

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

DAVID HANÁČEK

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie



Monitoring jakosti vody vybraného toku
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Tomáš Mašíček, Ph.D.

Vypracoval:
David Hanáček

Brno 2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **David Hanáček**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Agroekologie
Název tématu: **Monitoring jakosti vody vybraného toku**
Rozsah práce: 30 stran + přílohy

Zásady pro vypracování:

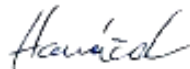
1. Zpracování literární rešerše na podkladě studia odborné literatury vztahující se k dané problematice
2. Charakteristika vybraného toku a jeho okolí
3. Odběr vzorků vody z vodního toku a stanovení základních ukazatelů kvality vody v terénu
4. Analýza vybraných parametrů kvality vody s využitím spektrofotometru
5. Vyhodnocení kvality vody sledovaného vodního toku dle ČSN 75 7221 a Nařízení vlády č. 61/2003

Seznam odborné literatury:

1. HETEŠA, J. *Coičení z hydrochemie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1981. 83 s.
2. HETEŠA, J. – KOČKOVÁ, E. *Hydrochemie*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 95 s. ISBN 80-7157-289-6.
3. HORÁKOVÁ, M. *Analytika vody*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2007. 335 s. ISBN 978-80-7080-520-6.
4. HUBAČÍKOVÁ, V. – OPPELTOVÁ, P. *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 130 s. ISBN 978-80-7375-243-9.
5. PITTER, P. *Hydrochemie*. 4. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko technologická v Praze, 2009. 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
6. ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod. Praha: Český normalizační institut, 1998.
7. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a nařízení vlády č. 23/2011 Sb.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2015


Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017


David Hanáček
Autor práce




Ing. Tomáš Mašíček, Ph.D.
Vedoucí práce


doc. Ing. Dr. Milada Štátná
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Monitoring jakosti vody vybraného toku** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Tomáši Mašíčkovi, Ph.D. za jeho rady, připomínky, ochotu, trpělivost a vstřícný přístup při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu, kterou mi po celou dobu studia věnovala.

Abstrakt

Práce je zaměřená na monitoring kvality vody v Příseckém potoce. Vzorky vody byly odebírány na šesti stanovištích, rozmístěných po celé délce vodního toku. Odběry byly prováděny v dvouměsíčních intervalech po dobu jednoho roku. Cílem práce je zjištění kvality vody podle zvolených ukazatelů a následné zhodnocení, vlivu antropogenní činnosti v okolí toku (například zemědělská činnost, bezohledné chování občanů nebo vliv rekreace). Při zjišťování kvality vody byly jako ukazatele při terénním měření zvoleny hodnoty pH, teploty, elektrolytické konduktivity a obsahu rozpuštěného kyslíku. U odebraných vzorků byly v laboratoři Ústavu aplikované a krajinné ekologie Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně stanovovány hodnoty koncentrace fosforečnanů, dusičnanového dusíku a síranů. Koncentrace fosforečnanů byly zapotřebí přepočítány na celkový fosfor. Zjištěné hodnoty sledovaných ukazatelů byly vyhodnoceny dle normy ČSN 75 7221 a přílohy č. 3 k nařízení vlády 401/2015.

Klíčová slova: Přísecký potok, kvalita vody, chemická analýza vody, spektrofotometr

Abstrakt

The work is aimed at monitoring water quality in Příseckém creek. Water samples were collected at six stations, distributed over the entire length of the water flow. Subscriptions were carried out in bi-monthly intervals for a period of one year. The objective of this work is to determine the quality of the water according to the selected indicators and the subsequent evaluation of the influence of anthropogenic activities in the vicinity of the flow (for example, agricultural activities, reckless behavior of citizens or the influence of recreation). In determining the water quality were as indicators in the field of measuring selected values of pH, temperature, electrolytic conductivity and content of dissolved oxygen. The collected samples were in the laboratory of the Institute of applied and landscape ecology of Agronomic faculty of Mendel university in Brno determined the value of the concentration of phosphates, nitrate nitrogen and sulphates. The concentration of the phosphates were required to be recalculated on total phosphorus. The detected values of monitored indicators were evaluated according to the standard ČSN 75 7221 and annex no. 3 to government regulation 401/2015.

Keywords: Příseka creek, water quality, chemical analysis of water, spectrophotometer

Obsah

1 ÚVOD	9
2 CÍL PRÁCE	10
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE	11
3.1 Voda	11
3.2 Vodohospodářská legislativa	11
3.2.1 Historický vývoj vodohospodářského práva	11
3.2.2 Zákon o vodách (Vodní zákon)	13
3.2.3 Nařízení vlády 401/2015 Sb.	14
3.2.4 Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., v platném znění – Nitrátová směrnice	15
3.3 Druhy vod	16
3.3.1 Rozdělení vod dle výskytu	16
3.3.2 Rozdělení vod dle využití	18
3.4 Hodnocení jakosti povrchových vod a jejich klasifikace	20
3.4.1 Norma ČSN 75 72 21	20
3.4.2 Klasifikace jakosti dle přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.	21
3.5 Znečištění vod	23
3.5.1 Znečištění průmyslovými odpadními vodami	24
3.5.2 Znečištění zemědělskými odpadními vodami	24
3.5.3 Eutrofizace	25
3.6 Monitoring kvality vody	26
3.7 Charakteristika vybraných ukazatelů jakosti povrchových vod	27
3.7.1 Ukazatelé terénního monitoringu	27
3.7.2 Ukazatelé laboratorního stanovení	29
4 CHARAKTERISTIKA TOKU A JEHO OKOLÍ	32
4.1 Lokalizace Příseckého potoka	32
4.2 Charakteristika Příseckého potoka	32
4.3 Geomorfologie	33
4.4 Geologie	33
4.5 Pedologie	34
4.6 Klima	34
4.7 Flóra a fauna	35
5 METODICKÝ POSTUP PRÁCE	37

5.1	Terénní monitoring.....	37
5.2	Laboratorní analýza.....	37
5.2.1	Postup stanovení obsahu reaktivního fosforu (PO_4^{3-}).....	38
5.2.2	Postup stanovení obsahu dusičnanového dusíku ($\text{NO}_3^- - \text{N}$).....	38
5.2.3	Postup stanovení obsahu síranů (SO_4^{2-}).....	38
5.3	Charakteristika odběrných míst.....	39
5.3.1	Prameniště Příseckého potoka – 1. odběrné místo.....	39
5.3.2	Pod Hraničním rybníkem – 2. odběrné místo.....	40
5.3.3	Nad obcí Příseka – 3. odběrné místo.....	40
5.3.4	Pod obcí Příseka – 4. odběrné místo.....	41
5.3.5	Pod bývalým lihovarem – 5. odběrné místo.....	41
5.3.6	Ústí do řeky Jihlavy – 6. odběrné místo.....	41
6 VÝSLEDKY A DISKUZE.....		43
6.1	Vyhodnocení dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb.....	43
6.1.1	Teplota vody.....	44
6.1.2	Rozpuštěný kyslík.....	44
6.1.3	Hodnota pH.....	45
6.1.4	Celkový fosfor.....	46
6.1.5	Dusičnanový dusík.....	47
6.1.6	Sírany.....	47
6.2	Vyhodnocení dle normy ČSN 75 7221.....	48
6.2.1	Rozpuštěný kyslík.....	49
6.2.2	Elektrolytická konduktivita.....	50
6.2.3	Dusičnanový dusík.....	51
6.2.4	Sírany.....	52
6.2.5	Celkový fosfor.....	53
6.2.6	Souhrnné zhodnocení kvality povrchové vody dle ČSN 75 7221.....	53
7 Závěr.....		55
8 POUŽITÉ ZDROJE.....		57
9 SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ.....		59
9.1	Seznam tabulek.....	59
9.2	Seznam obrázků.....	59
9.3	Seznam grafů.....	60

1 ÚVOD

Modrá planeta, označení, které slyšel snad každý. „Ale proč má vlastně naše planeta přívlastek modrá?“, odpověď na tuto otázku zná většina lidí. Důvodem proč je naše vesmírná hrací duhová kulička modrá je voda, ta obyčejná tekutina, která nám po otočení kohoutku naplní sklenici, vanu nebo nám jen tak proteče mezi prsty. Voda, životadárná sloučenina dvou prvků, dvě molekuly kyslíku a jedna molekula vodíku, podmínka vzniku života a součást všeho živého. Člověk moderního světa bere vodu jako samozřejmost každodenního života, nikdo z nás nemusí denně chodit kilometry a kilometry ke studni, jen aby se mohl napít, uvařit jídlo nebo se umýt. Často zapomínáme, jak je voda drahocenná a rozhodně není nevyčerpatelná. Pitné vody je na naší planetě omezené množství, a pokud k této problematice nebude lidstvo takto přistupovat, může se stát, že postupem času po otočení kohoutku neukápne ani kapka, místo potoků a řek zbudou jen vyschlé brázdy zařezávající se do matičky Země a z moří a oceánů pusté vyprahlé pláně bez života a z naší krásné modré planety plné života bude jen pustá a mrtvá Rudá planeta.

2 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce je monitoring jakosti vody Příseckého potoka nacházejícího se v okrese Jihlava. Monitoring byl založen na základě terénních měření a laboratorních rozborů vybraných ukazatelů jakosti vody po dobu jednoho roku, s následným vyhodnocením těchto ukazatelů.

Dílčí cíle:

- výběr odběrných míst na monitorovaném toku
- měření hodnoty pH, teploty, obsahu rozpuštěného kyslíku a konduktivity v místech odběru,
- odběr vzorků vody pro chemickou analýzu prováděnou v laboratoři,
- spektrofotometrický rozbor vybraných ukazatelů jakosti vody (fosforečnany, dusičnanový dusík a sírany),
- vyhodnocení jakosti vody monitorovaného vodního toku na základě zjištěných hodnot koncentrací sledovaných ukazatelů dle normy ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod a dle přílohy č. 3 k nařízení vlády 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Tato kapitola se zabývá obecnou charakteristikou vod, vodohospodářskou legislativou, druhy vod, charakteristikou sledovaných ukazatelů jakosti vod, hodnocením jakosti povrchových vod a jejich klasifikací a znečištěním vod.

3.1 Voda

Na naší planetě je voda nejdůležitější složkou životního prostředí, která je také podmínkou pro vznik a vývoj života. Všechna voda na Zemi, bez rozdílu skupenství, je souhrnně označována jako hydrosféra. Na Zemi je voda téměř z 80 % obsažena v oceánech, 19 % v litosféře, 1 % v ledovcích, 0,002 % v kontinentálních vodách a pouze 0,0008 % v ovzduší (Hlavínek, Říha, 2006). Jak také uvádí Ruda (2014), má voda taktéž zásadní vliv na neustále probíhající přeměnu hmoty a její transport.

3.2 Vodohospodářská legislativa

Tato podkapitola se zabývá tématem právní ochrany vod z historického i současného pohledu.

3.2.1 Historický vývoj vodohospodářského práva

Vodní právo upravuje právní vztahy k vodám. Obsah vodního práva je určován přírodními, ekonomickými a společenskými podmínkami. V závislosti na historickém vývoji sociálně ekonomických předpokladů prochází vodní právo jednotlivými vývojovými etapami (Oppeltová, 2015).

Začátky kodifikace ochrany vodních zdrojů pochází na současném území České republiky z let 1210 – 1275, z období vzniku prvních českých měst za vlády Přemyslovců. Její počátky byly však velmi nesmělé a chránily se vodní zdroje ve většině případů jen před úmyslnými otravami. K první české kodifikaci došlo ve Vladislavském zřízení zemském v roce 1500, kde se nachází jediné vodoprávní ustanovení v článku 552, že splavné řeky, stejně jako silnice, jsou veřejné – tzv. obecným statkem. Tato zásada byla obsažena i v tzv. Obnovených zřízeních zemských Ferdinanda II. z 10. 5. 1627. V roce 1918 se vznikem Československa, došlo k převzetí

vodních zákonů Rakousko – Uherské monarchie zákonem č. 11/1918 Sb. z. a n (Oppeltová, 2015).

K historickému zlomu z hlediska ochrany zdrojů vod dochází s vydáním zákona č. 20/1966 Sb., *o péči o zdraví lidu* a především jeho prováděcí směrnicí č. 51/1979 Sb. *O základních hygienických zásadách pro stanovení, vymezení a využívání ochranných pásem vodních zdrojů, určených k hromadnému zásobování pitnou vodou a užitkovou vodou, a pro zřizování vodárenských nádrží*, s právní účinností od 1. 9. 1979. Spolu s novým zákonem o vodách č. 138/1973 Sb., platným od 1. 4. 1975, vytváří zcela nový a poprvé v historii vodárenství účinný rámec ochrany vod. Při zakomponování zákonných předpisů a norem ČSN 83 06 11 a ČSN 75 71 11 pitná voda uzavírá téměř dokonalý kruh ochrany, výroby a dodávky (Oppeltová, 2015).

Zákon č. 138/1973 Sb., o vodách přejímal dikci zákona č. 11/1955 Sb., tj., že „... povrchové a podzemní vody slouží k zabezpečení hospodářských a ostatních (jiných) společenských potřeb.“, ale má závažný dodatek (s ohledem na tehdejší dobu), který stanovil, že, „... vody tvoří důležitou složku přírodního prostředí (Oppeltová, 2015).

Novela Zákona o vodách č. 138/1973 Sb. proběhla ve dvou etapách, nejprve tzv. Malá novela – zák. č. 14/1998 Sb. – týkala se pouze několika paragrafů vodního zákona – především ochranných pásem. Později vznikl nový vodní zákon č. 254/2001 Sb., který zrušil Zákon o vodách č. 138/1973 Sb. a s ním většinu jeho prováděcích předpisů, dále zákon ČNR č. 130/1974 Sb., *o státní správě ve vodním hospodářství* a také malou novelu tj. zákon č. 14/1998 Sb.

V roce 2004 vstoupila ČR do EU a proběhla další novela vodního zákona č. 20/2004 Sb.. V praxi nazývaná Euronovela vodního zákona implementovala legislativu EU do naší národní.

Za dobu své platnosti došlo k desítkám novelizací vodního zákona, mezi významné patří především zákon č. 150/2010 Sb. (Oppeltová, 2015)

3.2.2 Zákon o vodách (Vodní zákon)

Primární legislativní ochranu vod v České republice zajišťuje zákon č. 254/2001 Sb., *o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon, ve znění pozdějších předpisů)*. Účel a předmět zákona určuje § 1, odstavec 1 a 2 takto:

- Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závislých suchozemských ekosystémů.
- Zákon upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy fyzických a právnických osob k využívání povrchových a podzemních vod, jakož i vztahy k pozemkům a stavbám, s nimiž výskyt těchto vod přímo souvisí, a to v zájmu zajištění trvale udržitelného užívání těchto vod, bezpečnosti vodních děl a ochrany před účinky povodní a sucha. V rámci vztahů upravených tímto zákonem se bere v úvahu zásada návratnosti nákladů na vodohospodářské služby, včetně nákladů na související ochranu životního prostředí a nákladů na využívané zdroje, v souladu se zásadou, že znečišťovatel platí.

