například náhon Úhlavy v Plzni. Právě výskyt v Úhlavě je zajímavý tím, že výskyt velevruba tupého v této řece nebyl do této doby znám (Bílek a Beran 2013).

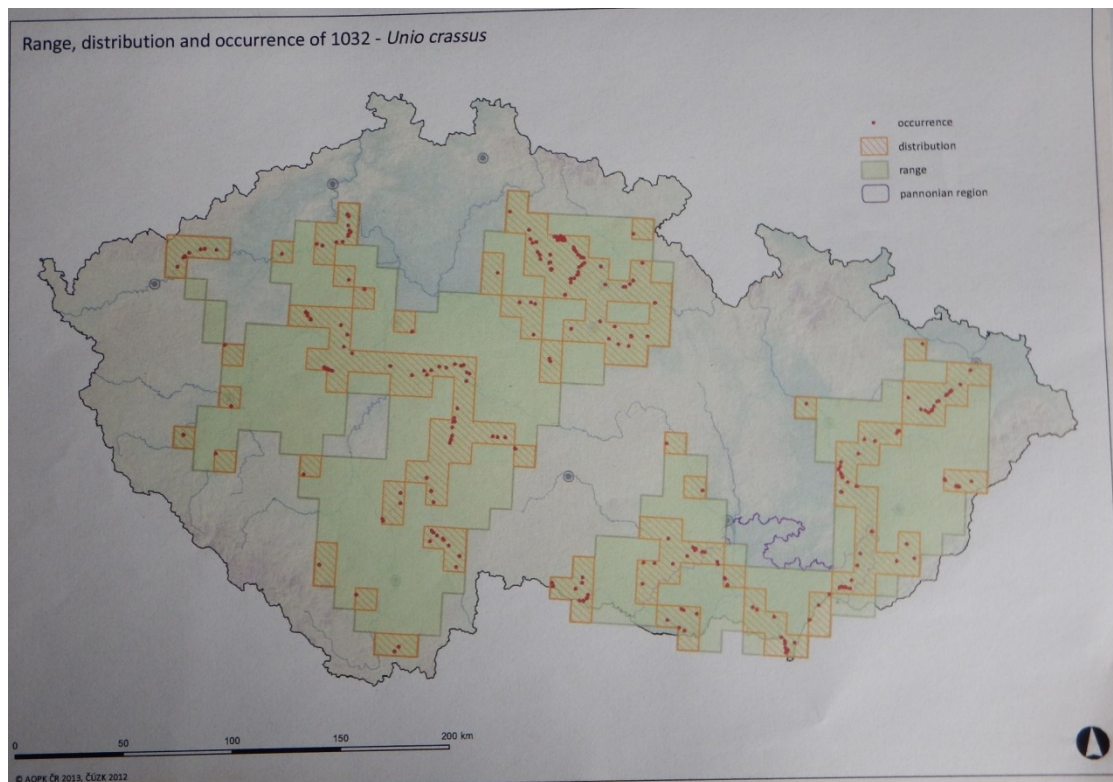
V porovnání s výskytem velevruba tupého na konci 19. století se dnes jedná o výrazně ohrožený druh, sestávající se z fragmentovaných populací. Uličný (1892 – 1895) píše o velevrubovi tupém (dříve lat. název *Unio batavus*) jako o mlži velmi hojném, obývajícím všechny naše významné toky včetně Labe a Vltavy. Dnes je tento druh považován v obou řekách za vyhynulý (Beran 2005 a Beran 2007).

3.6.2 Výskyt velkých mlžů v povodí Labe s důrazem na řeku Chrudimku

V současnosti je v povodí Labe známo několik lokalit s prokázaným výskytem velevruba tupého. Jedná se například o Lukavecký potok či Klíčavu, které jsou považovány za drobné toky, až po větší řeky jako je Ohře, Sázava či Lužnice nad Nežárkou (Douda a Beran 2009). Z ostatních velkých mlžů se v povodí Labe, v úseku Pardubice až Hřensko, vyskytují druhy velevrub nadmutý (*Unio tumidus*), velevrub malířský (*Unio pictorum*), škeble rybníčná (*Anodonta cygnea*), škeble říční (*Anodonta anatina*) a škeble plochá (*Pseudanodonta complanata*) (Beran 2005).

Na Chrudimce jsou historicky doloženi velcí mlži jako velevruba nadmutý, škeble říční (*Anodonta piscinalis*) a škeblička plochá (*Anodonta complanata*), (Uličný 1892 – 1895). V současnosti se ve střední a horní části Chrudimky potvrdil pouze výskyt škeble říční u Trhové Kamenice (Drvotová et al. 2008).

Starší záznamy o velevrubovi tupém ve střední a horní části Chrudimky nejsou známy. Ve spodní části toku, nedaleko ústí Chrudimky do Labe však záznamy o výskytu velevruba tupého jsou (obr. 1). Historický výskyt velevruba tupého v okolí Chrudimky, i když značně nepřesně, je zmíněn v knize od Vepřeka (1906), který píše: „V proudných vodách našich potoků na vysočině obývá velevrub tupý (*Unio Batavus*) velmi hojně, takže v některých zátočinách, kde prudký je proud, dno jimi je téměř vydlážděno.“



obr. 1: distribuce velevruba tupého v ČR, zdroj: AOPK ČR, NDOP 2013

4 Charakteristika monitorovaného území

4.1 Základní charakteristika řeky

Prameniště řeky Chrudimky sestává z několika pramenů mezi obcemi Dědová a osadou Ovčín u Filipova v Českomoravské vrchovině v nadmořské výšce 680 m. n. m. Délka toku čítá 106 km, během kterých prochází dvěma velkoplošnými zvláště chráněnými územími, CHKO Žďárské vrchy a CHKO Železné hory. Od pramene k Trhové Kamenici patří Chrudimka do chráněné oblasti přirozené akumulace vod – CHOPAV. Z větších obcí protéká Hlinskem, Trhovou Kamenicí, Nasavrkami, Slatiňanami a Pardubicemi, kde se vlévá jako levostranný přítok do Labe v nadmořské výšce 216 m. n. m. Plocha povodí činí 866 km², číslo povodí je 1 – 03 – 03 – 001/0 až 1 – 03 – 03 – 109/ 0. Na Chrudimce byly v průběhu 20. století vybudovány četné vodní nádrže. Celkem je zde 83 vodních ploch s velikostí nad 1 ha. Největší z nich jsou vodní nádrže Hamry, Seč a Křižanovice. Průměrný sklon Chrudimky činí 0,4 %. Expozice svahů povodí Chrudimky převládá severním směrem, i když převažující expoziční svahů samotné řeky by se dala označit za jižní až jihozápadní (HEIS – VÚV 2015). Chrudimka je součástí soustavy Českého masivu. Bezprostřední okolí řeky spadá po geologické stránce do kenozoika, tvořeného převládajícími nivními sedimenty (Česká geologická služba 2015).

4.2 Zájmový úsek

Tato práce je zaměřena na Chrudimku v úseku Vítanov – vodní nádrž Seč, proto další informace o Chrudimce a jejích zdrojích znečištění se budou týkat pouze tohoto úseku.

Ve sledovaném úseku vytváří Chrudimka četné meandry. V úsecích mimo obce je většinou nejbližší okolí Chrudimky obklopeno jehličnatými lesy (většinou se jedná o lesy zvláštního určení), zbytek nivy je tvořen zemědělskými plochami s přirozenou vegetací, loukami a pastvinami. V posledních letech navíc přibývají louky a pastviny na úkor orné půdy (Cenia 2015 in ArcGis 2015).

4.2.1 Zdroje znečištění

V současnosti je největším znečišťovatelem horního a středního toku Chrudimky obec Hlinsko, a to i přesto, že zde v roce 1992 byla dostavěna čistírna odpadních vod (Hruška a Kříž 1995), v nejbližších letech čeká tuto čistírnu rekonstrukce (Softender

2015). ČOV Hlinsko je jedinou čistírnou odpadních vod v tomto úseku (HEIS – VÚV 2015). Plánovaná ČOV byla i v Trhové Kamenici, z projektu však r. 2008 sešlo (Informační systém EIA 2015). Dalšími potenciálními zdroji znečištění jsou drobné obce podél toku, ale i rekreační střediska a chatové osady (Hruška a Kříž 1995).

V minulosti byla Chrudimka ekologicky problémovým tokem. V Hlinsku se nacházely významné zdroje znečištění jako textilní barevny a přádelny, koželužny, pivovar a ETA – elektro Praga, výrobce domácích spotřebičů. V ostatních obcích se jednalo o menší výrobny, jako je výroba vánočních ozdob v Horním Bradle, či Ozdoba V. D. S. v Trhové Kamenici (Hruška a Kříž 1995). Po stránce zemědělského využití od 90. let klesal podíl orné půdy ve prospěch trvalých travních porostů, omezil se počet hospodářských zvířat, množství používaných průmyslových hnojiv, to vše mělo vliv na zlepšení stavu povodí.

4.2.2 Biota

Celkově neexistuje mnoho literatury zabývající se biotou Chrudimky. Průzkumy zabývající se druhovým složením rybích společenstev v řece Chrudimce byly prováděny, v rámci sledované části řeky pro tuto práci, pouze v úseku Hlinsko – Trhová Kamenice v letech 2002 – 2013 správou CHKO Železné hory. Bylo zaznamenáno 15 druhů ryb a jeden druh mihule (tab. 1) (Švátora et al. 2013). Z velkých mlžů se v současnosti vyskytuje na středním toku Chrudimky pouze škeble říční, viz též kapitola 3.6.2 (Drvotová et al. 2008).

tab. 1: nalezené druhy ryb v úseku Hlinsko – Trhová Kamenice v letech 2002 - 2013

český název	vědecký název
mník jednovousý	<i>Lota lota</i>
jelec proudník	<i>Leuciscus leuciscus</i>
jelec jesen	<i>Leuciscus idus</i>
jelec tloušť	<i>Leuciscus cephalus</i>
mřenka mramorovaná	<i>Barbatula barbatula</i>
lín obecný	<i>Tinca tinca</i>
hrouzek obecný	<i>Gobio gobio</i>
sekavec	<i>Cobitis sp.</i>
úhoř obecný	<i>Anguilla anguilla</i>
plotice obecná	<i>Rutilus rutilus</i>
okoun říční	<i>Perca fluviatilis</i>
cejn velký	<i>Abramis brama</i>
pstruh duhový	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
ostrečka stěhovavá	<i>Chondrostoma nasus</i>

4.2.3 Kvalita vody v toku Chrudimky

Jakost vody Chrudimky v celé délce toku je zařazena do kategorie III., hodnocené jako znečištěná voda (Havránek et al. 2013). V 50. letech se nacházely v zájmovém úseku Vítanov – Seč tři kategorie z pěti, charakterizující čistotu toků a to II. – IV. kategorie (dobrá – pochybná čistota toků). Pod městem Hlinsko se jednalo o IV. kategorii, tedy pochybnou čistotu toků. Střední část úseku vykazovala čistotu III. kategorie - přípustná čistota toku. Pod obcí Horní Bradlo se již jednalo o kategorii II. - dobrá čistota toku (Státní vodohospodářský plán ČSR 1953).

Saprobni index Chrudimky v úseku Hlinsko – Stan měřený v 80. letech byl oligosaprobni až polysaprobni (Hruška a Kříž 1995). V Horním Bradle byly ve stejném období naměřeny sekundárně oligotrofní podmínky. Malé přítoky vykazovaly oligosaprobni až slabě betamezosaprobni podmínky. Hodnoty saprobniho indexu se od 80. let do roku 1995, dokdy jsou k dispozici data, snižují. Rozdíl je i mezi odběrnými místy. Hodnoty saprobniho indexu naměřené v 80. letech v Horním Bradle jsou vůči hodnotám z Hlinska poloviční. V současnosti je Chrudimka v části Blatno – Klokočov hodnocena jako polysaprobni. Průměrná hodnota SI (saprobniho indexu) v celém úseku za roky 2004 - 2014 se pohybuje okolo dvou bez větších výkyvů (data podniku Povodí Labe, s. p. 2015).

Hodnocení chemických parametrů z nedávné minulosti (z let 2004 – 2014) je jedním z předmětů této DP a je proto obsaženo kapitoly Výsledky.

5 METODIKA

5.1 Mapování morfologického stavu koryta řeky

Mapování zahrnovalo 28,5 km toku od konce vodní nádrže Seč - Klokočov k obci Vítanov (obr. 2). Tento úsek byl zvolen s ohledem na místo nálezu čerstvě uhynulého jedince velevruba tupého. Zmapování morfologického stavu koryta řeky probíhalo první červencový týden roku 2014.



obr. 2: situační mapa Chrudimky s vyznačeným sledovaným úsekem a profily pro sledování jakosti povrchových vod (Zdroj: podnik Povodí Labe, upraveno)

Zájmový úsek řeky byl postupně celý ve směru proti proudu procházen. Byly sledovány a zaznamenávány následující parametry, zvolené se zřetelem na habitatové preference velevruba tupého i velkých mlžů obecně:

a) přibližně každých 100 metrů

- šířka toku (m)
- hloubka toku:
 - A) do 30 cm
 - B) 30 – 60 cm
 - C) nad 60 cm

b) kontinuálně

- proudění (laminární, turbulentní, proměnlivé)
- typ dna:
 - I. písčítý / bahnitý
 - II. štěrko – písečný
 - III. písečno – štěrkový
 - IV. kamenitý

Navíc byla zaznamenávána přítomnost příčných objektů na řece, jako jsou jezy a splavy.

Dohromady bylo zmapováno 257 úseků o délce cca 100 m. Šířka a hloubka toku byly odhadovány. Pokud nebylo možné zařadit sledovanou charakteristiku do jediné kategorie, bylo zapsáno, na rozhraní kterých kategorií se nachází. Souřadnice jednotlivých bodů byly zaznamenány GPS přístrojem nebo podle mapy. Takto získaná data byla zpracovávána v prostředí ArcMap 10.2.

5.2 Odhad vhodnosti úseků s ohledem na nároky velevruba

Za nejdůležitější parametry morfologie toku byly vybrány typ dna, typ proudění a hloubka. Na základě poznatků z literatury byly hodnoty parametrů rozděleny do kategorií (viz výše), a následně obodovány body na stupnici jedna až tři, podle odhadovaných preferencí velevruba. Celkový odhad vhodnosti jednotlivých úseků

byl proveden sečtením bodových hodnocení jednotlivých parametrů. Výsledné hodnoty byly řazeny do několika kategorií (tab. 2).

tab. 2: přiřazení hodnot k jednotlivým charakteristikám dna v závislosti na vhodnosti/ nevhodnosti možného výskytu velkých mlžů a celkové zhodnocení vhodnosti toku

typ dna	bodové hodnocení
I - písčité	1
I - II	2
II - štěrko-písčité	3
II - III	3
III – písčito-štěrkové	3
III - IV	2
IV - kamenité	1
velmi proměnlivé	2
N - nezaznamenáno	0

hloubka	bodové hodnocení
A - do 30 cm	1,5
A/B	3
B - 30 - 60 cm	3
B/C	3
C - nad 60 cm	1,5

typ proudění	bodové hodnocení
L - laminární	1
L/T	2
T - turbulentní	3

Celkové body	vhodnost
3 - 4,5	nevhodné
5 - 6	méně vhodné
6,5 - 9	vhodné

5.3 Mapové výstupy

Z naměřených dat byly zpracovány dílčí mapové výstupy pro hloubku toku, typ dna a typ proudění, které následně posloužily pro komplexní mapový výstup zobrazující vhodné, méně vhodné a nevhodné potenciální lokality pro velevruba. Každé z dílčích map bylo proto přiřazeno bodové ohodnocení podle vhodnosti možného výskytu velevruba, potažmo jiných druhů velkých mlžů.

5.4 Vlastní hledání mlžů s důrazem na velevruba tupého

Na základě zpracovaných dat o morfologii Chrudimky byly vytipovány možné vhodné lokality pro hledání mlžů. V části řeky poblíž Klokočova bylo vybráno pro mapování více lokalit s ohledem na místo nálezu velevruba tupého, jelikož se předpokládala vyšší pravděpodobnost nálezu dalších jedinců tohoto druhu. Celkem bylo prohledáno 15 lokalit. Deset v úseku č. 1 (Klokočov – Vršov), dvě v úseku č. 2 (Vršov – Trhová Kamenice) a tři v úseku č. 3 (Trhová Kamenice – Vítanov) (Příloha 5).

