

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



**Posouzení kvality Sněžného potoka – od pramene až
za první urbanizovanou oblast**

**Quality evaluation of Snezny potok water spring – from well
spring beyond the first urbanized area**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Bakalant: Nikita Havelka Macola

Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nikita Havelka Macola

Aplikovaná ekologie

Název práce

Posouzení kvality Sněžného potoka – od pramene až za první urbanizovanou oblast

Název anglicky

Quality evaluation of Snezny potok water spring – from well spring beyond the first urbanized area

Cíle práce

Porovnání kvality vody mezi prameništěm a koncem urbanizovaného území (soukromé a malé rekreační objekty vybavené pouze rodinnými čističkami odpadních vod bez napojení na kanalizaci) a vliv turistických sezón na kvalitu vody.

Metodika

- 1) Vypracování harmonogramu měření kvality vody (zátěžové dny – turistická obsazenost, všední dny vs. víkendové dny, roční období)
- 2) Definování odběrových míst
- 3) Sběr vzorků a jejich analýza
- 4) Vyhodnocení dat
- 5) Závěry / doporučení

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

Kvalita, voda, znečištění

Doporučené zdroje informací

- DOHÁNYOS, M. – STRNADOVÁ, N. – KOLLER, J. *Čištění odpadních vod*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1994. ISBN 80-7080-207-3.
- SOJKA, J. *Čistírny odpadních vod : pro rodinné domy*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4504-6.
- VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD DO VOD POVRCHOVÝCH A KANALIZACÍ (2007 : PRAHA, ČESKO), – ČESKÁ VĚDECKOTECHNICKÁ VODOHOSPODÁŘSKÁ SPOLEČNOST. ODBORNÁ SKUPINA ODPADNÍ VODY A ČIŠTĚNÍ VOD, – GLOBAL WATER PARTNERSHIP. *Vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizací : seminář : 13.11.2007, Klub techniků, Praha*. [Praha: Český svaz vědeckotechnických společností, 2007. ISBN 978-80-02-01975-6.
- ŽIVÁ VODA (2. : 1997 : PRAHA, ČESKO), – KOŽÍŠEK, F. – ČESKÁ VĚDECKOTECHNICKÁ VODOHOSPODÁŘSKÁ SPOLEČNOST, – NADACE AQUA SANA – ZDRAVÁ VODA. *Živá voda 97 : nové poznatky o kvalitě a vlastnostech vody : sborník přednášek ze semináře uspořádaného Českou vědeckotechnickou vodohospodářskou společností a Nadací Aquasana v Praze 13.11.1997 = Living water 97 : new knowledge on water qualities : proceedings of a seminar organized by the Czech Scientific Water Management Society and the Aquasana Foundation, and held in Prague, November 13, 1997*. [S.l.]: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, 1997. ISBN 80-02-01192-9.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 5. 12. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 12. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 21. 02. 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „Posouzení kvality Sněžného potoka – od pramene až za první urbanizovanou oblast“ vypracovala samostatně, pod vedením doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D. a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne: 29. 3. 2023

Podpis:

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D. za jeho cenné rady, ochotu a trpělivost při zpracovávání této práce. Děkuji Ondřejovi Malému za pomoc při laboratorních analýzách. Dále bych chtěla poděkovat svým úžasným rodičům a manželovi Tomášovi za lásku, psychickou podporu a za finanční pomoc během celého mého studia.

Abstrakt

V bakalářské práci se zabývám zkoumáním kvality Sněžného potoka. Cílem této práce je monitoring kvality vody v potoce během jednoho roku, v letních a zimních měsících, na prameni a pod rekreačními domy vybavenými rodinnými čističkami. Práce je zaměřena na analyzování, posuzování a porovnávání základních parametrů. Zvolenými parametry jsou pH, vodivost, celkový dusík, celkový fosfor, celkové železo, chemická spotřeba kyslíku, amoniakální dusík, dusitanový dusík, fosforečnany, dusičnanový dusík, chloridy, KNK, a nerozpuštěné látky. Literární rešerše se vztahuje k tématu o povrchových vodách, kvality a znečištění vody. Získané výsledky jsou vyhodnoceny podle ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod a jsou srovnány s hodnotami přípustného znečištění povrchových vod z nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Klíčová slova

kvalita vody, znečištění, povrchové vody, rodinné čistírny odpadních vod, Sněžný potok

Abstract

This bachelor thesis deals with enquiry of „Sněžný potok“ brook quality. The goal of this work is monitoring of water quality in brook during a year, in summer and winter months, at brook's spring and at lower part after passing recreational buildings equipped with wastewater treatment plants. The work is focused on analysis, assessment and comparison of basic parameters. Chosen parameters are pH, conductivity, total nitrogen, total phosphorus, total iron, chemical oxygen demand, ammoniacal nitrogen, nitrite nitrogen, phosphates, nitrate nitrogen, chlorides, acid neutralizing capacity and insolubles. The literature research is related to the topic of surface water, water quality and pollution. Obtained results are evaluated according to ČSN 75 7221 Classification of surface water quality and compared with limits of allowed surface water pollution according to government regulations nr. 401/2015.

Key words

water quality, pollution, surface water, family wastewater treatment plants, river Sněžný

OBSAH

1 ÚVOD	1
2 CÍL PRÁCE	2
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE	3
3. 1. VODA V PŘÍRODĚ	3
3. 2. ZÁKON O VODÁCH.....	3
3. 3. DUHY VOD	3
3. 3. 1. <i>Povrchová voda</i>	3
3. 3. 2. <i>Podzemní voda</i>	3
3. 3. 3. <i>Odpadní vody</i>	4
3. 3. 4. <i>Atmosférická voda</i>	4
3. 4. VODNÍ TOKY.....	5
3. 5. STOJATÉ VODY	5
3. 6. DRUHY ZNEČIŠTĚNÍ	5
3. 6. 1. <i>Znečištění povrchových vod</i>	5
3. 6. 2. <i>Znečištění ze zemědělství</i>	5
3. 6. 3. <i>Eutrofizace</i>	6
3. 6. 4. <i>Znečištění z průmyslu</i>	6
3. 6. 5. <i>Samočistící schopnost vody</i>	6
3. 7. OCHRANA VOD.....	6
3. 7. 1. <i>Ochrana vodních toků a koryt</i>	7
3. 7. 2. <i>Programy opatření</i>	7
3. 8. KVALITA POVRCHOVÝCH VOD, KONTROLA A KLASIFIKACE	7
3. 8. 1. <i>Charakteristiky jednotlivých tříd jakosti podle normy ČSN 75 7221:</i>	7
3. 8. 2. <i>Voda v Krkonoších</i>	8
3. 9. SLEDOVANÉ PARAMETRY KVALITY VODY A JEJICH CHARAKTERISTIKA	8
3. 9. 1. <i>pH (tj. reakce vody)</i>	8
3. 9. 2. <i>Konduktivita</i>	8
3. 9. 3. <i>Celkový dusík</i>	9
3. 9. 4. <i>Celkový fosfor a fosforečnany</i>	9
3. 9. 5. <i>Celkové železo</i>	9
3. 9. 6. <i>Chemická spotřeba kyslíku</i>	9
3. 9. 7. <i>Amoniakální dusík</i>	9
3. 9. 8. <i>Dusičnanový dusík</i>	9
3. 9. 9. <i>Dusitanový dusík</i>	10
3. 9. 10. <i>Chloridy</i>	10
3. 9. 11. <i>KNK</i>	10
3. 9. 12. <i>Nerozpuštěné látky</i>	10
3. 10. 1. <i>Druhy ČOV</i>	11
3. 11. 1. <i>Povolení domácí čistírny odpadních vod</i>	12
4 METODIKA	13
4. 1. PŘÍRODNÍ POMĚRY ODBĚROVÝCH MÍST	14
4. 1. 1. <i>Geomorfologické začlenění odběrných míst</i>	14
4. 1. 2. <i>Pedologické poměry</i>	14
4. 1. 3. <i>Klimatické poměry</i>	15
4. 1. 4. <i>Hydrologické poměry</i>	16
4. 2. POPIS ODBĚRNÝCH MÍST	16

4. 2. 1. Úprava vody ve zkoumané oblasti	17
4. 3. 1. Pramen Sněžného potoka	20
4. 3. 2. Prkenný Důl	20
4. 3. PRÁCE V TERÉNU	21
4. 4. PRÁCE V LABORATOŘI	21
4. 4. 1. Stanovení vodivosti	21
4. 4. 2. Stanovení N_{cel}	21
4. 4. 3. Stanovení P_{cel}	21
4. 4. 4. Stanovení Fe_{cel}	21
4. 4. 5. Stanovení $CHSK_{Cr}$	22
4. 4. 6. Stanovení $N-NH_4$	22
4. 4. 7. Stanovení $N-NO_2$	22
4. 4. 8. Stanovení $P-PO_4$	22
4. 4. 9. Stanovení $N-NO_3$	22
4. 4. 10. Stanovení Cl^-	22
4. 4. 11. Stanovení KNK	22
5 VÝSLEDKY	23
5. 1. GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ SLEDOVANÝCH HODNOT	23
5. 2. SOUHRNNÉ VYHODNOCENÍ A DISKUZE	36
6 ZÁVĚR	38
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
8 SEZNAM POUŽITÉ LEGISLATIVY	40
9 SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	40
10 SEZNAM OBRÁZKŮ	40
11 SEZNAM GRAFŮ	40
12 SEZNAM TABULEK	41
13 SEZNAM MAP	41

1 ÚVOD

Voda je jedním ze základních složek životního prostředí a podmiňuje život na Zemi. Je to průhledná kapalina, bez chuti, bez vůně a zápachu. Lidský organismus je tvořen až ze 2/3 vodou. Například v mozku se nachází až 80% vody. Je všudypřítomná a je důležitá při každém tělním procesu. Většina lidí v moderním světě ji bere jako samozřejmost, avšak voda se každým dnem stává vzácnější. Její množství a dostupnost hrají velkou roli v osidlování. Nároky nynějšího světa jsou vyšší a zároveň probíhají výraznější změny klimatu, ať už v podobě četnějších či téměř žádných srážek.

Česká republika se nachází v „srdci Evropy“, tudíž zde pramení a protéká mnoha řek. Ochrana vodního bohatství je tedy důležitá i z mezinárodního měřítka. Pro udržitelné hospodaření s vodou je důležitý monitoring kvality, kvantity a zkoumání vzešlých výsledků, o které se stará Český hydrometeorologický ústav. Existuje několik možností znečištění vody. Nejznámější je eutrofizace, ale i znečištění vzniklá v důsledku těžby, průmyslu, dopravy, havárie a přirozených zdrojů. Snížení znečištění z odpadních vod je řešeno čistírnami odpadních vod. Domy bez napojení na kanalizaci musí být vybaveni domovní čistírnou odpadních vod či akumulací v žumpách a jejich následným vývozem.

Výrobce takových domácích čističek Ekocis uvádí, že jejich účinnost dosahuje až k 97%. Takto čistá voda se dá následně využívat. Jak je tomu však v mém výzkumu?

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je sledování i porovnání vybraných ukazatelů kvality vody na prameništi a konci urbanizovaného území v průběhu jednoho roku (léto 2021 a zima 2021). Pramen vytéká ze zemského povrchu v nejkldnější zóně Krkonošského národního parku a stéká klidnou krajinou až k urbanizovanému místu v Prkenném dole. Tady se nachází soukromé i rekreační objekty, které jsou vybavené domácími čističkami odpadních vod. Konečným cílem je získat informaci o tom, zda tyto domácí čistírny opravdu fungují a nedochází tak ke kontaminaci potoka.

Součástí práce je i odběr vzorků vody ze Sněžného potoka, které byly poslány do laboratoře Mendelovy univerzity v Brně. Výsledky sledovaných hodnot jsou vyhodnoceny dle ČSN 75 7221 a dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Literární rešerše je zpracovaná podle studia odborné literatury a zaměřuje se na kvalitu povrchových a odpadních vod.

3. 1. Voda v přírodě

Voda tvoří základní podmínku života. Lidské tělo je až z 70% tvořeno vodou, bez ní by člověk dlouho nevydržel. Voda pokrývá více než 71% zemského povrchu. Z 97% jsou to moře a oceány, zbytek 3 % sladké vody. Zdroje vody mohou být podzemní i povrchové, nicméně pro konzumaci se hodí pouze mizivé procento vody na Zemi. Také proto zhruba pětina obyvatel Země nemá v současnosti odpovídající přístup k nezávadné pitné vodě (Srnáček, 2022).

3. 2. Zákon o vodách

Hlavním cílem zákona č. 254/2001 Sb. je ochrana všech povrchových a podzemních vod. Zákon tyto vody chrání z důvodu nenahraditelné složky životního prostředí. Dále chrání přírodní zdroje a stanovuje podmínky pro správné hospodaření s vodními zdroji, aby nedošlo k vyčerpání zdrojů a předcházelo se tak stavu s nedostatkem vody. Dalším cílem tohoto zákona je zlepšení jakosti povrchových i podzemních vod, celkové snížení negativních vlivů jako jsou povodně nebo naopak sucho. V neposlední řadě se zákon zabývá zajištěním bezpečnosti vodních děl, aby bylo vše v souladu s právem Evropských společenství (Zákon č. 254/2001 Sb., §1).

3. 3. Duhy vod

Voda lze rozdělit do několika skupin, dle jednotlivých kritérií. Podle původu vodu dělíme na přírodní a odpadní. Podle místa výskytu (či původu) dělíme na vodu odpadní a přírodní. Způsobem, jakým je s vodou nakládáno, můžeme vodu rozdělit na pitnou, užitkovou, provozní a odpadní. (Živá voda, 1977).

3. 3. 1. Povrchová voda

Za povrchovou vodu jsou považovány vody, které se přirozeně vyskytují na zemském povrchu. Pokud vody přechodně protékají zakrytými úseky nebo dutinami přirozeného původu, svůj charakter tak neztrácejí (Zákon č. 254/2001 Sb., § 2).

Povrchové vody můžeme rozdělit na vody mořské a kontinentální, tj. vodní toky, nádrže, rybníky, jezera, mokřady a periodické tůně.

Tento druh vod má velice proměnlivé složení a kvalitu. Vzniká kombinací srážkové i podzemní vody. Mnohdy může být voda znečištěná protékáním přes průmyslové zóny či oblastmi se špatnou funkcí čistíren. Povrchová voda má do jisté míry samočistící schopnost, která je ale závislá na přítomnosti kyslíku. K posouzení kvality povrchových toků máme řadu ukazatelů, které následně rozlišujeme do čtyř stupňů čistoty vody (Živá voda, 1977).

3. 3. 2. Podzemní voda

Voda, která se přirozeným způsobem vyskytuje pod zemským povrchem, je definována jako voda podzemní. V podzemí dochází ke styku vody s horninami v nasyceném pásmu. Vody vyskytující se ve studních či protékající drenážním systémem jsou taktéž považovány za vody podzemní. Veškeré zdroje podzemních vod mají přednostní vyhrazení z důvodů zásobení obyvatelstva pitnou vodou. Tento druh vody lze využít i k jiným účelům, avšak za povolení vodoprávního úřadu, nedojde-li k narušení uvedených potřeb. (Zákon č. 254/2001 Sb., § 2).

Podzemní voda vzniká prosakováním srážkových a povrchových vod. Po kontaktu s půdou dochází k filtraci – mineralizace rozpuštěných látek dochází za

přítomnosti půdních mikrobů. Kvalita podzemní vody se odvíjí od kvality podloží. Podzemní vodu můžeme rozdělit na podzemní průlinovou, puklinovou a krasovou. Vše záleží na propustnosti podloží. Vody prosté a minerální rozdělujeme na základě chemického složení. K ovlivnění chemického složení dochází za působnosti horninového prostředí spolu se směsí srážkových a povrchových vod. Minerální vody mají vyšší koncentraci solí a mnohdy mají léčivý účinek (Hubačíková, Oppeltová, 2008).