Vodní zákon (Zákon č. 254/2001Sb.) určuje v § 23a i konkrétní cíle ochrany vod jako složky životního prostředí, kterými jsou:

- a) pro povrchové vody
 1. zamezení zhoršení stavu všech útvarů těchto vod, včetně vodních útvarů ležících v téže mezinárodní oblasti povodí,
 2. zajištění ochrany, zlepšení stavu a obnova všech útvarů těchto vod a dosažení jejich dobrého stavu, s výjimkou útvarů uvedených v bodu 3,

3. zajištění ochrany, zlepšení stavu všech umělých a silně ovlivněných vodních útvarů a dosažení jejich dobrého ekologického potenciálu a dobrého chemického stavu,
4. snížení jejich znečištění prioritními látkami a zastavení nebo postupné odstraňování emisí, vypouštění a úniků prioritních nebezpečných látek,

b) pro podzemní vody

1. zamezení nebo omezení vstupů nebezpečných, zvláště nebezpečných a jiných závadných látek do těchto vod a zamezení zhoršení stavu všech útvarů těchto vod,
2. zajištění ochrany, zlepšení stavu a obnova všech útvarů těchto vod a zajištění vyváženého stavu mezi odběry podzemní vody a jejím doplňováním, s cílem dosáhnout dobrého stavu těchto vod,
3. odvrácení jakéhokoliv významného a trvajících vzestupného trendu koncentrace nebezpečných, zvláště nebezpečných a jiných závadných látek jako důsledku dopadů lidské činnosti, za účelem účinného snížení znečištění těchto vod.

3.2.3 Nařízení vlády 401/2015 Sb.

Nařízení vlády 401/2015 Sb. *o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech* s účinností od 1. ledna 2016 nahrazuje Nařízení vlády č. 61/2003.

V souladu s Evropskou právní úpravou toto nařízení (401/2015 Sb.) dle § 1 písmene a) určuje:

- ukazatele vyjadřující stav povrchové vody,
- ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod,
- ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod,

- ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech,
- ukazatele a hodnoty přípustného znečištění pro zdroje povrchových vod, které jsou využívány nebo u kterých se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody,
- ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů,
- ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou využívány ke koupání,
- normy environmentální kvality pro prioritní látky a některé další znečišťující látky,
- náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizace,
- seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek,
- nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod a podmínky jejich použití,

Nařízení vlády 401/2015 Sb. dále určuje v § 1 písmene b) citlivé oblasti, které jsou vymezené v § 15 odst. 1 zákona č. 401/2015 Sb., dle kterého všechny útvary povrchových vod na území České republiky se vymezují jako citlivé oblasti.

V podkapitole 3.4.2 Klasifikace jakosti dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je uveden výčet mezních hodnot sledovaných ukazatelů jakosti povrchové vody.

3.2.4 Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., v platném znění – Nitrátová směrnice

Nitrátová směrnice je předpis Evropské unie (91/676/EHS), který se zabývá ochranou vod před znečištěním dusičnany ze zemědělství. V naší legislativě je nitrátová směrnice uplatňována v § 33 Vodního zákona (Zákon č. 254/2001Sb.) a jejím prováděcím předpisem je nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem, ve znění pozdějších předpisů.

Podle § 33 Vodního zákona (Zákon č. 254/2001Sb.) jsou zranitelné oblasti:

- a) povrchové nebo podzemní vody, zejména využívané nebo určené jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l nebo mohou této hodnoty dosáhnout, nebo
- b) povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody.

Vláda nařízením stanoví zranitelné oblasti a v nich upraví používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření (dále jen "akční program"). Akční program a vymezení zranitelných oblastí podléhají přezkoumání a případným úpravám v intervalech nepřesahujících 4 roky. Přezkoumání se provádí na základě vyhodnocení účinnosti opatření vyplývajících z přijatého akčního programu.

3.3 Druhy vod

Druhy vod lze dělit dle několika rozdílných kritérií. Podle původu dělíme vody na přírodní a odpadní, které zahrnují odpadní vody městské a průmyslové. Vody přírodní můžeme dále rozdělit na vody atmosférické, podzemní a povrchové. Další dělení vod je dle použití a to na vody pitné, užitkové, provozní, vody využívané v zemědělství a odpadní (Oppeltová, 2015).

3.3.1 Rozdělení vod dle výskytu

Atmosférická voda

Touto vodou je myšlena veškerá vody, která se nachází v ovzduší. Kondenzací této vody vznikají srážky, které se dělí do několika skupin. A to na srážky kapalné jako je déšť, mrholení, mlha a rosa, nebo na pevné jako je sníh, mráz, kroupy, jinozatka a námraza. Toto dělení se zakládá na rozdílu skupenství. Avšak srážky můžeme také dělit podle původu na srážky horizontální, které vznikají kondenzací v blízkosti povrchu, případně přímo na něm (mlha, rosa, jinozatka nebo námraza), anebo na srážky vertikální, které vznikají v atmosféře a následně padají na povrch, což jsou déšť, kroupy či sníh (Oppeltová, 2015; Hlavínek, Říha, 2006).

Dále, jak uvádí Pitter (2009), zvláštní skupinu tvoří tzv. podkorunové srážky (throughfall), které jsou tvořeny vodou odkapávající z povrchu rostlin a vodou propadávající mezerami v koruně stromů. Korunami jehličnatých porostů bývá zachyceno 20 % až 50 % srážek. Podkorunové srážky mají ve srovnání se srážkami na otevřené ploše vyšší koncentrace v podstatě všech složek, protože dochází k interakci se suchou depozicí zadrženu v koruně stromů i na jejich kmenech. Hodnoty pH podkorunových srážek bývají obvykle nižší než u srážek na otevřené ploše. U konduktivity je tomu naopak, na otevřené ploše mají obvykle hodnoty v jednotkách mS/m^{-1} , u podkorunových srážek až v desítkách mS/m^{-1} . V podstatě jsou podkorunové srážky kyselější a koncentrace všech látek je vyšší než u srážek na otevřené ploše.

Podzemní voda

Jako podzemní označujeme vody, které jsou v kapalném, plynném nebo pevném skupenství, vázány chemicky nebo fyzikálně (mechanicky) pod zemským povrchem, v přímém styku s horninami v tzv. pásmu nasycení, vody protékající podzemními drenážními systémy, anebo vody ve studních a to dle platného znění vodního zákona č. 254/2001 Sb. Zdroje těchto vod mají v ČR privilegium k využití jako zdroje pitné vody (Oppeltová, 2015; Hlavínek, Říha, 2006).

Podzemní vodu lze dělit do tří úrovní a to na vodu průlinovou, což je voda zachycená v pórech mezi částicemi s velmi pomalým pohybem, dále vodu puklinovou, která se nachází v puklinách, zlomech a trhlinách mezi vrstvami hornin, nebo vodu krasovou. Krasová voda se nachází především v podzemních jeskynních komplexech převážně vápencového krasového původu (Oppeltová, 2015).

Povrchová voda

Dle vodního zákona (Zákon č. 254/2001 Sb.) se jedná o všechny vody přirozeně se vyskytující na povrchu země a to, i když částečně protékají zakrytými úseky, přirozenými proláklami nebo v nadzemních vedeních.

Dělí se na vody kontinentální a mořské. Kontinentální vody dále dělíme na tekoucí (potoky, řeky) a stojaté, které lze dále dělit na umělé (nádrže, rybníky) a přirozené

(jezera sladkovodní nebo slanovodní – toto rozdělení určuje celková mineralizace rozpuštěné minerální látky v jednom litru vody, jak uvádí Heteša, Kočková (1997), nebo mokřady a periodické tůně (Oppeltová, 2015; Pitter, 2009)).

Zdrojem sladké vody pro kontinenty je výpar vody ze světových oceánů, který nad pevninou kondenzuje a v podobě srážek tak doplňuje stav sladké kontinentální vody, jak povrchové tak podzemní, část této vody ovšem opět odteče koryty řek a podzemními cestami zpět do oceánů. Plochu pevniny s tímto odtokem nazýváme odtokovou oblastí. Plochu pevniny, ze které odtok sice probíhá, ale nekončí v oceánech, nazýváme bezodtokovou oblastí. Voda z bezodtokových oblastí se koncentruje v bezodtokových jezerech a mokřadních oblastech. Plocha bezodtokových oblastí tvoří 20 % plochy kontinentů (Ruda, 2014).

3.3.2 Rozdělení vod dle využití

Pitná voda

Pitná voda je taková, která je zdravotně nezávadná, tudíž jejím pravidelným konzumováním nehrozí onemocnění, narušení zdraví působením mikroorganismů nebo neobsahuje látky člověku nebezpečné. Voda označovaná jako pitná musí také splňovat přísná zdravotní a chemická kritéria a její senzorické vlastnosti (barva, chuť, pach, teplota), musí vyhovovat jejímu spotřebiteli (Oppeltová, 2015; Pitter, 2009).

Užitková voda

Užitková voda je taková voda, která není určená ke konzumaci a vaření, ale splňuje hygienické podmínky. Na užitkovou vodu nejsou kladena tak přísná kritéria hodnocení co se týče zdraví nepoškozujících vlastností nebo fyzikálního a chemického složení. (Pitter, 2009)

Provozní voda

Provozní voda je taková voda, která se využívá ve výrobních procesech, ať již pro výrobní, nebo nevýrobní záměry. Dle využití lze provozní vody dělit např. na chladicí, plavící, napájecí, prací, oplachovací, betonářské aj. V podnicích, které využívají provozní vody, musí být provedena opatření, která zabrání promísení provozní vody s vodami pitnými a užitkovými.

Na provozní vody jsou kladeny obecné požadavky. Např. musí být bezbarvá, bez zákalu a sedimentů, nesmí se z ní dodatečně vylučovat nerozpustné látky, nesmí působit agresivně na kovy a stavebniny atd. (Oppeltová, 2015). Z těchto důvodů jsou nejčastěji limitovány tyto faktory: barva, zákal, rozpuštěné látky (celková mineralizace), nerozpuštěné látky, hodnota pH, hodnota CHSK, resp. TOC, Fe, Mn, Ca, Mg, chloridy a sírany. Dále se posuzuje jejich agresivita vůči kovům a stavebninám. (Pitter, 2009)

Voda v zemědělské výrobě

Tato voda je využívána pro závlahy zemědělsky obdělávaných pozemků, pro chov vodní drůbeže a ryb a pro napájení dobytka (Oppeltová, 2015).

Odpadní vody

Vodní zákon (Zákon č. 150/2010 Sb., o vodách a o změně některých zákonu) definuje odpadní vody takto:

- odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.

Jak také uvádí Oppeltová (2015), Hlavínek, Říha (2014), Pitter (2009) odpadní vody dělíme na městské a průmyslové odpadní vody. Městské odpadní vody jsou produktem domácností nebo služeb a převážně obsahují zplodiny lidského metabolismu a úkonů v domácnostech, případně příměsi dešťových nebo jiných vod, které jsou odváděny městskou kanalizační sítí. Průmyslové odpadní vody vznikají ve výrobních procesech a kvůli svému znečištění již nemohou být znovu použity při výrobním procesu. Tyto odpadní vody jsou především produkovány průmyslem báňským, chemickým, hutním, textilním, kovodělnickým, papírenským a potravinářským.

3.4 Hodnocení jakosti povrchových vod a jejich klasifikace

Langhammer (2002) uvádí definici kvality vody jako, obecné hodnocení souboru jejích vlastností z hlediska její vhodnosti pro různé druhy využití, z hlediska míry toxicity vody pro organismy či obecně ve vztahu k přírodnímu prostředí. Avšak je nutné vzít v potaz proměnlivost fyzikálních, chemických nebo biologických vlastností. Jak také dále uvádějí Hlavínek, Říha (2006), k hodnocení využitelnosti povrchových vod jako zdrojů pro různé účely, například úpravu pitné vody, zavlažování zemědělských ploch, pro průmysl a pro rekreaci, nestačí stanovovat pouze jejich množství.

Pro hodnocení kvality povrchové vody slouží a současně byly v této práci použity norma ČSN 75 72 21 a příloha č. 3 k nařízení vlády 401/2015.

3.4.1 Norma ČSN 75 7221

Předmětem normy ČSN 75 7221 *Klasifikace jakosti povrchových vod* je ucelení zařazení do tříd jakosti tekoucích povrchových vod a jejich klasifikace pro porovnání jejich jakosti v různých lokalitách v různém období. Určení jakosti vod spočívá ve vyhodnocení výsledků kontroly jakosti vody, převedení vyhodnocených výsledků na numerické charakteristické hodnoty, s následným slovním výrokem o stavu jakosti vody a s následnou možnou grafickou interpretací. Norma ČSN 75 7221 rozděluje vodu, dle její kvality, do pěti klasifikačních tříd, které mají určené barevné označení. Pro sledované ukazatele hodnocení jakosti vody jsou limitní hodnoty jednotlivých jakostních tříd vyznačeny v Tabulce 1.

Klasifikační třídy normy ČSN 75 7221:

- **Třída I** – neznečištěná voda: stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích.
- **Třída II** – mírně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.

- **Třída III** – znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatelé jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.
- **Třída IV** – silně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatelé jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.
- **Třída V** – velmi silně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatelé jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému.

Tabulka 1. Limitní hodnoty vybraných faktorů jakosti vod dle ČSN 75 7221

Ukazatel	Měrná jednotka	Třída jakosti				
		I.	II.	III.	IV.	V.
Elektrolytická konduktivita	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
Rozpuštěný kyslík	mg/l	> 7.5	> 6.5	> 5	> 3	≤ 3
Celkový fosfor	mg/l	< 0.05	< 0.15	< 0.4	< 1	≥ 1
Dusičnanový dusík	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
Síraný	mg/l	< 80	< 150	< 250	< 400	≥ 400

3.4.2 Klasifikace jakosti dle přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb. uvádí ukazatele vyjadřující stav povrchové vody, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod. V Tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty sledovaných ukazatelů v rámci monitoringu, vybrané ke stanovení jakosti. Podrobnější informace k tomuto nařízení jsou uvedeny v podkapitole 3.2.3.

Tabulka 2. Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a vod užívaných pro vodárenské účely, koupání osob a lososové a kaprové vody, vztahující se k místu odběru vody pro úpravu na vodu pitnou, místu provozování koupání, respektive k úseku vodního toku stanoveného jako lososová nebo kaprová voda.