Terénní práce s cílem vyhledat mlže v Chrudimce probíhaly v červnu (jedna návštěva) a v říjnu (dvě návštěvy) roku 2014, částečně během tzv. hydrologického sucha. V červnu byly prohledávány lokality třemi pracovníky přibližně šest hodin. Říjnové návštěvy pak byly uskutečněny vždy čtyřmi pracovníky, opět po šesti hodinách. Celkem bylo mapování mlžů v Chrudimce věnováno 66 hodin. K hledání mlžů byla použita metoda srovnatelného úsilí, při které se jednotlivé úseky procházely přibližně stejnou dobu. Dohromady bylo prohledáno patnáct částí o celkové délce čtyři km. To je přibližně 14 % z celkového úsek. Lokalizace prohledávaných částí je uvedena v Příloze 5. Pro efektivnější hledání byly použity zkliďňovače hladiny (AOPK ČR 2013). Mimo vlastního toku byly prohledány i náhony v Horním Bradle a nad Horním Bradlem a ústí větších potoků. Tyto však nebyly prohledávány na základě předchozího vytipování vhodných lokalit, ale pouze namátkově v září 2014 během měření konduktivity toku a přítoků, a nejsou tak zahrnuty v mapovém výstupu (Příloha 5) prohledávaných částí. Nebyla ani hodnocena morfologie těchto náhonů. Zaznamenání jedinci (živí i prázdné lastury) byli vyfotografováni a bylo zaznamenáno místo jejich nálezu. Pokud to bylo možné, dle zachovalosti schránek, byly nálezy změřeny a odhadnut dosažený věk podle přírůstových linií. Náhodné nálezy učiněné během mapování morfologie toku byly zahrnuty do výsledků také. Nálezy byly dále přiřazeny ke třem úsekům Chrudimky, a to: Klokočov – Vršov, Vršov – Trhová Kamenice, Trhová Kamenice – Vítanov. Tyto byly zvoleny s ohledem na umístění měrných chemických profilů. Předpokládalo se, že chemismus v rámci každého z těchto jednotlivých úseků se nebude výrazně měnit. Profil Blatno nebyl v tomto případě zahrnut, jelikož se nachází nad sledovanou oblastí.

5.5 Vyhodnocení kvality vody Chrudimky a jejích přítoků

5.5.1 Vyhodnocení trendu chemismu z uplynulých let

Data o chemismu vody z let 2004 – 2014 byla získána od Povodí Labe (podnik Povodí Labe s. p. 2015, nepublikováno). Zpracovávané charakteristiky jsou uvedeny v tab. 2. Získaná data pochází ze tří měrných profilů ve sledovaném úseku řeky a profilu Blatno, který leží nad Hlinskem, mimo zájmový úsek Chrudimky. Tento

profil byl do hodnocení zahrnut také, jelikož se očekává změna chemismu vody ovlivněná právě obcí Hlinsko.

Použité měrné profily pro sledování jakosti povrchových vod ve sledovaném úseku byly (též obr. 2) :

- Blatno (říční kilometr 89,63)
- Stan (ř. km 81)
- Horní Bradlo (ř. km 65)
- Klokočov (ř. km 56)

Některé údaje o chemismu vody uvedené v primárních datech nejsou do analýz zahrnuty, jiné jsou zpracovány pouze částečně zejména pro jejich neúplnost (tab. 3).

Zpracovaným výstupem o chemismu dat jsou grafy zaznamenávající průměrné hodnoty charakteristik jednotlivých profilů během jedenácti měřených let. Dále byla vytvořena spojnice trendu pro takto hodnocená data, která byla statisticky testována v programu R 3.1.0. Další zpracování dat se zaměřilo na průběh hodnot jednotlivých charakteristik během roku, výstupem tohoto zpracování jsou krabicové diagramy (Příloha 8).

5.5.2 Historická data

Dalšími zpracovávanými údaji o chemismu jsou historické údaje z let 1959 – 1961 a 1963 – 1964 z publikací o jakosti vody vypracovaných Výzkumným ústavem vodohospodářským – VÚV (Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., 1959 - 1963). V tomto případě jsou dostupná data pouze z jednoho až dvou měrných profilů (Vítanov – most a Horní Bradlo). Měření je pouze část parametrů v porovnání s daty z Povodí Labe, zřejmě kvůli nákladnosti některých analýz. Mezi lety 1965 – 1990 nebyly tyto profily VÚV měřeny a ani z jiných zdrojů (především podnikem Povodí Labe, s. p.) se nepodařilo zjistit, zda v těchto letech byl chemismus na zmíněných profilech nějakým subjektem měřen. Analyzovány tak byly pouze parametry BSK₅, N-NH₄, rozpuštěný kyslík (%) a vápník (tento parametr je pouze orientační, jelikož data pro něj pochází pouze ze čtvrtletních měření z jednoho roku).

5.5.3 Jednorázový screening konduktivity v hlavním toku a přítocích

Konduktivita Chrudimky, včetně přítoků, jakožto měřítko koncentrace rozpuštěných látek, byla jednorázově změřena v polovině září 2014. Voda v hlavním toku řeky však byla v této době vlivem předchozích dešťů zakalená a oproti běžnému stavu o něco zvednutá, díky srážkám v horním úseku povodí, což zejména u Chrudimky mohlo ovlivnit naměřené hodnoty. Aby byla eliminována možná chyba v interpretaci závěrů týkající se konduktivity na Chrudimce, která mohla vzniknout jednorázovým měřením konduktivity za výše uvedených podmínek, byla tato data následně porovnávána pouze s hodnotami z Povodí Labe naměřenými přibližně ve stejném období, tj. v září. Naopak u přítoků se nepředpokládalo takové ovlivnění konduktivity jako u Chrudimky, proto byly porovnávány s celoročními průměry konduktivity Chrudimky, opět měřenými Povodím Labe. Výsledné porovnání je znázorněno ve výstupu GIS (Příloha 1).

tab. 3: zpracovávané charakteristiky chemismu vody, včetně používaných zkratk

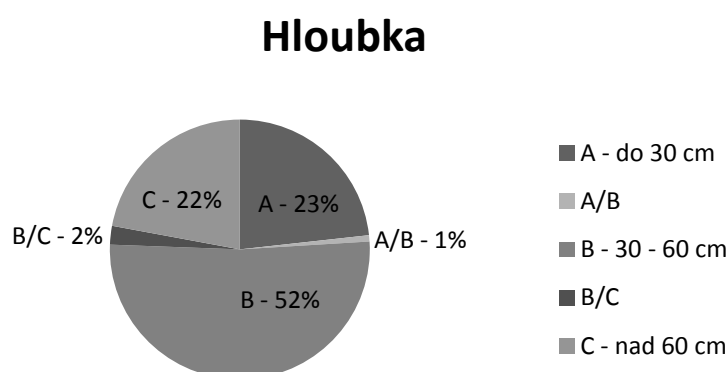
označení	celý název	jednotky	poznámka
% kyslík ter.	rozpuštěný kyslík	%	
vodivost 25	konduktivita	mS/m	
TOC	celkový organický uhlík	mg/l	u profilu Stan pouze data z r. 2012 - 14
DOC	rozpuštěný organický uhlík	mg/l	data z profilu stan CHYBÍ
BSK 5	biologická spotřeba kyslíku	mg/l	
N-NO2	dusitanový dusík	mg/l	
N-NH4	amoniakální dusík	mg/l	
N-NO3	dusičnanový dusík	mg/l	
P-PO4	fosforečný fosfor	mg/l	
P celk.F	celkový filtrovaný fosfor	mg/l	
Ca	vápník	mg/l	
Cu	měď	µg/l	pouze profil Horní Bradlo a Klokočov
Al	hliník	µg/l	
fek. koli	fekální koliformní bakterie	KTJ/1ml	data ze všech profilů pouze z let 2012 – 14

6 VÝSLEDKY

6.1 Mapování morfologických parametrů Chrudimky

6.1.1 Hloubka toku

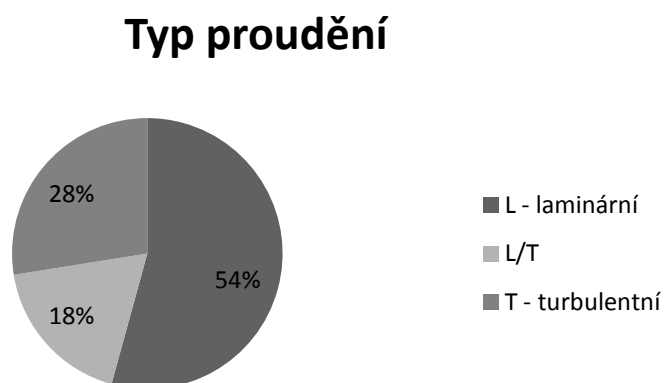
Ve sledovaném úseku Chrudimky převažovala hloubka v intervalu 30 – 60 cm. Tento interval, vhodný pro výskyt velevruba., tvoří více nežli polovinu hodnocených úseků. Úseky tohoto typu se s ostatními poměrně pravidelně střídají (Příloha 2).



obr. 3: procentuální zastoupení jednotlivých kategorií hloubky toku

6.2 Proudění

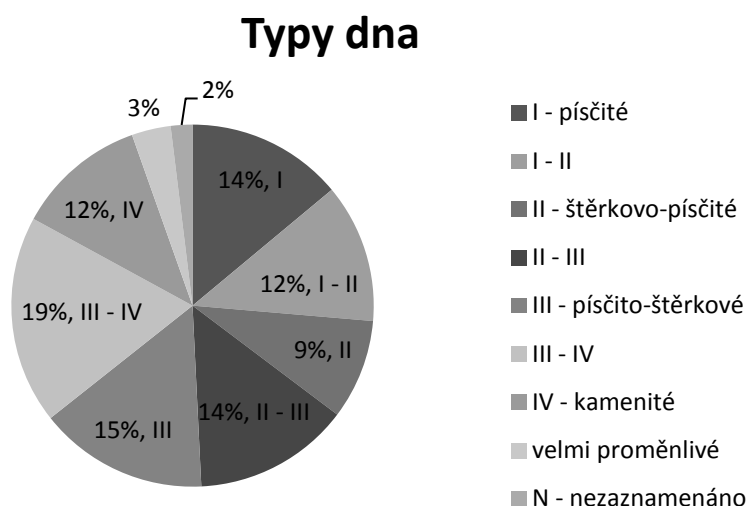
V toku převládá laminární proudění, které velevrubovi příliš nevyhovuje (Příloha 3). To je často zapříčiněno přítomností příčných staveb, jako jsou jezy a splavy.



obr. 4: procentuální zastoupení jednotlivých typů proudění toku

6.3 Typ dna

Obecně lze říci, že v Chrudimce není žádný typ dna dominantní. Dno je velmi proměnlivé, proto bylo mnoho úseků zařazeno na pomezí mezi dvěma kategoriemi. Pokud i přesto nebylo možné charakterizovat sledovaný úsek, byl zahrnut do kategorie „velmi proměnlivé“. Ve sledované části toku přibližně polovina úseků odpovídá typem dna stanovištním nárokům velevruba, tj. štěrko – písčitému a písčito – štěrkovému dnu. Nejvíce nevhodných úseků, písčito – bahnitých a kamenitých, pro výskyt mlžů se nachází v části toku kolem obce Vítanov směrem k Trhové Kamenici, tedy v nejvíce obydlené části s otevřenou zemědělskou krajinou (Příloha 4).



obr. 5: procentuální zastoupení jednotlivých typů dna

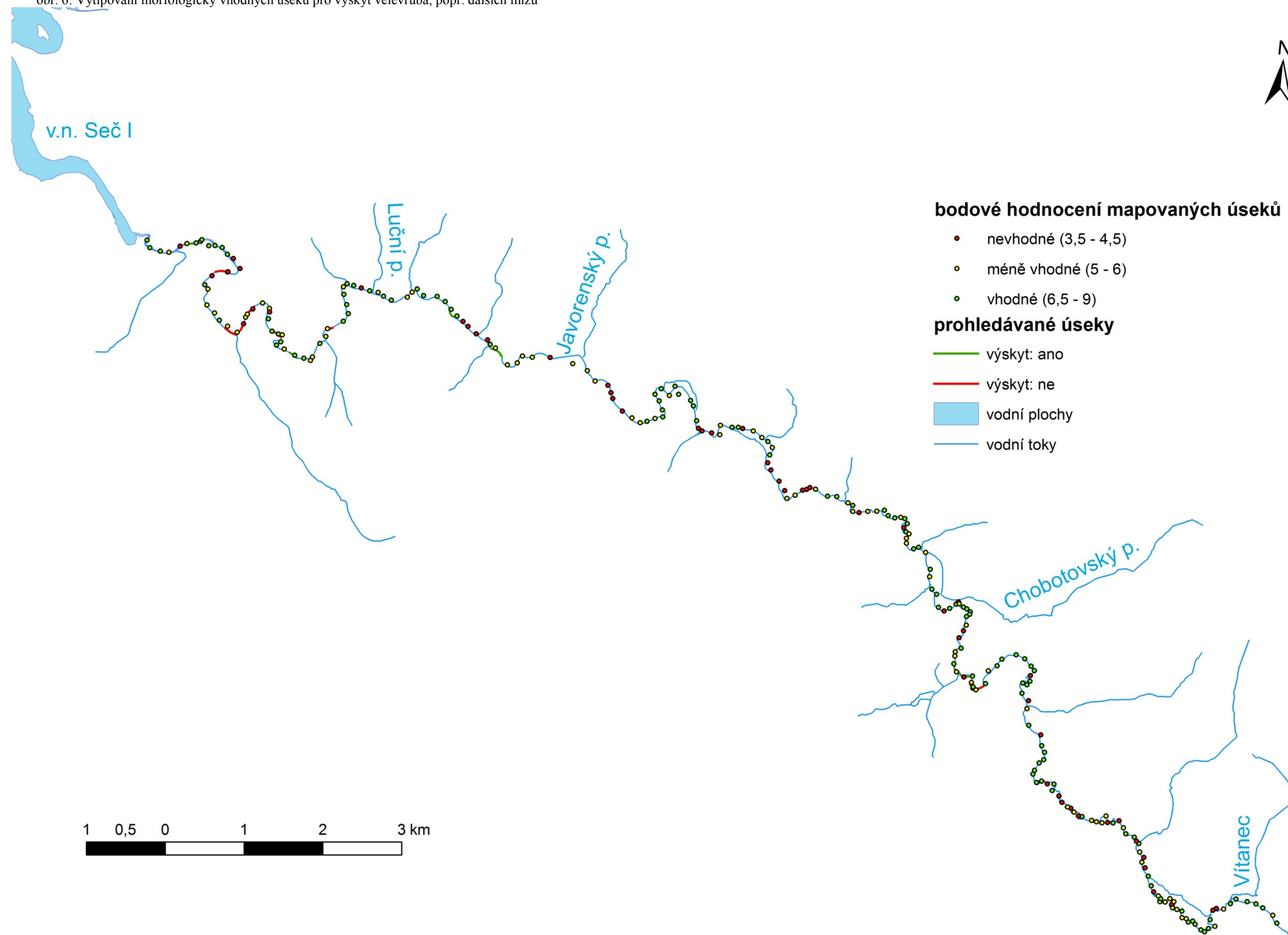
6.4 Příčné objekty na toku

Bylo zaznamenáno 36 příčných objektů v zájmovém úseku Chrudimky. Většinou se jednalo o drobné jezy. Soustředěny byly zejména v částech blízko Vršova, Horního Bradla a Vítanova (Příloha 5).

