

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



Česká
zemědělská
univerzita
v Praze

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Mapování a rozbor pramenných vývěřů v oblasti Hrubá
Skála**

Mapping and analysis of springs in the area Hrubá Skála

Vedoucí práce: Ing. Pavel Richter, Ph.D.

Bakalant: Aneta Mázlová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Aneta Mázlová

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Mapování a rozbor pramenných vývěrů v oblasti Hrubá skála

Název anglicky

Mapping and analysis of springs in the area Hrubá skála

Cíle práce

Cílem práce je mapování, chemický rozbor a analýza vydatností a teplot pramenných vývěrů v oblasti Hrubá skála. Zhodnocuje současný stav a ohrožení, které porovnává s Národním registrem pramenů a studánek.

Metodika

V práci bude provedeno podrobné mapování a vyhodnocení dat z terénního průzkumu hodnot vydatnosti a teplot. Budou zahrnuta data z chemických rozborů, která budou vyhodnocena v laboratoři univerzity. Podklady pro sledování změn poslouží mapy ze serveru DIBAVOD. Součástí práce bude i podrobná fotodokumentace. Použitím lineární rešerše budou získány potřebné informace pro provedení práce a zhodnocení všech dat dané problematiky. Závěrem bude zhodnocení a analýza vývoje měření v čase.

Doporučený rozsah práce

40 – 50 str.

Klíčová slova

studánky, prameny, terénní průzkum, Národní registr pramenů, chemický rozbor, vydatnost, teplota

Doporučené zdroje informací

Archivní mapy: Prohlížení archiválií Ústředního archivu zeměměřictví a katastru:

<<http://archivnimapy.cuzk.cz/>>.

Databáze DIBAVOD: Měřicí a kontrolní místa podzemních vod: <<http://dibavod.cz/>>.

Estudanky: Národní registr pramenů a studánek: <http://www.estudanky.cz/uvod.html>>

FORMAN, R T T. – GODRON, M. *Krajinná ekologie*. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1993. ISBN 80-200-0464-5.

HYNIE OTA. *Hydrogeologie ČSSR I : Prosté vody*. Praha : Nakladatelství československé akademie věd, 1961.

PÁNEK, T. – HRADECKÝ, J. *Landscapes and landforms of the Czech Republic*. [Bern]: Springer, 2016. ISBN 978-3-319-27536-9.

Prameny spojují: Atlas pramenů: <https://prameny.tul.cz/atlas>

REICHHOLF, J. – ČIHAŘ, J. *Pevninské vody a mokřady : ekologie evropských sladkých vod, luhů a bažin*. Praha: Knižní klub, 1998. ISBN 80-7202-185-0.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Pavel Richter, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2023

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma: „*Mapování a rozbor pramenných vývěřů v oblasti Hrubá Skála*“ jsem vypracovala samostatně 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/závěrečné 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 30. 3. 2023

Aneta Mázlová

Poděkování

Mé poděkování patří panu Ing. Pavlu Richterovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce a za jeho cenné rady a připomínky. Ráda bych poděkovala paní Ing. Martině Kadlecové za její odborné vedení a připomínky při praktické části v laboratoři a v neposlední řadě bych ráda vyjádřila své díky mé rodině a partnerovi, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

Abstrakt

Souhrn:

Tato bakalářská práce se zaměřuje na celkové zhodnocení pramenných vývěřů na katastrálním území Hrubá Skála. Teoretická část se zaměřuje na cyklus vody v krajině a popisuje jednotlivé ukazatele v rámci celého rozboru. Charakteristika území popisuje území jako celek se zaměřením na floru a faunu. Metodika a analytická část zobrazuje průběh vydatností a teplot jednotlivých pramenů v průběhu jednoho roku, vycházejícího z terénního měření a poznatků. Taktéž je v rámci práce vyhotovena souhrnná mapa složená z několika oficiálních zdrojů v programu ArcGIS Pro. Ve výsledcích je zahrnut souhrn měření chemických rozborů jednotlivých pramenů, která probíhala v laboratoři Fakulty životního prostředí České zemědělské univerzity. Z rozboru vyplývá, že sledované studánky mají chemické ukazatele (pH, amonné ionty, dusitany, dusičnany, sírany, chloridy, fluoridy, bromičnany a obsah vápníku a hořčíku) v normě v rámci vyhlášky 252/2004 Sb. odpovídajícím hodnotám pitné vody. Z výstupů je tedy patrné, že nejstabilněji se jevíly studánky Čtyřlístek, Jordánka a Hurtík. Naopak studánka Doubravice v průběhu terénního měření zcela vyschla. Celá práce má podávat komplexní pohled na stav studánek na Hrubé Skále a měla by vést k aktualizaci informací v Národním registru studánek.

Klíčová slova:

Prameny a studánky, vydatnost, teplota, chemické rozborů, Hrubá Skála

Abstract

Summary:

This bachelor thesis focuses on the overall evaluation of the springs in the cadastral area of Hrubá Skála. The theoretical part focuses on the water cycle in the landscape and describes the individual indicators within the complete analysis. The characterization of the area depicts the area as a whole with a focus on flora and fauna. The methodology and analytical part show the course of the yields and the temperatures of individual springs during a one-year period based on field measurements and observations. As a part of this work, a summary map employing several official sources is also created with the use of ArcGIS Pro. The results include a measurements summary of the chemical analyses of individual springs, which were performed in the laboratory of the Faculty of Environment of the Czech University of Agriculture. The study shows that the monitored springs have chemical parameters (pH, ammonium ions, nitrite, nitrate, sulphate, chloride, fluoride, bromate and calcium and magnesium content) within the standard of Decree no. 252/2004 Coll. corresponding with drinking water values. Thus, the results show that the most stable wells were Čtyřlístek, Jordánka and Hurtík. On the contrary, the Doubravice well dried up entirely during the field measurements. The whole work should provide a comprehensive view of the condition of the wells in Hrubá Skála and should lead to an update of the information in the National Register of Wells.

Keywords:

The springs and wells, yields, temperature, chemical analyses, Hrubá Skála

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíl práce	12
3. Teoretická část	13
3.1. Cyklus vody	13
3.2. Podzemní voda.....	14
3.2.1. Kvalita podzemních vod v ČR.....	14
3.2.2. Znečištění podzemních vod	15
3.3. Prameny a studánky	16
3.4. Chemické ukazatele čistoty vody.....	17
3.4.1. Amonné ionty.....	17
3.4.2. Vápník a hořčík.....	17
3.4.3. Dusičnany	18
3.4.4. Dusitany	18
3.4.5. Sírany	18
3.4.6. Fosfor	19
3.4.7. Bromičnany.....	19
3.4.8. Chloridy	19
3.4.9. Fluoridy.....	20
3.5. Fyzikální ukazatele čistoty vody.....	20
3.5.1. pH.....	20
3.5.2. Teplota	20
4. Charakteristika území	21
4.1. Katastrální území Hrubá skála	21
4.2. Hruboskalský bioregion.....	22
4.3. Horniny a reliéf.....	22
4.4. Půdy a podnebí.....	23
4.5. Lesy a vegetace	23
4.6. Fauna.....	23
5. Metodika	24
5.1. Výběr území.....	24
5.2. Použité materiály a podklady	25
5.3. Výběr studánek a pramenů a terénní průzkum.....	25
5.4. Terénní měření	26
5.5. Zpracování dat	26

5.6.	Odběr vzorků	26
5.7.	Měření vydatnosti a teplot.....	27
5.8.	Chemické analýzy vzorků.....	27
5.8.1.	Potenciometrické stanovení hodnoty pH	27
5.8.2.	Indofenolová metoda stanovení amonných iontů	32
5.8.3.	Stanovení NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , Cl^- , F^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , BrO_3^- iontovým chromatografem	33
6.	Výsledky	35
6.1.	Studánka Doubravice	35
6.1.1.	Popis studánky	35
6.1.2.	Studánka Doubravice „nová“	36
6.1.3.	Okolí studánky	36
6.1.4.	Výsledky analýz.....	37
6.2.	Studánka Čtyřlístek.....	40
6.2.1.	Popis studánky	40
6.2.2.	Okolí studánky a ohrožení	40
6.2.3.	Výsledky analýz.....	41
6.3.	Studánka Hrudka.....	43
6.3.1.	Popis studánky	43
6.3.2.	Okolí studánky	44
6.3.3.	Výsledky analýz.....	44
6.4.	Pramen 3 – (Pramen Za Humny)	45
6.4.1.	Popis pramene a okolí	45
6.4.2.	Okolí pramene.....	46
6.4.3.	Výsledky analýz.....	47
6.5.	Pramen 2 – (Pramen Panny Marie)	48
6.5.1.	Popis pramene	48
6.5.2.	Okolí pramene.....	49
6.5.3.	Výsledky analýz.....	49
6.6.	Pramen Jordánka.....	51
6.6.1.	Popis pramene	51
6.6.2.	Okolí pramene.....	51
6.6.3.	Výsledky analýz.....	52
6.7.	Pramen Hurtík.....	54
6.7.1.	Popis pramene	54
6.7.2.	Okolí pramene.....	54

6.7.3.	Výsledky analýz.....	55
6.8.	Pramen U Kosinů.....	57
6.8.1.	Popis pramene.....	57
6.8.2.	Okolí pramene.....	58
6.8.3.	Výsledky analýz.....	58
6.9.	Pramen Pod Prdlavkou.....	60
6.9.1.	Popis pramene.....	60
6.9.2.	Okolí pramene.....	61
6.9.3.	Výsledky analýz.....	61
6.10.	Pramen I = (Pramen Čertoryje).....	63
6.10.1.	Popis pramene.....	63
6.10.2.	Okolí pramene.....	64
6.10.3.	Výsledky analýz.....	64
7.	Diskuse.....	67
8.	Závěr.....	69
9.	Literatura.....	70
9.1.	Odborná literatura.....	70
9.2.	Internetové zdroje.....	71
10.	Seznam obrázků.....	73
11.	Seznam tabulek.....	75
12.	Seznam příloh.....	76

1. Úvod

Voda je spojena s životy všech živých organismů na naší planetě. Její spotřeba neustále stoupá a je nutné si uvědomit, že zdroje vody nejsou nevyčerpatelné, proto bychom měli chránit i malé vodní zdroje jako jsou přírodní studánky a prameny. Ty mají význam nejen pro turisty, živočichy, ale i jako zásobárna vody pro okolní krajinu.

Pramen je přirozeně vyvěrající podzemní voda na zemský povrch nebo pod hladinu povrchového vodního útvaru. Vývěr je tedy místo, kde voda opouští podzemí a vytéká na povrch (Davie, Quinn, 2019).

Studánka je v definici artefakt představující jednoduché podchycení pramene kamennou nebo betonovou jímkou často se zastřešením. Člověk budoval studánky nejen pro odběr vody, ale i na počest světců nebo jako orientační body. Nejdříve byly studánky uctívány nejrůznějšími pohanskými zvyky, křesťanskými obřady či jinými zvyklostmi. V období baroka představovaly místa pro meditaci nebo byly spojovány s pověstmi o zázracích. Studánky byly odjakživa důležité a dodnes je využíváme jako cíle vycházek, poutí, odpočinku a občerstvení.

V současnosti probíhají opětovné mapování a renovace. Studánky se začínají opět dostávat do každodenního života lidí, kteří se snaží je zvelebovat a využívat.

2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je popsat a vyhodnotit aktuální stav studánek a pramenů na katastrálním území Hrubá Skála v průběhu roku 2022/2023. Součástí práce je vytvoření souhrnné polohové mapy v programu ArcGIS. Vyhodnotit data vydatností a teplot jednotlivých pramenů získaných z terénního měření v průběhu 12 měsíců z celkem 10 odběrných míst. Data jsou vizualizovaná ve spojnicových grafech v programu PowerBI.

Další přidanou hodnotou je provedení chemického rozboru vzorků vody ze všech vybraných studánek a pramenů, které se prováděly v rozestupu 4 měsíců v celkem 4 laboratorních měřeních. Testy v laboratoři univerzity poskytnou výsledky hodnot amonných iontů, pH, iontové chromatografie a poměru Ca a Mg obsaženého ve vzorku.

Výsledky byly poskytnuté k aktualizaci evidence Národního registru studánek.

3. Teoretická část

3.1. Cyklus vody

Země vyniká v naší sluneční soustavě, jako planeta s výskytem života a vody v mnoha podobách. Ta se nachází v různých skupenstvích i podobách a cyklus vody na je distribuován do různých forem:

- oceány a moře,
- atmosféra, (asi 70 % objemu vody v atmosféře je nad plochou oceánů a moří)
- podzemní voda. (v puklinách pod zemským povrchem)
- ledu, (v ledovcích, trvalé sněhové pokrývce a permafrostu)

Celkový objem vody v hydrosféře činí okolo 1 390 000 000 km³ a z toho 97 % je voda slaná a 3% voda sladká. Veškerá tato voda je distribuována nerovnoměrně, a to jak v prostoru, tak v čase.

Cyklus vody začíná v podobě srážek, které dopadají na pevninu a vsakují se. Tím se zvyšuje obsah vody v půdním profilu. V důsledku toho neustále narůstají zásoby pozemní vody, která odtéká formou povrchového a podzemního odtoku, a ten pokračuje do oceánů. Voda z oceánů se znovu vypařuje do atmosféry a nastává tak stále opakovaný nepřetržitý pohyb vodních mas (Šobr, Geografické rozhledy, 2016).

Voda nacházející se v půdě, neboli půdní vláha je oddělena od hlubších podzemních vod, protože se nachází v mělčí vrstvě a její množství se mění výrazně rychleji, než je tomu u podzemní vody. Její nejvyšší význam je v dotaci vody kořenovým systémům vegetace (Šindelková, Poľnohospodársky týždenník, 2018).

3.2. Podzemní voda

Hlavní zásoby naší hydrosféry jsou akumulovány v kolektorech podzemních vod. Tato voda tvoří velmi důležitou složku životního prostředí a krom toho je i základem vodnosti povrchových toků. Podzemní voda se nachází v pórech, částicích půdy a v narušených dutinách hornin. Je to velmi cenný přírodní zdroj, který je největším sladkovodním zdrojem pitné vody (mzp.cz).

Podzemní voda se váže na horniny (štěrkopísky, štěrky, sutě, pískovce, slepence, sopečné tufy, tufity aj.) v zóně saturace. Tyto horniny mají schopnost vodu pojmout, zadržovat, ale i dále předávat.

Pohyby podzemní vody jsou vyvolávány především gravitační silou a přenáší ji hydrostatický tlak. Tato voda se může pohybovat v různých pásmech:

- **Pásmo svrchní:** výměna povrchové a podzemní vody, slabá mineralizace
- **Střední pásmo:** zpomalené výměny se silnější mineralizací při jejím zadržování v horninovém prostředí
- **Spodní pásmo:** velmi zpomalená výměna vody, silná mineralizace. Vyskytují se v něm často vody slané.

Tyto pásma závisí na geologické struktuře území a celkové podobě reliéfu. Proudění vody se rozlišuje na průlinovou a puklinovou (Ruda, 2014).

3.2.1. Kvalita podzemních vod v ČR

ČR je v porovnání se světem na velmi vysoké úrovni kvality podzemní vody a dobré úrovni vodárenství. Problémem je kvalita neupravených podzemních vod, a to především kvůli vysokým koncentracím dusičnanů. V přírodě se vyskytuje oběh dusíku, který je založen na biochemické oxidaci sloučenin, což jsou amonné ionty NH_4^+ , dusitany NO_2 , dusičnany NO_3 za přítomnosti kyslíku jak ve vodě, tak v půdě.

Vysoké koncentrace dusičnanů nejsou jediným problémem znečištění, další hrozbou je přítomnost uhlovodíků a ropných látek, které se vyskytují zejména v oblastech průmyslových podniků. Oba tyto kontaminanty se částečně rozpouštějí do

podzemních vod, které se mohou transportovat i na velké vzdálenosti. Specifické znečištění je například v případě těžby uranových rud a následným vyluhováním kyseliny sírové (Blažek a Hladký, 2006).

3.2.2. Znečištění podzemních vod

Znečištění je jakákoli změna v jakosti podzemní vody omezující její využití a s tím související nároky na její technologickou úpravu na snížení rizika kontaminace dalších vrstev či povrchových vod.

Příčinou znečištění mohou být anorganické a organické látky, nepříznivé změny fyzikálních a sensorických vlastností, toxicita a tak dále. Ve vyhlášce č. 328/2018 Sb. můžeme nalézt další druhy znečištění. V nedávných letech zaznamenáváme přirozené odvodňování pramenů. Od devadesátých let se daří snížit vypuštěné množství nebezpečných a zvláště závadných látek (Blažek a Hladký, 2006).

3.2.3. Ochrana podzemních vod

Ochrana podzemních vod specifikuje zákon č. 254/2001 Sb. na nějž navazují další vyhlášky a nařízení vlády.

Ochrana zdrojů podzemních vod je řešena vymezením ochranných pásem, které reflektují oblast možné infiltrace a omezují hospodářskou činnost, která by mohla kontaminovat podzemní vody. V nejužším ochranném pásmu vodního zdroje je pak zákaz jakékoli činnosti.

Česká republika svou specifickou polohou leží na evropském rozvodí a musí hospodařit zejména jen se srážkovou vodou. Z toho důvodu jsou vyhlášeny ochráněné oblasti přirozené akumulace podzemních vod. V těchto oblastech je regulován hospodářský život, tak i užití povrchových i podzemních vod, například nadměrné zrychlení odtoku a následný negativní vliv na přírodní bohatství, které je jinak nenahraditelné.

V minulosti se upřednostňovalo větší využití zemědělských ploch a vytvářely se meliorace, které narušovali přirozený vodní režim a stabilitu krajiny. Obdobně se

upravovali i povrchové vody u kterých se zkrátila délka toku, zrychlil odtok, například budováním nepropustných koryt, a tím se ochuzovalo jejich okolí o vodu.

Všechny technické zásahy do krajiny a vodního režimu, by měli být prováděny velmi uváženě a se zřetelem, že náprava může být velmi dlouhodobá (Myslil, 1999).

3.3. Prameny a studánky

Prameny jsou přirozené vývěry podzemní vody na zemský povrch. Vývěr těchto pramenů může být zjevný v podobě typického pramene, ale i utajený, vytékající rozptýleně do koryt řek či dnem řeky. Vývěr může být soustředěný i rozptýlený. Prameny lze též rozdělovat dle změn vydatností na velmi vyrovnané, s průměrnou vydatností a nevyrovnanou vydatností (Hynie, 1961)

Druhy pramenů:

- **Vrstevnaté prameny:** nepropustná hornina ve styku s propustným podložím
- **Puklinové prameny:** vývěr pískovců, porézních láv, tufů a jiné propustné horniny
- **Vzduté prameny:** nepropustná hornina je přirozená překážka proudění průlinové vody, která vzdouvá hladinu až do blízkosti zemského povrchu kde vyvěrá
- **Suťové prameny:** vyvěrají na svazích nebo úpatí terénu pokrytého vrstvou zvětralin.

