

STUDÁNKY POD DROBNOHLEDEM

Eliška Muzikantová

Denisa Petříková

Barbora Součková

Uničov 2013

STUDÁNKY

POD DROBNOHLEDEM

Autoři: Eliška Muzikantová

Denisa Petříková

Barbora Součková

Škola: Gymnázium Uničov, Gymnazijní 257, Uničov 783 91

Vedoucí práce: Mgr. Gabriela Stražilová, Gymnázium Uničov

Konzultant: Doc. RNDr. Petr Hašler, Ph.D., katedra botaniky

PřF University Palackého Olomouc

RNDr. Pavlína Baizová, Ph.D. katedra analytické

chemie PřF University Palackého Olomouc

Uničov 2013

Čestné prohlášení:

Prohlašujeme, že jsme svou práci vypracovaly samostatně, použily jsme pouze podklady (literaturu SW atd.) uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/ 2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorských zákonů v platném znění). Práci jsme vypracovaly pod vedením Mgr. Gabriely Stražilové, za odborné pomoci Doc. RNDr. Petra Hašlera, Ph.D., RNDr. Pavlíny Baizové a Mgr. Ludmily Zbořilové.

V Uničově dne: 27. 3. 2013

.....
Eliška Muzikantová

.....
Denisa Petříková

.....
Barbora Součková
autorky práce

Poděkování:

Touto cestou děkujeme za odbornou pomoc panu Doc. RNDr. Petru Hašlerovi, paní RNDr. Pavlíně Baizové, paní Mgr. Ludmile Zbořilové a zadavateli práce Mgr. Gabriele Strašilové za odborné vedení, rady a připomínky při tvorbě této práce.

Anotace

Naše práce se skládá ze dvou částí. V první části práce jsme se zabývaly chemickým výzkumem, v druhé části práce výzkumem biologickým.

V empirické části práce jsou řešeny lokality pěti vybraných studánek v rámci biotopu v severní části regionu olomouckého okresu.

Byl proveden chemický a biologický rozbor vody z jednotlivých zdrojů vody - studánek, který nás informoval o vhodnosti využití této vody pro člověka v podobě nouzového zdroje pitné vody.

Mezi důležitá měření náležela stanovení některých látek a mikroorganismů ve studánkových vodách z vybraných lokalit.

Analýza byla zaměřená zejména na určení tvrdosti vody, její pH a na volumetrická stanovení přítomnosti důležitých iontů, mezi něž patří ionty vápenaté, hořečnaté, železité, fosforečnanové, dusičnanové. V rámci biologie jsme se zaměřily na obsah řas, sinic a prvoků ve vodě.

V této práci jsme se seznámily s důležitými analytickými metodami př. komplexometrická titrace, srážecí titrace, s užitím vizuálních indikátorů a dalších analytických technik, které jsou pro vybraná měření potřebná. Byla provedena také i měření na analytických přístrojích - spektrofotometru, mv-metru a dalších. A také jsme se seznámily s tvorbou trvalých preparátů a pěstováním mikroorganismů na živné půdě agar.

V práci nebyl opomenut ani aspekt ekologický.

Obsah

Úvod	
1. Cíle práce	9
2. Voda a lidstvo	10
2.1 Struktura a chemické vlastnosti vody	10
2.2 Pitná voda	11
2.3 Spotřeba vody	12
3. Studánky	13
3.1 Co je studánka?	13
3.2 Historie studánek	13
3.3 Národní registr studánek a pramenů v ČR	14
3.4 Stav studánek v roce 2011	16
4. Lokality sledovaných studánek	17
4.1 Běžinka	18
4.2 Libina	20
4.3 Úsov – Stavenice	22
4.4 Vilémov (Fuňkova studánka)	24
4.5 Rohle	26
5. Fyzikálně – chemické vlastnosti vody	28
5.1 Kyselost	28
5.2 Vodivost	29
5.3 Tvrdost	30
5.4 Vápník	31
5.5 Hořčík	31
5.6 Dusičnany	32
5.7 Chloridy	32
6. Mikroorganismy studánek	33
6.1 Sinice	33
6.2 Řasy	33
7. Empirická část	36
7.1 Fyzikálně – chemické analýzy stud. vod	36
7.1.1 Stanovení kyselosti	36
7.1.2 Stanovení vodivosti	38
7.1.3 Stanovení celkové tvrdosti	39

7.1.4 Stanovení vápenatých iontů	41
7.1.5 Stanovení hořečnatých iontů	43
7.1.6 Stanovení chloridů	44
7.1.7 Stanovení dusičnanů	45
7.1.8 Shrnutí výsledků analýz	48
7.2 Biologické vlastnosti studánek	48
7.2.1 Příprava trvalých preparátů	48
7.2.2 Kultivace agaru	49
7.2.3 Mikroskopický rozbor	49
7.2.3.1 Stavenice	49
7.2.3.2 Běžinka	51
7.2.3.3 Libina	53
7.2.3.4 Vilémov	55
7.2.3.5 Rohle	57
8 Závěr	59
9 Informační zdroje	60
10 Přílohy	65

ÚVOD

O vodě jako o kapalině slyšíme denně. Už děti na základní škole se setkávají s jejími nezaměnitelnými vlastnostmi a nepostradatelnými účinky. Voda nás nepřestala překvapovat a stala se nedílnou součástí lidské civilizace. Lidé si začali uvědomovat její nepřehlédnutelný význam a přítomnost vody se stala jednou z hlavních podmínek k trvalému osídlení. Všichni obyvatelé naší planety vědí, že voda je základní podmínkou nejen pro život člověka, ale i existenci všech ostatních živých forem na Zemi.

Přemýšleli jste někdy nad tím, jestli voda, kterou konzumujete je vždy pitná? A co voda ze studánky? Zjistíte na světě žijí lidé, kteří by právě studánkovou vodu upřednostnili před vodou balenou či před vodou z kohoutku. Důvodů může být hned několik. Voda ze studánky je zcela přírodní, není nijak chemicky upravená. Ale je taková voda prospěšná pro naše zdraví a neublíží lidskému organismu? Z vlastního zájmu jsme si proto jako téma práce zvolily fyzikálně – chemickou analýzu a biologický rozbor studánkových vod z pěti studánek nacházejících se na území Uničovska. Zajímalo nás, které chemické látky a jaké mikroorganismy tyto zdroje vody obsahují.

1 Cíle práce

Hlavním cílem této práce bylo provést analýzy některých fyzikálně – chemických ukazatelů vody ve vybraných studánkách na Uničovsku a porovnat je s parametry pro pitnou vodu. Dalším cílem bylo zjistit, jaké mikroorganismy se vyskytují v daných vodách. V rámci osvětové části byly vytvořeny informační tabule pro širokou veřejnost, které budou rozmístěny v blízkosti příslušných lokalit. Práce seznámí čtenáře s vybranými metodami analytických a biologických měření a poukáže na to, jaký je význam vody ve sledovaných biotopech pro život různých druhů mikroorganismů.

Věříme, že tato práce přinese i hlubší informace o zdrojích vody v přírodě a napomůže respektovat tato naleziště a inspirovat jejich uživatele k nutné ochraně. Studánky dnes nejsou pouze atraktivní místa určená k relaxaci. Jejich nezbytným významem je také to, že slouží jako přirozená napajedla pro zvěř. Je důležité o tyto napajedla pečovat, neboť jde o zdroje vody, které do přírody odjakživa patřily.

2 Voda a lidstvo

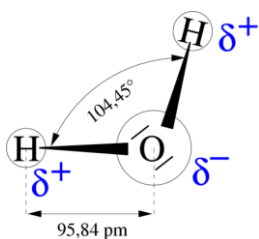
2.1 Struktura a chemické vlastnosti vody

Voda je chemická sloučenina vodíku a dvou kyslíků. Je příkladem sloučeniny nekovu s vodíkem, vyskytující se za normálních podmínek v kapalně formě. Kromě skupenství kapalného může voda tvořit skupenství pevné a plynné. Vodu z hlediska existence různého počtu neutronů v atomu vodíku rozdělujeme na lehkou (oba vodíky jsou protia), polotěžkou (jeden vodík je protium a jeden deuterium), těžkou vodu (oba vodíky jsou deuteria), tritiovou vodu (oba vodíky jsou tritia).¹

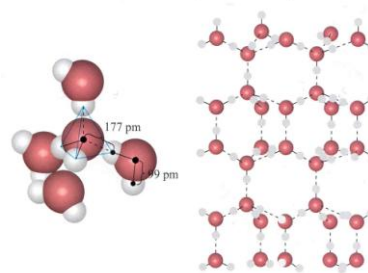
V molekule vody jsou lomené vazby mezi atomy kyslíků a vodíku a svírají úhel $104,45^\circ$ (Obr. č. 1). Kovalentní vazby O-H jsou silně polární. Ve vodě jsou jednotlivé molekuly udržovány vodíkovými vazbami, izolované molekuly lze nalézt ve vodní páře. Svým anomálním vlastnostem voda vděčí vazbám mezi jednotlivými molekulami vody.²