6.5 Souhrn morfologických charakteristik

Z hlediska morfologických charakteristik lze ve sledované části Chrudimky nalézt téměř 50 % úseků klasifikovaných podle výše navrženého bodového hodnocení jako vhodné pro výskyt velevruba a dalších velkých mlžů. Z níže uvedené mapy (obr. 6) je patrné, že vhodné úseky (vyznačené zelenými body) se vyskytují víceméně rovnoměrně po celé délce zkoumaného úseku. Méně vhodné a nevhodné úseky (žluté a červené body) jsou distribuovány také po celé délce toku, v některých částech toku jsou však soustředěny v rovných úsecích řeky.

obr. 6: Vytipování morfologicky vhodných úseků pro výskyt velevruba, popř. dalších mlžů



6.6 Mapování distribuce mlžů

6.6.1 Nález velevruba tupého.

Nález velevruba tupého pochází ze dne 7. 11. 2013. Jednalo se o čerstvě uhynulého jedince v blízkosti měrného profilu Klokočov (souřadnice: 49°48'37.338"N, 15°40'41.203"E). Pro horší dochovaný stav lastur nebylo možné přesně určit věk. Odhadem se může stáří jedince činit minimálně 10 – 15 let, velikost je 8,7 cm. Nález učinili pracovníci Povodí Labe J. Špaček a J. Hotový. Správnost určení potvrdil malakolog K. Douda. Nyní je první část lastury uložena jako dokladový materiál na Oddělení hydrobiologie a mikrobiologie na Povodí Labe, a druhá v Muzeu východních Čech v Hradci Králové.

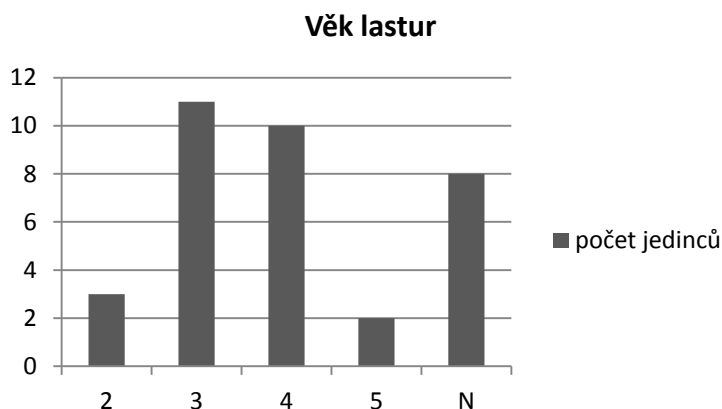
6.6.2 Mapování výskytu mlžů

Během mapování distribuce mlžů v rámci této práce nebyl zaznamenán žádný další jedinec velevruba tupého, který byl hlavním cílem tohoto mapování. Veškeré učiněné nálezy se týkaly jediného druhu mlže, a to škeble říční. Z patnácti lokalit byly nalezeny prázdné lastury různého stáří a velikosti na šesti lokalitách. Ve dvou prohledávaných náhonech v okolí Horního Bradla, které nejsou zahrnuty do prohledávaných lokalit, se nenašel žádný mlž. Průměrné stáří uhynulých jedinců se pohybovalo okolo 3 – 4 let. Nejvyšší zaznamenaný věk uhynulého jedince byl 5 let (Příloha 6). V Příloze je též zaznamenaná délka nalezených lastur. Na dvou lokalitách byli navíc zaznamenáni dohromady tři živí jedinci (tab. 4). Stáří všech živých škeblí se pohybovalo kolem pěti let, délka jedinců pak byla mezi 7 – 8,5 cm.

Dochovaný stav lastur byl různý. Přibližně třetina nálezů byla v zachovalém stavu, velmi dobře šlo určit věk, lastury nebyly oddělené a periostrakum nebylo poškozené. Druhá třetina vykazovala poškozené periostrakum, mnohdy byla lastura již poškozená, věk a délka lastury však byli stále dobře zjištělné. U ostatních nálezů byla identifikace obtížná, či nemožná z důvodu značného poškození lastury.

tab. 4: přehled lokalit s nálezy škeble říční (u počtu jedinců první číslo značí počet lastur, druhé číslo počet živých jedinců), úsek 1: Klokočov – Vršov, úsek 2: Vršov – Trhová Kamenice, úsek 3: Trhová Kamenice - Vítanov

místo nálezu	úsek	datum	počet nálezů	nalezl
Klokočov	1	12.6.	5	Špaček, Hotový, Bílý, Černá
Přemilov	1	12.6.	3	Špaček, Hotový, Bílý, Černá
Roudný	1	16.10.	2	Jandáková, Mrázek, Bílý, Černá
Horní Bradlo - Paseky	2	12.6.	1+1	Špaček, Hotový, Bílý, Černá
Horní Bradlo	2	12.6.	20	Špaček, Hotový, Bílý, Černá
Svobodné Hamry	3	16.10.	3+2	Jandáková, Mrázek, Bílý, Černá



obr. 7: početní zastoupení nalezených lastur dle jejich věku

6.7 Chemismus vody

6.7.1 Data Povodí Labe

Následující grafy (obr. 8 – 21, str. 34 - 38) zaznamenávají průměrné hodnoty sledovaných parametrů pro jednotlivé měrné profily. Pro většinu parametrů platí při porovnávání jednotlivých měrných profilů následující: Hodnoty vykazující nejmenší znečištění jsou pozorovány u profilu Blatno, tedy u profilu, nacházejícím se nad největší obcí sledovaného úseku. Podobné hodnoty, i když o něco vyšší, má profil Klokočov u nádrže Seč, který je nejvzdálenějším profilem od Hlinska. Naopak nejvyšší naměřené hodnoty byly pravidelně měřeny v profilu Stan, nacházející se pod ČOV u Hlinska. Některé parametry pak mají souběžný průběh. Jedná se o Ca a DOC, jejichž průběh a hodnoty jsou od profilu Stan (Horní Bradlo) k profilu Klokočov téměř identické). I přes přítomnost ČOV Hlinsko je zřejmé, že občas dochází ke značným výkyvům některých parametrů. To je případ profilu Stan během roku 2014 pro parametry BSK5, N-NH4 a fek. koli.

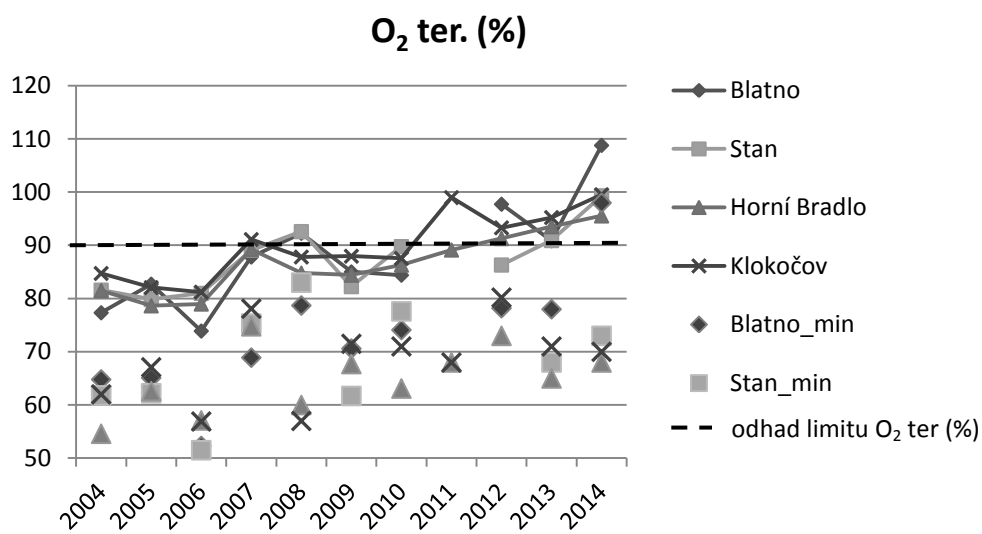
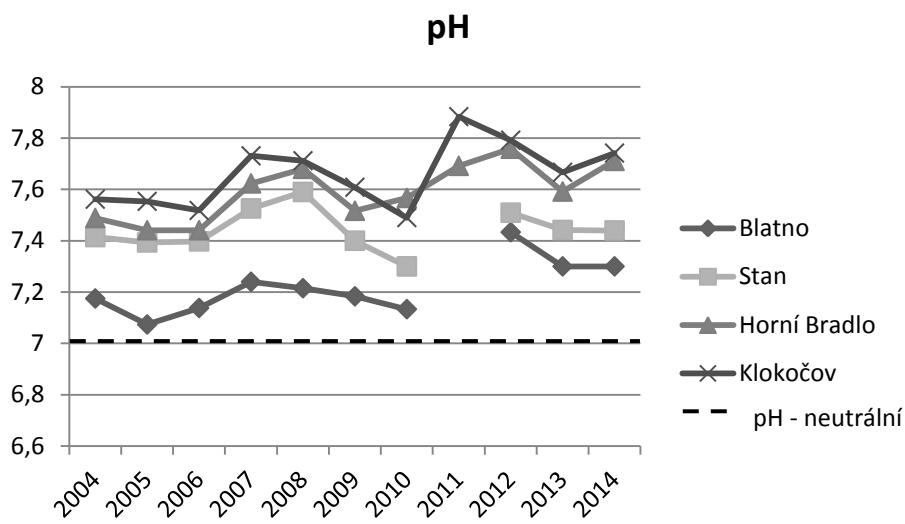
Pro parametry pH, Ca, O₂ ter. (%), konduktivitu, P-PO₄, P-celk. F, N-NO₃, N-NO₂, N-NH₄ a BSK₅ byla v programu R 3.0.1 provedena lineární regrese. Získaný lineární model byl pomocí analýzy variancí srovnán s daty. U některých dat F statistika potvrdila lineární trend. Kvůli malému rozsahu dat nebyla ověřena jejich normalita.

Pouze pro dva parametry (Ca a O₂ ter. (%)) byl potvrzen lineární trend pro všechny profily. Parametry N-NO₂, N-NH₄ a BSK₅ nevykazují lineární trend. U ostatních parametrů byl lineární trend potvrzen pouze u některých měrných profilů (tab. 5). Klesající trend byl pozorován u parametrů Ca, P - PO₄, P. celk, konduktivita, N-NO₃. Stoupající trend naopak u parametrů pH a O₂ (%).

tab. 5: přehledová tabulka lineárních trendu pro jednotlivé parametry a profily (stoupající = stoupající lineární trend, klesající = klesající lineární trend, N = neprůkazný lineární trend, málo dat = nebylo statisticky zpracováno)

	Blatno	Stan	Horní Bradlo	Klokočov
pH	stoupající	N	stoupající	N
Ca	klesající	klesající	klesající	klesající
O₂ (%)	stoupající	stoupající	stoupající	stoupající
P-PO₄	N	klesající	N	klesající
P-celk.F	N	klesající	N	klesající
konduktivita	N	klesající	N	málo dat
N-NO₃	N	klesající	N	N
N-NO₂	N	N	N	N
N-NH₄	N	N	N	N
BSK₅	N	N	N	N

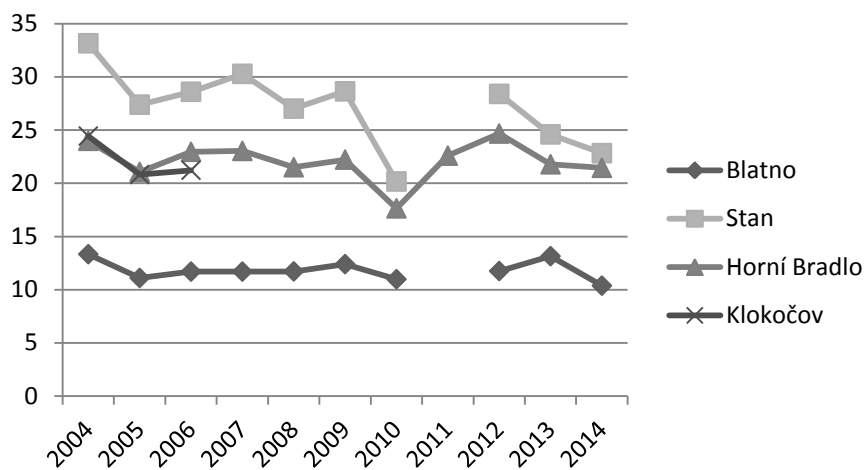
Poznámka k následujícím grafům: v některých grafech je vyznačena limitní hranice výskytu velevruba tupého, která bude blíže rozebírána v diskuzi. Pro N-NO₃ pochází tento limit z práce Douđa (2010), pro ostatní parametry je limitující hodnota odhadnuta ze závěrečných zpráv monitoringu jakosti vody na lokalitách s potvrzeným výskytem velevruba tupého Bílý (ed.) (2008), Bílý (ed.) (2009) a Bílý (ed.) (2010), a je třeba ji chápat spíše jako limitu znázorňující hranici umožňující existenci velevruba tupého, nikoliv jako limit podmínek vhodných k rozmnožování. Takto odhadnuté limity budou v grafech značeny „odhad limitu.“ Limit vybraný pro parametr N-NH₄ pochází z práce Augšperg (2003) u nějž se jedná o limitní parametr pro velké mlže obecně.



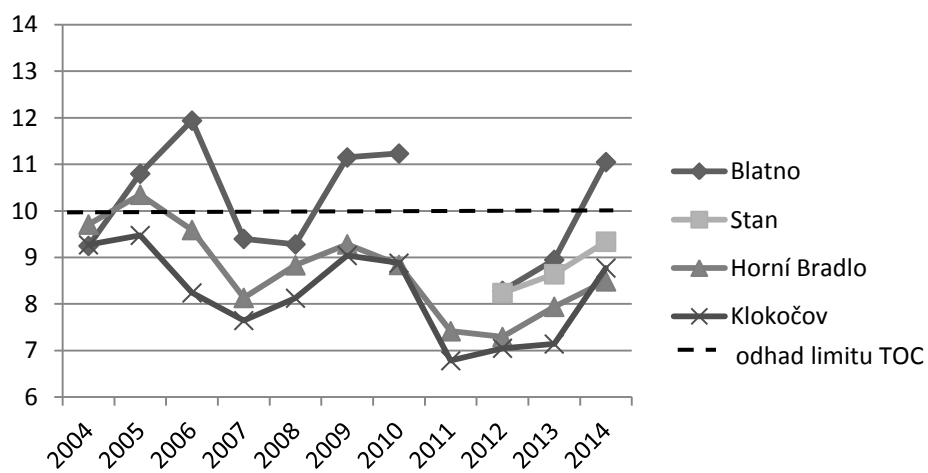
obr. 8: graf průměrných hodnot pH v letech 2004 – 2014 pro jednotlivé profily

obr. 9: graf množství kyslíku obsahující kromě průměrných hodnot za jednotlivé roky i minimální hodnoty (epizodní úbytky mohou ovlivnit výskyt velevruba)

