



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra aplikované ekologie

## Diplomová práce

Vliv pastevních pozemků na parametry vody v malém vodním  
toku

Autorka práce: Bc. Barbora Kubelová

Vedoucí práce: Ing. Václav Nedbal, Ph.D.

České Budějovice  
2021

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá porovnáním vybraných vlastností povrchových vod v malém vodním toku v povodí Paseckého a Váčkového potoka v letech 2018 a 2019. Hodnocení bylo prováděno ve třech měrných profilech - horní měrný profil Váčkového potoka, dolní měrný profil Váčkového potoka a Pasecký potok. Rozdílnost povodí těchto toků spočívá v obhospodařování krajiny a v jejím využití člověkem, což má za následek významný vliv na chemismus povrchové vody. Sledované hydrochemické ukazatele v profilech byly: elektrolytická konduktivita, pH, nerozpuštěné látky, dusičnany, fosforečnany, celkový organický uhlík, anorganický uhlík, celkový uhlík a celkový dusík. Mezní hodnoty plynoucí z nařízení vlády č. 401/2015 Sb. nebyly překročeny v horním profilu Váčkového potoka a v profilu Paseckého potoka. U dolního měrného profilu Váčkového potoka však byly překročeny hodnoty celkového dusíku. Jelikož se v povodí dolního profilu Váčkového potoka nachází významná plocha orné půdy na rozdíl od ostatních dvou povodí, byly zde rovněž prokázány zvýšené hodnoty elektrolytické konduktivity, pH, dusičnanů, organického, anorganického a celkového uhlíku. Zásah člověka v horním profilu toku Váčkového potoka i v Paseckém potoce je malý a ekosystémy zde můžeme považovat za stabilní.

**Klíčová slova:** povrchová voda, parametry vody, hydrochemie, využití krajiny, kvalita vody

## **Abstract**

The diploma thesis deals with the comparison of selected surface water properties in a small watercourse in the „Pasecký potok“ and „Váčekový potok“ river basins in 2018 and 2019. The evaluation was performed in three currency profiles- the upper specific profile of „Váčekový potok“, the lower specific profile of „Váčekový potok“ and „Pasecký potok“. The differences between these streams are in the management of the landscape and in the use of the landscape by man, which means a significant effect on the chemistry of water in surface water. The monitored hydrochemical indicators in the profiles were electrolytic conductivity, pH, insolubles, nitrates, phosphates, total organic carbon, inorganic carbon, total carbon and total nitrogen. Limit values of Government Regulation No. 401/2015 Sb. were not exceeded in the upper profile of „Váčekový potok“ and in the profile of „Pasecký potok“. The values of total nitrogen was exceeded in the lower specific profile of „Váčekový potok“. The basin of the lower profile of „Váčekový potok“ is located near arable land and in this profile other values were higher- electrolytic conductivity, pH, nitrates, total organic carbon, inorganic carbon and total carbon were proved. Human intervention in the upper profile of „Váčekový potok“ and in „Pasecký potok“ is small. We can consider the state of ecosystems here to be the most similar to a natural landscape.

**Keywords: surface water, water parameters, hydrochemistry, land use, water quality**

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování Ing. Václavovi Nedbalovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce, ochotu, vstřícnost a poskytnutí cenných a potřebných informací a podkladů

# Obsah

1	Úvod.....	9
	Cíle práce .....	10
2	Literární přehled.....	11
2.1	Vodivost (elektrolytická konduktivita).....	11
2.2	pH vody .....	11
2.3	Celkový dusík.....	12
2.4	Dusičnanový dusík (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	13
2.5	Fosforečnanový fosfor (P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	13
2.6	Celkový organický uhlík (TOC), anorganický uhlík (IC), celkový uhlík (TC) .....	14
2.7	Nerozpuštěné látky (NL).....	14
2.8	Srážky .....	15
3	Studijní lokalita a metodika měření .....	16
3.1	Popis území .....	16
3.1.1	Povodí Paseckého potoka- s odběrovým místem Pa.....	17
3.1.2	Povodí Váčkového potoka- s odběrovými místy Va-H a Va-D.....	17
3.2	Metodika měření.....	18
3.2.1	Vodivost .....	18
3.2.2	pH.....	18
3.2.3	Koncentrace NL (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	19
3.2.4	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> ).....	19
3.2.5	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	19
3.2.6	Koncentrace TC (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	19
3.2.7	Koncentrace IC (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	20
3.2.8	Koncentrace TOC (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	20
3.2.9	Koncentrace TN (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	20

3.2.10	Srážky.....	20
4	Výsledky .....	22
4.1	Vodivost .....	22
4.2	pH.....	23
4.3	Koncentrace NL (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	24
4.4	Koncentrace N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> ).....	25
4.5	Koncentrace P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> ).....	26
4.6	Koncentrace TC (mg.l <sup>-1</sup> ).....	27
4.7	Koncentrace IC (mg.l <sup>-1</sup> ).....	28
4.8	Koncentrace TOC (mg.l <sup>-1</sup> ).....	29
4.9	Koncentrace TN (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	29
4.10	Srážky v roce 2018 a 2019.....	31
5	Diskuse.....	33
5.1	Vodivost .....	33
5.2	pH.....	33
5.3	Koncentrace NL (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	34
5.4	Koncentrace N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> ).....	35
5.5	Koncentrace P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> ).....	36
5.6	Koncentrace TOC, IC, TC (mg.l <sup>-1</sup> ).....	36
5.7	Koncentrace TN (mg.l <sup>-1</sup> ) .....	37
5.8	Chemismus sledovaných potoků a srážky .....	38
5.9	Porovnání sledovaných potoků s Lužickým potokem na Netolicku .....	38
5.10	Návrh krajinných úprav Váčkového potoka .....	41
6	Závěr .....	42
7	Seznam použité literatury.....	43
8	Seznam obrázků .....	47
9	Seznam tabulek .....	49

10	Seznam použitých zkratk.....	50
11	Seznam příloh .....	51
12	Přílohy .....	52
	.....	53



---

# 1 Úvod

Znečišťování vody je dlouhodobým problémem, kterému lidé čelí již od dávných dob. Existuje mnoho způsobů znečišťování vod od vypouštění splašků a chemikálií, přes průmyslové znečištění až po havárie ropných tankerů. Mnoho druhů živočichů je důsledkem znečišťování ekosystémů na pokraji vyhubení. Tímto procesem dochází ke snižování biodiverzity. Odhaduje se, že během posledních 40 let došlo k úbytku většiny velkých ryb a savců v říčním ekosystému. V dnešní době obsahuje mnoho našich toků odpadní látky z domácností, zemědělství a průmyslu. Takto znečištěné vodní toky odvádí škodlivé látky přes celé kontinenty a znečišťují tak vodu v mořích a oceánech (*Bauer, 2021*).

V současné době se stále setkáváme s následky nerozumného hospodaření člověka v přírodě, které v minulosti neuznávalo ekologické zákonitosti a zásady, jež se v krajině vytvořily. Postupem času si však začínáme uvědomovat, že následky a výhody, kterých jsme dosáhli v souboji s přírodou, se v této době otáčejí proti nám. Začíná být více než zřejmé, že jediná cesta vedoucí k uplatnění a rozvoji lidské existence, je nalezení souladu mezi přírodou a skutečnými nezbytnostmi lidstva (*Kender, 2002*).

Spolu s rozvojem zemědělství a aplikací širokého spektra průmyslových hnojiv se navýšil i splach celé řady odpadních látek do vod. Těmi jsou zejména pesticidy, fosforečnany a dusičnany. Vzhledem k tomu, že dochází k nesprávnému užití těchto hnojiv, dochází tak k jejich masivnímu odtoku a též ke znečištění podzemních a povrchových vod (*Kvítek, 2018*). V této práci jsou proto porovnávána území bez orné půdy a s ornou půdou, právě z hlediska odtoku živin.

Cílem této diplomové práce je zjistit přítomnost cizorodých látek ve vodě a vyhodnotit, zda zemědělské hospodaření z vytyčených oblastí ovlivňuje kvalitu vody v okolí zemědělských a pastvinářských pozemků. Dále poukázat na rozdíly v chemismu sledovaných malých toků v okolí hospodářsky využívané orné půdy nebo naopak v okolí trvalých travních porostů a současně vyhodnotit, jaké látky se do vody splachují a co je důvodem jejich přítomnosti.

Závěrem práce jsou nastíněna možná řešení revitalizace okolní krajiny tak, aby nedocházelo ke splachům těchto látek do povodí a nedocházelo tak k jeho znečišťování.

---

## **Cíle práce**

- vyhodnocení a porovnání vybraných vlastností povrchových vod v malém vodním toku v povodí Paseckého a Váčkového potoka
- vyhodnocení vlivu hospodaření v okolí pastevních pozemků, lesních pozemků a pozemků s ornou půdou na kvalitu odtékající povrchové vody
- nalezení vztahu mezi látkami obsaženými v povodí a množstvím srážek
- návrh řešení krajinných úprav ve sledované oblasti

---

## 2 Literární přehled

Ve vybraných vodních tocích sledovaných povodí byly odebírány povrchové vody, ve kterých byly hodnoceny hydrochemické parametry: vodivost, pH, obsah celkového dusíku, dusičnanového dusíku, fosforečnanového fosforu, celkového organického uhlíku, anorganického uhlíku, celkového uhlíku a nerozpuštěných látek.

### 2.1 Vodivost (elektrolytická konduktivita)

Elektrolytická konduktivita (EC) neboli elektrická vodivost vody je schopnost vody vést elektrický proud. Zejména soli, ale i jiné chemikálie se ve vodě mohou disociovat na kladně a záporně nabitě ionty. Jelikož jsou tyto volné ionty nositelem elektrického náboje ve vodě, její elektrická vodivost přímo závisí na koncentraci těchto iontů. Salinita a celkový obsah rozpuštěných pevných látek jsou veličiny používané k výpočtu EC vody, jež umožňuje detekovat její čistotu. Čím méně látek voda obsahuje, tím je čistší a její vodivost nižší, například destilovaná voda je díky nízké vodivosti považována za izolátor, zatímco slaná voda vykazuje vyšší vodivost a je proto dobrým vodičem. Hodnota vodivosti je rovněž ovlivněna teplotou vody, čím vyšší je její teplota, tím vyšší je vodivost. Vodivost je tedy užitečná jako obecné měřítko kvality a jakosti vody. Významné změny vodivosti by pak mohly být indikátorem toho, že do vodního toku vstoupil jiný zdroj znečištění (Gray, 2004).

Povrchové a podzemní vody mívají vodivost od 5 až do 50  $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ , některé průmyslové vody mohou mít dokonce hodnotu vyšší než 103  $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$  (Hartman 2015). Takto vysoká vodivost naznačuje znečištění vody látkami, které obsahují např. těžké kovy. Vody s vysokou mineralizací (více než 1000  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) se považují za minerální vody (Pitter, 2015).

### 2.2 pH vody

Hodnota pH je definován jako záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů. Hodnota pH se určuje stupnicí od 1 do 14, roztoky s  $\text{pH} < 7$  označujeme jako kyselé (nadbytek  $\text{H}^+$ ), roztoky s  $\text{pH} > 7$  jako zásadité a roztoky při  $\text{pH} = 7$  jako neutrální (Kostura, 2007). Hodnota pH je důležitou veličinou na posouzení kyselosti nebo zásaditosti vody a je mírou obsahu látek, které ji způsobují (Wilkinson a McNaught, 1997).

Typické hodnoty pH se mění v důsledku vlivů prostředí. Alkalita (zásaditost) vody se mění v důsledku přítomnosti rozpuštěných solí a uhličitanů, jakož i minerálního složení okolní půdy. Obecně platí, že čím vyšší je zásaditost, tím vyšší je pH, čím nižší

---

je zásaditost, tím nižší je pH. Doporučené rozmezí pH pro většinu ryb a pro povrchové vody celkově je mezi 6 a 9 (*příloha 1*) (*Himmel et al., 2011*).

Existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit pH ve vodě, jak přírodní, tak umělé. Většina přirozených změn nastává v důsledku interakcí s okolní horninou (zejména uhličitánovými formami) a jinými materiály. Hodnota pH může také kolísat vlivem srážek, zejména kyselými dešti a vypouštěním odpadních vod nebo důlních odpadů (*Nordstrom a Alpers, 1999*). Vyšší hodnoty pH se mohou vyskytovat tam, kde se nachází zásaditý horninotvorný podklad nebo uhličitany (*Chow, 1964*).

### 2.3 Celkový dusík

Dusík je ve vzduchu hojně zastoupený prvek nezbytný pro rostliny. Zdrojem elementárního dusíku ve vodě je však většinou atmosférický dusík. Nicméně, ve své elementární formě jej rostliny obvykle nedokáží zpracovat, na rozdíl od dusíkatých solí, takzvaných dusičnanů. Vznik dusičnanů v přírodě je zajištěn nitrifikačním procesem, v rámci kterého přeměňují bakterie amoniakální dusík na dusitanový a dusičnanový dusík. Tím se uvolní energie a vytvoří se zásoba dusičnanů v půdách, které mohou rostliny využívat. Ve vodách se dusík vyskytuje v různých oxidačních stupních, v iontové i neiontové formě: elementární dusík, dusík anorganicky vázaný, amoniakální dusík  $\text{N-NH}_4^+$  resp.  $\text{N-NH}_3$ , dusičnanový dusík  $\text{N-NO}_3^-$ , dusitanový dusík  $\text{N-NO}_2^-$ , dusík umělého původu (kyanidy, kyanatany, thiokyanatany) a dusík organicky vázaný (*Emsley, 2003*).

Zdrojem dusíku v životním prostředí jsou zemědělské procesy, kvůli tomu končí také ve vodě. Hlavním zdrojem sloučenin dusíku ve vodě jsou hnojiva, která obsahují dusičnany, ale také amoniak, amonium, močovinu a aminy. Nejčastěji používanými dusíkatými hnojivy jsou  $\text{NaNO}_3$  (dusičnan sodný) a  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (dusičnan amonný). Ploidy přijímají relativně malou část přidaných sloučenin dusíku, a to 25–30 %. Vzhledem k dobré rozpustnosti dusičnanů ve vodě zůstane však větší část nevyužita v půdě, odkud je splachována do povrchových vod. Organická hnojiva obsahují dusík jako bílkoviny, močovinu nebo aminy, které mají různé mechanismy absorpce (*Wright, 2011*).

Dalším zdrojem dusíku v přírodě může být kyselina dusičná, která vzniká sloučením oxidů dusíku s vodou. Oxidy dusíku vznikají antropogenní činností, např. spalováním fosilních paliv. Spolu s  $\text{H}_2\text{SO}_4$  způsobují kyselý dešť (*příloha 2*), které negativně ovlivňují vegetaci a povrchové vody (*Hruška, 1996*).

---

## 2.4 Dusičnanový dusík (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Dusičnany jsou běžnými anionty zastoupenými v povrchových vodách. Zvýšená koncentrace dusičnanů může vést k přemnožení mikroorganismů a řas, důsledkem čehož dochází k eutrofizaci vod (*příloha 3*) a následnému snížení biodiverzity (*Dodds a Whiles, 2010*). Vysoký obsah dusičnanů je rovněž velmi nebezpečný i pro člověka, zejména pro kojence, jelikož snižuje schopnost krve nést kyslík (methemoglobinémie). Limitní množství dusičnanů pro pitnou vodu je 50 mg.l<sup>-1</sup>, pro kojeneckou dokonce 10 mg.l<sup>-1</sup>. Tento limit byl stanoven WHO (World Health Organization- Světová zdravotnická organizace) (*Oppelová, 2015*).