3. 3. 3. Odpadní vody

Vody vzniklé v průmyslových a obytných částí, v zemědělství a ve zdravotnictví jsou považovány za vody odpadní. Odpadní voda vzniká tehdy, pokud po použití dojde ke změně jakosti (např. teplota či složení) nebo ke styku se srážkovými vodami. Vody vzniklé průsakem ze skládek odpadů či odkališť jsou také považovány za vody odpadní. Mezi výjimku patří voda, která vznikla během péče o skládky, které mají zpětné využití pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních (zákon č. 254/2001 Sb., §38).

Tento druh vod rozdělujeme na městské a průmyslové. Městské vody jsou vypouštěny z různých domácností a služeb. Jedná se o splašky, ale i směsi s dešťovými vodami (Český svaz vědeckotechnických společností, 2007).

Průmyslové vody jsou vypouštěny použité a znečištěné, které vznikly během výrobního procesu. Představují daleko větší nebezpečí pro životní prostředí, jelikož obsahují řadu jedovatých látek nebo mohou zapříčinit kontaminaci půdy i spodní vody. Tyto vody tedy musí být odváděny do čistíren odpadních vod (ČOV), kde jsou speciálními metodami zneutralizovány. Patří sem i odpadní voda ze zemědělské činnosti (ČPZP, 2022).

3. 3. 3. 1. Poplatky za vypouštění odpadních vod do vod povrchových

„Poplatníkem poplatku za vypouštění odpadních vod do vod povrchových je ten, kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových“ (zákon č. 254/2001 Sb., §89).

Výše poplatku se skládá z dílčích základů poplatků. Mezi dílčí poplatky patří objem odpadních vod v m³ a celkové množství jednotlivého znečištění. Poplatník může snížit dílčí základ poplatku z jednotlivého znečištění o celkové množství tohoto znečištění obsažené v odebrané vodě, ze které se stala vypouštěná odpadní voda. Pro výpočet poplatku celkového množství jednotlivého znečištění v jednotkách kg se vypočítá jako součin podílu znečištění za předchozí poplatkové období a počtu dní daného období (zákon č. 254/2001 Sb., §89e).

3. 3. 4. Atmosférická voda

Srážková neboli atmosférická voda se vyskytuje v ovzduší, v podobě vodních par. Kondenzací těchto par vznikají srážky. Tyto srážky jsou kapalné formy (mlha, rosa, déšť) nebo pevné formy (námraza, sníh, kroupy). Dále mohou vznikat srážky horizontální (rosa, jinovatka, námraza) nebo srážky vertikální (sníh a déšť). Chemické složení srážek je ovlivněno složením spodní a střední vrstvy atmosféry. Svými vlastnostmi se podobá vodě destilované, je velmi mělká a nevhodná k pití. Její čistotu ovlivňuje ovzduší, v průmyslových zónách s velkým znečištěním vzduchu a přítomností oxidu síry a dusíku vznikají kyselá deště, které jsou škodlivé zejména pro vegetaci. Srážky s největším znečištěním najdeme v blízkosti průmyslových center a nejmenším znečištěním v horských oblastech (ČPZP, 2022).

3. 4. Vodní toky

Povrchové vody, které tečou vlastním spádem v korytě trvale nebo převažující část roku jsou definovány jako vodními toky. Součástí jsou i vody, které jsou uměle vzduté, slepá ramena a úseky přechodně tekoucí s dutinami přirozeného původu pod zemským povrchem či zakrytými úseky (zákon č. 254/2001 Sb. § 43).

Přirozenost vodního toku určuje, zda protéká zcela přirozeným korytem bez úprav (horské potoky, řeky a bystřiny) nebo je vodní tok uměle regulován (tj. různé formy kanálů). Setkání vodních toků probíhá v tzv. povodích a vznikají tím říční a hydrografické sítě. Do hlavního povodí Evropy patří i několik toků pramenících na území České republiky. Hovoříme o povodí Labe, které spadá do úmoří Severního moře, dále povodí Odry – spadá do úmoří Baltského moře a také povodí Dunaje – spadá do úmoří Černého moře (Hubačíková, Oppeltová, 2008).

3. 5. Stojaté vody

Tím se rozumí vodní plochy, kterými soustavně neprotéká voda. Vnikly v důsledku zadržení vody v krajině, vybudováním hrází nebo ve sníženině, kam se dostala voda. Patří sem stojaté vody přirozené (moře, jezera, močály) i umělé (nádrže a rybníky). Umělé nádrže plní především zadržovací funkci: pochyť velké a nebezpečné množství srážkové vody, současně plní zásobní funkci k využití vody v době jejího nedostatku. Plní však i další funkce, jakými jsou: průmyslové, zemědělské, plavební, rekreační, ale i energetické (Hlavínek, Říha, 2004).

Přirozené stojaté vody jsou nedílnou součástí naší krajiny. Ovlivňují mikroklima, soustředí se zde fauna i flóra tohoto habitatu. Výměna látek s okolím je v těchto vodách většinou omezená, a tak se tyto oblasti považují za uzavřený ekosystém. Dle několika cirkulací se voda pohybuje různými směry, ale pomalu a omezeně (Kopp, Němec, 2012).

3. 6. Druhy znečištění

3. 6. 1. Znečištění povrchových vod

K znečištění dochází změnami všech chemických, fyzikálních a biologických vlastností vody, které se liší od normální, tzv. přírodního stavu. Nečistoty způsobující změnu vlastností mohou být anorganického i organického původu. Může se však jednat i o léky, barviva, hnojiva, látky karcinogenních mutagenních vlastností. Do vody se mohou dostat například haváriemi.

Z hlediska vlastností znečišťujících látek dělíme znečištění na fyzikální, chemické a organické. K největšímu znečištění dochází v blízkosti zemědělské činnosti, průmyslových zón, dopravy i těžby surovin (Hubačíková, Oppeltová, 2008).

3. 6. 2. Znečištění ze zemědělství

Zemědělství využívá až 70% světových vod. Zároveň patří k největšímu znečišťovateli vody. Největším problémem je živočišná výroba. Zvířatům se podávají různé formy antibiotik a hormonů, které později skončí v biologickém odpadu ve formě spalovacích jam nebo jako organický hnůj na poli. Hlavním zdrojem jsou průmyslová hnojiva, u kterých dochází k snadnému vyplavení či spláchnutí. Při smíchání se srážkovou vodou se infiltrují do podzemních vod (Hydrotech, 2023).

3. 6. 3. Eutrofizace

Jedná se o proces, kdy dochází k obohacení vody o živiny, především o dusík a fosfor. Rozlišujeme dva typy eutrofizace.

1. *Přirozený typ* – kdy hlavním zdrojem je tzv., přirozený výplach živin z půdy a rozklad mrtvých organismů.

2. *Nepřirozený typ* – Ten je způsoben antropogenní činností. Živiny nejčastěji pocházejí ze zemědělské výroby (hnojiva NPK, biologický hnůj) a během deště dochází ke splachu do vodních ploch. Rozvoj biomasy sinic je důsledek nadměrné eutrofizace. Sinice, řasy a vodní makrofyty přispívají ke zhoršení kvality vody. Tomuto můžeme zabránit omezením splachování půd, např. vyřazení pěstování širokořadých plodin (Kopp, 2015).

3. 6. 4. Znečištění z průmyslu

Znečištění závisí na druhu průmyslového podniku a používané technologii, která má vliv míru znečištění. Produkují se odpadní vody z technologických vod (tj. voda, která má využití ve výrobě), ale také z chladících vod (tj. voda, která se používá na chlazení zařízení – nejčastěji bývá znečištěná tepelně). Většinou vznikají odpadní vody s velkým množstvím soli, kyselin a zásad. Nejrizikovější odpadní vody jsou pocházející z výroby buničiny, papíru, chemických vláken a textilu. Velkou hrozbou jsou i radioaktivní odpadní vody. Všechny vody musí být před vypuštěním do vodoteče řádně vyčištěny. Následné podmínky vypouštění do veřejné kanalizace stanovuje tzv. Kanalizační řád města či obce (Sojka, 2013).

3. 6. 5. Samočišticí schopnost vody

Schopnost samočištění je přirozený proces, při kterém dochází k přirozenému ke zbavování nečistot a obnovení původního stavu čistoty a přirozené rovnováhy vody. Aby mohly samočišticí procesy fungovat, musí být zajištěn dostatečný přísun kyslíku. Další významnou složkou jsou i druhy bakterií, řas a vodních živočichů, kteří se na čištění podílejí a mají za úkol transformaci organických látek. Probíhají zde složité fyzikální a biochemické procesy.

K fyzikálním procesům patří sedimentace látek a rozrušování unášeného materiálu ve vodě. Mezi chemické procesy patří iontová výměna a hydrolýza (Oppeltová, 2015).

3. 7. Ochrana vod

Ochrana vod spočívá v komplexní ochraně povrchových a podzemních vod podle požadavků českého a evropského práva. Nejvýznamnější právní předpis tvoří zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů. Důležité jsou i každoroční hodnotící zprávy o jakosti a množství povrchových a podzemních vod (MŽP, 2023).

Mezi cíle ochrany vod patří tyto složky:

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 závadných, zvláště nebezpečných závadných 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 trvalého vzestupného trendu koncentrace nebezpečných závadných, zvláště nebezpečných závadných a jiných závadných látek jako důsledku dopadů lidské činnosti, za účelem účinného snížení znečištění těchto vod“ (zákon č. 254/2001 Sb., §23a).

3. 7. 1. Ochrana vodních toků a koryt

„(1) Je zakázáno měnit směr, podélný sklon a příčný profil koryta vodního toku, poškozovat břehy, těžit z koryt vodních toků zeminu, písek nebo nerosty a ukládat do vodních toků předměty, kterými by mohlo dojít k ohrožení plynulosti odtoku vod, zdraví nebo bezpečnosti, jakož i ukládat takové předměty na místech, z nichž by mohly být splaveny do vod“ (zákon č. 254/2001 Sb., §46).

3. 7. 2. Programy opatření

„(1) Programy opatření jsou hlavním nástrojem k dosažení cílů uvedených v plánech povodí a plánech pro zvládání povodňových rizik. Opatření přijatá k dosažení cílů ochrany vod v programu opatření je nutno uskutečnit do 3 let od schválení plánu povodí (zákon č. 254/2001 Sb., §26).

(2) Programy opatření k dosažení cílů ochrany vod musí obsahovat základní opatření, a tam, kde je to nutné, i doplňková opatření. Vymezení obsahu základních a doplňkových opatření a postupy při zavádění opatření, včetně vytýčení přísnějších cílů ochrany vod a dodatečných opatření stanoví vyhláškou Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí“ (zákon č. 254/2001 Sb., §26).

3. 8. Kvalita povrchových vod, kontrola a klasifikace

Kvalitu vody ovlivňují přírodní a antropogenní faktory, ale i čas a vrstvy vody. Kvalita vody je také pravidelně klasifikována a vyhodnocována již od 20. Století. Kontrola kvality povrchových vod neboli činnosti směřující k zhodnocení kvality vody. Pravidelně odebírané vzorky se vyhodnocují a zjišťuje se tím okamžitá kvalita vody. Klasifikací se rozumí výpočet charakteristické hodnoty a její porovnání se soustavou mezních hodnot tříd kvality vody a zařazení ukazatele do jakékoliv z pěti tříd kvality podle znečištění vody. V České republice používáme normu ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod, podle které určíme stupně znečištění (Hlavínek, Říha, 2004).

3. 8. 1. Charakteristiky jednotlivých tříd jakosti podle normy ČSN 75 7221:

I. třída – neznečištěná voda: stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích.

II. třída – 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.

III. třída – znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.

IV. třída – silně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.

V. třída – velmi silně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému (ČSN 75 7221).

3. 8. 2. Voda v Krkonoších

V oblasti Krkonoš se od dob středověku těžilo dřevo a to velmi intenzivním způsobem. K jeho dopravě lidé používali vodní tok a mnohdy budovali nádrže či přehrádky. Původní krajinný ráz přírody se tak změnil, což mělo za následek změnu druhové fauny a flóry. Vznikaly například husté břehové vegetace podél nově vybudovaných vodních nádrží. Na některých místech naopak docházelo k melioraci vodních ploch a to mělo za následek značnou redukci ploch s možností hnízdění ledňáčeků a konipasů. Vodní toky se urychlily, vodní eroze se zvýšila a ubylo mnoho mokřadních druhů flóry i fauny. V důsledku eutrofizace v místech, kde docházelo k vypouštění špatně vyčištěné odpadní vody, se kupodivu zpomalovalo okyselování vodních toků. Velkým problémem pro správu vod v Krkonoších bylo i používání kameniva, které nebylo vhodně zvoleno k danému prostředí. Používal se vápenec, melafyr a čedič, které se v kyselém prostředí rašelinišť vyluhovali a vznikali tak velké chemické změny. Takové změny podpořili průnik cizorodých a invazivních druhů (jako jsou křídlatky, netýkavky či vrbovky). Za posledních několik let došlo k výraznému zlepšení péče o vodní prostředí. Nyní se provádí pravidelné údržby a renovace vodních prostředí, které vznikly jako důsledek minulých omylů. Revitalizace takového prostředí je velmi náročná, ale pro zachování Krkonoš nezbytná (Život v Krkonoších, 2015).

3. 9. Sledované parametry kvality vody a jejich charakteristika

Kvalita vody na vodním toku Sněžný potok byla sledovaná za pomoci níže popsanych ukazatelů. Těmi jsou pH, konduktivita, celkový dusík, celkový dusík, celkové železo, chemická spotřeba kyslíku, amoniakální dusík, dusičnanový dusík, fosforečnany, dusitanový dusík, chloridy, KNK a nerozpuštěné látky.

3. 9. 1. pH (tj. reakce vody)

Tato veličina je velmi důležitým parametrem, jelikož ovlivňuje několik chemických, fyzikálně chemických a biologických vlastností, ale i rozpustnost látek. Hodnota pH má vliv na korozivitu vody a účinnost dezinfekce. Hodnoty pH se vyskytuje na škále v rozmezí od 0 do 14, přičemž v pitné vodě je pH v rozmezích mezních hodnot 6,5 – 9,5. U kyselějších vod je pH nižší než 7, u zásaditých vod vyšší než 7. Stanovení hodnoty pH se provádí pomocí indikátorových papírků nebo potenciometricky a výsledek se uvádí v molech na litr (Pitter, 2009).

3. 9. 2. Konduktivita

Jedná se o veličinu, která ukazuje schopnost vedení elektrického proudu zkoumaných roztoků. Závisí na vodivých látkách, které jsou běžně obsaženy ve vodě (např. kyseliny a soli). Čím větší množství se ve vodě nachází, tím je konduktivita vyšší. Zároveň je závislá na teplotě kapaliny, neboť i výkyv o 1°C způsobí změny v měřeních o 2-3%. Konduktivita je hodnota převrácená odporu roztoků mezi dvěma elektrodami o stejné ploše v určité vzdálenosti od sebe. Hodnota konduktivity se měří pomocí konduktometrů. Výsledek se zapisuje v S/m⁻¹.

Stanovení konduktivity se běžně používá v analýzách, jelikož slouží k rychlému odhadu koncentrace iontově rozpuštěných látek (Horáková a kol., 2003).

3. 9. 3. Celkový dusík

Tento ukazatel je určený zejména pro sledování kvality povrchových a podpovrchových vod. Celkovým dusíkem se rozumí všechny jeho anorganické i organické sloučeniny (tj. součet všech forem dusíku obsažených ve vodě, včetně amoniaku). Ve vodách se dusík přirozeně vyskytuje, ale jeho obsah se zvyšuje používáním dusíkatých hnojiv a nedokonalým čištěním průmyslových a splaškových vod. Při nadbytku způsobuje eutrofizaci vod a tím dochází ke snížení celkové koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě (Živá voda, 1997).