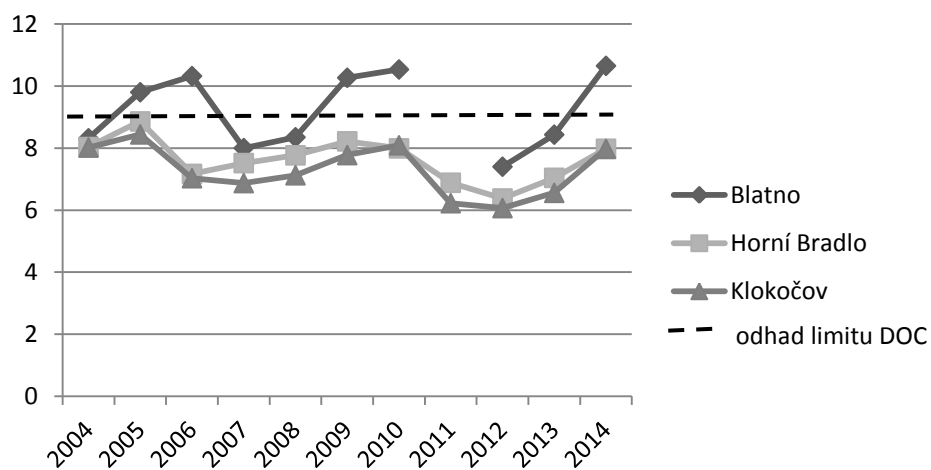
vodivost 25



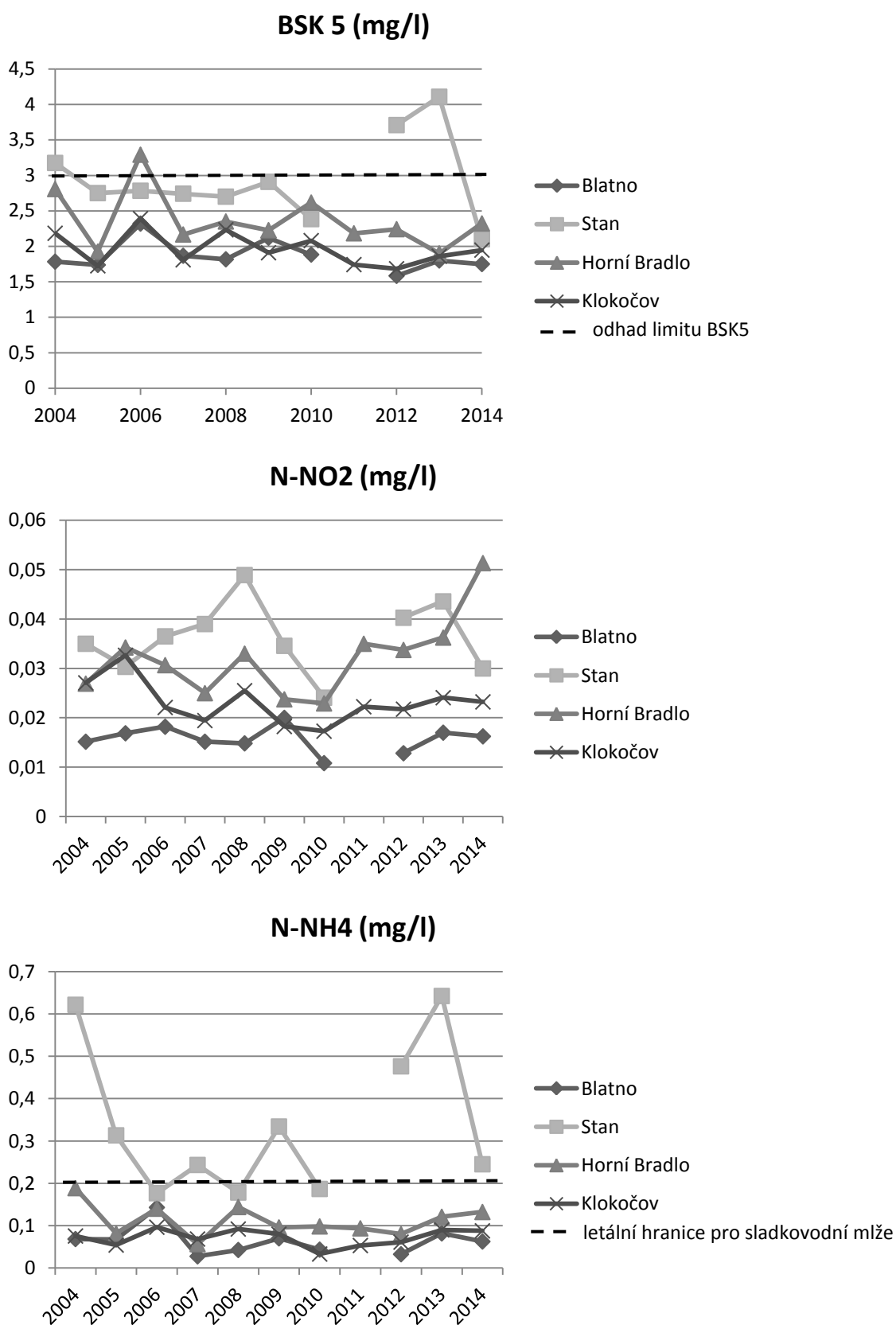
TOC (mg/l)



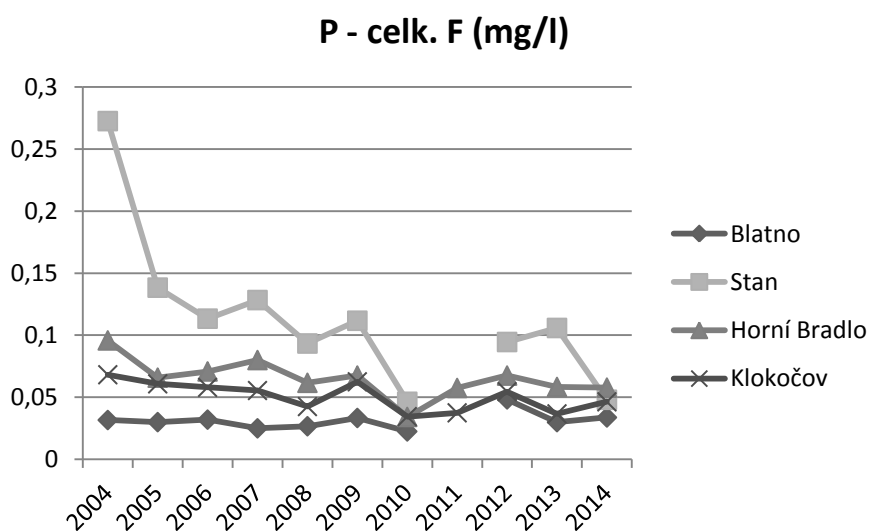
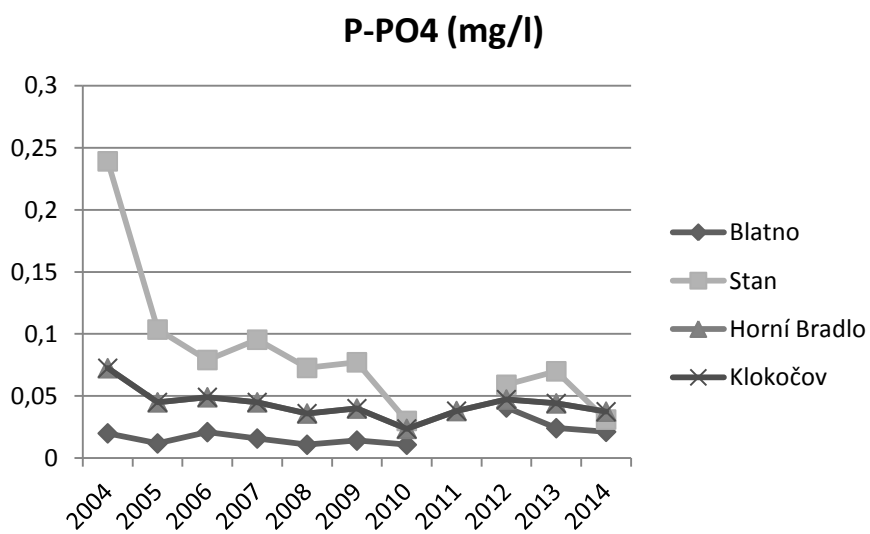
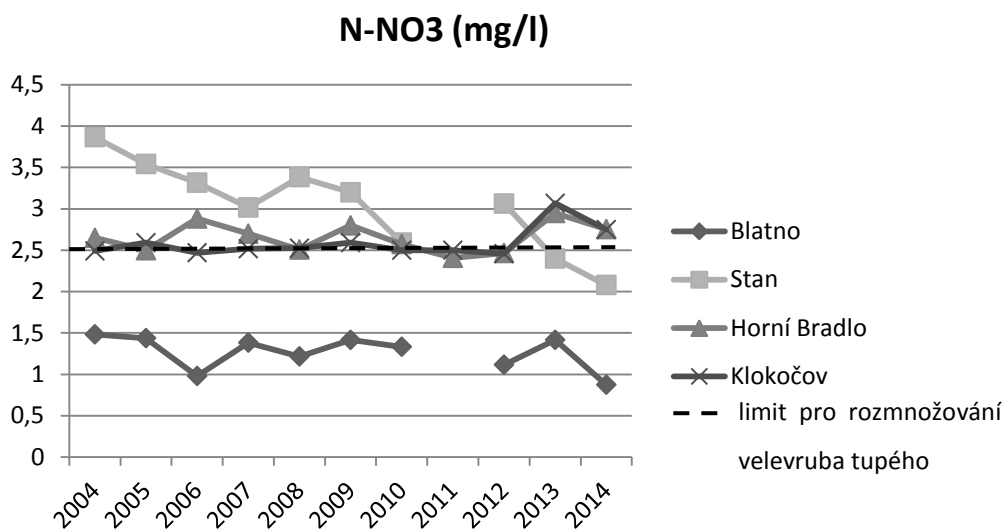
DOC (mg/l)



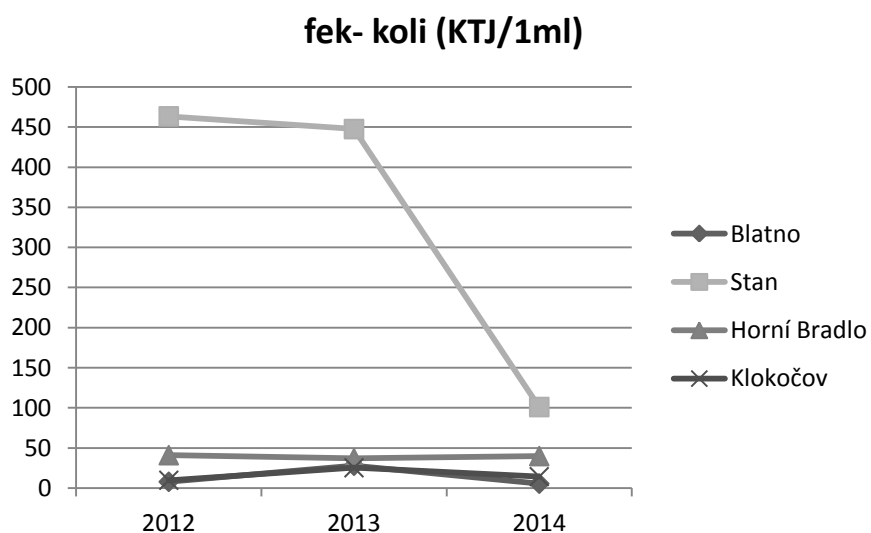
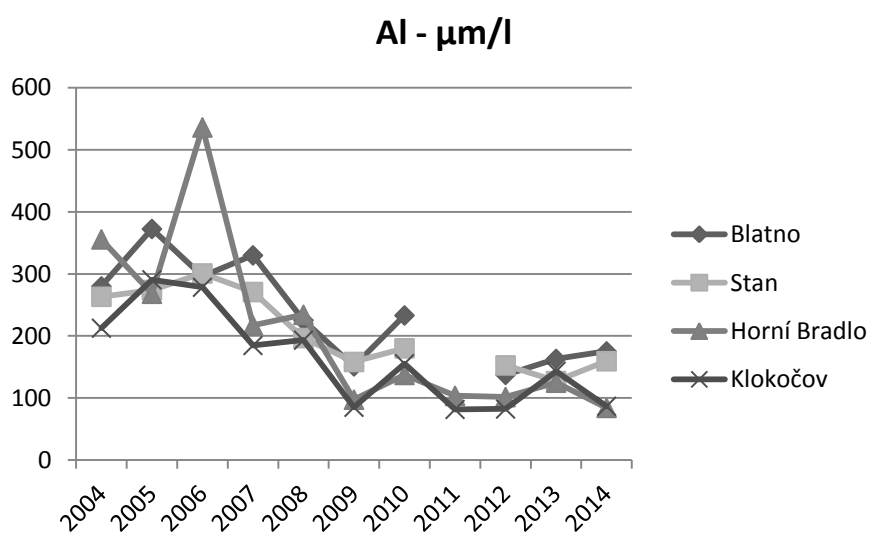
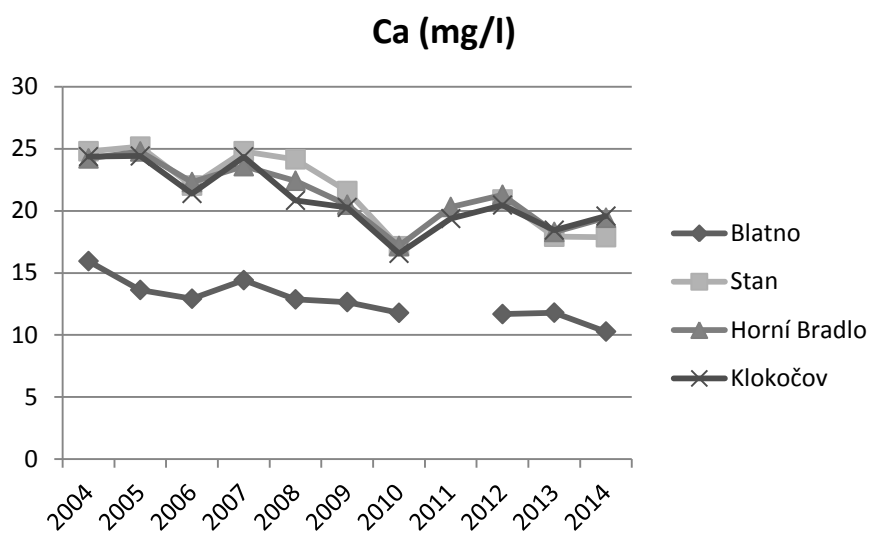
obr. 10, 11 a 12: roční průměry konduktivity a celkového a rozpuštěného organického uhlíku v letech 2004 - 2014 ve sledovaných profilech



obr. 13, 14 a 15: roční průměry biologické spotřeby kyslíku, dusitanového dusíku (odhad limitu 0,1 mg/l) a amoniakálního dusíku v letech 2004 – 2014 ve sledovaných profilech



obr. 16, 17 a 18: roční průměry dusičnanového dusíku, fosforečnanového fosforu a celkového fosforu (odhad limitu 0,5 mg/l) v letech 2004 – 2014 ve sledovaných profilech



obr. 19, 20 a 21: roční průměry vápníku, hliníku a kolioformních bakterií v letech 2004 – 2014 ve sledovaných profilech

6.7.2 Historická data

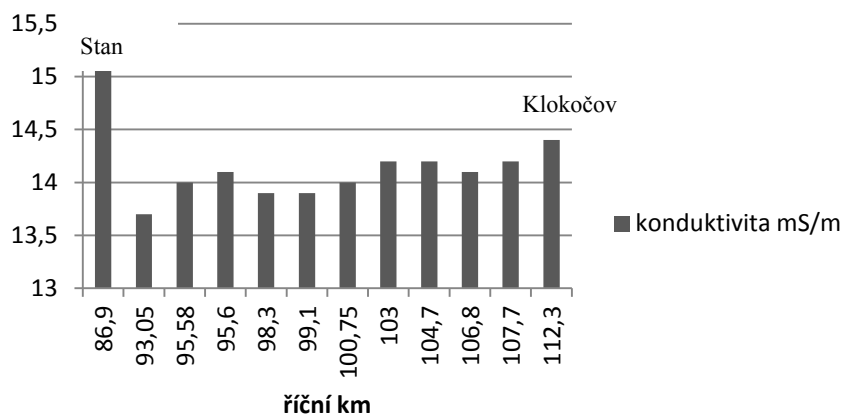
Data z přelomu 50. a 60. let jsou velmi omezená, proto byly porovnávány pouze tyto parametry: BSK5, N-NH₄, pH a rozpuštěný kyslík (%). Historické parametry BSK5 a N-NH₄ z profilu Vítanov (pod obcí Hlinsko) jsou několikanásobně vyšší, než současné naměřené hodnoty. BSK5 měřená v profilu Horní Bradlo v roce 1963 už ukazuje příznivější hodnoty, stále je však dvojnásobně vyšší, než naměřené hodnoty v témže profilu o padesát let později. Bohužel, kvůli absenci dat z dalších let nelze usuzovat, zda byl sledovaný rok 1963 průměrný či extrémní ve vztahu k dalším letům. Obsah rozpuštěného kyslíku v profilu Vítanov je nižší, než u současných zkoumaných profilů, naměřené hodnoty BSK5 jsou naopak vyšší. Průměrné hodnoty pH za jednotlivé roky se pohybují okolo 6,2, což značí mírně kyselou vodu. Hodnoty naměřené v současnosti vykazují pouze ojedinělé hodnoty naměřené pod neutrální hranicí. Průměrné hodnoty u všech profilů pak mají vždy hodnotu vyšší, než má neutrální pH (Příloha 7).

6.7.3 Konduktivita Chrudimky a přítoků

Chrudimka

Naměřené hodnoty konduktivity pro tuto studii jsou nižší po celém úseku, ve srovnání s průměrnou hodnotou konduktivity získanou z dat podniku Povodí Labe, s. p. Tato hodnota činila 22,6 mS/m, přičemž nejvyšší hodnota konduktivity naměřená v rámci této studie dosáhla 15,1 mS/m (pod obcí Hlinsko), průměr za celý úsek činil 14,15 mS/m. Jednalo se tedy o zachycení stavu s nižší konduktivitou v rámci dlouhodobého průměru. To souvisí s vyšším stavem průtoku (oproti normálu) v den měření. Celkově se hodnoty konduktivity od sebe od sebe výrazně nelišily (Příloha 1 a obr. 22).

