

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
**KATEDRA EKOLOGIE**

**Prostorová distribuce složení detritu v podélném  
profilu řeky Malše**  
**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

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

Bakalant: Pavel Stránský

2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pavel Stránský

Vodní hospodářství

Název práce

Prostorová distribuce složení detritu v podélném profilu řeky Malše

Název anglicky

Spatial distribution of detritus composition within Malše River longitudinal profile

---

Cíle práce

Ověřit prostorovou heterogenitu složení plaveného detritu v řece Malši, jakožto potravního zdroje pro perlorodku říční.

Metodika

- Provést jednorázový odběr detritu z 21 lokalit na na podélném profilu řeky Malše v letním období roku 2018
- zpracovat tyto vzorky pro fyzikální a chemické analýzy (sušení, homogenizace)
- provést ve vzorcích stanovení procenta nerozpuštěných organických látek a popelovin.
- Ze získaných výsledků a z výsledků dodaných (množství Ca a P ve vzorcích) zjistit závislost složení detritu na lokalizaci odběrového místa v podélném profilu.
- Výsledky vyhodnotit ve vztahu k biotopu perlorodky říční.

## Doporučený rozsah práce

30 stran

## Klíčová slova

detritus, Malše, Perlorodka říční, Margaritifera margaritifera

---

## Doporučené zdroje informací

LELLÁK, J. – KUBÍČEK, F. *Hydrobiologie*. Praha: Univerzita Karlova, 1992. ISBN 80-7066-530-0.

Simon O., Tichá K., Rambousková K. a kol. 2017: Metodika podpory perlorodky říční (Margaritifera margaritifera). – MŽP ČR, Praha, 283 pp.

---

## Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

## Vedoucí práce

Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekologie

---

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 21. 04. 2019

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Michala Bílého, Ph.D. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze 25.4. 2019:

.....



## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat Mgr. Michalu Bílému, Ph.D za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval. Děkuji také Ing. Vojtěchu Barákovi za poskytnutí cenných rad a materiálů.

V Praze 25.4. 2019:

.....

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá prostorovou heterogenitou složení detritu v řece Malši, jakožto potravního zdroje pro perlorodku říční. Bylo stanoveno 21 lokalit na kterých probíhal jednorázový odběr deponovaného detritu. Ve vzorcích bylo stanoveno množství Ca, P, podíl organické složky a dále pak doplňkově, Be, Cd, Cu, Pb, Zn, As, Co, Cr, Ni, V, Al, Fe, Mn, Na, K, Mg. Byl zjištěn potenciální znečišťující vliv přítoku Felberbach, oce Dolní Dvořiště a obce Kaplice. Při stanovení podílu organické hmoty byl zjištěno, že převážnou část detritu představuje anorganická hmota. Na přítoku Hranický potok byl zjištěn vysoký podíl organické hmoty a vápníku, velmi se odlišující od zbylých lokalit na řece Malše. Byla prokázána závislost fosforu a obsahu organické hmoty na říčním kilometru, kde s klesajícím říčním kilometrem klesá obsah organických látek u fosforu naopak obsah roste. U vápníku tato závislost prokázána nebyla

**Klíčová slova:** detritus, Malše, Perlorodka říční, Margaritifera margaritifera

## **Abstract**

This thesis analyzes the spatial heterogeneity of the detritus composition in the Malše River as a food source for freshwater pearl mussel. Twenty-one localities with a one-off collection of deposited detritus were determined. In the samples, the amount of Ca, P, the proportion of the organic component was determined as well as additionally, Be, Cd, Cu, Pb, Zn, As, Co, Cr, Ni, V, Al, Fe, Mn, Na, K, Mg. Potential polluting effects of the Felberbach, Dolní Dvořiště, and Kaplice municipality were found. In determining the proportion of the organic matter, it was found that the predominant part of the detritus is inorganic matter. A high proportion of organic matter was found at the stream Hranický potok, tributary of the Malše, very different from the remaining sites on the Malše river. The dependence of phosphorus and proportion of organic matter on the river kilometer has been proven, where with decreasing river kilometer the content of organic substances decreases and the content of phosphorus increases. Calcium has not been shown to be dependent.

**Key words:** detritus, Malše, Freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*

# Obsah

1. Úvod .....	1
2. Cíle práce.....	2
3. Literární rešerše .....	3
3.1 Perlorodka říční.....	3
3.1.1 Popis druhu .....	3
3.1.2 Životní cyklus.....	3
3.1.3 Potrava .....	5
3.2 Detrit .....	5
3.3 Říční kilometr .....	7
3.4 Řeka Malše .....	7
3.5 Geomorfologie .....	8
3.6 Hydrologie.....	9
3.7 Klima .....	10
4. Metodika.....	11
4.1 Sběr vzorků.....	11
4.2 Příprava před laboratorními analýzami .....	11
4.3 Analýza poměru anorganické a organické složky .....	12
4.4 Analýza stanovení vápníku, fosforu a ostatních kovů.....	12
4.5 Popis lokalit odběrů detritu .....	13
4.6 Zpracování dat .....	19
5. Výsledky .....	20
5.1 Obecné výsledky .....	20
5.2 Statistické výsledky .....	22
6. Diskuse .....	27
7. Závěr.....	29
8. Přehled literatury a použitých zdrojů .....	30
9. Seznam příloh .....	34

# 1. Úvod

Perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*), byl historicky velmi rozšířený druh, který se vyskytoval v tocích střední velikosti a jejich přítocích (Švanyga et al. 2013). V posledních desetiletích však její početnost značně poklesla a z mnoha toků zcela vymizela z mnoha se sebou souvisejících důvodů, mezi nimiž lze jmenovat intenzivní hospodaření na lesních a zemědělských pozemcích a díky tomu zvýšenou eutrofizací v povodích, toxickým průmyslovým znečišťováním a nevhodnými technickými úpravami a stavbami na tocích (Bauer 1988, Hruška 1999, Buddensiek 1995). Dnes se vyskytuje pouze sporadicky v zachovalých čistých úsecích toků zejména horní tok Vltavy, Blanice, Malše a jejich přítoky. Ze zákona je perlorodka zvláště chráněným druhem a v Červeném seznamu ČR je řazena jako kriticky ohrožený druh.

Tento druh je vázán na chladné oblasti, potravně chudé neznečištěné vody s nízkým obsahem rozpuštěného vápníku. Velmi významný faktor je také struktura celého povodí (Hruška 2003). Velký problém jsou stárnoucí populace, tedy absence přirozené reprodukce způsobené nízkou, někde již vyhynulou původní populací hostitelů. Dále také potrava je jedním z mnoha faktorů. U potravy je důležité, aby obsahovala množství organického vápníku. (Hruška 1991, Hruška 1995).

Detrit je zatím velmi málo prozkoumanou organickou látkou. Chemickým a fyzikálním rozborem se na území České republiky zabývaly pouze Myslivečková (2016) a Hodaňová (2015) a to v povodí Teplé Vltavy a Blanice. Povodí Malše je v rámci České republiky jedinečné, jelikož zde byly nalezeny přirozeně se vyskytující juvenilní jedinci perlorodky říční. V současné době neexistuje detailní chemické a fyzikální složení detritu v povodí Malše. Proto bych rád touto prací přispěl k lepšímu pochopení a ochraně života tohoto ohroženého druhu.

## 2. Cíle práce

Cílem práce je ověřit prostorovou heterogenitu složení plaveného detritu v řece Malši, jakožto potravního zdroje pro perlorodku říční.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Perlorodka říční

#### 3.1.1 Popis druhu

Perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*) je druh velkého mlže obývajícím sladkovodní prostředí. Schránka sestávající z 2 lastur má ledvinitý tvar a v průběhu života živočicha je schopna dorůst délky až 140 mm, výšky 60 mm a tloušťky 40 mm. Barva lastury je černá až temně hnědá. Jednotlivé lastury jsou silnostěnné a pevné, na vrcholu je spojuje konchiolinový vaz. Lastura se vyznačuje dovnitř zakřiveným spodním okrajem. Postranní zámkové zuby (lišty) nejsou vyvinuty. Vrcholy lastur jsou pak posunuty k jejich přední části (Beran 1998).

(Mutvei , Westermarck 2001) uvádí, že perlorodky říční jsou schopny se dožít se zhruba 50 let v mezotrofním prostředí, 80 až 140 let pak v oligotrofním prostředí.

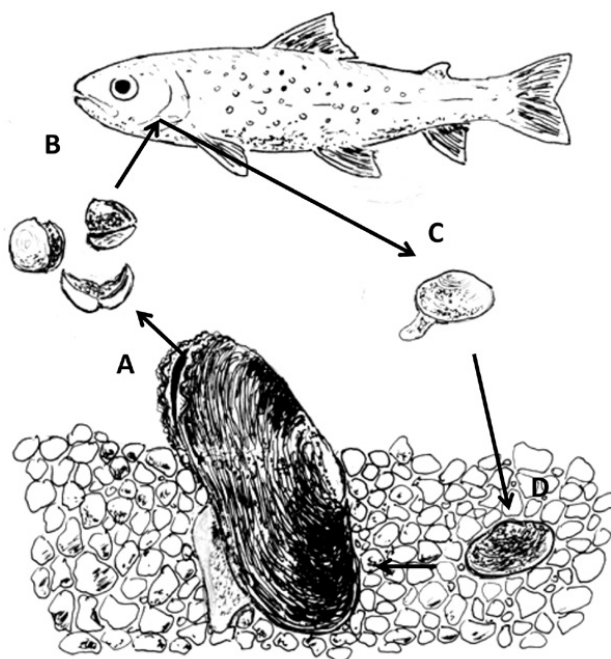


Obr. 3.1 Kolonie perlorodky říční s adultními i subadultními jedinci z řeky Aursunda ve středním Norsku. Široce otevřené přijímací otvory se zvrásněným okrajem usnadňují pasivní filtraci i za pomalejších rychlostí proudu. (Autor neuveden, Zdroj: Simon 2017)

#### 3.1.2 Životní cyklus

Životní cyklus perlorodky je velice složitý a skládá se z několika fází, kdy každá tato fáze vyžaduje specifické podmínky prostředí. Perlorodky jsou odděleného pohlaví,

avšak při nedostatku samců nebo při malé hustotě populace se mohou samičky stát hermafroditními (tzn. oboupohlavními) jedinci (Bauer 1987). V brzkém letním období vypouští samci spermie, které jsou přijaty samičkou skrze přijímací otvor, při nedostatku samčích spermií se jedinec oplodní sám (Bauer, Wächtler 2001). Oplodněná vajíčka se vyvíjejí v mezižaberních prostorách samičky při potřebě zhruba



Obr. 3.2 Životní cyklus perlorodky říční ve vodním prostředí (autor kresby: Michal Bílý; Zdroj: Simon 2017)

400 denních stupňů, což zhruba trvá 4–6 týdnů. Následně jsou vyvrhovány v podobě invazní larvy (glochidia) do volné vody. Dále vývoj probíhá přes parazitární larvální stádium, které se uchytilo na žaberní lístky hostitelské ryby, v našich podmínkách je v současnosti jediným hostitelským druhem pstruh obecný, forma potoční (*Salmo trutta m. fario*). V jiných evropských státech to může být i losos obecný (*Salmo salar*) (Thomas et al. 2010). Další vývoj

v juvenilní jedince probíhá na hostitelských rybách a trvá v našich podmínkách až 11 měsíců (Bauer 1992). Po dokončení metamorfózy dochází k proříznutí jedinců z žaberního ústrojí hostitelské ryby a odpadnutí na dno toku. Mladé perlorodky se zahrabávají do dna pomocí svalnaté nohy a v tomto intersticiálním prostředí rostou zhruba 5 - 10 let. Zde se dostává perlorodka do tzv. kritické fáze vývoje (Švanyga et al. 2013). Je závislá především na podmínkách, které na daném místě panují. Až v pozdějším věku se jedinci usazují na povrchu dna, kde zaujímají stálou pozici v kolonii. V českých podmínkách dosahuje perlorodka pohlavní dospělosti mezi 15–20 rokem života.