Dusičnany se mohou dostávat do vod z průmyslových hnojiv, organického odpadu nebo z postřiků. Zdrojem dusičnanů ve vodě jsou i statková hnojiva, jejichž nesprávným použitím (špatně zvolený termín hnojení, přebytečné hnojení) narůstají koncentrace dusičnanů ve vodě. Za zvýšeným obsahem dusičnanů ve vodě mohou stát i úniky látek ze septiků nebo z živočišných farem (*Wetzel, 2001*). Redukcí dusičnanů vznikají dusitany, které jsou pro mnoho organismů škodlivé až toxické, např. pro ryby, kterým se vážou na metaloprotein červených krvinek transportující kyslík z žáber do tkání a současně umožňující uvolnění CO<sub>2</sub> z tkání do žáber (*Murray, 2012*).

## 2.5 Fosforečnanový fosfor (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)

Fosfor se přirozeně vyskytuje v horninách a jiných ložiskách minerálů. Během přirozeného procesu zvětrávání horniny se postupně se fosfor uvolňuje ve formě fosforečnanových (fosfátových) iontů, které jsou rozpustné ve vodě, kde mineralizují za vzniku fosforečnanů. Fosforečnany, jako takové sice pro vodní organismy toxické nejsou, nicméně jejich přebytek vede k nárůstu sinic a následné eutrofizaci vod (*Monaghan, 2013*).

Fosfor se v přírodě vyskytuje pouze ve sloučeninách (většinou v podobě fosfátů a organicky vázaného fosforu). Každá sloučenina obsahuje fosfor v jiném chemickém uspořádání. Tyto formy fosfátů se vyskytují jak v živých, tak i rozkládajících se rostlinných a živočišných zbytcích, a to buď jako volné ionty nebo slabě chemicky vázané. Fosfáty lze rovněž nalézt chemicky vázané na sedimenty, půdy a horniny nebo jako mineralizované sloučeniny například apatit (*příloha 4*). Ačkoliv je řada fosforečnanů vytvářena přírodními procesy, jejich hlavním zdrojem je lidská činnost, konkrétně pak částečně upravené a neošetřené splašky, odtok ze zemědělských lokalit a aplikace některých kombinovaných hnojiv. Organický fosfát je přirozeně vázán v rostlinné tkáni,

---

odpadních pevných látkách nebo jiném organickém materiálu. Důsledkem přebytku fosforečnanů v přírodě je opět přemnožení bakterií a sinic a následná eutrofizace vod (*Oram, 2011*).

## **2.6 Celkový organický uhlík (TOC), anorganický uhlík (IC), celkový uhlík (TC)**

Celkový organický uhlík (TOC) jako ukazatel množství uhlíku v organických sloučeninách je parametr, pomocí kterého lze odhadnout množství všech organických látek ve vodě. Slouží jako ukazatel emisí, které jsou vypouštěny do vody, tedy jako nespecifický ukazatel jakosti a kvality vody. Důvodem vysokého obsahu TOC může však být i půdní eroze nebo rozklad biomasy. Vysoký obsah TOC ve vodě ovlivňuje podmínky ekosystému, což může následně vést až k rozvoji anaerobních mikroorganismů, jež celý vodní ekosystém degradují (*Zajíček et al., 2013*). Mezi největší producenty TOC patří bezpochyby člověk, protože vyšší koncentrace jsou důsledkem úniku splaškových vod nebo zemědělskou činností (*Hendricks, 2007*).

Anorganický uhlík (IC) je uhlík extrahovaný z rud a minerálů, na rozdíl od organického uhlíku, který se v přírodě nachází v rostlinách a živých organismech (*Laue, 2000*). Když je CO<sub>2</sub> rozpuštěn ve vodě, může existovat v různých formách v závislosti na pH. Formy IC ve vodě jsou oxid uhličitý, kyselina uhličitá, a hydrogenuhličitanové a uhličitanové ionty. Součet koncentrací všech těchto forem je koncentrace anorganického uhlíku. Ve většině podmínek ve vodních systémech se CO<sub>2</sub> rychle převádí na kyselinu uhličitou. Chemické přeměny mezi těmito formami se označují jako hydrogenuhličitanová rovnováha (*Williams, 2011*).

Celkový uhlík (TC) je veškerý organický a anorganický uhlík ve vodě. Typická analýza celkového uhlíku (TC) zahrnuje jak přítomný celkový organický uhlík (TOC), tak i doplňkový celkový anorganický uhlík (TIC), přičemž druhý z nich představuje množství neorganického uhlíku, jako například uhlíku v uhličitanových minerálech. Odečtením anorganického uhlíku od celkového uhlíku se získá TOC (*Lenore et al., 1999*).

## **2.7 Nerozpuštěné látky (NL)**

Nerozpuštěné látky jsou tuhé látky, které se dají odstranit buď filtrací, nebo odstředěním. Nerozpuštěné látky mohou být organické i anorganické. Mezi nerozpuštěné látky řadíme různé oleje, kusy zooplanktonu, fytoplanktonu, hlinitokřemičitany, oxidy kovů, zejména hliníku a manganu (*Horáková, 2007*).

---

Podle Pittera (2015) nerozpuštěné a koloidní látky anorganického nebo organického původu způsobují zákal vody. Tento zákal, stejně jako barva vody, může být původu přirozeného (např. jílové minerály, oxidy železa, plankton aj.) nebo antropogenního. Průhlednost vody je vlastností vody, která je ovlivněna barvou a zákalem (příloha 5).

## 2.8 Srážky

Srážky jsou částice vody, které vznikly v atmosféře nebo na zemském povrchu kondenzací nebo desublimací vodní páry. Srážky můžeme rozdělit na vertikální a horizontální. Podle skupenství se rozdělují na kapalné, tuhé a smíšené. Podle doby trvání na trvalé, přehánky a srážky občasné. Dále se dělí srážky i podle intenzity (Tolasz, 2007).

Při hodnocení funkcí krajinného ekosystému je koloběh vody a její kvalita, jedním z důležitých kritérií. Veškerý život a ekosystémy jsou odkázáni sluneční energii, která dopadá na zemský povrch ve stálých dávkách. Tyto dávky sluneční energie ekosystémy potřebují každý den. Koloběh vody, vývoj a struktura rostlinného pokryvu a regulace odtoku živin spolu úzce souvisejí. Rozdílné množství a skladby vegetace v povodí mají za následek krátký nebo naopak dlouhý koloběh vody s různým stupněm odtoku látek (Chmelová, 2009). Výše nevratných ztrát látek z uvažovaného systému (např. povodí) určuje stabilitu společenstev organismů (procesory energie) (Ripl a Wolter, 2002).

U menších povodí jsou velmi důležité odtokové a srážkové procesy. Tyto procesy dokážou výrazně ovlivnit chemismus povodí a každá změna se v tomto povodí projeví. V souvislosti se srážkami mluvíme o retenční schopnosti krajiny, což je schopnost zadržovat v půdě vodu. Zvýšením schopnosti zadržovat vodu, dojde ke zmenšení okamžitých povodňových průtoků a současně prodloužení doby trvání zvýšených průtoků. Faktory zlepšující retenci vody jsou zejména kvalitní porost (hustá, souvislá vegetace, lesní porost) (Tlapák et al., 1992).

---

### 3 Studijní lokalita a metodika měření

Pro měření parametrů povrchových vod byly použity vzorky z Paseckého potoka (Pa), horního měrného odběrového profilu toku Váčkového potoka (Va-H) a dolního měrného odběrového profilu Váčkového potoka (Va-D). Vzorky byly odebírány jednou měsíčně po dobu dvou let v rámci činnosti Laboratoře aplikované ekologie ZF JU. Dále byly pozorovány srážky v daném území a byla vyhodnocována souvislost měsíčního úhrnu srážek s naměřenými parametry v dané oblasti.

#### 3.1 Popis území

Charakteristika povodí je základním pilířem pro chápání vztahů mezi jakostí vody a vodním režimem krajiny (Kvítek, 2018). Povodí sledovaného území se nachází v Novohradských horách na jihu Čech, v průměrné nadmořské výšce 650 m n. m. Jedná se o geomorfologický celek a pohoří nacházející se na hranicích Česka a Rakouska (Balatka, 2006). Klima této oblasti se ve vyšších polohách přibližuje horskému klimatu. V Novohradských horách je vyšší oblačnost a vyšší srážky. Průměrné teploty se kolem oblasti Hojné vody pohybují kolem 6,1 °C (Jiráček, 2012).

Půdní kryt je ve všech sledovaných povodích tvořen z převážné většiny kambizeměmi arenickými a modálními, v nivách vodních toků pak oglejenými. Celé pohoří Novohradských hor je zalesněné převážně monokulturními smrčiny, v nižších částech jsou zachovalé bučiny (Jiráček, 2010).

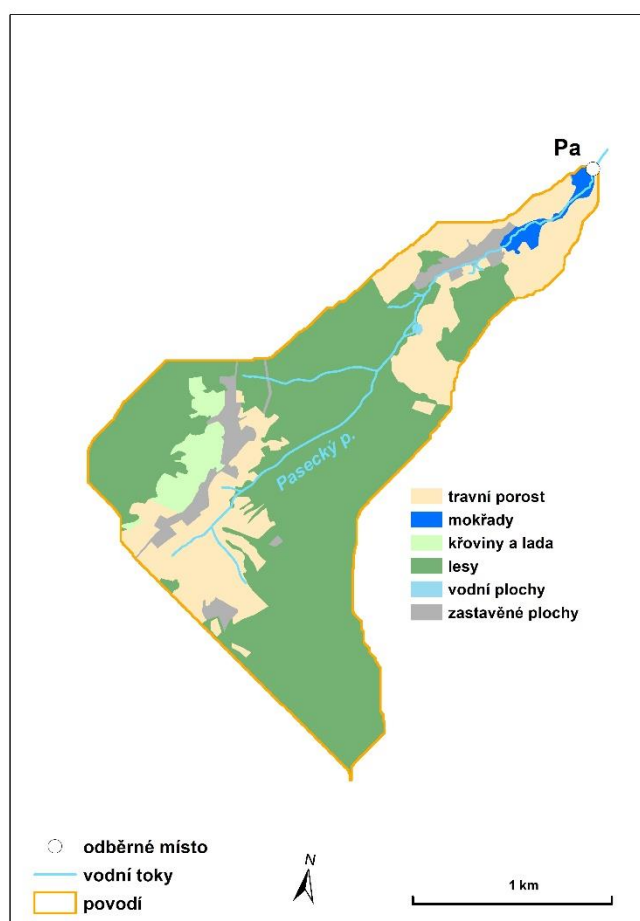
Celým územím protéká řeka Stropnice, která pramení v Rakousku, na jihovýchodním svahu Vysoké v nadmořské výšce 780 m n. m. Celková plocha povodí činí 400,43 km<sup>2</sup>, délka této řeky je 50,8 km. U Nových Hradů tento tok pokračuje do oblasti pahorkatiny (Borovany) a vstupuje do Třeboňské pánve. Má několik přítoků, ale mezi největší patří Svinenský potok (34 km). Nakonec se Stropnice vlévá do Malše (Kubeš, 2004).

Povodí byla vybrána tak, aby bylo možné porovnat vliv rozdílného krajinného pokryvu na kvalitu odtékajících vod ve Váčkovém a Paseckém potoku. Uzávěrové profily vymezují vždy dané povodí. Rozdíly jsou v obhospodařování krajiny a ve využití krajiny člověkem. Zatímco horní povodí Váčkového potoka je čistě lesní, jeho dolní povodí zahrnuje značnou rozlohu orné půdy. Povodí paseckého potoka je pak lesně pastevní, bez přítomnosti orné půdy.



### 3.1.1 Povodí Paseckého potoka- s odběrovým místem Pa

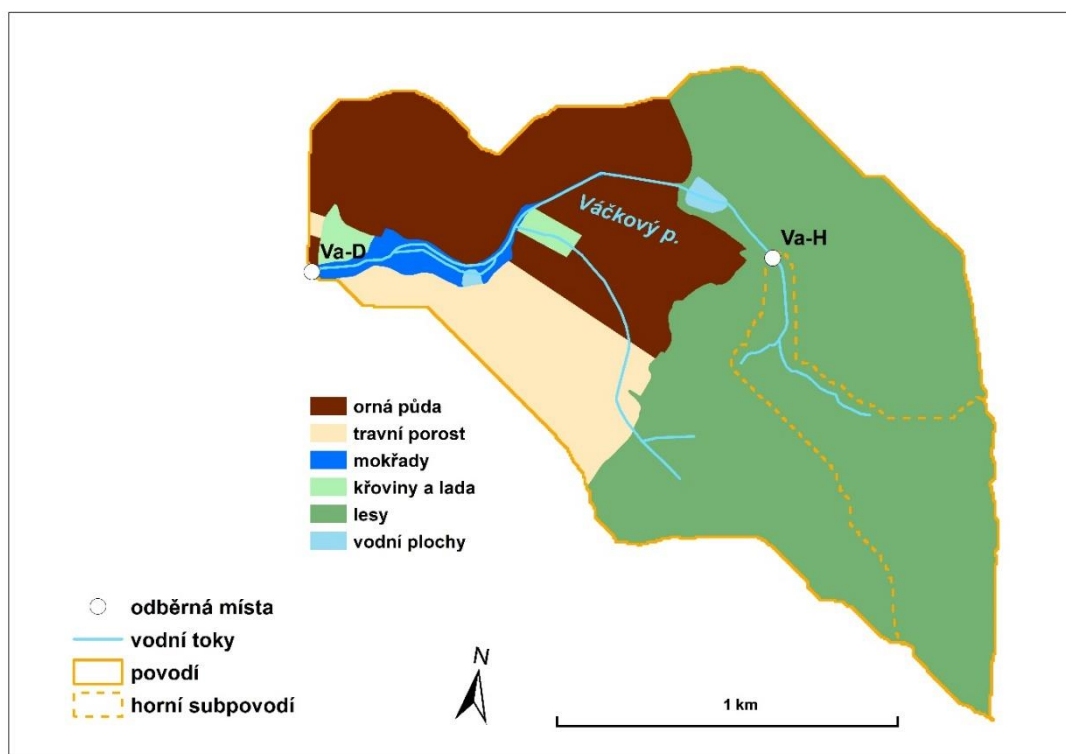
Pasecký potok pramení v blízkosti Kraví hory. Tento tok je tvořen převážně vodou ze svahů Vysoké hory a Kraví hory. Délka toku je necelých 4 km a protéká v nadmořské výšce 660-800 m n. m. Na obrázku č. 1 můžeme vidět, že zalesněnost v tomto povodí je vysoká. Téměř 86% tohoto pozemek tvoří lesní společenství a 13% pozemku tvoří louky. V blízkosti povodí se nenachází orná půda. (Fraňková, 2007).



Obr. 1: Mapa povodí Paseckého potoka.

### 3.1.2 Povodí Váčkového potoka- s odběrovými místy Va-H a Va-D

Povodí Váčkového potoka je dlouhé kolem 2,5 km. Na obrázku č. 2 můžeme vidět jak horní odběrový profil Váčkového potoka, tak dolní odběrový profil toku Váčkového potoka. Váčkový potok je obklopen převážně ornou půdou v dolním subpovodí, zatímco v horním subpovodí lesními společenstvy. Na obrázku č. 2 vidíme, že horní odběrové místo Váčkového potoka se nachází v okolí lesního společenství.



Obr. 2: Mapa povodí Váčekového potoka, kde je znázorněn horní měrný odběrový profil (Va-H) a dolní měrný odběrový profil (Va-D).