Dle výstupu vody z podzemí rozlišujeme:

- Sestupné, vytékající podzemní voda při sestupném pohybu z oblasti infiltrace do oblasti vyvěrání. Tento vývěr je v České republice nejčastější.
- Výstupné

Prameny můžeme dělit i dle teploty na studené a teplé, kdy teplé (termy) přesahují teplotu 20 °C (Ruda, 2014).

Studánky jsou stavebně upravené podzemní vývěry vody (prameny). Slouží jako zdroj vody a jsou chráněné stavbou zabraňující jejímu znečištění nebo zabraňují vsaku

do vody povrchové. Největší oblibě se studánky těšili v dobách, kdy lidé pracovali na polích a v lese. Tyto studánky využívali nejen jako zdroj vody, ale i jako poutní místa, která považovali za posvátné. V dnešní době jsou studánky zanedbané, a s tím souvisí i kvalita vody.

Umístění studánek a pramenů nám může dát počáteční informaci o kvalitě její vody. Například, pokud je v blízkosti zastávka, pole či silnice je možné, že znečištění studánky bude pravděpodobnější než z vývěrů skal.

Důležitá je takové doba filtrace, jelikož nedochází u většiny pramenů a studánek k podstatnější mineralizaci odhaduje se přibližně na 60 % rozpuštěných látek do 500mg/l (Kovařík, 1998).

3.4. Chemické ukazatele čistoty vody

3.4.1. Amonné ionty

NH_4^+ amoniakální dusík je organického, ale i anorganického původu a značí kontaminaci vody například z hnojiv. Může se vyskytovat ve všech typech vod. Amoniakální dusík organického původu je produktem rozkladu organických dusíkatých látek, což jsou splaškové vody či zemědělská výroba. Dále může vznikat i chemickou redukcí dusičnanů v prostředí bez přístupu kyslíku.

Optimální hodnota v pitné vodě nesmí přesáhnout 0,50 mg/l. Vyšší hodnoty jsou pak způsobeny například chemickou redukcí dusičnanů v podzemních vodách. Existují dvě možné formy výskytu amoniakálního dusíku ve vodách. Vázaná, netoxická forma a nedisociovaná, toxická forma NH_3 . Poměr těchto forem je závislý na teplotě a pH vody. Zvyšující se teplota a pH vedou k vyšší toxické formě NH_3 (Koutková, 2020).

3.4.2. Vápník a hořčík

Vápník a hořčík jsou nedílnou součástí pitné vody a známe ho pod pojmem „tvrdost vody“. V rámci vyhlášky 252/2004 Sb. je zahrnut vápník a hořčík jako součást látek obsažených v pitné vodě. Mezná minimální hodnota vápníku v pitné vodě je 30mg/l a doporučená hodnota činí 100 mg/l. U hořčíku je minimální hodnota 10 mg/l a doporučená 30mg/l. Součet kationtů je uváděn hodnotou 0,9-5 mmol/l.

Většina povrchových vod tuto uvedenou koncentraci nedosahuje a je zvyšována „ztvrzováním“ (tj. dávkování oxidu uhličitého a hydrátu vápenatého). Za cíl tohoto procesu má být snížení korozivních vlastností vody protékající v potrubí.

Ze zdravotních důvodů se většinou voda neupravuje. V rámci několika studií je možné dohledat zdravotní dopady na člověka v důsledku obsahů vápníku a hořčíku ve vodách. Optimalizace obsahu vápníku a hořčíku ve vodě je sporná a vedou se rozsáhlé diskuse (Kožíšek, 2000).

3.4.3. Dusičnany

Dusičnanový iont (NO_3^-) neboli nitrát je součástí koloběhu dusíku v přírodě. Přirozeně se vyskytují všude kolem nás, a to i v povrchové i podzemní vodě, které v přijatelné koncentraci nepředstavují pro lidi zdravotní riziko. Zvýšený obsah dusičnanů je ukazatel znečištění anorganickými dusíkatými hnojivy a do podzemních vod se dostávají například prostřednictvím hnojiv, chemických postřiků atd., proto je koncentrace dusičnanů většinou vyšší v blízkosti zemědělské půdy.

Ve vyhlášce 252/2004 Sb. je norma koncentrace dusičnanů v kojenecké vodě 10 mg/l a 50mg/l v ostatní pitné vodě. Dusičnany se v nadměrné koncentraci nachází zejména ve studnách, kvůli kontaminaci ze septiků či zemědělské půdy (WHO, 2011).

3.4.4. Dusitaný

Dusitanové ionty (NO_2^-) jsou většinou spojeny s vyšší koncentrací dusičnanů nebo doprovodným znečištěním amoniakálních iontů. Vznikají redukcí dusičnanů a jsou velmi nestabilní a rychle se rozkládají. Jsou toxické již v malém množství. Povolení maximální koncentrace je 0,5 mg/l.

Obvykle jsou dusitaný ve vyšší koncentraci přítomny v odpadních vodách, výrobních barvív nebo jako součást chladících kapalin při výrobě kovů. Náhlý vzestup dusitanů ve vodě může způsobit fekální znečištění v důsledku částečné nitrifikace amoniakálního dusíku (Koutková, 2020).

3.4.5. Síraný

Zdrojem síry v přírodních vodách je rozklad organických látek (bílkovin) nebo přirozený výskyt z horninového podloží. Vyskytuje se ve formě jednoduchého iontu

SO_4^{2-} v jednotkách mg/l. Umělý zdroj síry jsou mořirny kovů, městské a průmyslové exhalace. Povolený limit vyhláškou 252/2004 Sb. uvádí koncentraci 250 mg/l. Vyšší koncentrace ovlivňují sensorické vlastnosti vody společně s Mg^{2+} a Na^+ a způsobují laxativní účinky vody.

Koloběh síry je založen na přítomnosti kyslíku a biochemické oxidaci a redukci a při které vznikají sloučeniny – sírany. Jejich obsah ve vodě lze měřit spektrofotometrickou metodou (Nováková a Skryja. 2007).

3.4.6. Fosfor

Fosfor (P) je látka, která se dostává do vod ve formě orthofosforečnanů a polyfosforečnanů z hnojiv a pracích a mycích prostředků. Organicky vázaný fosfor se do vod dostává z uhynulých organismů (fytoplankton, zooplankton i vyšší organismy) a má vliv na eutrofizaci zejména povrchových vod společně s dusíkem. Pitná voda obsahuje průměrně 0,1 mg/l, ve splaškových vodách může být tato koncentrace až 5 mg/l. Fosfor limituje produkční procesy vodních ekosystémů. V přírodních vodách se fosfor vyskytuje převážně ve formě fosforečnanů a jeho formy jsou dány hodnotou pH (Kalavská a Holoubek, 1989).

3.4.7. Bromičnany

Bromičnany se stanovují v rámci úplného rozboru a jsou jedním z kvalitativních parametrů pitné vody. Obsah bromičnanů v pitné vodě je stanoven na NMH (nejvyšší mezní hodnota) 10 $\mu\text{g/l}$. a stanovuje se metodou vysokoúčinné iontové chromatologie společně s již zmíněnými anionty – fluoridy, chloridy, dusitany, dusičnany a sírany.

Bromičnany jsou vedlejší produkt ozonizace a mohou být přítomny v chemických látkách a přípravcích využívaných pro úpravu pitné vody zejména při dezinfekci chlornanem sodným (NaClO) (Huškova a Tomešova, PVAK).

3.4.8. Chloridy

Běžně se vyskytující makro složka ve vodě jsou i chloridy, které se do zdroje dostává skrze horninové podloží nebo z odpadních vod, výluhů a splachů ze zimních posypů vozovek a tak dále. Zvýšená hodnota chloridů ve vodě nám indikuje znečištění.

Mezní hodnota je 100 mg/l, nejvyšší hodnota je 250 mg/l a ani ta nepředstavuje vážné zdravotní riziko, nicméně ovlivňuje nepříznivě chuť vody. Při překročení těchto hodnot, lze indikovat i vyšší obsah toxických kovů (Clarke, 1950).

3.4.9. Fluoridy

Fluoridy se do vody dostávají zejména z horninového podloží. Mírný obsah ve vodě je žádoucí, zejména pro dospívající konzumenty přispívá k prevenci zubních kazů (Kožišek, Kos, Pumann 2006). Na základě tohoto se do vody začaly fluoridy přidávat. V 70. – 90. letech se tento trend jevil jako zdraví škodlivý a upustilo se od něj, protože se nahradil jiným zdroje.

Fluoridy mohou způsobit zubní fluorózu a při vyšších hodnotách i kostní fluorózu. Jejich limitní hodnota je tedy vyhláškou 252/2004 Sb. Stanovena na 1.5 mg/l. Optimální koncentrace je v rozmezí 0,1 – 0,3 mg/l (Opydo-Szymaczek, 2009).

3.5. Fyzikální ukazatele čistoty vody

Fyzikální ukazatele jsou základní ukazatele kvality a čistoty vody, jejichž hodnoty ukazují kontaminaci a patří do ní pH, teplota a měrná vodivost.

3.5.1. pH

pH zastoupené ve vodě je slabý elektrolyt a je ukazatel aktivity vodíkových iontů ovlivňující chemické, ale i biochemické procesy ve vodách. Běžná hodnota pH u pitné vody se pohybuje mezi 6,5-9,5 a je definováno v molech na litr. Rozptyl hodnot je od 0–14. Za kolísání pH mohou například anorganické nebo organické kyseliny, nejvíce sledovaný je pak výskyt amoniaku, který narůstá při zvyšující se teplotě vody. pH významně ovlivňuje procesy ve vodě a toxicitu látek. Měří se velmi jednoduše, a to buď indikátorovými nebo barevnými papírky. V laboratořích je využívána pH elektroda, která funguje na základě elektrometrických metod (Bartoš, Šrámková, Staněk, 2011).

3.5.2. Teplota

Teplota ovlivňuje rychlost průběhu chemických a biochemických reakcí, která ve vodě probíhá. Ovlivňuje taktéž rozpustnost látek a fyzikální vlastnosti, například

hustotu. Při teplotě 0 °C probíhají reakce pomaleji. Podzemní vody mají teploty stabilnější než povrchové a její teploty se pohybují o bodu mrazu až po bod varu.

Voda a její teplota je zásadní veličina pro její čištění, kdy platí, že čím vyšší teplota, tak narůstá rychlost jejího samočisticího procesu, a v důsledku toho klesá množství rozpuštěného kyslíku, který negativně ovlivňuje vodní živočichy. Teplota vody se měří při odběrech vzorků a zaokrouhluje se na jedno desetinné číslo (Pitter, 2009).

Teplota ovlivňuje formu výskytu amoniaku, což při zvýšení teploty o 10 °C při stejném pH vzrůstá až dvojnásobně množství toxické formy amoniaku, taktéž vzrůstá i toxicita chloru a zinku. Naopak některé látky při zvyšující se teplotě vody snižují jejich toxicitu (Ilavský, Barloková, Biskupič, 2008).

4. Charakteristika území

4.1. Katastrální území Hrubá skála

Obec Hrubá skála se nachází v okrese Semily v Libereckém kraji a zároveň je součástí Českého ráje. Nedaleko se nachází město Turnov. Obcí prochází státní silnice první třídy E442 vedoucí z Turnova do Jičína a poskytuje dobrou dostupnost autem pro občany. Obcí prochází i železniční trať a díky turistickému ruchu je zde i linková autobusová doprava.

Na katastrálním území Hrubé Skály se nachází bezpočet turistických tras, kde dominantu tvoří zámek Hrubá skála, který byl vystavěn ve 14. století a na kterém se pravidelně konají svatby i různé akce pro turisty. Další významná místa v okolí jsou hrad Trosky, Borecké sály, přírodní rezervace Hruboskalsko nebo Podtrosecké údolí.

Území Kú Hrubá Skála je tvořeno osmi osadami: Bohuslav, Borek, Doubravice, Hnanice, Hrubá skála, Krčkovice, Rokytnice a Želejov. Většina osad je využívána k rekreačním účelům. K trvalému pobytu je přihlášeno 603 obyvatel. Území je významné zejména turistickým ruchem a je plně bez průmyslu (obechrubaskala.cz).

4.2. Hruboskalský bioregion

Hrubá Skála se nachází na severovýchodě středních Čech a má plochu 372 km². Bioregion je součástí Jičínské pahorkatiny a je tvořen zdviženou pískovcovou tabulí, která je rozčleněna do skalních měst a mělkých pískovcových kaňonů. Další nepostradatelnou součástí regionu jsou neovulkanické skalní věže Trosek.

„Dominuje jednotvárná biota hercynského charakteru, ochuzená vlivem pískovců, s charakteristickou mozaikou společenstev 3. dubovo- -bukového a 4. bukového stupně. Potenciální vegetaci skalních měst tvoří borové doubravy, na neovulkanitech květnaté bučiny“ (Culek, 2014).

Hruboskalsko má vyvážené rozložení polí, lesů a má málo vlhkých luk. Krajina na Hruboskalském bioregionu je vyhlášena jako první chráněná krajinná oblast v ČR (Český ráj) (Pánek a Hradecký, 2016).

4.3. Horniny a reliéf

Celá plocha bioregionu je horizontálně uložena a v severní části ukloněna k jihu na hruboskalském kvádru teplického souvrství. Je tvořena zejména křemennými pískovci, které jsou uloženy na slínech a opukách. Pískovce jsou místy narušeny vrstvami čediče, zde se jedná o oblast Trosek. Povrch tvoří sprašové hlíny, svahy jsou písečného rázu a dna údolí pokrývají písečné naplaveniny. V podloží jsou přítomny vápnité jílovce a prachovce, ty jsou důležité pro zadržování vody, která by jinak pískovci prosakovala. Na této hranici pískovců a jílovců najdeme oblast s četným výskytem vodních pramenů.

Na jihu je reliéf členitého rázu, a to pahorkatinami členitostí 100–160 m, ve zdvižených částech se skalními městy jsou ploché až členité vrchoviny se členitostí 150 m. Tato skalní města se utvářela usazeninami podvodní delty zásobené z Krkonoš a Jizerských hor. Nejčetnější jsou ploché hornatiny s členitostí do 315 m. Typická výška bioregionu je 300–450 m (Culek, 2014).

4.4. Půdy a podnebí

Půdy jsou zejména kyselé kambizemě s přechody do podzolů. Na extrémních stanovištích jsou litozemě, ve vlhkých částech převládají organozemě typu slatin. Na jižních sprašových hlínách, které pokrývají pískovce jsou luvizemě a typické hnědozemě.

Podnebí je mírné teplé dobře zásobené srážkami okolo 650-700 mm. Mikroklima je velmi ovlivněno reliéfem, který vytváří časté inverze (Culek, 2014).

4.5. Lesy a vegetace

Lesy v okolí Hrubé Skály jsou jako většina území České republiky porosty listnaté opadavé a smíšené borovo-smrkové kultury, které vyžadují teplé a slunná stanoviště. Dále se vyskytují acidofilní bučiny a místy duby, jedle, lípy a javory. Les zabírá 28% celkové rozlohy na území Hruboskalska (Pojkar, 1974).

V 19. století bylo Hruboskalsko první oblastí pokusného vysazování amerických jehličnatých dřevin, což byly javory, jasany, akáty, jedle a douglasky. Postupující průmysl potřeboval v oblasti rychleji rostoucí dřeviny, proto se ve 20. století začal v oblasti vysazovat smrk ztepilý (*Picea abies*). Z původních porostů se zachovaly reliktní bory na vrcholech skal, bučiny a na prameništích olšiny.

Bylinný podrost je jednotvárný s převahou keřů borůvky černé (*Vaccinium myrtillus*) brusinky (*Vaccinium vitis-idaea*) a vřesu obecného (*Calluna vulgaris*). V oblasti rostou různé druhy kapradin nebo například metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*), bika klasnatá (*Luzula spicata*) či kokořík přeslenitý (*Polygonatum verticillatum*). V oblasti lesních pramenišť nalezneme různé druhy řeřišnic (*Cardamine*) či mokryš střídavolistý (*Chrysosplenium alternifolium*). Zajímavostí je, že v České republice má Český ráj nejbohatší výskyt přesličky největší (*Equisetum telmateia*) (Krása našeho života, 2002).

4.6. Fauna

Neméně důležitá je na Hruboskalsku fauna, která je zde velice pestrá. V okolí skal je možné spatřit různé druhy ptactva, například rorýse obecného (*Apus apus*),

kavku obecnou (*Corvus monedula*), poštolku obecnou (*Falco tinnunculus*), sokola stěhovavého (*Falco tinnunculus*) nebo výra velkého (*Bubo bubo*), kterým jsou skalní útvary dokonalým hnízdištěm. V oblasti Českého ráje nalezneme více jak 25 druhů ptáků, které zde hnízdí a loví. Lovným ptactvem v této oblasti jsou zejména bažanti, koroptve, křepelky, holubi a další.

V okolí skal se vyskytuje z říše bezobratlých mravkolev skvrnitý (*Euroleon nostras*), který si hloubí jamky na mravence. Hojně můžeme nalézat taktéž přirozeně se vyskytující roje včel a vos. V útrokách skal nalezneme různé druhy netopýrů jako vrápence malého (*Rhinolophus hipposideros*) či netopýra velkého (*Myotis myotis*). V jeskyni zimují i jedinci motýla sklepnice obecné (*Scoliopteryx libatrix*). Ze savců můžeme zahlédnout jezevce lesního (*Meles meles*), kuny lesní (*Martes martes*), králíky divoké (*Oryctolagus cuniculus*), lišku obecnou (*Vulpes vulpes*), lasičku hranostaj (*Mustela erminea*) nebo tchoře tmavého (*Mustela putorius*). Pro srnčí zvěř jsou budovány obory (Adamovič, 2006).

5. Metodika

V teoretické části této práce byla využita dostupná literatura týkající se zadaného tématu a údajů na internetu. V praktické části byla provedena měření teplot infračerveným teploměrem a vydatnost měřená odběrnými nádobami. Chemické rozborby byly prováděny v laboratoři Fakulty životního prostředí České zemědělské univerzity

5.1. Výběr území

Hrubou Skálu, která se nachází v Libereckém kraji jsem si vybrala kvůli poloze, tedy Českému ráji, který je poblíž mého bydliště a zároveň má na svém území mnoho vodních pramenů, které jsou hojně využívány zejména turisty, ale i zdejšími obyvateli. Zároveň jsem si všimla neúplnosti dat o studánkách, které jsou dostupné na webových stránkách Českého hydrometeorologického ústavu nebo Národním registru studánek. Souhrn těchto všech dat je zanesen do mapy (příloha 1) této bakalářské práce.