### 3.1.3 Potrava

Perlorodka říční se živí filtrací tekoucí vody. Filtrovanou potravou je organický detrit vznikající z rostlinného opadu nadzemních a podzemních částí rostlin a rostlinných společenstev.

Potravu dospělců perlorodky říční představují drobné partikule (menší než cca 40  $\mu\text{m}$ ), které jedinci filtrují z vody. Dospělci pasivně filtrují pomocí roztažených plášťových okrajů usazení v proudných úsecích oligotrofních toků. Mladší jedinci mohou filtrovat aktivně v prostorách pode dnem toku nebo zde potravu stírají pomocí svalnaté nohy a řasinek (cilií). V typických biotopech se jedná obvykle o detrit s partikulami menšími než 40  $\mu\text{m}$ , nikoliv živé řasové buňky. Tím se perlorodka říční liší od většiny ostatních velkých sladkovodních mlžů, jejichž potrava je tvořena převážně živými buňkami jednobuněčných řas (Bauer, Wächtler 2001).

Problematika složení potravy juvenilních jedinců v přirozených podmínkách není dosud dostatečně zpracována. Kromě práce týmu (Eybe et al. 2013) dosud existují pouze nepublikované materiály, tj. především příspěvky z konferencí či magisterské a disertační práce z Norska z let 2012–2016. Na druhou stranu praktické zkušenosti z polopřirozených chovů ukazují na empiricky ověřenou dobrou využitelnost jemného organického detritu. (Hruška 1995, Hruška et al. 2000) nebo v kombinaci s dalšími jemnými částicemi, jako jsou například řasy nebo mikrobiální suspense (Eybe et al. 2013).

## 3.2 Detrit

Detrit představuje velmi složitý materiál. Skládá se z mnoha různorodých částí, mezi nimiž jsou vločky mikroorganismů a vysrážených koloidních látek v kombinaci s organickými zbytky částí rostlin, exkrementy bezobratlých a v neposlední řadě zejména jílovité a drobné pískové anorganické frakce. Už tato složitá struktura je navíc pokryta biofilmem skládající se z bakterií, řas, a jednobuněčných organismů. Na detrit

můžeme tedy spíše pohlížet jako na ekosystém než jako heterogenní suspenzi či prach rozptýlený ve vodě.

Složení a kvalita organického detritu je dána typem ekosystému, z něhož detrit vzniká (Hruška 1995a). Opad rostlinných částí je po vstupu do vodního prostředí zpracováván mikroby a dalšími organismy, např. blešivcem potočním (*Gammarus fossarum*), na menší části. Vzniklé drobné částičky pak jsou unášeny proudem vody v povrchové i dnové vrstvě, kde jsou dále zpracovány na jemnější částice, či přeměněny na fekální pelety. Tyto částičky se poté shlukují společně s anorganickými částičkami, řasami a mikrobiálními organismy

Detritová potrava v počáteční fázi rozkladu, dosud dostatečně nasycená bílkovinami a s přítomností mikroorganismů, musí být v toku přítomna po celou vegetační sezónu, kdy probíhá i růst juvenilních jedinců perlorodky. Opadané listy stromů tuto funkci nemohou trvale udržitelně zajistit. Také splachy z povodí způsobené deštěm, které smývají do toku organické látky z povrchu, mají pouze krátkého trvání a transport takto získaného detritu, vodním tokem je spojen se zvýšenými průtoky, a tedy i rychlým odnosem potravy.

Trvalou produkci kvalitního organogenního detritu tedy nelze očekávat od nadzemní vegetace a s ní spojených organismů, ale naopak od podzemních orgánů rostlin a edafonu. Nejvyšší kvalita detritu pro růst mladých perlorodek vzniká z opadu jemných kořínků lipnicovitých a dvouděložných rostlin. Části těchto kořínků průběžně odumírají v průběhu celého vegetačního období (Absolón, Hruška 1999).

Kvalitativní složení detritu, který slouží jako potrava pro perlorodky v našich podmínkách popsali Tichá et al. (2012a). V rámci své práce provedla kvalitativní hodnocení detritu z šumavských pramenišť a zjistila, že hlavní podíl detritu tvoří fekální pelety (49%). Další složkou jsou hrubé rostlinné zbytky (26%) a třetí pak nerozlišitelná hmota (21%). Řasy byly nejméně početnou skupinou. Vysoký podíl

fekálních pelet je zdůvodněn trvale nízkou teplotou vody v prameništích, která brání rozkladným procesům (Tichá et al. 2012a).

### 3.3 Říční kilometr

Říční kilometr (řkm) nám udává vzdálenost určité polohy na vodním toku od předem určeného nulového bodu. Počátek číslování se obvykle volí na ústí tohoto vodního toku do jiného toku či vodní plochy. Tento způsob je používán, protože prameniště vodního toku se může pohybovat či není jasně definovatelné. Nevýhoda tohoto způsobu číslování se projevuje, když řeka nemá ústí, či u rozsáhlých říčních delt, kdy nelze definovat hlavní koryto toku.

### 3.4 Řeka Malše

Tento tok je z hlediska ochrany perlorodky významný, jelikož se zde byly pozorovány juvenilní stádia perlorodky a také se zde nachází původní populace pstruha potočního, která je vhodná pro invazivní stadium perlorodky (Matasová et al. 2013).

Malše je velmi významným tokem v oblasti Novohradských hor. Pramen vodního toku se nachází v Rakousku na severovýchodní straně hory Viehberg poblíž města Sandl. Jedná se o pramenitou oblast, jelikož nelze přesně určit bod, kde vyvěrá. Od vodní nádrže severně od města Sandl má již charakter stálého toku (Lett et al. 2004, Lett 2006). Od města Sandl se obrací severně kde v úseku dlouhém asi 22 km tvoří státní hranici. U obce Dolní Dvořiště se stáčí na sever až do Českých Budějovic, kde ústí do Vltavy, jakožto její pravostranný přítok (Kubeš 2003).

Z celkové délky 95,5 km je zhruba 6 km jejího horního toku se nachází v Rakousku, dalších 20 km toku tvoří státní hranici mezi Českou republikou a Rakouskem. Spád toku je velmi proměnlivý a dosahuje v průměru asi 5,5 ‰. Průměrný roční průtok v městě Kaplice je 2,1 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (Matěnová 2004). Údolí je z většiny úzké, hluboké a po většinu své trasy vytváří četné meandry. Říční soustava Malše je značně asymetrická, protože nejvýznamnější přítoky, Černou a Stropnici, ústí do Malše

z pravé strany. Mezi významné pravostranné přítoky dále patří Tichá, Mladoňovský potok, Kamenice a Dobečovský potok. Mezi nejvýznamnější levostrannými přítoky jsou Felderbach a Zdíkovský potok.

Malše se řadí mezi vodohospodářsky významné toky. V roce 1978 byla na Malši vybudována vodní nádrž Římov sloužící jako zdroj pitné vody pro České Budějovice a přilehlé oblasti. Horní část toku (zhruba po Cetviny) je vyvinut ekosystém oligotrofního vodního toku s výskytem celého společenstva oligotrofních vodních organismů a s potenciálem pro rozmnožování perlorodky říční. Hojný výskyt je vážky – páskovce kroužkovaného (*Cordulegaster boltonii*). V dolních úsecích toku nalezneme druhově pestré rybí společenstvo s pravidelným rozmnožováním mnoha ubývajících druhů kruhoústých a ryb. V toku Malše se vyskytuje perlorodka říční i vydra říční.

### 3.5 Geomorfologie

Dle současného geomorfologického členění České republiky (Demek et al. 1987) náleží území do provincie Česká vysočina přesněji do Šumavské subprovincie. V rámci této subprovincie se dále rozděluje dvou celků Novohradské hory a Novohradské podhůří. Celek Novohradské hory se na české straně dělí na dva podcelky, Pohořská hornatina a Jedlická vrchovina, z nichž do zkoumaného území zasahuje pouze podcelek Pohořské hornatiny (Soldán et. al. 2004a, Kubeš 2003). Celek Novohradského podhůří se dělí na pět podcelků, ovšem pouze dva z nich zasahují zkoumané území. Týká se to Kaplické brázdy a Soběnovské vrchoviny.

Novohradské hory jsou tvořeny plochou kernou hornatinou vrásmozlomových struktur hlubinných vyvřelin centrálního moldanubického plutonu (Chábera 1998). Jsou tvořeny především hrubozrnným granodioritem weinsberského typu, na kterém je zachován zbytek pláště z cordieritických rul. Mají znaky kerného pohoří silně rozčleněného erozí a představují pouze malý výběžek rozsáhlé hornaté oblasti, která je v Rakousku označována jako Freiwald a Weinsberger Wald (Chábera et al. 1972).

Celková plocha české části činí 162 km<sup>2</sup>. Nejvyšším vrcholem rakouské části je Viehberg (1111 m n.m.), na českém území pak Kamenec (1072 m n.m.). Pohořská hornatina zabírá převážnou část Novohradských hor. Tyto horniny místy vystupují na povrch v podobě vrcholových skal nebo skalních stěn hlubokých údolí toků a objevují se i v korytech toků v podobě balvanů, valounů, šterku či jemnějšího dnového materiálu (Kubeš 2003).

Novohradské podhůří přísluší, jak vyplývá z názvu k Novohradským horám. Skládá se z krystalických hornin se sporadickými relikty neogenních sedimentů. Soběnovská vrchovina je lemována na jihovýchodě Novohradskými horami, na jihu a západě Kaplickou brázdou a na severu a severovýchodě Stropnickou pahorkatinou. Mezi Malší a Českokrumlovskou vrchovinou leží Kaplická brázda. Jedná se o příčnou sníženinu mezi Šumavou a Novohradskými horami. Reprezentuje 5–12 km široký pruh kaplických svorů, svorových rula dalších krystalických hornin. Jde o vrchovinu z hrástí a prolomů, s převládajícími krátkými hřbety a jednotlivými vrcholy, většinou zalesněnými (Chábera 1998).

### 3.6 Hydrologie

Území Novohradských hor je na jihu a jihovýchodě tvořeno rozvodnicí úmoří mezi Severním a Černým mořem. To to území je tedy pramennou oblastí toků patřících k povodí Labe Hydrografickou sítí Novohradských hor a okolí na českém území tvoří 4 dílčí povodí. Jedná se o povodí Malše, Černé, Stropnice a horního toku Lužnice (Matěnová 2004). Povodí Lužnice však pokrývá malé území v oblasti Novohradských hor. Většinu území odvodňuje povodí řeky Malše. Výše jmenované toky pramení na rakouském území. Rakouská část Novohradských hor náleží především k povodí Dunaje.

Z hlediska hydrologie České republiky zauímají Novohradské hory jen asi 0,2 % celkové plochy povodí, a tudíž jejich vodohospodářská bilance nemá velký význam v rámci České republiky (Soldán et al. 2004a). Vodní biotopy území jsou velmi bohaté,

a kromě biotopů velkých nížinných řeka přirozených jezer jsou zde zastoupeny všechny typy povrchových vod mírného pásma. V Novohradských horách nalézáme i pár vodních nádrží. Například nádrž Černá u Děkanských Skalin na řece Černé, sloužící primárně k energetickým účelům, a nádrž Květoňov na Kamenici, vybudovaná k závlahovým účelům (Lett et al. 2004).

### 3.7 Klima

Podle klimatické klasifikace České republiky patří Novohradské hory do chladné oblasti CH7 (Quitt 1971). Ta se vyznačuje mírně chladným a vlhkým, velmi krátkým až krátkým létem, dlouhým přechodným obdobím, mírným podzimem, dlouhou, mírnou zimou s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou a mírně chladným jarem. Novohradské podhůří náleží do oblasti MT3. Pro tuto oblast je charakteristické mírné až mírně chladné, suché až mírně suché, krátké léto, normální až dlouhé přechodné období s mírným jarem a podzimem, zima je normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá s normální až krátkou dobou sněhové pokrývky.