## 3.2 Metodika měření

### 3.2.1 Vodivost

Vodivost neboli elektrolytická konduktivita je definována jako převrácená hodnota elektrického odporu roztoku mezi dvěma vloženými platinovými elektrodami- míra koncentrace ionizovatelných anorganických a organických iontů. Konduktivita závisí na koncentraci iontů, jejich, teplotě, pohyblivosti a na nábojovém čísle. Vyšší hodnota vodivosti naznačuje vyšší obsah iontů rozpuštěných látek ve vodě a naopak. Míru přítomnosti kationtů a aniontů ve vodě zvyšuje výskyt znečišťujících látek v toku (Karliček, 2007).

Vodivost se měřila pomocí konduktometrie při teplotě 20-25°C.

### 3.2.2 pH

V přírodních vodách se hodnota pH pohybuje v rozmezí od 4,5 do 9,5 a je obvykle dána uhličitánovou rovnováhou. Pokud poklesne pH pod hodnotu 4,5 značí to přítomnost anorganických a organických kyselin. Pokud je hodnota pH vyšší než 8,3 je způsobena uhličitany a při hodnotě pH nad 10 se již na pH významně podílejí i hydroxidové ionty (Pitter, 2015). Hodnota pH významně ovlivňuje biochemické a chemické

---

procesy ve vodách (*Lellák a Kubiček, 1991*). Hodnota pH byla stanovena pH metrem s jedinou kombinovanou elektrodou (obsahuje referenční a indikační elektrodu).

### **3.2.3 Koncentrace NL ( $\text{mg.l}^{-1}$ )**

Nerozpuštěné látky (NL) lze je z vody většinou oddělit mechanickou cestou pomocí filtrů. Měření vzorků NL látek se provádělo pomocí filtrování filtrem z borosilikátových skleněných vláken za přtlaku. Filtr s nerozpuštěnými látkami jsme vysušili a rozdilem v hmotnosti filtru před a po filtraci se zjistila hmotnost nerozpuštěných látek (*Junga et al., 2015*). Pro měření byl použit filtr s velikostí pórů  $1,2 \mu\text{m}$ .

### **3.2.4 N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ( $\text{mg.l}^{-1}$ )**

Pro stanovení dusičnanů ve vodách existuje několik technik. Žádnou z těchto technik nelze označit za nejlepší a univerzální. Často užívanou technikou stanovení dusičnanů je chromatografie, v našem případě byla použita metoda na absorpční průtokové spektrofotometrie. Dusitany se poměrně rychle oxidují na dusičnany, proto je vhodné odebírat a analyzovat vzorky v co nejkratším časovém intervalu a pouze v případě nutnosti je uchovávat při teplotě do  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  v lahvích buď z polyethylenu, nebo boritokřemičitého skla (*Horáková et al., 1989*).

### **3.2.5 P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ( $\text{mg.l}^{-1}$ )**

Pro stanovení množství fosforečnanů P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> z vod se používá spektrální stanovení, které bylo použito i v našem případě. Při spektrálním stanovení všech skupin sloučenin fosforu se musí nejdříve tyto sloučeniny převést na rozpuštěné anorganické orthofosforečnany. Při zjišťování celkových fosforečnanů se využívá oxidačního rozkladu organických sloučenin fosforu. Při tomto rozkladu zároveň dochází k hydrolýze polyfosforečnanů. Z organických i anorganických sloučenin fosforu vznikají tímto způsobem opět orthofosforečnany. Celkové orthofosforečnany stanovujeme v nefiltrovaném vzorku bez oxidačního rozkladu i bez hydrolýzy (*Monogham, 2013*).

### **3.2.6 Koncentrace TC ( $\text{mg.l}^{-1}$ )**

Celkový uhlík (TC) se stanovoval pomocí nízkoteplotního kapalinového reaktoru. V reaktoru byl při  $950^\circ\text{C}$  veškerý organický a anorganický uhlík oxidovaný na plynný CO<sub>2</sub>, úplná oxidace byla zabezpečena kobaltovým katalyzátorem (*Kučerová, 2016*). Za pomoci proudu vzduchu se z oxidované látky dostaly do infračerveného detektoru, kde byl stanoven CO<sub>2</sub> a poté se oxid uhličitý změřil a stanovil se TC. (*Horáková et al., 1989*).

---

### 3.2.7 Koncentrace IC ( $\text{mg.l}^{-1}$ )

Při stanovení koncentrace anorganického uhlíku jsme využívali reaktor, ve kterém se TOC a IC oxidovaly na oxid uhličitý. Poté se pomocí infračerveného detektoru stanovilo  $\text{CO}_2$ . Po stanovení TOC se provedl druhý nástřik vzorku do kapalinového reaktoru. V kyselém prostředí, při laboratorní teplotě je veškerý anorganický uhlík převedený na  $\text{CO}_2$  (Kučerová, 2016). Poté se  $\text{CO}_2$  transportuje do detektoru pro měření (Horáková et al., 1989).

### 3.2.8 Koncentrace TOC ( $\text{mg.l}^{-1}$ )

Nepřímým stanovením organického uhlíku lze určit celkovou koncentraci organických látek přítomných ve vodě (TOC- Total Organic Carbon). Analytické metody stanovení jsou založeny na oxidaci organických látek na oxid uhličitý. Lze toho dosáhnout termickou oxidací (při vysokých teplotách a za přítomnosti katalyzátoru). Jak jsem již psala v předchozí kapitole, při stanovení koncentrace anorganického uhlíku jsme využívali reaktor při  $950^\circ\text{C}$ . Organický a anorganický uhlík se oxiduje na plyn  $\text{CO}_2$ . Poté se stanoví  $\text{CO}_2$  pomocí infračerveného detektoru (Horáková et al., 1989). Celkový organický uhlík (TOC) je počítán z rozdílů celkového uhlíku a anorganického uhlíku. (Schumacher, 2002).

### 3.2.9 Koncentrace TN ( $\text{mg.l}^{-1}$ )

Celkový dusík (TN) je skupinový analytický ukazatel, zavedený pro sledování kvality povrchových vod. Jedná o součet koncentrací dusíku ve všech jeho organických sloučeninách a anorganických sloučeninách (např.  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$ ). Celkový dusík jsme stanovili tak, že jsme si nejdříve TN převedli na amoniakální dusík a ten pomocí spektrofotometrické metody určili. Metoda stanovení celkového dusíku spočívá v oddělení stanovení obsahu všech forem dusíkatých složek, tj. dusitanů, amoniakálního dusíku, organického dusíku a dusičnanů (Horáková, 2007).

### 3.2.10 Srážky

Na stanicích ČHMÚ (Český hydrometeorologický ústav) jsou srážky měřeny dvěma různými způsoby, a to buď manuálním měřením výšky vodního sloupce odebraného ze srážkoměrné nádoby, nebo automaticky různými typy automatických srážkoměrů. Člunkové a váhové patří mezi automatické srážkoměry. V našem případě byl použit automatický člunkový srážkoměr. Množství srážek se udává v mm. Tato jednotka odpovídá litrům na metr čtvereční plochy. Vždy je důležité znát období, ke kterému se úhrn srážek udává (Tolasz, 2007).

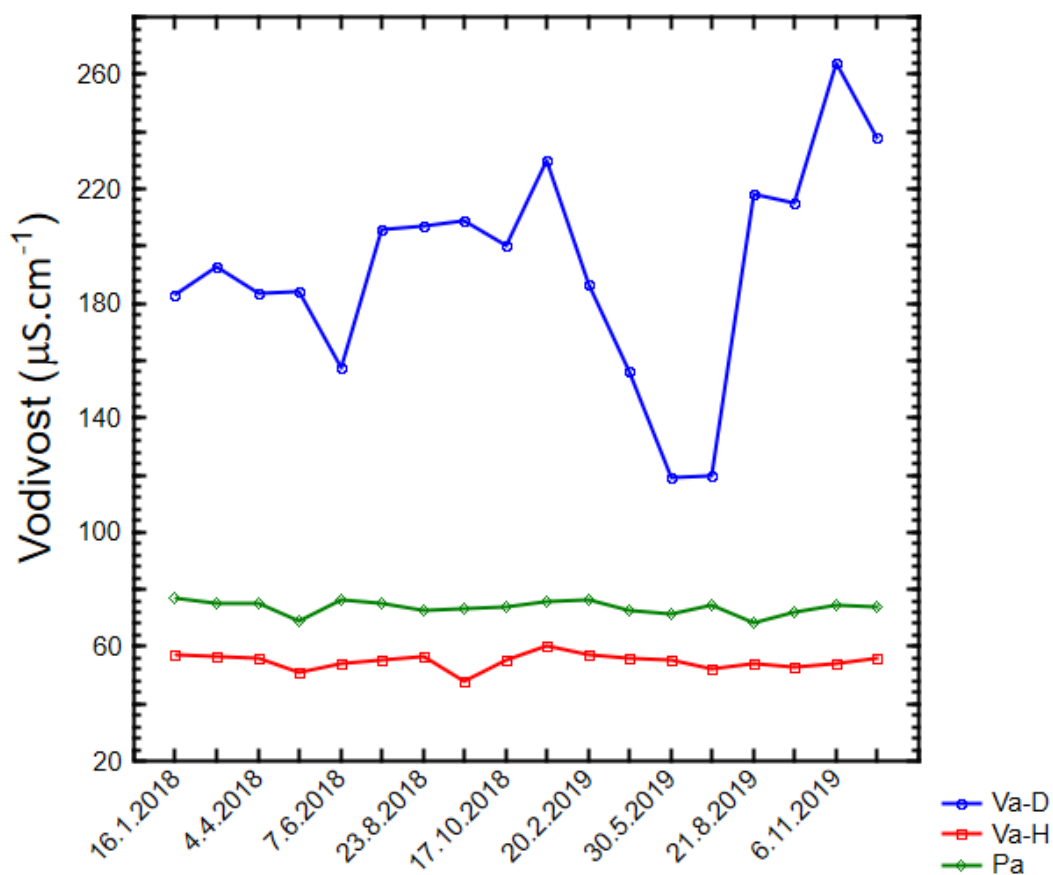


**Obr. 3: Srážkoměr, umístěný ve sledované oblasti Horní Stropnice.**

## 4 Výsledky

### 4.1 Vodivost

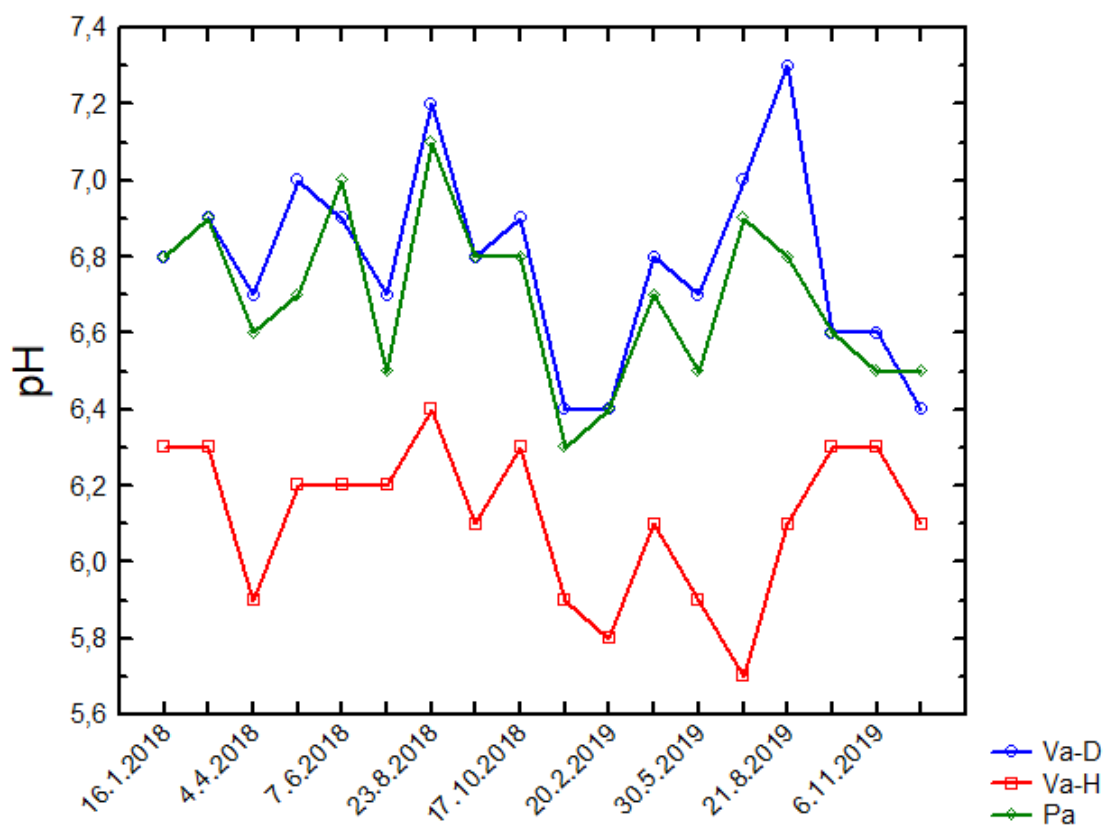
Nejnižší naměřená hodnota elektrolytické konduktivity  $48,1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  byla 19. září 2018 v horním odběrovém profilu Váčkového potoka (*obr. 4*). Nejvyšší naměřená hodnota  $264 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  byla naměřena v dolním toku Váčkového potoka dne 6. listopadu 2019. Nejvyšší naměřené a kolísající hodnoty vodivosti vykazuje Váčkový potok v dolním měrném odběrovém profilu. Nejnižší hodnota vodivosti tohoto profilu je  $118,9 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  ze dne 30. května 2019 a nejvyšší hodnotou toho profilu je již zmíněná hodnota  $264 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  ze dne 6. listopadu 2019. Nejnižší hodnota konduktivity  $48,1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  Váčkového potoka v horním měrném odběrovém profilu byla naměřena dne 19. 9. 2018 a nejvyšší hodnota  $60,3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  tohoto profilu byla naměřena dne 11. 12. 2018. V odběrovém profilu Paseckého potoka byla naměřena nejvyšší hodnota vodivosti  $76,7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  dne 16. 1. 2018 a nejnižší naměřená hodnota tohoto profilu byla  $68,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , která byla naměřena 28. 8. 2019.