5.2. Použité materiály a podklady

Pro zvolení vhodné lokality byly využity internetové mapy Národního registru studánek a map Českého hydrometeorologického ústavu, které sloužili k první identifikaci a následnému průzkumu v terénu.

Byla vytvořena souhrnná mapa (Příloha 1) v programu ArcGIS Pro, která sjednotila data získaná od Českého hydrometeorologického ústavu z oddělení podzemních vod aktualizované k roku 2022 a Národního registru studánek. Snahou bylo získat bližší data i z jiných zdrojů. Mapu studánek a pramenů zavádí databáze DIBAVOD Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, která bohužel tuto oblast detailně zmapovanou nemá, a tudíž jsem data nezískala. DIBAVOD sloužil jako zdroj dat ochranných pásem vodních zdrojů a vodních toků v oblasti. Další podkladové mapy jsem získala z otevřených datových sad Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (DATA 200), které byly využity, zejména pro detailnější znázornění oblasti jako vrstvy pozemních komunikací, železniční trati, budov atd.. Zdrojem byla i základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®), který jsem využila pro znázornění lesních porostů. Poslední využitou datovou sadou byla LPIS pro celou Českou republiku prostřednictvím eagri.cz

5.3. Výběr studánek a pramenů a terénní průzkum

Skrze vytvořenou mapu, která tvořila průsečík dat od Českého hydrometeorologického ústavu a Národního registru studánek ve sledované oblasti byl vytvořen seznam studánek a pramenů k prvotnímu terénnímu průzkumu, který čítal 15 zdrojů.

Osobní obhlídkou, která proběhla 26. března 2022, byl celkový počet sledovaných studánek snížen na 10. Prameny a studánky byly vybírány tak, aby splňovali volnou dostupnost a možnost k provádění měření. Podmínkou bylo, aby se zdroje nenacházely na soukromých pozemcích či, aby byl znatelný jejich průtok. Body, které nesplňovali požadavky byly vyřazeny buďto z důvodu úplného vyschnutí zdroje či nemožnosti provedení měření.

5.4. Terénní měření

Celkem bylo zmapováno 10 studánek a pramenů. Měření teplot a vydatnosti bylo prováděno od března 2022 do března roku 2023. Všechna měření byla prováděna vždy 1x za měsíc a chemické rozborů vyhodnoceny celkem 4x za sledované období. Všechny výsledky byly zanášeny do protokolů a následně vyhodnoceny v příslušném softwarovém programu.

5.5. Zpracování dat

Naměřená data a poznatky z terénního měření byla vyhodnocena v programu PowerBI pro každý zdroj zvlášť. Prvotně byla data zanášena do protokolů a následně přepisována do elektronické podoby. Ve výsledných grafech je znázorněn celkový průběh naměřených hodnot za sledované období a rozšířeny o minimum, maximum, medián a průměr. Výsledky a poznatky z celého období byli poskytnuty Národnímu registru studánek k aktualizaci.

5.6. Odběr vzorků

Odběr vzorků vody byl plánován na všechna roční období, tedy 4x za celý rok. Vzorky byly odebrány vždy maximálně jeden den před vyhodnocováním v laboratoři. Vzorky byly odebrány do 250 ml nádob (Obr. 1) a ihned přemístěny do chladicí krabice a zafixovány.



Obrázek 1 Odběr vzorku ze studánky Hrudka (zdroj vlastní, listopad 2022)

5.7. Měření vydatnosti a teplot

Měření vydatností probíhalo 1x měsíčně od března 2022 do března 2023. K měření byly využity odměrné nádoby o objemu 30 l, 10 l a 1 l, ten byl zvolen na základě vydatnosti pramene. Měření probíhalo naplněním odměrné nádoby za časový úsek 60 s pomocí stopek. Z toho přepočtem získána hodnota vydatnosti pramene v jednotkách (l/s). Na místě bylo toto měření provedeno vždy 2x a naměřené hodnoty zprůměrovány a následně zapsány do protokolu.

Měření teplot probíhalo souběžně s měřením vydatností. Byl použit bezkontaktní infračervený teploměr Timeless Tools. Měření probíhalo opakovaně po jedné minutě tři krát za sebou u vývěru pramene. Výsledné hodnoty byly zapsány do protokolu a výsledné hodnoty zprůměrovány.

5.8. Chemické analýzy vzorků

5.8.1. Potenciometrické stanovení hodnoty pH

Metoda potenciometrického stanovení pH je součástí základního chemického a fyzikálního rozboru 14 ukazatelů. Měření bylo prováděno pomocí pH metru konkrétně Eutech Instruments pH 700 (Obr.2).



Obrázek 2 Eutech Instruments pH 700 (zdroj vlastní, leden 2023)

Při stanovování hodnoty pH touto metodou byla využita kombinovaná elektroda. Tato skleněná elektroda je obalena referentní elektrodou naplněnou elektrolytem, který má konstantní hodnotu pH. Měříme rozdíl potenciálu mezi vnější a vnitřní stranou skleněné membrány ze kterého nám vyplyne výsledné pH.

Jde o proces, kdy na vnější straně skleněné membrány vzniká gelová vrstva a dle pH vstupuje dovnitř (kyselý roztok) nebo ven (zásaditý roztok). Vzniká tak náboj, který je kladný v případě kyselého roztoku, a naopak v případě zásaditého roztoku je náboj záporný (Toledo).

5.8.1.1. Stanovení pH vzorků

Samotné měření v laboratoři se sestávalo z ponořením elektrody do destilované vody o konstantní hodnotě pH a následném vložení elektrody do vzorku, který byl v nádobě o objemu 250ml. Před a po každém měření byla elektroda pH-metru omyta destilovanou vodou, tak aby nedošlo k ovlivnění výsledků. Měření bylo zopakováno vždy 2x a výsledné hodnoty byly zaokrouhleny a zapsány do protokolu.

5.8.1.2. Komplexometrické stanovení obsahu Ca^{2+} a Mg^{2+} ve vodě

Stanovení obsahu Ca^{2+} a Mg^{2+} pomocí chelatometrie se řadí do komplexometrické titrace. Odměrné roztoky jsou aminopolykarbonové kyseliny, které jsou známé pod názvem chelony a mezi ně patří i disodná sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové známá jako Chelaton III. V reakci stabilního chelátu při odštěpení vodíkových protonů je nutné tomuto jevu zabránit, a proto se využívají k titraci pufrů, které zajistí stabilní pH roztoku. Probíhající titrace se detekuje vizuálně, a proto je důležité použít indikátor. Indikátory v kontaktu s kovem vytvoří komplex, který je méně stabilní než cheláty a v reakci projeví barevnou změnu.

Indikátory jsou slabé kyseliny a využívá se Eriochromčern T a Murrexid (Obr. 3). Eriochromčern T je azobarvivo měnící barvu při pH 6 a to z červené na modrou. Murrexid je amonná sůl kyseliny purpurové a využívá se na stanovení obsahu Ca^{2+}

iontů. V roztocích je modrofialová a v kyselém prostředí mění barvu na červenofialovou (Bartoš, Šrámková, Staněk, 2011).



Obrázek 3 Laboratorní měření, příprava NaOH + Murexid a Puf + Eriochromčerní (zdroj vlastní, leden 2023)

5.8.1.3. Stanovení celkové tvrdosti vody (Ca^{2+} a Mg^{2+})

Postup měření spočíval v odměření 25 ml vzorku vody v odměrné nádobě a následně přelit do titrační baňky o objemu 100 ml. Do takto připraveného vzorku byly přidány 2 ml pufru (pH 10) a na špičku lžičky indikátor Eriochromčerní T.

Výchozí zbarvení bylo vínově červené. Titrace probíhá za přítomnosti 0,02M Chelatonu III a po kapkách přidáváme do roztoku a titrujeme. Po dosažení barevné změny v modrofialovou jsem provedla zápis do protokolu o přesné spotřebě chelatonu a postup takto zopakovala u každého vzorku (Obr. 7,8). Celkem měření probíhalo ve 4 termínech v průběhu roku a většinou pro 10–11 vzorků. Vždy po dokončení titrace bylo nutné vyrovnat hladinu chelatonu v nádobě zpět na 0. Hodnoty vzorku uvádíme v počtu mmol/l (Tab. 1). Konečný přepočet provádíme pomocí vzorce (Obr.4).

$$c(\text{Ca} + \text{Mg}) = \frac{c(\text{Ch 3}) \cdot V_t \cdot 1000}{V_v}$$

Obrázek 4 Vzorec pro výpočet látkové koncentrace Ca + Mg (mmol/l) (zdroj ČZU)

Tvrdość vody		
počet mmol Ca a Mg v 1 litru [mmol/l]	německé stupně [°dH]	slovní charakteristika
0 - 0,5	0 - 2,8	velmi měkká
0,5 - 1,25	2,8 - 7	měkká
1,25 - 2,5	7 - 14	středně tvrdá
2,5 - 3,75	14 - 21	tvrdá
nad 3,75	nad 21	velmi tvrdá

Tabulka 1 Stupnice tvrdosti vody používané v ČR (zdroj ČZU)

5.8.1.4. Stanovení obsahu Ca^{2+}

Postup se opakuje odměřením 25 ml vzorku vody, přelitím do titrační baňky. Následně přidáváme 2 ml 2M NaOH a malé množství murexidu. Promícháme a titrujeme 0,02M Chelatonem 3 do změny barvy. Ta z fialové přechází do růžové až fialové barvy (Obr. 7,8). Opět do protokolu zapisujeme spotřebu chelatonu a z výsledné hodnoty, kterou odečteme od výsledků měření $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ prostým rozdílem zjistíme i obsah Mg^{2+} .

Hodnoty tohoto měření zapisujeme v počtu mmol/l. Pro výpočet obsahu Ca^{2+} používáme vzorec látkové koncentrace (Obr. 5). Pro stanovení samostatného Mg^{2+} vzorec látkové koncentrace (Obr. 6).

$$c(\text{Ca}) = \frac{c(\text{Ch 3}) \cdot V_t \cdot 1000}{V_v}$$

Obrázek 5 Látková koncentrace Ca (mmol/l) (zdroj ČZU)

$$c(\text{Mg}) = c(\text{Ca} + \text{Mg}) - c(\text{Ca})$$

Obrázek 6 Látková koncentrace Mg (mmol/l) (zdroj ČZU)



Obrázek 7 Stav před použitím Chelatonu III, vlevo měření Ca^{2+} , vpravo Ca^{2+} a Mg^{2+} (zdroj vlastní, leden 2023)



Obrázek 8 Stav po použití Chelatonu III, vlevo měření Ca^{2+} , vpravo Ca^{2+} a Mg^{2+} (zdroj vlastní, leden 2023)

5.8.2. Indofenolová metoda stanovení amonných iontů

Amonné ionty stanovené indofenolovou metodou spočívá v reakci amoniaku, chlornanu a salicylanu v alkalickém prostředí. Jedná se o spektrofotometrické stanovování, kde dochází k disociaci na modré indofenolové barvivo vhodné k tomuto měření. K reakci dochází katalyzováním nitroprusidem sodným o žluté barvě. Výsledné zbarvení roztoků je zelené. Přidáním citronanu trisodného se zabrání vlivu vápníku a hořčíku (Horáková, 2003).

5.8.2.1. Stanovení amonných iontů

Začátek měření spočíval v na pipetování 40ml vzorku do baňky, kterou jsem obohatila o vybarvovací činidlo. Toto činidlo je připraveno ze salicylanu sodného, dihydrátu citronanu trisodného a nitroprusidu sodného.

Dále jsem přidala 4 ml alkalického roztoku tvořeného z deionizované vody a NaOH do které byl přidán dihydrát dichlorisokyanuranatan sodný. Takto připravený roztok jsem doplnila destilovanou vodou po rysku a promíchala. Vytvořila jsem jeden vzorek s destilovanou vodou pro prvotní kalibraci přístroje. Vzorky jsem dala do temné skříně a nechala stát na 60 minut.

Vyhodnocení probíhalo na spektrofotometru značky Agilent Technologies řady Cary 60 UV-Vis (Obr. 9). Každý vzorek byl přelit do měřící baňky, kterou jsem očistila a vložila do přístroje, který byl zprvu na kalibrován vzorkem s destilovanou vodou. Každý vzorek jsem řádně očistila, abych předešla znečištění baňky a nesprávnému měření. Tento postup jsem opakovala vždy 10x podle počtu vzorků. Přístroj měří o vlnové délce 655 nm v 1 cm kyvetě.



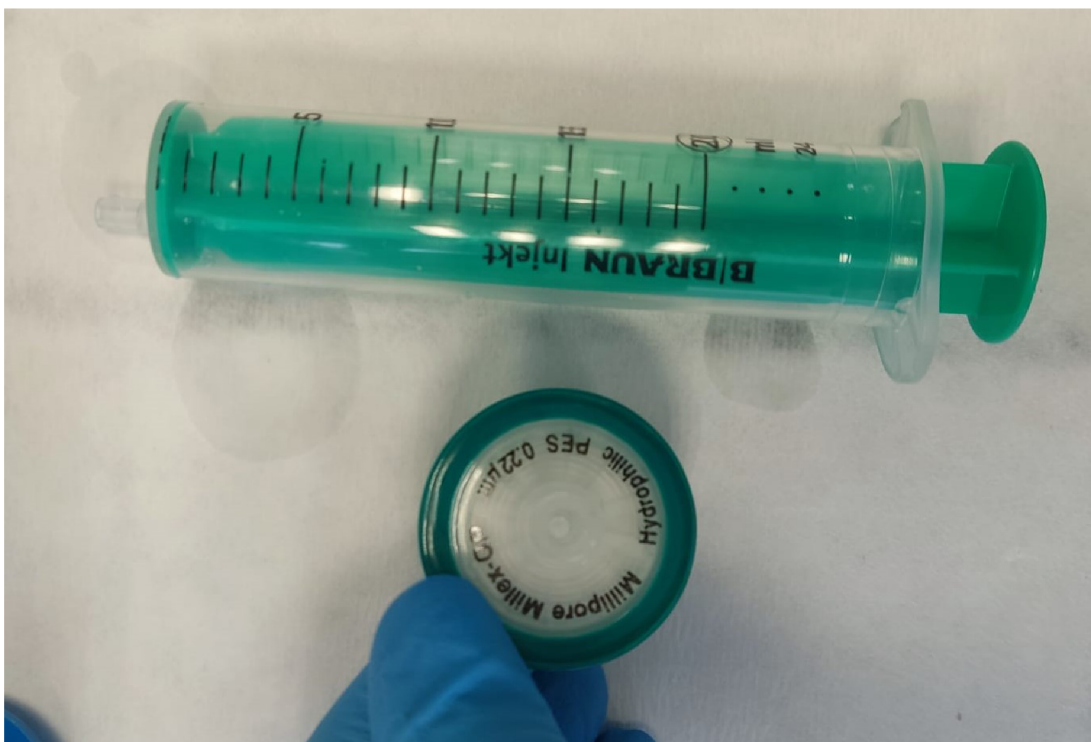
Obrázek 9 Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis (zdroj vlastní, leden 2023)

5.8.3. Stanovení NH_4^{+} , NO_2^{-} , NO_3^{-} , Cl^{-} , F^{-} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , BrO_3^{-} iontovým chromatografem

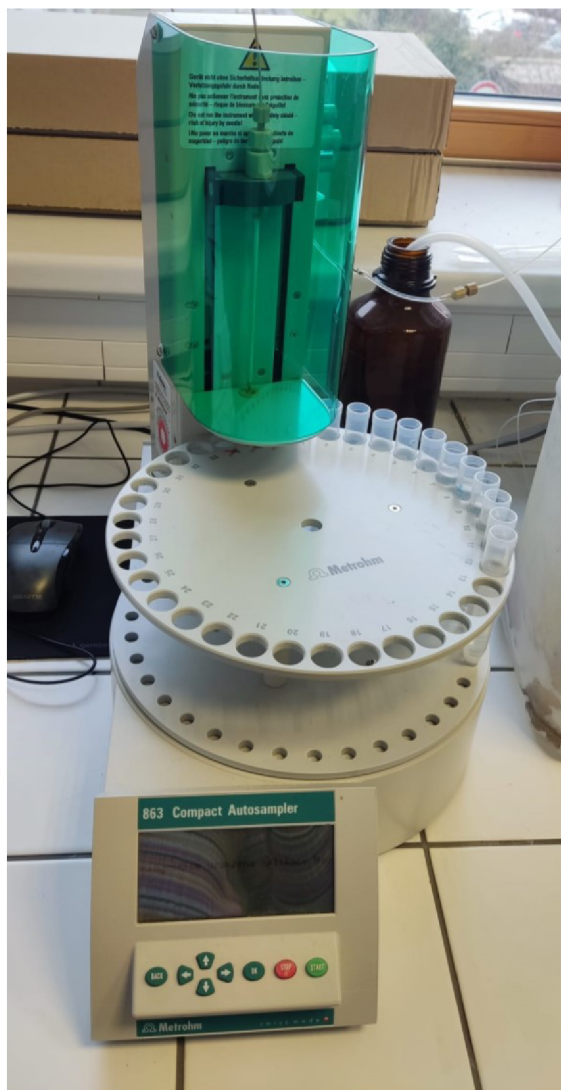
Iontová chromatografie funguje na principu interakcí molekul analytu iontové povahy s povrchem stacionární fáze obsahující iontové funkční skupiny opačného náboje. Touto metodou se stanovují anionty ve směsi. Vzorek je přes separační kolonu přiveden pomocí mobilní fáze do separační kolony k detekci rozdílnou rychlostí. Mobilní fáze je vodný roztok hydrogenuhličitanu sodného a uhličitanu sodného. Detekční systém je vodivostní detektor. Ve vrchní části přístroje je umístěna vodivostní cela, ke které v momentě dotyku s daným aniontem, zvýší odezvu v určitém čase. Pomocí jednotlivých retenčních časů a kalibračních křivek je pak možné odečíst z chromatogramu koncentraci daného aniontu (Klouda, 1996).

5.8.3.1. Měření NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , Cl^- , F^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , BrO_3^-

Měření bylo prováděno na iontovém chromatografu 863 Compact Autosampler od výrobce Metrohm (Obr.11). Před zahájením měření jsem musela každý vzorek přefiltrovat membránovým filtrem (0,22 μm) v nástavci na injekční stříkačky (Obr. 10). Filtr byl použit opakovaně a mezi vzorky proplachován demi vodou. Každý vzorek byl filtrem nalit do baňky o objemu 15- 20 ml.. Přípravu přístroje pro měření obsluhoval personál laboratoře. Po zajištění vzorků byl vytvořen slepý vzorek tvořený demi vodou. Jednotlivé vzorky jsem umístila do autosampleru. Vzorky byly vyskládány v sestupném pořadí a jako poslední byl dán slepý vzorek demi vody. Analýza jednoho vzorku trvala přibližně 17 minut a zapisovala se skrze software MagIC Net Basic.