Podnebí Novohradských hor utváří kromě obecných klimatických faktorů i faktory orografické. Z orografického hlediska zde podnebí ovlivňuje především Šumava i vzdálenější Alpy. Ve střední Evropě všeobecně převládá západní proudění, a jelikož leží Novohradské hory v závětrí Šumavy, srážkové úhrny jsou zde nižší. Naopak při proudění ze severních směrů, při kterém jsou Novohradské hory v návětrí tudíž jsou zde vydatnější srážky (Křivancová, Vavruška 2004).

Roční úhrny srážek nejvyššího místa Novohradských hor v oblasti Pohoří jsou zhruba 900–1000 mm. Postupně směrem do níže položených oblastí Novohradského podhůří se roční úhrn srážek snižuje až pod 650 mm. Průměrná roční teplota vzduchu je zhruba v rozsahu od 4,5 °C v Novohradských horách, do 7,5 °C v podhůří. Povětrnostní podmínky Novohradských hor a jejich podhůří se téměř neliší. Převládá zde převážně západní až jihozápadní směr větru (Křivancová, Vavruška 2004).

## 4. Metodika

### 4.1 Sběr vzorků

Odběr vzorků probíhal 15.-16.8. 2018 na každé z předem určených lokalit z několika míst s usazeninami detritu, aby vzorky zachytily možnou prostorovou proměnlivost deponovaného detritu.

Pro odběry v terénu byly použity plastové injekční stříkačky o objemu 150ml. Sběr probíhal nasáváním povrchové vrstvy detritu usazeného ve dně toku. Po nasátí se vzorky v terénu přefiltrovaly přes hrubé síto uhelon o velikosti 100 $\mu$ m, aby došlo k eliminaci větších částic, které jsou velikostně nevhodné pro výživu perlorodek. Takto zpracovaný detrit byl následně sedimentován ve vaničkách o objemu 300 ml. Po dostatečném zahuštění byl detrit uchovávan v PET lahvích, které byly uloženy v chladícím boxu, kde docházelo k sedimentaci. Na každé lokalitě se přefiltrovalo zhruba 30 l směsi detritu a vody (podle „zahuštěnosti vzorku“). Z lokality se odnášel vzorek zahuštěný do zhruba dvou 1,5 litrových PET lahví

### 4.2 Příprava před laboratorními analýzami

Všechny vzorky detritu přinesené z terénního sběru se nechaly po dobu nezbytně nutnou sedimentovat a následně byly přefiltrovány přes síto z jemné tkaniny – uhelonu o velikosti ok 40  $\mu$ m, aby došlo k eliminaci větších částic, které jsou velikostně nevhodné pro výživu perlorodek. Takto předpřipravené vzorky z odběrů byly zamrazeny a ponechány do doby fyzikální a chemické analýzy. Jak již zmiňuje Hodaňová (2015) ve své práci, zmrazení a poté rozmrazení takovýchto vzorků detritu nemá téměř žádný vliv na změnu vlastností detritu.

Po odsátí přebytečné vody z předem rozmrazených vzorků, byly vzorky přeneseny na skleněné Petriho misky, v kterých se následně vysušily v laboratorní sušárně (příloha č.6) při teplotě 60 °C a ventilaci 80 % po dobu min. 8 hodin. Po vysušení byly vzorky postupně rozdrceny v hmoždíři na velmi jemný prášek. V této podobě byl detrit uchován k vlastním

analýzám ve skleněných epruvetách, které byly opatřeny popisky označující lokality odběru.

### 4.3 Analýza poměru anorganické a organické složky

Před vlastní analýzou byl vysušen silikagel (absorbent vlhkosti) po dobu 2 hodin při teplotě 110 °C a 80 % ventilaci, který byl okamžitě po vysušení přesunut do exsikátoru. Keramické misky potřebné pro analýzu byly sušeny po dobu 2 hodin při teplotě 110 °C a 80 % ventilaci v laboratorní sušárně. Po vyjmutí ze sušárny byly keramické kelímky vloženy do exsikátoru, kde byly ponechány do zchladnutí na pokojovou teplotu. Keramické misky byly po vychladnutí zváženy na laboratorních váhách. Po zvážení do misek bylo vloženo zhruba 0,5 g vzorku detritu, následně byly vzorky vloženy do laboratorní sušárny po dobu 2 hodin při teplotě 110 °C a 80 % ventilaci. Po přesušení byly vzorky přesunut do exsikátoru do vychladnutí na pokojovou teplotu, následně byla zvážena váha misky a vzorku. Ihned po zvážení byly kelímky vloženy do skleněné nádoby s víkem. Poté byly keramické misky z nádoby vyjmuty a vloženy do laboratorní pece (příloha č.7), kde při teplotě 550 °C po dobu 2 hodin došlo ke spálení organické složky nacházející se v detritu. Po spálení byly vzorky z pece vyjmuty a vloženy do exsikátoru pro zchladnutí na pokojovou teplotu. Po vychladnutí byly keramické kelímky se spálenými vzorky zváženy na laboratorní váze a následným výpočtem zjištěn procentuální poměr organické a anorganické složky vzorků detritu.

### 4.4 Analýza stanovení vápníku, fosforu a ostatních kovů

Na tuto analýzu se do skleněných zkumavek odvážilo 0,100 g vzorku detritu na laboratorní váze. Poté se vzorky přesunuli do laboratorní digestoře, kde bylo přidáno nejdříve 3 ml HCl a poté 9 ml HNO<sub>3</sub>. Následně do zkumavek bylo přidáno magnetické míchadlo a takto připravené byly přesunuty do digestoře. Po 30 minutách byly vzorky uzavřeny, a takto byly dány na mikrovlnný rozklad.

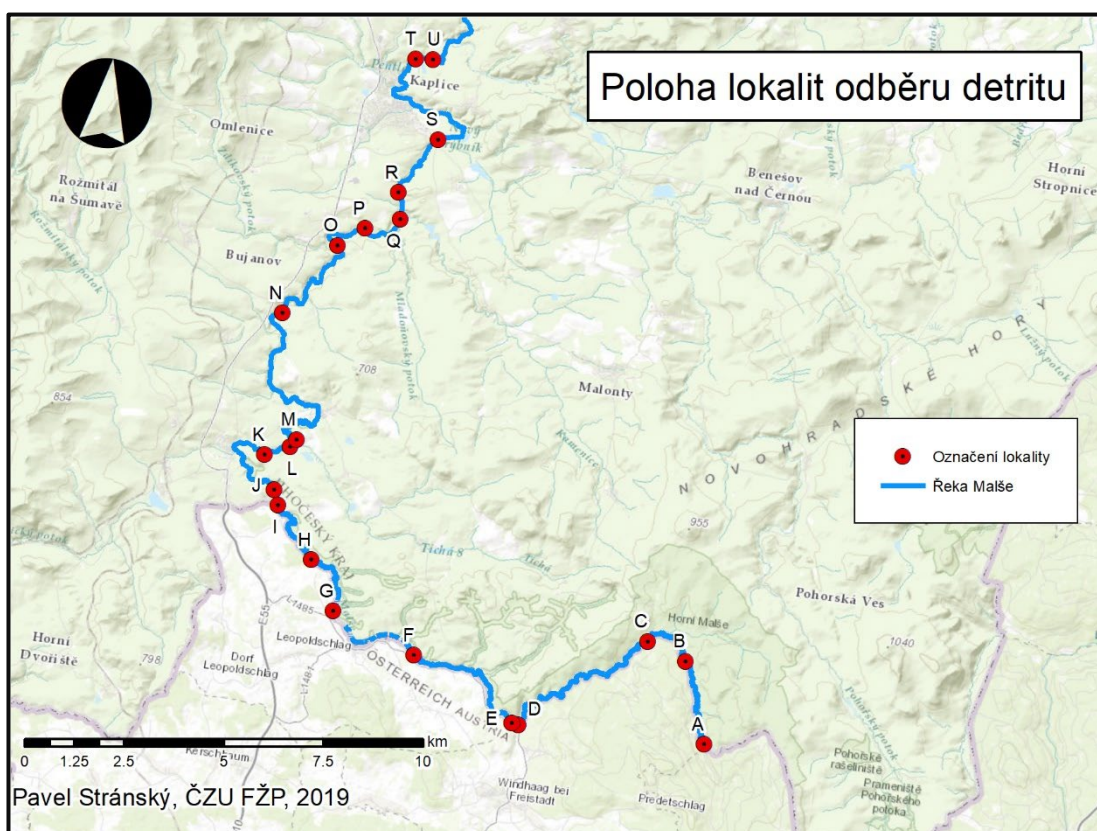


Po mikrovlnném rozkladu a následném přes laboratorní digestoři otevřeny a opatrně bylo odpipetováno z vrchní vrstvy 0,2 ml rozloženého roztoku, přičemž byly dále v poměru 1:5 ředěny demineralizovanou vodou.

Takto předpřipravené vzorky byly analyzovány na spektrometru pomocí metody ICP - OES. Výsledky z analýzy bylo nutno přepočítat na jednotku mg/kg, tj. hmotnostní podíl daného prvku v sušině. V této analýze šlo primárně o zjištění množství obsahu vápníku a fosforu v sušině, nad rámec se analyzovali prvky: beryllium, kadmium, měď, olovo, zinek, arsen, kobalt, chrom, nikl, vanad, hliník železo, mangan, sodík, draslík, hořčík.

#### 4.5 Popis lokalit odběrů detritu

Pro odběry vzorků detritu bylo vybráno následujících 21 lokalit pro pokrytí délkového gradientu řeky Malše s dokumentovaným výskytem perlorodek. Fotografie z každé lokality se nachází v příloze č.1.



Obr. 4.1 Poloha lokalit odběru (Stránský)

Hranický potok

Označení: A

Souřadnice (WGS-84): 14.626064°E, 48.604957°N

Říční kilometr: 0.1

Tato lokalita byla zvolena, protože se jedná o chemicky intaktní pramenný přítok řeky Malše.

Malše: Hranice

Označení: B

Souřadnice (WGS-84): 14.615955°E, 48.622907°N

Říční kilometr: 86.5

Lokalita se nachází před významným přítokem horního toku Malše před soutokem s Kabelským potokem. Řeka se v této má části meandrující koryto v meandrovém pásu vinoucím se kolem údolnice, meandry se prohlubují pozvolnou boční erozí až do protržení meandrové šíje, nivní porost zpomaluje korytotvorné procesy (citace metodika zjednoduš)

Malše: Dolní Příbraní

Označení: C

Souřadnice (WGS-84): 14.60234°E, 48.626221°N

Říční kilometr: 84.2

Lokalita se nachází pod soutokem s Kabelským potokem pro porovnání s profilem B. Řečiště se oproti předchozí lokalitě (B) mění na nivu s jedním nebo více hlavními koryty, soustava ramen a ostrovů je stabilizována vegetací a vývoj je vázán na pozvolnou boční erozi břehů při procesu vinutí nebo meandrování koryt.

Malše: Nad Felberbachem

Označení: D

Souřadnice (WGS-84): 14.562391°E, 48.603656°N

Říční kilometr: 78.8

Lokalita se nachází nad potencionálně znečišťujícím přítokem řeky Malše Felberbach. Tento přítok prochází zemědělskou oblastí v rakouském pohraničí.

Malše: Pod Felberbachem

Označení: E Souřadnice (WGS-84): 14.560117°E, 48.603805°N

Říční kilometr: 78.6

Lokalita se nachází pod soutokem s potokem Felberbach pro porovnaní s lokalitou D. Tok je zde zahlouben v hluboké nivě, koryto tvořeno především balvany a hrubým štěrkem.