3. 9. 4. Celkový fosfor a fosforečnany

Celkový fosfor je součtem všech forem fosforu. Najdeme zde fosfor ve formě orthofosforečnanů, anorganických a organických polyfosforečnanů. Fosforečnany nevytváří problémy chuti ani zápachu, ale jeho velká koncentrace má významný dopad na ekosystém. V přírodě se fosforečnany vyskytují v malém množství, jejich koncentrace málokdy přesahuje 1 mg/l. Při vysoké koncentraci dochází k eutrofizaci. Analýza fosforečnanů v odpadních vodách je velice důležitá. Organickým zdrojem jsou například statková hnojiva. Organický zdroj tvoří splachy z polí (využívání fosfátových hnojiv). Fosfáty se usazují na dně a stávají se tak rezervoárem (Pitter, 2009).

3. 9. 5. Celkové železo

Do vodního prostředí se železo přirozeně dostává vyluhováním železné rudy. Umělý zdroj železa tvoří drátovny, válcovny a korozní procesy. V přírodních vodách najdeme železo v převážné podobě jako FeCO_3 . V rybářském průmyslu způsobují vyšší koncentrace železa velké problémy. Železo se sráží na žábřách ryb (reagují alkalicky) a sraženina poté zamezuje výměnu plynů, způsobuje přemnožení železitých bakterií a úhynu (Živá voda, 1997).

3. 9. 6. Chemická spotřeba kyslíku

Jedná se o stanovení organických látek ve vodním prostředí podle oxidačního činidla, které se spotřebuje za určitých podmínek k oxidaci. Organické látky se do vody dostávají jako odpad vzniklý produkcí z organismů, rozkládáním jejich tkání či průmyslovými odpadními vodami. Organické látky se snadno přemnoží a způsobují různé zdravotní potíže (Živá voda, 1997).

3. 9. 7. Amoniakální dusík

Tento druh dusíku je přítomný ve všech vodách. Vzniká jako primární produkt rozkladu organických dusíkatých látek, je obsažen v odpadních vodách ze zemědělství či tepelného zpracování uhlí. V přírodních vodách je amoniakální dusík celkem nestálý. Nicméně patří k ukazatelům chemického složení povrchových vod a ukazatelem vypouštění odpadních vod do toků povrchových (Živá voda, 1997).

3. 9. 8. Dusičnanový dusík

Mezi nejdůležitější biogenní prvky patří právě dusík. Sloučeniny dusíku najdeme v biologických procesech (především samočištění) v povrchových, podzemních i odpadních vodách. Kvůli nadměrnému používání dusičnanových hnojiv v zemědělství vydala Evropská unie předpis pro ochranu vod před znečištěním dusičnanů ze zemědělství: směrnice Rady č. 91/676/EHS z roku 1991 (tzv. Nitrátová směrnice), která je implementována v národním právním řádu (Oppeltová, 2015).

3. 9. 9. Dusitanový dusík

Do vodního prostředí se dusitanový dusík dostává oxidací elementárního dusíku při elektrických výbojích. Odpadní vody vznikající při výrobě barviv a strojírenského průmyslu jsou velmi bohaté na dusitanový dusík. Dále slouží jako ukazatel a indikátor fekálního znečištění v podzemní vodě (Živá voda, 1997).

3. 9. 10. Chloridy

Soli kyseliny chlorovodíkové neboli chloridy. Do prostředí se přirozeně dostávají výparem z oceánu, lesními požáry a erozí hornin. Chemický průmysl tvoří hlavní antropogenní zdroj, který vzniká při výrobě chlóru a spalování uhlí. Chloridy se ve vodě velmi dobře rozpouští a v půdě nejsou pevně vázány, odkud migrují do všech druhů vod a způsobují zasolení (Živá voda, 1997).

3. 9. 11. KNK

Kyselinová neutralizační kapacita vyjadřuje schopnost vod vázat vodíkové nebo hydroxidové ionty. Alkalita, která je nad hodnotou pH 8,3, může být způsobena intenzivní fotosyntézou řas spolu s vodními rostlinami. Alkalita, která se pohybuje v rozmezí pH 8,3 – 4, 5 je způsobena hlavně koncentrací hydrogenuhličitanů. V rámci odpadních vod se používá stanovení KNK v hodnotě pH 7 (Sojka, 2007).

3. 9. 12. Nerozpuštěné látky

Nerozpuštěné látky tvoří pevné či kapalné látky (tj. emulze, různé povlaky na hladině), které jsou buď lehčí (stoupají k hladině) nebo těžší (klesají ke dnu) než voda. Z pohledu sedimentace tyto látky dělíme na usaditelné - do několika hodin se usadí, nebo neusaditelné - vytváří trvalý zákal (Sojka, 2007). 3. 9. Domácí ČOV

Čističky pro rodinné domy, které nejsou napojené na kanalizační síť, dokáží velmi dobře zpracovat odpadní vodu z běžného fungování života. Tím se myslí osobní hygiena, ale i mytí nádobí. Jedná se o plastovou nádrž, uvnitř které dochází k čištění odpadní vody. Výchozím produktem je vyčištěná voda, která odtéká pryč nebo je využita k zalévání. Tato možnost nabývá na popularitě, jelikož jsou stále větší období sucha a voda je velmi nepostradatelná.

3. 10. 1. Druhy ČOV

Dělí se na základě funkčnosti, tedy podle jejich čistícího procesu uvnitř.

3. 10. 1. 1. Běžná čistírna

Tato čistírna patří mezi ty klasické. Pracuje na principu několika komor, kterými pomalu protéká odpadní voda. Nejprve dochází k odstranění usaditelných větších pevných částic. Dále voda zbavená velkých částic pokračuje do „aktivační komory“, kde je provzdušněná díky dmychadlům a vznikají zde aerobní procesy. Ty spolu s bakteriemi likvidují drobné nečistoty. Závěrečnou fází je přečerpání vody do usazovacího prostoru, kde se aktivační kal usazuje a voda odtéká pryč po proudu, objektu určenému k vsakování či nádrže k zalévání (Sojka, 2013).



Obrázek č. 1 – Ilustrace běžné rodinné čistírny odpadních vod

3. 10. 1. 2. Čistička s technologií SBR

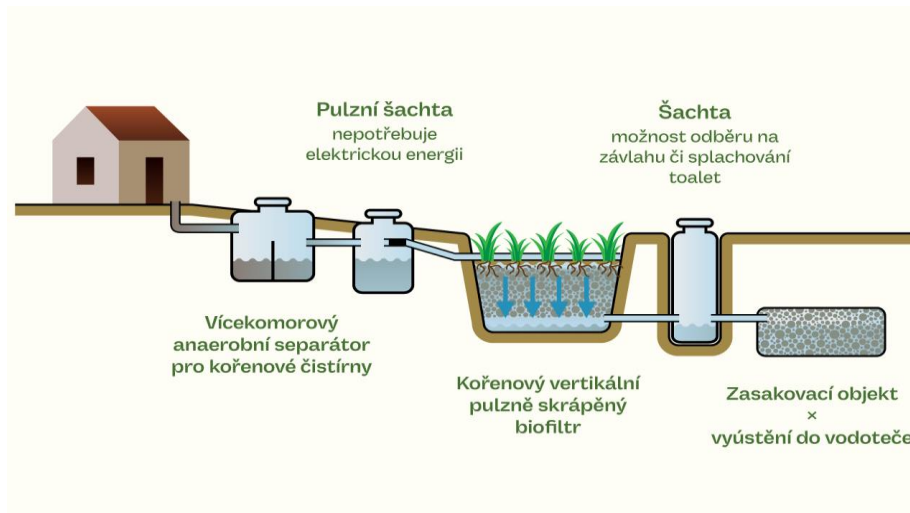
Od klasické čistírny se liší tím, že má jen jednu komoru, tzv. bioreaktor. Veškeré procesy čistění – usazování pevných částic, provzdušňování, usazování aktivačního kalu a odtoku, probíhají pouze v jedné komoře. I taková čistička musí být vybavena nátokovou komorou, aby nedošlo k přerušení procesu nátokem v té chvíli, kdy je aktivní usazovací proces (Sojka, 2013).



Obrázek č. 2 – Fotografie čistírny odpadních vod s funkcí SBR

3. 10. 1. 3. Kořenová čistírna odpadních vod

Tato čistička funguje na principu přírodních podmínek. Základ tvoří kořenový filtr, který je obklopen jemnými kamínky. A spolu s bakteriemi dochází k čištění odpadní vody. Jedná se o jakousi anabázi pro mokřad. Proces však nefunguje zcela bez techniky. K čistírně je třeba dodat vícekomorový septik, aby docházelo k předčištění (Sojka, 2013).



Obrázek č. 3 – schéma kořenové čistírny

3. 11. 1. Povolení domácí čistírny odpadních vod

Podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, je domácí čistírna odpadních vod definována jako vodní dílo a k její výstavbě je zapotřebí povolení. K takovému povolení je zapotřebí projektová dokumentace a účast ve správním řízení. V projektové dokumentaci nesmí chybět druh čistírny, její umístění a způsob nakládání s přečištěnou vodou.

Povolení se dá získat dvěma způsoby. Klasické vodoprávní řízení s platností rozhodnutí na 10 let. Tento druh povolení vyřizuje vodoprávní úřad ve lhůtě 60 dní, avšak podléhá správnímu poplatku vy výši 300 Kč. Podmínkou je provádění každoročního rozboru přečištěné vody, zda dochází ke správné funkci a nevzniká tak riziko kontaminace ŽP.

Druhou možností je povolení tzv. ohlášené. Vyhláší se na dobu neurčitou s podmínkou revize čistírny, která musí probíhat minimálně dvakrát za rok. Správní poplatek je vyšší a to v hodnotě 500 Kč. Pro toto povolení se dokládá více dokumentů (vyjádření správce povodí, písemný souhlas vlastníků, provozní řád domácí čistírny odpadních vod, informace o dozorcí stavby) oproti klasickému povolení (Zakra, 2023).

4 METODIKA

Hlavní náplní mé bakalářské práce bylo sledovat kvalitu vody Sněžného potoka v rámci jednoho roku (2022) - v letních a zimních měsících. Zvolila jsem si 2 odběrná místa na toku Sněžného potoka (viz. mapa č. 1), na kterých proběhlo několik odběrů vzorků. První 4 odběry vzorků probíhaly v letních měsících (kalendářní týden 28 a 29). Druhá část odběrů 4 vzorků probíhala v zimě (kalendářní týden 51 a 52), kdy je zde intenzivní turismus. Odběry probíhaly vždy za stejného času, ve středu a v neděli.

Na odběrném místě jsem vždy změřila aktuální teplotu, pH a odebrala vzorek na chemickou analýzu, která probíhala v následujícím dni ve Výzkumném ústavu rybářství a hydrobiologie Mendelovy univerzity v Brně.

Zjištěné hodnoty byly vyhodnocené a zařazené do tříd podle jakosti dle normy ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod. Hodnoty jsem také porovnávala s hodnotami přípustného znečištění povrchových vod z Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

4. 1. Přírodní poměry odběrových míst

Jelikož se lokality nachází daleko od sebe, mají jiné přírodní poměry.

4. 1. 1. Geomorfologické začlenění odběrných míst

1. odběrové místo: Pramen, Dvorský les	2. odběrové místo: Prkenný důl
Systém: Hercynský	Systém: Hercynský
Subsystem: Hercynská pohoří	Subsystem: Hercynská pohoří
Provincie: Česká vysočina	Provincie: Česká vysočina
Subprovincie: Krkonoško-Jesenická	Subprovincie: Krkonoško-Jesenická
Oblast: Krkonošská	Oblast: Orlická
Podcelek: Krkonošské rozsochy	Podcelek: Broumovská vrchovina
Okrsek: Rýchory	Okrsek: Žacléřská vrchovina

Tabulka č. 1 – Geomorfologické začlenění odběrných míst (Czudek, 1972)

4. 1. 2. Pedologické poměry

V místě odběru pramene najdeme půdy 6. lesního vegetačního stupně, tedy typické **kryptopodzoly** (horské rezivé hnědé půdy). „Vyznačují se nízkou objemovou hmotností (níže 1,0 g.cm⁻³) a vysokou kyprostí v důsledku tvorby zaoblených mikroagregátů, vzniklých stmelěním částic jílu a prachu uvolněným amorfním Feo. Humusovou formou je nejčastěji mor a přechody k moderu. Jsou to půdy silně kyselé (VM < 35 %) s tvorbou sekundárního chloritu v horizontu Bvs, vysoce nasycené Al s velmi výrazným uvolněním volných oxidů Fe a Al. Vytvářejí se v horských podmínkách v krycím a v hlavním souvrství přemístěných zvětralin lehčího zrnitostního složení (žul, pískovců apod.), zčásti v píscích nižších poloh. Jejich areál rozšíření spadá do chladných a vlhkých oblastí klimatických regionů B9-10, Ko 8-9, Ku 7-8, v 7-8 výškovém stupni. Horské kryptopodzoly jsou charakterizovány periodickým vodním a frigidním teplotním režimem.“

V místě druhého odběru se nachází kryptopodzoly i **kambizemě**. „Půdy s kambickým hnědým (braunifikovaným) horizontem Bv, vyvinutým převážně v hlavním souvrství svahovin magmatických, metamorfických a zpevněných sedimentárních hornin, ale i jim odpovídajících souvrstvích, např. v nezpevněných lehčích až středně těžkých sedimentech. Na rozdíl od luvisolů postrádají pedy v kambickém horizontu jílovité povlaky – argilany. Pod kambickým horizontem Bv se nachází vlastní půdotvorný substrát, tedy horizont C. Kambizemě se vyskytují na rozsáhlém území ve značně rozdílných klimatických podmínkách i na rozdílných půdotvorných substrátech. To se odráží v jejich vlastnostech. Podle nasycenosti sorpčního komplexu v horizontu Bv se člení na eubazické (V > 50 %), mesobazické (V 50–20 %) a oligobazické (V < 20 %). U oligobazického stadia je nasycenost sorpčního komplexu výměnným hliníkem VAI > 30. Velké rozdíly jsou také v úrodnosti půd, v jejich zrnitosti a v jejich fyzikálních a chemických vlastnostech. U kambizemí se vyskytují všechny anhydrogenní formy nadložního humusu. Vedle

běžného humózního horizontu Ah se může vyskytovat i melanický horizont Am, umbrický horizont Au a andický horizont Aa.“ (Taxonomický klasifikační systém půd ČR, 2022).

4. 1. 3. Klimatické poměry

Podle klimatického členění Quitta, E. (Klimatické oblasti ČR, studia geografica č. 16, 1971) se jedná o klimatickou oblast chladnou (**CH7**). Vyznačuje se velmi krátkým až krátkým létem, mírně chladným a vlhkým, přechodné období je dlouhé, mírně chladné jaro a mírný podzim. Zima je dlouhá, mírná, mírně vlhká s dlouhou sněhovou pokrývkou. Klimatické charakteristiky jsou uvedeny v tab. č. 2 (Quittova mapa, 2022).

CHLADNÁ OBLAST	
CH7	
barva modrá	
počet letních dní	10 až 30
počet dní s teplotou alespoň 10°C	120 až 140
počet mrazových dní	140 až 160
počet ledových dní	50 až 60
průměrná teplota v lednu	-3 až -4
průměrná teplota v dubnu	4 až 6
průměrná teplota v červenci	15 až 16
průměrná teplota v říjnu	6 až 7
počet dnů se srážkami alespoň do 1 mm	120 až 130
srážkový úhrn ve vegetačním období	500 až 600
srážkový úhrn v zimním období	350 až 400
počet dnů se sněhovou pokrývkou	100 až 120
počet dní jasných	150 až 160
počet dní zatažených	40 až 50

Tabulka č. 2 – Klimatické charakteristiky

4. 1. 4 Hydrologické poměry

Pramen Sněžného potoka najdeme v Krkonošském národním parku u Sněžných domků, kde vyvěrá ze země. Jeho tok směřuje k níže položené chatě Ozon, kde se jeho množství zvětšuje o levostranný přítok Vizovského potoka. Dále teče údolím do Prkenného dolu, kde jsou chaty, domy a rekreační areály. Necelý kilometr za touto obcí je voda zachycená v hrázi rybníka, z něhož pomalu odtéká do vesnice Křenov. Tady se pak vlévá do potoka Ličná, který teče do města Trutnov a následně se vlévá do Úpy. Celková délka Sněžného potoka je necelých 6 km s výškovým poklesem okolo 550 m n. m.