Obrázek 10 Membránový filtr (0,22 μm) a nástavec z injekční stříkačky (zdroj vlastní, leden 2023)



Obrázek 11 Iontový chromatograf 863 Compact Autosampler od výrobce Metrohm (zdroj vlastní, leden 2023)

6. Výsledky

6.1. Studánka Doubravice

6.1.1. Popis studánky

Souřadnice: 50°54'52.54"N, 15°19'85.87"E

Nadmořská výška: 318 m.n.m.

Označení NRS: 6843

Studánka se nachází v těsné blízkosti obce Hrubá Skála a vede k ní cesta, která pokračuje až do oblasti Lázní Sedmihorky. V okolí studánky se nachází chatová osada a zástavba. Voda ze studánky je odváděna železnou trubkou a stéká do dřevěného žlabu, kde je voda následně svedena do odtokové strouhy. Studánka byla

v předchozích letech hojně využívána turisty, avšak za celý rok měření vydatností se průtok natolik snížil, že již nemůže být k tomuto účelu využívána.

6.1.2. Studánka Doubravice „nová“

Souřadnice: 50°54'24.83"N, 15°19'87.42"E

Nadmořská výška: 318 m.n.m.

V průběhu terénního měření se vydatnost původní studánky Doubravice snížila až na kritické množství kdy, již není možno ji využívat. Jelikož byla studánka hojně využívána byl zde vytvořen nový vývěr zajištěný pvc trubkou s dostatečnou vydatností pro její opětovné využívání (Obr. 12). Tento nový vývěr je vzdálen od původního 10 m a dle měření je stabilní. Doubravický nový vývěr bych ráda zařadila do Národního registru studánek.



Obrázek 12 Nový vývěr studánky Doubravice (zdroj vlastní, prosinec 2022)

6.1.3. Okolí studánky

Studánka se nachází při okraji lesa tvořeného listnatými stromy zejména buky a duby. Reliéf je svažité s výskytem pískovcových skal v nedalekém okolí. Podloží je

luzem. Vývěr je v těsné blízkosti Zámeckého rybníku a vodojemu do jehož ochranného pásma nezasahuje.

6.1.4. Výsledky analýz

Studánka Doubravice měla po celou dobu měření velice nízké vydatnosti okolo 0,0003 l/s od jara do podzimu (Obr. 14). V zimních měsících vyschla úplně. Teplota byla nejvyšší ze všech sledovaných bodů občasně přesahující 15 °C což je limitní teplota pro pitné prameny studených vod. V průběhu zimy díky úplnému zastavení průtoku byla voda v korytu 0 °C. Průměrná teplota za celý rok byla 8,9 °C (Obr. 13).

Chemický rozbor (Tab. 2) ukazoval velmi stabilní hodnoty pH v průměru 6,7. Obsah Ca + Mg byl v průměru 0,8 mmol/l, který odpovídá hodnotám měkké vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l. U výsledných hodnot koncentrace chloridů a dusičnanů v posledním měření vidíme značný nárůst. Z výsledků vidím korelaci s tím, že vzorek byl v zimních měsících odebírán ze žlabu nikoli z vývěru, tudíž mohlo dojít ke kontaminaci.

Tuto studánku nedoporučuji ke konzumaci nýbrž k opláchnutí nebo napojení zvířat.

Studánka Doubravice „nová“ byla do terénního průzkumu zařazena až od září 2022. Vydatnosti jsou velmi stabilní v průměru 1 l/s (Obr. 14). Teplota se pohybuje v průměru okolo 7,6 °C (Obr. 13).

Chemický rozbor (Tab. 3) byl proveden pouze dvakrát, ale ukazoval velmi stabilní hodnoty pH okolo 6,9. Obsah Ca + Mg 1,2 mmol/l, což odpovídá hodnotám měkké vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l vždy se pohybují pod koncentrací 0,01 mg/l.

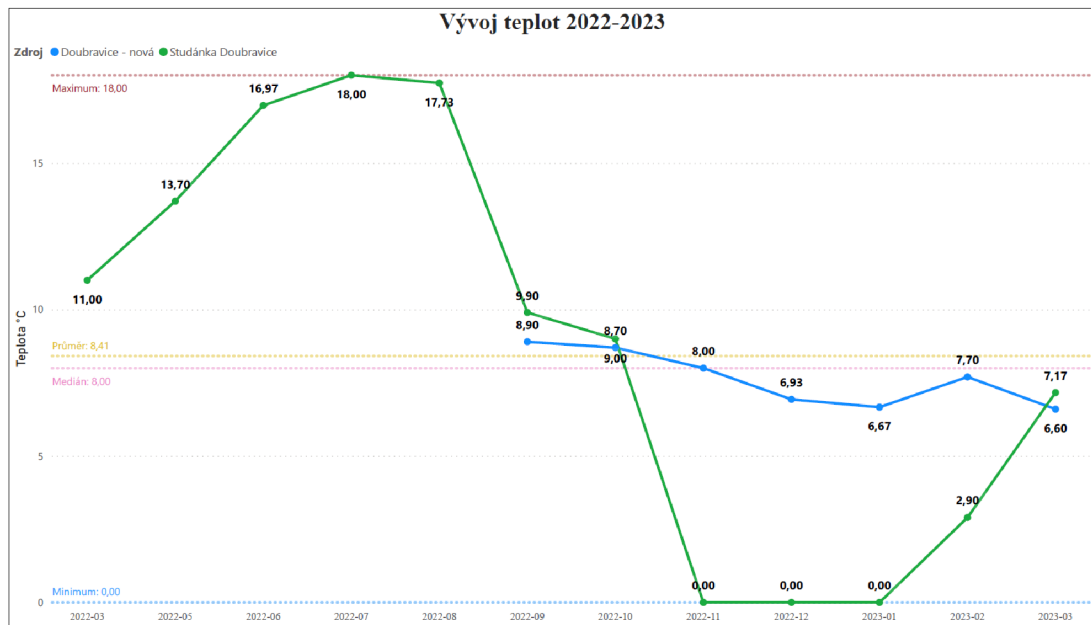
Z výsledků, které odpovídají standardním hodnotám pro pitnou vodu dle vyhlášky 252/2004 Sb. bych doporučila nadále využívat studánku jako zdroj vody pro turisty.

Zdroj: Studánka Doubravice						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	6,65	6,77	6,73	6,56	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	0,0088	0,0790	<0,01	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	0,72	0,8	0,9	0,8	mmol/l
Vápník	Ca	0,64	0,48	0,64	0,56	mg/l
Hořčík	Mg	0,08	0,32	0,26	0,24	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	0,943	1,182	20,34	37,812	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	<0,01	<0,01	0,801	mg/l
Sírany	SO ₄ ²⁻	43,162	62,710	63,23	65,014	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,058	<0,01	0,059	μg/l
Chlority	Cl	4,545	3,759	5,653	17,589	mg/l
Fluoridy	F ⁻	0,054	0,071	<0,01	<0,01	mg/l

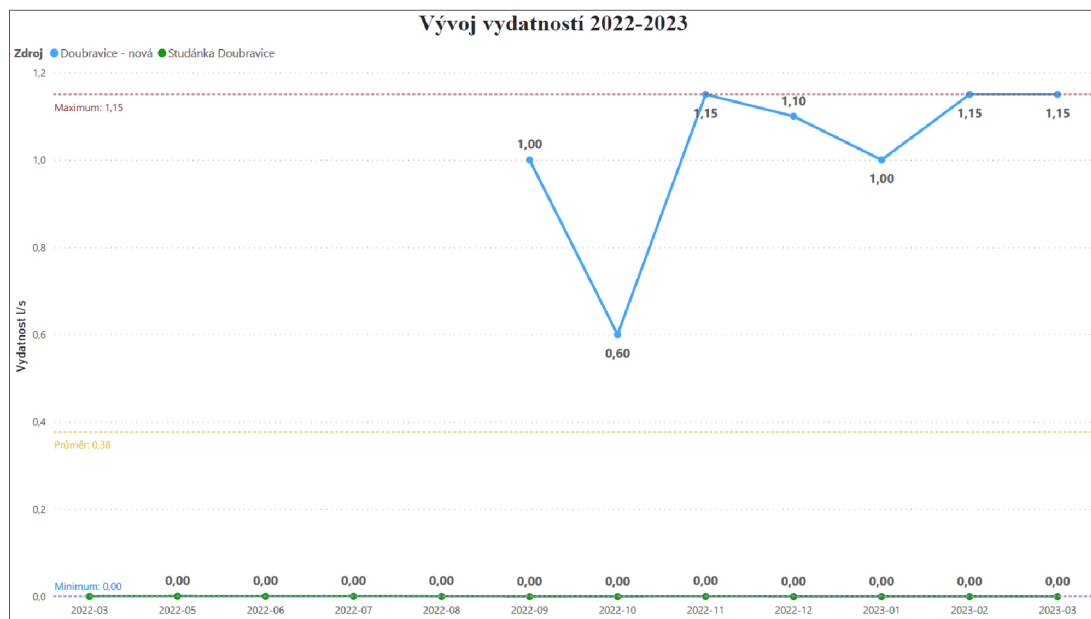
Tabulka 2 Chemický rozbor studánky Doubravice (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Studánka Doubravice "nová"						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	-	-	6,81	6,95	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	-	-	<0,01	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	-	-	1,44	0,96	mmol/l
Vápník	Ca	-	-	1,2	0,64	mg/l
Hořčík	Mg	-	-	0,24	0,32	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	-	-	6,19	10,717	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	-	-	0,043	0,272	mg/l
Sírany	SO ₄ ²⁻	-	-	68,407	44,617	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	-	-	<0,01	<0,01	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	-	-	<0,01	0,044	μg/l
Chlority	Cl	-	-	3,995	6,286	mg/l
Fluoridy	F ⁻	-	-	0,101	<0,01	mg/l

Tabulka 3 Chemický rozbor studánky Doubravice „nová“ (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 13 Výsledek měření – graf vývoje teplot pro obě studánky (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 14 Výsledek měření – graf vývoje vydatností pro obě studánky (zdroj vlastní, březen 2023)

6.2. Studánka Čtyřlístek

6.2.1. Popis studánky

Souřadnice: 50°31'44.98"N, 15°13'04.69"E

Nadmořská výška: 280 m.n.m.

Označení NRS: 5549

Studánka Čtyřlístek (Obr. 15 a 16) před zahájením terénního průzkumu prošla rozsáhou rekonstrukcí. Byl vytvořen nový vývěr pvc trubkou a vyčištěno koryto, které je zpevněné kamennou obezdívkou. Voda dále proudí korytem do rybníku Hrudka. Dříve byl na studánce dřevěný přístřešek, který je v rekonstrukci. Studánka leží v těsné blízkosti turistické stezky a je využívána turisty a zvěří. Její voda je velmi osvěžující a chutná. Studánka se nachází v ochranném pásmu vodního zdroje Hrudka.



Obrázek 15 Vlevo zrekonstruovaná studánka Čtyřlístek – detail (zdroj vlastní, červen 2022)

Obrázek 16 Vpravo zrekonstruovaná studánka Čtyřlístek – celý pohled (zdroj vlastní, červen 2022)

6.2.2. Okolí studánky a ohrožení

Studánka se nachází na naučné stezce Podtrosecká údolí v přírodní rezervaci Podtrosecké údolí. Okolí studánky tvoří listnatý opadavý les s převahou olšin. Půdy jsou nivní rašelinové a rostou zde různé druhy rostlin jako pryskyřník velký

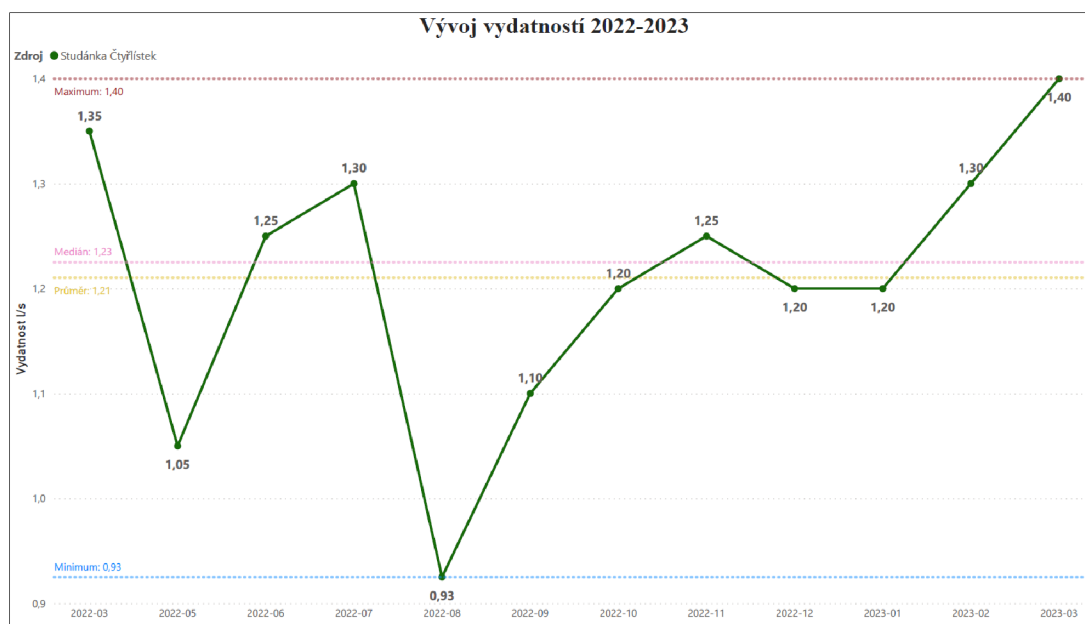
(*Ranunculus lingua*), rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*), violka bahenní (*Viola palustris*) a další (Sedláček, Kuncová, Mackovčín 2002).

6.2.3. Výsledky analýz

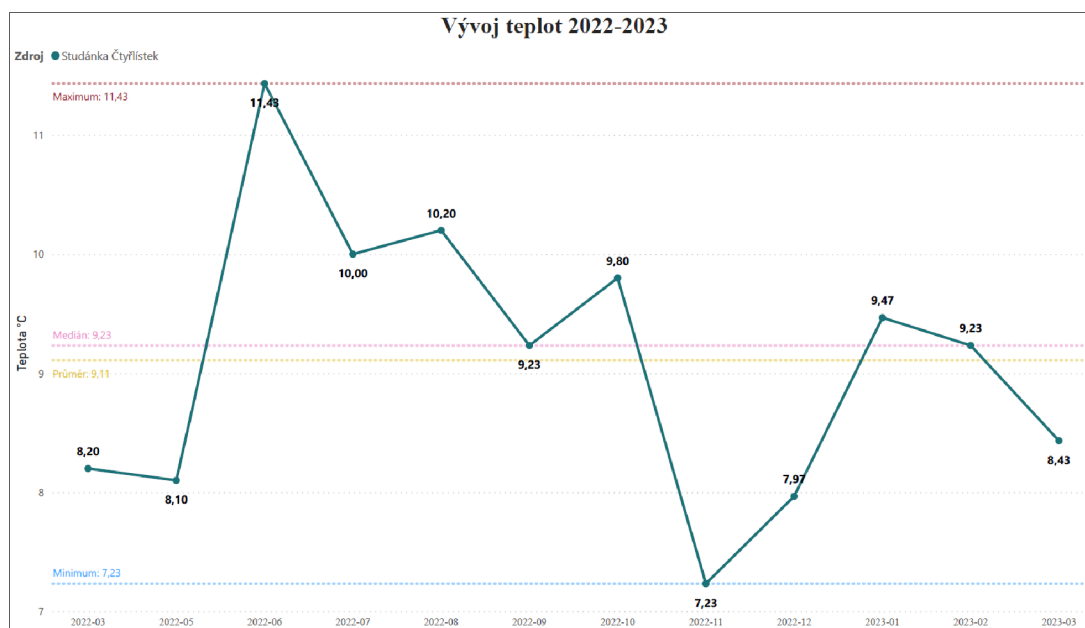
Studánka Čtyřlístek má po celou dobu měření stabilní vydatnost v průměru 1,21 l/s (Obr. 17). Teplota se pohybovala, taktéž velmi stabilně v průměru 9 °C (Obr. 18).

Chemický rozbor (Tab. 4) ukazoval hodnoty pH 6,48, obsah Ca + Mg 1,19 mmol/l, což odpovídá hodnotám měkké vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l. Ostatní ukazatele jsou odpovídající normám pro pitnou vodu.

Studánku bych ohodnotila jako vhodnou pro konzumaci.



Obrázek 17 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 18 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Studánka Čtyřlístek						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	6,61	6,46	6,41	6,44	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	<0,01	0,0593	0,0237	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	0,86	1,2	1,36	1,36	mmol/l
Vápník	Ca	0,82	0,48	1,12	1,04	mg/l
Hořčík	Mg	0,04	0,72	0,24	0,32	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	18,416	16,64	14,041	2,062	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	0,493	0,14	0,285	mg/l
Sířany	SO ₄ ²⁻	55,169	67,188	58,013	55,857	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,044	<0,01	0,04	µg/l
Chlority	Cl	8,562	7,094	6,37	4,192	mg/l
Fluoridy	F	0,069	0,099	0,112	<0,01	mg/l

Tabulka 4 Chemický rozbor studánky Čtyřlístek (zdroj vlastní, březen 2023)

6.3. Studánka Hrudka

6.3.1. Popis studánky

Souřadnice: 50°31'42.07"N, 15°13'05.11"E

Nadmořská výška: 280 m.n.m.

Označení NRS: 5550

Studánka Hrudka (Obr. 19) se nachází nedaleko studánky Čtyřlístek, a tudíž se její okolí i dostupnost totožná. Hrudka je ze všech sledovaných objektů největší. Z turistické stezky vedou k jejímu vývěru z obou stran schůzky a voda vytéká z trubky přímo od vodního zdroje do koryta, které vede vodu do rybníku Hrudka. V okolí je odpočinkové místo pro turisty. Studánka se nachází v ochranném pásmu vodního zdroje Hrudka.