**Obr. 4:** Hodnoty vodivosti povrchových vod ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa).

## 4.2 pH

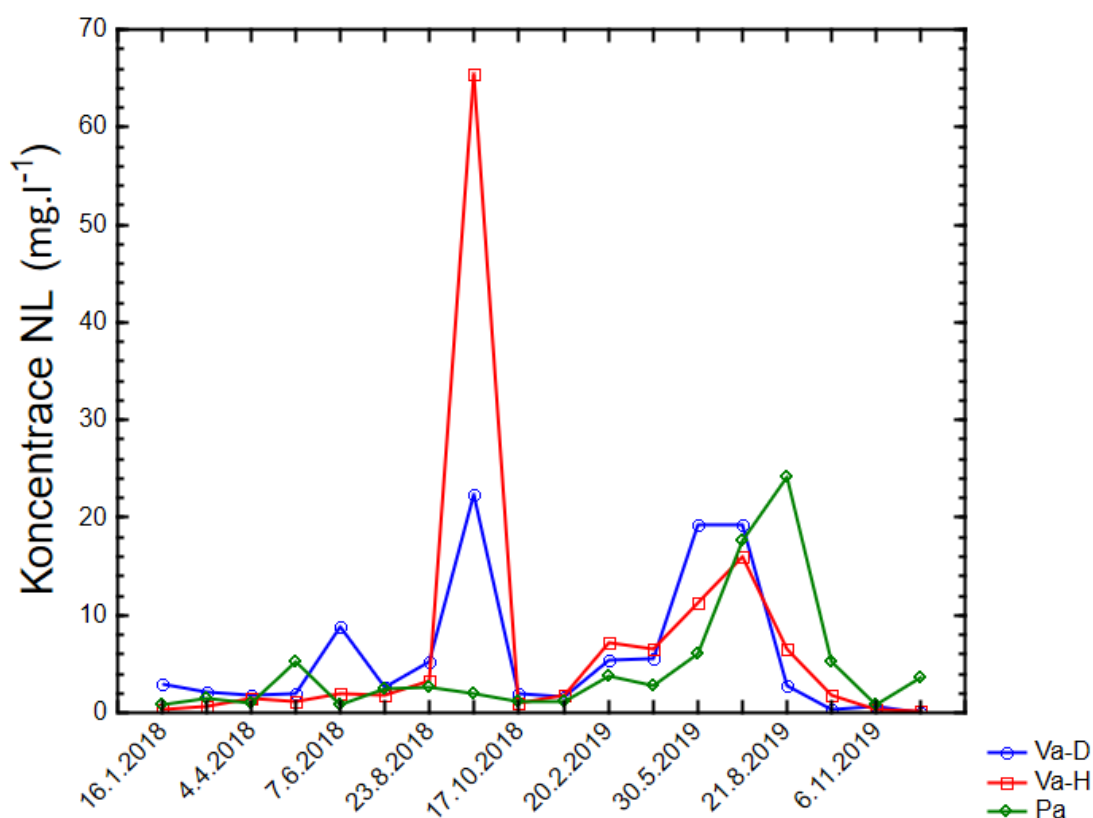
Váčkový i Pasecký potok vykazují nestálé hodnoty pH. Nejnižší hodnoty pH byly naměřeny v horním profilu Váčkového potoka (obr. 5). Nejnižší hodnota pH tohoto profilu je 5,7 ze dne 2. 7. 2019. Nejvyšší hodnota pH horního měrného profilu Váčkového potoka je 6,4 neměřená dne 23. 8. 2018. Jak můžeme vidět z grafu, hodnoty tohoto profilu se průměrně pohybují kolem hodnoty 6,1. Nejvyšší hodnoty pH naopak vykazuje Váčkový potok, ale v dolním měrném odběrovém profilu toku. Nejvyšší hodnota pH tohoto profilu 7,3 byla naměřena dne 21. 8. 2019. Nejnižší hodnotou dolního měrného odběrového profilu toku Váčkového potoka je 6,4. Hodnota 6,4 byla v tomto profilu naměřena několikrát a to 11. 12. 2018, 20. 2. 2019 a 17. 12. 2019. Pasecký potok vykazuje velice podobné hodnoty pH. Hodnoty pH tohoto toku se pohybují od 6,3 (naměřeno dne 11. 12. 2018) do 7,1 (naměřeno dne 23. 8. 2018).



Obr. 5: Hodnoty pH povrchových vod ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa).

### 4.3 Koncentrace NL ( $\text{mg.l}^{-1}$ )

Po změření vzorků koncentrace nerozpuštěných látek (NL) nejvyšší koncentraci NL vykazoval Váčkový potok v horním měrném odběrovém profilu toku (obr. 6). Nejvyšší hodnoty koncentrace NL byly na tomto profilu vykázány v období od 23. 8. 2018 do 17. 10. 2018. Dne 19. 9. 2018 hodnoty NL vystoupaly až k  $65,5 \text{ mg.l}^{-1}$ . Nejnižší hodnota NL  $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$  byla naměřena dne 17. 12. 2019. Dolní měrný odběrový profil toku Váčkového potoka vykazuje podobné hodnoty NL jako odběrový profil Paseckého potoka. Nejnižší hodnota koncentrace NL, která byla naměřena na odběrovém měrném profilu Paseckého potoka byla  $0,8 \text{ mg.l}^{-1}$  dne 6. 11. 2019 a nejvyšší naměřená hodnota byla  $24,2 \text{ mg.l}^{-1}$  dne 21. 8. 2019. Všechny odběrové profily toků vykazují nejvyšší hodnoty koncentrace NL přibližně ve stejném období. V dolním měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka byla naměřena nejvyšší hodnota  $22,4 \text{ mg.l}^{-1}$  koncentrace NL dne 19. 9. 2018 a nejnižší hodnotou koncentrace NL tohoto profilu byla nulová koncentrace NL ze dne 17. 12. 2019.

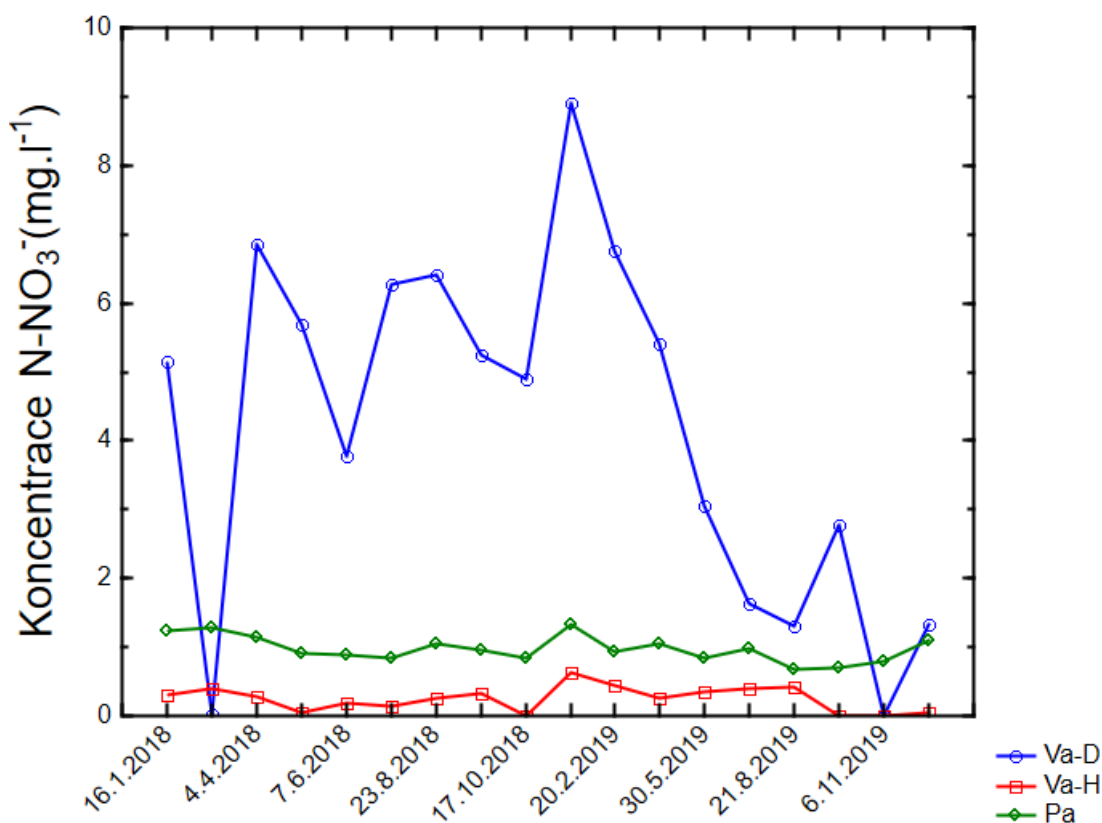


Obr. 6: Hodnoty koncentrace NL ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa).



#### 4.4 Koncentrace N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(mg.l<sup>-1</sup>)

Nejvyšší hodnoty koncentrace dusičnanů byly naměřeny v dolním měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka (obr. 7). Hodnoty koncentrace dusičnanů tohoto profilu jsou proměnlivé. Nejvyšší hodnota koncentrace dusičnanů, naměřená dne 11. 12. 2018, byla 8,904 mg.l<sup>-1</sup>. Nejnižší stanovená hodnota tohoto profilu byla 0,006 mg.l<sup>-1</sup> ze dne 6. 11. 2019. Stálé hodnoty koncentrace dusičnanů vykazoval Pasecký potok i horní měrný odběrový profil Váčkového potoka. Nejnižší koncentrace dusičnanů vykazuje horní profil toku Váčkového potoka, kdy nejnižší naměřená hodnota byla 0,001 mg.l<sup>-1</sup> a nejvyšší hodnota koncentrace dusičnanů 0,626 mg.l<sup>-1</sup>. U Paseckého potoka se hodnoty koncentrace dusičnanů pohybují v rozmezí od 0,687 mg.l<sup>-1</sup> do 1,334 mg.l<sup>-1</sup>. Hodnoty koncentrace dusičnanů tohoto profilu jsou stálé a nijak výrazně se nevychylují, jako je tomu například u dolního profilu toku Váčkového potoka.



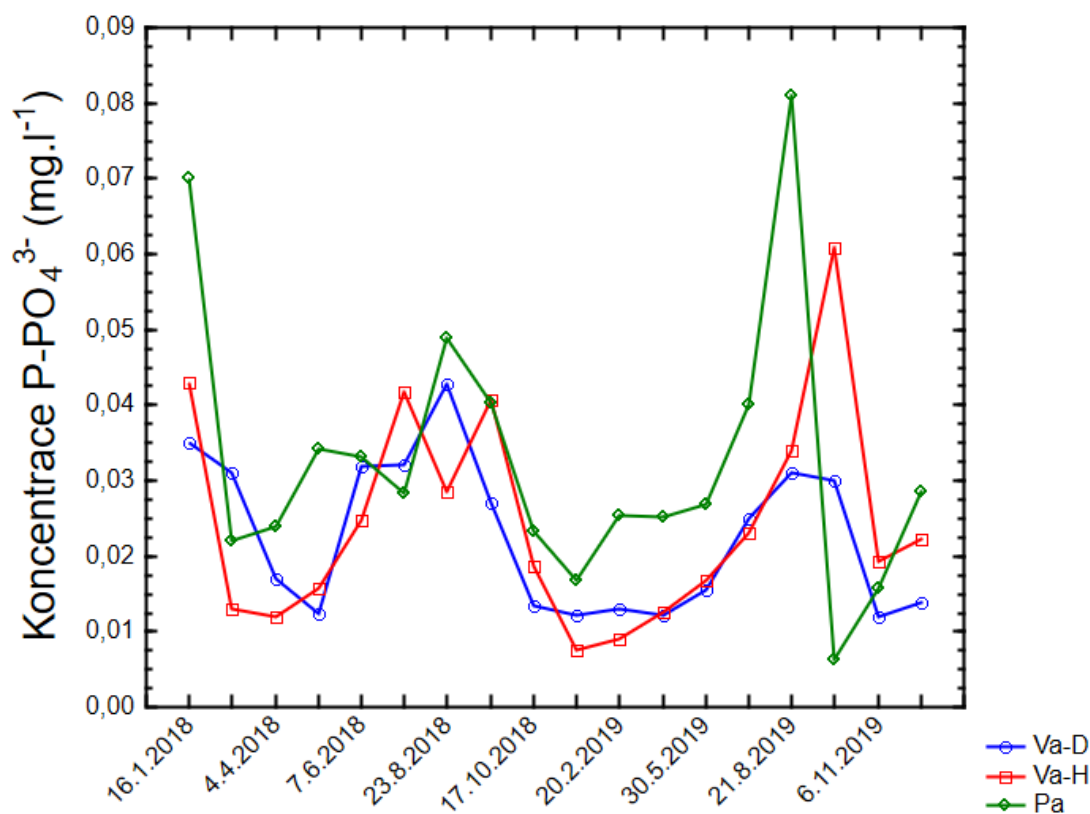
Obr. 7: Hodnoty koncentrace N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa).

#### 4.5 Koncentrace P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)

Hodnoty koncentrace fosforečnanů (mg.l<sup>-1</sup>) u měrných profilů Váčkového i Paseckého potoka jsou nestálé. Sledované profily toků Váčkového i Paseckého potoka vykazují velmi podobné hodnoty ve vztahu ke sledovanému období (obr. 8).

Nejnižší hodnota koncentrace fosforečnanů 0,0064 (mg.l<sup>-1</sup>) byla naměřena na měrném profilu Paseckého potoka dne 25. 9. 2019. Nízké hodnoty koncentrace fosforečnanů ve sledovaných profilech byly vykazovány v období od 11. 12. 2018 do 9. 4. 2019 a dále v období od 25. 9. 2019 do 17. 12. 2020. Nejvyšší naměřená hodnota koncentrace 0,081 (mg.l<sup>-1</sup>) byla naměřena též na měrném profilu Paseckého potoka dne 21. 8. 2019. Nejnižší koncentrace fosforečnanů byla naměřena na tomto profilu následující měsíc.

Na horním měrném odběrovém profilu i na dolním odběrovém profilu Váčkového potoka se průměrné hodnoty koncentrace fosforečnanů pohybovaly od 0,022 mg.l<sup>-1</sup> (Va-D) do 0,025 mg.l<sup>-1</sup> (Va-H).

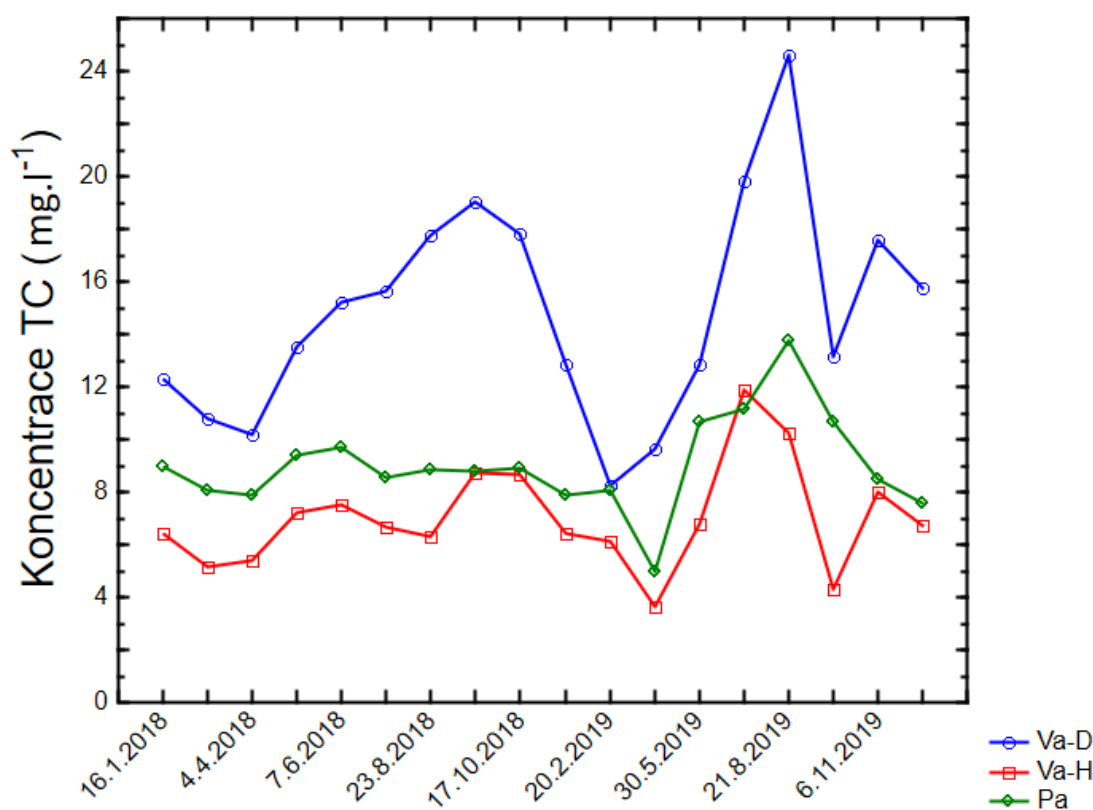


Obr. 8: Hodnoty koncentrace P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa).