Malše: Cetviny

Označení: F

Souřadnice (WGS-84): 14.524076°E, 48.616098°N

Říční kilometr: 74.6

Lokalita leží nad přírodní úpravou řeky Malše při městě Markt Leopoldschlag. Typ řečiště se mění zpět na meandrující koryto viz Lokalita B. Tok je zde z obou stran zastíněn stromovým porostem.

Malše: Pod Hiltchen

Označení: G

Souřadnice (WGS-84): 14.494786°E, 48.623467°N

Říční kilometr: 71.7

Lokalita leží na přírodní úpravě řeky Malše pod městem Markt Leopoldschlag. Tok je při této lokalitě napřímen. Okolní krajinu tvoří louky, avšak na rakouské straně jsou intenzivně obhospodařované.

Malše: Stiegersdorf

Označení: H

Souřadnice (WGS-84): 14.485109°E, 48.63424°N

Říční kilometr: 69.4

Lokalita se nachází na řece Malši, kde na pravé (české) straně lemována jest zamořenými loukami a z rakouské hájem jehličnatých stromů. Tok je v této části zúžen a zahlouben do terénu.

Malše: Nad Eisenhuterbachem

Označení: I

Souřadnice (WGS-84): 14.471368°E, 48.645422°N

Říční kilometr: 66.6

Lokalita byla zvolena díky tomu, že se nachází po proudu od potencionálních zdrojů detritu. Tok je zde hluboký a pomalý, díky čemuž jsou zde velké nánosy detritu.

Malše: Tobau

Označení: J

Souřadnice (WGS-84): 14.469329°E, 48.648817°N

Říční kilometr: 66

Lokalita leží nad potenciálním zdrojem znečištění obcí Dolní Dvořiště, dále je tato lokalita na konci úseku řeky Malše, kde je hraničním tokem.

Malše: Pod Dvořišťským potokem

Označení: K

Souřadnice (WGS-84): 14.464426°E, 48.656387°N

Říční kilometr: 62.9

Lokalita se nachází pod obcí Dolní Dvořiště a k ní náležící čistírna odpadních vod (ČOV). Kde můžeme porovnat vliv již zmíněné obce proti lokalitě J.

Malše: Nad Tichou

Označení: L

Souřadnice (WGS-84): 14.472599°E, 48.658886°N

Říční kilometr: 62.1

Lokalita je položena nad přítokem Tichá. Na tomto přítoku se nachází několik vodních nádrží, tudíž může být zdrojem chemického znečištění, a také ovlivňovat teplotu vody. Řečiště je zde hluboké a pomalé.

Malše: Pod Tichou

Označení: M

Souřadnice (WGS-84): 14.474552°E, 48.660686°N

Říční kilometr: 61.9

Lokalita se nachází pod soutokem s potokem Tichá pro porovnání s lokalitou L. V řečišti se zde nachází množství velkých kamenů a bahna. Tok je lemován hustým porostem vrb.

Malše: Pod Rychnovem

Označení: N

Souřadnice (WGS-84): 14.463925°E, 48.688519°N

Říční kilometr: 55.6

Lokalita se nachází při obci Nažidla. Podél vodního toku se nacházejí pastvy pro hospodářský dobytek. Souměrně s tokem leží mlýnský náhon s historickým výskytem perlorodek. Tok je zde peřejnatý a nepříliš zastíněný.

Malše: Nad Zdíkovským potokem

Označení: O

Souřadnice (WGS-84): 14.479302°E, 48.705348°N

Říční kilometr: 52.5

Lokalita se nachází nad levostranným přítokem Zdíkovský potok. Vodní tok by se zde dal charakterizovat jako široké šterkonosné řečiště s jedním hlavním korytem s okrajovými částmi stabilizovanými vegetací. (citace). Niva je zahlobena s okolní krajinou tvořenou lesním porostem.

Malše: Ješkov

Označení: P

Souřadnice (WGS-84): 14.487847°E, 48.709986°N

Říční kilometr: 51.1

Lokalita se nachází poblíž obce Ješkov. Řečiště zde má stejné charakteristiky jako předchozí lokalita (O) Avšak okolní krajina je již tvořena zemědělskými pozemky.

Maše: Nad Květoňovskou Kamenici

Označení: Q

Souřadnice (WGS-84): 14.499464°E, 48.713042°N

Říční kilometr: 49.9

Lokalita se nachází nad pravostranným přítokem, Kamenice. Na vodním toku Kamenice se nachází vodní nádrž Květoňov, což je hluboká 7 ha velká oligotrofní nádrž která slouží ke sportovnímu rybolovu, v zimních měsících tak může ohřívát vodu v níže položených úsecích. Řeka má shodné charakteristiky jako lokalita P

Malše: Pod Květonovskou Kamenici

Označení: R

Souřadnice (WGS-84): 14.497519°E, 48.719018°N

Říční kilometr: 49.2

Lokalita se nachází pod pravostranným přítokem, Kamenice. Řeka má shodné charakteristiky jako lokalita P.

Malše: Nad Kaplicí

Označení: S

Souřadnice (WGS-84): 14.50849°E, 48.732054°N

Říční kilometr: 47.4

Lokalita leží nad městem Kaplice. Charakteristika řečiště je shodná s lokalitou O, avšak vodní tok je zde napřímen přírodní úpravou. Okolí tvoří smíšeně městská a parková krajina. Nad lokalitou se nachází rybochovné zařízení s několika sádkami.

Malše: Pod Kaplicí

Označení: T

Souřadnice (WGS-84): 14.497321°E, 48.749446°N

Říční kilometr: 43

Lokalita se nachází při městě Kaplice pro porovnání s lokalitou S a zároveň nad ČOV. Řeka zde má shodný charakter jako lokalita S, s tím rozdílem že se zde řeka postupně vrací ke svému přirozenému hydromorfologickému typu. Okolí je tvořeno lesním porostem.

Malše: Pod kaplickou ČOV

Označení: U

Souřadnice (WGS-84): 14.503056°E, 48.749811°N

Říční kilometr: 42.6

Lokalita leží pod přítokem z kaplické ČOV. Řeka zde má vlastnosti jako předchozí lokalita (T). Okolní krajina je tvořena zemědělskými pozemky.

## 4.6 Zpracování dat

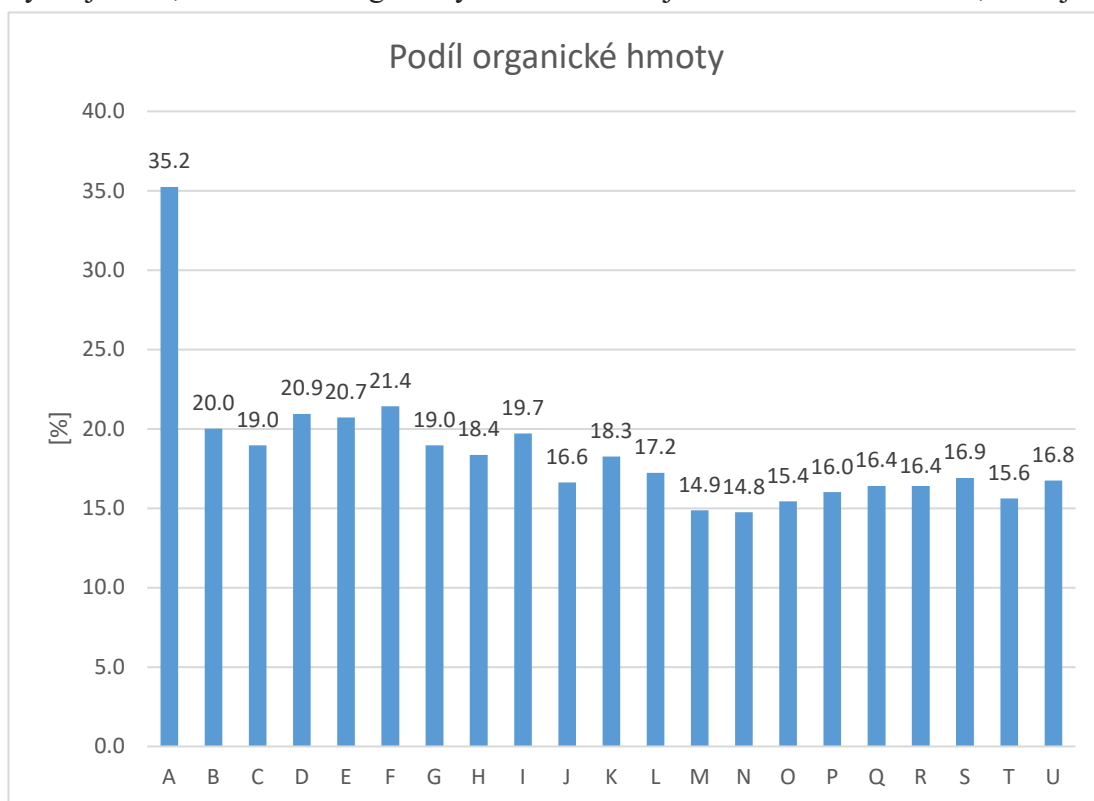
Pro vyhodnocení naměřených dat byly nejprve vytvořeny sloupcové grafy pro vizuální přehled naměřených dat. Pro statistické vyhodnocení a vykreslení grafů byl použit program R version 3.5.3 (2019-03-11).

K otestování závislosti růstu perlorodek na jednotlivých parametrech detritu a prostředí byl použit lineární model, ve kterém byla zvláště pomocí lineární regrese testována závislost podílu organické složky, obsahu fosforu a vápníku na říčním kilometru

## 5. Výsledky

### 5.1 Obecné výsledky

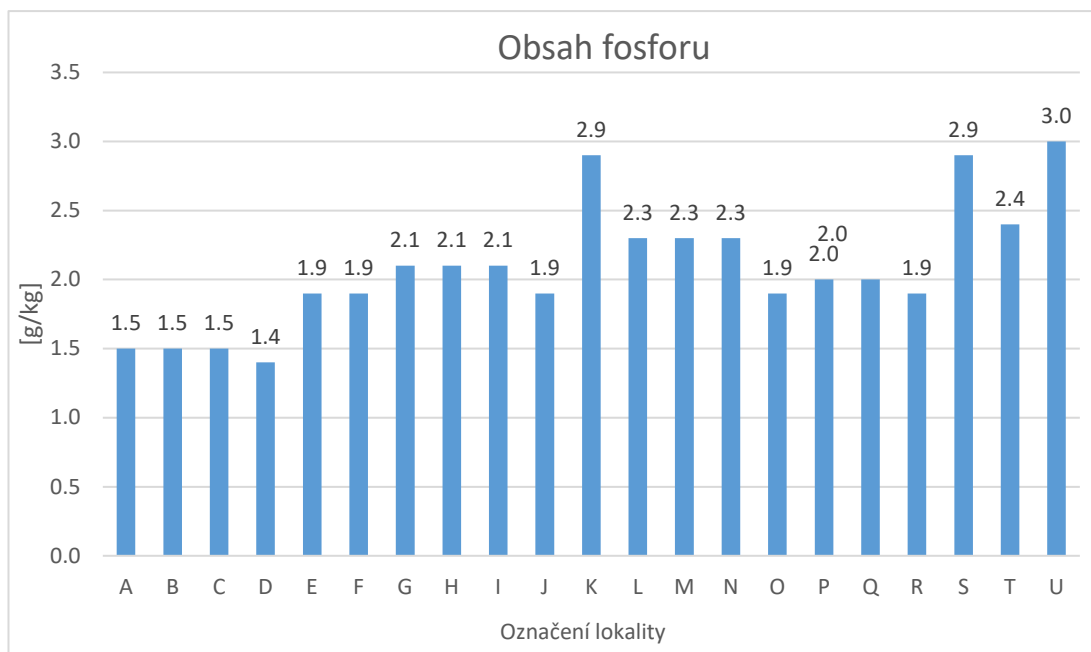
Na obrázku č.5.1 vidíme výsledky chemických analýz vzorků deponovaného detritu V rámci analýz složení deponovaného detritu bylo zjištěno, že organická část detritu je zastoupena zhruba 15-21 % se střední hodnotou 17 %. V rámci sledovaných lokalit bylo zjištěno, že se obsah organických látek s klesajícím říčním kilometrem, snižuje.