Obrázek 19 Studánka Hrudka (zdroj vlastní, červen 2022)

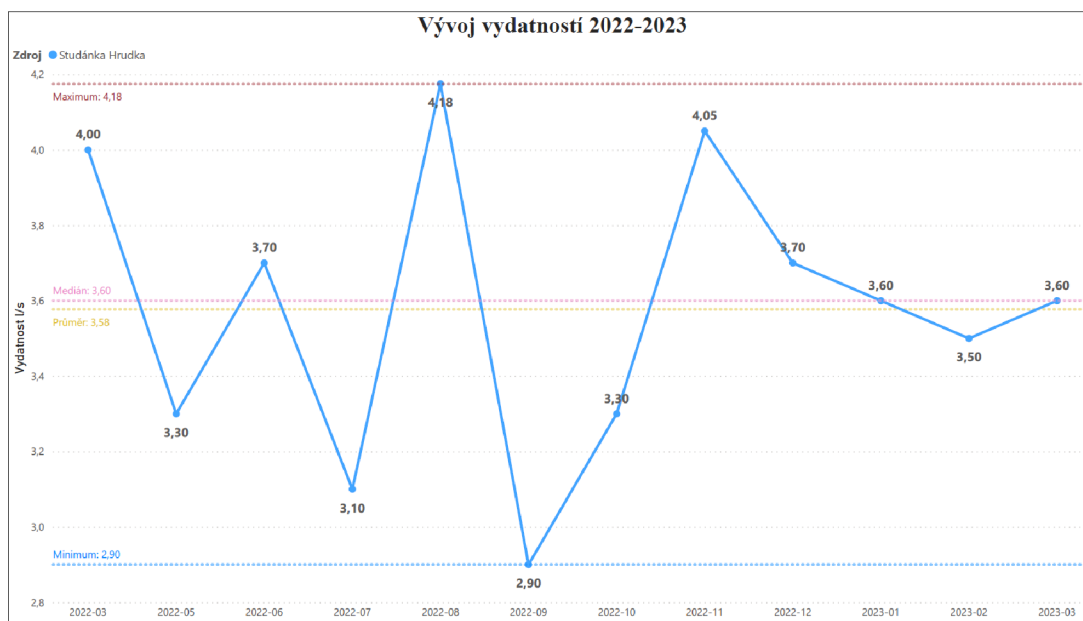
6.3.2. Okolí studánky

Okolí tvoří listnatý opadavý les s převahou olšin a nivní rašelínovou půdou. V blízkosti se nachází osada Rokytnice a několik ubytování. Ve vzdálenosti 300 m začíná oblast Rašeliniště Vidlák. Díky takto úrodné půdě se zde vyskytuje rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*), vachta trojlistá (*Menyanthes trifoliata*) nebo vzácný mech srpnatka fermežová (*Hamatocaulis vernicosus*).

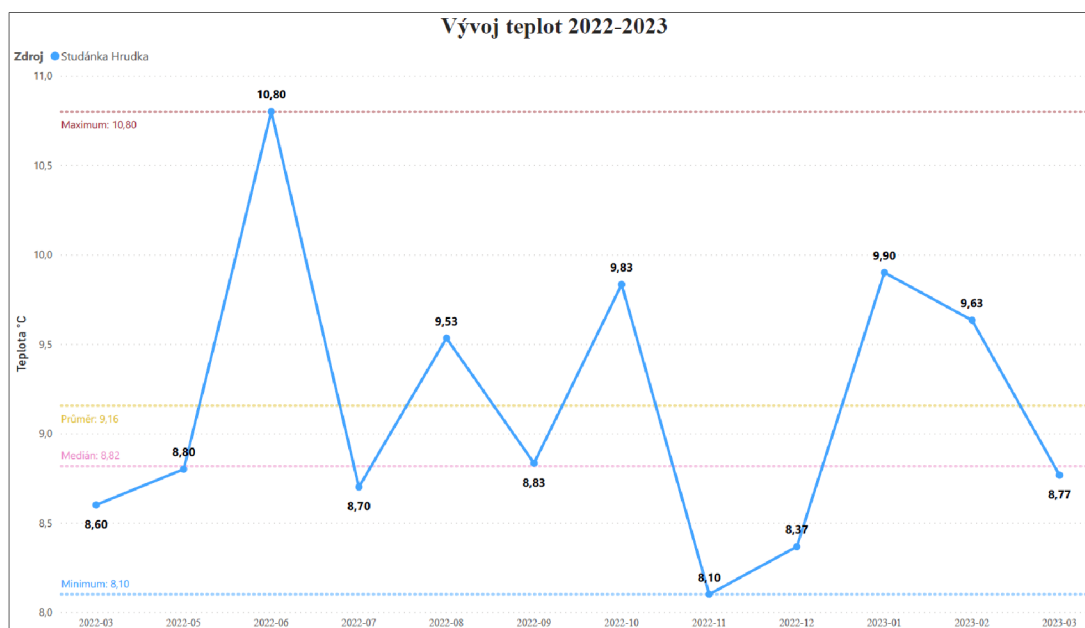
6.3.3. Výsledky analýz

Studánka Hrudka je svou vydatností největší, a to s průměrnou hodnotou 3,58 l/s (Obr. 20). Teplota mírně kolísá v rozptylu 8-10 °C po celý rok (Obr. 21).

Chemický rozbor (Tab. 5) ukazoval hodnoty pH o průměrné hodnotě 6,57, obsah Ca + Mg 1,21 mmol/l, což odpovídá hodnotám měkké vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l. Výsledek rozboru je takový, který odpovídá hodnotám pitné vody a může být takto využíván.



Obrázek 20 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 21 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Studánka Hrudka						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	6,64	6,61	6,52	6,51	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	<0,01	0,0473	0,0299	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	0,83	1,2	1,44	1,36	mmol/l
Vápník	Ca	0,72	1,04	1,04	0,64	mg/l
Hořčík	Mg	0,11	0,16	0,4	0,72	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	15,016	16,945	14,627	16,504	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	0,491	0,42	0,543	mg/l
Sírany	SO ₄ ²⁻	36,839	63,507	60,199	62,757	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,043	<0,01	0,062	µg/l
Chlority	Cl ⁻	6,441	6,938	6,445	6,575	mg/l
Fluoridy	F ⁻	0,059	0,099	0,112	<0,01	mg/l

Tabulka 5 Chemický rozbor studánky Hrudka (zdroj vlastní, březen 2023)

6.4. Pramen 3 – (Pramen Za Humny)

6.4.1. Popis pramene a okolí

Souřadnice: 50°31'07.91"N , 15°12'16.53"E

Nadmořská výška: 270 m.n.m.

Označení NRS: 5408

Označení ČHMÚ: PP0205

Pramen (Obr. 22) vyvěrá ze dvou trubek a jeho okolí je zpevněno obezděním, které je pod úrovní pěší cesty. Přilehlá chatová oblast, která zřejmě z tohoto zdroje vodu odebírá, přímo ovlivňuje vydatnosti pramene v průběhu chatařské sezóny. V okolí pramene je i odpočinkové místo pro turisty, kteří se zde mohou občerstvit. V těsné blízkosti vede naučná stezka Podtroseckým údolím v rámci přírodní rezervace Podtrosecká údolí. Český hydrometeorologický ústav tento pramen uvádí ve své evidenci a můžeme u něj nalézt výsledky chemických rozborů z roku 1975.



Obrázek 22 Pramene 3 – Pramen Za Humny
(zdroj vlastní, červen 2022)

6.4.2. Okolí pramene

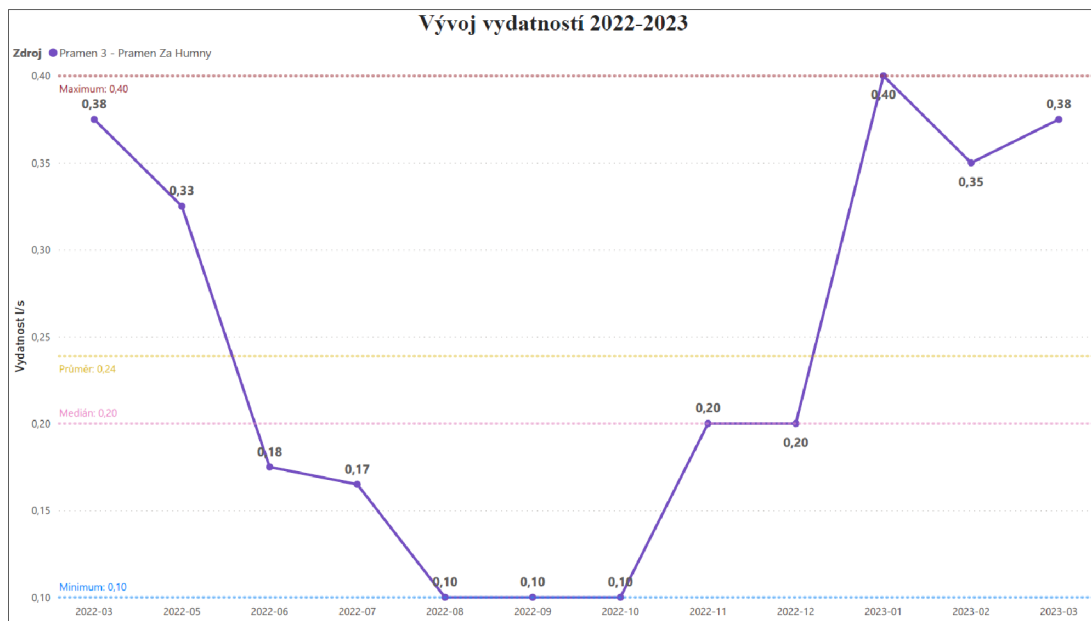
V těsné blízkosti se nachází rybník Krčák. Odtok pramene vede do říčky Jordánka. Okolí tvoří rašeliniště s rákosovými porosty. Na druhé straně, kde se nachází chatová oblast nalezneme pískovcové skály například skalní věž Hrdá. Místy se vyskytují břízy a buky.

6.4.3. Výsledky analýz

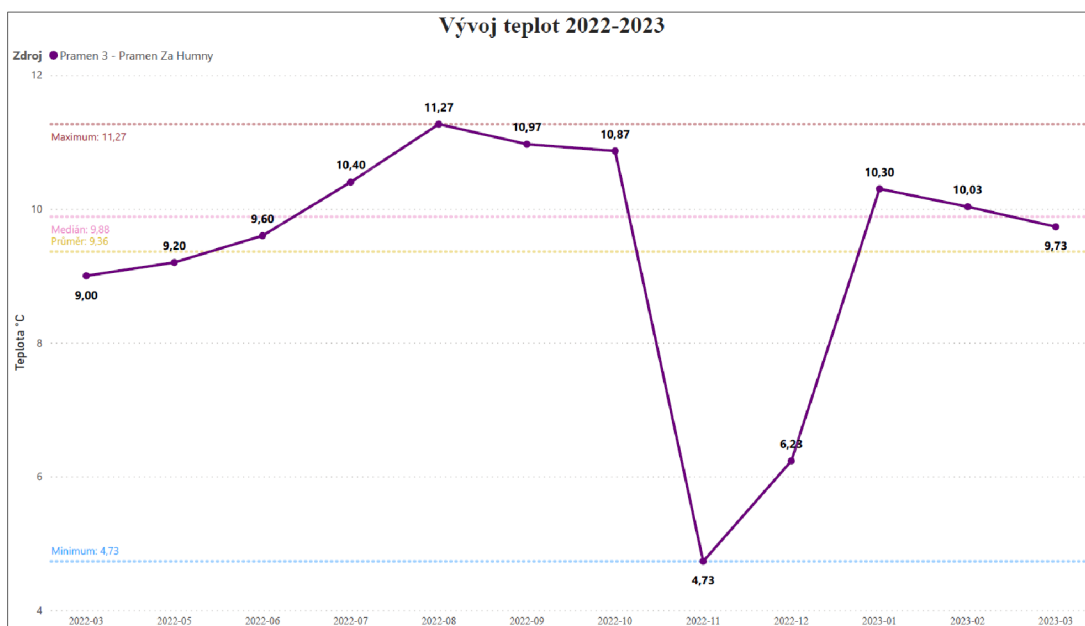
Pramen má nižší vydatnost, avšak dostačující pro občerstvení procházejících turistů průměrně se vydatnost pohybovala okolo 0,24 l/s (Obr. 23). V průběhu měření docházelo k velkému kolísání těchto hodnot, kterou přisuzuji nedalekému vodnímu zdroji a chatové oblasti, u níž sem v průběhu sezony zaznamenala značné poklesy hodnot. Teploty jsou konstantní v průměru 9,36 °C (Obr. 24). Značný pokles jsem naměřila v průběhu listopadu a prosince 2022 kdy hodnota klesla pod průměr.

Chemický rozbor (Tab. 6) ukazoval hodnoty pH 7,34, které jsou nepatrně vyšší než doporučený rozsah. Obsah Ca + Mg 3,15 mmol/l, což odpovídá hodnotám tvrdé vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l.

Pramen bych doporučila k pravidelným kontrolním rozborům, nicméně neshledala jsem žádné hodnoty natolik zvýšené, že by pramen nevyhovoval standardům pitné vody.



Obrázek 23 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 24 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Pramen 3 - Pramen Za Humny						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	7,2	7,57	7,2	7,4	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	0,0251	0,0325	0,0307	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	2,432	2,96	3,84	3,36	mmol/l
Vápník	Ca	2,32	2,24	3,36	3,04	mg/l
Hořčík	Mg	0,112	0,72	0,48	0,32	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	36,916	39,728	30,019	14,897	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	0,278	1,146	0,774	mg/l
Sířany	SO ₄ ²⁻	72,586	97,885	73,373	58,67	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	0,233	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,042	<0,01	0,042	µg/l
Chlority	Cl	12,281	13,386	10,249	4,652	mg/l
Fluoridy	F ⁻	0,078	0,123	0,129	<0,01	mg/l

Tabulka 6 Chemický rozbor pramenu 3 – Pramen Za Humny (zdroj vlastní, březen 2023)

6.5. Pramen 2 – (Pramen Panny Marie)

6.5.1. Popis pramene

Souřadnice: 50°31'04.20"N , 15°12'07.07"E

Nadmořská výška: 270 m.n.m.

Označení NRS: 5407

Tento pramen (Obr. 25) je zřejmě zaniklou studánkou, která se nachází pod pěšinou naučné stezky. Okolí je neudržované, a tudíž slouží studánka pouze pro napojení zvěře. Pramen bývá často zanesen opadaným listím a není téměř viditelný. Voda odtéká do říčky Jordánka.



Obrázek 25 Pramene 2 – Pramen Panny Marie (zdroj vlastní, červen 2022)

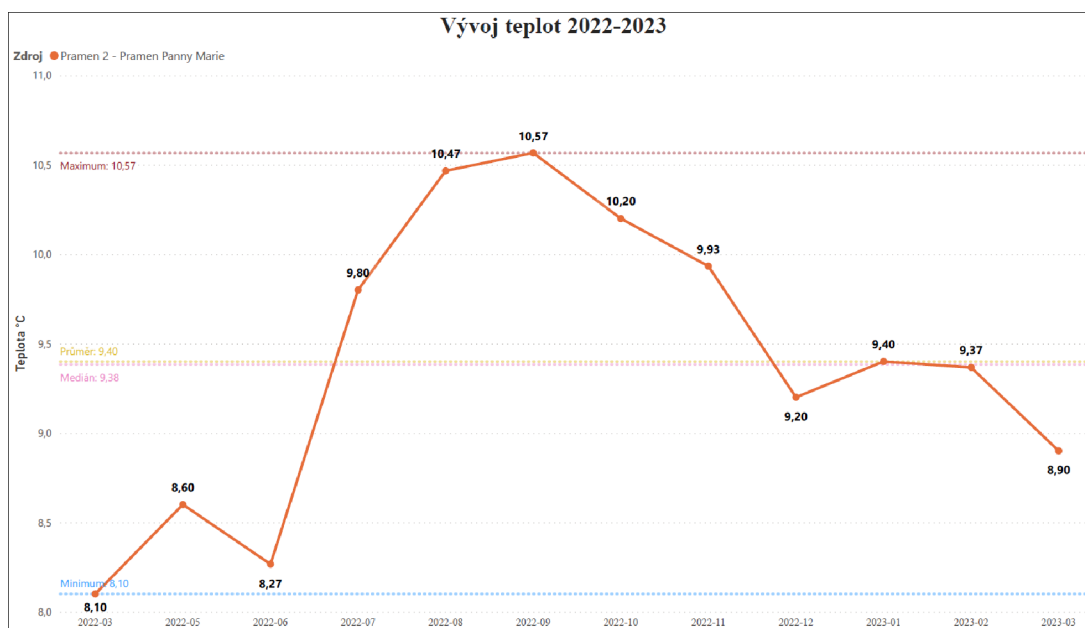
6.5.2. Okolí pramene

V okolí je smíšený les, který tvoří listnaté stromy jako jsou břízy, duby, buky, tak najdeme i zastoupení smrků a jedlí. Podloží tvoří zejména pískovcové skály.

6.5.3. Výsledky analýz

Pramenu nelze naměřit vydatnost, jelikož je velmi slabá a vyvěrá z pod přilehlé cesty. Jelikož průtok i když minimální zaznamenáme, zařadila jsem tento pramen do monitorovaných objektů. V terénním průzkumu byly měřeny teploty (Obr. 26) s průměrnou hodnotou 9,4 °C za sledované období jednoho roku.

Chemický rozbor (Tab. 7) ukazoval hodnoty pH 9,8. Obsah Ca + Mg 1,3 mmol/l, což odpovídá hodnotám středně tvrdé vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l. Neshledávám v rámci měřených ukazatelů žádné zvýšené hodnoty, tedy můžeme tento pramen považovat za pitný, avšak volila bych jej spíše jako napajedlo pro zvěř a jako zdroj pitné vody bych využila okolních studánek, které jsou v blízkém okolí.



Obrázek 26 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Pramen 2 - Pramen Panny Marie						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	6,75	6,77	6,88	6,91	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	0,0053	0,0790	0,0394	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	0,856	0,8	1,76	1,76	mmol/l
Vápník	Ca	0,8	0,48	1,44	1,52	mg/l
Hořčík	Mg	0,056	0,32	0,32	0,24	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	18,163	1,182	16,177	15,726	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	<0,01	0,721	0,728	mg/l
Sířany	SO ₄ ²⁻	39,968	62,71	56,232	81,342	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,058	<0,01	0,043	µg/l
Chloridy	Cl	5,747	3,759	5,003	11,48	mg/l
Fluoridy	F ⁻	0,074	0,071	0,13	<0,01	mg/l

Tabulka 7 Chemický rozbor pramenu 2 – Pramen Panny Marie (zdroj vlastní, březen 2023)

6.6. Pramen Jordánka

6.6.1. Popis pramene

Souřadnice: 50°30'58.76"N , 15°11'44.74"E

Nadmořská výška: 270 m.n.m.