#### 4.6 Koncentrace TC ( $\text{mg.l}^{-1}$ )

Nejnižší koncentrace celkového uhlíku ze všech naměřených vzorků vykazoval horní měrný odběrový profil Váčkového potoka (obr. 9). Hodnoty tohoto profilu se pohybovaly od  $3,67 \text{ mg.l}^{-1}$  (9. 4. 2019) do  $11,9 \text{ mg.l}^{-1}$  (2. 7. 2019). Průměrné hodnoty koncentrace TC se pohybují na tomto profilu kolem  $7,1 \text{ mg.l}^{-1}$ . Vyšší hodnoty koncentrace TC ve stejném měrném období vykazoval Pasecký potok. Nejnižší koncentrace zde byla naměřena  $4,97 \text{ mg.l}^{-1}$  dne 9. 4. 2019. V tomto termínu byla naměřena i nejnižší koncentrace TC na horním odběrovém profilu Váčkového potoka. Nejvyšší hodnota koncentrace celkového uhlíku  $13,74 \text{ mg.l}^{-1}$  Paseckého potoka byla naměřena 21. 8. 2019.

Mnohem větší hodnoty koncentrace TC v porovnání s předešlými vzorky vykazoval Váčkový potok, v dolním měrném odběrovém profilu. Koncentrace TC jsou zde někdy až dvakrát vyšší než u předchozích měření. Průměrné hodnoty se na tomto profilu pohybují kolem  $14,82 \text{ mg.l}^{-1}$ . Nejvyšší hodnota koncentrace TC  $24,60 \text{ mg.l}^{-1}$  byla na tomto profilu naměřena dne 21. 8. 2019. Nejnižší hodnota dolního měrného odběrového profilu Váčkového potoka byla  $8,23 \text{ mg.l}^{-1}$ , naměřena 20. 2. 2019.

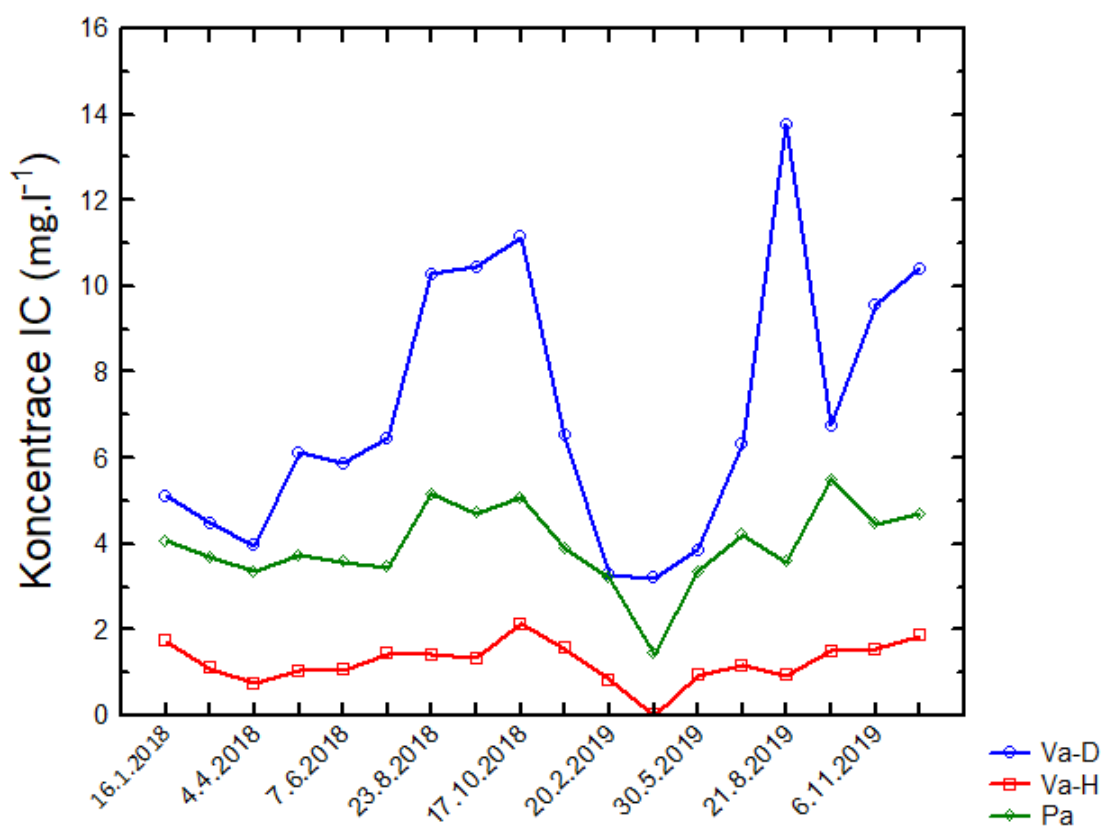


Obr. 9: Hodnoty koncentrace TC ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v půůvrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa).

#### 4.7 Koncentrace IC ( $\text{mg.l}^{-1}$ )

Nejnižší naměřená hodnota koncentrace anorganického uhlíku (IC) byla nulová koncentrace IC, naměřená dne 9. 4. 2019, v horním odběrovém profilu Váčkového potoka (obr. 10). Nejvyšší naměřená hodnota  $13,77 \text{ mg.l}^{-1}$  byla naměřena v dolním toku Váčkového potoka dne 21. 8. 2019. Nejvyšší naměřené a kolísající hodnoty anorganického uhlíku vykazuje Váčkový potok v dolním měrném odběrovém profilu. Nejnižší hodnota IC tohoto profilu je  $3,2 \text{ mg.l}^{-1}$  (9. 4. 2019). Nejnižší hodnota Váčkového potoka v horním měrném odběrovém profilu byla již zmíněná nulová koncentrace, která byla naměřena dne 9. 4. 2019 a nejvyšší hodnota tohoto profilu  $2,14 \text{ mg.l}^{-1}$  byla naměřena dne 17. 10. 2018. V odběrovém profilu Paseckého potoka byla vykázána nejnižší hodnota koncentrace IC  $1,43 \text{ mg.l}^{-1}$  dne 9. 4. 2019. Nejvyšší naměřená hodnota tohoto profilu byla  $5,49 \text{ mg.l}^{-1}$  (25. 9. 2019).

Horní měrný odběrový profil Váčkového potoka i Pasecký potok vykazují poměrně stálé hodnoty koncentrace IC. Všechny měrné profily vykazují nejnižší koncentraci IC dne 9. 4. 2019.

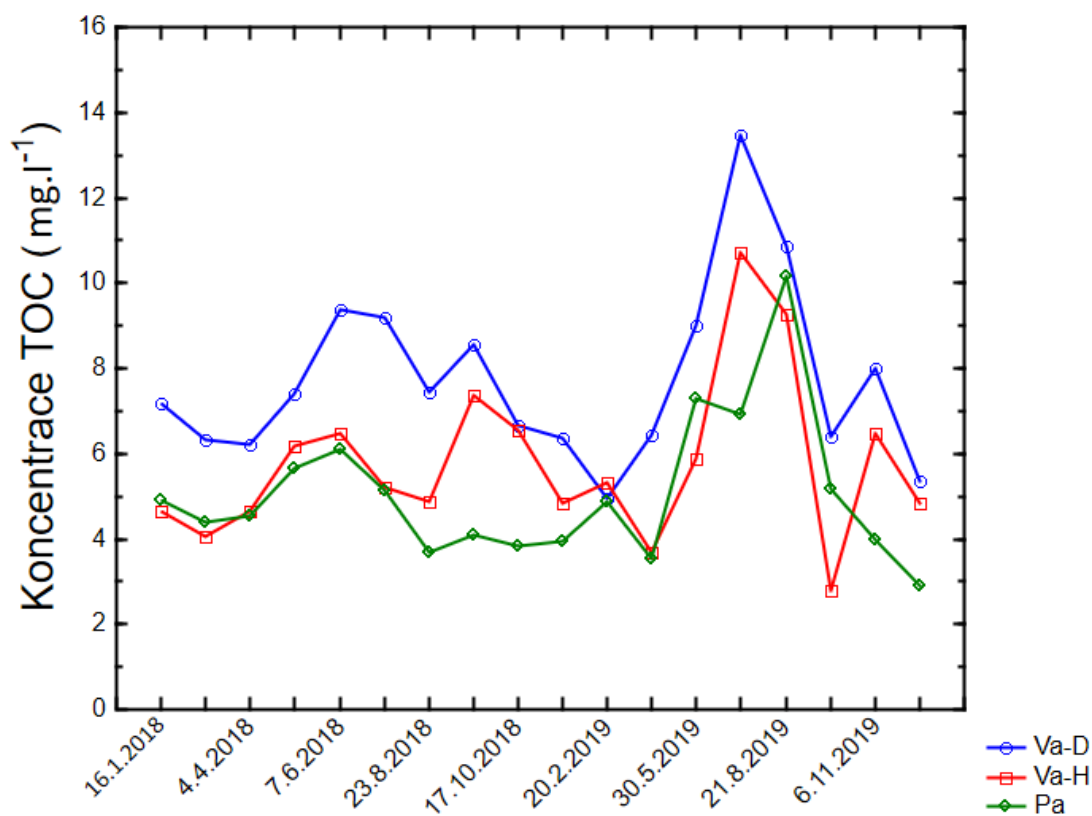


Obr. 10: Hodnoty koncentrace IC ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa).

#### 4.8 Koncentrace TOC ( $\text{mg.l}^{-1}$ )

Hodnoty koncentrace TOC na měrných profilech jsou značně proměnlivé (obr. 11). Nejnižší koncentrace TOC  $2,81 \text{ mg.l}^{-1}$  byla naměřena v horním měrném profilu Váčkového potoka (25. 9. 2019). Nejvyšší hodnota koncentrace TOC  $10,73 \text{ mg.l}^{-1}$  tohoto profilu toku byla naměřena dne 2. 7. 2019.

Nejvyšší naměřená hodnota TOC ze všech měrných profilů byla zjištěna v dolním měrném odběrovém profilu Váčkového potoka. Byla naměřena hodnota  $13,49 \text{ mg.l}^{-1}$  (2. 7. 2019). Průměrná koncentrace TOC tohoto profilu se pohybuje  $7,74 \text{ mg.l}^{-1}$ . Nejnižší hodnota  $5,36 \text{ mg.l}^{-1}$  dolního měrného profilu toku Váčkového potoka byla naměřena dne 17. 12. 2019. Hodnoty naměřené na měrném profilu Paseckého potoka se pohybovaly od  $2,91 \text{ mg.l}^{-1}$  (17. 12. 2019) do  $10,15 \text{ mg.l}^{-1}$  (21. 8. 2019).



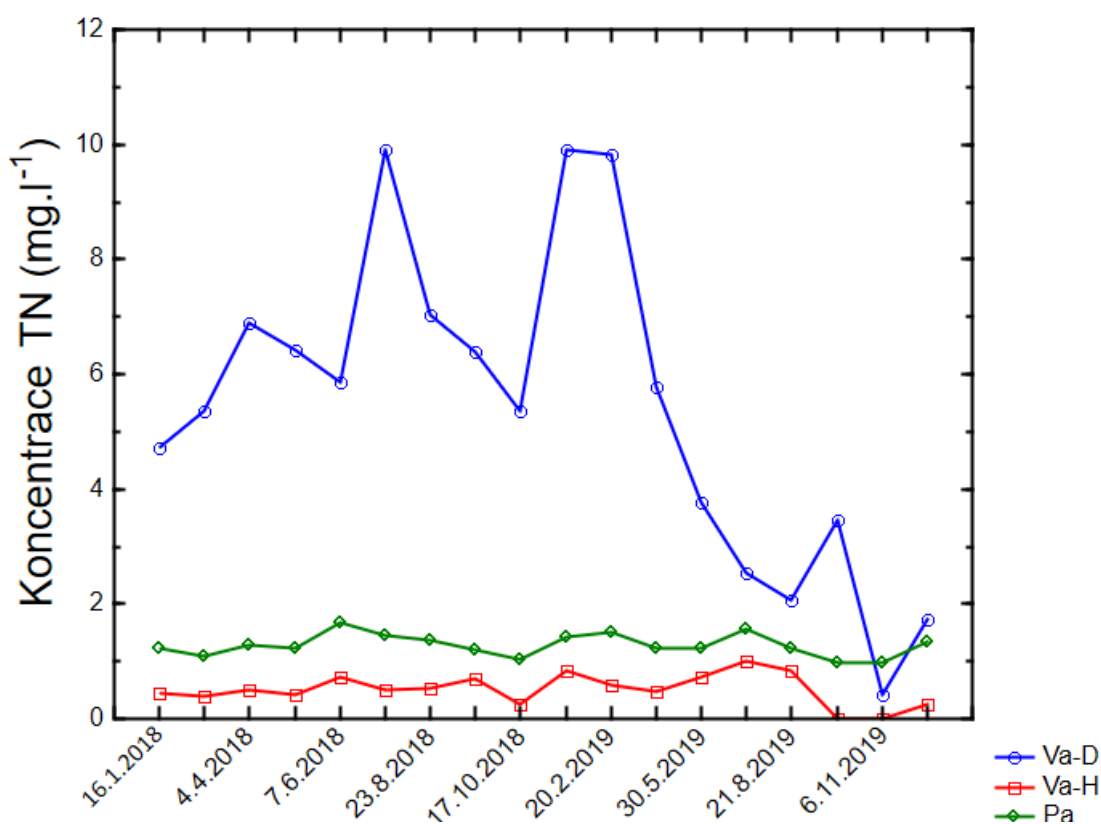
Obr. 11: Hodnoty koncentrace TOC ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa).

#### 4.9 Koncentrace TN ( $\text{mg.l}^{-1}$ )

Nejnižší koncentrace celkového dusíku ze všech naměřených vzorků vykazoval horní měrný odběrový profil Váčkového potoka (obr. 12). Hodnoty tohoto profilu se pohybovaly od nulové koncentrace TN (25. 9. 2019, 6. 11. 2019) do  $0,85 \text{ mg.l}^{-1}$  (21. 8. 2019). Průměrné hodnoty koncentrace TN se pohybují na tomto profilu kolem  $0,52$

mg.l<sup>-1</sup>. Poněkud vyšší hodnoty koncentrace TN ve stejném měrném období vykazoval Pasecký potok. Nejnižší koncentrace zde byla naměřena 0,98 mg.l<sup>-1</sup> dne 25. 9. 2019. V tomto termínu byla naměřena i nejnižší koncentrace TN v horním odběrovém profilu Váčkového potoka. Nejvyšší hodnota koncentrace celkového dusíku 1,67 mg.l<sup>-1</sup> Paseckého potoka byla naměřena 7. 6. 2018.

Mnohem větší hodnoty koncentrace TN v porovnání s předešlými vzorky vykazoval Váčkový potok, v dolním měrném odběrovém profilu. Nejvyšší hodnota koncentrace TN 9,92 mg.l<sup>-1</sup> byla na tomto profilu naměřena dne 11. 12. 2018. Nejnižší hodnota dolního měrného odběrového profilu Váčkového potoka byla 0,42 mg.l<sup>-1</sup>, naměřena 6. 11. 2019.