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Přípustné znečištění pro účely § 31, § 34 a § 35 zákona ^{B),C),D),E),F)}	Přípustné znečištění	
			roční průměr ^{G)}	roční průměr	maximum
Všeobecné ukazatele					
Teplota vody	t	°C			29
Reakce vody	pH	-		5 - 9 ^{1),2)}	
Nasycení vody kyslíkem	O ₂	mg/l		> 9	
Celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	0,05 ^{3) 6 7}	0,15 ¹⁾	
Dusičnanový dusík	NO ₃ ⁻ - N	mg/l	2,7 ^{1 B)} 1,8 ^{2 D)} 3,2 ^{3 E)}	5,4 ¹⁾	
Sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	180 ^{11 B)}	200	

A) CAS: Chemical Abstracts Service.

B) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro úpravu na vodu pitnou, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 428/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

C) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro koupání, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 238/2011 Sb.

D) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje podmínkám pro lososové vody, se využijí rovněž ustanovení nařízení vlády č. 71/2003 Sb.

E) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje podmínkám pro kaprové vody, se využijí rovněž ustanovení nařízení vlády č. 71/2003 Sb.

F) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro úpravu na vodu pitnou, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

G) Tam, kde není všeobecný požadavek nebo NEK-RP vyjádřena jako celoroční průměrná hodnota, se neuplatňuje kombinovaný přístup.

¹⁾ Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových vodoprávní úřad přihlíží k potřebě dosažení nebo zachování dobrého stavu vod podle § 38 odst. 9 písm. a) zákona.

²⁾ Limit je dán minimální a maximální hodnotou. Standard je dodržen, pokud se každá hodnota ročního počtu vzorků nachází v intervalu minimální a maximální limitní hodnoty.

³⁾ Zpřísněný požadavek platí pro povodí nad nádrží využívanou ke koupání.

⁶⁾ Indikativní hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj znečištění.

⁷⁾ Indikativní hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj radioaktivního znečištění.

¹ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 5 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na C_{prům} = 1,85 (z dat 2010-12).

² Nařízením vlády č. 71/2003 Sb. specifikována limitní hodnota 3 mg/l (cílová pro lososové vody) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na C_{prům} = 1,85 (z dat 2010-12).

³ Nařízením vlády č. 71/2003 Sb. specifikována limitní hodnota 6 mg/l (cílová pro kaprové vody) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na C_{prům} = 1,85 (z dat 2010-12).

⁶ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. limitní hodnota nespecifikována (na rozdíl od předchozí novely vyhlášky č. 428/2001 Sb).

⁷ Vyhláškou č. 238/2011 Sb. limitní hodnota nespecifikována (na rozdíl od předchozí novely vyhlášky č. 135/2004 Sb.).

¹¹ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 250 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 1,389 (z dat 2010-12).

3.5 Znečištění vod

Pro znečištění vody v tocích, z pohledu jakosti, jsou hlavní zátěží odpady produkované z jednotlivých oblastí socioekonomických aktivit, které jsou dále transportovány do povrchových nebo podpovrchových vod (Langhammer, 2002). Jak také dále uvádí Hlavínek, Říha (2006), zhoršování jakosti povrchových vod je zapříčiněno v první řadě zvyšující se koncentrací obyvatelstva v urbanistických strukturách a narůstajícím počtem obyvatel žijících v domech napojených na veřejnou kanalizaci. Další neopomenutelný vliv na jakost vod má průmysl a v poslední době i intenzivní zemědělská činnost.

Definice dle Opletové (2015) označuje znečištění vod jako jakoukoliv změnu stavu chemických, fyzikálních a biologických hodnot vody oproti jejímu přírodnímu stavu a tyto změny mohou být zapříčiněny organickými a anorganickými nečistotami, netečnými látkami, mikroorganismy, radionuklidy či mutagenními a karcinogenními látkami.

Dle zdroje rozdělujeme znečišťující látky na přírodní nebo antropogenní a podle charakteru zdroje znečištění rozlišujeme zdroje bodové, liniové anebo plošné. Nejobvyklejší kategorizací znečišťujících látek však je dle transportního charakteru a charakteru zdroje (Langhammer, 2002).

Opletová (2015) dělí zdroje prostorového charakteru na:

- **Bodové zdroje** – představují znečištění komunální (průsaky z ČOV, skládky odpadů), průmyslové (z výroben, provozů) a zemědělské (průsaky z hospodářských provozů).
- **Liniové zdroje** – průsaky z kanalizací, podél silnic, z produktovodů, ze znečištěných toků, aj.
- **Plošné zdroje** – eroze, atmosférická depozice, infiltrace znečištěných srážek, aj.

- **Difuzní zdroje** – jedná se o malé rozptýlené bodové zdroje (komunální, zemědělské a průmyslové) a mohou pocházet z výše uvedených zdrojů znečištění.

3.5.1 Znečištění průmyslovými odpadními vodami

Průmysl jako takový patří k největšímu znečišťovateli povrchových vod. V průmyslové výrobě vzniká odpadní voda s širokou škálou látek. Tyto látky jsou organického, anorganického, nebo specifického původu, což mohou být například těžké kovy. Avšak skladba odpadních průmyslových vod závisí na druhu odvětví, použité technologii a stupni čištění.

Největšími průmyslovými znečišťovateli jsou:

- **Koždělní průmysl** – znečištění organickými látkami,
- **Textilní průmysl** – znečištění cukry, kyselinou octovou, mravenčí, vosky, tuky, vlákny, kaolinem a barvivy,
- **Báňský, chemický, hutní, kovodělní a ropný průmysl** – znečištění těžkými kovy, chemikáliemi, ropnými látkami, fenoly, atd.
- **Potravinářský průmysl** – lihovary, pivovary, jatka, mlékárny, cukrovary, škrobárny, sladovny, aj. (znečištění organickými bílkovinami, mycími prostředky a odpady),
- **Papírenský průmysl** – znečištění ligninem, celulórou, sacharidy a adsorbovanými halogenovými sloučeninami organického původu (Oppeltová, 2015; Pitter, 2009; Hlavínek, Říha, 2006; Langhammer, 2002).

3.5.2 Znečištění zemědělskými odpadními vodami

V zemědělství vzniklé znečištění bilančně převyšuje ostatní druhy znečištění, avšak velké množství těchto látek lze přímo nebo druhotnými procesy opět zpracovat a využít (Hlavínek, Říha, 2006).

Jak uvádí Langhammer (2002) problematikou znečištění vod je ve velkém množství případů nadměrné vnášení živin na hospodářské pozemky a jejich následný transport do vodního prostředí. Zejména se jedná o dusík, fosfor a draslík. Tyto látky jsou sice přirozeně přítomné v prostředí, ale nikoli v takovém obsahu, aby byla půda přirozeně

schopná pokrýt nároky na rostlinnou výrobu. Proto jsou hospodářské pozemky přihnojovány, avšak v častých případech kvůli nesprávné aplikaci a nadměrnému množství dochází k odnosu těchto látek do vodního prostředí.

Zdroje znečištění ze zemědělské výroby lze rozdělit na:

- **Zdroje ze živočišné výroby** – odpady ze silážování, odpady z velkochovů, úniky při skladování a používání kejdy a močůvky jako hnojiva, úniky a průsaky při výrobě a aplikaci kompostů nebo silážních šťáv.
- **Zdroje z rostlinné výroby** – aplikace průmyslových hnojiv, manipulace s pesticidy a jejich aplikace, mytí postřikových mechanismů a likvidace obalů, drenážní vody a půdní výluhy, eroze půdy a vyluhování jejich rozpustných složek při srážkách a odpady po zpracování rostlinné výroby.
- **Další zdroje** – úniky ropných látek při skladování a manipulaci s nimi, čištění, mytí, opravy a provoz zemědělských strojů a techniky, odpadní vody ze zemědělských zpracovatelských a výrobních objektů (Oppeltová, 2015; Hlavínek, Říha, 2006; Langhammer, 2002).

Jak dále uvádí Hlavínek, Říha (2006) ke znečišťování pesticidy většinou dochází nesprávnou manipulací a nerespektováním základních předpisů pro aplikaci. Do vodních zdrojů se dostávají špatnou leteckou aplikací, únosem aerosolu větrem, erozí částic půdy se zachycenými pesticidy větrem nebo vodou, průsakem a vymýváním do drenážních vod. Častým případem kontaminace vod jsou také havárie, ke kterým dochází při likvidaci obalových materiálů nebo zbytků chemikálií. Příčinou havárií bývá použití nepovolených postupů na nevhodných místech.

3.5.3 Eutrofizace

V důsledku vnášení nadměrného množství minerálních živin především do zemědělské výroby a jejich následný transport do vodního prostředí, jakož i odpadní produkty z lidské činnosti v podobě odpadních vod z domácností je eutrofizace.

Eutrofizací je označován proces růstu obsahu minerálních živin, zejména sloučenin fosforu a dusíku, za následného nárůstu biomasy jako jsou sinice, řasy a vyšší rostliny (Heteša, Kočková, 1997). Ukazatelem obsahu biologicky využitelných živin ve vodě je

trofický potenciál, který se určuje biologickou metodou. Eutrofizaci lze dělit na přirozenou nebo antropogenní:

- **Přirozená eutrofizace** – nelze ji ovlivnit a je způsobena sloučeninami fosforu a dusíku, které pocházejí z půdního výluhu dnových sedimentů a rozkladem odumřelých vodních organismů.
- **Antropogenní eutrofizace** – je důsledkem lidské činnosti a dochází k ní při smyvu dusíkatých a fosforečných hnojiv z hospodářských pozemků, využíváním polyfosforečnanů v syntetických detergentech a zvyšujícím se množstvím splaškových vod, které obsahují sloučeniny fosforu a dusíku z fekálií (Hlavínek, Říha, 2006).

Jak také uvádí Langhammer (2002), rozhodujícím faktorem vzniku eutrofizace je přísun dusíku, fosforu a dostatečné teploty. Při těchto podmínkách dochází k přemnožení řas a sinic. Pro rozvoj eutrofizace je klíčový poměr mezi prvky dusíku a fosforu (N:P = 16:1), označovaný jako Redfieldův poměr.

3.6 Monitoring kvality vody

Jak uvádí Hlavínek, Říha (2004), monitoring jakosti vody je snaha získat kvantitativní informace o fyzikálních, chemických a biologických charakteristikách vody prostřednictvím statistického vzorkování. Činnosti spojené s monitoringem je možné rozdělit do dvou kategorií:

1. **Provozní činnosti** – spočívají v návrhu sítě, frekvenci vzorkování a volbě sledovaných ukazatelů jakosti vody, vzorkování (odběru vzorků a jejich dopravě) a laboratorních rozborech vzorků vody a jejich uložení.
2. **Informační činnost** – sestávající z analýzy výsledků rozborů (obvykle statistické), konverze dat do tvaru vhodného pro prezentaci, uložení dat do vhodně navržené databáze, prezentace výsledků a využití získaných informací při řízení jakosti vody (hlášení, stanovení limitů, povolování vypouštění vod, použití modelových technik, apod.).

3.7 Charakteristika vybraných ukazatelů jakosti povrchových vod

Tato podkapitola se zabývá charakterizováním vybraných ukazatelů jakosti vod. Pro terénní monitorování byly jako ukazatele kvality vody zvoleny pH, teplota, obsah rozpuštěného kyslíku a elektrolytická konduktivita. Při laboratorním stanovení byly za monitorované ukazatele vybrány koncentrace fosforečnanů, dusičnanového dusíku a síranů.

3.7.1 Ukazatelé terénního monitoringu

Hodnota pH

Jak uvádí Pitter (2009), hodnota pH má mimořádný význam, protože ovlivňuje většinu fyzikálně-chemických reakcí, chemických a biochemických procesů probíhajících ve vodě. Hodnotu pH vody určuje množství vodíkových iontů. Podle schopnosti vázat nebo uvolňovat vodíkový iont, se dle Bronstedovy teorie roztoky dělí na kyseliny a zásady. Kyseliny mohou vodíkový iont uvolňovat, naopak zásady mají schopnost vodíkový iont vázat (Straka, 1995). Jak dále uvádí Langhammer (2002), koncentrace vodíkových iontů se v běžných vodách pohybuje v rozmezí $1 - 10^{-14}$, přičemž v chemicky čisté vodě je rovna 10^{-7} . Pro jednoduché vyjadřování zavedl Sørensen veličinu zvanou vodíkový exponent pH, definovaný jako záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů – $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$; $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$, kdy při hodnotě $\text{pH} < 7$ má roztok kyselou reakci a při $\text{pH} > 7$ má roztok reakci zásaditou.

Teplota

Teplota vody patří mezi jeden z nejzásadnějších faktorů mající vliv na její jakost. Podstatně ovlivňuje chemickou a biochemickou reaktivitu a to i v relativně úzkém teplotním rozmezí přírodních a užitkových vod, a to od 0°C asi do 30°C (Pitter, 2009). Jak uvádí Langhammer (2002), teplota vody je řízena příjmem slunečního záření z atmosféry a následným ohřevem vody, dna a břehů. Teplota vody kolísá v závislosti na denním i sezónním kolísání teploty vzduchu, slunečním zářením a klimatickém období. Na teplotě vody je závislý kyslíkový režim toku, to znamená, že v důsledku zvýšení teploty vody se obsah kyslíku v toku sníží.

Obsah rozpuštěného kyslíku

Jak uvádí Langhammer (2002), koncentrace rozpuštěného kyslíku je velmi důležitým indikátorem celkové čistoty vody v toku. Nejdůležitějším zdrojem kyslíku v povrchových vodách je atmosféra, ze které se do vodního prostředí dostává difúzí, další významný zdroj potom představuje fotosyntéza vodních rostlin. Intenzita fotosyntézy a teplota mají zásadní vliv na množství kyslíku obsaženého ve vodě. Ovlivnění obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě v důsledku působení teploty je uvedeno v Tabulce 3.

Tabulka 3. Obsah kyslíku v závislosti na teplotě vody (Heteša, Kočková, 1997)

Teplota [°C]	Obsah rozpuštěného kyslíku [mg/l]
0	14,65
5	12,79
10	11,27
15	10,03
20	9,02
25	8,18
30	7,44

Jak také uvádějí Hlavínek, Říha (2006), rozpustnost kyslíku jako plynu, reagujícího s vodou, je dána Henryho zákonem. Podle něj je rozpustnost plynu za stálé teploty přímo úměrná parciálnímu tlaku plynu nad rozpouštědlem (bez zřetele na celkový tlak).

Obsah kyslíku bývá zpravidla nižší u znečištěných vod z důvodu probíhajících procesů ve vodě (Hlavínek, Říha, 2006). Jak dále uvádí Heteša, Kočková (1997), dojde-li k porušení rovnováhy, tj. stoupne-li nebo klesne-li množství kyslíku ve vodě nad nebo pod stupeň nasycení, dochází k pozvolnému vyrovnávání s atmosférou. Rychlost vyrovnání je závislá na rozdílu hodnot nasycení, velikosti styčné plochy a rychlosti promíchávání vody a ovzduší.