Jednotlivé molekuly vody se účastní čtyř vazeb se čtyřmi odlišnými molekulami a vytváří tak hexagonální (šesterečnou) soustavu (Obr. č. 2). Proto i základní tvar sněhových vloček je šestiúhelník.³

Síly, které působí mezi molekulami vody, jsou příčinou vzniku povrchového napětí. Voda se využívá jako nejběžnější polární rozpouštědlo. Má na rozdíl od sousedních hydridů vysokou teplotu varu a tání (téměř 100°C za normálního tlaku).⁴



Obr. č. 1: tvar molekuly vody⁵



Obr. č. 2: hexagonální soustava vody⁶

¹ Čermák I.: EKO DOTACE, magazín Operačního programu Životního prostředí, srpen 2010 (vydal Státní fond životního prostředí), str. 6,7

² Vacík, J. a kol. Přehled středoškolské chemie. Praha: SPN, 1990. ISBN 80-7235-108-7

³ Vacík, J. a kol. Chemie obecná a anorganická. Praha: SPN, 1995. ISBN nemá

⁴ Wikipedia.org [online]. 2008 [cit. 2012-17-11]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>

⁵ Watermolecule.png

⁶ Osel.cz [online]. 2007 [cit. 2012-17-11]. Dostupné z: http://www.osel.cz/_popisky/129_/1294209183.jpg

2.2 Pitná voda

„Pitná voda je zdravotně nezávadná voda, která ani při trvalém požívání nevyvolá onemocnění nebo poruchy zdraví přítomností mikroorganismů nebo látek ovlivňujících akutním, chronickým či pozdním působením zdraví fyzických osob a jejich potomstva, jejíž smyslově postižitelné vlastnosti a jakost nebrání jejímu požívání a užívání pro hygienické potřeby fyzických osob.“ (Podle definice pitné vody, která je obdobně zakotvena i v zákoně 258/2000 Sb. a vyhlášce MZe ČR 252/2004 Sb., které se pitné vody bezprostředně týkají.)⁷

Pitnou vodu v zásadě rozdělujeme do dvou skupin. Jedná se o vodu z kohoutku (ať už z veřejného vodovodu či ze studny) a vodu balenou. Podle původu, kvality a obsahu rozpuštěných látek rozdělujeme balenou vodu na přírodní minerální, pramenitou, pitnou a kojeneckou. Přírodní minerální voda je získávána z podzemního zdroje s charakteristickým obsahem rozpuštěných látek. Podle stupně mineralizace ji dále členíme na velmi slabě mineralizované (obsah rozpuštěných látek do 50 mg/l), slabě mineralizované (obsah rozpuštěných látek 50–500 mg/l), středně mineralizované (500–1500 mg/l), silně mineralizované (1500–5000 mg/l) a velmi silně mineralizované (více než 5000 mg/l). Ke každodennímu pití se hodí slabě mineralizované vody. Typy s vyšší mineralizací by se měli střídát. Pramenitá voda pochází taktéž z podzemního zdroje. Rozdíl mezi přírodní minerální a pramenitou vodou je ve sledování kvality. Pramenitá voda může být navíc obohacována některými látkami (oxid uhličitý, ozon apod.). Balená pitná voda má vlastnosti totožné s vodou z veřejného vodovodu. Bývá upravována a doplňována o různé minerální látky. Pro kojeneckou vodu platí přísnější kritéria. Jedná se o čistě přírodní podzemní vodu bez chemických úprav. Například je stanovena maximální koncentrace dusičnanů na 10 mg/l nebo koncentrace sodíku na 20 mg/l. *„Jedná se jedinou balenou vodou, u které je zaručeno původní, přírodní složení,“* jak vysvětluje František Kožíšek ze Státního zdravotního ústavu.⁸

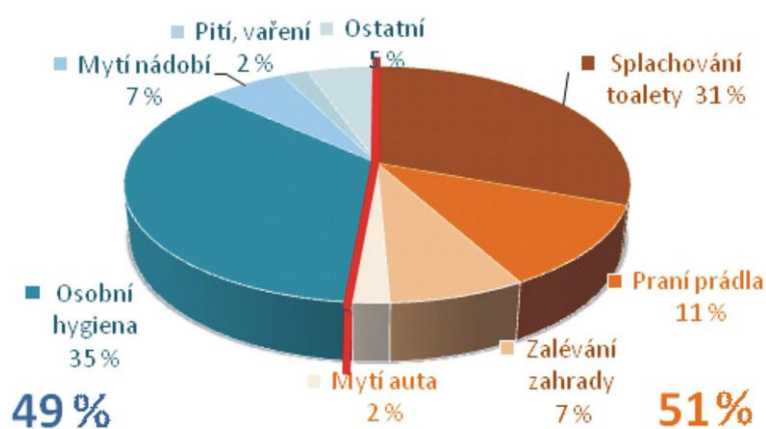
⁷ Wikipedia.org [online]. 2009 [cit. 2012-17-11]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pitná_voda

⁸ Ona.idnes.cz [online]. 2010 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: http://ona.idnes.cz/mineralni-kojenecka-pramenita-jakou-vodu-pit-fn4-/zdravi.aspx?c=A100730_122013_zdravi_pet

2.3 Spotřeba vody

„Bez vody a energie bychom se nemohli vykoupat, spláchnout záchod, vyprat prádlo i umýt nádobí. Stále více připomínáme onoho Širokého, co byl schopen vypít na posezení celý rybník. V polovině 18. století člověk v průměru denně spotřeboval kolem 20 litrů vody, o sto let později asi 80 litrů a nyní něco přes 100 litrů. Ta čísla se vztahují k bezprostřední spotřebě.

Průměrný člověk denně spotřebuje přes 100 litrů pitné vody, avšak z toho jen 2 litry vypije (graf č. 1). Mnoho pitné vody spláchneme do záchodu. Před rokem 1989 se u nás čistilo jen 70 % odpadních vod. Za dvacet let se podařilo posílit vodohospodářskou infrastrukturu natolik, že nyní je to již 95 %. V letech 2000–2008 došlo k prodloužení kanalizační sítě o 80% a tím ke zvýšení podílu obyvatel připojených na kanalizační síť ze 75 na 81 %.”⁹



Graf č. 1 : podíly jednotlivých činností na denní spotřebě 1 člověka v ČR¹⁰

⁹ Čermák I.: EKO DOTACE, magazín Operačního program Životního prostředí, srpen 2010 (vydal Státní fond životního prostředí), str. 6,7

¹⁰ Imaterialy.cz[online].2012[cit.2013-26-3]. Dostupné z: <http://www.imaterialy.cz/Inzenyrske-site/Jak-vyuzivat-destovou-vodu-na-zahrade-i-v-domacnosti.html>

3 Studánky

3.1 Co je studánka?

Nalézt ve správnou chvíli v přírodě pramének čisté vody je mnohdy malý zázrak, tento úžasný pocit ostatně zná každý poutník, který se znaven a s žízňí trmácel krajinou. To platilo od pradávna, zkušenosti dávných lovců, zemědělců i cestovatelů si neseme v sobě, a tak ani v dnešní době nepřekvapí, že krásná studánka je ozdobou mnohého koutu naší přírody, na který mnozí vzpomínají ještě po mnoho let.

Studánka, též svatyně je stavebně upravený výtok malého pramene, který vyvěrá z podzemí. Studánky se nejčastěji budují v různých parcích a rezervacích a často bývají zasvěceny přírodě a zvířatům, ale i hudebníkům a spisovatelům.¹¹

Nad studánkami se staví různé stříšky a opevnění, aby se zamezilo přístupu nečistot a škodlivin do vody.

3.2 Historie studánek

V nejdávnějších obdobích byly tyto krajinné prvky spojeny s nejrůznějšími pohanskými zvyky (s přinášením a vhazováním darů, s obětováním bohům či s věštěním z vodní hladiny), později pak s křesťanskými náboženskými obřady, zejména se svěcením a pravidelným čištěním studánek nebo i s dalšími zvyklostmi. V barokní krajině pak studánky a prameny představovaly nejen významné orientační body, ale i místa klidu, odpočinku a modliteb.

Asi nejvýraznější a „nejšťastnější“ novodobou érou studánek bylo období první čtvrtiny 20. století, kdy v tehdejším Československu vzniklo bezpočet nových studánek. Jedním z nejvýznamnějších budovatelů byl významný český lesník Josef Opletal. V poválečném období do „sametové revoluce“ mnohé studánky upadly v zapomnění, protože zanikla jejich funkce poutního místa. Některé z pramenů zanikly v důsledku změny hydrologických poměrů (pokles hladiny podzemních vod, nová výstavba, terénní úpravy, meliorace, odlesňování).