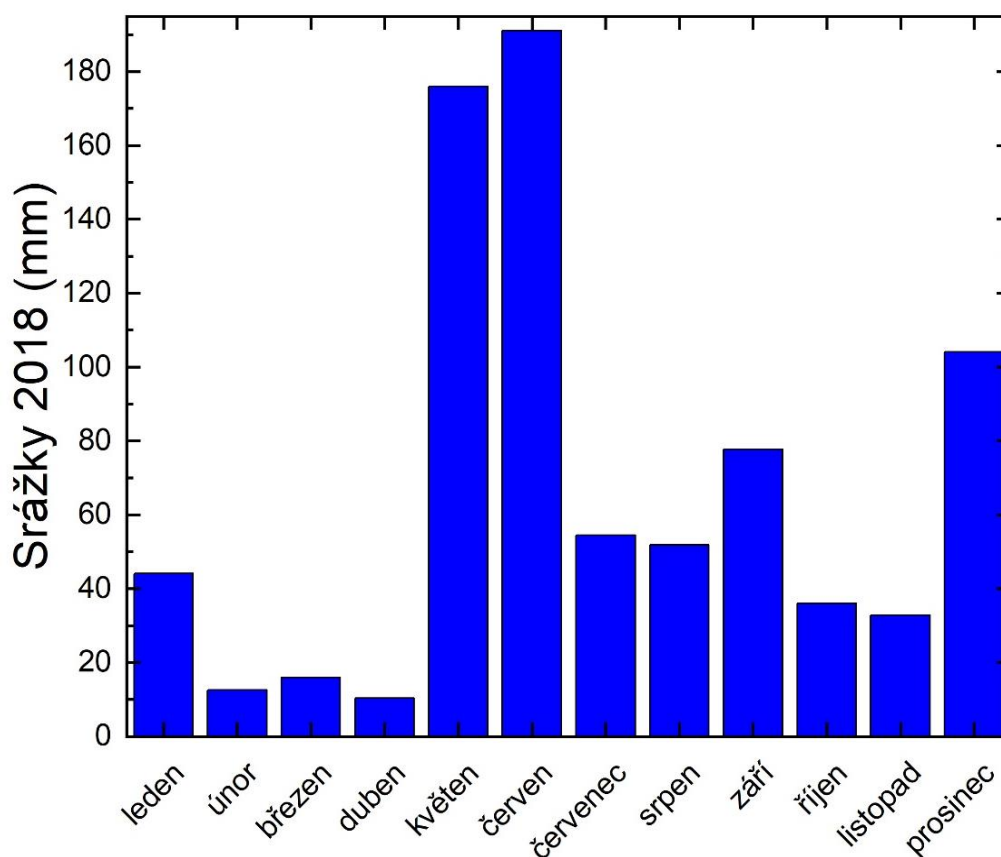


Obr. 12: Hodnoty koncentrace TN (mg.l<sup>-1</sup>) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa).

---

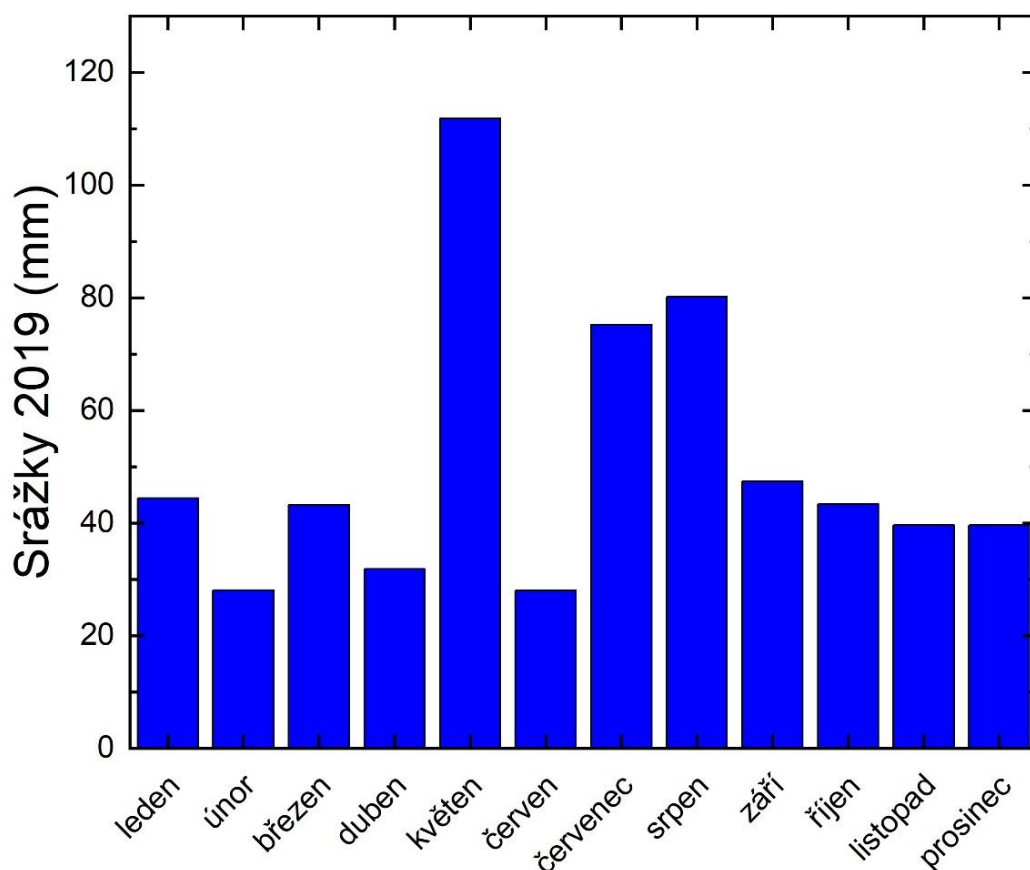
#### 4.10 Srážky v letech 2018 a 2019

Nejméně srážek v roce 2018 bylo naměřeno v dubnu, kdy hodnota srážek byla 10,30 mm (*obr. 13*). Nejvíce srážek vykazovaly měsíce květen a červen. Za rok 2018 bylo v oblasti naměřeno nejvíce srážek v červnu (191,1 mm). Za rok 2018 v oblasti spadlo 807 mm srážek.



**Obr. 13:** Měsíční úhrn srážek v roce 2018. Množství srážek bylo naměřeno v oblasti Paseckého a Váckového potoka.

Nejméně srážek (28 mm) spadlo v roce 2019 v červnu (*obr. 14*). Nejvíce naměřených srážek v roce 2019 bylo vykázáno v květnu (111,8 mm). Poněkud nadprůměrné hodnoty srážek byly naměřeny též v červenci (75,2mm) a v srpnu (80,1mm). Za rok 2019 v oblasti spadlo 612,6 mm srážek. Značně méně než v roce 2018.



**Obr. 14:** Měsíční úhrn srážek v roce 2019. Množství srážek bylo naměřeno v oblasti Paseckého a Váčekého potoka.



---

## 5 Diskuse

Výsledky ukázaly v řadě parametrů rozdílné působení krajinného pokryvu různých povodí na chemismus povrchových vod, které z těchto povodí odtékají. U řady z nich je možné tyto rozdíly interpretovat právě s poukazem na odlišný způsob hospodaření v krajině v tom kterém povodí.

### 5.1 Vodivost

Průměrná vodivost Paseckého i Váčkového potoka, jak v horním, tak v dolním měrném profilu, odpovídá hodnotám, které jsou obvyklé pro povrchové vody. Tyto hodnoty se podle Pittera (2015) pohybují od 50 do 500  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Horní měrné profily vykazovaly hodnoty vodivosti malé a nijak výrazně se od sebe nelišily. Nejvyšší hodnotu vodivosti vykazoval dolní měrný profil toku Váčkového potoka. Hodnota vodivosti zde vzrostla k hodnotě 264  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  dne 6. listopadu 2019. Tato vyšší hodnota elektrické konduktivity může být zapříčiněna přítomností anorganických rozpuštěných látek ve vodě (např. dusičnanů), aniontů nebo kationtů. K rozdílu vodivosti mezi jednotlivými povodími může docházet též kvůli řasám a plísním, které však prosperují v prostředí se zvýšeným obsahem živin, tedy ve znečištěné vodě (Klípa et al., 2014).

Změna vodivosti může souviset se srážkami, jarním táním a již zmiňovaným znečištěním vody. Vysoké koncentrace vodivosti v dolním měrném profilu Váčkového potoka poukazují na splach vody z okolní orné půdy (Zajíček a Fučík, 2015). Na dolním profilu Váčkového potoka se vodivost zvýšila vždy v části sezóny po sklizni plodin z orné půdy (koncem léta a začátkem podzimu). Je zřejmé, že tuto zvýšenou vodivost způsobuje zvýšený odtok iontů anorganických látek po odstranění vegetace z polí, která by jinak značnou část z nich využila pro svůj metabolismus. Vyšší hodnoty elektrolytické konduktivity mohou být též důsledkem vyšší zrnitosti půdního krytu oblasti a propustnosti půdy (Kvítek, 2018).

### 5.2 pH

pH vody je nezbytný parametr, který určuje, zda je voda alkalická nebo naopak kyselá, což významně ovlivňuje veškeré biochemické a chemické procesy. Podle Kroupy a Drbala (1990) se v našem případě jedná o vody přechodného typu hydrogenuhličitanosíranových vod s nízkou mineralizací a pH se v těchto vodách pohybuje kolem hodnoty 6, tedy slabě kyselé.

---

Podle tabulky nařízení vlády č. 401/2015 Sb. se má roční průměr pH povrchových vod pohybovat v rozmezí od 5 do 9. Všechny sledované profily toků tedy vykazovaly hodnoty v souladu s nařízením vlády č. 401/2015 Sb.

Nejvyšší hodnoty pH vykazoval Váčkový potok v dolním měrném odběrovém profilu toku. Tato hodnota pH naměřena dne 21. 8. 2019 dosahovala hodnoty 7,3. Pa-secký potok vykazoval podobné až téměř stejné hodnoty pH jako dolní odběrový profil Váčkového potoka.

Nejnižší hodnoty pH byly naměřeny v horním profilu Váčkového potoka. Nejnižší hodnota pH tohoto profilu je 5,7 ze dne 2. 7. 2019. Obecně mají vody dolního uzávěrového profilu Váčkového potoka nižší pH, než vody ostatních dvou povodí. Nižší hodnoty pH se u povrchových vod vyskytují tam, kde je nízký obsah vápníku a taky tam, kde dochází k rozkládání organického odpadu, jako je rašelina nebo jehličí (*Lellák a Kubíček, 1991*). Nízké pH může být indikátorem výskytu organických a anorganických kyselin (*Pitter, 2015*). To může být případ i horního měrného povodí toku Váčkového potoka. Toto povodí je totiž tvořeno výhradně lesním porostem, na jehož půdním povrchu se právě typicky nachází polorozložená organická hmota z odpadu jehličí, obsahující množství organických kyselin, jejichž splach dobře vysvětluje rozdíl mezi pH vod tohoto povodí a ostatních dvou sledovaných povodí. Dále se může nižší pH vyskytovat po kyselých deštích, ale tento jev patrně nebude případem vybraných povodí, nevysvětlil by totiž systematický rozdíl v pH mezi sledovanými povodími, která jsou od sebe vzdálena jen několik set až tisíc metrů (*Synáčková, 1996*).

### **5.3 Koncentrace NL ( $\text{mg.l}^{-1}$ )**

Nerozpuštěné látky (NL) v povrchové vodě jsou většinou jílové minerály, zvířeny půdní sediment nebo plankton. Podle tabulky nařízení vlády č. 401/2015 Sb. limitní množství nerozpuštěných látek v povrchové vodě je roční průměr  $20 \text{ mg.l}^{-1}$ . Tento limit byl překročen jednorázově dne 19. 9. 2018 jak u Va-H, tak u Va-D. Po změření vzorků koncentrace nerozpuštěných látek nejvyšší koncentraci NL vykazoval Váčkový potok v horním měrném odběrovém profilu toku. Nejvyšší hodnoty koncentrace byly na tomto profilu vykážány v období od 23. 8. 2018 do 17. 10. 2018. V tomto období vykazoval vyšší hodnoty i dolní měrný odběrový profil Váčkového potoka. Jednalo se o krátkodobější změnu koncentrace a rychlé navýšení koncentrace NL, tudíž výsledek můžeme přisuzovat spíše náhlé změně místního prostředí. Toto náhlé zvýšení koncentrace nerozpuštěných látek neumíme žádným způsobem interpretovat,

---

mohlo se jednat o zvýšený splach např. narušením půdního povrchu při lesnických pracích v lese horního povodí Váčkového potoka, které se promítlo i do koncentrací těchto látek níže v odběrovém profilu dolního povodí Váčkového potoka.

Koncentrace nerozpuštěných látek v povrchových vodách se pohybuje v jednotkách  $\text{mg.l}^{-1}$ , ale pokud dochází ke zvýšenému úhrnu srážek, tak může sahát až k desítkám až stovkám  $\text{mg.l}^{-1}$  (Pitter, 2015). V našem případě však nelze ani srážkám (obr. 13) toto náhlé zvýšení koncentrace zjevně přisoudit.

Pasecký potok ve zmíněném období nevykazoval žádné změny v koncentraci NL. To může být způsobeno tím, že Pasecký potok se nachází v lučně lesním společenství, které chrání před půdní erozí a pokud v povodí neprobíhají práce, mající za výsledek narušení povrchu půdy, je splach nerozpuštěných látek nízký. Orná půda se v okolí Paseckého potoka nenachází, takže nedochází ani ke splachu orné půdy do povrchové vody.

#### **5.4 Koncentrace N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(mg.l<sup>-1</sup>)**

Podle Pittera (2015) dusitany doprovázejí ve vodách dusičnany a formy amoniakálního dusíku. Kvůli jejich chemické a biochemické nestabilitě se vyskytují jen v nízkých koncentracích, ve velmi čistých vodách dokonce ve stopových koncentracích. V přírodních vodách mezi anorganickými formami dusíku dusitany vůbec nedominují, protože v toxických podmínkách dochází k přeměně nitrifikací na dusičnany.

Podle tabulky nařízení vlády č. 401/2015 Sb. limitní množství dusičnanového dusíku v povrchové vodě je roční průměr  $5,4 \text{ mg.l}^{-1}$ . Sledované profily vykazovaly hodnoty v souladu s nařízením vlády č. 401/2015 Sb., přestože vody dolního povodí Váčkového potoka se tomuto limitu blížily.

Nejvyšší hodnota koncentrace dusičnanů, naměřená dne 11. 12. 2018 na dolním odběrovém profilu toku Váčkového potoka, byla  $8,904 \text{ mg.l}^{-1}$ . Ostatní měrné profily vykazovaly nízké hodnoty koncentrace dusičnanů v řádu desetin  $\text{mg.l}^{-1}$ . Zvýšenou koncentraci dusičnanů dolního odběrového profilu toku Váčkového potoka přisuzujeme orné půdě, která se v okolí toku nachází. Do povrchových vod se z orné půdy dostávají zbytky ze statkových a průmyslových hnojiv. Zvláště průmyslová hnojiva se ve vodě snáze rozpouštějí, a pokud nedojde k využití rostlinou, tak odcházejí do povrchové vody. Proto je velmi důležité dbát na množství použitých hnojiv a na termín jejich použití. Průmyslová dusíkatá hnojiva jsou ve vodě často neomezeně rozpustná,

---

protože se málo vážou na sorpční komplex a snadněji dochází k jejich splachu do povrchové vody. Přebytný dusík ve vodách pak zatěžuje i další ekosystémy, např. stojaté vody v nižších částech vodních toků, kde jako živina pro řasy a sinice může způsobit přemnožení těchto organismů a obecně tak přispívá k eutrofizaci povrchových vod (Tlapák et al., 1992).

Značná rozkolísanost koncentrace dusičnanů v průběhu sledovaného období ukazuje na velkou závislost na průběhu srážek, právě díky dobré rozpustnosti dusičnanů ve vodě (obr. 13), takže zvýšenou koncentraci dusičnanů přisuzujeme klimatologickým podmínkám. Můžeme si všimnout, že k nejvyšší koncentraci dusičnanů došlo v zimním období a to kvůli tomu, že vegetace nevyužívá dusičnany a tedy dochází ke kumulaci dusičnanů v půdě a poté dochází ke splachům do povrchové vody (Pitter, 2015).