Elektrolytická konduktivita

Dle Hlavínka a Říhy (2006) je elektrolytická konduktivita definována jako převrácená hodnota elektrického odporu roztoku mezi dvěma platinovými elektrodami. Její jednotkou je Siemens na metr (S/m), v hydrochemie obvykle mS/m. Jak dále uvádí Langhammer (2002), hodnota konduktivity ovlivňuje míra přítomnosti kationtů

a aniontů, uvolněných v průběhu disociace elektrolytů. Tyto ionty činí roztok vodivým, proto vyšší hodnota vodivosti indikuje vyšší obsah iontů rozpuštěných látek ve vodě a naopak. Hodnoty konduktivity v toku výrazně kolísají v závislosti na úrovni antropogenní zátěže. Míru přítomnosti kationtů a aniontů ve vodě zvyšuje výskyt znečišťujících látek v toku. Vysoké hodnoty konduktivity tak jsou symptomem přítomnosti antropogenní zátěže, ukazatel nicméně neumožňuje hodnotit nebo odlišit charakter znečištění.

3.7.2 Ukazatelé laboratorního stanovení

Fosforečnany

Výluhy některých minerálů a vyvřelých hornin jsou přirozeným zdrojem fosforu ve vodách. Apatit [$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2$], variscit ($\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), strengit ($\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) a vivianit [$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$] jsou hlavní minerály, které způsobují přítomnost anorganického fosforu ve vodách (Pitter, 2009).

Spláchnutá statková hnojiva, odpadní vody z pivovarů, prádelen a textilního průmyslu, produkty rozkladných procesů flóry a fauny a chemické látky používané v zemědělství jsou dalšími zdroji fosforu ve vodách, ovšem v případě těchto zdrojů znečištění se jedná o fosfor organický. Zdrojem anorganického fosforu jsou odpadní vody z prádelen a splachy z polí hnojených superfosfátem. Města a sídliště, která jsou původci odpadních vod, jsou dalším zdrojem velkého množství různých forem fosforu (Heteša, Kočková, 1997).

Jak dále uvádí Langhammer (2002), zvýšený obsah fosforu v povrchových i stojatých vodách vede k nadměrnému rozvoji řas a sinic v důsledku eutrofizačních procesů. Rozpustné fosforečnany představují hlavní formu fosforu, dostupnou pro organismy. To je rovněž důvodem jejich dlouhodobého využívání jako účinné složky v umělých hnojivech, odkud jsou plošnými splachy následně transportovány do toků.

Jak uvádí Pitter (2009), fosforečnany se sorbují na dnových sedimentech, avšak za určitých podmínek může naopak dojít k uvolnění sloučenin fosforu zpět do kapalné fáze. V takových případech lze zjistit ve vrstvě vody nad dnovými sedimenty poměrně vysoké koncentrace fosforu, i nad 1 mg/l. Bohatší na fosforečnany jsou vody z rašelinišť, kde může být koncentrace fosforu i 0,4 mg/l, důvodem je rozklad biomasy.

Hmotnostní koncentrace sloučenin fosforu ve vodách se nejčastěji uvádějí ve formě prvku (P), nikoli v iontové formě (PO_4^{3-} nebo HPO_4^{2-}) a to z důvodu, že není potřebné provádět přepočty.

Protože norma ČSN 75 72 21 i příloha č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb. uvádí pro hodnocení jakosti povrchové vody formu celkového fosforu ($\text{P}_{\text{celk.}}$), bylo přistoupeno k přepočtu koncentrace fosforečnanů na celkový fosfor, jak uvádí Pitter (2009).

Pro přepočet koncentrace fosforečnanů (PO_4^{3-}) na celkový fosfor ($\text{P}_{\text{celk.}}$) a naopak dle Pittera (2009) platí:

$$1 \text{ mg P} = 3,066 \text{ mg PO}_4^{3-} = 32,29 \text{ } \mu\text{mol}$$

$$1 \text{ mg PO}_4^{3-} = 0,326 \text{ mg P} = 10,53 \text{ } \mu\text{mol}$$

Pitter (2009) uvádí, že v neznečištěných podzemních vodách mohou být koncentrace orthofosforečnanového fosforu i nižší než 10 $\mu\text{g/l}$. V labské vodě v profilu Dečín byla v roce 2000 průměrná koncentrace orthofosforečnanového fosforu 0,14 mg/l (4,52 $\mu\text{mol/l}$) s maximem 0,22 mg/l a s minimem 0,005 mg/l. Průměrná koncentrace celkového fosforu byla 0,22 mg/l (7,10 $\mu\text{mol/l}$) s maximem 0,32 mg/l a s minimem 0,13 mg/l. Průměrná koncentrace orthofosforečnanového fosforu v pitných vodách podzemního i povrchového původu v osmi regionech ČR byla 0,1 mg/l (3,23 $\mu\text{mol/l}$).

Dusičnanový dusík

Dle Pittera (2009) patří dusík spolu s fosforem mezi nejdůležitější makrobiogenní prvky. Řadí se do skupiny tzv. nutrientů, které jsou nezbytné pro rozvoj mikroorganismů. Uplatňuje se ve všech biologických procesech probíhajících v povrchových, podzemních a odpadních vodách a při biologických procesech čištění a úpravy vody. Proto je znalost jednotlivých forem dusíku ve vodách a jejich vlastností nezbytnou podmínkou pro objasnění pochodů důležitých v hydrochemie a technologii vody.

Jak dále uvádí Hlavínek, Říha (2006), dusičnany jsou konečným produktem rozkladu organicky vázaného dusíku. V nízkých koncentracích jsou přítomny téměř ve všech vodách. V čistých prostých podzemních vodách a povrchových vodách se vyskytují většinou v koncentracích řádově v jednotkách mg/l.

Původcem zvýšeného obsahu dusíku ve vodách je lidská činnost. Dusík je velmi důležitý pro růst rostlin, proto mají rostliny vliv na kolísání hodnot obsahu dusičnanů ve vodě. Toto kolísání je způsobeno střídáním ročních období, respektive střídáním vegetačního a nevegetačního cyklu rostlin. Ve vegetačním (tzv. růstovém) období, tj. na jaře a v létě, rostliny spotřebovávají větší množství dusíku pro svůj růst, proto jeho koncentrace ve vodách klesá. Naopak v nevegetačním (tzv. klidovém) období, tj. na podzim a v zimě, kdy rostliny nepotřebují dusík ke svému růstu, se jeho koncentrace ve vodách zvyšuje (Langhammer, 2002).

V minerálech jsou dusičnany zastoupeny jen velmi málo. Hlavní sekundární zdroj dusičnanů je nitrifikace amoniakálního dusíku. Obsah dusičnanů v atmosférických vodách je zapříčiněn emisním znečišťováním spalinami, ale i oxidací NO na NO₂. Tyto dusičnany jsou anorganického původu (Pitter, 2009).

Sírany

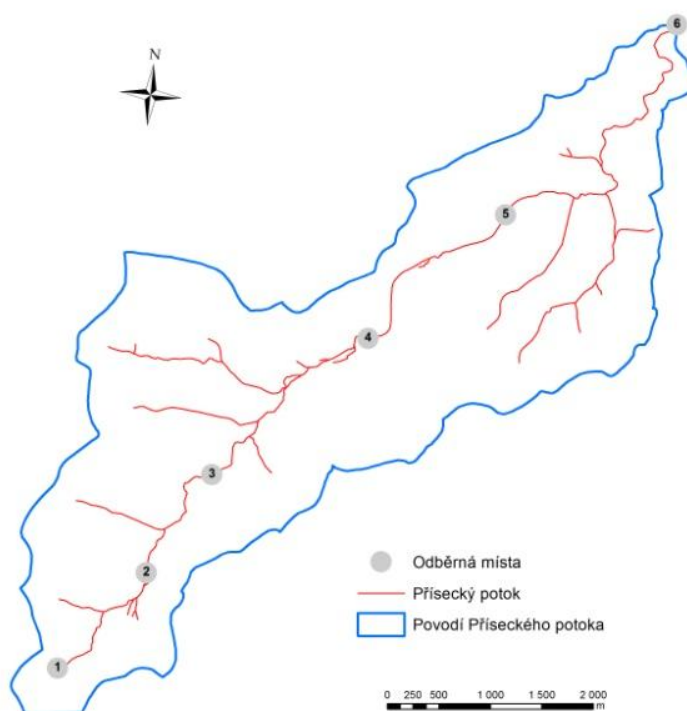
Sírany jsou ze sloučenin síry ve vodním prostředí zastoupeny nejvíce. Obsah síranů je podmíněn geologickým podložím, z pohledu zdravotní nezávadnosti vody nemají zásadní význam pro její kvalitu (Langhammer, 2002).

Jak uvádí Heteša, Kočková (1997), obsah síranů ve vodách je limitován přítomností iontů Ca²⁺, které tvoří spolu s SO₄²⁻ málo rozpustný CaSO₄. Přirozený obsah síranů v povrchových a podzemních vodách je produktem zvětrávání hornin a biologické činnosti ve zvodněných vrstvách. Umělými zdroji jsou různé odpadní vody. V povrchových vodách se vyskytují v desítkách až stovkách mg/l. Jak dále uvádí Pitter (2009), antropogenními zdroji síranů jsou především odpadní vody z mořiren kovů, nebo městské a průmyslové exhalace obsahující značná množství SO₂ a SO₃, které vznikají spalováním fosilních paliv a pronikají do atmosférických vod.

4 CHARAKTERISTIKA TOKU A JEHO OKOLÍ

4.1 Lokalizace Příseckého potoka

Přísecký potok pramení v zalesněné oblasti asi 2,2 kilometru jihozápadně od vesnice Uhřínovice, která je městskou částí města Brtnice ležící v okrese Jihlava, kraji Vysočina. Prameniště tvoří přibližně 500 m² mokřadního území v nadmořské výšce 643 m n. m. Potok protéká obcí Příseka. Tok má několik levostranných i pravostranných přítoků a napájí několik vodních nádrží, ze kterých stojí za zmínku např. Hraniční rybník, Podstránecký rybník, Vesnický rybník nebo Mlýnský rybník. V obci Předboř potok ústí do řeky Jihlavy. Přísecký potok je jedním z pravých přítoků řeky Jihlavy. Na Obrázku 1. je mapa povodí Příseckého potoka s vyznačenými odběrnými místy.



Podkladové zdroje: A07_Povodi_IV, A02_Vodni_tok_JU (© VÚV TGM, v.v.i., www.dobavod.cz)

Obrázek 1. Povodí Příseckého potoka s vyznačenými odběrnými místy

4.2 Charakteristika Příseckého potoka

Přísecký potok je rozvodnicí 4. řádu a spadá do povodí řeky Jihlavy. Toku náleží číslo hydrologického pořadí 4-16-01-052. Plocha povodí je 16,557 km² a délka údolnice

měří 9,8 km. Charakteristika povodí $P/L^2 = 0,17$ uvádí protáhlý tvar povodí. Lesnatost zájmového území je 30% (Zítek, 1965).

4.3 Geomorfologie

Geomorfologie zájmového území z hlediska hlavní morfostruktury spadá do hercynské a starší vrásno-zlomové struktury Českého masivu. Dle typu erozně denudačního reliéfu v oblasti Českého masivu se jedná o oblast pahorkatin v oblasti erozně a tektonicky rozčleněného paleogenního zarovnaného povrchu (Prokop, Brtva, 1965).

Zájmové území spadá dle biogeografického členění (Culek, 2013) do oblasti Velkomeziříčského bioregionu, který leží na severozápadě jižní Moravy a zabírá moravskou stranu Českomoravské vrchoviny, tj. téměř celou Křižanovskou vrchovinu (kromě západního a východního okraje) a vyšší západní okraj Jevišovické pahorkatiny. Velkomeziříčský bioregion zaujímá v ČR rozlohu 2 542 km². Zařazení zájmového území do geomorfologické taxonomie je uvedeno v Tabulce 4.

Tabulka 4. Zařazení zájmového území do geomorfologické taxonomie (<http://www.treking.cz/>, 2017)

Systém	Hercynský
Subsystém	Hercynská pohoří
Provincie	Česká vysočina
Oblast	Českomoravská vrchovina
Celek	Křižanovská vrchovina
Podcelek	Brtnická vrchovina
Okrsek	Puklická pahorkatina

Zájmové území tvoří rozsáhle zarovnané povrchy, které jsou většinou mírně tektonicky rozčleněny v pahorkatinná návrší a ploché kotliny, na jejichž okrajích se do plošin mírně zařezávají vodní toky stékající z vrchoviny (Culek a kol., 2013).

4.4 Geologie

Vymezené území se z hydrogeologické charakteristiky hornin nachází v oblasti proterozoika, slabě propustného puklinového krystalinika s vydatností zvodnění v průměru do 1 l/s (Prokop, Brtva, 1965).

Ve Velkomeziříčském bioregionu jsou v nejvyšším zastoupení migmatické ruly až migmatity, v některých místech s vložkami amfibolitů a vápenců (Culek a kol., 2013). Na zájmovém území se vyskytují převážně biotitické pararuly (Fusán a kol., 1993).

4.5 Pedologie

Jak uvádí Culek a kol. (2013), ve Velkomeziříčském bioregionu mají největší zastoupení typické kyselé kambizemě. Ve vyšších polohách mohou přecházet do menších ploch dystrických kambizemí. V mnohých plochých sníženinách jsou hojně zastoupeny primární pseudogleje. V silněji podmáčených drobných sníženinách jsou ve větších plochách vyvinuty typické gleje, hlavně se pak vyskytují v zatopených rybnících. Na vymezeném území se nachází půdní typ hnědé horské lesní půdy, převážně hlinitého půdního druhu (Zítek, 1965).

4.6 Klima

Zájmová oblast se nachází na území Českomoravské vrchoviny v mírném podnebném pásu, označované dle Quittovy klasifikace MW4 (Tolasz, 2007). Teplotní inverze i chladné stinné svahy jsou projevem místních odchylek, zapříčiněné hlubokými říčními údolími (Culek a kol., 2013). V Tabulce 5 je uvedena klimatická charakteristika mírně teplých oblastí.

Tabulka 5. Klimatická charakteristika mírně teplých oblastí dle Quitta (Tolasz, 2007)

Klimatická charakteristika mírně teplých oblastí	
Parametr	MW4
Počet letních dní	20 - 30
Počet dní s průměrnou teplotou 10 °C a víc	140 - 160
Počet dní s mrazem	110 - 130
Počet ledových dní	40 - 50
Průměrná lednová teplota [°C]	-2 - -3
Průměrná červencová teplota [°C]	16 - 17
Průměrná dubnová teplota [°C]	6 - 7
Průměrná říjnová teplota [°C]	6 - 7
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více [mm]	110 - 120
Suma srážek ve vegetačním období	350 - 450
Suma srážek v zimním období	250 - 300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	60 - 80
Počet zatažených dní	150 - 160
Počet jasných dní	40 - 50

Průměrná roční teplota vzduchu se na vymezeném území pohybuje okolo 5 – 6 °C. V Tabulce 6 jsou uvedeny průměrné měsíční hodnoty teplot vzduchu v měsících, ve kterých byl prováděn terénní monitoring a odebírání vzorků vody pro chemickou analýzu.