4. 2. Popis odběrných míst

Vzorky vody Sněžného potoka jsem odebírala na 2 místech, na prameni u Dvorského lesa v KRNAPu a pod urbanizovanou oblastí v Prkenném dole. Tak tomu bylo v rámci jednoho roku v létě roku 2022 (kalendářní týden 28 a 29) a v zimě roku 2022 (kalendářní týden 51 a 52).

Prkenný Důl se skládá ze tří katastrálních území – Prkenný Důl, Rýchory a Vernířovice. Celá oblast se nachází v údolí. V horní části území se po obou stranách pramene vyskytují květnaté bučiny a lesy hercynské směsi. Od střední do spodní části údolí jsou rozmístěny po obou březích potoka objekty určené k trvalému bydlení a rekreaci.

Přibližně 1/3 toku zkoumaného toku protéká Krkonošským národním parkem, tzn. zalesněnou oblastí. V této zalesněné oblasti, díky tvaru údolí, jsou přítoky z přilehlých částí osady Vízov (taktéž se nachází v KRNAPu). V osadě je pouhých několik budov. Většina budov je užívána k rekreaci – převážně sezónní rekreace v zimním období (běžecké lyžování, sjezdové lyžování, skialpinismu) a letním období (cyklistika a pěší turistika). Pouhých pár budov je trvale užíváno celoročně. U těchto budov se v jednotkách případů chovají domácí zvířata od jednotek po desítky kusů. Chovná zvířata produkují moč a trus, které v deštivých obdobích stékají do údolí, kde se následně spojí se Sněžným potokem jako jeho přítok, společně s dalšími drobnými prameny vyvěrajícími na lučinách v okolí osady Vízov. Toto je tedy další faktor, který ovlivňuje kvalitu toku zkoumaného potoka. V tomto případě dochází k proměně kvality vody v potoce zejména v důsledky výkyvů klimatických podmínek, kdy zejména deštivé období nebo období tání sněhu dochází ke splachu kontaminantů do údolí a nevstřebává se do půdy v místě jejich produkce, mimo vodní přítoky.

Rozdělení objektů zkoumaného území

Níže uvedené informace byly získány na základě svobodného přístupu k informacím dle zákona 106/1999 Sb. z MěÚ Žacléř a MěÚ Trutnov.

Objekty:

- Bytové domy 1x
- Objekty k bydlení 11x
- Rodinné domy 23x
- Ubytovací zařízení 1x
- Stavby pro rodinnou rekreaci 67x

Populace ve zkoumaném území:

- K trvalému pobytu je hlášeno 23 osob.
- V ostatních objektech se množství osob mění v průběhu roku, navýšení počtu osob je zřejmé v období svátků a prázdnin.

*Z důvodu objektivnosti a zohlednění maximálního počtu turistů (mají markantní dopad na množství odpadních vod v poměru k trvale žijícím obyvatelům) bylo pro výzkum hodnoceno období letních prázdnin v týdnu 28 a 29, zimních prázdnin v týdnu 51 a 52.

*Jelikož počet osob ubytovaných v rekreačních zařízeních nelze přímo určit (místní samospráva neneviduje tento počet), byl použit pro výpočet těchto osob výběr poplatků z rekreace vybraným MěÚ Žacléř.

- V letním období KT 28-29 jsem se dopočítala k výsledku 113 osob (včetně trvale žijících).

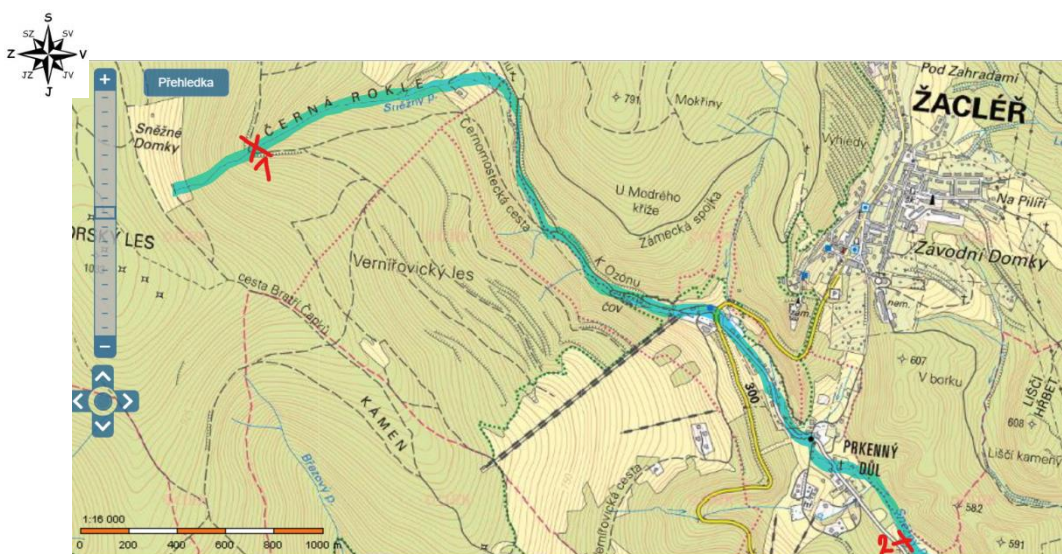
- V zimním období KT 51-52 jsem se dopočítala k výsledku 157 osob (včetně trvale žijících).

Rozdíl osob mezi zimním a letním obdobím je způsoben zejména charakterem poskytovaných služeb a možnosti trávení volného času, kdy je tato část východních Krkonoš primárně využívána k zimním sportům.

Druhy a způsob čištění odpadních vod ve zkoumaném území

- Septik + filtr používají 3 objekty
- Pískový filtr používají 2 objekty
- ČOV používá 9 objektů

*K ostatním objektům není vydané žádné jiné platné povolení čištění odpadních vod (Informace z odboru ŽP Trutnov).



Mapa č. 1 - vyznačení odběrných míst

4. 2. 1. Úprava vody ve zkoumané oblasti

Na hranici KRNAPu, na toku Sněžného potoka, má město Žacléř úpravnu pitné vody primárně určenou pro pokrytí potřeb obyvatel a rekreačních zařízení v osadě Vízov a Prkenném Dole. Tato úpravna vody se tedy musí vypořádat nejen s odpady vyprodukovanými v objektech v obci Vízov (viz. nízké procento čistíren odpadních vod u objektů/chybějící čistírny u některých objektů, kde je odpad řešen tzv. trativodem - tam, kde není kanalizace, se odvádí odpadní voda do půdní vrstvy, obvykle výše než se nachází hladina podzemní vody). Takto vypouštěná voda se díky prosakování půdní vrstvou „filtruje“ a může odpadní vodu vyčistit, avšak hodně záleží na technickém řešení, tedy účinnosti trativodu. Existence nebo účinnost

trativodu však s sebou nese riziko znečištění vodních zdrojů (tím mohou být studny, toky a jiné vodní plochy). Vznik staveb probíhal na počátku 20. století, kdy ještě nebyla legislativa na ochranu životního prostředí zohledňována vzhledem k současným požadavkům. Stavby, u kterých v té době vznikaly trativody, neposuzoval technicky způsobilý hydrolog podle hydrogeologického průzkumu, ale byly vybudovány dle technické zdatnosti stavitele – v době budování těchto starších staveb nebyly technické požadavky na současné úrovni a znalosti soukromých stavitelů (většinou se stavělo svépomocí), byly tedy na nízké úrovni.

Vodní tok Sněžného potoka přitéká k hrázi nad úpravnu pitné vody společně s těmito drobnými přítoky. Z hráze je část vodního toku svedena do úpravní pitné vody (nadmořská výška 575m) a část vytéká hrází do přirozeného koryta toku. Převážně v letních měsících, kdy je období s nižšími objemy srážek, se zvyšuje poměr odvodu vody z hráze do úpravní vody na úkor objemu vody vytékajícího z hráze do přirozeného toku. Vzhledem k této skutečnosti dochází k navyšování koncentrace prvků ukazujících nekvalitu vody umocněné nefunkčními čistírnami odpadních vod nebo jejich absencí i dále po toku potoka. Období s nízkým výskytem srážek má za následek i další úbytek vody, který by se do vodního toku dostal z úpravní pitné vody (přepad nadbytku), jelikož tento zdroj vykryvá zvýšenou spotřebu pitné vody v jiné části města Žacléř – je přečerpávána do vodojemu pitné vody u žacléřského zámku (nadmořská výška 645m). Tento vodojem zásobuje pitnou vodou žacléřské náměstí a jeho okolí. Avšak odpadní voda z této městské části se nevrací zpět do Sněžného potoka, který dále zásobuje řeku Úpu a protéká Českou republikou, ale je svedena do jiného vodního rozhraní – do ČOV v jiné části města blízko potoka Bobr, kde po úpravě odpadní vody tato odtéká do Polska.

Výše zmíněné informace je nutné zohlednit i z ekonomického hlediska. V oblasti vodního hospodářství obce investují finanční prostředky do provozních, údržbových a rozvojových oblastí týkajících se úpravy pitné vody a čištění odpadních vod. Obě tyto složky jsou řešeny jak po finanční, tak po technické stránce odděleně, jelikož nejsou zaměnitelné.

Úprava pitné vody – probíhá konstantně (ve zmíněné úpravně vody), kde je stálý průtok sveden z hráze do budovy úpravní vody a zjednodušeně řečeno se na jednotlivých filtračních kaskádách odstraňují mechanické nečistoty a na konci kaskády dochází k chemickému čištění / dezinfekci vody. Takto upravená voda je potom potrubím rozvedena vodovodním řádem k uživatelům, případně přesměrována do vodojemu pro jinou spádovou oblast obce. Jelikož je do úpravní vody konstantní přítok, tak v případě malého odběru koncovými uživateli, nebo v případě naplnění vodojemu, je přebytek upravené vody přepadem vypouštěn zpět do vodního toku. Koncový uživatel předpokládá, že v případě úspor odběru upravené vody bude i cena za 1m³ odrážet úspory v množství upravené vody. Jak již ale bylo uvedeno v předchozí větě, cenotvorba za úpravu vody zohledňuje konstantní úpravu vody nehledě na to, jestli je spotřeba malá nebo vysoká – není korelační, ale konstantní. Dále hrají v cenotvorbě roli např. velikost infrastruktury – město Žacléř má velkou rozlohu osídlení, kde je zasiťovaná infrastruktura, ale tato rozloha má nízkou hustotu koncových uživatelů, proto jsou náklady na infrastrukturu vysoké (údržba, opravy, investice), dále to jsou náklady na spotřebu elektrické energie nutné pro chod technologií. Pokud budeme hovořit o přečerpávání upravené vody do vodojemu v době snížené vydatnosti hlavního zdroje pro oblast náměstí, je energetická náročnost čerpadel pro výtlač do rezervoáru s výškovým rozdílem přibližně 70m a délkou potrubí 400m velice energeticky náročné a musí být zapláceno paušálně všemi spotřebiteli. Z tohoto důvodu je cena pitné vody dlouhodobě vyšší než v okolních obcích, přestože město Žacléř využívá výhradně pramenitou vodu a nemusí zpracovávat vodu z toků, kde je mísená přítoková voda

s vyčištěnou odpadní vodou. Například níže položené město Trutnov má větší hustotu obyvatel na 1km infrastruktury a tudíž i přes náročnější nebo nutnou sofistikovanější úpravu pitné a odpadní vody je v Trutnově dlouhodobě celkový poplatek z 1m³ nižší než v Žacléři právě díky uvedeným důvodům.

Kompletní položky při cenotvorbě pitné vody jsou následující:

- Materiál (surová podzemní + povrchová voda, chemikálie, ostatní materiál)
- Energie (elektrické)
- Osobní náklady (mzdové náklady, další náklady)
- Ostatní přímé náklady (opravy infrastrukturního majetku ostatní, pachtované/nájemné infrastrukturního majetku)
- Jiné provozní náklady (ostatní provozní náklady externí, ostatní provozní náklady ve vlastní režii)
- Výrobní režie
- Správní režie

Pro rok 2023 byla na jednání zastupitelstva schválena cena vodného ve výši 46,75 Kč/m³ s DPH.

Odpadní voda – ve zkoumané oblasti odpadní voda, pokud je čištěná, tak v lokálních soukromých čistírnách odpadních vod (ČOV) pomineme-li trativody a objekty bez jakékoli čistírny. Takto vypouštěná odpadní vody nejenom že mají dopad na biodiverzitu, ale samozřejmě i na náročnost úpravy pitné vody dále po toku. V případě města Žacléř není součástí projektové dokumentace čistička odpadních vod pod urbanizovaným prostředím městské části Prkenný Důl. Ekonomicky výhodnější pro investora (tj. město Žacléř) je výhodnější vybudovat pouze přečerpávací stanici odpadních vod do stávající soustavy kanalizace ve vyšší nadmořské výšce (náměstí a jeho okolí). Takto přečerpaná odpadní voda bude navedena do ČOV hlavní části města a po úpravě svedena do Polské republiky do potoku Bobr (v PL je se potok Bobr mění na řeku Bobr). Tímto přečerpáním odpadních vod a jejich úpravou bude část vodního zdroje, nevýznamná z celostátního měřítká, přesměrována z území ČR na území PL bez dalšího užitku.

Kompletní položky při cenotvorbě odpadní vody jsou shodné jako při cenotvorbě pitné vody.

Nad rámec zmíněných položek je pro odpadní vodu zohledněn v kapitole další faktor a to:

Jiné provozní náklady (poplatky za vypouštění odpadních vod).

Pro rok 2023 byla na jednání zastupitelstva schválena cena stočného ve výši 59,97 Kč/m³ s DPH. Celkem cena vodného a stočného ve městě Žacléř je pro kalendářní rok 2023 stanovena ve výši 106,72 Kč/m³.

Pro porovnání, ve městě Trutnov je na rok 2023 stanovena cena vodného na 59,4 Kč/m³ s DPH a stočného ve výši 43,45 Kč/M³ s DPH. Celkem 102,85 Kč/M³ s DPH.

Vybudování infrastruktury odvádění odpadních vod v Prkenném Dole bude mít pozitivní dopad na životní prostředí, avšak tato investice (40,7 Mil. Kč včetně dotací) navýší hodnotu infrastruktury (a následnou tvorbu kapitálu pro její údržbu a opravy) a zdraží tedy i cenu stočného po dokončení realizace projektu.

4. 3. 1. Pramen Sněžného potoka

První odběrné místo se nachází v Krkonošském národním parku u Sněžných domků. Leží v nadmořské výšce 930 m n. m. Voda z pramene vyvěrá z úzkého údolí o šířce několika málo desítek metrů a nepodléhá tu žádným vlivům znečištění. Příroda je zde klidná a nedotčená člověkem. Voda je zde divoká a krásně průzračná.



Obrázek č. 4 – fotografie prvního odběrného místa Pramen

4. 3. 2. Prkenný Důl

Druhé odběrné místo se nachází pod urbanizovanou oblastí Prkenného Dolu. Tvar a rozměr údolí je stále zachován. Potok protéká kolem rekreačních domů, které jsou vybavené rodinnými čistírnami. Voda je zde klidnější a mírně nažloutlá, nicméně stále čistá (bez známek biologického znečištění).



Obrázek č. 5 – Fotografie druhého odběrného místa Prkenný Důl

4. 3. Práce v terénu

V místě odběrů byla na konkrétním místě změřena teplota vody a hodnota pH. K zjištění teploty vody jsem použila panelový teploměr s měřicí sondou. Ke stanovení hodnoty pH jsem využila digitální měřič pH.