### **5.5 Koncentrace P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)**

Podle tabulky nařízení vlády č. 401/2015 Sb. limitní množství celkového fosforu v povrchové vodě je roční průměr 0,15 mg.l<sup>-1</sup>. Námi sledovaný fosforečnanový fosfor tvoří sice jen část celkového fosforu, ale ve vodách v podhorských povodí obvykle jeho značnou většinu, pouze malou část tvoří fosfor organicky vázaný. Všechny sledované profily toků vykazovaly hodnoty v souladu s nařízením vlády č. 401/2015 Sb., protože koncentrace námi sledovaného fosforečnanového fosforu tvořila průměrně ročně méně než jednu třetinu limitu pro celkový fosfor dle zmíněného nařízení vlády.

Nejvyšší naměřená hodnota koncentrace 0,081 (mg.l<sup>-1</sup>) byla naměřena na měrném profilu Paseckého potoka dne 21. 8. 2019.

Rozdíl koncentrací fosforečnanů ve sledovaných profilech nebyl markantní. Všechny ukazovaly velmi podobný vývoj. Je tak zřejmé, že se v našem případě uvolňování fosforečnanového fosforu z povodí řídí klimatem, resp. výkyvy počasí, nikoliv přímo rozdíly v krajinném pokryvu. Zvýšení koncentrací fosforečnanového fosforu v letních měsících tak může být způsobeno rychlejší mineralizací organické hmoty a půdních agregátů a tím uvolňování na ně vázaných částic fosfátů.

### **5.6 Koncentrace TOC, IC, TC (mg.l<sup>-1</sup>)**

Podle tabulky nařízení vlády č. 401/2015 Sb. limitní množství TOC v povrchové vodě je roční průměr 10 mg.l<sup>-1</sup>. Sledované profily toků vykazovaly hodnoty v souladu s nařízením vlády č. 401/2015 Sb.

---

Ve všech třech sledovaných profilech se hodnoty TOC nijak výrazně nelišily. Nejvyšší naměřené hodnoty TOC v průběhu sledovaného období byly obecně zjištěny v povrchových vodách v dolním povodí Váčkového potoka. Nejvyšší hodnota byla naměřena 13,49 mg.l<sup>-1</sup> (2. 7. 2019). Obecně může být větší objem odtékajícího TOC přisouzen splachům organické hmoty z ploch orné půdy, která je, podle druhu zaseté plodiny, méně chráněna před takovým odtokem, než zatravněné či zalesněné plochy. Hodnoty TOC jsou důležitým ukazatelem, neboť vysoké hodnoty TOC mohou mít za následek růst heterotrofních bakterií a tím pádem voda může být škodlivá a dochází ke zhoršení jakosti (Ribas et al., 1991).

Anorganický uhlík (IC) se v povrchových vodách skládá převážně z rozpuštěného plynu CO<sub>2</sub>, kyseliny uhličitě, uhličitanových solí. Jeho obsah ve vodách lze přisoudit vzájemnému působení mezi geologickým podkladem a povrchovou vodou sledované oblasti (Hendricks, 2007), ale také činnosti fotosyntetizujících organismů (řasám a sinicím). Vzhledem k malému oživení rychle tekoucích vod podhorských oblastí takovými organismy však bude v našem případě obsah IC ve vodách řízen primárně odtokem z půdního prostředí. Nejvyšší naměřené hodnoty IC ze všech měrných profilů byly zjištěny též v dolním měrném odběrovém profilu Váčkového potoka. Lze to přisoudit mineralizaci půdní organické hmoty, která je též z tohoto povodí vyplavována více, než z povodí ostatních.

Průběžně je nejvíce TC splachováno z povodí Váčkového potoka v dolním měrném odběrovém profilu, což je logické, protože TC je součet hodnot TOC a IC.

### **5.7 Koncentrace TN (mg.l<sup>-1</sup>)**

Podle tabulky nařízení vlády č. 401/2015 Sb. limitní množství TN v povrchové vodě je roční průměr 6 mg.l<sup>-1</sup>. Sledovaný profil toku Paseckého potoka a horní profil Váčkového potoka vykazovaly hodnoty v souladu s nařízením vlády č. 401/2015 Sb. Avšak dolní profil Váčkového potoka v prvním roce sledování tento limit překročil.

Nejnižší koncentrace celkového dusíku ze všech naměřených vzorků vykazoval horní měrný odběrový profil Váčkového potoka. Naproti tomu nejvyšší koncentrace celkového dusíku vykazoval Váčkový potok v dolním odběrovém měrném profilu toku s hodnotou 9,92 mg.l<sup>-1</sup>, která byla naměřena dne 11. 12. 2018. V tomto období byl evidován zvýšený úhrn srážek, důsledkem čehož došlo k intenzivnějším splachům látek z orné půdy do povrchové vody. Toto potvrzují zvýšené hodnoty celkového dusíku pouze v případě dolního odběrového měrného profilu Váčkového potoka. Je

---

zřejmé, že vedle dusičnanového dusíku je z orné půdy realizován odtok dusíku obecně, v tomto případě např. organicky vázaného dusíku ze statkových hnojiv a to v míře, narážející již na limity legislativy.

### **5.8 Chemismus sledovaných potoků a srážky**

Souvislost srážek a jejich vliv na koncentrace látek v povrchové vodě byl zkoumán na Váčkovém a Paseckém potoce v letech 2018 a 2019. Ač je zřejmé, že srážkové epizody se na změnách míry odtoku látek podílejí, měsíční úhrny srážek použité v této studii to přímo nepotvrdily.

Vliv srážek je pravděpodobně navíc v tomto hrubějším měřítku překrýván dalšími podmínkami, způsobenými činnostmi člověka (hnojení, orba, typ krajinného pokryvu) a projevil by se spíše při detailním studiu konkrétní intenzivní srážkové epizody.

### **5.9 Porovnání sledovaných potoků s Lužickým potokem na Netolicku**

Pro zajímavost nabízím srovnání naměřených dat profilů z oblasti Horní Stropnice s Lužickým potokem (*tab. 1*), který se nachází na pomezí Netolicka a Blanského lesa, v tzv. Šumavském podhůří, též známo jako Bavorovská vrchovina. Tato oblast se nachází v blízkosti západní hranice CHKO Blanský les. Sledovaná oblast geologicky vykazuje pruh hadců a amfibolitů. V severní části území se vyskytují vltavíny, což naznačuje štěrkopísčité půdní podklad. Lužický potok je přítok rybníku Dehtář (*Albrecht et al., 2003*).

Pro zkoumání hydrochemických vlastností byly vybrány tři profily Lužického potoka. Na obrázku č. 15, můžeme vidět pozorované profily toku Lužického potoka, kdy č. 1 odpovídá profilu Lužice. Tento profil se nachází v oblasti pasených trvalých travních porostů, ale dochází zde k úniku odpadní a splaškové vody do potoka z hospodářské budovy, stojící v blízkosti těchto pozemků. Odběrové místo č. 2 (výběh) je oblast, kde se nachází pastva pro koně a trvalý travní porost, ale z části pozemku začíná již orná půda. V oblasti odběrového místa č. 3 (Babice) se nachází bezprostředně orná půda.



**Obr. 15: Měrné profily Lužického potoka. Odběrový profil číslo 1 odpovídá Lužice, číslo 2 odpovídá výběh a číslo 3 odpovídá měrnému profilu Babice. (zdroj: www.mapy.cz)**

Ve sledovaných profilech byly jednorázově dne 20. 10. 2020 odebrány a analyzovány vzorky vody (tab. 1). Vodivost sledovaných profilů Lužického potoka nevykazovala neobvyklé výsledky. S porovnáním s profily Horní Stropnice se vodivost nijak významně nelišila. Profil č. 1 protéká pastvinou, kde se nachází i stáj pro dobytek, měrný profil č. 2 protéká hlavně pastvou a trvalým travním porostem a profil č. 3 je obklopen hlavně ornou půdou.

Podle Pittera (2015) vodivost povrchových vod se pohybuje 50 do 500  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . pH sledovaných profilů je též v normě a odpovídají podle Kroupy a Drbala (1990) vodám s nízkou mineralizací. Nerozpuštěné látky průběžně ve vodním toku narůstají výrazněji v místech splachu vody z ploch orné půdy. V tabulce č. 1 můžeme vidět, že koncentrace dusičnanů jsou celkem nízké i ve srovnání například s dolním měrným odběrovým profilem Váčkového potoka, kde koncentrace dusičnanů vzrostla až k 8,904  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Je možné dále pozorovat nárůst koncentrace dusičnanů s nárůstem rozlohy orné půdy mezi třemi sledovanými místy na vodním toku. Koncentrace fosforečnanů byla překvapivě celkem vysoká v měrném profilu č. 2 s porovnáním s profily z oblasti Horní Stropnice i v porovnání s profilem č. 1 a 3 na tomto vodním toku. V oblasti odběrového místa č. 2 se nachází z části orná půda, ale většinou trvalý travní

porost a pastva pro koně. Nárůst tohoto parametru v daném místě je v souladu s nárůstem koncentrace TC a TOC. Všechny tyto tři parametry (fosforečnany, TC a TOC) pak níže po toku v odběrovém místě č. 3 opět klesají. Koncentrace TC a TOC je na měrných profilech Lužického potoka poměrně vysoká s porovnáním s profily Váčkovoého a Paseckého potoka. Koncentrace TC i TOC na profilech 2- výběh a 1- Lužice byla značně vyšší než na měrném profilu 3- Babice. Vyšší koncentrace celkového uhlíku a celkového organického uhlíku přisuzujeme hlavně tomu, že v blízkosti měrného profilu 2- Lužice se nachází zemědělská budova, kde dochází pravidelně k úniku odpadní vody ze zemědělské budovy do povrchové vody. V blízkosti měrného profilu 2- výběh se nachází celoroční pastevní ustájení koní, takže vyšší koncentraci TOC na tomto profilu přisuzují hlavně prosakováním a splachováním fekálií z koňské pastvy do Lužického potoka, případně rozrušování půdního povrchu koňmi na místě venkovního pastevního ustájení. Koncentrace IC Lužického potoka byla též vyšší než sledované profily Paseckého a Váčkovoého potoka. Vzhledem k vysoké koncentraci TOC lze velkou koncentraci IC vysvětlit mineralizací části zmíněného TOC. Koncentrace TN měrných profilů Lužického potoka byla v porovnání s Váčkovým potokem v dolním měrném profilu nižší. Nejvyšší hodnota koncentrace TN dolního měrného profilu Váčkovoého potoka byla 9,92 mg.l<sup>-1</sup>.

Největší rozdíly mezi Lužickým potokem, Paseckým a Váčkovým potokem spočívaly v koncentraci TC a TOC.

Přestože uvedený příklad je zatížen náhodností vzhledem k jedinému realizovanému odběru, jsou jeho výsledky alespoň částečně interpretovatelné a nejsou v rozporu se zjištěními v systematictější studii z povodí Váčkovoého a Paseckého potoka.

**Tab. 1: Chemismus povrchové vody v Lužickém potoce.**

vzorek	vodivost	pH	NL	NO3-N	PO4-P	TC	IC	TOC	TN
	μS.cm <sup>-1</sup>		mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>
<b>1 -Lužice</b>	295,0	6,9	5	1,091	0,252476	59,40	23,43	35,97	3,16
<b>2 -výběh</b>	179,5	6,5	2,8	0,001	0,498291	61,55	13,89	47,66	3,11
<b>3 -Babice</b>	330,0	6,8	10,1	2,058	0,100279	46,03	23,56	22,47	3,35



---

## 5.10 Návrh krajinných úprav Váčkového potoka

V horním profilu Váčkového potoka a v Paseckém potoce téměř nedocházelo ke splachům látek a koncentrace např. dusičnanů byly velmi nepatrné. Oproti tomu dolní profil Váčkového potoka je charakteristický nejintenzivnějším odvodem látek do povrchové vody. To je pravděpodobně způsobeno jeho polohou v oblasti se zvýšenou četností orné půdy. Z tohoto důvodu byl Váčkový potok vybrán pro návrh revitalizace.

Podle Kvítka (2018) existuje několik opatření pro revitalizaci krajiny v povodí, mezi které patří opatření protierozní, vodohospodářská, krajinářská, zpřístupňovací a doprovodná. U většiny revitalizací je nezbytné použít více opatření současně, aby bylo dosaženo zlepšení.

Z dosavadních poznatků vyplývá, že splach látek z orné půdy a srážky spolu úzce souvisí. Aby nedocházelo k opakovanému odnosu látek do povrchové vody, je potřeba, aby se realizovala opatření, která zvýší přirozenou retenci krajiny. Přirozenou retenci je třeba udržovat tak, že přírodní nivy necháme ladem a budeme na ně pohlížet jako potencionální zátopové oblasti. Pro správné stanovení vhodných opatření je třeba brát v potaz mnoho faktorů, např. hloubku podzemní vody, geologické vlastnosti, hydrologické funkci celé oblasti, atd. (Kocum a Jánský, 2007).

Pro tento profil se zdá jako nejlepší východisko pasivní integrovaná ochrana pomocí ekologických velkoplošných opatření a využívání krajiny v dolním profilu Váčkového profilu jiným způsobem. Například by se mohla nahradit orná půda v povodí loukami nebo pastvinami. Další možností by bylo vysazování v oblasti orné půdy rychle rostoucí dřeviny nebo zalesňování alespoň části oblasti dřevinami přirozenými pro daný krajinný typ. Povodí horního profilu Váčkového potoka a Paseckého má vyšší četnost luk, mokřadů, lesních společenstev a zásah člověka je zde minimální, což je patrné z nižších koncentrací sledovaných parametrů. Je tedy evidentní, jakým způsobem souvisí využití krajiny s odtokem látek do povrchových vod.

---

## 6 Závěr

Vliv člověka na kvalitu vody je spojený prakticky se všemi činnostmi člověka, které v krajině probíhají. Projevují se zvýšením koncentrace látek přicházejících z povodí. V trvale udržitelně využívaném povodí je odnos látek velmi malý. Ačkoliv procesy nevratných plošných ztrát živin a látek, unášených povrchovou vodou do moře probíhají přirozeně, člověk svým hospodařením s vodou a krajinou tento proces velmi urychluje. Čím větší jsou zásahy do vodní rovnováhy, tím rychleji postupuje degradace povodí (*Ripl a Wolter, 2002*). Podle Kubaly (*2018*) je prokázáno, že na zemědělských pozemcích chybí přírodě blízká i technická opatření k zabránění, snížení či dokonce odstranění kontaminace povrchových a podpovrchových vod. Za největší znečištění a kontaminaci povrchových vod mohou eroze a odtok vody z drenážních systémů, neboť tyto procesy vnášejí metabolity pesticidů, dusičnanů a další rozpustné látky do povrchových vod (*Kvítek, 2018*).

Studium chemismu povrchových vod povodí ve sledované oblasti potvrdilo vhodnost vodního prostředí povrchových vod jako indikátoru pro sledování fungování krajiny a jejích reakcí na vlivy různých látek. V horním uzávěrovém profilu Váčkového potoka a Paseckého potoka je bezprostřední vliv člověka malý a krajina je bez významných změn, takže ekosystémy jsou zde celkem stabilní. Ke změnám v chemismu došlo až v dolním uzávěrovém profilu Váčkového potoka, ve kterém je patrné využívání krajiny člověkem.

---

## 7 Seznam použité literatury

### Cítace knihy

Albrecht, J. et al. (2003). *Chráněná území ČR VIII. - Českobudějovicko*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha. ISBN 80-86064-65-4.

Balatka, B. (2006). *Geomorfologické členění reliéfu Čech*. 1. vydání. Kartografie Praha, Praha. ISBN 80-7011-913-6.