Tabulka 6. Průměrné měsíční teploty vzduchu dle monitorovaných měsíců (Tolasz, 2007)

Průměrné měsíční teploty odběrných míst	
Měsíc	Teplota [°C]
Březen	1 – 2
Duben	6 – 7
Červen	13 – 14
Červenec	15 – 16
Říjen	7 – 8
Prosinec	-4 - -3

Průměrný roční úhrn srážek se v zájmové oblasti pohybuje kolem 550 – 600 mm. V Tabulce 7 jsou uvedeny průměrné měsíční úhrny srážek v měsících, ve kterých byl prováděn terénní monitoring a odebírání vzorků vody pro její chemickou analýzu.

Tabulka 7. Průměrné měsíční úhrny srážek dle monitorovaných měsíců (Tolasz, 2007)

Průměrné měsíční úhrny srážek na odběrných měsících	
Měsíc	Srážky [mm]
Březen	40 – 50
Duben	40 - 50
Červen	80 – 100
Červenec	60 – 80
Říjen	30 – 40
Prosinec	40 - 50

4.7 Flóra a fauna

Jak uvádí Culek a kol. (2013), v dotčeném bioregionu je flóra velmi chudá, s mezními prvky méně náročných (panonských) termofytů, alpidských mezofytů a z části subatlantsky laděných mezofytů. Je tvořena takřka výhradně zástupci hercynské květeny.

V bažinatém terénu prameniště lze nalézt zástupce například přesličky bahenní (*Equisetum palustre* L.), mnohých druhů sítin (*Juncus* sp.) nebo ostřic (*Carex* sp.) a ze

zástupců stromů například olši lepkavou (*Alnus glutinosa*). Prameniště se nachází v zalesněné oblasti tvořené monokulturou smrku ztepilého (*Picea abies*). Na vymezeném území v lučních porostech nalezneme například jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), bér zelený (*Setaria viridis* L.), bojínek luční (*Phleum pratense* L.), kostřavu luční (*Festuca pratensis* HUDS.), psárku luční (*Alopecurus pratensis* L.) nebo pýr plazivý (*Elytrigia repens* L.). Na stinnějších a vlhčích místech lze najít například kopřivu žahavku (*Urtica urens* L.) nebo kopřivu dvojdomou (*Urtica dioica* L.) Z druhů dřevin se v zájmovém území nachází například borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), dub letní i zimní (*Quercus petraea* L.), *Quercus robur* L.), habr obecný (*Carpinus betulus* L.) nebo topol černý (*Populus nigra* L.) a další.

Ve Velkomeziříčském bioregionu převažuje běžná fauna zkulturněné krajiny, hercynského původu, ovšem s počínajícími východními vlivy jak uvádí Culek a kol. (2013). Nalezneme zde například zajíce polního (*Lepus europaeus* Pallas), kunu lesní (*Martes martes* L.), prase divoké (*Sus scrofa* L.) nebo srnce obecného (*Capreolus capreolus* L.).

5 METODICKÝ POSTUP PRÁCE

Tato kapitola je zaměřena na popis monitoringu vybraných ukazatelů jakosti povrchových vod prováděného v terénu a v laboratoři. Při terénním monitoringu byly měřeny hodnoty pH, teploty vody, obsahu rozpuštěného kyslíku a elektrolytické konduktivity. Monitoring byl prováděn po dobu jednoho roku, a to od 3. dubna 2016 do 11. března 2017 v přibližně dvouměsíčních intervalech na šesti odběrných místech rozmístěných na toku Příseckého potoka. Součástí terénního měření byl také odběr vzorků vody pro laboratorní analýzu sledovaných hodnot koncentrací fosforečnanů, dusičnanového dusíku a síranů pomocí spektrofotometrické metody. K následnému vyhodnocení jakosti povrchové vody byly použity norma ČSN 75 7221 a příloha č. 3 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

5.1 Terénní monitoring

Terénní měření bylo prováděno pomocí přenosného přístroje Hach 30d flexi. Byly použity tři sondy, pomocí nichž byla měřena hodnota pH, obsah rozpuštěného kyslíku a konduktivita. Teplota vody byla měřena všemi sondami. Při měření v terénu bylo nutné mít s sebou destilovanou vodu k omytí sond a polyetylenové půllitrové láhve k odebrání vzorku vody ze všech šesti odběrných míst. Odebrané vzorky vody byly do druhého dne skladovány v temnu a chladu a následně podrobeny chemické analýze.

5.2 Laboratorní analýza

Laboratorní analýza vody byla provedena v laboratoři Ústavu aplikované a krajinné ekologie Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně pomocí spektrofotometru Hach DR 4000U. Zjišťovány byly koncentrace reaktivního fosforu (PO_4^{3-}), dusičnanového dusíku ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) a síranu (SO_4^{2-}). Koncentrace byly měřeny v mg/l.

Pracovní postupy při stanovení obsahů jednotlivých substancí

Stanovení koncentrací fosforečnanů, dusičnanového dusíku a síranů v odebraných vzorcích vody bylo prováděno spektrofotometrickou metodou na spektrofotometru HACH DR 4000U. Vzorky vody byly před samotnou analýzou zfiltrovány.

5.2.1 Postup stanovení obsahu reaktivního fosforu (PO_4^{3-})

Pro stanovení reaktivního fosforu na spektrofotometru Hach DR 4000U je nutné nastavit program HACH PROGRAM 3025 (P React. As. L.R.). Při stanovování byly použity dvě kyvety o objemu 25 ml, do kterých bylo odměřeno 10 ml filtrovaného vzorku vody. Do jedné kyvety byla přidána reagencie PhosVer 3. Po jejím přidání začala probíhat 2 minuty trvající reakce. Mezitím byla druhá kyveta, do které nebyla přidána žádná reagencie, použita jako slepý vzorek a vložena do spektrofotometru. Po zaznění zvukového signálu byl přístroj vynulován a kyveta se slepým vzorkem vyměněna za kyvetu s reagencií. Hodnotu koncentrace fosforečnanů spektrofotometr zobrazil v mg/l PO_4^{3-} .

5.2.2 Postup stanovení obsahu dusičnanového dusíku ($\text{NO}_3^- - \text{N}$)

Pro stanovení dusičnanového dusíku byl nastaven HACH PROGRAM 2530 (N, Nitrate HR). Při stanovování byly taktéž použity dvě kyvety o objemu 25 ml, do kterých bylo odměřeno 10 ml filtrovaného vzorku vody. Jedna kyveta byla opět vložena do přístroje jako slepý vzorek a do druhé byla přidána reagencie NitraVer 5. Po dobu 1 minuty bylo následně s kyvetou vytrvale silně mícháno. Po uplynutí 1 minuty míchání, zazněl zvukový signál a začala probíhat 5 minut trvající reakce. Konec reakce byl opět ohlášen zvukovým signálem a kyveta se slepým vzorkem byla vyměněna za kyvetu s reagencií. Přístroj vyhodnotil koncentrace dusičnanového dusíku $\text{mg/l NO}_3^- - \text{N}$.

5.2.3 Postup stanovení obsahu síranů (SO_4^{2-})

Pro stanovení síranů byl nastaven HACH PROGRAM 3450 Sulfate. Při stanovování byly opět použity dvě kyvety o objemu 25 ml, do kterých bylo tentokrát odměřeno 25 ml filtrovaného vzorku vody. Jedna kyveta bez přidané reagencie byla použita jako slepý vzorek a vložena do spektrofotometru. Do druhé kyvety byla přidána reagencie SulfaVer 4. Pokud se v kyvetě neobjevil bílý zákal, jednalo se o důkaz nepřítomnosti síranů, a tudíž neprobíhala další analýza vzorku. Pokud se ovšem bílý zákal objevil, jednalo se o důkaz přítomnosti síranů a nastala 5 minut trvající reakce, jejíž konec byl ohlášen zvukovým signálem, po kterém byla kyveta se slepým vzorkem ve spektrofotometru vyměněna za kyvetu s přidanou reagencií. Koncentrace síranů byla

zobrazena v mg/l SO_4^{2-} . Na Obrázku 2 je zobrazen slepý vzorek (na fotografii vlevo) a vzorek po přidání reagentie s bílým zákalem, dokazující přítomnost síranů.



Obrázek 2. Důkaz přítomnost síranů ve vzorku vody (Foto Autor, 2017)

5.3 Charakteristika odběrných míst

Pro monitoring kvality vody Příseckého potoka bylo zvoleno šest odběrných míst, které byly rozmístěny po celé délce toku.

5.3.1 Prameniště Příseckého potoka – 1. odběrné místo

Prvním odběrným místem byl zvolen pramen toku, který se nachází asi 300 metrů od chatové oblasti. Pramen toku leží v zalesněné oblasti smrkové monokultury (viz podkapitola 4.7). Samotné prameniště, o rozloze cca 500 m², však představuje spíše mokřadní společenstvo, se zastoupením vlhkomilných druhů rostlinstva. Pramen ve sledovaném časovém úseku nevyschnul, a proto bylo možné provádět terénní měření a odběr vzorků po celé monitorované období.



Obrázek 3. Pramen Příseckého potoka (Foto Autor, 2017)

5.3.2 Pod Hraničním rybníkem – 2. odběrné místo

Druhé odběrné místo bylo pod hrází Hraničního rybníka a i toto místo leželo v nedaleké blízkosti chatové zástavby. Skladba dřevin se na tomto místě změnila na porost listnatých stromů. Terénní měření a odběr vzorků byl možný pouze v první polovině monitorovaného období, poté došlo k vyschnutí tohoto odběrného stanoviště.



Obrázek 4. Pod Hraničním rybníkem (Foto Autor, 2017)

5.3.3 Nad obcí Příseka – 3. odběrné místo

Třetí odběrné místo se nacházelo nad bývalou vodárenskou nádrží obce Příseka. Přísecký potok v tomto místě prochází bažinatým územím, na které z obou stran navazuje smrkový les. Celá oblast je ovšem obklopena zemědělskými pozemky, které se svažují směrem k vodárenské nádrži. Bažinaté území 3. odběrného místa volně přechází do samotné bývalé vodárenské nádrže, které je dnes v soukromém vlastnictví a je využívána k rekreačnímu rybolovu. Opět jako u prvního odběrného místa se zde nacházely druhy rostlin vázané na vlhké až mokřadní prostředí, jako jsou rákos obecný (*Phragmites australis*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia* L.), sítiny (*Juncus* sp.) nebo z dřevin olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a habr obecný (*Carpinus betulus*).



Obrázek 5. Nad obcí Příseka (Foto Autor, 2017)

5.3.4 Pod obcí Příseka – 4. odběrné místo

Čtvrté odběrné místo bylo zvoleno v bezprostřední blízkosti obce Příseka, kde na zástavbu plynule navazovaly zemědělské pozemky. Koryto potoka zde ztrácí svůj přírodní charakter a získává ráz antropogenně upraveného kanálu.



Obrázek 6. Pod obcí Příseka (Foto Autor, 2017)

5.3.5 Pod bývalým lihovarem – 5. odběrné místo

Páté odběrné místo leželo v nedaleké blízkosti objektu bývalého lihovaru, pod mostkem pozemní silniční komunikace. Zde mělo koryto stále charakter umělého kanálu, kde byl patrný zásah lidské ruky.



Obrázek 7. Pod bývalým lihovarem (Foto Autor, 2017)

5.3.6 Ústí do řeky Jihlavy – 6. odběrné místo

Šesté odběrné místo se nacházelo při ústí Příseckého potoka do řeky Jihlavy asi 30 metrů od mostu železniční tratě v obci Předboř. Nedaleko soutoku se nachází dřevozpracovatelský závod, který je však v současné době mimo provoz. Vegetace se

změnila, oproti předchozím dvěma stanovištím, na údolní nivní porost se zástupci rákosu obecného (*Phragmites australis*), orobince širokolistého (*Typha latifolia*) nebo olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), vrb (*Salix* sp.) a dalších.



Obrázek 8. Ústí Příseckého potoka do řeky Jihlavy (Foto Autor, 2017)

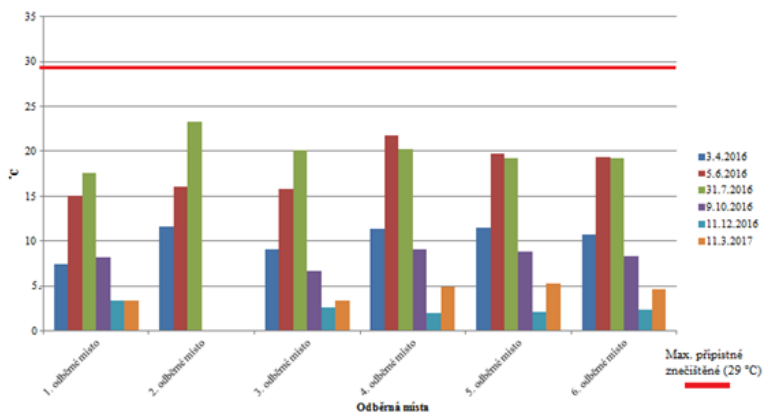
6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato kapitola se zabývá vyhodnocení získaných výsledků terénního měření a laboratorních analýz dle přílohy č. 3 Nařízení vlády 401/2015 Sb. *o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech* a dle ČSN 75 7221 *Klasifikace jakosti povrchových vod*. Pro hodnocení výsledků podle výše zmíněných předpisů bylo nutné splnit podmínku minimální délky monitoringu po dobu jednoho roku. Hodnocení jakosti povrchové vody dle normy ČSN 75 7221 dle odstavce 4.7 je možné provádět klasifikaci zvlášť pro každý jednotlivý ukazatel nebo je možné pro klasifikaci libovolně vytvářet skupiny ukazatelů a výslednou třídu skupin určit podle nejneprůzračnějšího zatřídění u jednotlivých vybraných ukazatelů, ale je nutné dodržet podmínku, aby výsledky stanovení všech ukazatelů obsažených ve skupinách byly klasifikovány ve všech společně hodnocených profilech. Z důvodu vyschnutí toku na 2. odměrném místě v druhé polovině monitorovaného období, nebylo toto stanoviště zahrnuto do souhrnného hodnocení jakosti povrchové vody, protože nesplňuje kritérium minimální délky měření uvedené v odstavci 4.9 ČSN 75 7221. Toto odběrné místo nebylo zahrnuto ani do hodnocení dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb.. Protože norma ČSN 75 7221 ani příloha č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb. neuvádí jako ukazatel jakosti povrchové vody samotné fosforečnany, byl proveden přepočet koncentrace fosforečnanů na celkový fosfor. Přepočet fosforečnanů na celkový fosfor je uveden v podkapitole 3.7.2.