Označení NRS: 5407

Označení ČHMÚ: PP0206

Pramen Jordánka (Obr. 27 a 28) je jedním z nejlépe monitorovaných pramenných vývěřů na Hrubé Skále. Jeho monitoringu se věnuje i Český hydrometeorologický ústav. Pramen je rozdělen do několika částí, první část tvoří vývěř ze skály, který je zpevněn obezděním a sveden pod druhou část betonové konstrukce na níž vede cesta. Třetí část tvoří dřevěný přístřešek a výtok, který je dostupný ze schůdků. Voda je dále usměrněna do přilehlého Věžického rybníku. Platí zde zákaz koupání psů.



Obrázek 27 Pramen Jordánka vpravo napajedlo s přístupem a stříškou (zdroj vlastní, červen 2022)

Obrázek 28 Pramen Jordánka vlevo zpevněný vývěř (zdroj vlastní, červen 2022)

6.6.2. Okolí pramene

Podloží tvoří pískovcové skály, na kterých nalezneme různě rozmístěné chaty. Vegetaci zastupují zejména listnaté stromy v rámci smíšeného lesa s převahou břízy, buků, topolů a lip. Místy jsou zde zastoupeny i jedinci smrků. V rámci stavby a

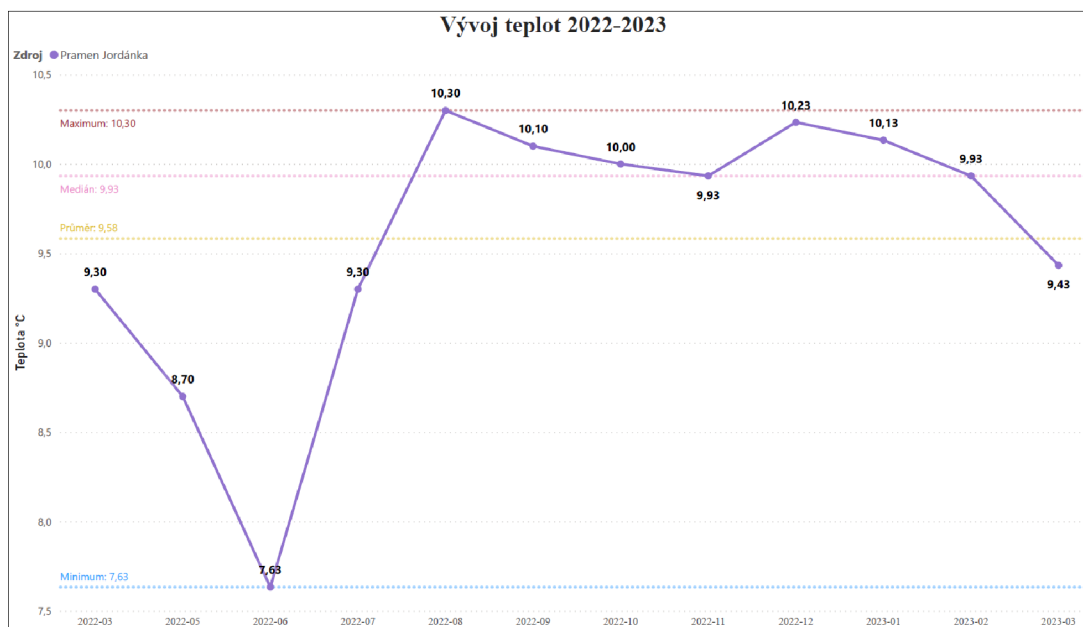
ohrožení pramene vede po betonové konstrukci naučná turistická stezka Podtroseckým údolím. V průběhu měření jsem zde několikrát zaznamenala výskyt jestřába lesního (*Accipiter gentilis*).

6.6.3. Výsledky analýz

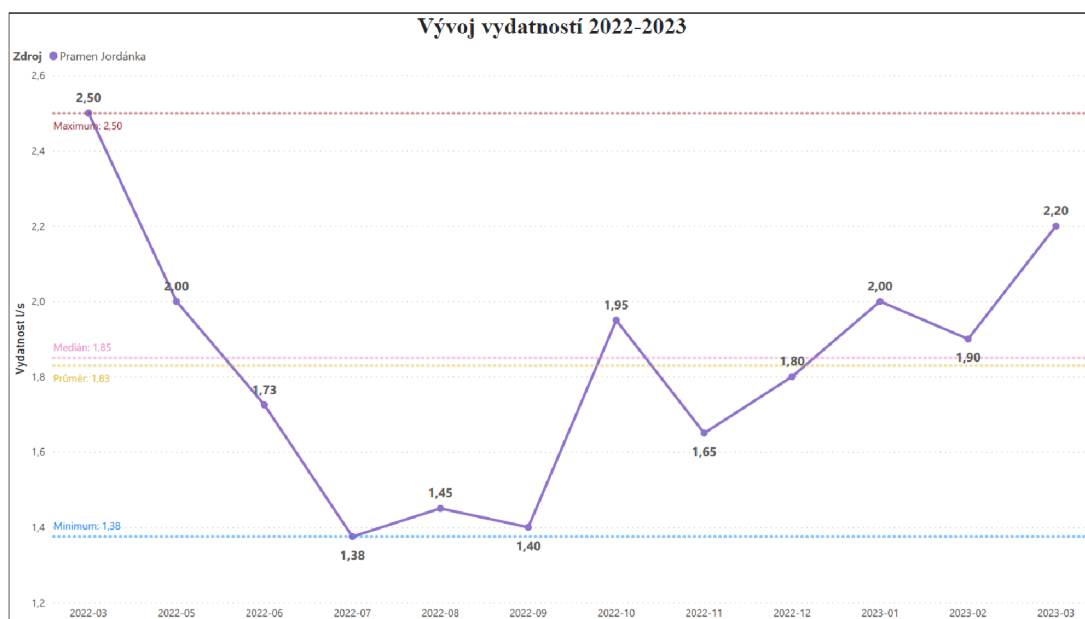
V rámci měření vydatností se pramen jeví jako velmi stabilní, toto tvrzení potvrzují i data Českého hydrometeorologického ústavu. Vydatnost (Obr. 29) se pohybovala v průměru 2 l/s, sledujeme i výrazný pokles v období července až září 2022, kdy průtok klesl na 1,4 l/s. Teploty (Obr. 30) mají průměrnou hodnotou 9,6 °C za sledované období.

Chemický rozbor (Tab. 8) ukazoval hodnoty pH v průměru 6,86. Obsah Ca + Mg je 1,84 mmol/l, což odpovídá hodnotám středně tvrdé vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l.

Pramen Jordánka je stejně jako další sledované objekty vhodná ke konzumaci. Potvrzují to i analýzy Českého hydrometeorologického ústavu.



Obrázek 29 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 30 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Pramen Jordánka						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	6,78	6,89	6,81	6,95	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	<0,01	0,0545	0,0349	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	1,68	1,84	1,9	1,92	mmol/l
Vápník	Ca	1,28	1,28	1,44	1,36	mg/l
Hořčík	Mg	0,40	0,56	0,48	0,56	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	15,775	16,25	15,997	18,659	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	0,708	0,301	0,952	mg/l
Síraný	SO ₄ ²⁻	49,696	77,38	69,169	91,545	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	0,262	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,058	<0,01	0,05	µg/l
Chlority	Cl	10,926	11,777	10,371	14,1	mg/l
Fluoridy	F ⁻	0,068	0,098	0,114	<0,01	mg/l

Tabulka 8 Chemický rozbor Prameni Jordánka (zdroj vlastní, březen 2023)

6.7. Pramen Hurtík

6.7.1. Popis pramene

Souřadnice: 50°54'91.76"N, 15°21'63.40"E

Nadmořská výška: 287 m.n.m.

Označení NRS: 5407

Označení ČHMÚ: PP0745

Tento pramenný vývěř se nachází v ohrožené oblasti u silnice II. třídy E442 dostupný schody nedaleko obce Radvánovice. Spravuje jej Český hydrometeorologický úřad a probíhalo zde vyhodnocení chemických ukazatelů od roku 1976. Pramen (Obr. 31 a 32) vychází z betonové stavby železnou trubicí. Voda stéká přes filtrační mříž do odtoku, který je přístupný ze schůdků pro odběr vody. Dřevěný přístřešek nechrání proudící vodu před biologickým odpadem, slouží spíše jako označení.



Obrázek 31 Pramen Hurtík vpravo detail na samotný vývěř (zdroj vlastní, červen 2022)

Obrázek 32 Pramen Hurtík vlevo pohled na celou studánku. (zdroj vlastní, červen 2022)

6.7.2. Okolí pramene

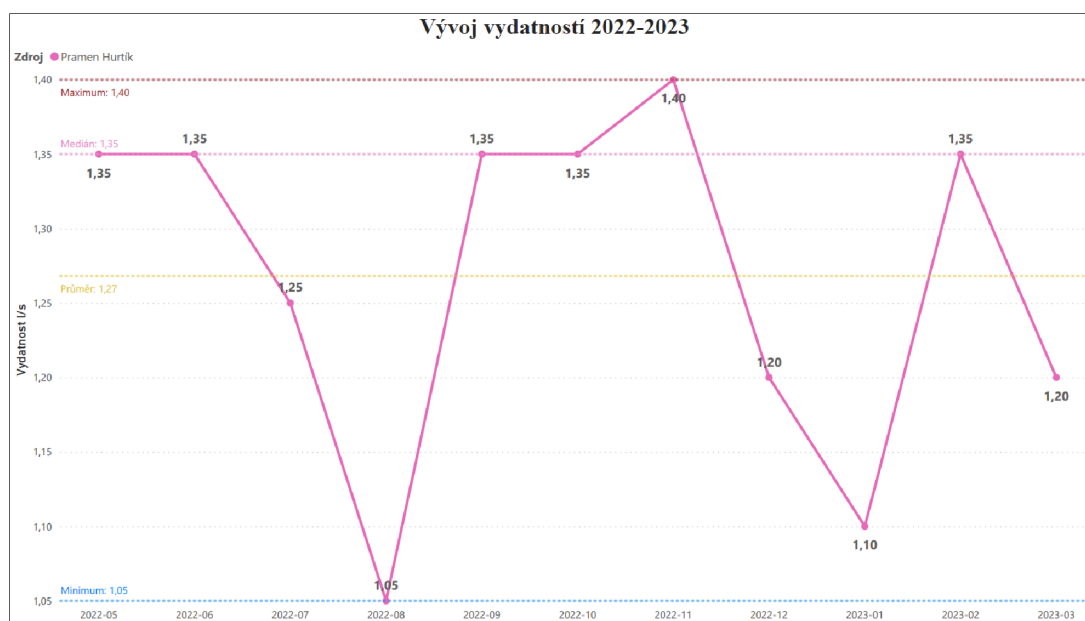
Pramen se nachází pod úrovní silnice II. třídy od, které je bezprostředně vzdálen. Nejbližší okolí tvoří travnatý porost a několik listnatých stromů zejména bříz a

náletových dřevin. Podloží je luvizem. Pramen navštěvují obyvatelé přilehlé obce a menší domácí zvířata.

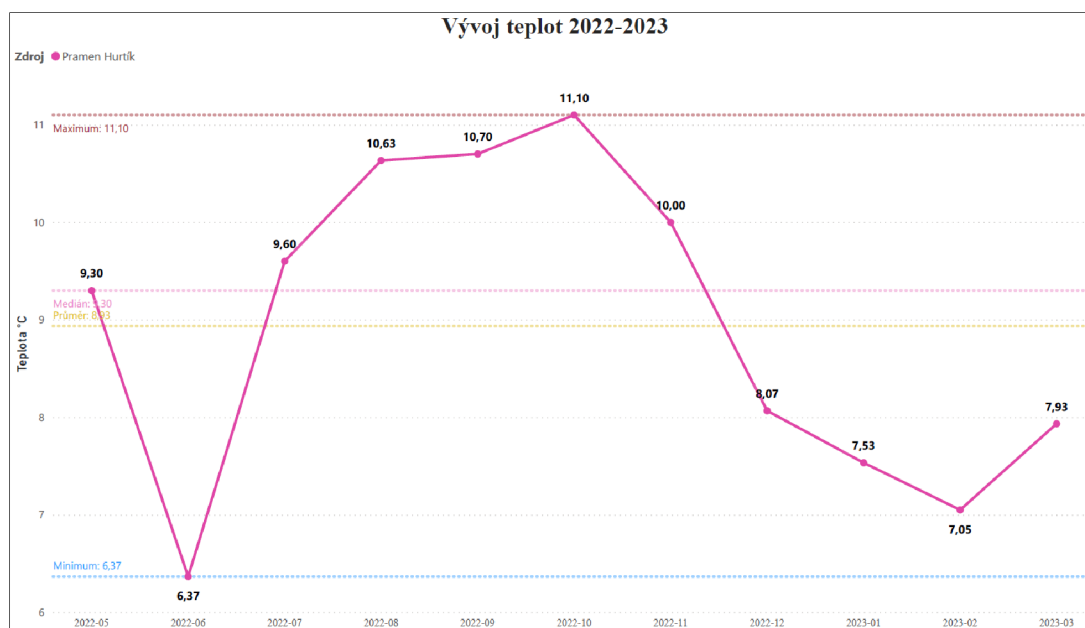
6.7.3. Výsledky analýz

Hodnoty vydatnosti (Obr. 33) kolísají v průměru o 0,3 l/s v průběhu celého roku, průměrná vydatnost je 1,27 l/s. Teplota taktéž odpovídá ročním obdobím a jeví se stabilní. Průměrně se pohybuje v hodnotě 8,9 °C (Obr. 34).

Chemický rozbor (Tab. 9) ukazoval hodnoty pH 6,55. Obsah Ca + Mg byl průměrně 1,78 mmol/l, což odpovídá hodnotám středně tvrdé vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l. Hurtík je značně monitorován a jeho hodnoty jsou stále bez významných výkyvů. Rozbor odpovídá hodnotám pitné vody.



Obrázek 33 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 34 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Pramen Hurtik						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	6,88	6,46	6,41	6,45	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	0,1832	0,0322	0,0618	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	1,62	1,76	2,0	1,76	mmol/l
Vápník	Ca	0,86	1,6	1,52	1,6	mg/l
Hořčík	Mg	0,76	0,16	0,48	0,16	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	16,699	37,116	34,041	9,044	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	0,749	0,79	0,215	mg/l
Sířany	SO ₄ ²⁻	29,92	69,041	60,474	67,625	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,049	<0,01	<0,01	µg/l
Chlority	Cl	9,625	18,975	16,713	4,005	mg/l
Fluoridy	F ⁻	0,387	0,105	0,118	<0,01	mg/l

Tabulka 9 Chemický rozbor Pramenu Hurtik (zdroj vlastní, březen 2023)

6.8. Pramen U Kosinů

6.8.1. Popis pramene

Souřadnice: 50°30'56.78"N, 15°11'14.73"E

Nadmořská výška: 270 m.n.m.

Označení NRS: 5404

Pramen U Kosinů (Obr. 35) se nachází v blízkosti trvale obydlených budov a zároveň leží u břehu Věžického rybníka. Betonová stavba poskytuje ochranu a voda z ní vytéká železnou trubkou. Přístupnost je horší a z informací od obyvatelů okolní zástavby bývá pramen při vyšší hladině rybníka, zatopen. Bezpečnost je zajištěna zábradlím. Pramen nebývá hojně využíván, jelikož leží v nedaleké blízkosti pramenů Jordánka a Pod Prdlavkou u kterých probíhá monitoring od Českého hydrometeorologického ústavu. Pramen U Kosinů využívají zejména obyvatelé přilehlé stavby, kteří z ní odebírají vodu na závlahu.



Obrázek 35 Pramen U Kosinů (zdroj vlastní, červen 2022)

6.8.2. Okolí pramene

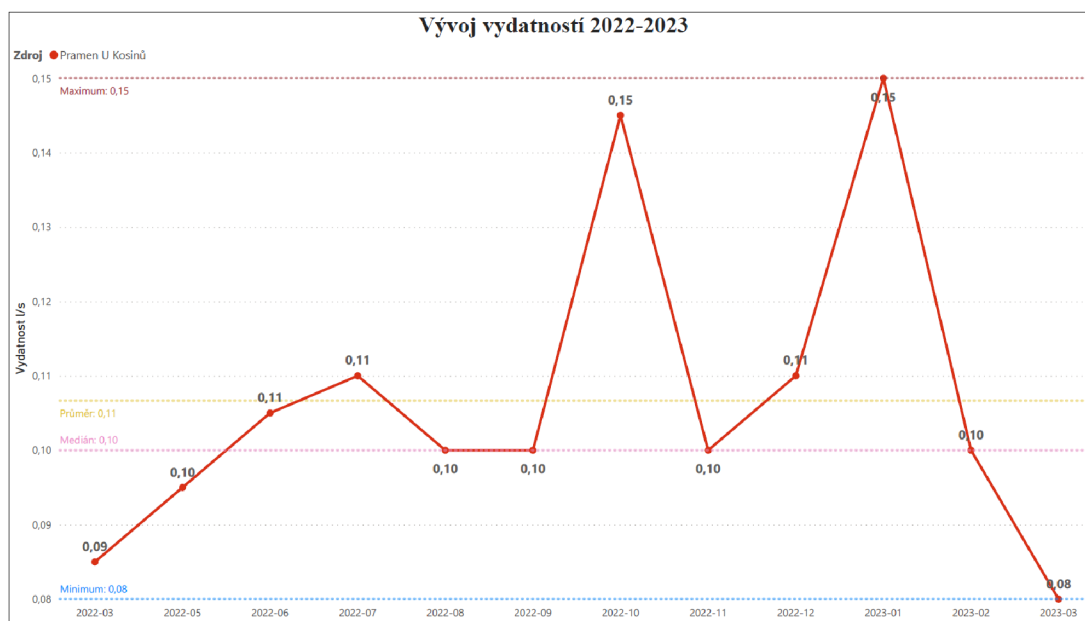
Okolí pramene tvoří trvalá travní plocha a keře v okolí břehu Věžického rybníka. Místy se vyskytuje rákos a v jarním období byl zaznamenán i výskyt bledule jarní (*Leucojum vernum*). Podloží je luvizem.