Dodds, W. a Whiles, M. (2010). *Freshwater ecology*. 2. vydání. Academic press, Burlington. ISBN 9780123747242.

Chow, V. T. (1964). *Handbook of applied hydrology: a compendium of water-resources technology*. McGraw-Hill, New York. ISBN 0-07-010774-2.

Emsley, J. (2003). *Nature's Building Blocks – An A-Z guide to the elements*. Oxford University Press, Oxford. ISBN 0199605637.

Gray, J. R. (2004). *Conductivity Analyzers and Their Application. Environmental Instrumentation and Analysis Handbook*. John Wiley & Sons, New Jersey. ISBN 9780471463542.

Hartman, P. et al. (2005). *Hydrobiologie*. 3. vydání. Informatorium, Praha. ISBN 80-733-3046-6.

Hendricks, D. W. (2007). *Water Treatment Unit Processes: Physical and Chemical*. CRC Press, Boca Raton. ISBN 978-0824706951.

Horáková, M. et al. (1989). *Chemické a fyzikální analýzy vody*. SNTL-Nakladatelství technické literatury, Praha.

Horáková, M. (2007). *Analytika vody*. 2. vydání. VŠCHT, Praha. ISBN 978-80-7080-520-6.

Jiráček, J. (2012). *Novohradské hory - Naturpark*. Sdružené lesy a Borovany, Lednice. ISBN 978-80-260-3533-6.

Jiráček, J. (2010). *Jižní Čechy - přírodní oblasti*. Sdružené lesy Lednice a Borovany, Lednice. ISBN 978-80-254-7164-7.

Junga, P. et al. (2015). *Technika pro zpracování odpadů II*. Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN: 978-80-7509-208-3.

Karlíček, R. et al. (2007). *Analytická chemie pro farmaceuty*. 3. vydání. Karolinum, Praha. ISBN 9788024614533.

Kender, J. (2002). *Krajina a voda: kniha o krajinotvorných programech*. Consult, Praha. ISBN: 80-902132-3-5.

---

---

Kubala, P. (2018). In: *Retence a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce: význam retence vody na zemědělském půdním fondu pro jakost vody a současně i průvodce vodním režimem krystalinika*. 2. vydání. Povodí Vltavy, státní podnik, Praha. ISBN 978-80-270-5244-8.

Kubeš, J. (2004): *Krajina Novohradských hor. Fyzicko-geografické složky krajiny*. Jihočeská univerzita, České Budějovice. ISBN 80-7040-757-3.

Kvítek, T. (2018). *Retence a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce: význam retence vody na zemědělském půdním fondu pro jakost vody a současně i průvodce vodním režimem krystalinika*. 2. vydání. Povodí Vltavy, státní podnik, Praha. ISBN 978-80-270-5244-8.

Laue W., et al. (2000). *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley VCH, Weinheim. ISBN: 9783527303854.

Lellák, J. a Kubiček, F. (1991). *Hydrobiologie*. Karolinum, Praha. ISBN 80-7066-530-0.

Lenore S. et al. (1999). *Standard Methods for Examination of Water & Wastewater*. 20. vydání. American Public Health Association, Washington DC. ISBN 0-87553-235-7.

Murray, R. K. (2012). *Harperova ilustrovaná biochemie*. 5. české vydání. Galén, Praha. ISBN 978-80-7262-907-7.

Oppelová P. (2015). *Ochrana vodních zdrojů*. 1. vydání. Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7509-218-2.

Oram, B. (2011). *Pennsylvania Groundwater Quality: Your Private Well: What Do the Results Mean*. 2. vydání. Editors Dr. Sid Halsor, Dr. Brian Redmond, Pennsylvania. ISBN 978-0-9882003-0-2.

Pitter, P. (2015). *Hydrochemie*. 5. vydání. VŠCHT Praha, 1999. ISBN 978-80-7080-928-0.

Ripl, W. a Wolter, K. (2002). *Ecosystem Function and Degradation*. In: *Phytoplankton Produktivity. Carbon Assimilation in Marine and Freshwater Ecosystems*. Blackwell Science Ltd., Malden. ISBN 0632057114.

Synáčková, M. (1996). *Čistota vod*. 1. vydání. České vysoké učení technické, Praha. ISBN 80-01-01083-X.

Tlapák, V. et al. (1992). *Voda v zemědělské krajině*. Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha. ISBN 80-209-0232-5.

---

---

Tolasz, R. (2007). *Atlas podnebí Česka*. 1. vydání. Český hydrometeorologický ústav, Praha. ISBN: 978-80-86690-26-1.

Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems*. Academic Press, San Diego. ISBN 9780127447605.

Wilkinson A. a McNaught A. D. (1997). *Compendium of Chemical Terminology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. ISBN: 0-9678550-9-8.

Williams, R. G. (2011). *Ocean dynamics and the carbon cycle: principles and mechanisms*. Cambridge University Press, Liverpool. ISBN 9780521843690.

### **Citace vědeckých publikací**

Hruška, J. et al. (1996). Vliv kyselého deště na povrchové vody. *Vesmír*, 75(7):373.

Kostura, B. et al. (2007). Rehydration of calcined Mg-Al hydrotalcite in acidified chloride-containing aqueous solution. Collection of Czechoslovak Chemical Communications. *Akademie věd ČR*, Praha, pp. 1284-1294. ISSN 0010-0765.

Kroupa, M. a Drbal, K. (1990). Chemistry of water in flooded sand pits and its development. In.: Krupauer et al. *Extracted Sand Pit Ecosystems of Třeboň Biosphere Reserve*. Studie ČSAV 13. Academia Praha, Praha, pp. 49-62.

Nordstrom, D. K. a Alpers, Ch. N. (1999). Negative pH, efflorescent mineralogy, and consequences for environmental restoration at the Iron Mountain Superfund site, California. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 96(7): 3455–3462.

Ribas, F. et al. (1991). A new dynamic method for the rapid determination of the biodegradable dissolved organic carbon in drinking water. *Journal of applied bacteriology*. 71(4):371-378.

Schumacher, B. A. (2002). Methods for the determination of total organic carbon in soils and sediments. *ERASC (Ecological risk assessment support center), office of research and development. US. Environmental Protection Agency*, pp. 3-15. NCEA-C-1282, EMASC-001.

Zajíček, A. a Fučík, P. (2015). Rezidua pesticidů v drenážních vodách – zahraniční zkušenosti a první výsledky v České republice. *Rostlinolékař*. 26(6):32–35. ISSN 1211-3565.

Zajíček, A. et al. (2013). Vliv využití půdy ve zdrojové oblasti na velikost drenážního odtoku. *Vodní hospodářství*. 63(8):274–278. ISSN 1211-0760.

---

---

Wright, S. J. (2011). Potassium, phosphorus, or nitrogen limit root allocation, tree growth, or litter production in a lowland tropical forest. *Pubmed, Ecology*. 92(8):1616-25.

### **Citace webových zdrojů**

Bauer, L. (2021). *Z Evropských řek pomalu mizí život. Vyhybnulo až devadesát procent velkých říčních tvorů.* [online] Magazín plus+.cz [cit. 30. 3. 2021]. Dostupné z: <https://technika.magazinplus.cz/veda-technika/>

Himmel, D. et al. (2011). *Quantum chemical calculations on a unified pH scale for all phases.* [online] JCheminform3.com [cit. 10. 1. 2021]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1758-2946-3-S1-P23>

Monaghan, R. (2013). *The Phosphorus Cycle.* [online] Sciencelearn.com [cit. 12. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/961-the-phosphorus-cycle>

### **Citace článku ve sborníku z konference**

Klípa, V. et al. (2014). Comparison of Seasonal Changes of Unsaturated Hydraulic Conductivity on Two Agricultural Catchments. In: *21th International Poster Day: Transport of Water, Chemicals and Energy in the Soil-Plant-Atmosphere System.* Bratislava, Slovensko, pp. 2-10.

Kocum, J. a Jánský, B. (2007). Water retention in river headstream areas as an instrument of integrated flood protection and drought problem solving. In: *XXIV. General Assembly of IUGG. Earth: Our Changing Planet.* USMA, Italy, pp. 2-17.

### **Citace závěrečných prací**

Chmelová, I. (2009). *Hydrochemické charakteristiky povrchových vod malých povodí v oblasti horní Stropnice.* Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Fraňková, D. (2007). *Charakteristika odtokových parametrů vybraných povodí, Stropnice.* Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Kučerová, M. (2016). *Stanovení jakostních ukazatelů pitné vody u vybraných zemědělských subjektů v okrese Jindřichův Hradec.* Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

---

---

## 8 Seznam obrázků

Obr. 1: Mapa povodí Paseckého potoka .....	17
Obr. 2: Mapa povodí Váčkového potoka, kde je znázorněn horní měrný odběrový profil (Va-H) a dolní měrný odběrový profil (Va-D).....	18
Obr. 3: Srážkoměr, umístěný ve sledované oblasti Horní Stropnice. ....	21
Obr. 4: Hodnoty vodivosti povrchových vod ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa). .....	22
Obr. 5: Hodnoty pH povrchových vod ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa). .....	23
Obr. 6: Hodnoty koncentrace NL ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa). ....	24
Obr. 7: Hodnoty koncentrace N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa). ....	25
Obr. 8: Hodnoty koncentrace P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa). ....	26
Obr. 9: Hodnoty koncentrace TC ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa). ....	27
Obr. 10: Hodnoty koncentrace IC ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa). ....	28

---

---

Obr. 11: Hodnoty koncentrace TOC ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa). .....	29
Obr. 12: Hodnoty koncentrace TN ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) v povrchových vodách ve vodních tocích Váčkového potoka a Paseckého potoka. Křivky znázorňují hodnoty vodivosti v dolním (Va-D) a horním (Va-H) měrném odběrovém profilu toku Váčkového potoka a Paseckého potoka (Pa). .....	30
Obr. 13: Měsíční úhrn srážek v roce 2018. Množství srážek bylo naměřeno v oblasti Paseckého a Váčkového potoka. ....	31
Obr. 14: Měsíční úhrn srážek v roce 2019. Množství srážek bylo naměřeno v oblasti Paseckého a Váčkového potoka. ....	32
Obr. 15: Měrné profily Lužického potoka. Odběrový profil číslo 1 odpovídá Lužice, číslo 2 odpovídá výběh a číslo 3 odpovídá měrnému profilu Babice. (zdroj: <a href="http://www.mapy.cz">www.mapy.cz</a> ) .....	39

---



---

## **9 Seznam tabulek**

Tab. 1: Chemismus povrchové vody v Lužickém potoce.....	40
---	----

---

## 10 Seznam použitých zkratek

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
EC	Elektrolytická konduktivita
IC	Anorganický uhlík
NL	Nerozpuštěné látky
Pa	Měrný profil Paseckého potoka
TC	Celkový uhlík
TIC	Celkový anorganický uhlík
TN	Celkový dusík
TOC	Celkový organický uhlík
Va-D	Dolní měrný profil Váčkového potoka
Va-H	Horní měrný profil Váčkového potoka
WHO	Světová zdravotnická organizace

---

---

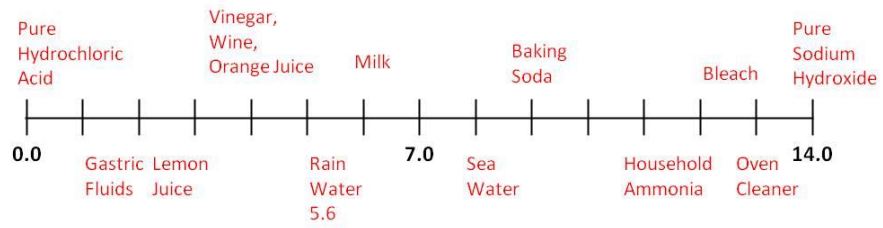
## 11 Seznam příloh

Příloha 1: pH vybraných vzorků. (zdroj: <a href="http://www.extesion.usu.edu">www.extesion.usu.edu</a> , cit. 15. 4. 2021)...	52
Příloha 2: Zničený les je následkem kyselých dešťů. (zdroj: <a href="http://www.pixabay.com">www.pixabay.com</a> , cit. 19. 4. 2021) .....	52
Příloha 3: Eutrofizace vod. (zdroj: <a href="http://www.zdraviapriroda.cz">www.zdraviapriroda.cz</a> , cit. 15. 4. 2021) .....	52
Příloha 4: Apatit, zdroj fosforu v přírodě. (zdroj: <a href="http://www.svetmineralu.cz">www.svetmineralu.cz</a> , cit. 20. 2. 2021) .....	53
Příloha 5: Zákal vody. (zdroj: <a href="http://www.aquanova.cz">www.aquanova.cz</a> , cit. 15. 4. 2021) .....	53

---

---

## 12 Přílohy



**Příloha 1: pH vybraných vzorků. (zdroj: [www.extesion.usu.edu](http://www.extesion.usu.edu), cit. 15. 4. 2021)**



**Příloha 2: Zničený les je následkem kyselých dešťů. (zdroj: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), cit. 19. 4. 2021)**

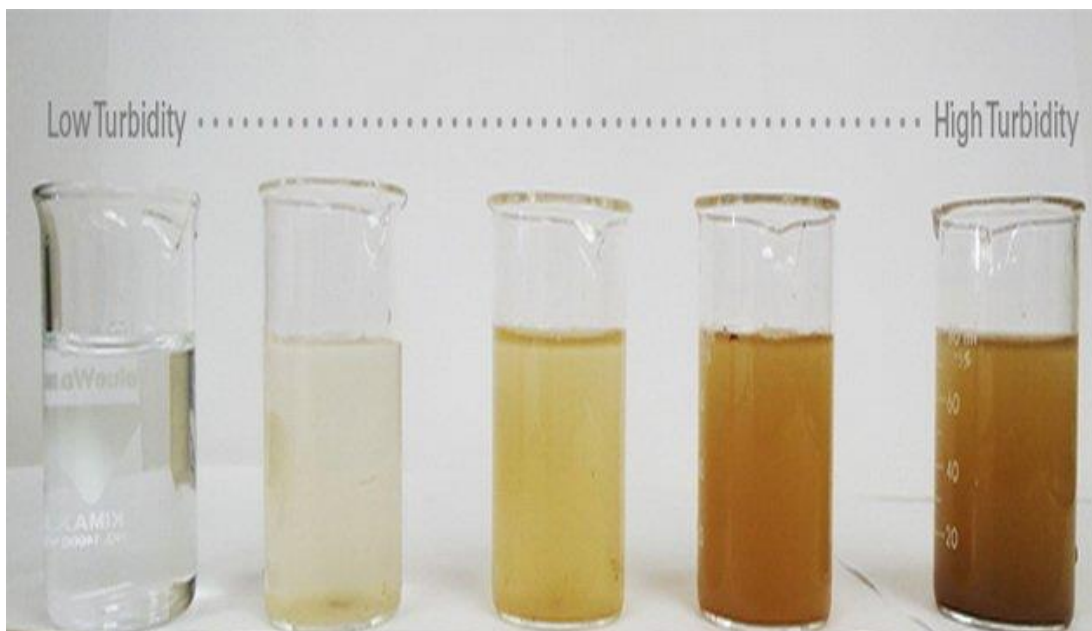


**Příloha 3: Eutrofizace vod. (zdroj: [www.zdraviapriroda.cz](http://www.zdraviapriroda.cz), cit. 15. 4. 2021)**

---



**Příloha 4: Apatit, zdroj fosforu v přírodě. (zdroj: [www.svetmineralu.cz](http://www.svetmineralu.cz), cit. 20. 2. 2021)**



**Příloha 5: Zákal vody. (zdroj: [www.aquanova.cz](http://www.aquanova.cz), cit. 15. 4. 2021)**

---