¹¹ Wikipedia.org [online]. 2007[cit. 2012-10-12]. Dostupné z:

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Stud%C3%A1nka_\(vodn%C3%AD_d%C3%ADlo\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Stud%C3%A1nka_(vodn%C3%AD_d%C3%ADlo))

Po více než čtyřicetiletém úpadku studánek, lze v posledních letech pozorovat aktivity související s opětovnou obnovou studánek. Iniciátorem jedné z prvních novodobých akcí v této oblasti s názvem „*Zachraňme studánky*“ bylo Sdružení Mladých ochránců přírody ČSOP, SMOP a Lesy ČR.¹²

Na našem území najdeme mnoho funkčních a veřejně přístupných studánek, které jsou zařazeny do Národního registru. Existují ale i studánky, o kterých vědí dnes již jen pamětníci, a jakékoliv pátrání po jejich umístění by bylo většinou marné. Zdroje vyschly, byly zničeny a zub času přeměnil jejich okolí k nepoznání.

3.3 Národní registr studánek a pramenů v ČR

Již delší dobu jsme hledaly nějaký ucelený seznam studánek v okolí Olomoucka. Tento seznam jsme našly pod označením Národní registr studánek a pramenů v ČR. Jedná se o kompletní soupis všech studánek nacházejících se na území ČR.¹³

Cílem projektu NRSP je nejen snaha o ucelené zmapování a zdokumentování výskytu pramenů a studánek, ale i snaha o aktivizaci lidí, o posilování jejich vztahu k přírodě a k dané lokalitě. Databáze NRSP se základními údaji o studánkách a pramenech je propojena s interaktivní mapovou aplikací a fotogalerií.¹⁴

Jednou ze základních podmínek zařazení vodního zdroje do registru je veřejná dostupnost, což znamená, že zdroj lze navštívit v libovolné době, není nutné přelézat plot s rizikem pokousání od psa, není umístěn na pozemku, jehož majitel střílí všechny, kdo na něj vstoupí, či na pozemku, na kterém je zákaz vstupu.¹⁵

V moderní uspěchané době, kdy je prý na vodu nejlepší umělohmotná láhev, však význam přírodních zdrojů vody pomalu zaniká. Po staletí udržované studánky pustnou, praménky se ztrácejí v bahně, pamětníci rozsáhlých pramenišť odcházejí, prastaré mapy neplatí. Je to velká škoda, voda do krajiny patří, a to nejen pro lidi, ale i pro veškeré živočichy.¹⁶

¹² *Časopis Geografické rozhledy* (2/10-2011)

¹³ *Hafnet.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-10-11]. Dostupné z: <http://www.hafnet.cz/tag/studanky>

¹⁴ *Časopis Geografické rozhledy* (2/10-2011)

¹⁵ *M.estudanky.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-15-10]. Dostupné z: <http://m.estudanky.cz/nepristupne-studanky>

¹⁶ *Estudanky.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/uvod>

NÁRODNÍ REGISTR PRAMENŮ A STUDÁNEK

Přírozené a volně přístupné zdroje vody v přírodě pomalu zanikají - mizí nejen z krajiny, ale i z naší paměti.

Podchycením jejich současného stavu se snažíme zmapovat prameny a studánky v České republice, aby i po letech lidé věděli, že nejen naši předci, ale i my jsme si čisté vody dokázali vážit.

Pomozte nám pro budoucí generace zachránit alespoň jejich současnou podobu!

Pátrejte s námi po mizejících volně přístupných zdrojích vody v přírodě.

Pokud vám není lhostejná voda v přírodě a chcete se podílet na její ochraně, máte příležitost!

www.estudanky.cz, info@estudanky.cz



Sdružení Mladých ochránců přírody
poštovní přihrádka 447, 111 21 - Praha 1
www.smop.cz, CDM@smop.cz



Aktivitu podporuje Ministerstvo životního prostředí.

Obr č. 3: certifikát Národního registru pramenů a studánek schválený Ministerstvem životního prostředí¹⁷

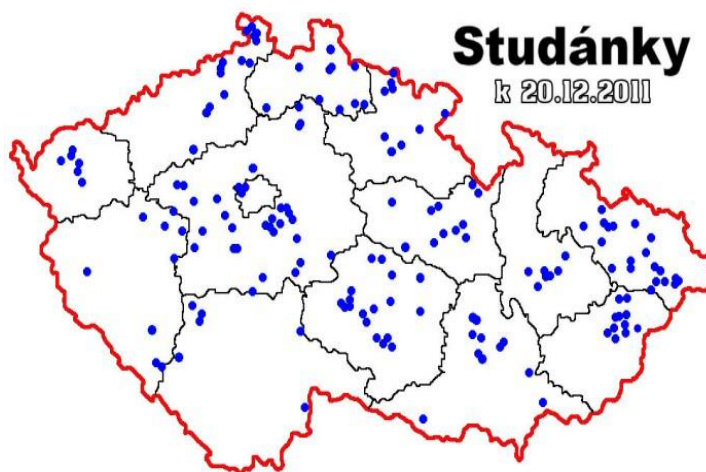
¹⁷ *Estudanky.cz [online]. 2010 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz>*

3.4 Stav studánek v roce 2011

K 31. 12. 2011 bylo v rámci programu podchyceno (na základě vyplněné mapovací karty) celkem 212 studánek (některé studánky za těch několik let i zanikly - vyschly, byly zničeny, majitel je oplotil). O studánky se stará 3.584 dětí + 1.045 dospělých. Počet pečovatelů o studánky je však poněkud nepřesné číslo, protože se velmi mění počty dětí v kolektivech. Do programu se kromě dětských kolektivů z různých občanských sdružení a škol zapojují jednotlivci nebo celé rodiny prakticky z území celé ČR.

Každý kraj naší republiky je jiný a tedy má i různé podmínky k přirozenému vývěru vody. Kromě toho však počet udržovaných studánek také záleží na lidech ochotných se jich ujmout. Při péči o studánky jsou významní i majitelé pozemků. Nyní je 71 studánek na pozemcích měst + obcí a Lesů ČR.

O nejvíce studánek se starají kolektivy Mladých ochránců přírody (77 kolektivů), o mnoho dalších (42 studánek) se starají dětské kolektivy (školní třídy nebo jiné občanské sdružení), další mají pod patronátem rodiny (30 studánek), základní organizace ČSOP (23 studánek), jiné spolky (23 studánek) nebo jednotlivci (17 studánek). Je vidět, že "studánky" jsou opravdu záležitostí nás všech.¹⁸



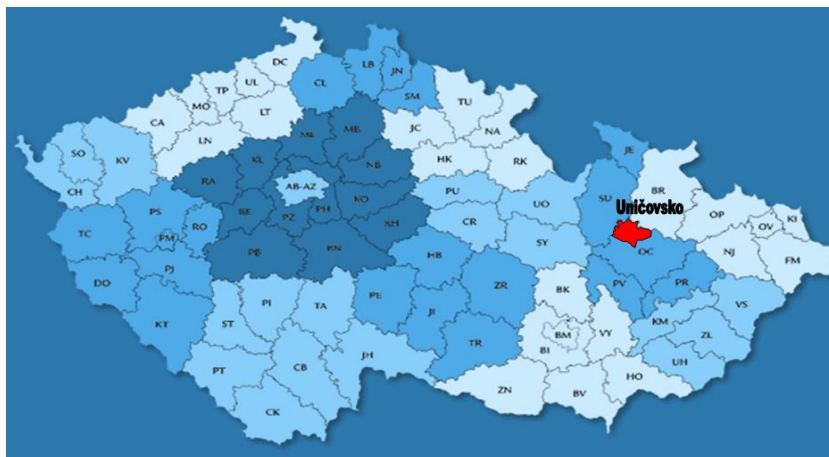
Mapa č. 1: studánky v ČR¹⁹

¹⁸ Smop.cz [online].2012 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.smop.cz/studny/>

¹⁹ Estudanky.cz [online].2010 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz>

4 Lokality sledovaných studánek

Vzorky jednotlivých vod byly pořízeny z mikroregionu Uničovska a sousedící vesnice Libiny. Uničovsko se nachází na severu okresu Olomouc. Zahrnuje 13 členských obcí s přirozeným centrem- Uničovem (mapa č.2; obr.č.15).