Podélný profil Chrudimky - září 2014



obr. 22: průběh konduktivity Chrudimky měřený v polovině září 2014; říční km 86,9 odpovídá přibližně profilu Stan, říční km 112, 3 odpovídá profilu Klokočov

Přítoky

Ve stejném termínu (září 2014) byla změřena konduktivita 27 přítoků a porovnána s průměrnou roční konduktivitou Chrudimky získanou z dat podniku Povodí Labe, s.p., která dosahovala 20,8 mS/m. Pouze čtyři přítoky tuto hodnotu přesahovaly, jeden z nich výrazně, a to levostranný přítok měřený pod mostem v Trhové Kamenici, konduktivita 32,3 mS/m (Příloha 1).

7 DISKUZE

7.1 Morfologie toku a biotické interakce

Podle analýzy vhodnosti dílčích charakteristik morfologie toku lze v tomto směru považovat přibližně polovinu zkoumaného úseku Chrudimky za potenciálně vhodnou pro výskyt velevruba tupého i dalších velkých mlžů. Nicméně je třeba zdůraznit, že se jedná pouze o odhad. Většina literatury zmiňující se o vhodných charakteristikách toku se omezuje pouze na stručný popis těchto charakteristik, jako je šterkovo - písčité dno, proudící tok a nepříliš velká hloubka (Johnson a Brown 2000, Schultes 2010). Krom toho studie považuje za limitující faktor i výskyt příliš nízkého stavu vody, který může v období hydrologického sucha představovat pro mlže nestabilní životní prostředí.

Co se týče negativních jevů ovlivňujících morfologii Chrudimky, jedná se zejména o příčné objekty na toku, jako jsou jezy a splavy, které mohou omezit migrační prostupnost toku pro velevruba, a to v jeho juvenilní i adultní fázi života (omezení možnosti driftu), ale především pro jeho rybí hostitele, transportující glochidie. Počet příčných objektů na Chrudimce není zanedbatelný. Nezdá se však, že by zcela vyloučil možnost výskytu mlžů, dle nalezených živých i mrtvých jedinců škeble říční po celé délce toku. Distribuce příčných objektů je shlukovitá, proto jsou na řece i poměrně dlouhé úseky, bez těchto překážek. Navíc se k jezům občas váží náhony (zejména v okolí Horního Bradla), která mohou poskytovat pro mlže vhodná refugia, viz dále v textu (Bílek a Beran 2013).

Dalším negativním jevem mohou být nevhodné úpravy koryta. Ty se ale ve sledovaném úseku vyskytují minimálně a jsou soustředěny zejména do míst, kde řeka protéká zástavbou.

V Chrudimce byl potvrzen výskyt alespoň některých vhodných rybích hostitelů pro velevruba tupého. Jako nejvhodnější hostitel se zde vyskytuje jelec tloušť, z těch méně vhodných pak okoun říční. Limitaci velevruba nedostatkem hostitelských ryb lze tedy spíše nepředpokládat. Protože však o početnosti ani migraci těchto ryb nejsou z Chrudimky k dispozici údaje, nelze limitaci zcela vyloučit. Chemismus toku

Limitace velevruba tupého jakostí vody není dosud uspokojivě objasněna (Douda a Beran 2009). Pouze u několika chemických parametrů jsou známy limity pro

velevruba tupého. Jedná se především o N-NO₃ (Zelter a Jueg 2007 a Douda 2010). V několika pracích je používán limit pro N-NH₄, hovoří se zde o limitní hranici výskytu pro mlže obecně (Augsperg et al. 2003). Další parametry své limity dosud nemají. V této práci jsou pouze odhadovány na základě chemismu českých a moravských toků se zjištěným výskytem velevruba tupého (Bílý 2008, Bílý 2009), Bílý 2010).

Z hodnocených 4 profilů má Chrudimka v současnosti nejvyšší jakost nad Hlinskem v profilu Blatno. Jeho porovnáním s profilem Stan nacházejícím se pod Hlinskem lze usuzovat, do jaké míry Hlinsko ovlivňuje chemismus řeky dále po proudu. Chemismus dalších profilů, Horní Bradlo a Klokočov pak naznačuje, že samočisticími mechanismy řeky se jakost vody směrem k nádrži Seč zlepšuje. Navíc se od profilu Horní Bradlo až po Seč nenachází podél toku žádná větší obec, která by mohla působit jako významný zdroj znečištění. Bezprostřední okolí Chrudimky je v tomto úseku poměrně lesnaté, což může posílit samočisticí schopnost řeky.

Z grafů *O₂ ter.* a *konduktivita* je patrný trend snižování koncentrace rozpuštěných látek ve vodě u všech měrných profilů. Pokud bude tento trend přetrvávat i v dalších letech, lze v budoucnosti předpokládat zlepšení jakosti vody, a tím i podmínek pro výskyt velevruba tupého. Nicméně zejména v letních měsících dochází v toku k dočasnému poklesu nasycení kyslíkem až k pouhým k 50 – 60 %. Tyto hodnoty již nemusí být pro druh vyhovující, dostatečné nasycení vody kyslíkem je totiž předpokladem pro jeho přežití (Douada 2007).

Srovnáme-li naměřené hodnoty na profilech Chrudimky s hodnotami naměřenými na lokalitách s výskytem velevruba tupého, většina sledovaných parametrů možný výskyt jeho populace v Chrudimce nepopírá. Jelikož však neexistují dostatečné informace o limitujících faktorech, a zejména o letálních a chronických limitech jednotlivých parametrů pro velevruba, nelze určit, zda by chemismus Chrudimky poskytoval velevrubovi prostředí vhodné pro rozmnožování, či pouze pro přežívání populace na hranici jeho možností.

Důležitým limitujícím faktorem pro výskyt velevruba tupého v Chrudimce může být vápník, jehož dostatečně vysoká koncentrace je důležitá pro stavbu schránek mlžů (Lellák a Kubíček 1991). Průměrné hodnoty vápníku na lokalitách s výskytem velevruba, jako jsou Sázava, Lužnice, či Chumava, se pohybují většinou od 60 mg/l

výše (Bílý 2008 a Bílý 2010), zatímco hodnoty profilů Chrudimky dosahují koncentrace maximálně 25 mg/l. Navíc je na Chrudimce u tohoto parametru zaznamenán klesající trend. Za posledních 11 let měření klesla koncentrace z 25 mg/l na 20 mg/l. Navíc, v profilu Blatno (nad Hlinskem) je koncentrace vápníku ještě nižší, a to okolo 10 - 15 mg/l. Lze usuzovat, že vyšší koncentrace naměřené v profilech pod Hlinskem jsou způsobeny zřejmě antropogenním znečištěním (obr. 20). Nízké koncentrace vápníku mohou být příčinou i špatně dochovaného stavu nalezených lastur. A to nejen u velevruba (kde se jednalo o čerstvě uhynulého, avšak starého jedince, u něhož lze vyšší stupeň zkorodování lastur předpokládat), ale i u nálezů lastur škeblí říčních.

7.2 Výskyt mlžů

Výskyt velevruba tupého na středním toku Chrudimky v 50. letech lze považovat za nepříliš pravděpodobný. Zejména nízké hodnoty kyslíku a naopak vysoké hodnoty BSK5 nasvědčují tomu, že šlo o znečištěnou řeku s velkým množstvím organických látek. Z historických dat jsou dále patrné i nízké koncentrace vápníku, které by byly pravděpodobně ještě nižší nebýt antropogenního znečištění v kombinaci s vápněním orné půdy.

Starší údaje o chemismu Chrudimky zřejmě neexistují, stejně tak i důvěryhodná data o výskytu velevruba na Chrudimce. Z dostupných informací lze usuzovat, že Chrudimka, minimálně od poloviny 20. století, neposkytovala vhodné podmínky pro výskyt velevruba tupého. Pokud se zde přeci jen vyskytoval, bylo to na hranicích jeho možností. Nález velevruba tupého tak nepředstavuje relikv z dávné doby, ale je nejspíše jedincem populace, která vznikla maximálně před dvaceti lety.

V rámci této studie se nepodařilo nalézt, a tím i potvrdit výskyt velevruba tupého na Chrudimce. Nález jediného jedince pracovníky Povodí Labe v roce 2013 byl nicméně náhodný, neproběhl v rámci systematického mapování výskytu mlžů. Je tak krajně nepravděpodobné, že by byl takto objeven jediný jedinec v celé řece. Podle Bauera (1983), který se ve své studii zaměřil na perlorodku, se většina lastur uhynulých jedinců nachází do 100 metrů od mateřské populace. Jestliže toto platí i pro velevruba tupého, chemismus Chrudimky, alespoň v okolí profilu Klokočov, musel poskytovat před 10 – 15 lety takové podmínky, které by umožňovaly

nalezenému jedinci přežít. Dle Strayera a Smithe (2003) se úspěšnost nálezu mlžů významně zvyšuje s množstvím času stráveným na zkoumané lokalitě. Podle počtu nalezených jedinců za určitý časový interval, lze odhadnout přibližnou početnost sledovaného druhu. Proto ani následná absence nálezů velevruba na vytipovaných lokalitách s vhodnými podmínkami nevylučuje na těchto lokalitách jeho přítomnost. Lze však předpokládat, že hustota populace velevruba tupého na Chrudimce bude velmi nízká.

Na základě výše uvedených poznatků by nejvyšší šance nalézt další jedince velevruba tupého mohla být v dolní části sledovaného úseku, v blízkosti prvního nálezu. Morfologie dna je zde poměrně vyhovující a negativní vliv Hlinska na řeku je díky samočisticím vlastnostem řeky výrazně nižší, než v horní části toku. Navíc právě již doložený nález velevruba tupého v této části zvyšuje pravděpodobnost nálezu dalšího. Jinými místy s možným výskytem, kterým by měla být věnována zvýšená pozornost, mohou být náhony, zejména u obcí Horní Bradlo, Travná a Svobodné Hamry. V posledních letech se totiž ukazuje, že právě v náhonech se nacházejí dosud nezaznamenané populace velevruba, které jsou mnohdy početnější, než populace v samotné řece (Bílek a Beran 2013). Naopak přítoky Chrudimky se nejeví jako příliš vhodná stanoviště, zejména kvůli jejich nevhodné šířce, která se většinou pohybuje do jednoho metru. V potaz by přicházela maximálně ústí přítoků, která by poskytovala dostatečně stabilní průtok.

Tato studie naopak prokázala ve studovaném úseku Chrudimky výskyt populace škeble říční, a to v lokalitách, na kterých až dosud tento mlž potvrzen nebyl.

V nedávné minulosti byl doložen výskyt škeble říční pouze v části toku kolem Trhové Kamenice, na hranicích CHKO Žďárské Vrchy (Drvotová et al. 2008). V této práci byl však tento druh zaznamenán po celé délce zkoumané části Chrudimky, tj. od Klokočova až po Vítanov, ve všech třech hlavních úsecích vztažených k měrným profilům. Jelikož však nebyl v nedávné historii proveden monitoring mlžů Chrudimky na území CHKO Železných hor (pers. comm.), lze nyní jen spekulovat, zda se sem škeble rozšířili v nedávných letech z populací nacházejících se výše po proudu, zda tu byli přítomné vždy, či zda se jedná o „spláchnuté“ lastury pocházející z populace z Trhové Kamenice. Poslední varianta je však krajně nepravděpodobná (Bauer 1983).

Celková početnost velkých mlžů ve sledovaném úseku Chrudimky je velmi řídká. Lze se domnívat, že v minulosti došlo k plošným úhynům způsobeným chronickou či akutní toxicitou v kombinaci s nízkými koncentracemi vápníku. V dnešní době je jakost vod výrazně lepší, ale nízké koncentrace vápníku zůstávají, a spolu s nepříznivou historií jakosti vody, která zřejmě udržovala nízký stav velkých mlžů, tak ovlivňují jejich nynější početnost.

8 ZÁVĚR

1) Tato studie zkoumala potenciálně vhodné lokality na řece Chrudimce pro velevruba tupého, jednoho z nejohroženějších druhů tzv. velkých mlžů v ČR. Podnětem pro tuto studii byl náhodný nález jedince tohoto druhu na Chrudimce v roce 2013. Zkoumána byla jak vhodnost morfologie toku, tak i jakost vody, která byla zpracovávána na základě jedenáctileté časové řady několika chemických parametrů ze čtyř měrných profilů jakosti vody.

2) Výsledky naznačují, že řeka Chrudimka v uplynulých cca 70 letech zřejmě nebyla řekou s vhodnými podmínkami pro velevruba tupého. Jediný nález tak svědčí spíše o novodobější populaci tohoto mlže. V současnosti, zejména po výstavbě ČOV Hlinsko na počátku 90. let, se podmínky pro jeho výskyt zlepšily, stále se však dají označit za hraniční. Možným parametrem zásadně limitujícím výskyt velevruba tupého může být vápník, jehož koncentrace ve vodě je podlimitní a má klesající trend.

3) Doposud se ve sledovaném úseku nepodařilo nalézt žádného dalšího jedince velevruba tupého. Pokud se zde populace tohoto druhu vyskytuje, pravděpodobně bude mít velmi nízkou populační hustotu. Nejvhodnější lokalita, kde by se velevrub tupý mohl nalézat, je v okolí Klokočova, kde byl objeven i prvotní nález. Náhony a ústí potoků se stabilní hladinou vody a příznivějším chemismem se jeví jako další potenciálně vhodné lokality pro jeho výskyt.

4) Této studii se nepodařilo potvrdit, ale ani vyvrátit výskyt velevruba tupého ve středním toku Chrudimky. Bylo by proto vhodné detailněji prozkoumat okolí místa nálezu velevruba z roku 2013 a náhony, které se v poslední době ukazují jako vhodnými refugii pro tohoto živočicha. Dále je důležité ověřit spektrum rybích hostitelů, včetně jejich početnosti a schopnosti migrace. Pokud by byl potvrzen velevrub tupý v úseku střední Chrudimky, jednalo by se s tímto úsekem jako s lokalitou kriticky ohroženého druhu.

5) Tato práce rozšířila dosavadní povědomí o výskytu škeble říční na celý úsek sledovaného toku, i když se jedná o řídký výskyt.

9 LITERATURA

AOPK ČR 2013: AOPK ČR (2013): Záchranný program perlorodky říční *Margaritifera margaritifera* v České republice. 77 str., přílohy 1-10.

Augsperg T., Keller A. E., Black M. C., Cope W. G. a Dwyer F. J. 2003: Water quality guidance for protection of freshwater mussels (Unionidae) from ammonia exposure. *Environmental Toxicology and Chemistry* 22 (11): 2569 – 2575.

BAUER G. 1983: Age structure, age specific mortality rates and population trend of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in North Bavaria. *Archiv für Hydrobiologie*, 98(4): 523 – 532.

Beran L. 2000: Velevrub tupý (*Unio crassus*). *Ochrana přírody* 55 (7): 208 – 209.

Beran L. 2005: Vodní měkkýši Labe mezi Pardubicemi a Hřenskem. [Aquatic molluscs of the Elbe River between Pardubice and Hřensko (Czech Republic)]. – *Malacologica Bohemoslovaca* 3: 78–88.

Beran L. 2006: Příspěvek k poznání vodních měkkýšů CHKO Blaník (Česká republika). *Malacologica Bohemoslovaca* 5: 46–50

Beran L. 2007: Příspěvek k poznání vodních měkkýšů dolního toku Vltavy. *Bohemia centralis, Praha* 28: 383–391.

Beran L., 2012: Vodní malakofauna dolního toku Lužnice se zaměřením na stav populace velevruba tupého (*Unio crassus*). *Malacologica Bohemoslovaca* 11: 13 – 21.

Bílek O. a Beran L. 2013: Nález velevruba tupého (*Unio crassus*) v náhonu Úhlavy v Plzni a poznámky k jeho rozšíření v Plzeňském kraji. *Erica, Plzeň*, 20: 131–140.

Burgin A. J. a Hamilton S. K. 2007: Have we overemphasized the role of denitrification in aquatic ecosystems? A review of nitrate removal pathways. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 (2) : 89–96.