6.1 Vyhodnocení dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb.

Dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb. byly hodnoceny následující faktory určující jakost povrchové vody (teplota vody, obsah rozpuštěného kyslíku, hodnota pH, celkový fosfor, dusičnanový dusík a sírany).

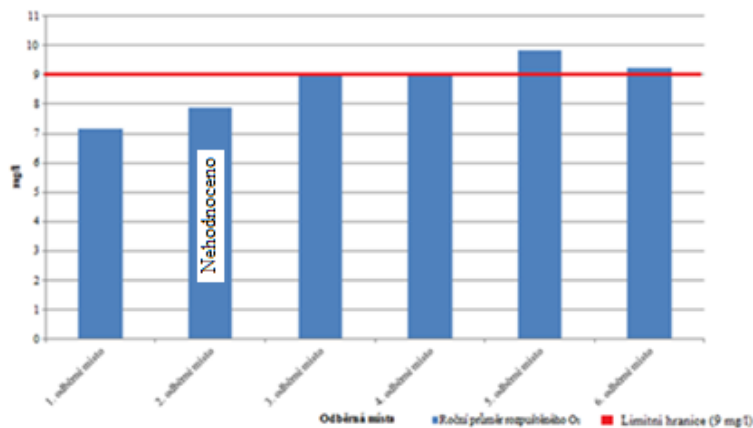
6.1.1 Teplota vody



Graf 1. Teplota – 401/2015 Sb.

Příloha č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb. stanovuje 29 °C jako limitní hranici teplotního znečištění povrchové vody. Jak je vidět z Grafu 1 tato limitní hranice nebyla překročena na žádném z odběrných míst po celou dobu monitoringu. Nejvyšší teplota 23,3 °C byla zaznamenána 31. července 2016 na odběrném místě č. 2., nejnižší teplota byla zaznamenána na 4. odběrném místě 11. prosince 2016, a to pouhých 1,9 °C.

6.1.2 Rozpuštěný kyslík



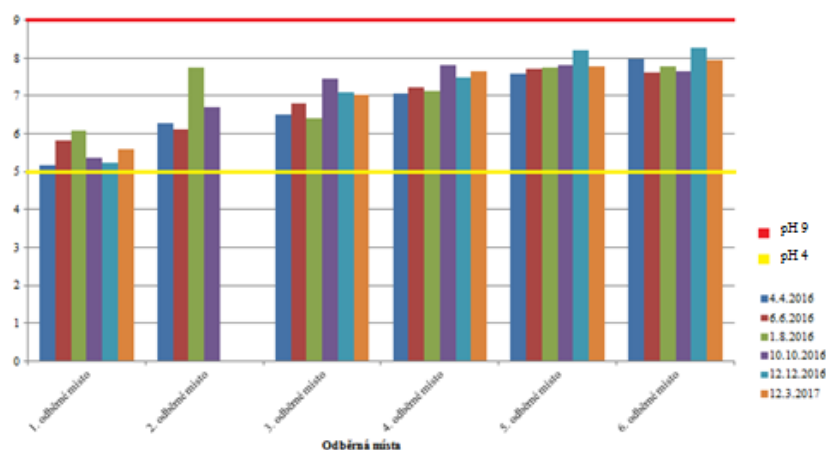
Graf 2. Obsah rozpuštěného kyslíku – 401/2015 Sb.

Limitní hranice pro roční průměrnou hodnotu rozpuštěného kyslíku, pod kterou by neměly koncentrace O₂ klesnout, jak stanovuje příloha č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb., je 9 mg/l. Jak je vidět z Grafu 2, průměrná koncentrace O₂ nad touto hranicí byla zjištěna pouze na 5. a 6. odběrném místě s hodnotami 9,8 a 9,3 mg/l, odběrná místa 3. a 4. se drží se svou průměrnou hodnotou na hranici 9 mg/l. Koncentrace rozpuštěného

kyslíku na 1. a 2. odběrném místě se nacházejí pod limitní hranicí a to s hodnotami 7,2 a 7,8 mg/l O₂ v průměru za rok a tudíž nesplňují limit určený přílohou č. 3 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Důvodem nižší koncentrace rozpuštěného kyslíku na 1. odběrném místě je nespíše zapříčiněn tím, že se jedná o vyvěrající podzemní vodu s nižším obsahem rozpuštěného kyslíku. Dalším důvodem může být snížená difuze kyslíku z atmosféry nebo menší fotosyntetizující činnost rostlin než na následujících odběrných místech (Langhammer, 2002).

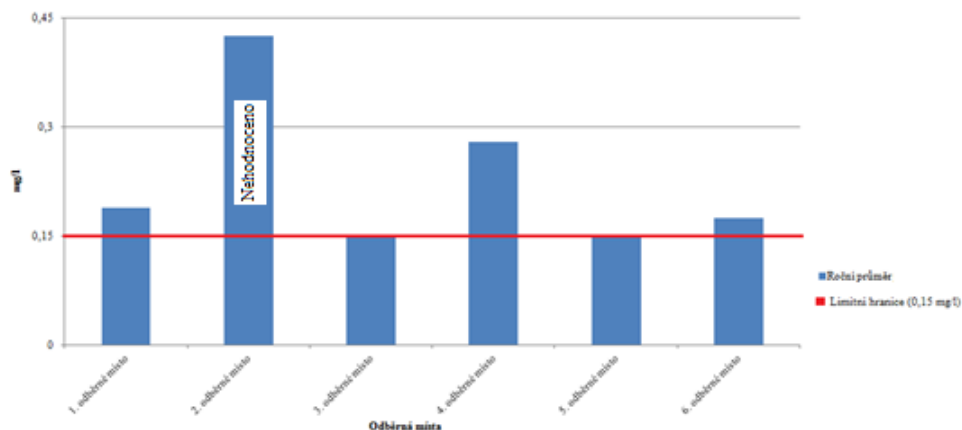
6.1.3 Hodnota pH



Graf 3. Hodnota pH – 401/2015 Sb.

Příloha č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb. stanovuje přípustné roční znečištění povrchové vody u reakce vody (pH) mezi hodnotami 5 – 9. Jak je vidět z Grafu 3, žádné odběrné místo se svou hodnotou pH z tohoto rozmezí nevychýlilo. Nejbližše se ke spodní hodnotě 5 přiblížila všechna měření na 1. odběrném místě, ostatní zjištěné hodnoty na zbylých odběrných stanovištích se pohybovaly většinou v rozmezí kolem 6 – 8 pH a směrem k ústí se zvyšovaly.

6.1.4 Celkový fosfor



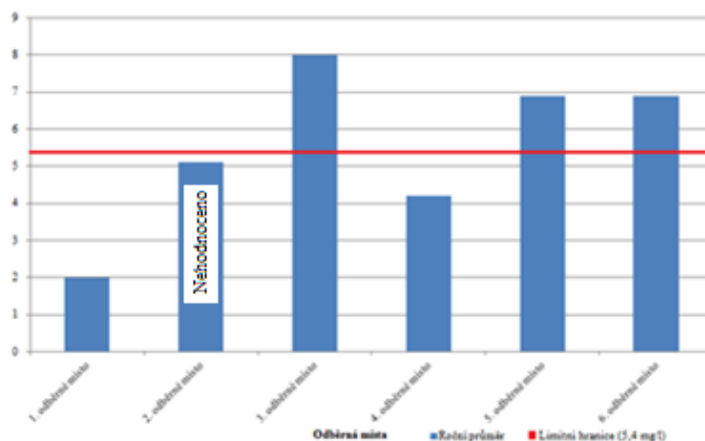
Graf 4. Celkový fosfor – 401/2015 Sb.

K vyhodnocení jakosti povrchové vody podle přílohy č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb. bylo zapotřebí koncentraci fosforečnanů přepočítat na koncentraci celkového fosforu, a to za použití vztahu dle Pittera (2009).

Příloha č. 3 k Nařízení vlády 401/2015 Sb. stanovuje 0,15 mg/l $P_{\text{celk.}}$ jako limitní hranici průměrného ročního znečištění. Z Grafu 4 je patrné, že tato hranice nebyla překročena pouze na 3. a 5. odběrném místě, ovšem i tyto zjištěné koncentrace se pohybovaly na hranici limitní hodnoty. Nejnižší obsah 0,149 mg/l $P_{\text{celk.}}$ byl zjištěn na 5. odběrném místě, ale i tak je tato hodnota na samé limitní hranici. Nejvyšší průměrná koncentrace 0,279 mg/l $P_{\text{celk.}}$ na 4. odběrném místě může být způsobena znečištěním z městských odpadních vod obce Příseka a splachem fosforečných hnojiv ze zemědělských pozemků, kterými tok protéká.

Jak uvádí Pitter (2009), v labské vodě v profilu Děčín byla v roce 2000 průměrná koncentrace celkového fosforu 0,22 mg/l, což znamená, že zjištěná nejvyšší průměrná koncentrace 0,279 mg/l $P_{\text{celk.}}$ na 4. odběrném místě je o necelých šest setin mg/l vyšší.

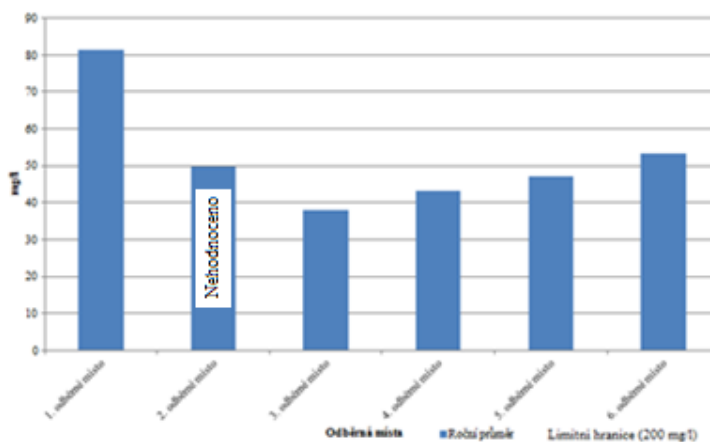
6.1.5 Dusičnanový dusík



Graf 5. Dusičnanový dusík – 401/2015 Sb.

Z Grafu 5 je patrné, že limitní hranice 5,4 mg/l $\text{NO}_3^- - \text{N}$, která je určená přílohou č. 3 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., byla překročena na 3., 5. a 6. odběrném místě a průměrné roční hodnoty obsahu dusičnanového dusíku na těchto místech dosahují výrazněji vyšších hodnot, než na 1., 2. a 4. odběrném místě. To je zapříčiněno nejspíše přítomností dusíkatých hnojiv spláchnutých povrchovým odtokem z okolních polí, kterými tok protéká. Nejvyšší roční průměrný obsah dusičnanového dusíku 8 mg/l byl naměřen na 3. odběrném místě a nejnižší roční průměrná koncentrace 2 mg/l na 1. odběrném místě, což potvrzuje, že obsah dusičnanového dusíku v prostých podzemních a povrchových vodách se vyskytuje většinou v koncentracích řádově v jednotkách mg/l (Hlavínek, Říha, 2006).

6.1.6 Sířany



Graf 6. Sířany – 401/2015 Sb.

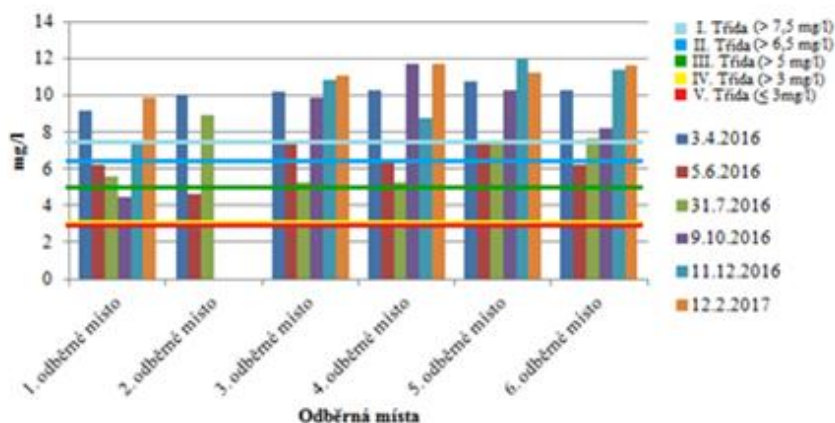
Příloha č. 3 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. stanovuje jako limitní hranici ročního průměrného znečištění povrchové vody sírany 200 mg/l SO_4^{2-} . Jak je vidět v Grafu 6, k tomuto limitu se nepřiblížilo žádné odběrné místo. Nejvyšší průměrný obsah 81,38 mg/l SO_4^{2-} byl naměřen na 1. odběrném místě. Nejnižší průměrný obsah 38,12 mg/l SO_4^{2-} byl zjištěn na 3. odběrném místě. Z Grafu 5 je patrné, že k 3. odběrnému místu koncentrace SO_4^{2-} mírně klesala, naopak dál po proudu od 3. odběrného místa se koncentrace zvyšovala.

Nejvyšší zjištěná hodnota 81,38 mg/l SO_4^{2-} na 1. odběrném místě bude nejspíše způsobena, jak uvádí Heteša, Kočková (1997), zvětráváním hornin a biologickou činností ve zvodněném prostředí, protože kontaminace odpadní vodou je na tomto odběrném místě vyloučena.

6.2 Vyhodnocení dle normy ČSN 75 7221

Jakost vody dle normy ČSN 75 7221 byla klasifikována dle obsahu rozpuštěného kyslíku, elektrolytické konduktivity, celkového fosforu, dusičnanového dusíku a síranů. ČSN 75 7221 rozděluje jakost vody do pěti jakostních tříd, kdy každá třída má své barevné označení, které je taktéž dáno touto normou ČSN 75 7221 (viz podkapitola 3.4.1). V návaznosti na toto barevné značení jsou v grafech terénního monitorování i laboratorních analýz znázorněny mezní hodnoty tříd jakosti vody příslušnou barvou jakostní třídy. Jak je uvedeno v ČSN 75 7221, jakost vody se klasifikuje zvláště pro každý jednotlivý ukazatel nebo je možné pro klasifikaci libovolně vytvářet skupiny ukazatelů a výslednou třídu skupin určit podle nejnepříznivějšího zatřídění u jednotlivých vybraných ukazatelů, ale je nutné dodržet podmínku, aby výsledky stanovení všech ukazatelů obsažených ve skupinách byly klasifikovány ve všech společně hodnocených profilech. Z tohoto důvodu je 2. odběrné místo vyloučeno z tohoto souhrnného hodnocení.