6.8.3. Výsledky analýz

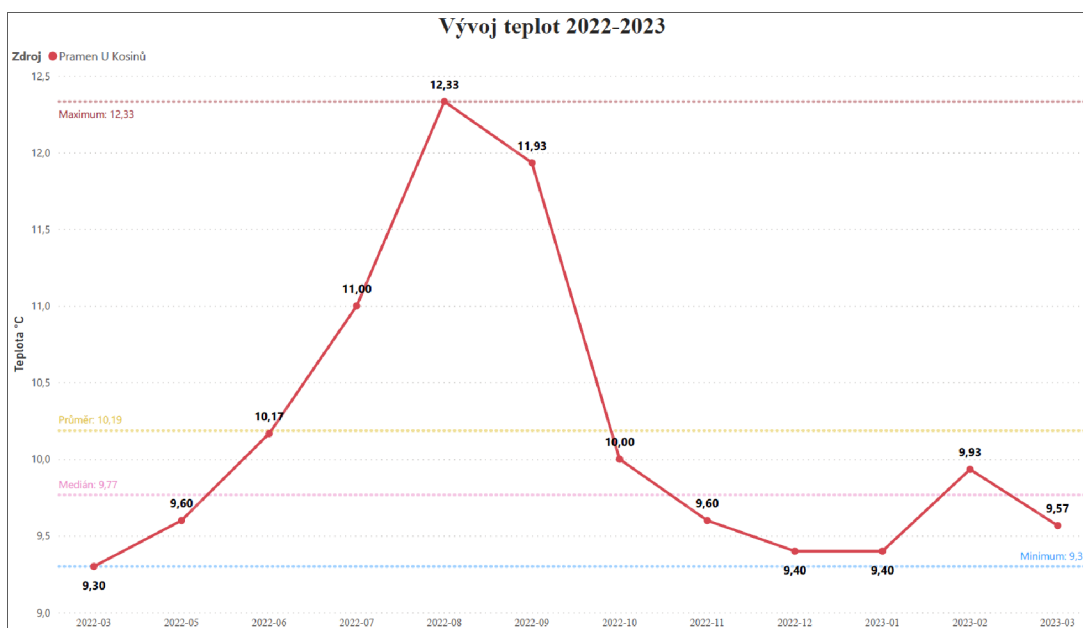
Pramen měl mírně kolísavou hodnotu vydatností (Obr. 36), která je v průměru 0,11 l/s . Teplota (Obr 37) se pohybovala, taktéž přiměřeně v rámci ročních období, a to v průměru 10,1 °C.

Chemický rozbor (Tab.10) ukazoval hodnoty pH 7,1. Obsah Ca + Mg byl průměrně 2,3 mmol/l, což odpovídá hodnotám středně tvrdé vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l.

Hodnoty odpovídají standardům vyhlášky č. 252/2004 Sb.. Využívala bych tento zdroj spíše pro závlahu a případnou konzumaci, nicméně by bylo vhodné udělat širší analýzu.



Obrázek 36 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 37 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Pramen U Kosinů						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	7,1	7,12	7,1	7,21	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	0,0245	0,0497	0,0286	0,0300	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	1,65	2,48	2,56	2,56	mmol/l
Vápník	Ca	0,84	1,92	1,84	1,84	mg/l
Hořčík	Mg	0,81	0,56	0,72	0,72	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	15,9	21,096	17,878	35,202	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	1,111	0,874	0,618	mg/l
Sírany	SO ₄ ²⁻	63,297	87,717	81,775	65,552	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	0,254	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,053	<0,01	0,046	µg/l
Chlority	Cl ⁻	12,321	14,88	14,091	14,016	mg/l
Fluoridy	F ⁻	0,07	0,118	0,143	<0,01	mg/l

Tabulka 10 Chemický rozbor pramen U Kosinů (zdroj vlastní, březen 2023)

6.9. Pramen Pod Prdlavkou

6.9.1. Popis pramene

Souřadnice: 50°30'54.00"N, 15°11'02.40"E

Nadmořská výška: 280 m.n.m.

Označení NRS: 1763

Označení ČHMÚ: PP0206

Pramen Pod Prdlavkou (Obr. 38) je z celé sledované oblasti nejhojněji navštěvován turisty i místními obyvateli. Leží u silnice III. třídy a nedalekého parkoviště, které slouží jako brána do přírodní rezervace Podtrosecké údolí, nachází se poblíž informačního centra, které vodu z pramene odebírá jako zdroj pitné vody. Pramen byl rekonstruován na podzim roku 2014 a je velmi dobře přístupný. Voda vyvěrá přímo z pískovcových skal a teče zastřešenou přístavbou až k výtoku, který je přístupný ze schůdků. Výsledkem je tedy velmi dobře chráněný zdroj pitné vody, kterou monitoruje Český hydrometeorologický úřad v pravidelných intervalech. Voda z pramene odtéká do říčky Čertoryje.



Obrázek 38 Pramen Pod Prdlavkou (zdroj vlastní, červen 2022)

6.9.2. Okolí pramene

Pramen vytéká přímo z pískovcové skály. Nedaleko nalezneme například skalní masiv Pláž nebo Kouzelník a známou skalní věž Vodní skála, kterou využívají turisté a horolezci. Okolí tvoří vzrostlé stromy buku, které zpevňují okraj komunikace. Objevují se i náletové dřeviny. Ve večerních hodinách zde můžeme pozorovat letouny jako netopýra velkého (*Myotis myotis*) či vrápence malého (*Rhinolophus hipposideros*).

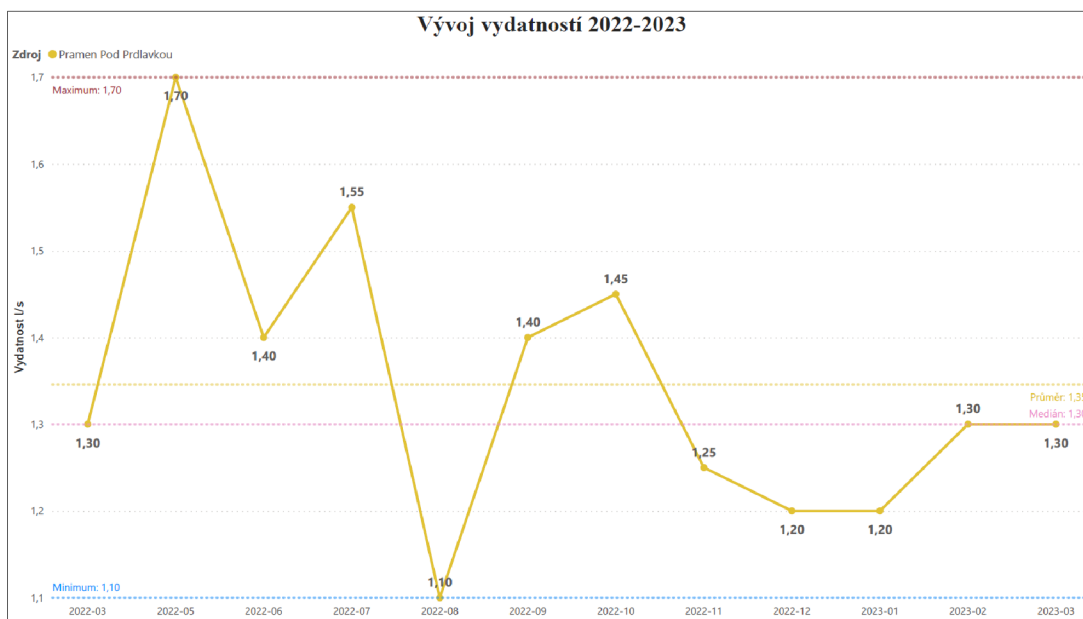
6.9.3. Výsledky analýz

Měřené vydatnosti (Obr. 39) byly velmi konstantní v průběhu celého roku, a to v průměru 1,35 l/s. Nejnižší vydatnost je byla naměřená v srpnu 2022, nejvyšší naopak v květnu roku 2022. Kolísání je 0,6 l/s v průběhu celého roku. Teplota (Obr. 40) se průměrně pohybovala v průměru okolo 9,3 °C.

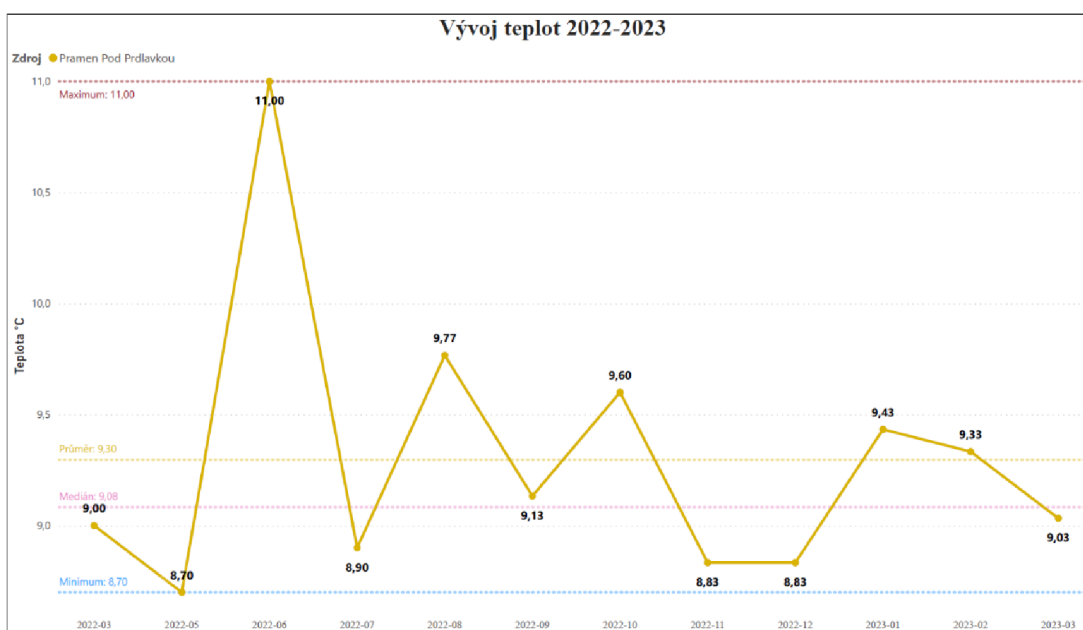
Pramen je monitorován Českým hydrometeorologickým ústavem, avšak dle výsledků a komunikací s úřadem byla zjištěna v rámci vyhodnocení amonných iontů kontaminace. Naměřila jsem v rámci laboratorního rozboru (10.5.2022) hodnotu 1,0237 mg/l NH^{4+} . Na základě tohoto, jsem kontaktovala úřad a bylo potvrzeno alarmující množství pesticidů a PAU u tohoto pramene. Další odběry, však tuto kontaminaci nepotvrdilo. Domnívám se, že šlo tedy o krátkodobou kontaminaci, která dlouhodobě kvalitu vody neovlivnila.

Chemický rozbor (Tab. 11) ukazoval hodnoty pH 7,2. Obsah Ca + Mg 1,86 mmol/l, což odpovídá hodnotám středně tvrdé vody. Amonné ionty v dalších měřeních nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l.

Pramen je stabilní, doporučila bych častější měření kvůli předešlé kontaminaci.



Obrázek 39 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 40 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Pramen Pod Prdlavkou						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	7,22	7,16	7,11	7,2	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	1,0237	0,0815	0,0442	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	1,76	1,76	1,92	2	mmol/l
Vápník	Ca	0,80	1,28	1,6	1,68	mg/l
Hořčík	Mg	0,96	0,48	0,32	0,32	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	35,389	34,176	33,038	16,162	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	0,724	0,604	0,451	mg/l
Sířany	SO ₄ ²⁻	54,095	68,193	60,415	60,793	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,041	<0,01	0,041	μg/l
Chlority	Cl	15,479	14,902	14,263	6,604	mg/l
Fluoridy	F	0,069	0,107	0,122	<0,01	mg/l

Tabulka 11 Chemický rozbor pramen Pod Prdlavkou (zdroj vlastní, březen 2023)

6.10. Pramen 1 = (Pramen Čertoryje)

6.10.1. Popis pramene

Souřadnice: 50°31'27.77"N, 15°10'53.27"E

Nadmořská výška: 290 m.n.m.

Označení NRS: 7523

Pramen Čertoryje (Obr. 41) se nachází v ochranném pásmu pramenní jímky Krčkovice v Údolí Čertoryje. Voda vytéká pvc trubkou do vyhloubené odtokové spáry, která dále vede do říčky Čertoryje. Pramen využívají turisté nebo v letních měsících i děti, které tráví prázdniny v nedalekém kempu.



Obrázek 41 Pramen 1- Pramen Čertoryje (zdroj vlastní, srpen 2022)

6.10.2. Okolí pramene

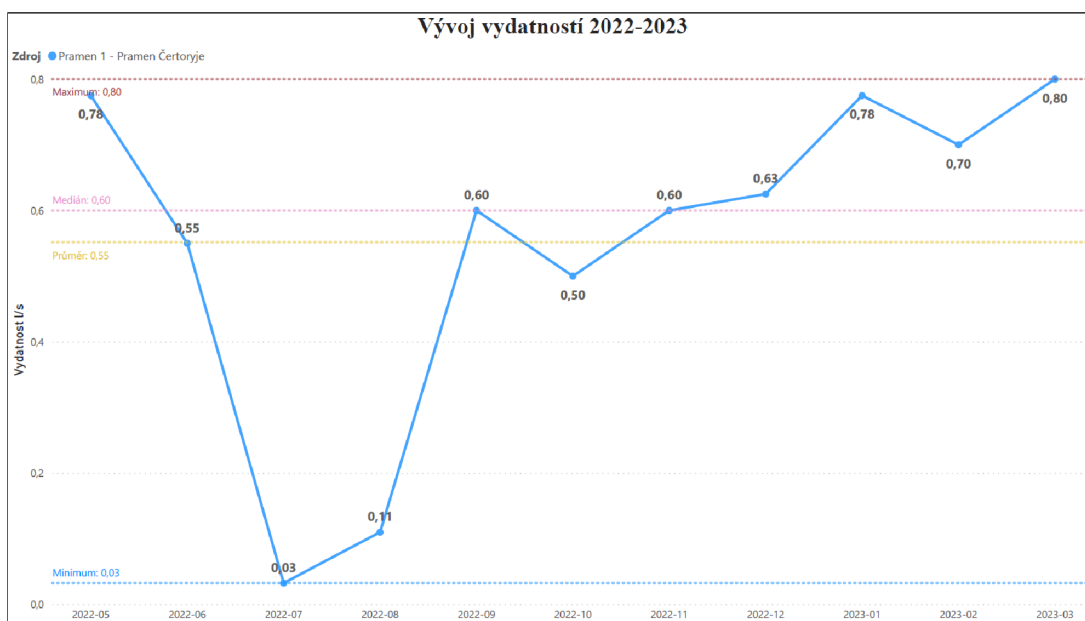
Podloží v okolí je tvořeno kambizemí a pískovcovými skalami. Celým údolím protéká říčka Čertoryje. Les je smíšený, avšak s převahou jehličnatých stromů oproti listnatým. Zastoupen je nejvíce smrk a buk a místy můžeme vidět i kapradiny.

6.10.3. Výsledky analýz

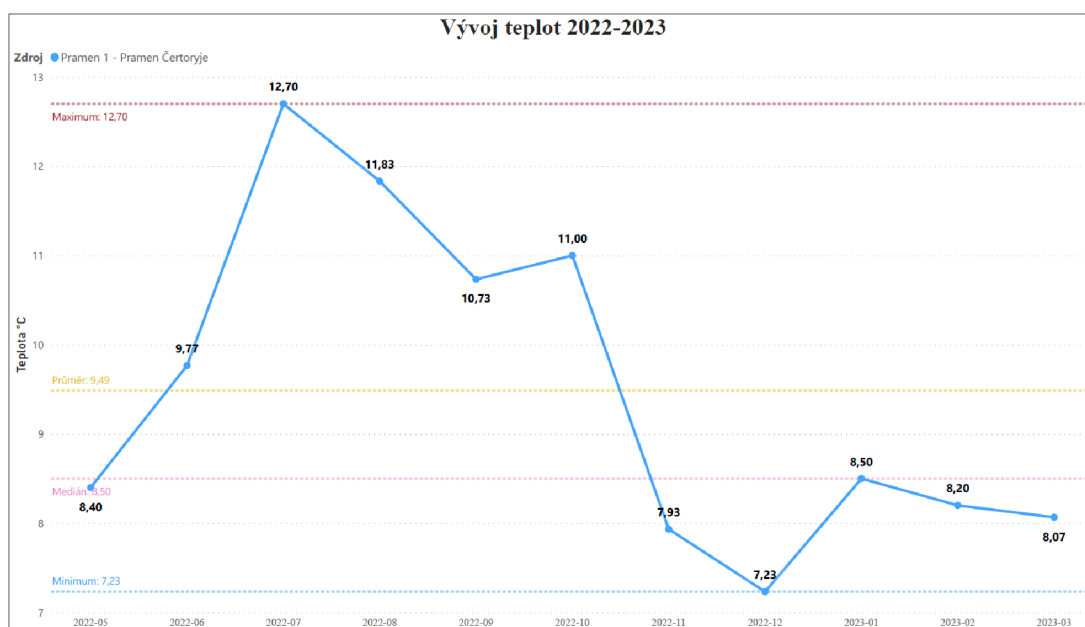
Pramen (Obr. 42) měl po celou dobu měření stabilní vydatnost v průměru 0,55 l/s.. Výjimkou však byli měsíce červenec a srpen 2022 kdy průtok poklesl v důsledku vyššího odběru z vodního zdroje. Teplota (Obr. 43) se pohybovala, taktéž velmi stabilně v průměru 9,5 °C. V rámci měření jsem sledovala stoupající teploty přes měsíce červenec až říjen kdy se zvýšila teplota až o více jak 3 °C.

Chemický rozbor (Tab. 12) ukazoval hodnoty pH 6,6. Obsah Ca + Mg 1 mmol/l, což odpovídá hodnotám měkké vody. Amonné ionty nepřesahují povolenou koncentraci 0,5 mg/l.

Pramen má srovnatelné hodnoty jako voda v blízkém vodním jímce Krčkovice. Využívala bych ji nadále k osvěžení, případně jako zdroj vody pro zvěř. Dle ohrožení nezpevněné cesty, která vede nad úroveň pramene bych se obávala vyšší pravděpodobnosti kontaminace. Bylo by tedy příhodno pramen lépe zabezpečit například přístřeškem nebo obezdívkou.