Cenia 2015 in ArcGis 2015: Česká informační agentura, prostřednictvím ArcMap 10.2, mapa: cenia_corine_zmeny.

Česká geologická služba 2015: Geologická mapa 1: 50000, online: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50zj&y=654975&x=1087566&s=1, cit. 7. 3. 2015.

Data podniku Povodí Labe s. p. 2015: Chrudimka Bentos, saprobní index, nepublikováno.

Denic M., Stoeckl K., Gum B. a Geist J. 2014: Physicochemical assessment of *Unio crassus* habitat quality in a small upland stream and implications for conservation. *Hydrobiologia* 735: 111 – 122.

Douda K. 2007: The Occurrence and Growth of *Unio crassus* (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) in Lužnice River Basin in Respect to Water Quality. *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica* 21: 57–63.

Douda K. a Beran L. 2009: Ochrana velevruba tupého v České republice. *Ochrana přírody*: 64 (2): 16 - 19.

Douda K. 2010: Effects of nitrate nitrogen pollution on Central European unionid bivalves revealed by distributional data and acute toxicity testing. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems* 20: 189–197.

Douda K., Horký P. a Bílý M. 2012: Host limitation of the thick-shelled river mussel: identifying the threats to declining affiliate species. *Animal conservation* 15: 536 – 544.

Douda K., Sell J., Kubíková – Peláková L., Horký P., Kaczmarczyk A., a Mioduchowska M. 2014: Host compatibility as a critical factor in management unit recognition: population-level differences in mussel-fish relationships. *JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY* 51 (4): 1085-1095.

Drvotová M., Hlaváč J. Č., Horsák M., Beran L., Dvořák L., Juříčková L. a Mückstein P. 2008: Měkkýši (Mollusca) Žďárských vrchů. (Molluscs (Mollusca) of the Žďárské vrchy Mts.). *Parnassia*, č. 3., 79 pp., 16 tab.

Galbraight H. S., Spooner D. E. a Vaughn C. C 2010: Synergistic effects of regional climate patterns and local water management on freshwater mussel communities. *Biological Conservation* 143: 1175–1183.

Geist J. 2010: Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): a synthesis of Conservation Genetics and Ecology. *Hydrobiologia* 644 (1): 69 – 88.

Hartman P., Příkryl I. a Štědrónský E. 1988: *Hydrobiologie*. Informatorium, Praha 2005, 364 s.

Havránek L., Kovář A., Skalická I., Zapletal T. a Krejčí M. 2013: Zpráva o hodnocení jakosti povrchových vod pro území ve správě Povodí Labe, státní podnik. Povodí Labe, Hradec Králové.

HEIS VÚV 2015: Oddělení geografických informačních systémů a kartografie, online: <http://www.dibavod.cz/24/charakteristiky-toku-a-povodi-cr.html>, cit. 7. 3. 2015.

Hochwald S. a Bauer G. 1990: Untersuchungen zur Populationsökologie und Fortpflanzungsbiologie der Bachmuschel *Unio crassus* (PHILL.) 1788. *Bayreuther Forum Oekologie* 50: 31–49.

Hruška J. a Kříž L. 1995: Vodárenské povodí horní a střední Chrudimky na území chráněných krajinných oblastí. Rozborová zpráva územních podmínek a opatření pro revitalizaci povodí. Chrudim – Nasavrky. Dep.: CHKO Žďárské vrchy.

Hus M., Šmialek M, Zajac K. a Zajac T. 2006: Occurrence of *Unio Crassus* (Bivalvia, Unionidae) Depending on Water Chemistry in the Foreland of the Polish Carpathians. *Polish Journal of Environmental Studies*: 15 (1): 169-172.

Informační systém EIA 2015: Záměry na území ČR, online: http://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_PAK294, cit. 10. 4. 2015.

IUCN 2015: International Union for Conservation of Nature – red list, online: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=22736>, cit. 7. 3. 2015.

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., 1959 – 1963: Jakost vody v tocích za rok 1959 – 1963. Zpráva V.Ú.V T.G.M, Praha, Dep.: knihovna Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M.

Johnson, P. D. a Brown K. M. 2000: The importance of microhabitat factors and habitat stability to the threatened Louisiana pearl shell, *Margaritifera hembeli* (Conrad). *CANADIAN JOURNAL OF ZOOLOGY*: 78 (2): 271 – 277.

Loayza-Muro R. a Elias-Letts R. 2007: Responses of the mussel *Anodonta trapesialis* (Unionidae) to environmental stressors: Effect of pH, temperature and metals on filtration rate. *Environmental Pollution*: 149 (2): 209 – 215.

Lellák J. a Kubíček F. 1991: Hydrobiologie. Karolinum, Praha, 260 s.

Lopes – Lima M., Teixeira A., Froufe E., Lopes A., Varandas S. a Sousa R. 2014a: Biology and conservation of freshwater bivalves: past, present and future perspectives. *Hydrobiologia* 735: 1 – 13.

Lopes-Lima , M., Kebapçı, U. & Van Damme, D. 2014b: *Unio crassus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3, online: <www.iucnredlist.org>. cit. 24. 2. 2015.

R CORE TEAM, 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria

Schultes F. W. 2010: Animal Base species summary: *Unio crassus* . online: <http://www.animalbase.unigoettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=1561>, cit. 10. 4. 2015.

SMĚRNICE RADY 92/43/EHS ze dne 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. *Úř. věst.* L 206, 22. 7. 1992, s. 7.

Softeder 2015: Zakázka rekonstrukce ČOV Hlinsko, online: <https://www.softeder.cz/home/zakazka/3379690;jsessionid=8C5863D6D0534ABA56AE3C8901A92811>, cit. 10. 4. 2015.

Státní vodohospodářský plán ČSR 1953: Čistota toků 1: 500000, Ústřední správa vodního hospodářství v Praze. Dep.: knihovna Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. M.

Strayer L. a Smith D. R. 2003: A guide to sampling freshwater mussel populations. *American fisheries society, Monograph* 8, 106 s.

Švátora, Havelka, Hospodková, Matyášek a Muckstein 2013: Zjištěné druhy ryb v Chrudimce Hlinsko – Trhová Kamenice, nepublikováno. Dep.: Správa CHKO Žďárské vrchy.

Taubert J. E., Denic M., Gum B., Lange M., Geist J. 2010: Suitability of different salmonid strains as hosts for the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20: 728 – 734.

Taubert J. E., Gum B. a Geist J. 2012: Host-specificity of the endangered thick-shelled river mussel (*Unio crassus*, Philipsson 1788) and implications for conservation. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 22: 36 – 46.

Taubert J. E., Martinez A. M. P., Gum B. a Geist J. 2012: The relationship between endangered thick-shelled river mussel (*Unio crassus*) and its host fishes. *Biological Conservation* 155: 94–103.

Uličný J. 1892–95: Měkkýši čeští. – Praha: *Klub přírodovědný*, 208 pp.

Vepřek P. 1906: Chrudimsko a Nasavrecko díl I., Obraz přírodní práce všeho učitelstva. Chrudim, str. 323.

Vincentini H. 2005: Unusual spurting behaviour of the freshwater mussel *Unio crassus*. *Journal of Molluscan Studies* 71: 409–410.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, online: www.mvcr.cz/soubor/sb005-10-pdf.aspx, cit. 7. 3. 2015.

Zelter M. L. a Jueg U. 2007: The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. *Mollusca* 25 (2): 165 – 174.

10 Přílohy

10.1 Seznam příloh

Mapové výstupy

Příloha 1 : konduktivita Chrudimky a jejích přítoků

Příloha 2 : hloubka Chrudimky

Příloha 3 : proudění Chrudimky

Příloha 4 : typ dna v Chrudimce

Příloha 5 : mapování distribuce mlžů

Tabulky a grafy

Příloha 6 : velikost a věk nalezených lastur

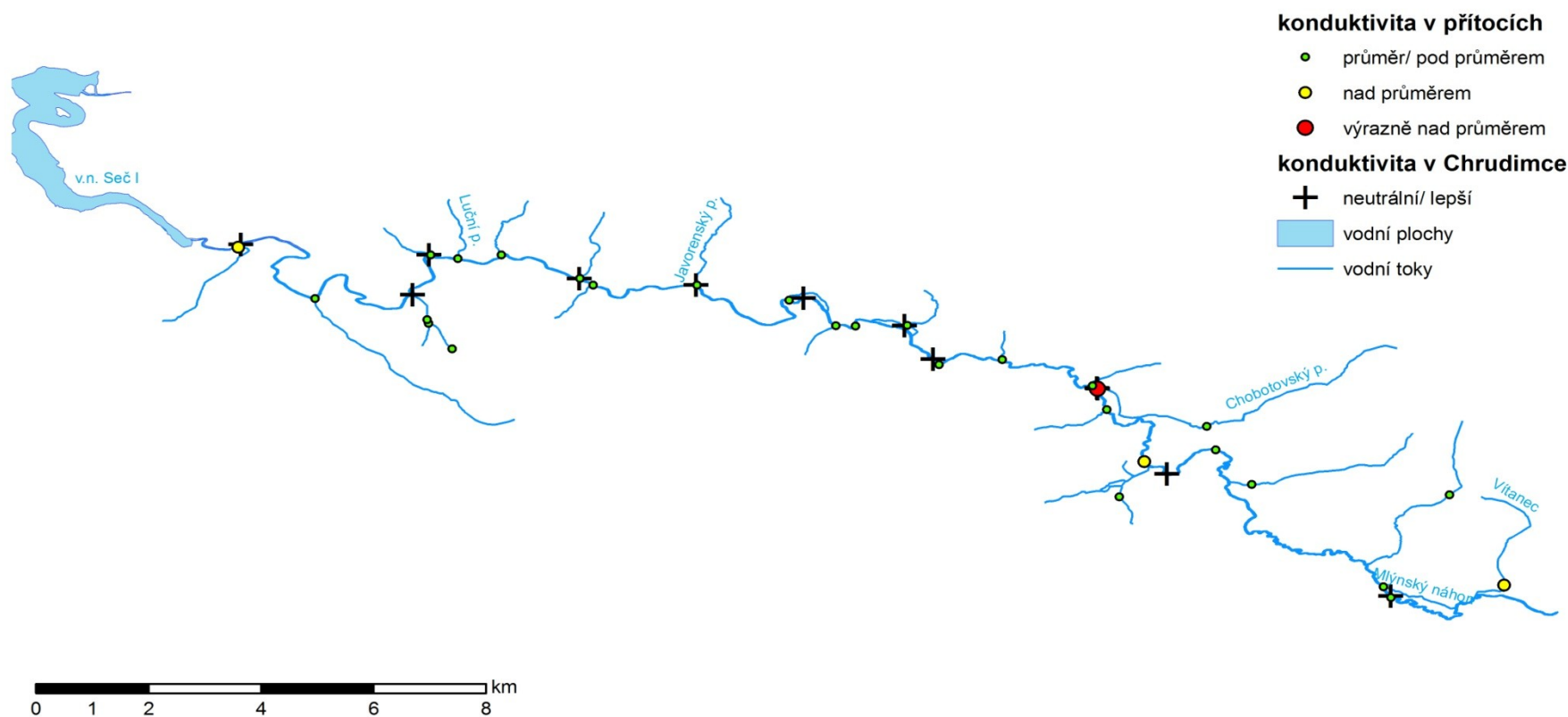
Příloha 7 : Porovnání parametrů BSK₅, N-NH₄ a O₂ ter. (%) naměřených na přelomu 50. – 60. let s daty z let 2004 – 2014.

Příloha 8 : roční průběh hodnot vybraných chemických parametrů pro jednotlivé profily z let 2004 - 2014