6.2.1 Rozpuštěný kyslík



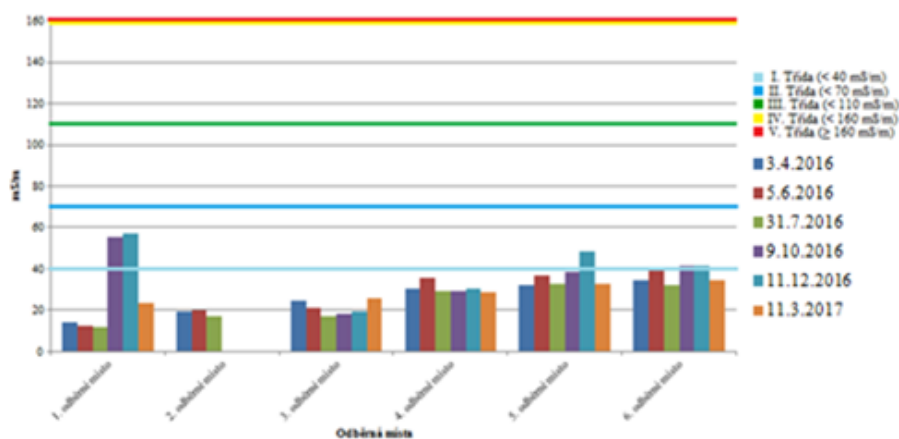
Graf 7. Obsah rozpuštěného kyslíku – ČSN 75 7221

V Grafu 7 jsou zaznamenány zjištěné hodnoty obsahů rozpuštěného kyslíku na všech šesti odběrných místech po celou dobu monitoringu. Nejvyšší koncentrace rozpuštěného kyslíku s hodnotou 11,92 mg/l byla naměřena 11. prosince 2016 na 5. odběrném místě, čímž voda na tomto odběrném stanovišti spadá do I. Třídy (neznečištěná voda). Do I. jakostní třídy (neznečištěná voda), spadá voda na většině odběrných míst ve většině termínů zanesených v Grafu 7, protože neklesají pod hodnotu 7,5 mg/l O₂. Nejnižší koncentrace rozpuštěného kyslíku byla zaznamenána na 1. odběrném místě, a to 9. října 2016 s hodnotou 4,48 mg/l, která řadí vodu v tomto odběrném místě do IV. Třídy (silně znečištěná voda). Z grafu je patrné, že pod limitní hranici IV. Třídy klesla pouze dvě měření a to z 9. října 2016 na 1. odběrném místě a 5. června 2016 na 2. odběrném místě s hodnotami 4,48 mg/l a 4,65 mg/l. Na 1. odběrném místě v termínech 5. června 2016 a 31. července 2016, na 3. odběrném místě 31. července 2016, na 4. odběrném místě 31. července 2016 a na 6. odběrném místě 5. června 2016 klesly koncentrace O₂ pod limitní hranici III. Třídy jakosti povrchové vody.

Vyšší koncentrace O₂ v chladnější části monitorovaného období, oproti koncentracím zaznamenaných v teplejší období monitoringu, potvrzují tvrzení Heteši, Kočkové (1997), že s klesající teplotou obsah rozpuštěného kyslíku ve vodách stoupá. Ze získaných koncentrací O₂ je patrné, že voda je dobře prokysličována, a protože Langhammer (2002) uvádí obsah rozpuštěného kyslíku jako velmi důležitý

indikátor celkové čistoty vody v toku, zle usuzovat, že voda v Příseckém potoce je relativně čistá.

6.2.2 Elektrolytická konduktivita

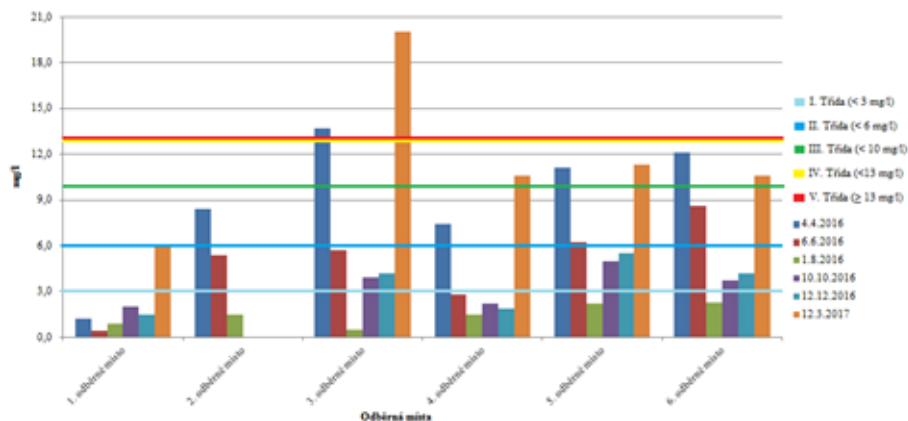


Graf 8. Elektrolytická konduktivita – ČSN 75 7221

Jak je vidět z Grafu 8 nejvyšší hodnota elektrolytické konduktivity (57,3 mS/m) byla naměřena 11. prosince 2016 na 1. odběrném místě stejně jako druhá nejvyšší (55,3 mS/m) ze dne 9. října 2016. Hodnota konduktivity tak na 1. odběrném místě v obou případech odpovídá II. Třídě jakosti (mírně znečištěná voda) povrchové vody s limitní hodnotou < 70 mS/m. Nejnižší hodnota konduktivity (11,7 mS/m) byla naměřena také na 1. odběrném místě, a to 31. července 2016 a řadí tak vodu do I. Třídy jakosti (neznečištěná voda). Z grafu je patrné, že hodnoty konduktivity měřené 11. prosince 2016 na 1., 5. a 6. odběrném místě, spolu s hodnotami zjištěnými 9. října 2016 na 1. a 6. odběrném místě řadí vodu do II. Třídy jakosti povrchové vody.

Jak uvádí Langhammer (2002), zvyšující se hodnota elektrolytické konduktivity indikuje antropogenní znečištění, avšak samotná hodnota konduktivity neurčí přesný charakter znečištění. Monitorovaný tok se však naměřenými hodnotami hodnocenými podle ČSN 75 7221 zařadil do I. Třídy (neznečištěná voda) a II. Třídy jakosti povrchové vody (mírně znečištěná voda).

6.2.3 Dusičnanový dusík



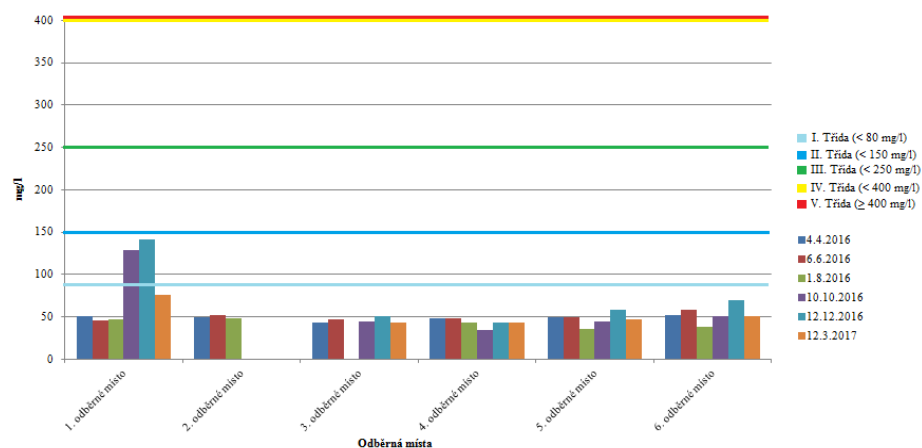
Graf 9. Dusičnanový dusík – ČSN 75 7221

Z Grafu 9 je patrné, že nejvyšší koncentrace 20 mg/l NO_3^- -N, byla zjištěna na 3. odběrném místě 12. března 2017, které řadí vodu z hlediska kvality do V. Třídy jakosti (velmi silně znečištěná voda). Nejnižší zjištěná koncentrace 0,4 mg/l za celé monitorované období, byla naměřena 6. července 2016 na 1. odběrném místě. Z Grafu 9 je také vidět, že nejvyšší obsahy NO_3^- -N byly zaznamenány v jarních měsících březnu a dubnu, v dalších měsících koncentrace NO_3^- -N nepřesáhly hranici III. Třídy jakosti povrchové vody (znečištěná voda), tudíž řadí vodu do II. Třídy jakosti (mírně znečištěná voda). Nejvyšší koncentrace dusičnanového dusíku v měsících březnu a dubnu jsou nejspíše zapříčiněny tím, že rostliny byly stále v nevegetativním stavu. Toto zjištění odpovídá tvrzení Langhammera (2002), že obsah NO_3^- -N ve vegetativním období rostlin (jarních a letních měsících), ve vodách klesá, protože je spotřebováván rostlinami k podpoře jejich růstu, naopak v nevegetativním období (podzimních a zimních měsících) koncentrace NO_3^- -N ve vodách roste. Tomuto tvrzení odpovídá fakt, že koncentrace ve zbylých měsících byly mnohanásobně nižší než právě v měsících dubnu 2016 a březnu 2017. Faktem je, že v posledních několika letech bývají jarní měsíce stále relativně chladné, ale podzimní a první zimní měsíce bývají naopak stále ještě relativně teplé, proto je možné se domnívat, že vegetativní období rostlin může probíhat i v podzimních a brzkých zimních měsících, což by vysvětlovalo nižší koncentrace dusičnanového dusíku i v těchto měsících.

Jak uvádí Havínek, Říha (2004), NO_3^- -N jsou v nízkých koncentracích přítomny téměř ve všech vodách. V povrchových vodách se vyskytují většinou v koncentracích

řádově v jednotkách mg/l. Zjištěné koncentrace zanesené v Grafu 9 tato tvrzení podporují.

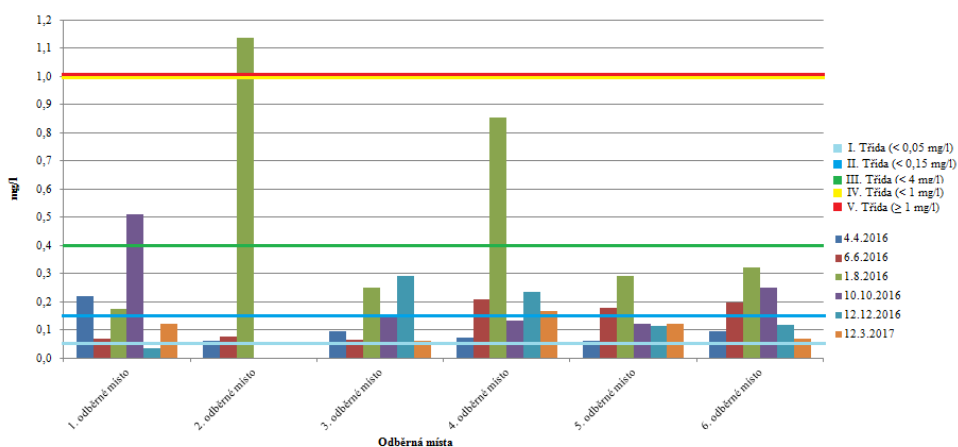
6.2.4 Sírany



Graf 10. Sírany – ČSN 75 7221

Jak uvádí Heteša, Kočková (1997), koncentrace síranů v povrchových vodách se většinou pohybují v hodnotách desítek až stovek mg/l, což hodnoty zanesené do grafu potvrzují. Z Grafu 10 je vidět, že nejvyšší obsah 141,6 mg/l SO_4^{2-} byl zjištěn na 1. odběrném místě 12. prosince 2016, což řadí vodu do II. Třídy jakosti (mírně znečištěná voda). Nejnižší koncentrace 34,1 mg/l SO_4^{2-} byla naměřena na 4. odběrném místě 10. října 2016, voda na tomto odběrném místě tak spadá do I. Třídy jakosti (neznečištěná voda). Z Grafu 10 je také patrné, že hranice 80 mg/l (hranice I. Třídy jakosti) byla překročena pouze při dvou měření a to na 1. odběrném místě ve dnech 10. října a 12. prosince 2016, všechna zbylá měření koncentrací tuto hranici nepřekročily.

6.2.5 Celkový fosfor



Graf 11. Celkový fosfor – ČSN 75 7221

Jak je patrné z Grafu 11 nejvyšší koncentrace 1,135 mg/l $P_{\text{celk.}}$ na 2. odběrném místě a 0,856 mg/l $P_{\text{celk.}}$ na 4. odběrném místě byly zjištěny 1. srpna 2016, což vodu na těchto stanovištích řadí do V. (velmi silně znečištěná voda) a III. (znečištěná voda) jakostní třídy. Nejnižší obsah 0,037 mg/l $P_{\text{celk.}}$ byl zaznamenán 12. prosince 2016 na 1. odběrném místě. Z Grafu 11, je vidět že většina získaných koncentrací řadí vodu do II. (mírně znečištěná voda) a III. (znečištěná voda) Třídy jakosti povrchové vody.

Nejvyšší obsah $P_{\text{celk.}}$ zjištěný právě na 2. a 4. odběrném místě může být způsoben splachem fosfátových hnojiv ze zemědělské půdy vlivem velkého úhrnu srážek v den terénního monitoringu (31. července 2016). U 4. odběrného místa, které se nachází pod obcí Příseka, může být zvýšený obsah fosforečnanů také navíc zapříčiněn, jak uvádí Heteša, Kočková (1997), antropogenní činností, a to z vypouštění odpadních vod z domácností do toku. (Heteša, Kočková, 1997).

6.2.6 Souhrnné zhodnocení kvality povrchové vody dle ČSN 75 7221

V Tabulce 8 je uvedeno souhrnné hodnocení jakosti povrchové vody pro příslušná data a místa odběrů vzorků vody dle normy ČSN 75 7221 *Klasifikace jakosti povrchových vod*. Barevné značení jakostních tříd je dáno normou. Pro souhrnné hodnocení jakosti povrchové vody bylo možné vytvářet skupiny ukazatelů a výslednou třídu skupin určit podle nejnepříznivějšího zařazení u jednotlivých vybraných ukazatelů, ale je nutné dodržet podmínku, aby výsledky stanovení všech ukazatelů

obsažených ve skupinách byly klasifikovány ve všech společně hodnocených profilech. Protože monitoring na 2. odběrném místě proběhl pouze v první polovině sledovaného období, nesplnilo toto odběrné stanoviště podmínku uvedenou v ČSN 75 7221 v odstavci 4.9, tudíž bylo vyřazeno ze souhrného hodnocení.