Z břehů odběrných míst jsem také odebrala jednorázové vzorky do plastových vzorkovnic s objemem 1.5 l. Vzorkovnice byly čisté a předem popsané, aby nedošlo k nechtěné záměně. Objem byl naplněn až po hrdlo lahve, abych zamezila co nejmenšímu přísunu vzduchu a zašroubovány. Takto získané vzorky jsem v co nejkratším čase dopravila do ledničky, kde byly uchovány při teplotě 5°C do následujícího dne. Druhý den jsem vzorky zabalila do speciální termotašky sloužící k přepravě vodních vzorků a byly dopraveny do výzkumné laboratoře Mendelovy univerzity v Brně.

4. 4. Práce v laboratoři

Celková analýza byla provedena v laboratoři pod odborným dozorem, nejdéle 24 hodin od jejich odběru. Dle níže vypsanych postupů jsem stanovila celkem 13 ukazatelů, kterými jsou: pH, vodivost, N_{cel} , P_{cel} , Fe_{cel} , $CHSK_{\text{Cr}}$, $N-NH_4$, $N-NO_2$, $P-PO_4$, $N-NO_3$, Cl, KNK a nerozpuštěné látky.

4. 4. 1. Stanovení vodivosti

Jedná se o koncentraci iontů v roztoku. Čím více soli roztok obsahuje, tím je větší vodivost. Měření probíhá pomocí elektrochemického odporu. Využívají se 2 elektrody, přičemž střídavé napětí přiložené na jednu z elektrod, způsobí směrový pohyb iontů v měřeném roztoku. Čím více iontů roztok má, tím je vzniká větší proud mezi elektrodami. Konduktometr vypočítá vodivost na základě Ohmova zákona (Horáková, Lishke, Grunwald, 1982).

4. 4. 2. Stanovení N_{cel} .

Do prázdné, pevné a čisté zkumavky odpipetujeme 1,0 ml odebraného vzorku, přidáme 9 ml destilované vody a dobře promícháme. Následně přidáme 1 odměrku reagentu N-1K a 6 kapek reagentu N-2K. Uzavřeme zkumavku a důkladně promícháme. Zahříváme zkumavku při 120°C po dobu 1 hodiny. Po ukončení zahřívání a samovolnému vychladnutí odebereme 1 ml upraveného vzorku. Opatrně ho přendáme do zkumavky s kyselinou sírovou. Nemícháme. Dále přidáme 1,0 ml reagentu N-3K a dojde k prudkému ohřevu. Znovu uzavřeme zkumavku a intenzivně zamícháme do rozpuštění reagentu. Po 10 minutách stání změříme absorbanci na spektrofotometru (Heteša, Kočková, 1997).

4. 4. 3. Stanovení P_{cel} .

Do pevné a čisté zkumavky odpipetujeme 5 ml odebraného vzorku vody a přidáme 1 dávku reagentu P-1K. Zkumavku zavřeme, promícháme a zahříváme při 120°C po dobu 30 minut. Po samovolném vychladnutí přidáme 5 kapek reagentu P-2K, znovu uzavřeme a promícháme. Jako poslední přidáme reagent P-3K, uzavřeme a promícháme do rozpuštění. Necháme 10 minut odstát a změříme absorbanci na spektrofotometru (Heteša, Kočková 1997).

4. 4. 4. Stanovení Fe_{cel} .

K 1 ml odebraného vzorku přidáme přidání roztok kyseliny sulfoslicylové. Vzniklou absorbanci změříme na spektrofotometru při vlnové délce 420 nm (Horáková, Lishke, Grunwald 1982).

4. 4. 5. Stanovení CHSK_{Cr}

Metoda stanovení dichromanem draselným se využívá převážně u odpadních vod. Je založená na oxidaci organický látek obsažených ve vzorku vody dichromanem draselným v silně kyselém prostředí kyseliny sírové za dvouhodinového varu. Oxidace látek je katalyzovaná stříbrnými ionty v prostředí nadbytku dichromanu. Dále se přidává síran rtuťnatý, aby nezpůsobil chybu při stanovení. Koncentrace se stanovuje absorpční metodou spektrofotometrie (Heteša, Kočková 1997).

4. 4. 6. Stanovení N-NH₄

Ionty amoniaku reagují se salicinem sodným či chlornanovými ionty za vzniku modravého zbarvení. K 10 ml odebraného vzorku přimíchám 0.5 vybarvovacího činidla spolu s dichlorisokyanuratanem sodným. Vzorek necháme odstát po dobu 30 minut při pokojové teplotě. Modré zbarvení, které vzniklo, změříme na fotokolorimetru s vlnovou délkou 655 nm (Heteša, Kočková 1997).

4. 4. 7. Stanovení N-NO₂

Podstatou tohoto stanovení je chemická reakce kyseliny sulfanilové přítomnými dusitany a reakce diazoniové soli s ethylendiamindihydrochloridem, přičemž vznikají červená azobarviva. Její zbarvení se odvíjí koncentrace dusitanů. Přidáme 0.5 ml kyseliny sulfanilové k 10 ml odebraného vzorku a vše dobře promícháme. Necháme odstát 20 minut a změříme zbarvení při 540 nm (Heteša, Kočková 1997).

4. 4. 8. Stanovení P-PO₄

Tato skupina fosforečnanů reaguje na prostředí kyseliny sírové s účinkem antimonitých iontů s molybdenem amonným. Následnou redukcí kyseliny askorbové vzniká fosfomolybdenový roztok modré barvy, který můžeme změřit spektrofotometrickou metodou (Heteša, Kočková, 1997).

4. 4. 9. Stanovení N-NO₃

Vzorky necháme ohřát na pokojovou teplotu, přelijeme přes filtrační papír a přelejeme do připravených zkumavek. Do jedné zkumavky nalijeme odebraný vzorek a do druhé nalijeme destilovanou vodu, protože slouží jako „slepý“ vzorek. Do obou zkumavek přidáme 1 balení NitraVer a důkladně promícháme. Necháme 5 minut odstát a poté změříme množství dusičnanů pomocí spektrofotometru. Výsledky se objeví na displeji v mg/l (Heteša, Kočková, 1997).

4. 4. 10. Stanovení Cl-

Nejběžnějším způsobem je argentometrické stanovení. Metoda se zakládá na titraci dusičnanem stříbrným v alkalickém prostředí, kdy vzniká málo rozpustný chlorid stříbrný. Závěr reakce se indikuje pomocí chromanu draselného, zbarvení je světle žluté až oříškově hnědé. PH musí vycházet v rozmezí 7-10 (Horáková, Lishke, Grunwald, 1982).

4. 4. 11. Stanovení KNK

K našemu vzorku o objemu 100 ml přidáme 5 kapek methylovanže. Dále titrujeme roztokem HCl až do hnědo-zlatého zbarvení. Na závěr použijeme vzoreček pro výpočet: $KNK\ 4,5\ (mmol.l^{-1}) = b \cdot f \cdot M \cdot 1000/V$.

Možné výsledky

hodnoty 1 - 2 mmol.l⁻¹ – nebezpečí kolísání pH

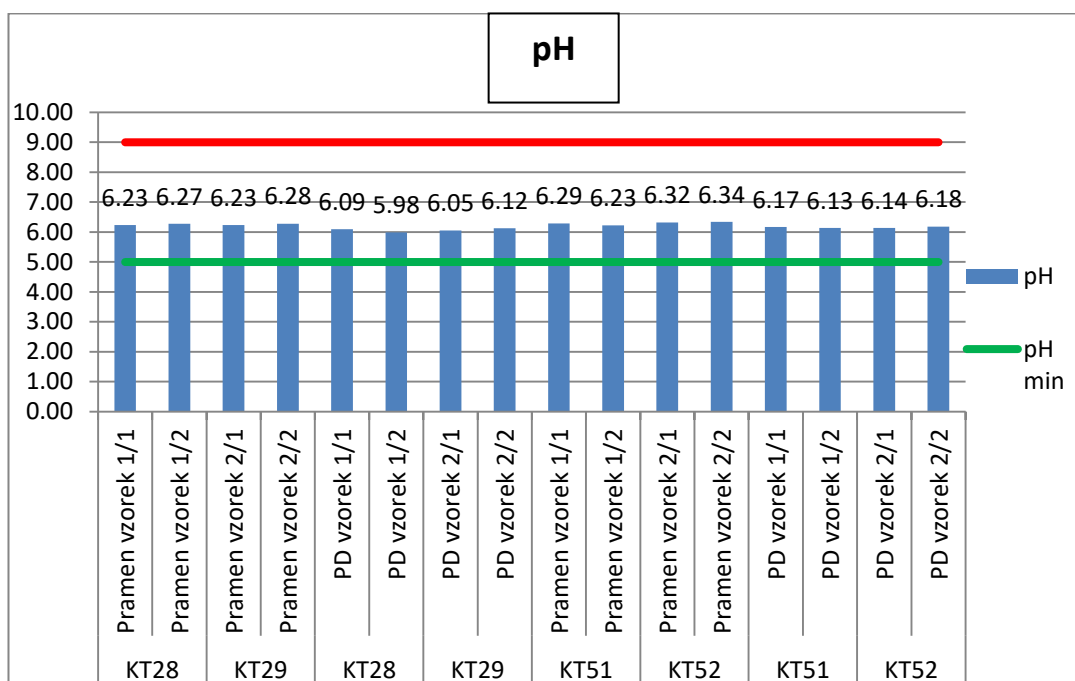
hodnoty 2 - 5 mmol.l⁻¹ – pH kolísá málo nebo vůbec

hodnoty nad 5 mmol.l⁻¹ – pH se téměř nemění

5 VÝSLEDKY

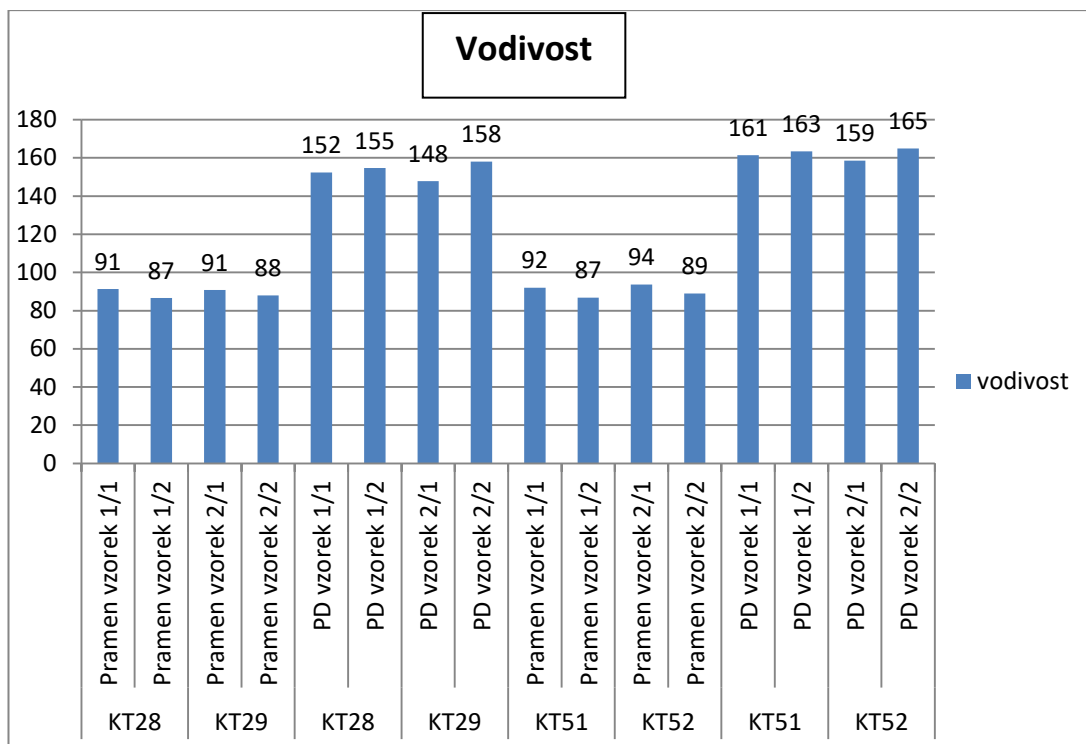
V této kapitole jsou vyobrazeny grafy zobrazující změřené hodnoty na obou odběrných místech a termínech měření. Výsledné hodnoty získané z chemických analýz ukazatelů, jsou hodnoceny dle Klasifikace jakosti povrchových vod ČSN 75 7221 a dle přílohy č. 3 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod.

5. 1. Grafické znázornění sledovaných hodnot



Graf č. 1 – Hodnoty pH na obou odběrných místech

Z grafu č. 1 je patrné, že hodnoty pH se pohybují v blízkosti minima přípustných hodnot znečištění povrchových vod. V rámci všech odběrů křivka nijak nekolísá a hodnoty zůstávají přibližně stejné. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221, nelze určit, do jaké třídy bychom vodu zařadili, jelikož pro tento ukazatel neexistuje srovnání.



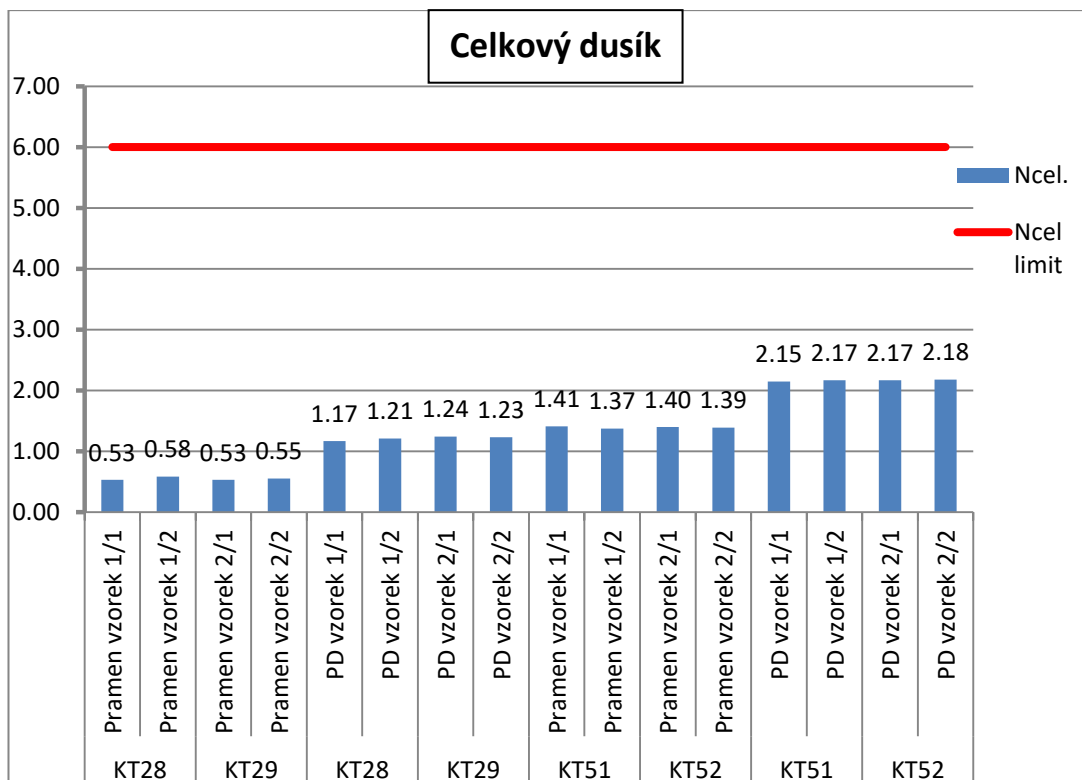
Graf č. 2 – Hodnoty vodivosti na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
Obecné, fyzikální a chemické ukazatele (mimo živiny)							
elektrolytická vodivost ^a	–	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160

Z grafu č. 2 je patrné, že mezi hodnotami vodivosti jsou velké rozdíly. Zatímco u pramene vychází hodnoty nižší, za urbanizovaným územím v Prkenném Dole jsou hodnoty vyšší. U tohoto ukazatele nejsou evidovány minimální a maximální hodnoty pro určení přípustných hodnot znečištění povrchových vod. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221, naměřené hodnoty na prvním odběrném místě odpovídají třídě kvality vody III a hodnoty naměřené na druhém odběrném místě odpovídají třídě kvality vody IV – V.