Obr. 5.1 Podíl organické hmoty v sušině detritu

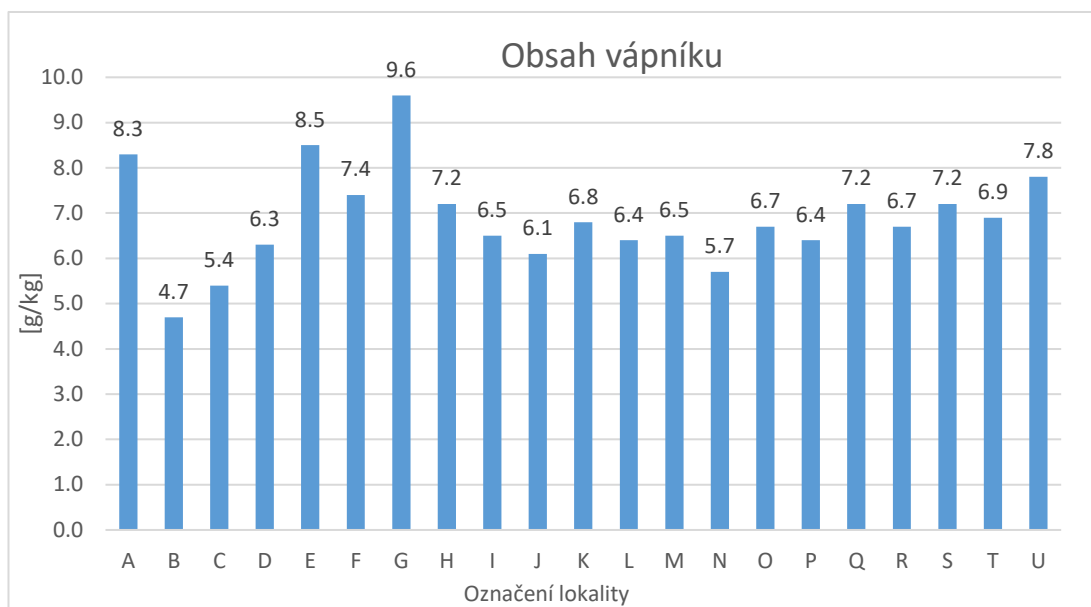
Na druhém obrázku můžeme vidět obsah celkového fosforu v sušině detritu. Největší skokové změny obsahu lze pozorovat u lokality E: Pod Felberbachem, K: Pod Dvořištským potokem. Tabulka hodnot je zobrazena v příloze č.4





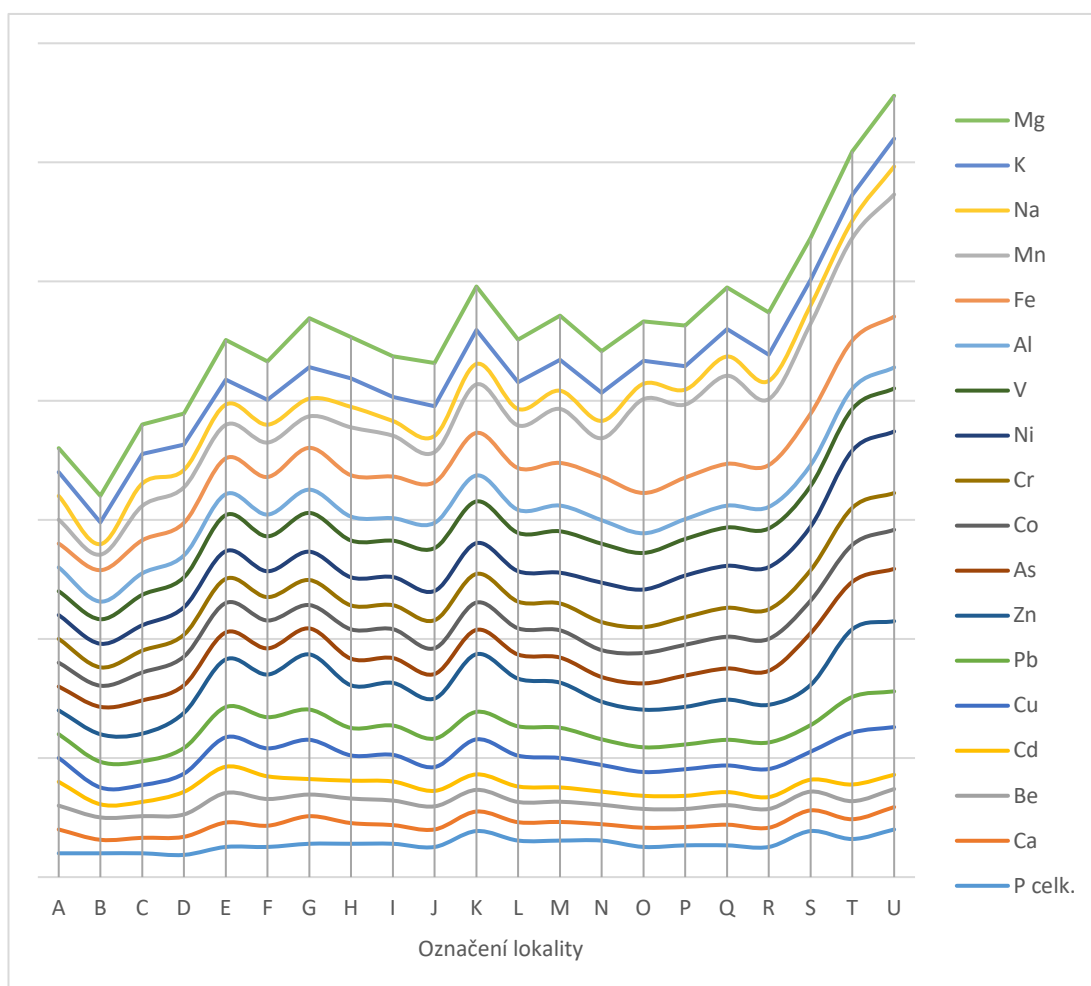
Obr. 5.2 Obsah fosforu v sušině detritu. Hodnoty jsou uvedeny v g/kg.

Obrázek č. 5.3 můžeme vidět obsah vápníku na jednotlivých lokalitách. Výrazné změny můžeme vidět na lokalitách A, E a G. Tabulka hodnot je zobrazena v příloze č.3



Obr. 5.3 Obsah fosforu v sušině detritu. Hodnoty jsou uvedeny v g/kg.

Výsledky analýzy kovů jsou znázorněny na obrázku č. 5.4. Pro lepší přehlednost jsou zobrazeny pouze relativní změny. Tabulka hodnot je zobrazena v příloze č.3



Obr. 5.4 Relativní změny obsahu kovů v sušině detritu (vertikální osa není popsána, jelikož se jedná o graf typu stacked line. Linie jsou pouze pro pochopení trendů a rozdílů mezi lokalitami)

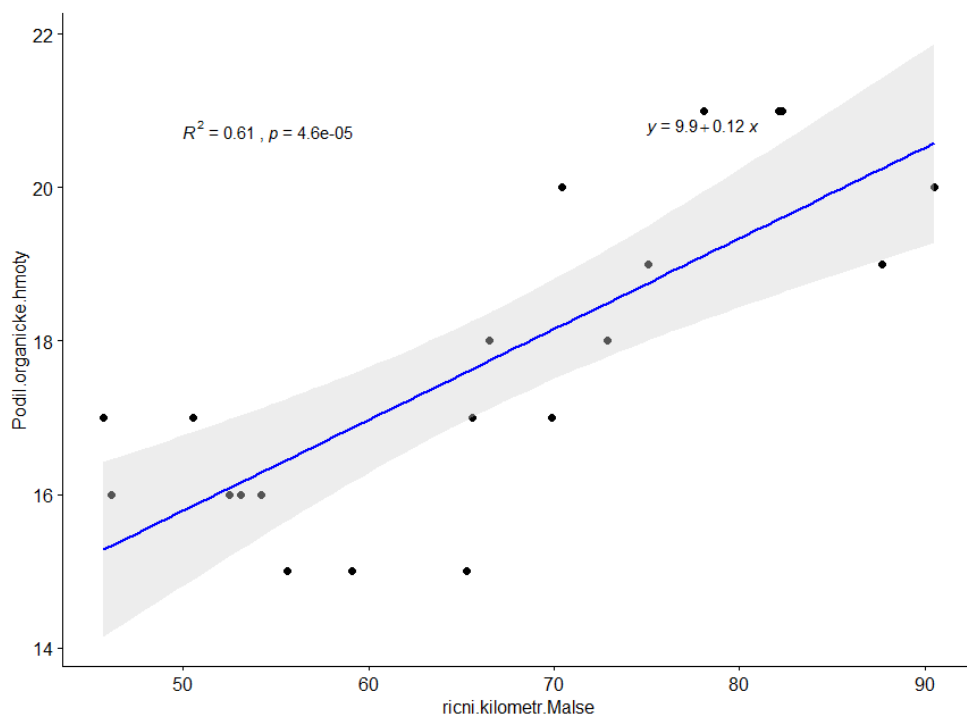
## 5.2 Statistické výsledky

V tabulce 5.1 jsou vyjádřeny výsledky z testování hypotézy, že obsah látek v detritu je závislý na říčním kilometru. Do statistické analýzy se nekládaly data z lokality A, jelikož se nenacházela na hlavním toku Malše. Každá veličina je později vykreslena v grafu

Tab. 5.1 Výsledek testování závislosti obsahu fosforu, vápníku a organické hmoty na říčním kilometru

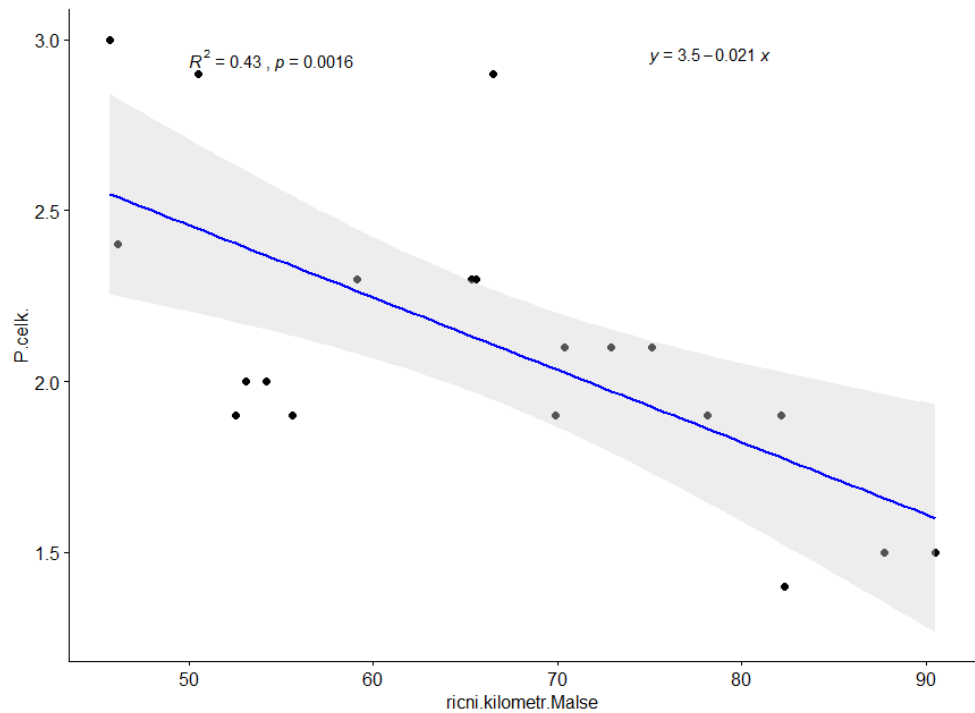
Predictors	P			organická hmota			Ca		
	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	3.52	2.76 – 4.27	<0.001	9.88	6.94 – 12.81	<0.001	7.71	5.35 – 10.08	<0.001
říční kilometr	-0.02	-0.03 – -0.01	0.002	0.12	0.07 – 0.16	<0.001	-0.01	-0.05 – -0.02	0.450
Observations	20			20			20		
R <sup>2</sup> / adjusted R <sup>2</sup>	0.433 / 0.401			0.612 / 0.590			0.032 / -0.022		

V obrázku 5.5 vidíme výsledky analýzy závislosti říčního kilometru na procentuálním podílu organické hmoty. Jak z grafu můžeme vyčíst, s koeficientem spolehlivosti  $R^2=0,61$ , můžeme konstatovat, že s rostoucím říčním kilometrem stoupá obsah organických látek.