Mapa č. 2: umístění studánek²⁰



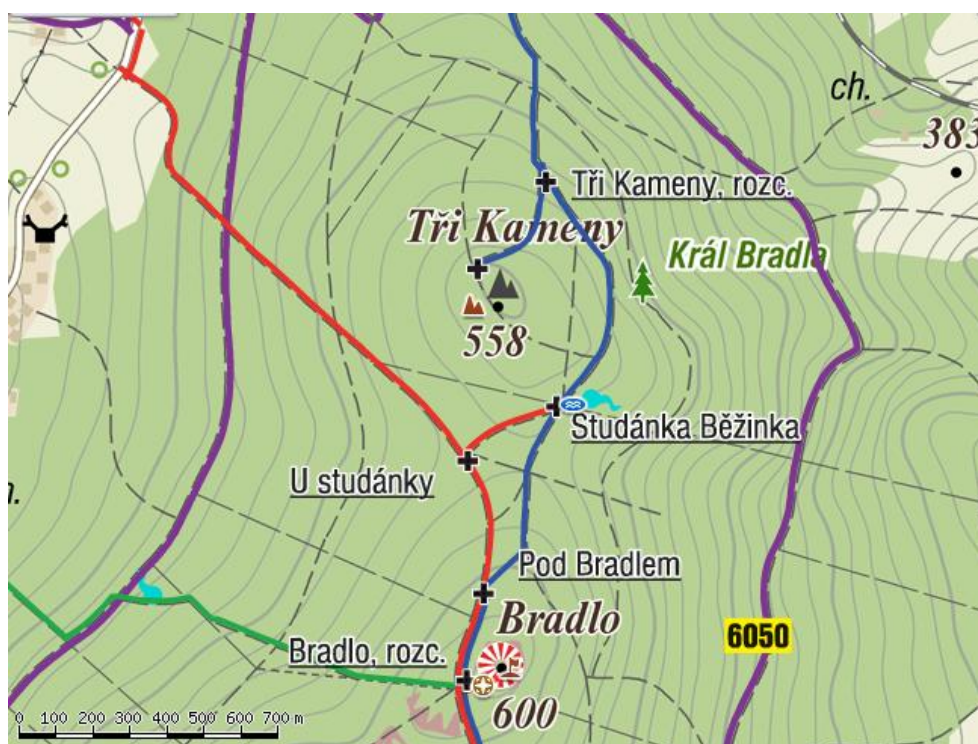
Mapa č. 3: odběry vzorků vody – sledované studánky²¹

²⁰ [Unicovsko.cz\[online\].Rok\[cit.2012-5-12\]. Dostupné z: www.unicovsko.cz/mikroregion/maparegionu.php](http://Unicovsko.cz[online].Rok[cit.2012-5-12]. Dostupné z: www.unicovsko.cz/mikroregion/maparegionu.php)

²¹ Mapa: autorky

4.1 Běžinka

- Katastrální území: Nová Hradečná
- Obec: Nová Hradečná
- Kraj: Olomoucký
- Region: Jeseníky
- Nadmořská výška: 530 m n. m.
- Poloha: WGS-84: N 49°51'36.83" E 17°03'25.36"
S42: X = 5527471, Y = 648028, pás = 3
UTM: X = 5525120, Y = 647844, pás = 33



Mapa č.4: mapa lokality Běžinka²²

²² Estudanky.cz [online]. 2010 [cit. 2012-12-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/3971-studanka-bezinka>



Obr. č.4: *letecký snímek lokality Běžinka*²³



Obr č. 5: *fotografie studánky Běžinka*²⁴

²³ Mapy.cz [online]. 2009 [cit. 2012-6-11]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/#c=hc&t=s&d=coord_17.0570449829102%2C49.8602294921875_1&x=17.059495&y=49.859935&z=15&l=15

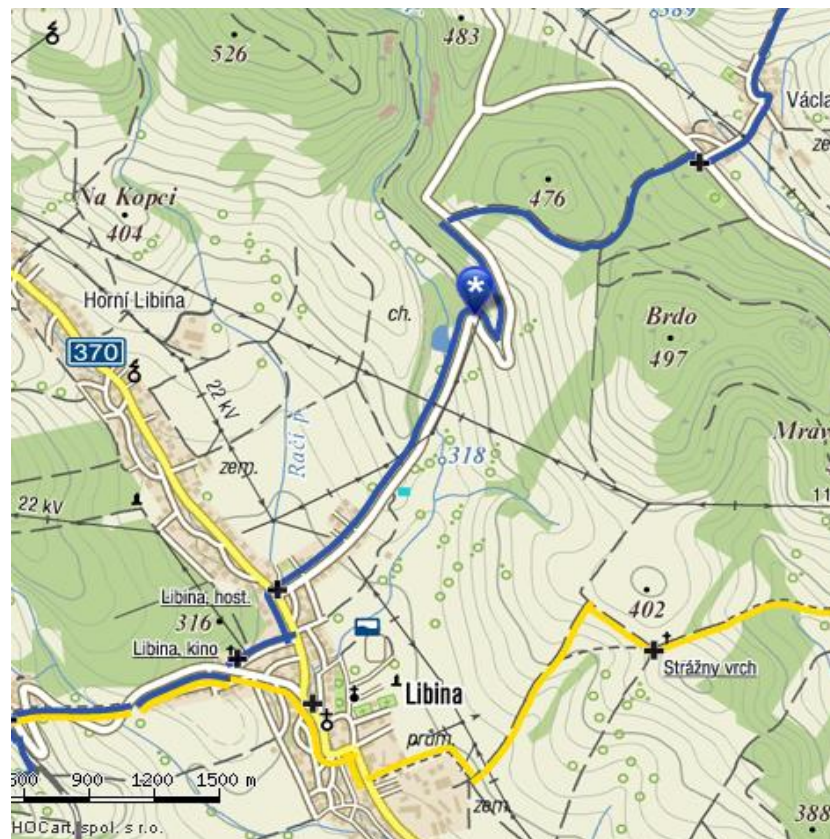
²⁴ Estudanky.cz [online]. 2010 [cit.2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/3971-studankabezinka> Mapy.cz [online]. Rok [cit. 2012-6-11]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/#c=hc&t=s&d=coord_17.0570449829102%2C49.8602294921875_1&x=17.059495&y=49.859935&z=15&l=15

4.2 Libina

- Katastrální území: Horní Libina
- Obec: Libina, okres Šumperk
- Kraj: Olomoucký
- Region: Jeseníky
- Nadmořská výška: 330 m n. m.
- Poloha: WGS-84: N 49°53'43.44" E 17°05'35.52"

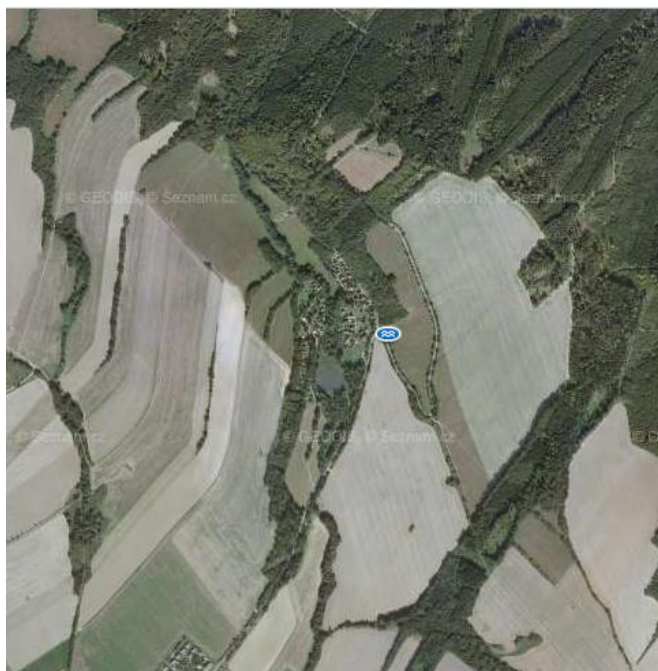
S42: X = 5531454, Y = 650518, pás = 3

UTM: X = 5529102, Y = 650333, pás = 33



Mapa č.5: mapa lokality Libina²⁵

²⁵ Estudanky.cz [online]. 2010 [cit.2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/663-studanka-nad-libinou>



Obr. č. 6: letecký snímek lokality Libina²⁶



Obr. č 7: fotografie studánky Libina²⁷

²⁶ Mapy.cz [online]. 2009 [cit.2012-3-12]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/%23c=h-c&t=s&d=coord_17.0932006835938%2C49.8954010009766_1&x=17.097730&y=49.894241&z=14&l=15

²⁷ Estudanky.cz [online]. 2010 [cit.2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/663-studanka-nad-libinou>

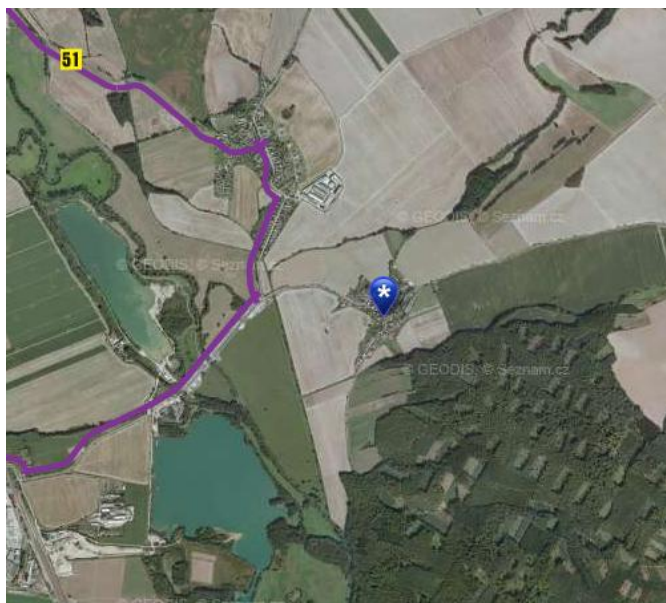
4.3 Úsov – Stavenice

- Region: Šumperk
- Kraj: Olomoucký
- Katastrální území: Stavenice
- Obec: Stavenice (Úsov)
- Nadmořská výška: 280 m n. m.
- Poloha: GPS souřadnice nebyly nalezeny