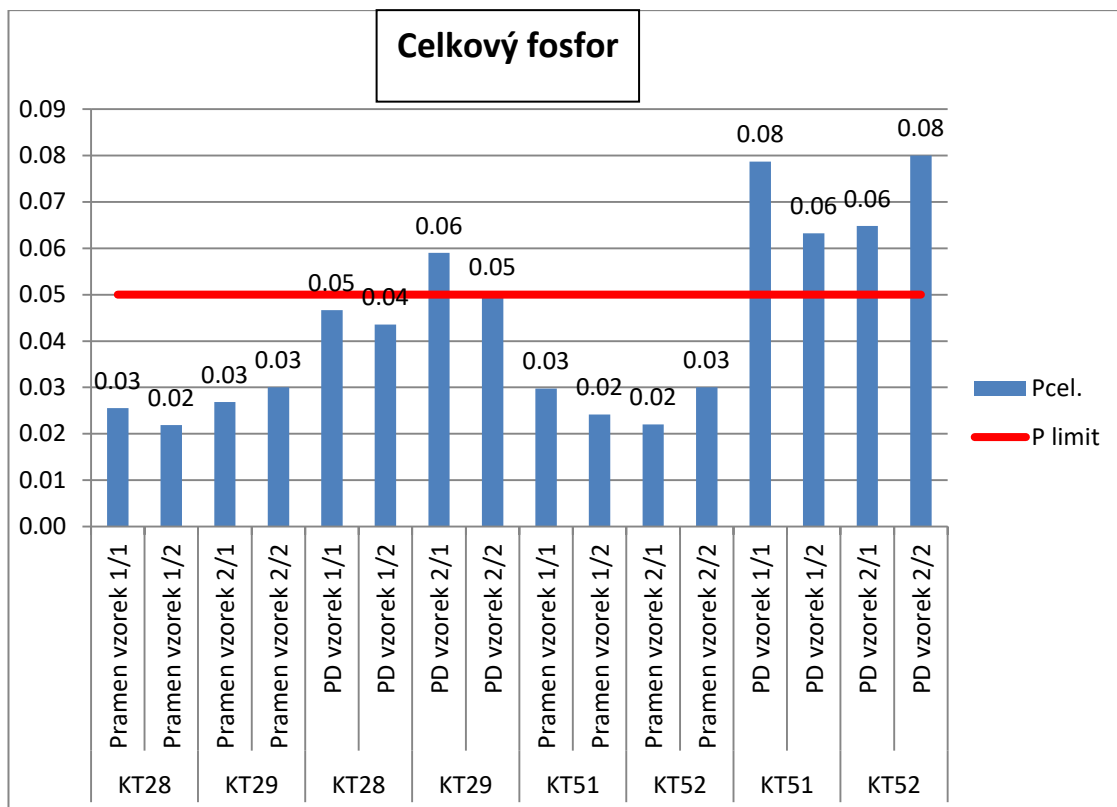
Graf č. 3 – Hodnoty celkového dusíku na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
celkový dusík	N _{celk.}	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 14	≥ 14

Z grafu č. 3 je patrné, že hodnoty celkového dusíku stoupají. Nejnižší hodnota byla naměřena u pramenů v kalendářních týdnech 28 a 29 a nejvyšší hodnota byla naměřena v kalendářním týdnu 52. Dle přípustných hodnot znečištění povrchových vod jsou však hodnoty stále daleko od hranice maximálního limitu. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221, hodnoty na obou odběrných místech odpovídají třídě kvality vody I.



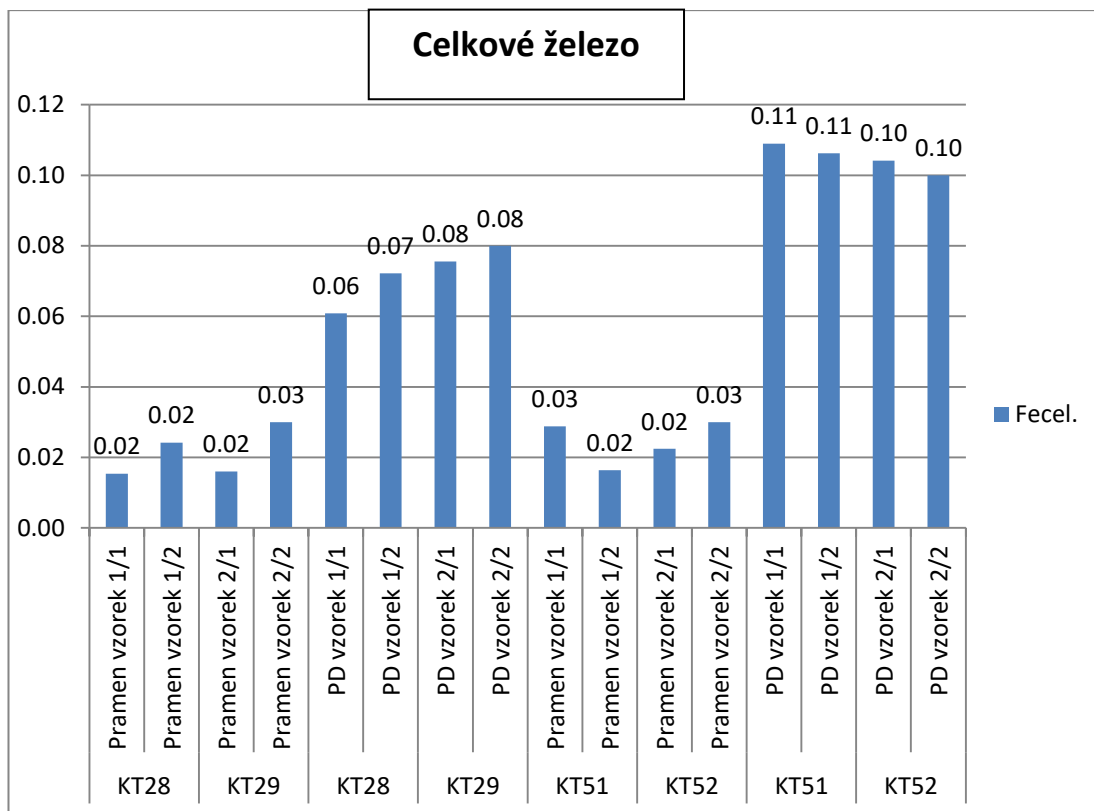
Graf č. 4 – Hodnoty celkového fosforu na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,3	< 0,6	≥ 0,6

Z grafu č. 4 je patrné, že hodnoty celkového fosforu v Prkenném Dole stoupají a několikrát přesahují hraniční limit přípustných hodnot znečištění povrchových vod. Nejvíce v kalendářním týdnu 51 a 52. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod- dle ČSN 75 7221, hodnoty naměřené na prvním odběrném místě odpovídají třídě kvality vody I. Hodnoty naměřené na 2. odběrném místě odpovídají třídě kvality vody I – II.



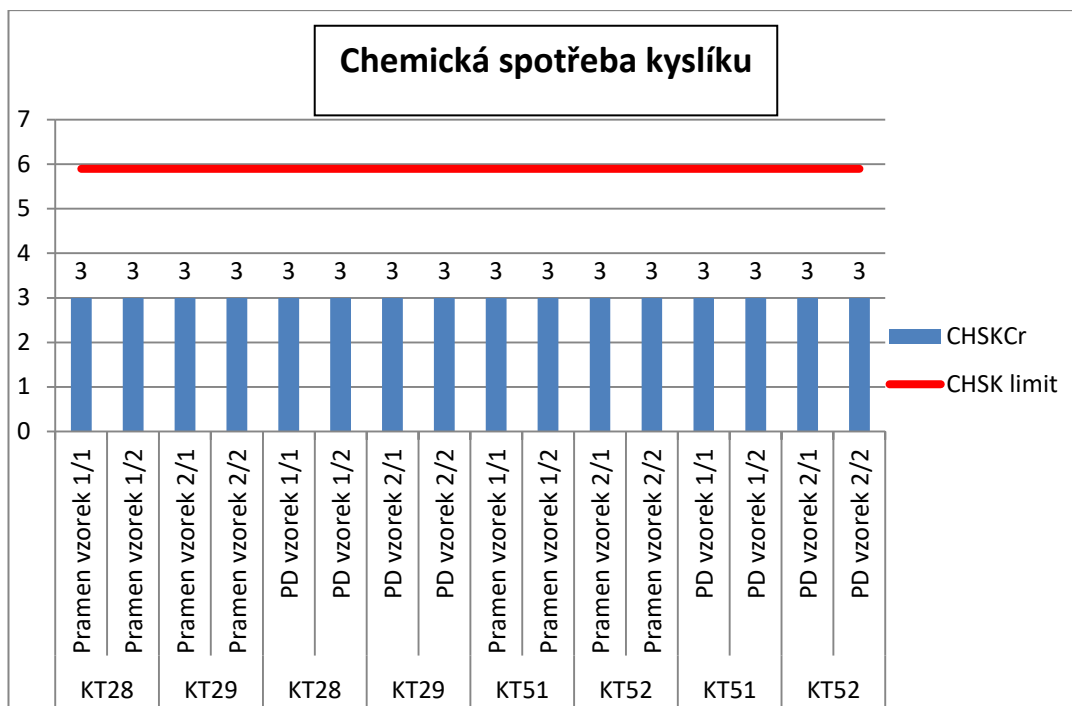
Graf č. 5 – Hodnoty celkového železa na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
železo	Fe	µg/l	< 500	< 1 000	< 2 000	< 3 000	≥ 3 000

Z grafu č. 5 je patrné, že hodnoty v Prkenném Dole stoupají a to nejvíce v kalendářním týdnu 51 a 52. Celkový fosfor nelze srovnat s přípustnými hodnotami znečištění povrchových vod, jelikož pro tento ukazatel není určen limit. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75, hodnoty naměřené na obou odběrných místech odpovídají třídě kvality vody I.



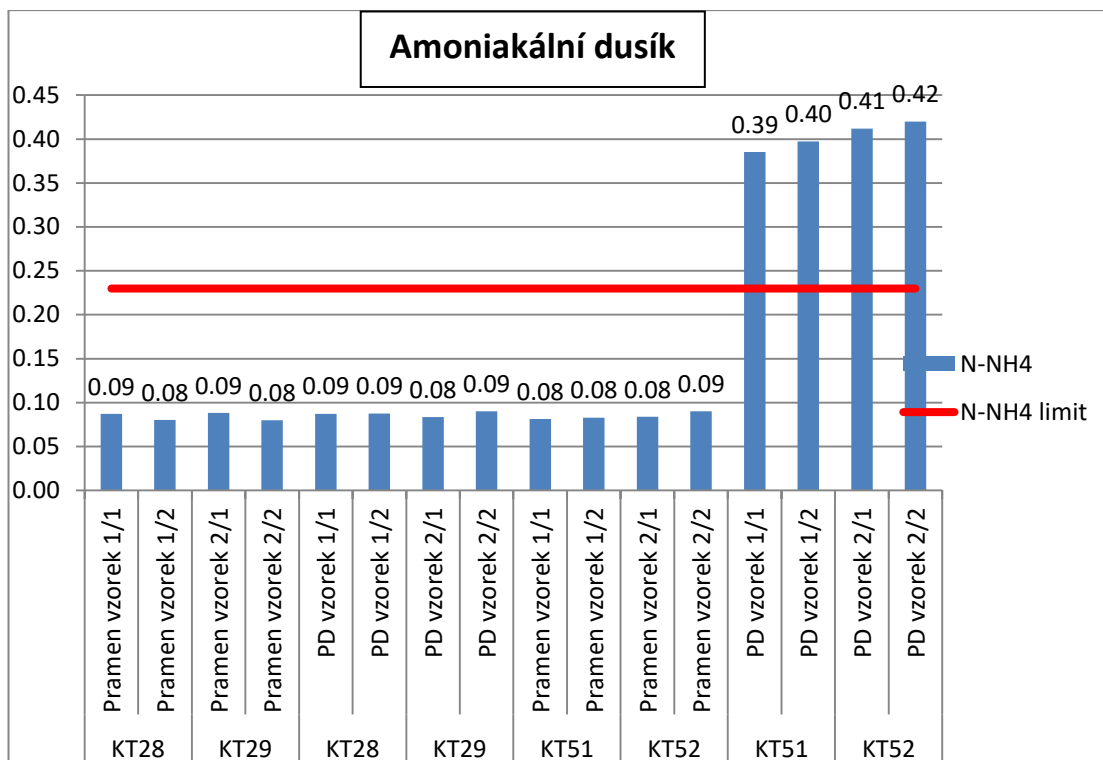
Graf č. 6 – Hodnoty chemické spotřeby kyslíku na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	CHSK _{Cr}	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	≥ 60

Veškeré získané hodnoty v tomto grafu č. 6 byly vyhodnoceny pod číslo 3 a nelze je blíže specifikovat. Výsledky jsou i tak stále pod maximální limitující hranicí čísla 6. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221, hodnoty naměřené na obou odběrných místech odpovídají třídě kvality vody I.



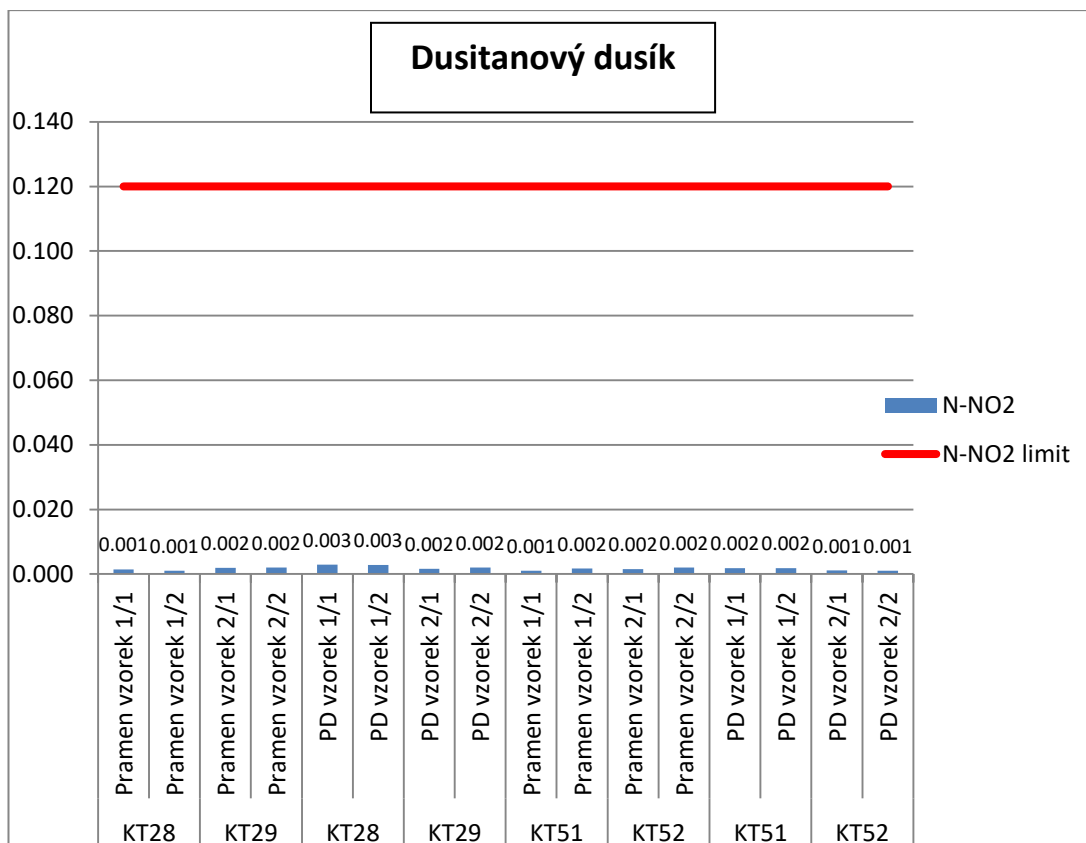
Graf č. 7 – Hodnoty amoniakálního dusíku na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l	< 0,2	< 0,4	< 0,8	< 1,6	≥ 1,6

Z grafu č. 7 je patrné, že výsledky odběrů amoniakálního dusíku se pohybují v přibližně stejných hodnotách a nachází se pod limitem přípustných hodnot znečištění povrchových vod. V kalendářním týdnu 51 a 52 však gradují a dostávají se tak nad hranici maximálního limitu přípustného znečištění povrchových vod. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221 hodnoty naměřené na obou odběrných místech v létě a na prvním odběrném místě v zimě odpovídá třídě kvality vody I. Hodnota naměřená na druhém odběrném místě v zimě odpovídá třídě kvality vody II-III.