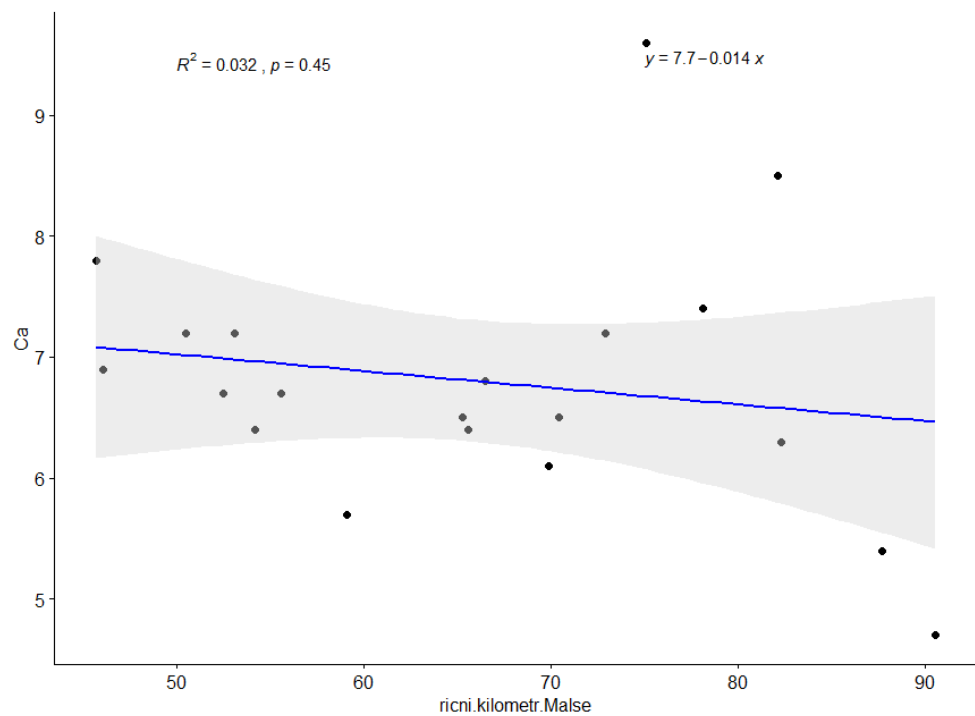
Obr. 5.5 Scatter plot, s vyznačeným lineárním trendem a k němu náležící rovnicí, koeficientem spolehlivosti a p hodnotou. Na horizontální ose je vyznačen říční kilometr směrem od soutoku po pramen a na vertikální ose vidíme podíl organické hmoty v procentech

V druhém grafu se nalézají výsledky analýzy závislosti říčního kilometru na obsahu fosforu v miligramech na kilogram vzorku. I v tomto grafu, ačkoliv s nižším koeficientem spolehlivosti ( $R^2=0,43$ ), lze konstatovat, že s klesajícím říčním kilometrem nám stoupá obsah fosforu.



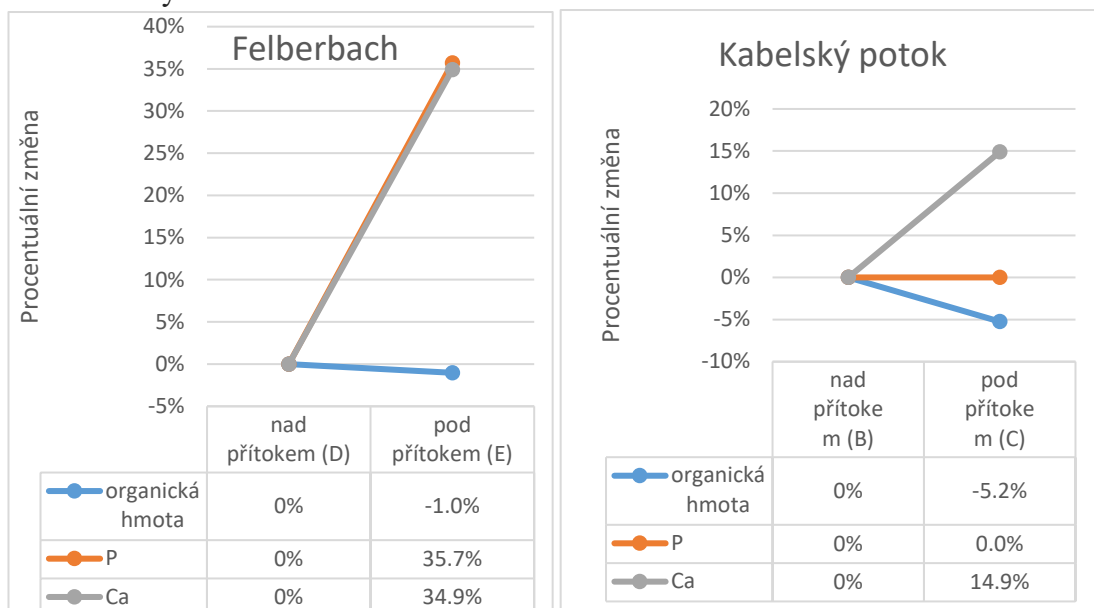
Obr. 5.5 Scatter plot, s vyznačeným lineárním trendem a k němu náležící rovnicí, koeficientem spolehlivosti a p hodnotou. Na horizontální ose je vyznačen řiční kilometr směrem od soutoku po pramen a na vertikální ose vidíme obsah fosforu v sušině v g/kg

Třetí graf sledovaných veličin ukazuje, že vztah obsahu vápníku na řičním kilometru není až tak výrazný. Hypotézu o vztahu můžeme zamítnout. ( $R^2 = 0,032$ ).



Obr. 5.6 Scatter plot, s vyznačeným lineárním trendem a k němu náležící rovnicí, koeficientem spolehlivosti a p hodnotou. Na horizontální ose je vyznačen řiční kilometr směrem od soutoku po pramen a na vertikální ose vidíme obsah vápníku v sušině v g/kg

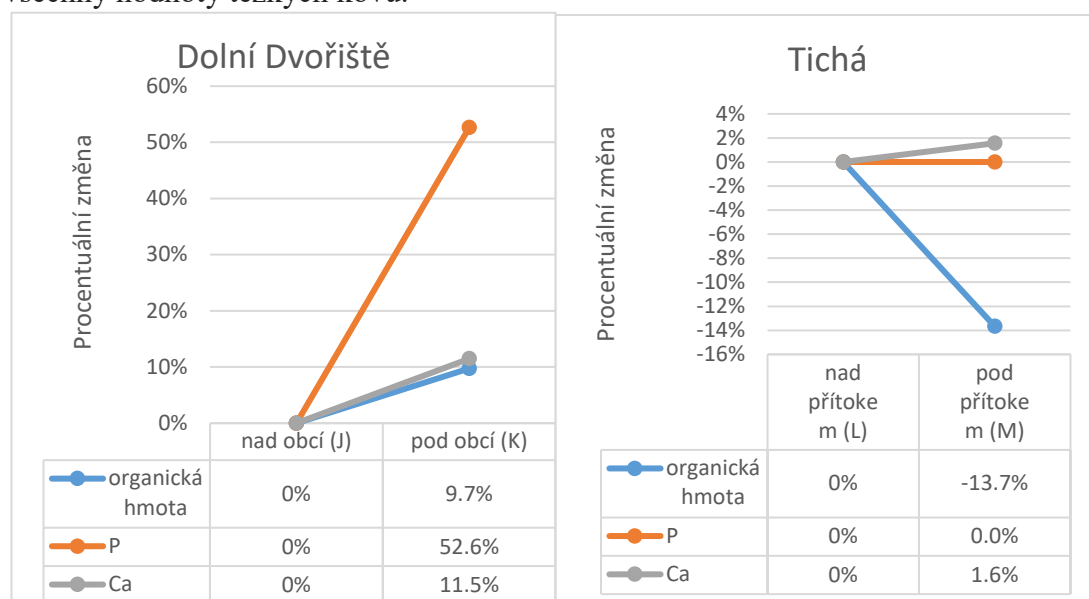
Při srovnání lokalit nad a pod přítokem Felderbach (obr. 5.7) lze pozorovat nárůst fosforu a vápníku o zhruba 35%, naproti tomu Kabelský potok (obr.5.8) má pouze zanedbatelný vliv



Obr. 5.7 (vlevo) Zobrazující procentuální změny v změřených hodnotách v lokalitách nad a pod přítokem Felberbach

Obr. 5.8 (vpravo) Zobrazující procentuální změny v změřených hodnotách v lokalitách nad a pod přítokem Kabelský potok

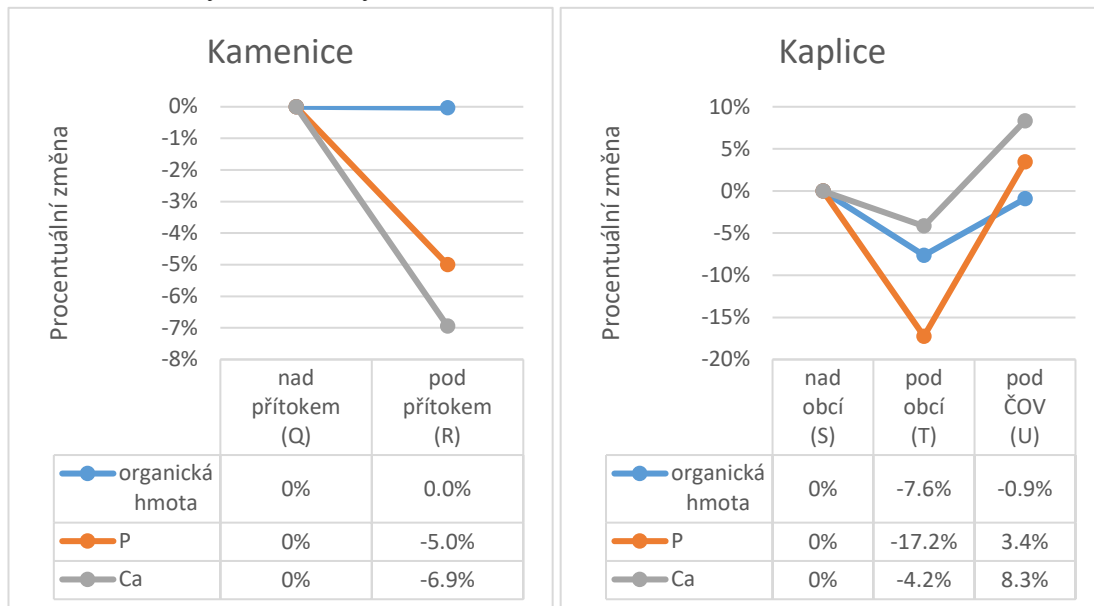
Pod obcí Dolní Dvořiště je patrný vliv ČOV kdy v toku se prudce zvýšil obsah fosforu (52%), však mírněji vápníku (11.5%), organických látek (11.5%) a dále se také zvýšily všechny hodnoty těžkých kovů.