Obrázek 42 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)



Obrázek 43 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)

Zdroj: Pramen 1 - Pramen Čertoryje						
Ukazatel	Chem. značka	10.05.2022	01.08.2022	24.10.2022	30.01.2023	Měrná jednotka
pH	pH	6,7	6,77	6,37	6,66	
Amonné ionty	NH ⁴⁺	0,0188	0,0790	<0,01	<0,01	mg/l
Vápník a Hořčík	Ca + Mg	0,72	0,8	1,36	1,12	mmol/l
Vápník	Ca	0,48	0,48	0,48	0,8	mg/l
Hořčík	Mg	0,031	0,32	0,88	0,32	mg/l
Dusičnany	NO ₃ ⁻	13,054	1,182	11,286	34,762	mg/l
Dusitany	NO ₂ ⁻	<0,01	<0,01	0,093	1,329	mg/l
Sířany	SO ₄ ²⁻	37,692	62,71	39,954	82,907	mg/l
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	<0,01	<0,01	<0,01	0,283	mg/l
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	<0,01	0,058	0,06	0,067	μg/l
Chlority	Cl ⁻	7,893	3,759	6,839	10,844	mg/l
Fluoridy	F ⁻	0,045	0,071	<0,01	<0,01	mg/l

Tabulka 12 Chemický rozbor pramen 1 – Pramen Čertoryje (zdroj vlastní, březen 2023)

7. Diskuse

Český ráj jako první vyhlášená chráněná krajinná oblast jejíž je Hruboskalsko součástí poskytuje mnoho krás a možností, jak trávit volný čas. Pro turisty, kteří oblastí procházejí je možnost využít prameny a studánky k osvěžení a napojení se. Nejen turisté, ale i obyvatelé okolí studánek a nejrůznější druhy zvířat tyto zdroje navštěvují. Krásné a mnohdy desetiletí staré vodní zdroje slouží tomuto účelu po mnoho generací. V současnosti se netěší tak značné oblibě jako tomu bylo dříve.

Úkolem mé práce je ověřit a sjednotit mapu studánek a pramenů na katastrálním území Hrubá Skála. Vytvořila jsem souhrn informací o vydatnostech, teplotách a chemickém rozboru vodních zdrojů tak, aby se celá oblast sjednotila a potvrdila se jejich využitelnost.

Při zpracování této práce jsem zjistila, že na Hrubé Skále probíhá, anebo bylo uskutečněno značné množství rekonstrukcí těchto objektů tak, aby dále sloužily svému účelu a chránili vodu, která jimi protéká. Sleduji taktéž probíhající změny a vliv sucha na tyto zdroje. V průběhu měření byla studánka Doubravice odsunuta a byl vybudován nový vývěr, jelikož původní vývěr již neplnil svůj účel.

Projekt Prameny spojují je spoluprací českých a německých univerzit v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj. Úkolem je mapovat a vyhodnocovat chemické, hydrologické a ekologické charakteristiky. Výstupem jsou podklady pro využití krajiny ke zlepšení ekologické a biologické rozmanitosti regionu. Příkladem je Pramen v obci Hlavice, u něhož byly měřeny teploty, vydatnost, pH, konduktivita a rozpuštěný kyslík. Taktéž bylo popsáno okolí pramene včetně reliéfu, sklonu svahu, orientace svahu a vegetace v okolí. Na závěr byla provedena fotodokumentace (Prameny spojují: Atlas pramenů).

Na základě porovnání s projektem Prameny spojují musím konstatovat, že mapování pramenů v České republice je nutné více podporovat a rozšiřovat v povědomí. Oproti projektu bylo v mé práci detailnější vyhodnocení chemických ukazatelů. Jako nedostatek vnímám možnost detailnějšího mapování terénu.

Většinu studánek na Hrubé skále spravuje Český hydrometeorologický úřad nebo u pramenů, které jsou v ochranném pásmu vodních zdrojů místní

vodohospodářské sdružení. Řadu studánek opravují a spravují obyvatelé přilehlých vesnic nebo skauti.

Všechny studánky vykazují stabilní hodnoty teplot i vydatností s mírným poklesem nebo nárůstem odpovídajícím ročnímu období. Nejvyšší vydatnosti má studánka Hrudka s průměrnou hodnotou 3,6 l/s, zato nejnižší vydatnost jsem pozorovala u studánky Doubravice, která v průběhu roku vyschla. Tato studánka vykazovala i nejvyšší měřené teploty přesahující 15°C. Nejstabilnější teploty měla studánka Hrudka a nový vývěr studánky Doubravice.

Chemické rozborů všech vodních zdrojů byli v normě pro hodnoty pitné vody. Jedinou anomálii vykazoval pramen Pod Prdlavkou, kterému byla naměřena vyšší hodnota amonných iontů značící kontaminaci. Amonné ionty jsou nestabilní a postupem času se rozkládají tudíž je možné, že při kontrolním znovu stanovení, kdy byl vzorek zamražen a uložen v laboratoři. Bylo vyhodnocení při následující laboratorní měření, v normě. Mohlo tedy dojít k jednorázové kontaminaci například živočišným odpadem, jelikož další měření již kontaminaci neprokázalo. Po zjištění kontaminace jsem kontaktovala odpovědné oddělení podzemních vod, které mi potvrdilo kontaminaci tohoto pramene, cituji „*V našich výsledcích je alarmující hlavně výskyt pesticidů a PAU u tohoto pramene*“ (ČHMÚ, oddělení podzemních vod, 2022). Z tohoto lze usuzovat, že má pramen problémy s občasnou kontaminací a návrhem z mé strany by bylo provádění častějších rozborů, jelikož je pramen v celé sledované oblasti nejvíce navštěvován.

Studánky U Kosinů, Pramenu Za Humny, Pramen Čertoryje vykazují poklesy vydatností, zejména během chatařské sezóny, proto by zde byl prostor pro zlepšení ochrany proti kontaminaci z okolí a vyčištění zdroje, případně menší přestavbu samotného vývěru. Návrh na úpravy by však měli dbát na ochranu okolí prameniště a eliminovat či snížit rizika nežádoucích vlivů.

Výsledek bakalářské práce poslouží jako podklad pro aktualizaci stavu studánek pro Národní registr studánek.

8. Závěr

Cílem této práce bylo zmapovat a vyhodnotit data vydatností, teplot a rozboru chemických ukazatelů, tak aby bylo možno tato data dále využít pro aktualizaci Národního registru studánek. Práce vycházela ze získávání údajů prostřednictvím terénního průzkumu a literární rešerše. Celkem bylo zmapováno 10 studánek a pramenů a u čtyřech z nich by bylo vhodné navrhnout úpravy, které by vedly k lepšímu využití. Z dat je možno usoudit, že teploty se pohybují v rozmezí 6-10 °C. Vydatnosti jsou různé podle oblasti či blízkosti s primárním vodním zdrojem. Taktéž je z výsledků patrné jak u teplot, tak i u vydatností, že hodnoty kolísají úměrně s daným ročním obdobím a měsícem. Okolí studánek je povětšinou stejné, oblast Hrubé Skály je známá svými pískovcovými skalami či rašelinovými oblastmi a tomu odpovídá místní flora i fauna, která je velmi pestrá. Pozitivním zakončením práce by měla být aktualizace informací o studánkách a pramenech ve sledované oblasti Hrubá Skála.

9. Literatura

9.1. Odborná literatura

Davie T., Quinn W.N., 2019: Fundamentals of hydrology. Third edition. Routledge, Taylor & Francis Group, Routledge fundamentals of physical geography series, London: 86 s. ISBN 978-0-415-85869-4.

Blažek V., Němec J., Hladký J. [ed.], 2006: Voda v České republice. Ministerstvo zemědělství vydal Consult, Praha: 31-100 s. ISBN 80-903482-1-1.

Hynie O., 1961: Hydrogeologie ČSSR. Československá akademie věd, Praha: 151 s.

Myslil V., 1999: Voda, země, život. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR: 80-82 s. ISBN 80-721-2072-7.

Kovařík P., 1998: Studánky a prameny Čech, Moravy a Slezska. Nakladatelství Lidové noviny, Praha: 216 s. ISBN 80-710-6253-7.

Kalavská D., Holoubek I., 1989: Analýza vód. Alfa, Bratislava: 113 s. ISBN 80-05-00065-0.

Pánek T., Hradecký J. [ed.], 2016: Landscapes and landforms of the Czech Republic. Springer, World geomorphological landscapes: 195 s. ISBN 978-3-319-27536-9.

Kožíšek F., Kos J., Pumann P., 2006: Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství: učební pomůcka pro získání znalostí nutných k ochraně veřejného zdraví z hlediska prevence nemocí způsobených vodou. Sovak, Praha: 16-24 s.

Bartoš M., Šrámková J., Staněk V., 2011: Analytická chemie. Univerzita Pardubice: 68, 111-130 s. ISBN 978-80-7395-408-6.

Pitter P., 2009: Hydrochemie (4. aktualizace). Vydavatelství VŠCHT Praha, Praha: 16 s. ISBN 978-80-7080-701-9.

Ilavský J., Barloková D., Biskupič F., 2008: Chémia vody a hydrobiológia. Vydavateľstvo STU, Bratislava: 38 s. ISBN 978-80-227-2930-7.

Pojkar M., 1974: Arboretum Hrubá Skála. Krajské středisko státní památkové péče a ochrany přírody Východočeského kraje, Pardubice: 1-4 s.

Adamovič J., 2006: Hruboskalsko – průvodce naučnou stezkou. Základní organizace Českého svazu ochránců přírody Křižánky, Jičín: 11-13 s. ISBN 80-902751-6-8.

Horáková M., 2003: Analytika vody. Vydavatelství VŠCHT, Praha: 138-141 s. ISBN 978-80-7080-520-6.

Klouda P., 1996: Moderní analytické metody: učebnice základů instrumentálních analytických metod. Ostrava: 13-52 s. ISBN 80-902155-0-5.

Sedláček M., Kuncová J., Mackovčín P., 2022: Liberecko. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Chráněná území ČR, Brno: 195-230 s. ISBN 80-86064-43-3.

Šobr M., 2016: Geografické rozhledy: Hydrologický cyklus 26: 8-9.

Šindelková I., Václavík F., 2018: Poľnohospodársky týždenník: Půdní vláha – základ budoucí úrody. Bratislava, 44: 9-11. ISSN 1337-656X.

Edition F., 2011: Guidelines for Drinking-Water Quality. WHO Chronicle, 38: 104-108

Clarke, F. E., 1950: Determination of Chloride in Water Improved Colorimetric and Titrimetric Methods. Analytical Chemistry. 22(4): 553-555. ISSN 0003-2700.

Opydo-Szymaczek J., & Opydo J., 2009. Fluoride content of bottled waters recommended for infants and children in Poland, 42: 233-236.

Culek M., 2014: Biogeographical provinces, subprovinces and bioregions of the Czech Republic. Journal of Landscape Ecology, 6(2): 5-16.

2002: Krása našeho domova. Časopis ČESKÉHO SVAZU ochránců přírody, 19. ISSN 1213-5488.

Fojtík T., Jašíková L., Kurfiřtová J., Makovcová M., Maťašovská V., Mayer P., Nováková H., Zavřelová J., Zbořil A., 2022: GIS a kartografie ve VÚV TGM. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 64(1): 47–52. ISSN 0322-8916.

9.2. Internetové zdroje

Podzemní vody © (online) [cit. 2023-03-15], dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/podzemni_vody>

RUDA, A., ©2014: Podpovrchová voda (online) [cit. 2023-03-15], dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/11-podpovrchova-voda.htm>

Koutková Z., ©2020: Látky kontaminující vodní prostředí a možnosti jejich odstranění: Toxikologie, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno (online) [cit. 2023-03-15], dostupné z: <https://www.vfu.cz/files/upload/prorektor%20pro%20strategii%20a%20rozvoj/2410_52_v%C3%BDstup.pdf>

Kožíšek F., ©2000: Zdravotní význam „tvrdosti“ pitné vody, Státní zdravotní ústav (online) [cit. 2023-03-15], dostupné z: <https://www.mestocernosice.cz/e_download.php?file=data/editor/271cs_3.pdf&original=autobusy.pdf>

Hušková R., Tomešová H., ©2008: Bromičnany v pitné vodě, Pražské vodovody a kanalizace, a.s., Útvar kontroly kvality vody (online) [cit. 2023-03-15], 113-117, dostupné z: <<https://www.smv.cz/res/archive/015/001801.pdf?seek=1429083261>>

Hrubá Skála: Základní informace o obci (online) [cit. 2023-03-15], dostupné z: <<https://obechrubaskala.cz>>

Metter Toledo: Průvodce měřením pH (online) [cit. 2023-02-15], dostupné z: <http://cs.mt.com/cz/cs/home/supportive_content/news/po/pro/pH_Theory_Guide.html>

©2016: Prameny spojují: Atlas pramenů, Technická univerzita v Liberci (online) [cit. 2023-03-20], dostupné z: <<https://prameny.tul.cz/atlas>>

ČÚZK, ©2020: Sady otevřených dat (online) [cit. 2023-03-15], dostupné z: <<https://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/Otevrena-data/Sady-otevrenych-dat.aspx>>

EAGRI, ©2022: Veřejné exporty dat LPIS za celou ČR (online) [cit. 2023-03-15], dostupné z: <<https://eagri.cz/public/web/mze/farmer/LPIS/export-lpis-rocnishp.html>>

Nováková P., Skryja J., ©2007: Problematika podzemního zdroje pitné vody Kněžpole: Vodárenská biologie, Ústav aplikované a krajinné ekologie (online) [cit. 2023-03-15], dostupné z <<http://www.ekomonitor.cz/seminare/2007-01-30>>

ČZU, Komplexometrické stanovení obsahu Ca^{2+} a Mg^{2+} ve vodě. Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin (online) [cit. 20.02.2023], dostupné z: <[https://home.czu.cz/storage/55489_Komplexometrické%20stanovení%20obsahu%20Ca2+%20a%20Mg2+%20ve%20vodě%20\(tvrlost%20vody\).pdf](https://home.czu.cz/storage/55489_Komplexometrické%20stanovení%20obsahu%20Ca2+%20a%20Mg2+%20ve%20vodě%20(tvrlost%20vody).pdf)>

10. Seznam obrázků

Obrázek 1 Odběr vzorku ze studánky Hrudka (zdroj vlastní, listopad 2022	26
Obrázek 2 Eutech Instruments pH 700 (zdroj vlastní, leden 2023)	27
Obrázek 3 Laboratorní měření, příprava NaOH + Murexid a Pufr + Eriochromčern	29
Obrázek 4 Vzorec pro výpočet látkové koncentrace Ca + Mg (mmol/l) (zdroj ČZU)	29
Obrázek 5 Látková koncentrace Ca (mmol/l) (zdroj ČZU)	30
Obrázek 6 Látková koncentrace Mg (mmol/l) (zdroj ČZU)	30
Obrázek 7 Stav před použitím Chelatonu III, vlevo měření Ca ²⁺ , vpravo Ca ²⁺ a Mg ²⁺ (zdroj vlastní, leden 2023).....	31
Obrázek 8 Stav po použití Chelatonu III, vlevo měření Ca ²⁺ , vpravo Ca ²⁺ a Mg ²⁺ (zdroj vlastní, leden 2023).....	31
Obrázek 9 Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis (zdroj vlastní, leden 2023).....	33
Obrázek 10 Membránový filtr (0,22 μm) a nástavec z injekční stříkačky (zdroj vlastní, leden 2023)	34
Obrázek 11 Iontový chromatograf 863 Compact Autosampler od výrobce Metrohm (zdroj vlastní, leden 2023).....	35
Obrázek 12 Nový vývěr studánky Doubravice (zdroj vlastní, prosinec 2022).....	36
Obrázek 13 Výsledek měření – graf vývoje teplot pro obě studánky (zdroj vlastní, březen 2023).....	39
Obrázek 14 Výsledek měření – graf vývoje vydatností pro obě studánky (zdroj vlastní, březen 2023)	39
Obrázek 15 Vlevo zrekonstruovaná studánka Čtyřlístek – detail (zdroj vlastní, červen 2022)	40
Obrázek 16 Vpravo zrekonstruovaná studánka Čtyřlístek – celý pohled (zdroj vlastní, červen 2022).....	40
Obrázek 17 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023) 41	
Obrázek 18 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)	42
Obrázek 19 Studánka Hrudka (zdroj vlastní, červen 2022)	43
Obrázek 20 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023) 44	
Obrázek 21 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)	45
Obrázek 22 Pramene 3 – Pramen Za Humny	46
Obrázek 23 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023) 47	

Obrázek 24 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)	48
Obrázek 25 Pramene 2 – Pramen Panny Marie (zdroj vlastní, červen 2022)	49
Obrázek 26 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)	50
Obrázek 27 Pramen Jordánka vpravo napajedlo s přístupem a stříškou (zdroj vlastní, červen 2022).....	51
Obrázek 28 Pramen Jordánka vlevo zpevněný vývěr (zdroj vlastní, červen 2022)...	51
Obrázek 29 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)	52
Obrázek 30 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)	53
Obrázek 31 Pramen Hurtík vpravo detail na samotný vývěr (zdroj vlastní, červen 2022)	54
Obrázek 32 Pramen Hurtík vlevo pohled na celou studánku. (zdroj vlastní, červen 2022)	54
Obrázek 33 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)	55
Obrázek 34 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)	56
Obrázek 35 Pramen U Kosinů (zdroj vlastní, červen 2022)	57
Obrázek 36 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)	58
Obrázek 37 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)	59
Obrázek 38 Pramen Pod Prdlavkou (zdroj vlastní, červen 2022)	60
Obrázek 39 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)	62
Obrázek 40 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)	62
Obrázek 41 Pramen 1- Pramen Čertoryje (zdroj vlastní, srpen 2022)	64
Obrázek 42 Výsledek měření – graf vývoje vydatností (zdroj vlastní, březen 2023)	65
Obrázek 43 Výsledek měření – graf vývoje teplot (zdroj vlastní, březen 2023)	65

11. Seznam tabulek

Tabulka 1 Stupnice tvrdosti vody používané v ČR (zdroj ČZU).....	30
Tabulka 2 Chemický rozbor studánky Doubravice (zdroj vlastní, březen 2023)	38
Tabulka 3 Chemický rozbor studánky Doubravice „nová“ (zdroj vlastní, březen 2023)	38
Tabulka 4 Chemický rozbor studánky Čtyřlístek (zdroj vlastní, březen 2023)	42
Tabulka 5 Chemický rozbor studánky Hrudka (zdroj vlastní, březen 2023)	45
Tabulka 6 Chemický rozbor pramenu 3 – Pramen Za Humny (zdroj vlastní, březen 2023)	48
Tabulka 7 Chemický rozbor pramenu 2 – Pramen Panny Marie (zdroj vlastní, březen 2023)	50
Tabulka 8 Chemický rozbor Pramenu Jordánka (zdroj vlastní, březen 2023).....	53
Tabulka 9 Chemický rozbor Pramenu Hurtík (zdroj vlastní, březen 2023).....	56
Tabulka 10 Chemický rozbor pramen U Kosinů (zdroj vlastní, březen 2023)	59
Tabulka 11 Chemický rozbor pramen Pod Prdlavkou (zdroj vlastní, březen 2023)..	63
Tabulka 12 Chemický rozbor pramen 1 – Pramen Čertoryje (zdroj vlastní, březen 2023)	66

12. Seznam příloh

Příloha č. 1: ArcGIS mapa Hrubé Skály s vyznačenými studánkami a prameny