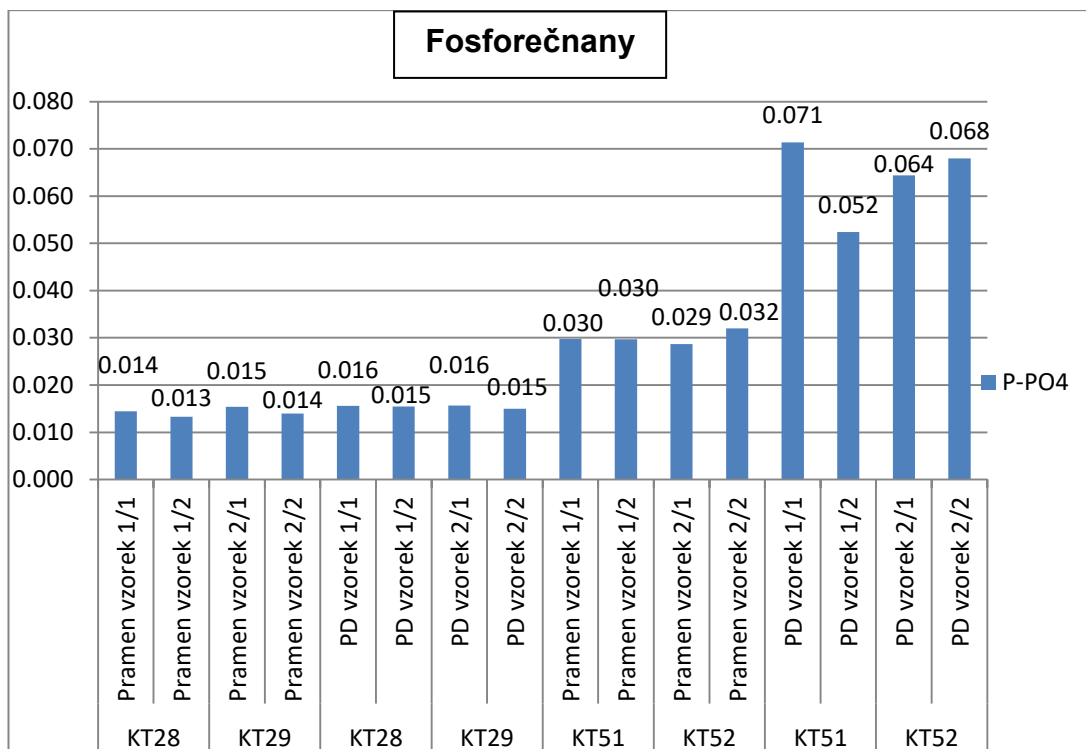
Graf č. 8 – Hodnoty dusitanového dusíku na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,25	< 0,4	≥ 0,4

Z grafu č. 8 je patrné velmi malé množství tohoto ukazatele, a to jen okolo 0,002 mg/l. Dle přípustných hodnot znečištění povrchových vod se tento ukazatel drží pod hranicí maximálního limitu. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221, hodnoty naměřené na obou odběrných místech odpovídají třídě kvality vody I.



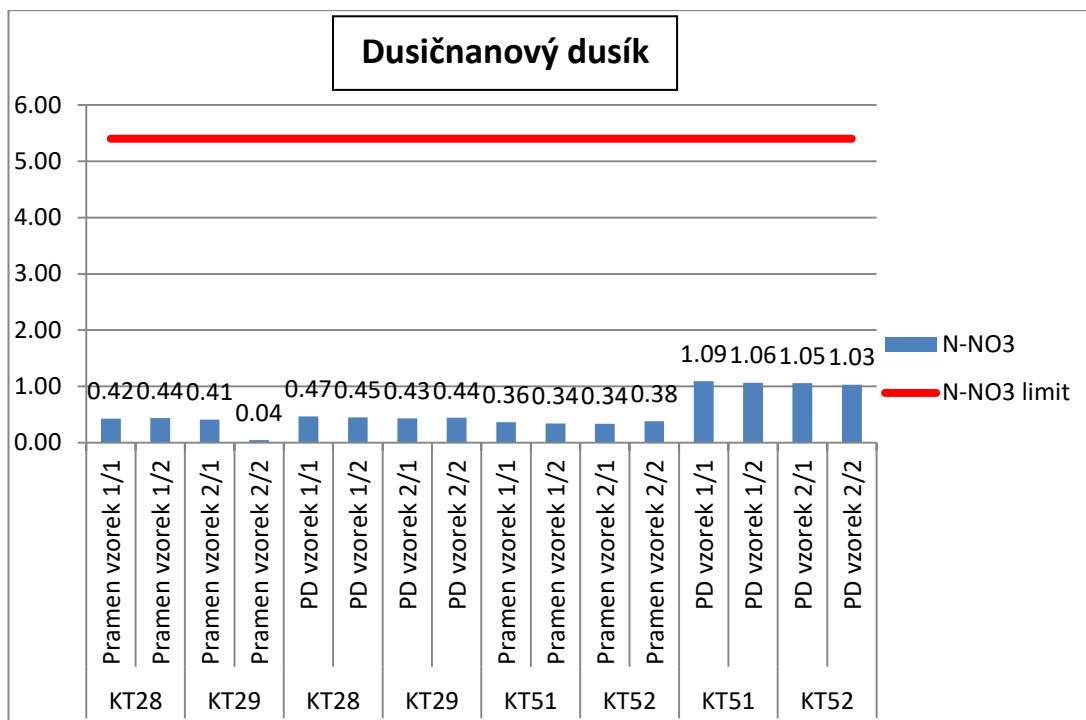
Graf č. 9 – Hodnoty fosforečnanů na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V

Z grafu č. 9 je patrné, že hodnoty během odběrů gradují. Nejnižší hodnota byla naměřená u pramene ve 28. kalendářním týdnu a nejvyšší hodnota byla naměřená v Prkenném dole v 51. Kalendářním týdnu. Pro tento ukazatel nejsou stanovena kritéria pro vyhodnocení přípustného limitu znečištění povrchových vod, ani pro určení třídy kvality vod.



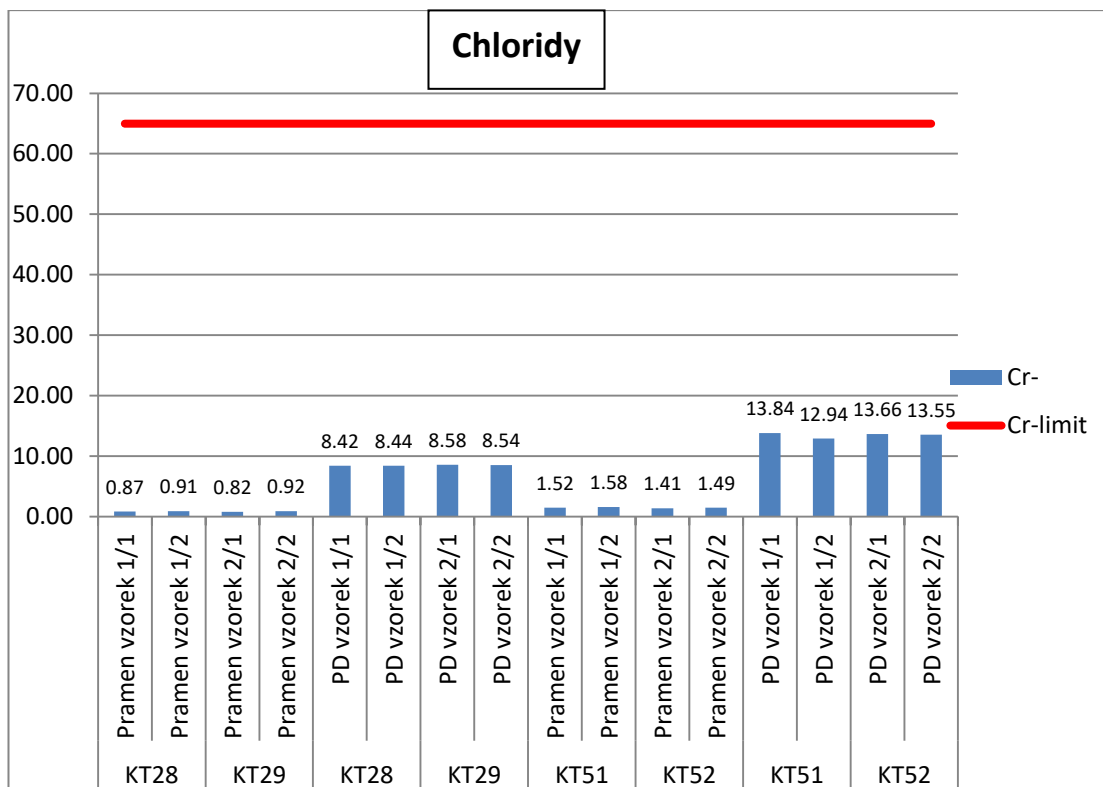
Graf č. 10 – Hodnoty dusičnanového dusíku na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l	< 2,5	< 5	< 8	< 12	≥ 12

Z grafu č. 10 je patrné, že se hodnoty během měření v zásadě nemění. Teprve během měření v 51. kalendářním týdnu v Prkenném Dole hodnota vystoupala na 1,09 mg/l. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221, hodnoty naměřené na obou odběrných místech odpovídají třídě kvality vody I.



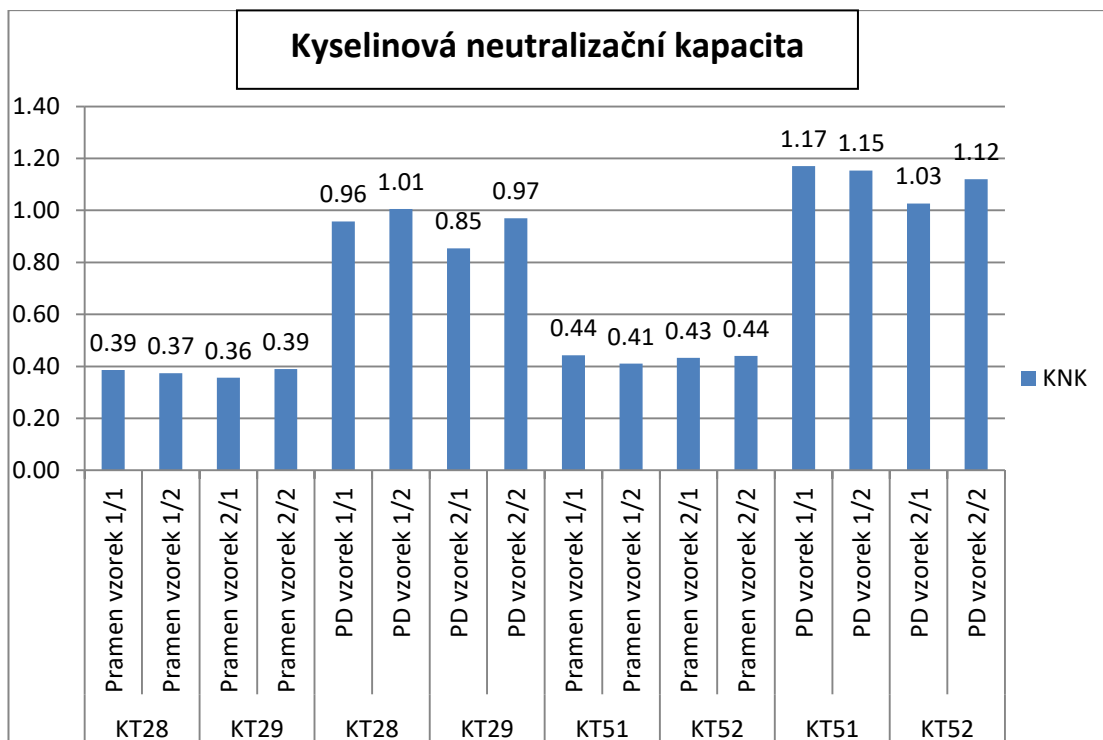
Graf č. 11 – Hodnoty chloridů na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
chloridy	Cl ⁻	mg/l	< 100	< 200	< 300	< 450	≥ 450

Z grafu č. 11 je patrné zvýšené množství chloridů v Prkenném Dole. Nejvyšší hodnoty dosáhla v 51. kalendářním týdnu, o množství 13,84 mg/l. Nejnižší hodnota byla naměřená u pramene ve 28 kalendářním týdnu, o celkovém množství 0,87 mg/l. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221, hodnoty naměřené na obou odběrných místech odpovídají třídě kvality vody I.



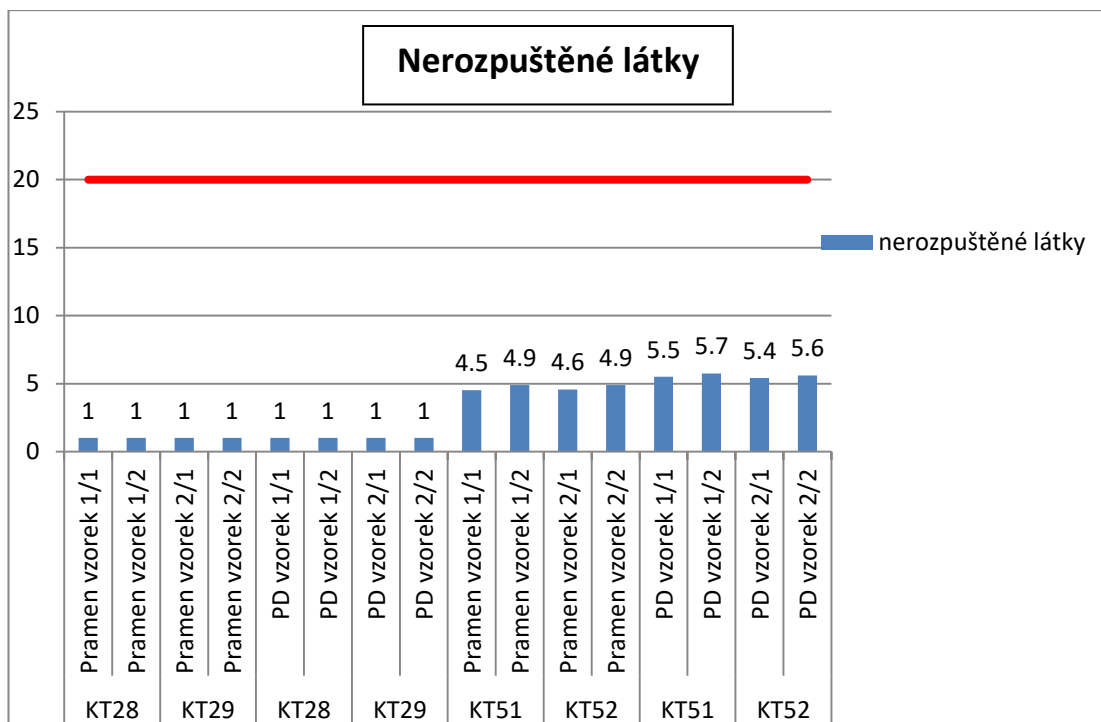
Graf č. 12 – Hodnoty kyselinové neutralizační kapacity na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída					
			I	II	III	IV	V	

Z grafu č. 12 je patrné mírné navýšení na obou odběrných místech. U pramene se nachází menší množství KNK oproti Prkennému Dolu. Nejmenší hodnota byla naměřena v 29. Kalendářním týdnu u pramene, o celkovém množství 0,36 mmol/l. Nejvyšší hodnota byla naměřená v 51. Kalendářním týdnu, o celkovém množství 1,17 mmol/l. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221 pro tento ukazatel nejsou stanovena kritéria pro vyhodnocení třídy kvality vody.