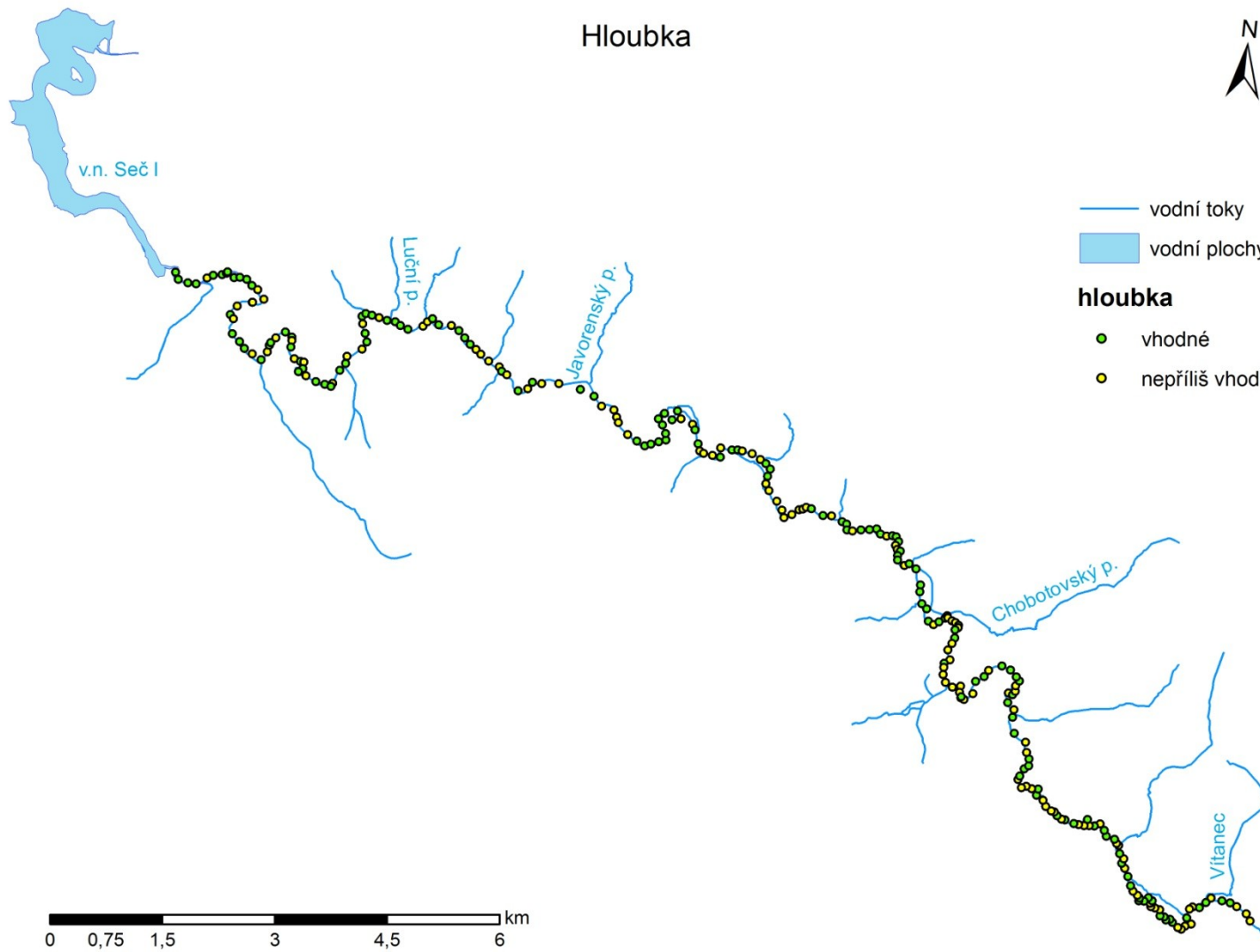
Fotografie

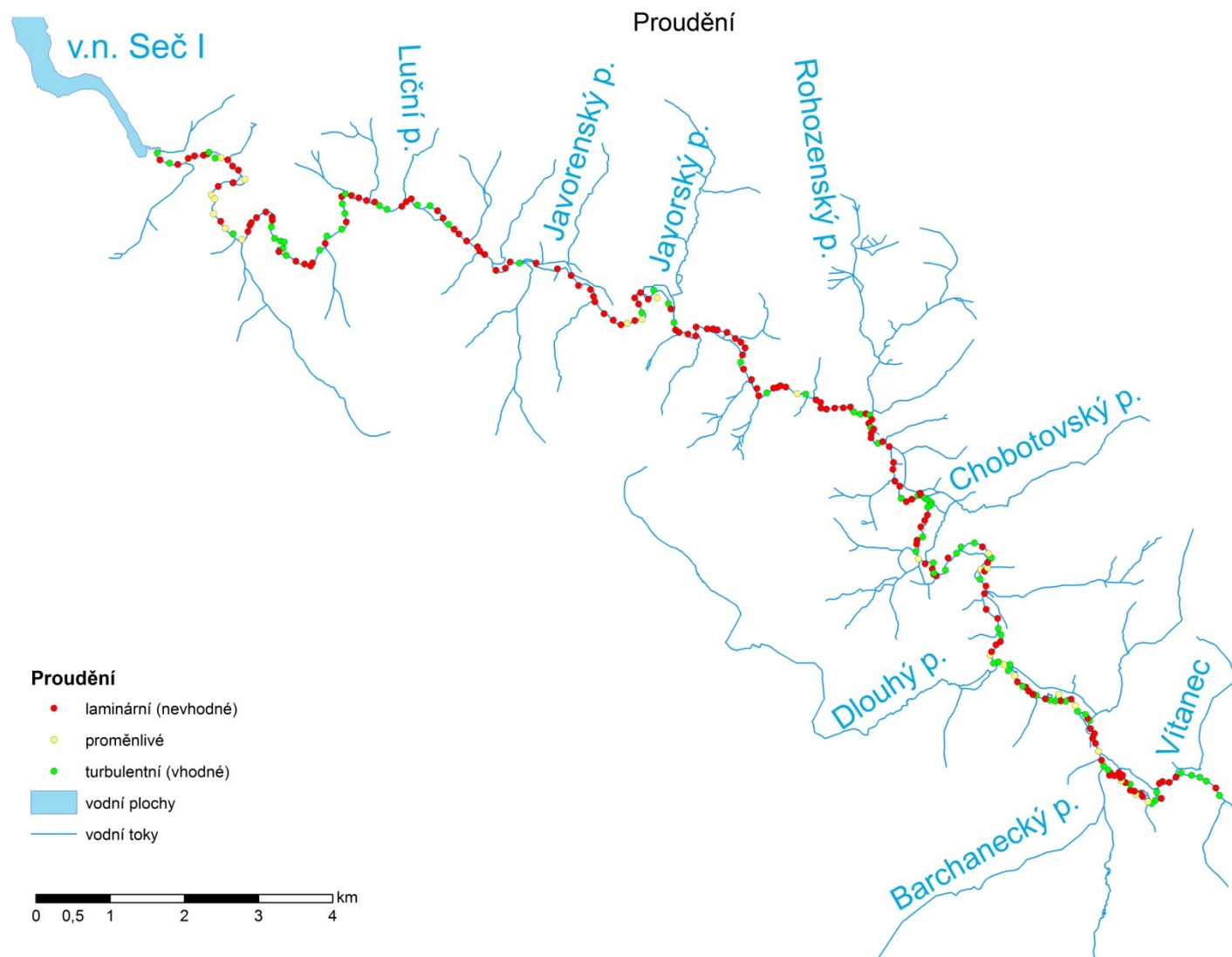
Příloha 9 : fotografie velevruba tupého a škeble říční

Konduktivita Chrudimky a jejích přítoků

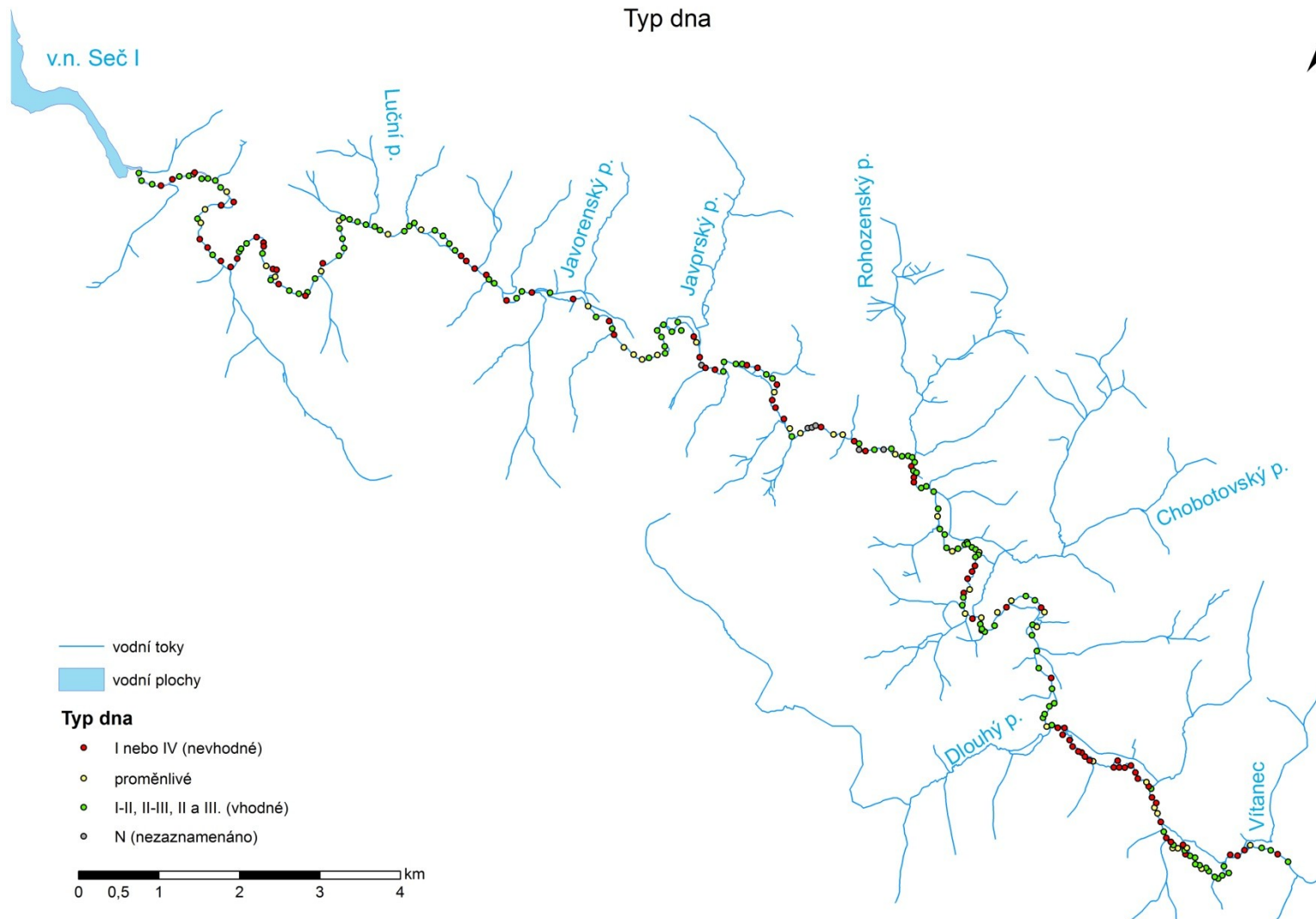


Hloubka

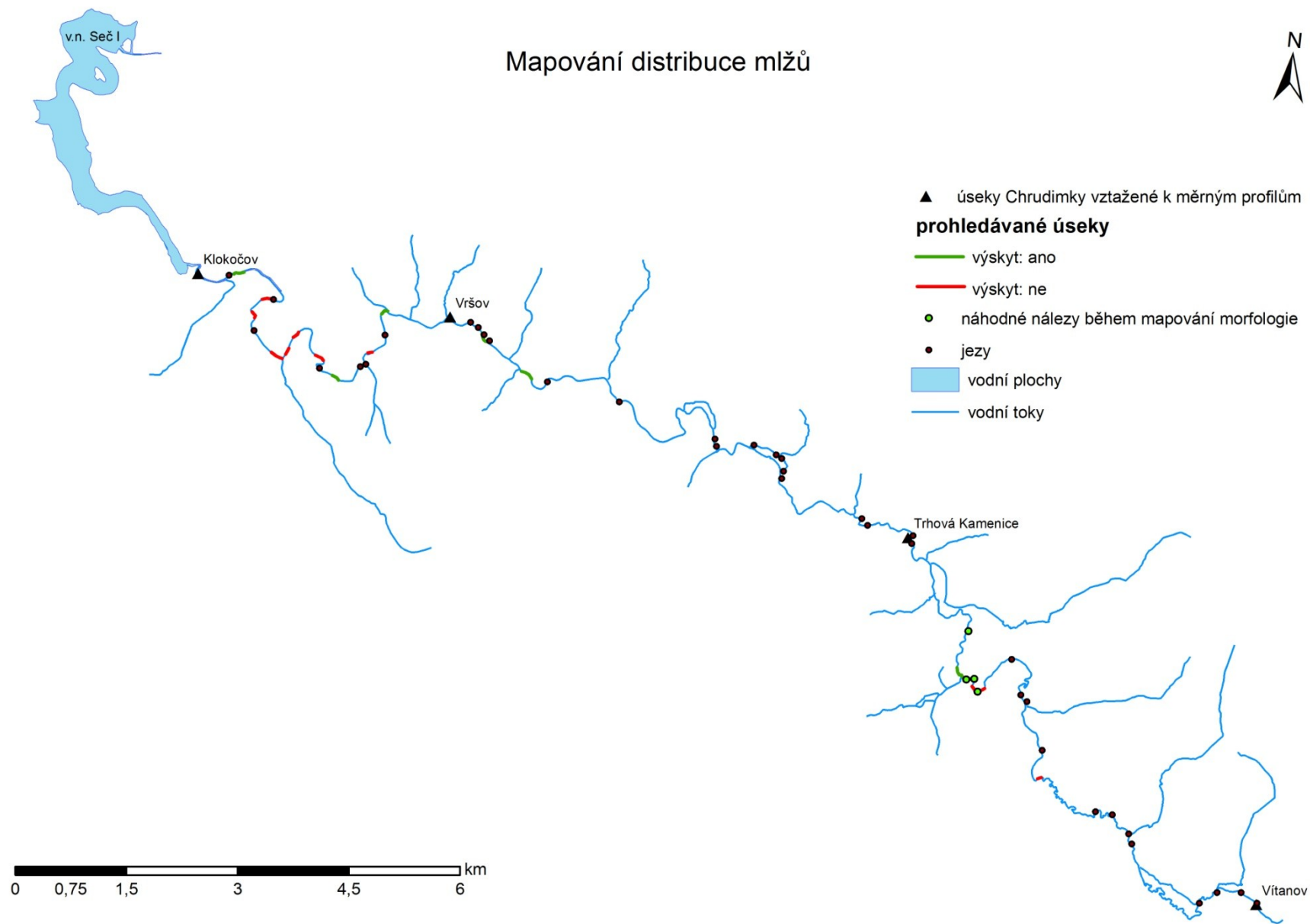




Typ dna



Mapování distribuce mlžů

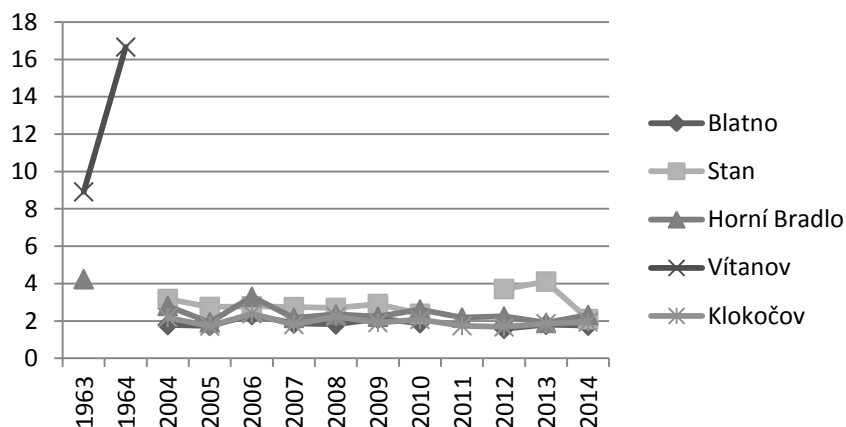


Příloha 6: velikost a věk nalezených lastur

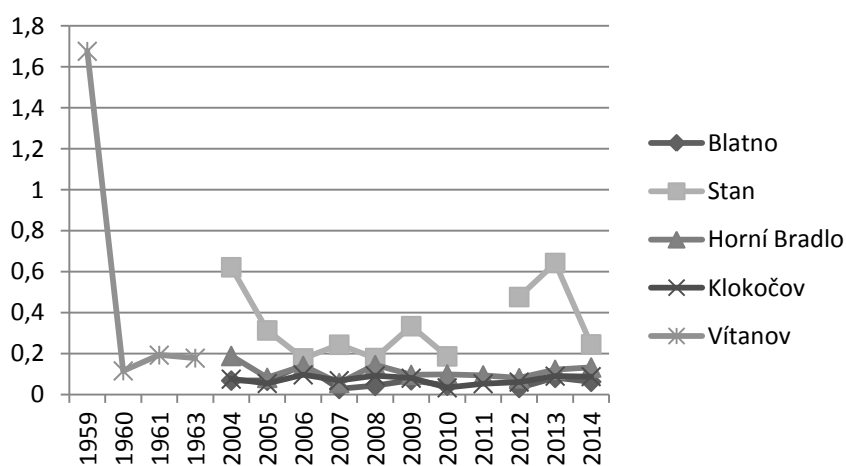
oblast nálezu	velikost (cm)	věk (roky)
Klokočov	8	4
	4,5	3
	8	3
	N	N
	N	N
Přemilov	8	N
	6,5	3
	3	2
Horní Bradlo - Paseky	10	4
Horní Bradlo	9	4
	9	4
	9	3
	7	3
	6,5	N
	7,5	4
	8,5	4
	5,5	2
	7	4
	5	3
	6,5	3
	5,5	3
	5	4
	3	3
	4	3
	5,5	5
	N	N
	3	2
	6,5	N
	N	N
Roudný	8,5	4
	4	3
Svobodné Hamry	9,5	5
	8,5	4
	N	N

Příloha 7: Porovnání parametrů BSK5, N-NH4 a O2 ter. (%) naměřených na přelomu 50. – 60. let s daty z let 2004 – 2014.

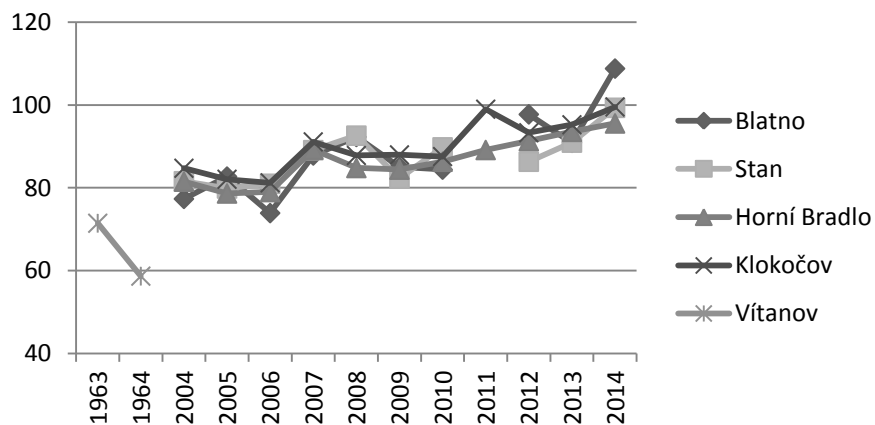
BSK 5 (mg/l)