Mapa č. 6: mapa lokality Stavenice²⁸

²⁸ *Mapy.cz [online]. 2009 [cit.2012-3-12]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/#c=h-c&t=s&x=16.991004&y=49.784997&z=13&q=stavenice&qp=12.224736_50.250893_12.259989_50.271232_13&d=muni_2192_1*



Obr. č. 8: letecký snímek lokality Stavenice²⁹



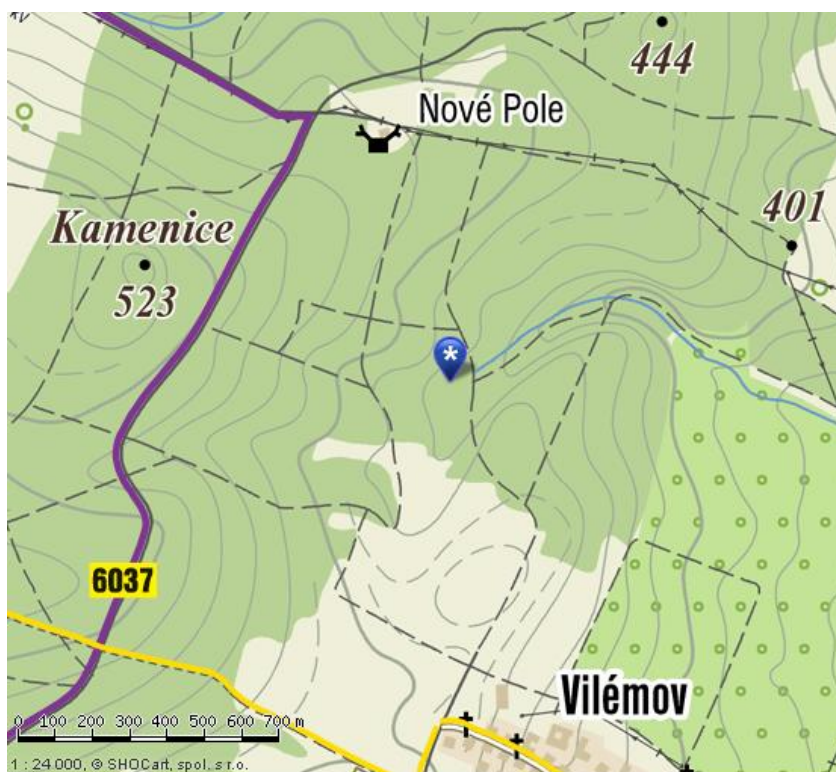
Obr. č. 9: fotografie studánky Stavenice³⁰

²⁹ *Mapy.cz* [online]. 2009 [cit.2012-3-12]. Dostupné z: www.mapy.cz/#c=h-c&t=s&x=16.991004&y=49.784997&z=13&q=stavenice&qp=12.224736_50.250893_12.259989_50.271232_13&d=muni_2192_1

³⁰ *Turistika.cz* [online]. 2010 [cit. 2013-1-2]. Dostupné z: <http://www.turistika.cz/mista/stavenice-studanka-v-doubrave>

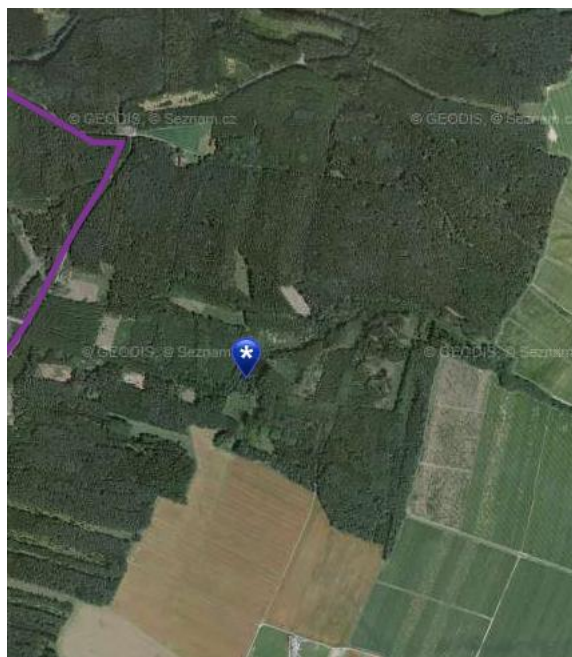
4.4 Vilémov (Fuňkova studánka)

- Katastrální území: Vilémov u Litovle
- Region: Drahanská vrchovina, Litovelské Pomoraví
- Kraj: Olomoucký
- Obec: Vilémov
- Nadmořská výška: 421 m n. m.
- Poloha zdroje: WGS-84: N 49°38'49.35" E 16°59'14.31"
S42: X = 5503626, Y = 643642, pás = 3
UTM: X = 5501285, Y = 643460, pás = 33



Mapa č. 7: mapa lokality Vilémov³¹

³¹ Mapy.cz [online]. 2010[cit.2012-3-12]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/#l=2&c=h-c&t=s&d=coord_16.987308333333%2C49.647041666667_1&x=16.999833&y=49.647035&z=13



Obr. č. 10: *letecký snímek lokality Vilémov*³²



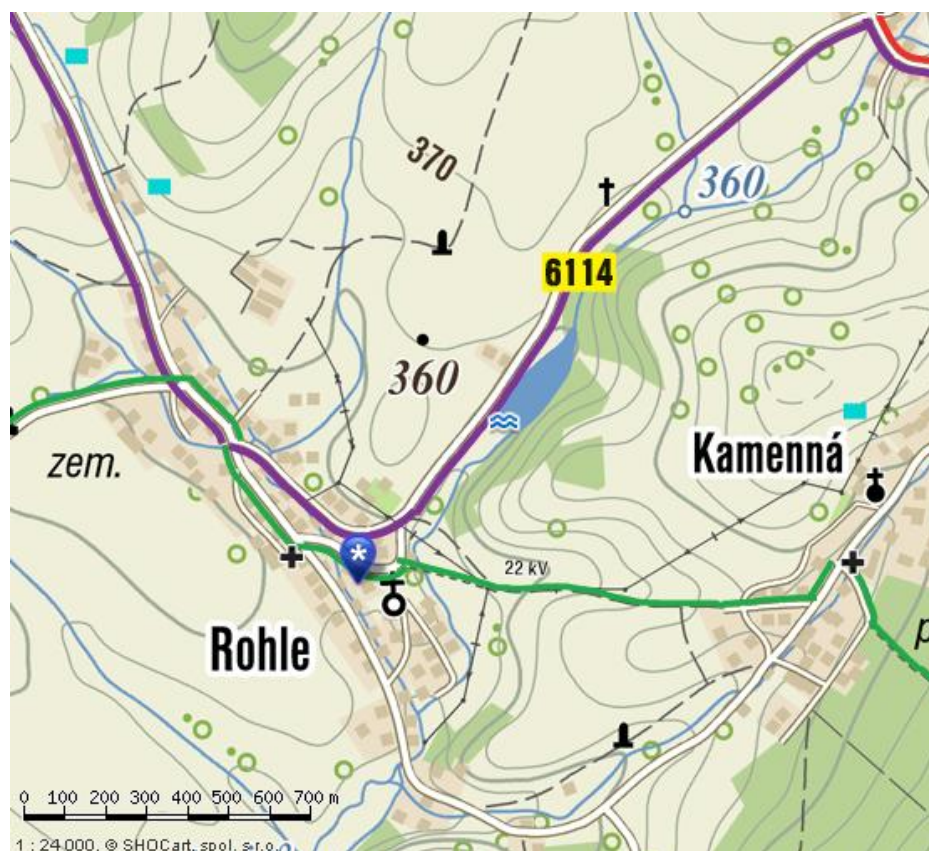
Obr. č. 11: *fotografie studánky Vilémov*³³

³² *Mapy.cz [online].2009 [cit.2012-3-12]. Dostupné z: www.mapy.cz/#l=2&c=h-c&t=s&d=coord_16.987308333333%2C49.647041666667_1&x=16.999833&y=49.647035&z=13*
. č.6

³³ *Estudanky.cz [online]. 2010[cit.2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/4919-funkova-studanka>*