Graf č. 13 – Hodnoty nerozpuštěných látek na obou odběrných místech

ČSN 75 7221

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
nerozpuštěné látky sušené	NL ₁₀₅	mg/l	< 15	< 25	< 50	< 100	≥ 100

Z grafu č. 13 je patrné, že hodnoty naměřené na obou odběrných místech ve 28. a 29. kalendářním týdnu, byly vyhodnoceny pod hodnotou 1. Teprve v 51. a 52. kalendářním týdnu hodnoty stouply. Nejvyšší hodnota byla naměřená v 51. kalendářním týdnu v Prkenném Dole o celkovém množství 5,7 mg/l. Z hlediska klasifikace jakosti povrchových vod - dle ČSN 75 7221, hodnoty naměřené na obou odběrných místech odpovídají třídě kvality vody I.

5. 2. Souhrnné vyhodnocení a diskuze

U ukazatele pH se hodnoty pohybují téměř ve stejném rozmezí, tj. okolo 6. hodnoty se nachází v neutrálním pH a reprezentují tak k neznečištěné vody. Pokud by došlo k náhlé změně, přisuzovali bychom to klimatickým či hydrologickým výkyvům.

Hodnoty vodivosti odebraného vzorku pramene (nejnižší naměřená hodnota byla 87 mg/l) jsou v obou případech nižší nežli hodnoty odebraného vzorku v Prkenném Dole (nejvyšší naměřená hodnota byla 165 mg/l). Zvýšené hodnoty vodivosti lze interpretovat jako důsledek vyššího znečištění odpadními vodami. Obecně se dá říci, že voda na dolních tocích řek má vyšší vodivost a sama o sobě nepůsobí závažné zdravotní problémy. Na tomto toku není voda odebírána k přímé konzumaci.

Hodnoty celkového dusíku mírně stoupají, ale stále se nachází daleko pod hranicí maximálního přípustného znečištění povrchových vod. Důvodem vzrůstu hodnot může být větší množství osob ubytovaných v rekreačních zařízeních v Prkenném dole a vyšší koncentrace zvěře poblíž odběrného místa pramen.

Hodnoty celkového fosforu u vzorků odebraných v Prkenném dole přesáhly přípustné hodnoty znečištění povrchových vod. Důvodem může být nedostatečná účinnost domácích čistíren odpadních vod, které vypouští i zbytkové znečištění a představuje pro Sněžný potok velkou zátěž. Dalším důvodem může být nepřítomnost domácích čistíren odpadních vod u některých objektů (po konzultaci se stavebním odborem byla určena kvalifikovaným odhadem absence čistíren a septiků zhruba u poloviny objektů – u starších objektů není vymáháno legislativou) a nepřítomnost kanalizační sítě.

Hodnoty celkového železa výrazně stoupají ve vzorcích odebraných v Prkenném Dole. Důvodem může být nedostatečná účinnost domácích čistíren odpadních vod, které vypouští i zbytkové znečištění a představuje pro Sněžný potok velkou zátěž. Dalším důvodem může být nepřítomnost domácích čistíren odpadních vod u některých objektů (po konzultaci se stavebním odborem byla určena kvalifikovaným odhadem absence čistíren a septiků zhruba u poloviny objektů – u starších objektů není vymáháno legislativou) a nepřítomnost kanalizační sítě.

Chemická spotřeba kyslíku byla analyzována pod hodnotou 3 a nachází se daleko od hranice přípustných hodnot znečištění povrchových vod.

Amoniakální dusík byl překročen u vzorků odebraných v kalendářním týdnu 51 a 52 v Prkenném Dole. Z maximálního přípustného znečištění 0,24 mg/l se dostal až na 0,42 mg/l. Důvodem může být vysoké množství ubytovaných osob v rekreačních zařízeních a tím pádem větší zátěž domácích čistíren odpadních vod. Tyto čističky vypustily „čistou vodu“, která však měla zbytkový amoniakální dusík, který se projevil v odběrech. Dalším důvodem může být nepřítomnost domácích čistíren odpadních vod u některých objektů (po konzultaci se stavebním odborem byla určena kvalifikovaným odhadem absence čistíren a septiků zhruba u poloviny objektů – u starších objektů není vymáháno legislativou) a nepřítomnost kanalizační sítě.

Hodnoty dusitanového dusíku ani z daleka nedosahují hranice limitu maximálního přípustného znečištění povrchových vod, což značí čistotu vody. Kdyby se v blízkosti nacházel např. strojírenský závod, naměřené hodnoty by byly vyšší.

Fosforečnany v kalendářním týdnu 51 a 52 stouply u odběrného místa pramen i Prkenný Důl. Náhlým vzrůstem tohoto ukazatele můžeme indikovat možné znečištění fekáliemi. V blízkosti odběrných míst není zemědělská činnost. Zvýšené hodnoty u pramene mohou souviset s vyšším výskytem lesní zvěře, kdy se její moč mohla dostat do vodního prostředí. Zvýšené hodnoty v Prkenném Dole souvisí s funkčností domácích čistíren, stejně jako je to popsáno u hodnot celkového fosforu.

Hodnoty dusičnanového dusíku se nachází daleko pod hranicí maximálního přípustného znečištění povrchových vod. Drobné navýšení můžeme vidět v kalendářním týdnu 51 a 52 v Prkenném Dole, nicméně stále se jedná o čistou vodu v I. kategorii.

Množství chloridů je patrně zvýšené u odběrného místa v Prkenném Dole, kde se v 51. týdnu dostalo k hodnotě 13,84 mg/l. Zvýšené hodnoty můžeme přisuzovat znečištění odpadní vody z domácích čističek nebo solením nedaleké silnice. Je však důležité říct, že chloridy patří k běžným složkám vody.

Kyselinová neutralizační kapacita u odebraných vzorků v Prkenném Dole byla taktéž vyšší, kdy v 51. týdnu dosáhla hodnoty 1,17 mmol/l. než u odebraných vzorků z odběrného místa pramene. S tímto zvýšením souvisí i nárůst hodnot celkového železa ve vodě.

Nerozpuštěné látky se v kalendářním týdnu 51 a 52 několikanásobně zvýšily. Opět výsledky přisuzuji k velkému množství osob ubytovaných v rekreačních zařízeních, větší produkci odpadní vody a nižší účinnosti či absencí domácích čistíren odpadních vod.

6 ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se zabývala posouzením kvality Sněžného potoka – od pramene až za první urbanizovanou oblast po dobu 1 roku. V letním období byly odebrány 2 vzorky u pramene a 2 vzorky v Prkenném Dole po dobu 2 týdnů. V zimním období byl použitý stejný model odběrů vzorků, tj. 2 vzorky u pramene a 2 vzorky v Prkenném Dole.

Odebrané vzorky byly druhý den odeslány na laboratorní analýzu do Výzkumného ústavu Mendelovy univerzity v Brně. Zjištěné hodnoty byly zpracovány do grafické podoby, následně posouzeny podle normy ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod a porovnány s ukazateli hodnot přípustného znečištění povrchových a odpadních vod.

Závěrečné výsledky mého výzkumu ukázaly, že na kvalitu vody ve Sněžném potoce má zásadní vliv počet osob ubytovaných v rekreačních zařízeních. Většina zkoumaných hodnot byla tímto ovlivněna (zhoršily se sledované parametry). Detailní výsledky jsou uvedeny v grafech vypracovaných výše. Ve většině případů vyhodnocené ukazatele odpovídají třídě kvality vody I. – II., u ukazatele amoniakálního dusíku odpovídají třídě kvality vody II. – III. a u ukazatele vodivosti odpovídá třídě kvality vody IV. – V.

V souhrnném výsledku můžu konstatovat, že většina sledovaných ukazatelů se na konci odběrného období zvýšila. Příčinou zvýšení je množství osob ubytovaných v rekreačních zařízeních a nedokonalé čištění domácích čistíren odpadních vod.

Vzhledem k malému množství a frekvenci odebraných vzorků musíme brát výsledky výzkumu jako orientační. Detailní rozbor příčin k navýšení některých parametrů není součástí této práce, ale bylo by vhodné jej provést pro určení zdrojů znečištění.

I přes relativně nízkou populaci ve zkoumaném území a jeho velkou rozlohou, kdy není ekonomicky efektivní budovat nákladnou kanalizační síť, se město Žacléř rozhodlo investovat v tomto roce 2022-2024 zhruba 1/3 celkového rozpočtu obce (s dotační podporou) do vybudování kanalizace. Tímto krokem město ukázalo odhodlání ke snížení ekologické zátěže vodního toku a tím přispět k lepšímu životnímu prostředí.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. CZUDEK, Tadeáš, ed. *Geomorfologické členění ČSR: Geomorphological division of the Czech Socialist Republic : [sborník]. [Praha]: Academia, 1972. Studia geographica.*
2. DOHÁNYOS, Michal, Jan KOLLER a Nina STRNADOVÁ. *Čištění odpadních vod. Dotisk 2. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2007. ISBN 978-80-7080-619-7.*
3. HETEŠA, Jiří a Eva KOČKOVÁ. *Hydrochemie. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997. ISBN 80-7157-289-6.*
4. HORÁKOVÁ, Marta, Peter LISCHKE a Alexander GRÜNWARD. *Chemické a fyzikální metody analýzy vod: celostátní vysokoškolská příručka pro stud. VŠCHT stud. oboru technologie vody. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986.*
5. HUBAČÍKOVÁ, Věra a Petra OPPELTOVÁ. *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.*
6. HLAVÍNEK, Petr, Jaromír ŘÍHA, Vanda KUŽMOVÁ a Jana MIKLÁNKOVÁ. *Jakost vody v povodí. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 209 s., ISBN 80-214-2815-5.*
7. KOPP, Radovan. *Hydrochemie nejen pro rybáře. 1. Vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015, 120 s. ISBN 978-80-7509-352-3.*
8. KOPP, J. NĚMEC, J. a kol. *Rybníky v České Republice. Praha: Consult, 2012, 303 s., ISBN 978-80-903482-9-5.*
9. KOŽÍŠEK, František. *Živá voda: Living water 95 : nové poznatky o kvalitě a vlastnostech : sborník přednášek ze semináře uspořádaného Českou vědeckotechnickou vodohospodářskou společností a Nadací Aquasana : V Praze, 7.11.1995 odborný garant:František Kožíšek. Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, 1995.*
10. OPPELTOVÁ, Petra. *Ochrana vodních zdrojů. Vydání první. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015, 103 stran. ISBN 978-80-7509-218-2.*
11. PITTER, Pavel. *Hydrochemie. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko technologická v Praze, 2009, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.*
12. QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa. Brno, 1971.*
13. SOJKA, Jan. *Čistírny odpadních vod: pro rodinné domy. Praha: Grada, 2013. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-4504-6.*
14. ŠTURSA, Jan, Jan Vaněk. *Život v krkonošských vodách. Správa KRNAP, 2015, 46 s., ISBN 978-80-7535-004-6.*
15. TLAPÁK, Václav, Vladimír LEGÁT a Jan ŠÁLEK. *Voda v zemědělské krajině. 1. vyd. Praha: Brázda, 1992, 318 s. ISBN 80-209-0232-5.*
16. *Vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizací: seminář : 13.11.2007, Klub techniků, Praha. [Praha: Český svaz vědeckotechnických společností, 2007]. ISBN 978-80-02-01975-6.*

8 SEZNAM POUŽITÉ LEGISLATIVY

1. Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).
2. ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod.
3. 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.

9 SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

1. *Voda v přírodě (online)*. (cit. 19. 2. 2022). Dostupné z WWW: <<https://smvak.cz/voda-v-priode/>>.
2. *Voda a zdraví (online)*. (cit. 24. 2. 2023). Dostupné z WWW: <<https://www.cpzp.cz/clanek/5181-0-Voda-a-zdravi.html/>>.
3. *Proč je zemědělství největší znečišťovatel vody? (online)*. (cit. 24. 2. 2023). Dostupné z WWW: <<https://www.hydrotech-group.com/cz/blog/preco-je-polnohospodarstvo-najvacsim-znecistovatelom-vody/>>.
4. *Quittova mapa ČR (online)*. (cit. 19. 2. 2022). Dostupné z WWW: <<http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/?str=klima-mapa/>>.
5. *Taxonomický klasifikační systém půd ČR (online)*. (cit. 26. 2. 2022). Dostupné z WWW: <<https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showHomepage/>>.
6. *Povolení domovní ČOV (online)*. (cit. 3. 3. 2023). Dostupné z WWW: <<https://zakra.cz/blog/povoleni-domovni-cov/>>.

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

1. *Obr. č. 1 - Klasická čistička (online)*. (použito 25. 2. 2022). Dostupné z WWW: <<https://www.aktualne.cz/jak-funguje-domaci-cisticka-odpadnich-vodcov/r~15980d0270f411ebb2f60cc47ab5f122/>>.
2. *Obr. č. 2 - Sbr čistička (online)*. (použito 25. 2. 2022). Dostupné z WWW: <<https://zakra.cz/blog/domaci-cisticka-eko-sbr-bio/>>.
3. *Obr. č. 3 - Kořenová čistička (online)*. (použito 25. 2. 2022). Dostupné z WWW: <https://m.kr-vysocina.cz/vismo5/dokumenty2.asp?id_org=450008&id=4072363&n=korenova%2Dcistirna%2Dodpadnich%2Dvod%2Dmuze%2Dbyt%2Dresenim%2Dpro%2Dmale%2Ddobce&p1=106964>.
4. *Obr. č. 4 a 5 – fotografie autorky BP.*

11 SEZNAM GRAFŮ

1. *Graf č. 1 – Hodnoty pH na obou odběrných místech.*
2. *Graf č. 2 – Hodnoty vodivosti na obou odběrných místech.*
3. *Graf č. 3 – Hodnoty celkového dusíku na obou odběrných místech.*
4. *Graf č. 4 – Hodnoty celkového fosforu na obou odběrných místech.*
5. *Graf č. 5 – Hodnoty celkového železa na obou odběrných místech.*
6. *Graf č. 6 – Hodnoty chemické spotřeby kyslíku na obou odběrných místech.*
7. *Graf č. 7 – Hodnoty amoniakálního dusíku na obou odběrných místech.*
8. *Graf č. 8 – Hodnoty dusitanového dusíku na obou odběrných místech.*
9. *Graf č. 9 – Hodnoty fosforečnanů na obou odběrných místech.*
10. *Graf č. 10 – Hodnoty dusičnanového dusíku na obou odběrných místech.*
11. *Graf č. 11 – Hodnoty chloridů na obou odběrných místech.*
12. *Graf č. 12 – Hodnoty kyselinové neutralizační kapacity na obou odběrných místech.*
13. *Graf č. 13 – Hodnoty nerozpuštěných látek na obou odběrných místech.*

12 SEZNAM TABULEK

1. *Tabulka č. 1 - Geomorfologické začlenění odběrných míst.*
2. *Tabulka č. 2 – Klimatické charakteristiky.*

13 SEZNAM MAP

1. *Mapa č. 1 - vyznačení odběrných míst.*