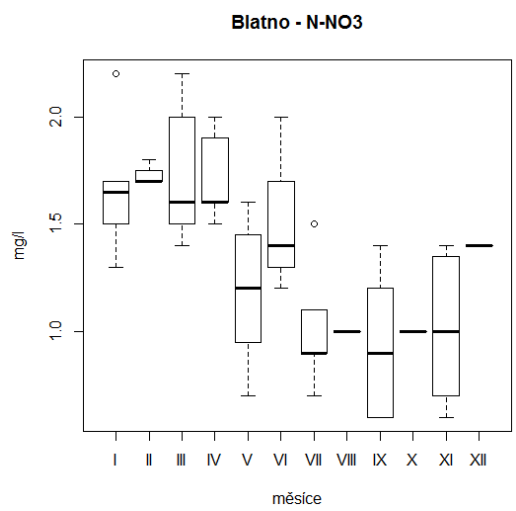
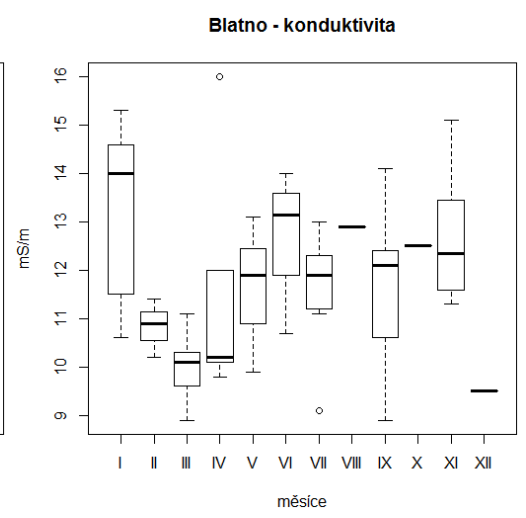
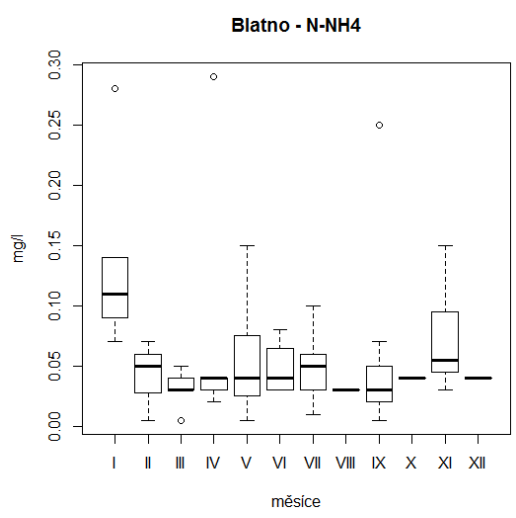
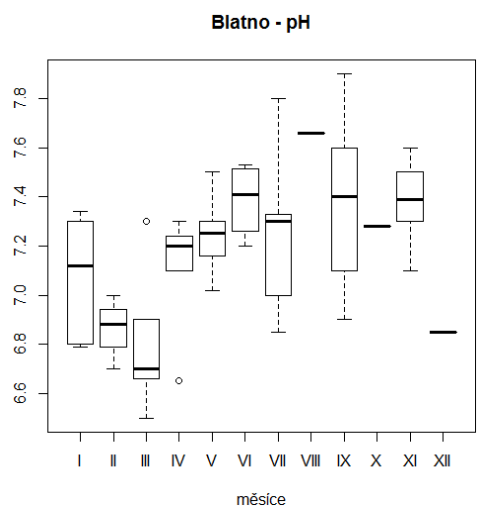
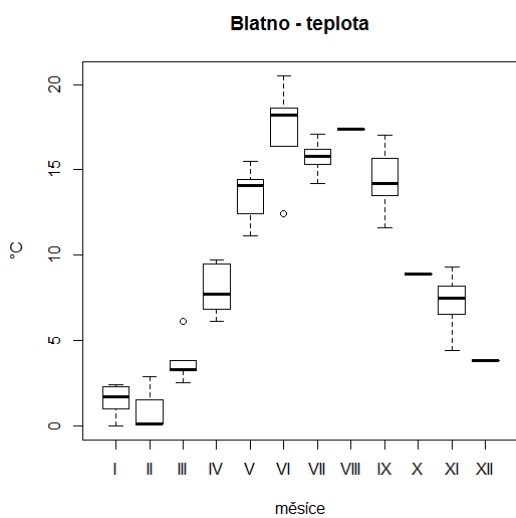
N-NH4



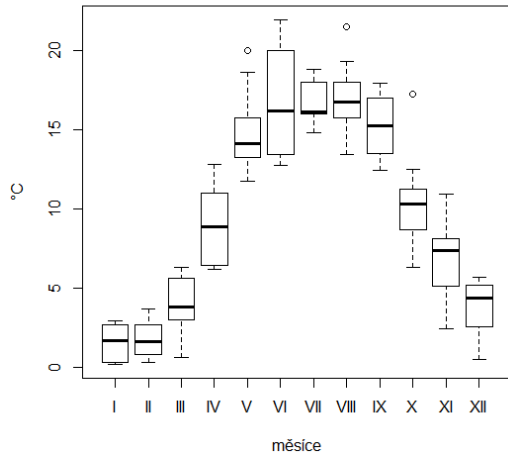
O2 ter. (%)



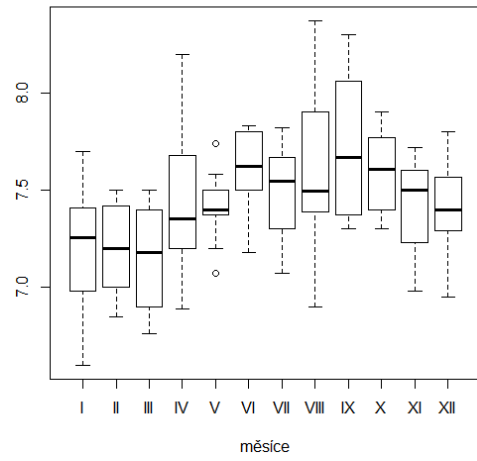
Příloha 8: roční průběh hodnot vybraných chemických parametrů pro jednotlivé profily z let 2004 - 2014



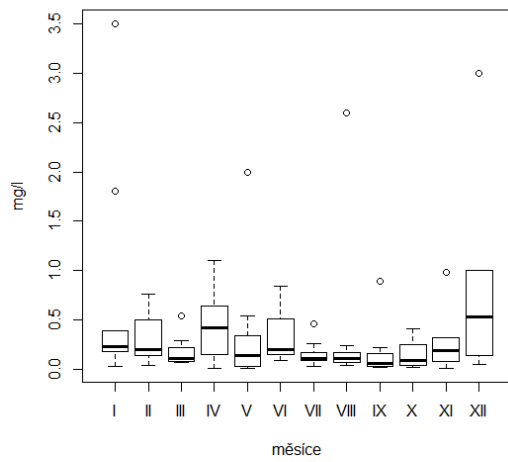
Stan - teplota



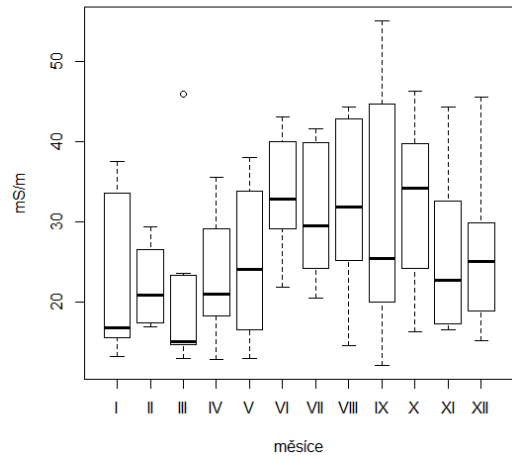
Stan - pH



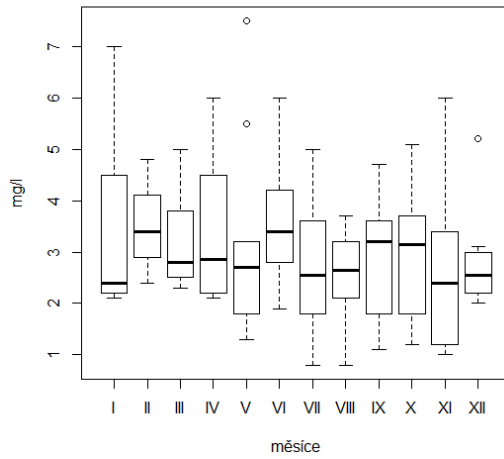
Stan - N-NH4



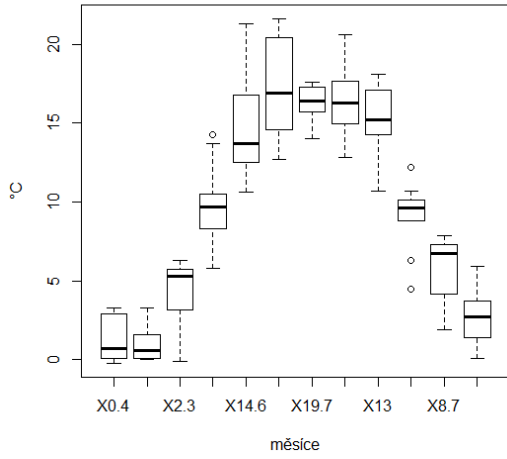
Stan - konduktivita



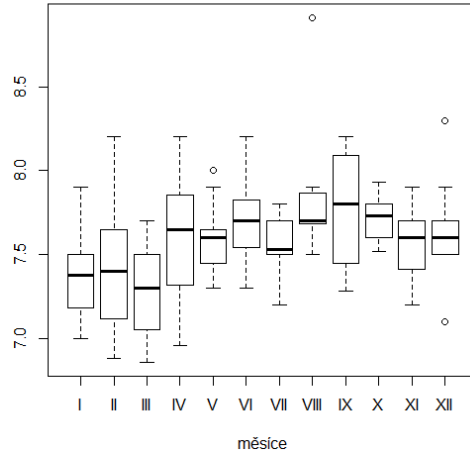
Stan - N-NO3



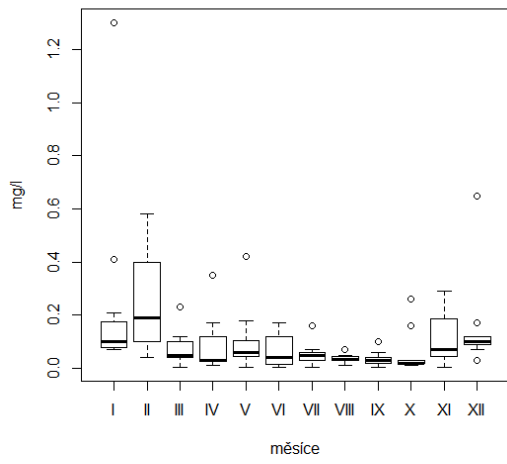
Horní Bradlo - teplota



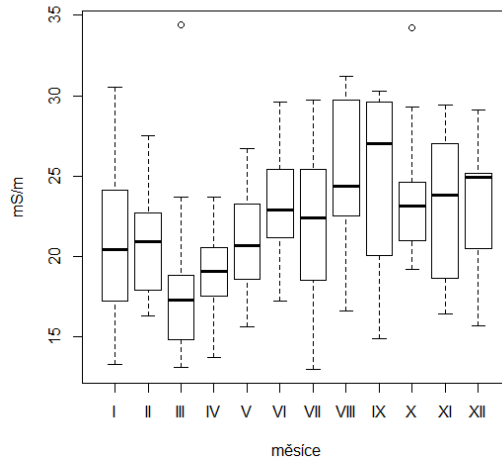
Horní Bradlo - pH



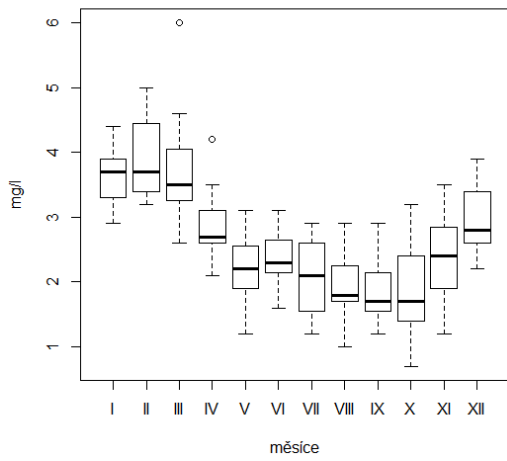
Horní Bradlo - N-NH4



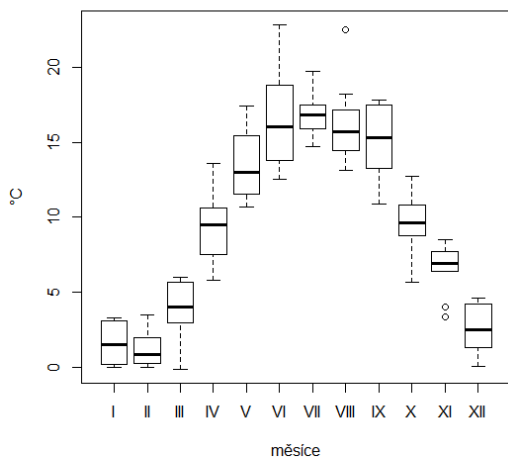
Horní Bradlo - konduktivita



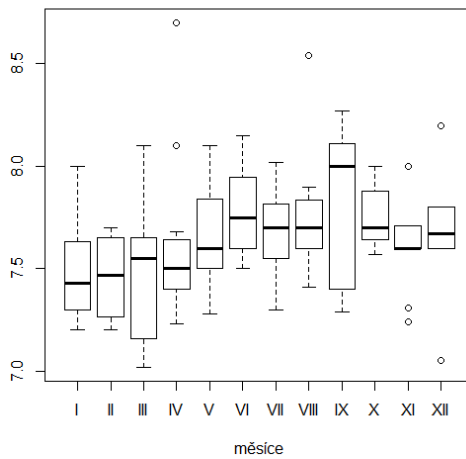
Horní Bradlo - N-NO3



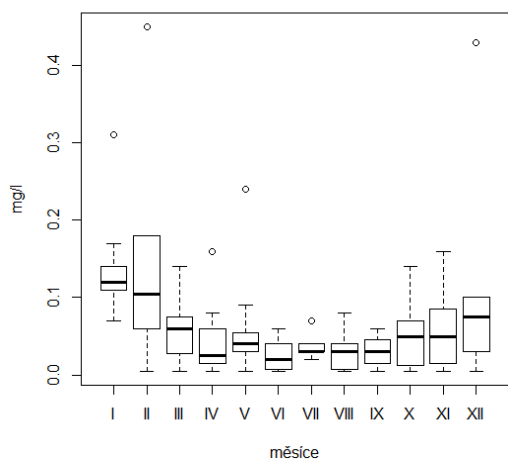
Klokočov - teplota



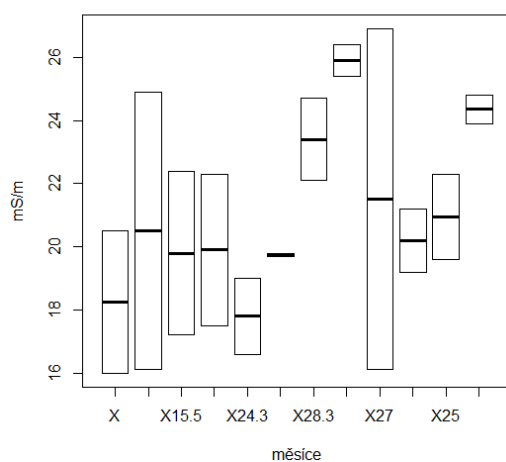
Klokočov - pH



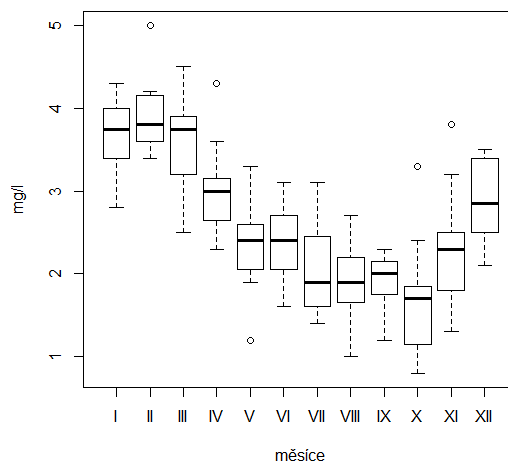
Klokočov - N-NH4



Klokočov - konduktivita



Klokočov - N-NO3



Příloha 9: Fotodokumentace nálezu velevrubu tupého a škeblí říčních



obr. 23: velevrub tupý – schránka, vnitřní strana, velikost: 8,7 mm, věk: 10 – 15 let, lokalita Klokočov, 7. 11. 2013 (foto: Michal Bílý)



obr. 24: velevrub tupý – stejná schránka, vnější strana, velikost: 8,7 cm, věk: 10 – 15 let, lokalita Klokočov, 7. 11. 2013 (foto: Michal Bílý)



obr. 25: škeble říční, živý jedinec, velikost: 7,5 cm, odhadovaný věk: 5 - 7 let, lokalita Svobodné Hamry, 16. 10. 2014 (foto: Michal Bílý)



obr. 26: škeble říční, schránka, velikost 10 cm, odhadovaný věk: 4 – 5 let, lokalita Dolní Bradlo – Paseky, 12. 6. 2014 (foto: Michaela Černá)