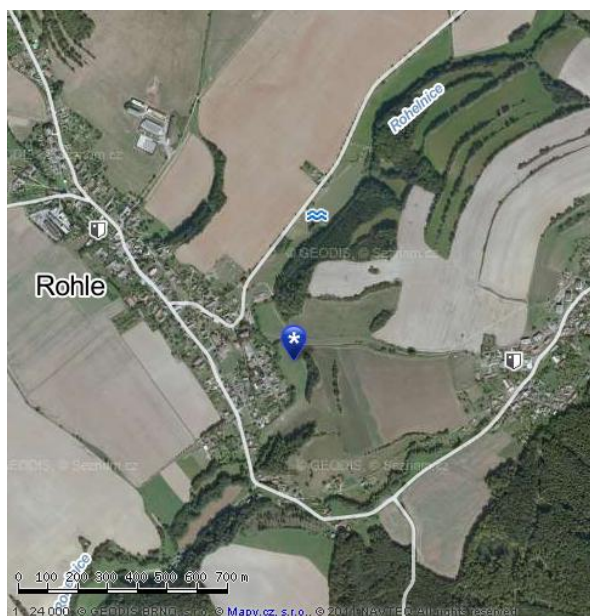
4.5 Rohle

- Katastrální území: Rohle
- Region: Hranice mezi Olomouckým a Šumperským okresem
- Kraj: Olomoucký
- Obec: Rohle
- Nadmořská výška: 305 m n. m.
- Poloha zdroje: GPS souřadnice nebyly nalezeny



Mapa č. 8: mapa lokality Rohle³⁴

³⁴ *Mapy.cz [online].2009 [cit.2012-3-12]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/#l=2&c=h-c&t=s&x=17.032241&y=49.863367&z=13&d=muni_436_1*



Obr. č. 12: *letecký snímek lokality Rohle*³⁵



Obr. č. 13: *fotografie studánky*

³⁵ Mapy.cz [online]. 2009 [cit.2012-3-12]. Dostupné z:

http://www.mapy.cz/#l=15&c=c&t=s&x=17.031118&y=49.861804&z=13&d=base_1833073_1

5 Fyzikálně - chemické vlastnosti vody

5.1 Kyselost

Jedná se o záporný dekadický logaritmus koncentrace hydroxoniových kationtů $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$. Hodnota pH rozhoduje o tom, zda je roztok zásaditý nebo kyselé (tab. č. 2). Běžné hodnoty pH vody nemají na zdraví vliv. Problém může ovšem nastat u vod s pH nižším než 6,5. Vody s touto hodnotou pH jsou agresivnější vůči rozvodným systémům a musí se kontrolovat koncentrace nebezpečných kovů u těchto vod. Voda, která nevyhovuje limitům je zároveň poznamenána chutí. U vod s vyšším pH byla prokázána nižší účinnost dezinfekce.^{36 37}

Látka	pH
Žaludeční šťávy	2,0
Coca-cola	2,5
Ocet	2,9
Pivo, Černá voda	4,5
Káva	5,0
Čaj	5,5
Sliny onkologických pacientů	4,5–5,7
Mléko	6,5
Čistá voda	7,0
Sliny zdravého člověka	6,5–7,4
Krev	7,4

Tab. č. 1: hodnoty pH některých kapalin³⁸

³⁶ Vacík, J. a kol. *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1990. ISBN 80-7235-108-7

³⁷ Gärtner, Hoffman a kol. *Kompendium chemie*. Praha: Universum, 2007. ISBN 978-80-242-2012-3

³⁸ Wikipedia.cz [online]. 2011 [cit. 2012-1-2]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselost>

5.2 Vodivost

Vodivost, tedy spíše konduktometrie, je využívána k změření elektrické vodivosti roztoku (migrace iontů). V mnoha případech se používá i ke zjišťování bodů ekvivalence při titracích. Při měření používáme elektrický proud (dokument elgeoch5.doc)³⁹

Rozdílem proti ostatním elektroanalytickým metodám je, že konduktometrie není založena na redoxní reakci. Základní veličinou je vodivost G . Vodivost je nejen závislá na druhu iontů a jejich nábojů, ale také na koncentraci elektrolytů v roztoku.⁴⁰

Roztok	Měrná vodivost S/cm
superčistá voda	$5 \cdot 10^{-8} - 10^{-7}$
destilovaná voda (v kontaktu se vzduchem)	10^{-6}
přírodní vody	$3 \cdot 10^{-5} - 10^{-3}$
0,1M KCl	0,0129
2% NaOH (0,5 mol/l)	0,1
20% HCl (6 mol/l)	1

Tab. č.2: příklady měrných vodivostí některých roztoků⁴¹

³⁹ Natur.cuni.cz[online].2001 [cit.2012-5-10]. Dostupné z: web.natur.cuni.cz/~opekar/elgeoch/elgeoch5.doc

⁴⁰ Wikipedia.org [online]. 2010[cit. 2012-5-10]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Konduktometrie>

⁴¹ Natur.cuni.cz[online].2001 [cit.2012-5-10]. Dostupné z: web.natur.cuni.cz/~opekar/elgeoch/elgeoch5.doc

5.3 Tvrdost

Tvrdost vody může být přechodná nebo trvalá. Způsobují ji vápenaté a hořečnaté soli, které voda získala z geologického podloží. Přechodná tvrdost je způsobena hydrogenuhličitany, oproti tomu trvalá tvrdost je způsobena zejména sírany (tab. č. 4).⁴²

K pití se doporučuje voda středně tvrdá, což ovšem u vodních spotřebičů neplatí. Tvrdost vody způsobuje povlak na hladině kávy či čaje, zanechává bělavé stopy na nádobí a s tvrdostí se prodlužuje doba vaření masa nebo zeleniny. Mýdlo v měkké vodě více pění a pitná voda má „mýdlovou příchut’.“^{43 44}(mapa č. 7).

<i>Voda</i>	<i>mmol/l</i>	<i>°DN</i>	<i>°F</i>
<i>velmi měkká</i>	< 0,7	< 3,9	< 7
<i>měkká</i>	0,7 – 1,25	3,9 - 7	7 - 12,5
<i>mírně tvrdá</i>	1,26 – 2,5	7,01 - 14	12,6 - 25
<i>tvrdá</i>	2,51 – 3,75	14,1 - 21	25,1 – 37,5
<i>velmi tvrdá</i>	> 3,75	> 21	> 37,5

Tab. č. 3: rozdělení vody podle tvrdosti⁴⁵



Mapa č. 9: tvrdost pitné vody v ČR⁴⁶

⁴² Vacík, J. a kol. *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1990. ISBN 80-7235-108-7

⁴³ Čermák, J. a kol. *Velká všeobecná encyklopedie*. Praha: Euromedia Group, 2010. ISBN 978-80-86938-94-3

⁴⁴ Aquaclear.cz[online].2009[cit. 2012-3-11]. Dostupné z:<http://www.aquaclear.cz/jak-poznate-ze-mate-doma-tvrdou-vodu-.html>

⁴⁵ Vtas.cz[online].2011[cit.2013-27-3].Dostupné z:http://www.vtas.cz/wp-content/uploads/2011/10/Tvrdost_vody.pdf

⁴⁶ Watermax.cz[online].2012[cit.2013-27-3].Dostupné z:<http://www.watermax.cz/aktuality.html>

5.4 Vápník

Chemický prvek II. A skupiny periodické soustavy prvků. Protonové číslo 20, relativní atomová hmotnost 40,078 a hustota 1500 kg/m³. Barví plamen cihlově červeně.⁴⁷

„Vápník je stavebním kamenem kostí a zubů, zajišťuje správný rytmus srdce, fungování cév a svalů. Má význam v prevenci osteoporózy, řídnutí kostí, které vede k jejich zvýšené lámavosti a týká se zejména žen po menopauze. Doporučenou denní dávkou je 1000 mg. Vápník nejčastěji získáme z mléka a mléčných výrobků, nejvíce jej obsahují tvrdé sýry. Z některých zdrojů je ale hůře vstřebatelný (listová zelenina, špenát, rebarbora, chléb). Pro jeho správné ukládání je nutný správný poměr mezi ním a fosforem, z tohoto důvodu nejsou pro děti vhodné tavené sýry a nápoje kolového typu, které obsahují nadbytek fosforu. Nedostatek vápníku ve stravě spolu s nedostatkem pohybu může vést k osteoporóze, u dětí pak k nedostatečné tvorbě kostí a zubů a ke zlomeninám. Během těhotenství přechází velká část vápníku z matky na plod, proto je nutné jej doplňovat, jinak dochází k poškození chrupu matky.“⁴⁸

5.5 Hořčík

Chemický prvek II. A skupiny periodické soustavy prvků. Protonové číslo 12, relativní atomová hmotnost 24,305 a hustota 1740 kg/m³. Stříbřitě bílý lesklý kov.⁴⁹

„Často se během gravidity předepisuje preventivně. Doporučená denní dávka je 300 – 400 mg. Hořčík získáváme z minerálních vod (Magnesia), zeleniny, ovoce a celozrnného pečiva. Pokud člověk konzumuje dostatečně pestrá jídla, nemusí se obávat jeho nedostatku. Ten se projevuje především křečemi v končetinách, nervozitou, poruchami vidění a zvýšením krevního tlaku. Při nadbytku hořčíku se dochází ke zmatenosti, srdeční arytmii a zhoršení ledvinových funkcí.“⁵⁰