Tabulka 8. Zařazení vody do jakostních tříd dle data a místa odběru

Zařazení vody do jakostních tříd dle data a místa odběru						
Datum odběru	3.4.2016	5.6.2016	31.7.2016	9.10.2016	11.12.2016	12.3.2017
1. odběrné místo	P _{celk.}	O ₂	O ₂	O ₂ ; P _{celk.}	SO ₄ ²⁻ ; Konduktivita	NO ₃ ⁻ -N
3. odběrné místo	NO ₃ ⁻ -N	O ₂ ; NO ₃ ⁻ -N; P _{celk.}	O ₂	NO ₃ ⁻ -N; P _{celk.}	P _{celk.}	NO ₃ ⁻ -N
4. odběrné místo	NO ₃ ⁻ -N	P _{celk.}	P _{celk.}	P _{celk.}	P _{celk.}	NO ₃ ⁻ -N
5. odběrné místo	NO ₃ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N; P _{celk.}	P _{celk.}	NO ₃ ⁻ -N; P _{celk.}	Konduktivita; NO ₃ ⁻ -N; P _{celk.}	NO ₃ ⁻ -N
6. odběrné místo	NO ₃ ⁻ -N	O ₂ ; NO ₃ ⁻ -N; P _{celk.}	P _{celk.}	P _{celk.}	Konduktivita; NO ₃ ⁻ -N; P _{celk.}	NO ₃ ⁻ -N

Z Tabulky 8 je patrné, že k překročení limitní hranice V. Třídy jakosti (velmi silně znečištěná voda) za celé monitorované období, došlo pouze na 3. odběrném místě. Odběrná místa 1., 4., 5. i 6. přesáhla maximálně hranici IV. Třídy (silně znečištěná voda). Z vybraných ukazatelů jakosti povrchové vody pro hodnocení její kvality se na nejhorším hodnocení podílely především koncentrace celkového fosforu, dusičnanového dusíku a rozpuštěného kyslíku. Za celé sledované období bylo nejvíce znečištěné 3. odběrné místo (nad obcí Příseka), kde byla zjištěna V. Třída jakosti ve dnech 3. dubna 2016 a 12. března 2017, kdy určujícím ukazatelem znečištění byla koncentrace dusičnanového dusíku. Nejlépe bylo hodnoceno 5. odběrné místo (pod bývalým lihovarem), kde byla zaznamenána dvakrát IV. Třída jakosti, zapříčiněná koncentrací dusičnanového dusíku, a to 3. dubna 2016 a 12. března 2017. Nejnepříznivějším ukazatelem řadícím vodu V. Třídy byl dusičnanový dusík. Naopak jako nejpříznivější ukazatel byla hodnocena elektrolytická konduktivita, která byla nejhůře vyhodnocena jako ukazatel II. Třídy (mírně znečištěná voda) jakosti povrchové vody.

7 Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na monitoring kvality vody v Příseckém potoce po dobu jednoho roku. Bylo zvoleno šest odběrných míst, na kterých byl ve dvouměsíčních intervalech prováděn monitoring a odběr vzorků pro laboratorní analýzu prováděnou vždy následující den po odběru. Terénní měření bylo prováděno pomocí přenosného přístroje Hach 30d flexi a jako ukazatele terénního monitoringu kvality vody byly zvoleny hodnota pH, teplota, elektrolytická konduktivita a obsah rozpuštěného kyslíku. Pro zjištění kvality vody pomocí chemické analýzy, která byla prováděna laboratoří Ústavu aplikované a krajinné ekologie Agronomické fakulty Mendelovy Univerzity v Brně, byly jako ukazatele zvoleny koncentrace fosforečnanů (respektive celkového fosforu), dusičnanového dusíku a síranů. Vyhodnocení výsledků bylo provedeno porovnáním s přípustnými hodnotami znečištění dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. a zařazením vody do jakostních tříd určených ČSN 75 7221. Aby bylo možné provést hodnocení jakosti dle ČSN 75 7221 a přílohy č. 3 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. pomocí koncentrace celkového fosforu bylo nutné provést přepočítání z koncentrace fosforečnanů, jak uvádí Pitter (2009). Z důvodu vyschnutí toku na 2. odměrném místě po první polovině monitorovaného období, nebylo toto stanoviště zahrnuto do souhrnného hodnocení jakosti povrchové vody, protože nesplňuje kritérium uvedené v odstavci 4.9 ČSN 75 7221.

Pro celkové vyhodnocení jakosti jednotlivých odběrných stanovišť byla použita ČSN 75 7221 a hodnocení bylo prováděno vždy podle nejnepříznivějšího ukazatele. Nejnepříznivějším ukazatelem řádícím kvalitu vody do V. Třídy jakosti byl nejčastěji dusičnanový dusík, dalšími nejnepříznivějšími ukazateli byly koncentrace celkového fosforu a rozpuštěného kyslíku. Při celkovém vyhodnocení dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. splnily limity určující kvalitu vody na všech odběrných místech teplota, hodnoty reakce vody (pH) a obsah síranů. Oproti tomu limity nesplnily průměrné koncentrace rozpuštěného kyslíku, dusičnanového dusíku a celkového fosforu. Limity průměrné koncentrace O₂ byly překročeny na 1. odběrném místě, limity průměrného obsahu dusičnanového dusíku na 3., 5. a 6. odběrném místě a limity průměrné koncentrace celkového fosforu byly překročeny na 1., 4. a 6. odběrném místě.

Koncentrace dusičnanového dusíku a celkového fosforu byly ukazatele, kteří nejčastěji určovali zařazení vody do nejhorší jakostní třídy. Lze usuzovat, že důvodem zvýšených koncentrací právě těchto dvou ukazatelů, je splach dusíkatých a fosfátových hnojiv ze zemědělských pozemků, kterými tok protéká, případně kontaminace odpadními městskými vodami z obce Příseka. Proto je možné se domnívat, že antropogenní činnost má přímý dopad na kvalitu vody v Příseckém potoce.

8 POUŽITÉ ZDROJE

- HETEŠA, Jiří. *Cvičení z hydrochemie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1981. 83 s.
- HETEŠA, Jiří a Eva KOČKOVÁ. *Hydrochemie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997, 95 s., ISBN 80-715-7289-6.
- HLAVÍNEK, Petr a Jaromír ŘÍHA, JÁNOŠOVÁ, Beáta, ed. *Jakost vody v povodí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006, 242 s.
- HORÁKOVÁ, Marta a Eva KOČKOVÁ. *Analytika vody*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2003. ISBN 80-708-0520-X.
- HUBAČÍKOVÁ, Věra a Petra OPPELTOVÁ. *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-243-9.
- KÁŠ, Jan, Milan KODÍČEK a Olga VALENTOVÁ. *Laboratorní techniky biochemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN 80-7080-586-2.
- LANGHAMMER, Lukáš. *Kvalita povrchových vod a jejich ochrana*. Praha, 2002. Výukový materiál. Univerzita Karlova.
- LEŠKO, Juraj, Jan TRŽIL a Jaroslav ULLRYCH. *Obecná chemie*. 3. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2011. ISBN 978-80-248-2397-3.
- OPPELTOVÁ, Petra. *Ochrana vodních zdrojů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-218-2.
- PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2009. ISBN 978-80-7080-701-9.
- Straka, Pavel. (1995) *Obecná chemie*, Litomyšl, Paseka.
- FUSÁN, Oto a kol.: *Geologická mapa České republiky. Geologická mapa Slovenské republiky* [1:1 000 000]. 4. vydání. Praha: Český geologický ústav, 1993. ISBN 80-7075-145-2.
- CULEK, Martin. *Biogeografické regiony České republiky*. Brno: Masarykova univerzita, 2013. ISBN 978-80-210-6693-9.
- TOLASZ, Radim. *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.
- PROKOP, Jaroslav a František BRTVA, ed. *Hydrologické poměry Československé socialistické republiky: Díl I. - mapy*. Praha: Ústřední správa geodézie a kartografie, 1965. 10 map.

ZÍTEK, Josef. *Hydrologické poměry Československé socialistické republiky: Díl I. - text*. Praha: Hydrometeorologický ústav, 1965. 414 s.

KOVAŘÍK, Radim. *Monitoring jakosti vody ve vybraném toku*. Brno, 2016. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, 67 s.

Právní předpisy

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Zákona č. 150/2010 Sb., zákon, kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů.

Nařízení vlády č. 117/2014 Sb., nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů, a nařízení vlády č. 479/2009 Sb., o stanovení důsledků porušení podmíněnosti poskytování některých podpor, ve znění pozdějších předpisů.

Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů.

Elektronické zdroje

RUDA, Aleš. *Klimatologie a hydrogeografie pro učitele* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2014 [cit. 2017-03-13]. ISSN 1802-128X. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/07-voda.html

Geomorfologické členění České republiky [online]. Ostrava: Brandos, 2006 [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://www.treking.cz/regiony/subprovincie.htm>

Charakteristické údaje o toku: Voda.chmi.cz [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://voda.chmi.cz/opv/index.html>

9 SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

9.1 Seznam tabulek

Tabulka 1. Limitní hodnoty vybraných faktorů jakosti vod dle ČSN 75 7221.....	21
Tabulka 2. Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a vod užívaných pro vodárenské účely, koupání osob a lososové a kaprové vody, vztahující se k místu odběru vody pro úpravu na vodu pitnou, místu provozování koupání, respektive k úseku vodního toku stanoveného jako lososová nebo kaprová voda.	21
Tabulka 3. Obsah kyslíku v závislosti na teplotě vody (Heteša, Kočková, 1997)..	28
Tabulka 4. Zařazení zájmového území do geomorfologické taxonomie (http://www.treking.cz/ , 2017).....	33
Tabulka 5. Klimatická charakteristika mírně teplých oblastí dle Quitta (Tolasz, 2007)	34
Tabulka 6. Průměrné měsíční teploty vzduchu dle monitorovaných měsíců (Tolasz, 2007)	35
Tabulka 7. Průměrné měsíční úhrny srážek dle monitorovaných měsíců (Tolasz, 2007)	35
Tabulka 8. Zařazení vody do jakostních tříd dle data a místa odběru	54

9.2 Seznam obrázků

Obrázek 1. Povodí Příseckého potoka s vyznačenými odběrnými místy	32
Obrázek 2. Důkaz přítomnosti síranů ve vzorku vody (Foto Autor, 2017)	39
Obrázek 3. Pramen Příseckého potoka (Foto Autor, 2017)	39
Obrázek 4. Pod Hraničním rybníkem (Foto Autor, 2017)	40
Obrázek 5. Nad obcí Příseka (Foto Autor, 2017)	40
Obrázek 6. Pod obcí Příseka (Foto Autor, 2017).....	41
Obrázek 7. Pod bývalým lihovarem (Foto Autor, 2017)	41
Obrázek 8. Ústí Příseckého potoka do řeky Jihlavy (Foto Autor, 2017).....	42

9.3 Seznam grafů

Graf 1.	Teplota – 401/2015 Sb.....	44
Graf 2.	Obsah rozpuštěného kyslíku – 401/2015 Sb.....	44
Graf 3.	Hodnota pH – 401/2015 Sb.	45
Graf 4.	Celkový fosfor – 401/2015 Sb.....	46
Graf 5.	Dusičnanový dusík – 401/2015 Sb.	47
Graf 6.	Sírany – 401/2015 Sb.....	47
Graf 7.	Obsah rozpuštěného kyslíku – ČSN 75 7221	49
Graf 8.	Elektrolytická konduktivita – ČSN 75 7221.....	50
Graf 9.	Dusičnanový dusík – ČSN 75 7221	51
Graf 10.	Sírany – ČSN 75 7221	52
Graf 11.	Celkový fosfor – ČSN 75 7221.....	53

Přílohy

Příloha 1: Naměřené koncentrace vybraných ukazatelů jakosti vody seřazené podle stanovišť odběru a termínu stanovení s barevným vyznačením jakostních tříd dle normy ČSN 75 7221

Stanovení	Rozpuštěný kyslík O ₂ [mg/l]					
	3. 4. 2016	5. 6. 2016	31. 7. 2016	9. 10. 2016	11. 12. 2016	12. 3. 2017
1. Odběrné místo	9,12 mg/l	6,25 mg/l	5,56 mg/l	4,48 mg/l	7,59 mg/l	9,91 mg/l
2. Odběrné místo	10,05 mg/l	4,65 mg/l	8,88 mg/l	-	-	-
3. Odběrné místo	10,15 mg/l	7,32 mg/l	5,23 mg/l	9,91 mg/l	10,86 mg/l	11,09 mg/l
4. Odběrné místo	10,27 mg/l	6,33 mg/l	5,26 mg/l	11,70 mg/l	8,72 mg/l	11,66 mg/l
5. Odběrné místo	10,77 mg/l	7,37 mg/l	7,39 mg/l	10,29 mg/l	11,92 mg/l	11,21 mg/l
6. Odběrné místo	10,29 mg/l	6,24 mg/l	7,67 mg/l	8,24 mg/l	11,38 mg/l	11,64 mg/l

Stanovení	Elektrolytická konduktivita [mS/m]					
	3. 4. 2016	5. 6. 2016	31. 7. 2016	9. 10. 2016	11. 12. 2016	12. 3. 2017
1. Odběrné místo	13,92	12,33	11,74	55,30	57,30	23,50
2. Odběrné místo	19,28	19,79	16,78	-	-	-
3. Odběrné místo	24,60	20,91	17,25	18,11	19,22	25,90
4. Odběrné místo	30,40	35,40	29,30	29,40	30,40	28,70
5. Odběrné místo	31,90	36,80	32,60	38,60	48,20	33,00
6. Odběrné místo	34,20	39,80	32,00	41,30	41,60	34,50

Stanovení	Dusičnanový dusík NO ₃ ⁻ - N [mg/l]					
	3. 4. 2016	5. 6. 2016	31. 7. 2016	9. 10. 2016	11. 12. 2016	12. 3. 2017
1. Odběrné místo	1,2	0,4	0,9	2,0	1,5	6,0
2. Odběrné místo	8,4	5,4	1,5	-	-	-
3. Odběrné místo	13,7	5,7	0,5	3,9	4,2	20,0
4. Odběrné místo	7,4	2,8	1,5	2,2	1,9	10,6
5. Odběrné místo	11,1	6,2	2,2	5,0	5,5	11,3
6. Odběrné místo	12,1	8,6	2,3	3,7	4,2	10,6

Stanovení	Sířany SO ₄ ²⁻ [mg/l]					
	Datum	3. 4. 2016	5. 6. 2016	31. 7. 2016	9. 10. 2016	11. 12. 2016
1. Odběrné místo	50,4	45,5	46,7	128,2	141,6	75,9
2. Odběrné místo	49,5	51,9	48,1	-	-	-
3. Odběrné místo	43,7	47,2	Bez zákalu	44,3	50,3	43,2
4. Odběrné místo	47,7	47,8	42,7	34,1	43,4	42,9
5. Odběrné místo	49,0	49,0	35,1	44,0	57,9	47,4
6. Odběrné místo	51,8	58,5	38,1	50,5	70,0	50,6

Stanovení	Celkový fosfor P _{celk.} [mg/l]					
	Datum	3. 4. 2016	5. 6. 2016	31. 7. 2016	9. 10. 2016	11. 12. 2016
1. Odběrné místo	0,221	0,069	0,174	0,512	0,037	0,120
2. Odběrné místo	0,061	0,078	1,135	-	-	-
3. Odběrné místo	0,097	0,064	0,252	0,149	0,290	0,060
4. Odběrné místo	0,073	0,209	0,856	0,134	0,236	0,167
5. Odběrné místo	0,062	0,177	0,293	0,123	0,113	0,123
6. Odběrné místo	0,094	0,196	0,321	0,251	0,117	0,067