Obr. 5.9 (vlevo) Zobrazující procentuální změny v změřených hodnotách v lokalitách nad a pod obcí Dolní Dvořiště

Obr. 5.10 (vpravo) Zobrazující procentuální změny v změřených hodnotách v lokalitách nad a pod přítokem Tichá

Mírný pokles hodnot pod přítokem Kamenice (obr. 5.11) je zanedbatelný. Vliv obce Kaplice je zajímavý, jelikož hodnoty fosforu, vápníku a organických látek se snížili a naopak sodík, draslík a hořčík zaznamenali velký nárůst. Naopak pod ČOV se obsah všech zkoumaných látek zvýšil.



Obr. 5.11 (vlevo) Zobrazující procentuální změny v změřených hodnotách v lokalitách nad a pod přítokem Kamenice

Obr. 5.12 (vpravo) Zobrazující procentuální změny v změřených hodnotách v lokalitách nad a pod obcí Kaplice. Změny jsou relativní k lokalitě U.

## 6. Diskuse

Z analýzy detritu bylo zjištěno, že podíl organické části byl zastoupen ze zhruba 15-21 %, tyto výsledky, můžeme porovnat s výsledky měření které na teplé Vltavě provedla Myslivečková 2016 a Hodaňová 2015, kdy v srážkově bohatším roce byl podíl 10-20% a v suchém roce 15-30%. Lze předpokládat podobnou analogii i na řece Malši, protože se dá předpokládat, že při vyšším vodním stavu řeka více eroduje a odnáší anorganické částice, tudíž je obsah organické části nižší nežli v suchém roce. Pro potvrzení této hypotézy by bylo třeba výzkum zopakovat i v dalších letech. Ze statistické analýzy vyšlo z 61 % je obsah organických látek závislý na říčním kilometru, to znamená čím dále od pramene tím méně organické hmoty detrit obsahuje. Tato závislost se dá vysvětlit erozním působením řeky, tedy že se na detritové partikule vážou částičky jílu a písku, a tudíž se obsah organické hmoty poměrově sníží (Allan, Castillio 2009). Obsah organických látek však může podhodnocený z důvodu krátké sedimentace v místě odběru, jelikož organické částice detritu mají menší hustotu než anorganické (Allan, Castillio 2009)., tudíž se pomaleji sedimentují. Největší výkyv v pozorování lze pozorovat u lokality A, Hranický potok, která má zhruba o 15 procentních bodů vyšší obsah organické hmoty než lokalita B nacházející se na toku Malše. Jelikož byla prokázána závislost organické hmoty na říčním kilometru, tak lze tvrdit že díky mnohem menší délce tohoto toku nestačí detrit pojmout takové množství anorganických látek jako je tomu na toku Malše.

V sušině zkoumaného detritu bylo zjištěno přibližně 6,9 g/kg vápníku, hodnota je to zatím ve vztahu k habitatu perlorodky zatím nepříliš vypovídající, jelikož v současné době nemáme dostatek informací. Pro porovnání krmný detrit používaný k polopřirozenému odchovu juvenilních perlorodek v povodí Teplé vykazoval hodnoty zhruba 150 g/kg vápníku v sušině (Hodaňová, 2015). Důležitou hodnotu v detritu mají částice jílu, jelikož působí jako adsorbent vápníku hořčíku a sodíku (Kelley, 1942), a tudíž může fungovat jako zásoba živin. Pro růst juvenilních jedinců perlorodky říční je však důležitý vápník vázaný v organických sloučeninách (Švanyga

et al. 2013). Při bioindikačních pokusech na Teplé Vltavě nebyl zjištěn vztah mezi přírůstky perlorodky říční a obsahu celkového vápníku v sušině detritu (Myslivočková 2016). Bylo by vhodné pro příští analýzy se zaměřit právě na tuto formu vápníku. Ze statistické analýzy vyplynulo, že obsah vápníku na říčním kilometru nejspíše není závislý, pro zpřesnění určitě by prospěl vyšší statistický vzorek.

Fosfor je v přirozeném oligotrofním říčním systému jeden z limitních prvků, avšak antropogenní vliv má opačný účinek, tedy jeho nadbytek, což většinou způsobuje snížení biodiverzity a přeměnu celého říčního ekosystému (Allan, Castillio 2009). Stejně jako u vápníku zatím nebyli definovány hodnoty vhodného obsahu této látky v detritu. Skokové nárůsty můžeme pozorovat ve 4 lokalitách: První nárůst pozorovaný u lokality E, která leží pod přítokem Felberbach což je nejspíše způsobeno tím, že vodní tok prochází intenzivně zemědělsky obhospodařovanou krajinou, kdy splach z polí obohatí vodní prostředí o hnojiva (Vanni et al. 2001). U lokality K je tento nárůst způsoben ČOV nacházející se nad zkoumanou lokalitou při obci Dolní Dvořiště Takto velký nárůst fosforu je očekávatelný u ČOV bez terciárního čištění. Lokalita S se nachází pod rybochovným objektem, a tudíž větší obsah fosforu může být ze zbytků krmiv pro zde chované ryby. Poslední lokalita U se nachází stejně jako lokalita K pod ČOV. Při statistické analýze se prokázala závislost na říčním kilometru. Fosfor na hladině významnosti 0.02 vysvětluje 43.3 % variability v datech. Závislost je to očekávatelná, jelikož se podél toku nalézají zemědělské oblasti, rybochovný objekt a také dvě obce s vyústěním ČOV do toku Malše.



## 7. Závěr

Na řece Malší a na jejím přítoku Hranickém potoce byl odebírány vzorky deponovaného detritu pro chemickou a fyzikální analýzu. V rámci této analýzy byly určeny hodnoty obsahu organické hmoty, fosforu, vápníku a dalších kovů. Zjistilo se, že hodnoty obsahů látek se mění s podélným profilem a identifikovaly se potenciální zdroje znečištění.

Při stanovení podílu organické hmoty byl zjištěno, že převážnou část detritu představuje anorganická hmota. Na přítoku Hranický potok byl zjištěn vysoký podíl organické hmoty, velmi se odlišující od zbylých lokalit.

Chemickou analýzou se zjistilo zastoupení fosforu, vápníku a ostatních kovů. Díky této analýze byly zjištěny potenciální zdroje znečištění, mimo jiné přítok Felberbach či ČOV náležící k obcím Dolní Dvořiště a Kaplice.

Dále byla testována závislost fosforu, vápníku a organické hmoty na říčním kilometru. Podařilo se prokázat závislost obsahu organické hmoty na říčním kilometru, kde s klesajícím říčním kilometrem, klesá obsah organické hmoty, kde nám říční kilometry vysvětlili 61% variability. U fosforu se tato závislost také prokázala, říční kilometr zde vysvětluje 43% variability v datech. Posledním ze statisticky analyzovaných prvků byl vápník, u nějž se závislost na říčním kilometru neprokázala.

Je však třeba zdůraznit že, ani dobrá kvalita detritu nemusí vždy znamenat dobré podmínky pro životaschopnost perlorodky říční. Tato práce jistě prospěje jako zdroj dat, na kterou mohou navázat další výzkumníci při ochraně kriticky ohrožené perlorodky říční.

## 8. Přehled literatury a použitých zdrojů

- ABSOLON K., HRUŠKA, J., 1999: Záchranný program Perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera* Linnaeus, 1758) v České republice. AOPK ČR, Praha. 27 pp.
- ALLAN, J. D., CASTILLO M. M., 2009: Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. Second Edition. Springer-Verlag GmbH, Heidelberg, 436 pp.
- BAUER G. & WÄCHTLER K. (eds), 2001: Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. – Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 395 pp.
- BAUER G., 1987: Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Journal of Animal Ecology* 56: 691 – 704.
- BAUER G., 1988: Threats to the freshwater pearl mussel in Central Europe. *Biological Conservation* 45:239-253.
- BAUER G., 1992: Variation in the life span and size of the freshwater pearl mussel. *Journal of Animal Ecology* 61: 425–436.
- BERAN L., 1998: Vodní měkkýši. Metodika ČSOP č. 17, Vlašim, 113 s.
- BUDDENSIEK V., 1995: The culture of juvenile freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: a contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. *Biological Conservation* 74: 33-40.
- ESRI, 2011: ArcGIS Desktop: Release 10.5.1 Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- EYBE T. F., THIELEN T., BOHN T. & SURES B., 2013: The first millimetre – rearing juvenile freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.) in plastic boxes. – *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23(6): 964–975.
- HODAŇOVÁ, V., 2015. Analýza potravní nabídky pro juvenilní stadia perlorodky říční v Teplé Vltavě. Praha. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Katedra ekologie. Vedoucí práce Michal Bílý.
- HRUŠKA J. et al., 2000: Projekt komplexní péče o NPP Blanice. – Závěrečná zpráva za období 1996–1999. – Ms., Závěrečná zpráva, AOPK ČR, Praha, 101 pp.

- HRUŠKA J. et BAUER, G., 1995: Zusammenhänge zwischen der Populationsbiologie der Flußperlmuschel und der Gewässereutrophierung. Lindberger Hefte 5 (Sammlung der Referate der Arbeitstagung "Schutz und Erhaltung der Perlmuschelbestände"), Landschut: 10-16.
- HRUŠKA J., 1991: Projekt: "Záchrana perlorodky říční v České republice" 1. část. Památky a příroda 16/9: 545-548.
- HRUŠKA J., 1995: Problematik der Rettung ausgewählter oligotropher Gewässersysteme und deren natürlicher Lebensgemeinschaften in der Tschechischen Republik. Lindberger Hefte 5 (Sammlung der Referate der Arbeitstagung "Schutz und Erhaltung der Perlmuschelbestände"), Landschut: 98-123.
- HRUŠKA J., 1999: Nahrungsansprüche der Flußperlmuschel und deren halbnatürliche Aufzucht in der Tschechischen Republik. Heldia, Band 4, Sonderheft 6, München: 69 – 79.
- HRUŠKA J., 2003: Záchraný program perlorodky říční v modelovém území NPP Blanice a na souvisejících lokalitách - zpráva za rok 2002 "nepublikováno". Dep.: AOPK ČR.
- CHÁBERA S., 1998: Fyzický zeměpis jižních Čech. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, skriptum, s. 139.
- CHÁBERA S., NEKOVÁŘ F., KUČERA S., OŠMERA S., 1972: Přírodní poměry Novohradských hor a jejich podhůří. Rozpravy Pedagogické fakulty v Českých Budějovicích, Řada přírodních věd, 10: s. 1–110.
- KELLEY WP. 1942. Modern clay researches in relation to agriculture. Journal of Geology 50: 307–319.
- KŘIVANCOVÁ S., VAVRUŠKA F., 2004: Podnebí Novohradských hor, s. 79–83. In: Kubeš J. (ed.): Krajina Novohradských hor: Fyzicko-geografické složky krajiny. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, s. 160.
- KUBEŠ J., 2003: Vodní toky Novohradských hor – hydrogeografická syntéza, s. 9–17. In: Papáček M. (ed.): Biodiverzita a přírodní podmínky Novohradských hor II. Jihočeská univerzita a Entomologický ústav AV ČR, s. 221.
- LETT P., 2006: Hydrologie, Vodstvo, s. 68–88. In: Dudák V. (red.): Novohradské hory a Novohradské podhůří, příroda – historie – život. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset, Praha, s. 848.

LETT P., ŠVEHLA J., CHRASTNÝ V., 2004: Povrchové vody Novohradských hor, s. 94–122. In: Kubeš J. (ed.): Krajina Novohradských hor: Fyzicko-geografické složky krajiny. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, s. 160.