⁴⁷ Mikuláček, J. a kol. Tabulky & vzorce pro střední školy. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-264-3

⁴⁸ Vitalia.cz[online].2009[cit. 2012-3-10]. Dostupné z:<http://www.vitalia.cz/katalog/vitaminy-mineraly>

⁴⁹ Mikuláček, J. a kol. Tabulky & vzorce pro střední školy. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-264-3

⁵⁰ Vitalia.cz[online].2009[cit. 2012-3-10]. Dostupné z:<http://www.vitalia.cz/katalog/vitaminy-mineraly>

5.6 Dusičnany

*„Dusičnany jsou soli kyseliny dusičné. Jsou snadno rozpustné ve vodě. Důležité součásti hnojiv. Po přehnojení jsou však vymývány z polí a mohou se dostat do zdrojů pitné vody, kde se mohou nahromadit v nebezpečném množství pro lidské zdraví (více než 50mg/l pro kojence dokonce 15mg/l).“*⁵¹

*„Zdravotní nebezpečí dusičnanů vyplývá z redukce dusičnanů na dusitany v organismu lidí a teplokrevných zvířat. Dusitany mohou v žaludku reagovat se sloučeninami, které patří mezi nejsilnější známé karcinogeny. Statisticky byla prokázána závislost vyšších koncentrací dusičnanů v pitné vodě na výskytu rakovin jater, žaludku, močového měchýře a opět tlustého střeva a konečníku. Česká republika je od roku 1989 držitelem neblahého světového prvenství ve výskytu tohoto onemocnění: 7600 nemocných a více než 5300 mrtvých v České republice každý rok.“*⁵²

5.7 Chloridy

Chloridy jsou soli kyseliny chlorovodíkové. Většinou dobře rozpustné ve vodě. Čisté chloridy jsou bezbarvé až bílé krystalické látky. Některé chloridy nám jsou prospěšné jako NaCl (sůl kamenná) a protikladem může být chlorid kademnatý, který je vysoce toxický díky kadmiu. Toxické vlastnosti tedy závisí na kationu. Lidský organismus dokáže snášet u různých látek různou koncentraci. Třeba díky vysoké salinitě (NaCl) se může stát, že člověk se pitím této vody dehydratuje a ničí ledviny. 100 mg/l je mezní hodnota pro volné chloridy (vyhl. č. 252/2004 Sb.), což je i limit pro povrchové vody, kde se předpokládá jejich využití jako zdroj pitné vody (nařízení 61/2003 Sb.)

⁵¹ Čermák, J. a kol. Velká všeobecná encyklopedie. Praha: Euromedia Group, 2010. ISBN 978-80-86938-94-3

⁵² Vodavpohode.cz[online].2010 [cit. 2012-5 -12]. Dostupné z:
http://vodavpohode.cz/eshop.html?page=shop.browse&category_id=2

6 Mikroorganismy studánek

Ve studánkových vodách i v jejich blízkém okolí se mohou vyskytovat mikroorganismy patřící do skupiny sinic a řas. V naší práci uvádíme přehled konkrétních mikroorganismů nalezených v námi zkoumaných studánkách.

6.1 Sinice

Chroococcus

Je zástupcem jednobuněčných sinic, žijících jednotlivě nebo v koloniích obklopených slizem. Vyskytuje se v rašelinných tůňkách, na smáčených skalách, v půdě, v miskách pod květináči.⁵³

Phormidium

Tyto sinice hojně rostou v hustých chomáčích na nejrůznějším podkladu v tekoucích i stojatých vodách. Velmi hojný je např. *P. autumnale*, které se vyskytuje prakticky na všech splavech našich řek.⁵⁴

6.2 Řasy

Chlamydomonas

Pláštěnka neboli koulenka je poměrně velkým rodem zelených řas z řádu Volvocales. Pláštěnky se vyskytují ve vodě, v půdě a za extrémních podmínek je najdeme i ve sněhu.⁵⁵

Coccomyxa

Je řasa z čeledi Chlorococcaceae, která se jako fotobiont podílí na stavbě některých lišejníků. Existuje mnoho druhů.⁵⁶

⁵³ *Mojebiologie.wordpress.com* [online]. 2009 [cit. 2012-17-12]. Dostupné z: <http://mojebiologie.wordpress.com/rasy-a-sinice/>

⁵⁴ *Sinicearasy.cz* [online]. 2003 [cit. 2012-17-12]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/134/Oscillatoriales>

⁵⁵ *Wikipedia.org* [online]. 2007 [cit. 2012-5-10]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/chlamydomonas>

⁵⁶ *Wikipedia.org* [online]. 2007 [cit. 2012-5-10]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/coccomyxa>

Klebsormidium

Je to vláknitá řasa rodu, která patří mezi kosmopolitně rozšířené druhy. Její zástupci jsou jednou z hlavních složek městských biotopů. Klebsormidium obývá různá prostředí, např. půdu, beton, kámen nebo sladkou vodu.⁵⁷

Chlorella

Většinou jsou to půdní druhy, občas sladkovodní. Hojně rozšířená řasa, může se nacházet i u endosymbiontů hub, prvoků a bezobratlých. Její kulovité buňky dosahují velikosti 1 – 10 µm. Patří mezi řasy vhodné ke kultivaci. Vzhledem k dobrým reprodukčním schopnostem je často pěstována na biomasu. Jako producent kyslíku a lehce stravitelné biomasy je použitelná i při dlouhodobých letech do kosmu. Používá se k výrobě vitamínových přípravků a některých léčiv, zejména ve veterinární praxi.⁵⁸

Stichococcus

Drobné tyčinky, které se mohou spojovat do krátkých rozpadavých filament. Půdní i sladkovodní řasa, která se často vyskytuje jako fykobiont lišejníků. Dříve byl řazen mezi Charophyta, ale molekulární analýzy prokázaly jeho příslušnost k Trebouxiophyceae.⁵⁹

Tribonema

Tvoří brzo na jaře nápadnou biomasu např. v drobnějších tůňkách a kalužích. Jejich buněčná stěna je dvoudílná. Z hlediska genetiky se řadí mezi hnědé řasy, ale ve skutečnosti má zelené zbarvení, což je dáno složením jejího pigmentu.⁶⁰

Microthamnion

Microthamnion je zelená řasa s vláknitou stélkou, která se ve většině případů větví.

⁵⁷ Muni.cz [online]. 2003 [cit.2013-4-11]. Dostupné z: www.is.muni.cz/th/323671

⁵⁸ Sinicearasy.cz[online].2003[cit.2012-8-1]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/pokr/chlorophyta>

⁵⁹ Sinicearasy.cz[online].2003[cit.2012-8-1]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/chlorophyta>

⁶⁰ Sinicearasy.cz[online].2003[cit.2012-8-1]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/134/Xanthophyceae>

Pseudanabaena

Patří mezi červené řasy. Její vlákna jsou bez pochev. U planktoních druhů jednotlivá u bentických druhů se nachází v menších ložisech.⁶¹

Rozsivky

V každé námi zkoumané studánce jsme našli schránky rozsivek. Rozsivky jsou skupinou jednobuněčných fotosyntetizujících hnědých řas. Jsou chráněny schránkou, která se nazývá frustula a je tvořena polymerizovaným oxidem křemičitým. Buňka si schránku vytváří vychytáváním kyseliny křemičité z prostředí. Skládá se ze dvou částí – epythéky a hypothéky. Podle tvaru frustuly dělíme rozsivky na centrické a penátní. Rozmnožují se pohlavně i nepohlavně.

Rozsivky můžeme nalézt v temperátních a chladných mořích. Buď žijí přisedle na pevném podkladu (kameny, dřevo) nebo jako sladkovodní plankton. Můžeme je také najít v půdě.

Hlavním významem rozsivek je indikace čisté vody. Frustuly odumřelých rozsivek tvoří křemelinu, která se těží a používá se např. jako filtrační materiál. Rozsivky se mohou podílet na vzniku ložisek ropy.⁶²

⁶¹ *Mojebiologie.wordpress.com[online].2003[cit.2013-27-3].Dostupné z: <http://mojebiologie.wordpress.com/rasy-a-sinice/>*

⁶² *Wikipedia.org[online].Rok[cit.2012-18-11]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Rozsivky>*

7 Empirická část

7.1 Fyzikálně – chemické analýzy vzorků studánkových vod

V praktické části, která byla realizovaná na Katedře analytické chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci minulý rok na jaře, jsme provedly analýzu některých látek rozpuštěných ve vodě a stanovily jsme také kyselost a vodivost vody. Rozbory jsme provedly u 5 vod ze studánek (tabulka č. 5), které se vyskytují v severní části regionu olomouckého okresu. Jedná se o studánky v okolí obcí Libina, Běžinka, Rohle, Stavenice, Vilémov.