MATASOVÁ K., SIMON O., DORT B., DOUDA K. & BÍLÝ M., 2013: Recent distribution of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) at historical localities in the upper part of the Vltava River basin (Czech Republic). – *Silva Gabreta*, 19(3): 139–148.

MATĚNOVÁ V., 2004: Členění území podle dílčích povodí, s. 22–24. In: Papáček M. (ed.): Biota Novohradských hor: modelové taxony, společenstva a biotopy. Jihočeská Univerzita České Budějovice, s. 304.

MUTVEI H., WESTERMARK T. (2001) How Environmental Information Can Be Obtained from Naiad Shells. In: Bauer G., Wächtler K. (eds) Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. Ecological Studies (Analysis and Synthesis), vol 145. Springer, Berlin, Heidelberg

MYSLIVEČKOVÁ L., 2016: Analýza vhodnosti vybraných stanovišť v povodí horní Vltavy pro juvenilní stádia perlorodky říční. Praha. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Katedra ekologie. Vedoucí práce Michal Bílý.

QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Academia.

R CORE TEAM, 2019: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

SIMON O., TICHÁ K., RAMBOUSKOVÁ K. a kol. 2017: Metodika podpory perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*). – MŽP ČR, Praha, 284 pp.

SOLDÁN T., ČERNÝ R., HUSÁK Š., MATĚNA J., MATĚNOVÁ V., PAPÁČEK M., PETR J., 2006: Vodní prostředí, s. 131–138. In: Dudák V. (red.): Novohradské hory a Novohradské podhůří, příroda – historie – život. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset, Praha, s. 848.

SOLDÁN T., ZAHRÁDKOVÁ S., MATĚNA J., 2004a: Tekoucí vody: charakteristika a kategorizace biotopů, s. 256–264. In: Papáček M.(ed.): Biota Novohradských hor: modelové taxony, společenstva a biotopy. Jihočeská Univerzita České Budějovice, s. 304.

ŠVANYGA J., SIMON O., MINÁRIKOVÁ T., SPISAR O., BÍLÝ M., 2013: Záchranný program perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*) v České republice. AOPK ČR, Praha, 77 pp.

THOMAS G. R., TAYLOR J., DE LEANIZ C. G., 2010: Captive breeding of the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Endangered Species Research* 12:1–9.

TICHÁ K., 2012: Trophic function of headwaters in the oligotrophic watershed. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita, Praha, 69 pp.

TICHÁ K., SIMON O. P., DOUDA K., KUBÍKOVÁ L., 2012a: Detrital components in submontane organogenic springs in relation to their morphology, microhabitats and macroinvertebrates. *Polish Journal of Ecology* 60: 163–175.

VANNI, M. J., RENWICK, W. H., HEADWORTH, J. L., AUCH, J. D., & SCHAUS, M. H. 2001. Dissolved and particulate nutrient flux from three adjacent agricultural watersheds: A five-year study. *Biogeochemistry*, 54(1), 85-114.

## 9. Seznam příloh

<b>Příloha č.1:</b> Fotografie jednotlivých lokalit.....	35
<b>Příloha č.2:</b> Výsledky měření spalitelných látek v detritu 2019.....	46
<b>Příloha č.3:</b> Výsledky rozboru vápníku fosforu a ostatních kovů v sušině detritu.....	47
<b>Příloha č.4:</b> Filtrování detritu po odběru z řeky.....	48
<b>Příloha č.5:</b> Chladnutí vzorků detritu po sušení.....	48
<b>Příloha č.6:</b> Sušárna použitá k vysušení detritu a laboratorních misek.....	49
<b>Příloha č.7:</b> Laboratorní pec použitá k žíhání vzorků.....	49
<b>Příloha č.8:</b> Box plot zachycující organickou hmotu, obsah fosforu a obsah vápníku.....	50



**Příloha č.1: Fotografie jednotlivých lokalit**



Obr a1. Lokalita A, Hranický potok (Vojtěch Barák)



Obr a2. Lokalita B, Malše: Hranice (Jan Švanyga)





Obr a3. Lokalita C, Malše: Dolní Příbraní (Jan Švanyga)



Obr a4. Lokalita D, Malše: Nad Felberbachem (Jan Švanyga)





Obr a5. Lokalita E, Malše: Pod Felberbachem (Vojtěch Barák)



Obr a6. Lokalita F, Malše: Cetviny (Jan Švanyga)





Obr a7. Lokalita G, Malše: Pod Hiltšchen (Vojtěch Barák)



Obr a8. Lokalita H, Malše: Stiegersdorf (Jan Švanyga)





Obr a9. Lokalita I, Malše: Nad Eisenhuterbachem (Jan Švanyga)



Obr a10. Lokalita J, Malše: Tobau (Jan Švanyga)





Obr a11. Lokalita K, Malše: Pod Dvořištským potokem (Vojtěch Barák)



Obr a12. Lokalita L, Malše: Nad Tichou (Jan Švanyga)





Obr a13. Lokalita M, Malše: Pod Tichou (Vojtěch Barák)



Obr a14. Lokalita N, Malše: Pod Rychnovem (Jan Švanyga)





Obr a15. Lokalita O, Malše: Nad Zdíkovským potokem (Veronika Stupková)



Obr a16. Lokalita P, Malše: Jeskov (Jan Švanyga)





Obr a17. Lokalita Q, Maše: Nad Květonovskou Kamenici (Jan Švanyga)



Obr a18. Lokalita R, Maše: Pod Květonovskou Kamenici (Jan Švanyga)





Obr a19. Lokalita S, Malše: Nad Kaplicí (Jan Švanyga)



Obr a20. Lokalita T, Malše: Pod Kaplicí (Vojtěch Barák)





Obr a21. Lokalita U, Malše: Pod kaplickou ČOV (Jan Švanyga)

**Příloha č.2: Výsledky měření spalitelných látek v detritu 2019**

<b>Miska</b>	<b>Lokalita</b>	<b>Suchý vzorek + miska</b>	<b>Spálený vzorek + miska</b>	<b>Suchý vzorek</b>	<b>Spálený vzorek</b>	<b>Spálený/suchý</b>	<b>Podíl spalitelných látek</b>
[g]		[g]	[g]	[g]	[g]		%
13.4628	A	14.0079	13.8158	0.5451	0.353	0.6476	35.24
49.1685	B	51.4467	50.9906	2.2782	1.8221	0.7998	20.02
14.3515	C	14.9113	14.8051	0.5598	0.4536	0.8103	18.97
41.1725	D	41.7629	41.6393	0.5904	0.4668	0.7907	20.93
49.6922	E	51.0146	50.7406	1.3224	1.0484	0.7928	20.72
53.5604	F	55.4585	55.0519	1.8981	1.4915	0.7858	21.42
48.237	G	51.8693	51.1801	3.6323	2.9431	0.8103	18.97
50.1574	H	52.7646	52.286	2.6072	2.1286	0.8164	18.36
47.4561	I	51.0613	50.3506	3.6052	2.8945	0.8029	19.71
54.2678	J	58.3569	57.6766	4.0891	3.4088	0.8336	16.64
50.9937	K	54.0593	53.4996	3.0656	2.5059	0.8174	18.26
51.7788	L	55.6985	55.0233	3.9197	3.2445	0.8277	17.23
14.085	M	15.5139	15.3014	1.4289	1.2164	0.8513	14.87
13.5076	N	14.412	14.2786	0.9044	0.771	0.8525	14.75
14.6147	O	15.9631	15.7549	1.3484	1.1402	0.8456	15.44
14.8091	P	15.7901	15.633	0.981	0.8239	0.8399	16.01
24.2932	Q	25.3669	25.1908	1.0737	0.8976	0.8360	16.40
13.481	R	14.1342	14.0271	0.6532	0.5461	0.8360	16.40
13.9214	S	15.5085	15.2401	1.5871	1.3187	0.8309	16.91
14.2288	T	16.8229	16.4177	2.5941	2.1889	0.8438	15.62
14.4924	U	16.1317	15.857	1.6393	1.3646	0.8324	16.76

**Příloha č.3: Výsledky rozboru vápníku fosforu a ostatních kovů v sušině detritu**

lokality, název	P celk. mg/kg	Ca mg/kg	Be mg/kg	Cd mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	As mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Al mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Na mg/kg	K mg/kg	Mg mg/kg
Maiše A	1500	8300	3.3	2.0	17	26	95	5.5	12	26	13	29	39,747	19,813	1,143	401	3,768	3,525
Maiše B	1500	4700	3.1	1.1	12	28	110	6.3	11	20	13	29	29,472	26,132	747	177	3,438	3,930
Maiše C	1500	5400	3.0	1.2	12	26	110	7.6	14	23	14	37	35,910	27,467	1,648	376	4,680	4,374
Maiše D	1400	6300	3.1	1.9	13	28	140	6.3	15	23	15	36	36,582	27,022	1,707	293	4,000	4,585
Maiše E	1900	8500	4.1	2.2	21	33	190	6.2	15	26	16	43	34,883	29,811	1,604	342	3,933	5,900
Maiše F	1900	7400	3.7	1.9	20	34	170	6.0	14	25	15	42	36,262	31,253	1,653	301	3,907	5,710
Maiše G	2100	9600	3.0	1.3	28	33	220	6.0	12	27	16	47	38,756	34,781	1,510	298	4,969	7,254
Maiše H	2100	7200	3.4	1.5	18	30	170	6.1	15	26	16	44	39,819	34,398	2,296	345	4,534	6,111
Maiše I	2100	6500	3.4	1.6	19	32	170	5.7	15	26	16	44	37,576	34,627	1,960	247	3,805	5,993
Maiše J	1900	6100	3.2	1.3	17	31	160	5.6	13	30	16	52	42,058	33,796	1,446	272	4,694	6,384
Maiše K	2900	6800	3.0	1.3	25	30	230	5.6	14	31	17	50	43,321	35,419	2,324	344	5,392	6,414
Maiše L	2300	6400	2.8	1.3	22	32	190	5.5	13	29	17	46	38,394	34,702	2,049	277	4,246	6,276
Maiše M	2300	6500	2.8	1.2	21	33	180	5.8	14	29	17	50	42,865	35,481	2,589	307	4,891	6,521
Maiše N	2300	5700	2.7	1.1	19	28	150	5.7	14	30	22	47	39,204	36,283	1,841	292	4,425	6,195
Maiše O	1900	6700	2.6	1.1	17	27	150	6.0	16	28	21	44	32,842	33,512	4,500	259	3,638	5,841
Maiše P	2000	6400	2.5	1.1	19	27	150	7.2	16	30	23	44	33,136	34,573	3,502	251	3,682	6,017
Maiše Q	2000	7200	2.7	1.1	19	28	160	7.2	16	31	24	46	36,437	34,767	4,223	324	4,321	6,187
Maiše R	1900	6700	2.6	1.0	20	29	150	7.8	16	32	24	47	35,914	34,797	3,163	307	4,140	6,234
Maiše S	2900	7200	2.6	1.0	20	29	160	12	17	33	24	49	34,926	42,698	4,318	307	4,030	6,237
Maiše T	2400	6900	2.5	1.4	37	39	270	11	19	40	32	50	33,554	40,170	4,915	293	4,064	6,427
Maiše U	3000	7800	2.5	1.2	34	39	280	12	20	39	35	52	35,039	42,239	5,856	470	4,416	6,336

**Příloha č.4: Filtrování detritu po odběru z řeky**



Foto: Václava Jahelková

**Příloha č.5: Chladnutí vzorků detritu po sušení**



Foto: (Pavel Stránský)



**Příloha č.6:** Sušárna použitá k vysušení detritu a laboratorních misek



Foto: (Pavel Stránský)

**Příloha č.7:** Laboratorní pec použitá k žíhání vzorků



Foto: (Pavel Stránský)

**Příloha č.8:** Box plot zachycující organickou hmotu, obsah fosforu a obsah vápníku