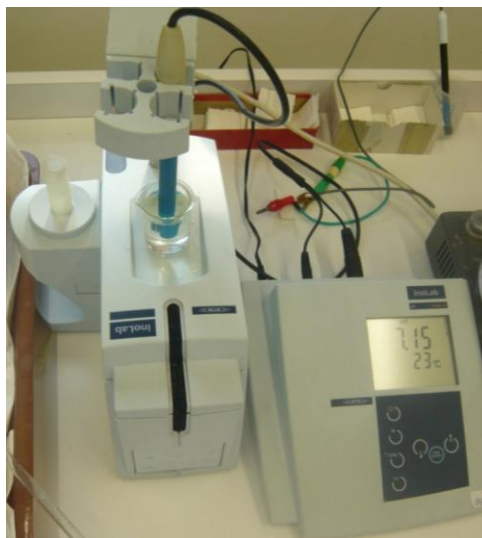
Vzorek	Lokalita
vzorek č. 1	Běžinka
vzorek č. 2	Stavenice
vzorek č. 3	Libina
vzorek č. 4	Rohle
vzorek č. 5	Vilémov

Tabulka č. 4: *lokality odebíraných vod*

7.1.1 Stanovení kyselosti

Prvním stanoveným parametrem byla kyselost. Měření kyselosti vody je založeno na principu potenciometrie. Hodnotu pH lze zjistit změřením elektromotorického napětí článku sestaveného z vhodné indikační elektrody (tj. elektrody, jejíž potenciál závisí na aktivitě hydroxoniových iontů) a srovnávací elektrody. Jako indikační elektroda je nejčastěji používána elektroda skleněná. Skleněná elektroda je realizovaná jako tenkostěnná baňka naplněná roztokem o známém pH, do kterého je ponořena vnitřní referenční elektroda. Z rovnice pro závislost potenciálu skleněné elektrody na pH přístroj vypočítá pH (obr. č. 8).

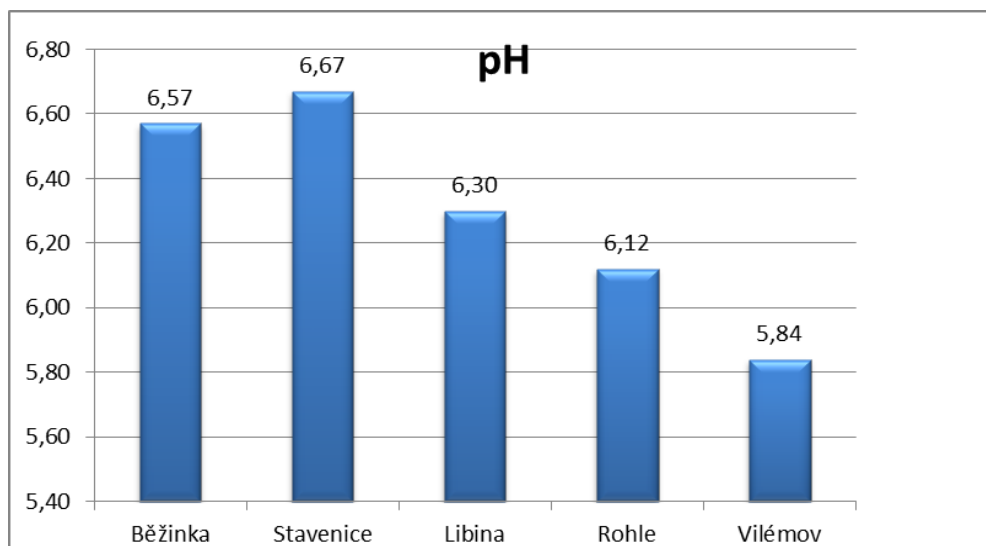
Pracovní postup: Kádinku o objemu 25ml jsme naplnily optimálním množstvím zkoumané vody. Elektrodu pH-metru jsme opláchly destilovanou vodou a osušily buničinou. Poté jsme ji vnořily do vody v kádince a po ustálení hodnoty na displeji pH metru odečetly hodnotu. Hodnotu pH jsme stanovovaly u vody při teplotě 23 °C. Stejným způsobem jsme změřily všechny ostatní vzorky vod (tab. č. 4, graf č. 2).



Obr.č.14: měření pH vody

Vzorek	pH
Běžinka	6,57
Stavenice	6,67
Libina	6,30
Rohle	6,12
Vilémov	5,58

Tab. č. 5: změřené hodnoty kyselosti



Graf č. 2: porovnání pH sledovaných studánek

Většina zkoumaných studánkových vod má pH 6, což je nezávadné. Podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. Pro pitnou vodu jsou stanoveny mezní hodnoty pH na 6,5 - 9,5. U vod s přirozeně nižším pH se hodnoty pH 6-6,5 považují za splnění vyhlášky.

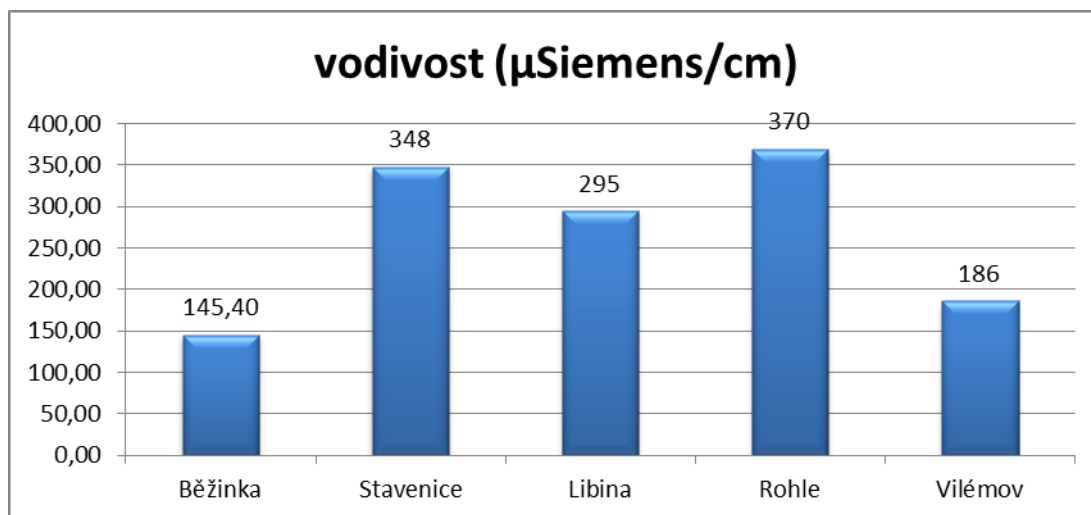
7.1.2 Stanovení vodivosti

Druhým stanoveným parametrem byla vodivost. Měření vodivosti je založeno na principu konduktometrie. Hodnotu vodivosti lze zjistit pomocí přístroje konduktometr, který na svých elektrodě zjistí migraci iontů. Postup je velice podobný s potenciometrií.

Pracovní postup: Kádinku o objemu 25ml jsme naplnily optimálním množstvím zkoumané vody. Elektrodu konduktometru jsme opláchly destilovanou vodou a osušily buničinou. Poté jsme ji vnořily do vody v kádince a po ustálení hodnoty na displeji konduktometru odečetly hodnotu. Hodnotu konduktometru jsme stanovovaly u vody při teplotě 22 °C. Stejným způsobem jsem změřily všechny ostatní vzorky vod (tab.č.7, graf č. 3).

Vzorek	Vodivost (μSiemens /cm)
Běžinka	145,40
Stavenice	348
Libina	295
Rohle	370
Vilémov	186

Tab. č. 6: *změřené hodnoty vodivosti*



Graf č. 3: *porovnání vodivosti sledovaných studánek*

Pro pitnou vodu jsou stanoveny mezní hodnoty vodivosti na 125 μSiemens/cm . Vyšší hodnota vodivosti nevadí, naše studánky tento limit splňují.

7.1.3 Stanovení celkové tvrdosti (Ca^{2+} a Mg^{2+} iontů)

Pro stanovení tvrdosti vody jsme využili chelatometrickou titraci jejíž principem je reakce stanovovaného kationu kovu s Chelatonem III (odměrným činidlem), při níž vzniká málo disociovaný, ve vodě rozpustný komplex (vždy v molárním poměru 1:1). Vzhledem k tomu, že stálost těchto komplexů je závislá na pH, bylo potřeba při chel. titraci udržovat určitou hodnotu pH, čehož jsme dosáhly použitím tlumivých roztoků (pufrů). Indikace bodu ekvivalence byla prováděna vizuálně, a to pomocí tzv. metalochromních indikátorů tvořících slabý barevný komplex se stanovovaným kationem. Sledovaly jsme tedy barevnou změnu roztoku (z vínově červené na modrou) způsobenou vytěsněním kationu z komplexu s indikátorem.

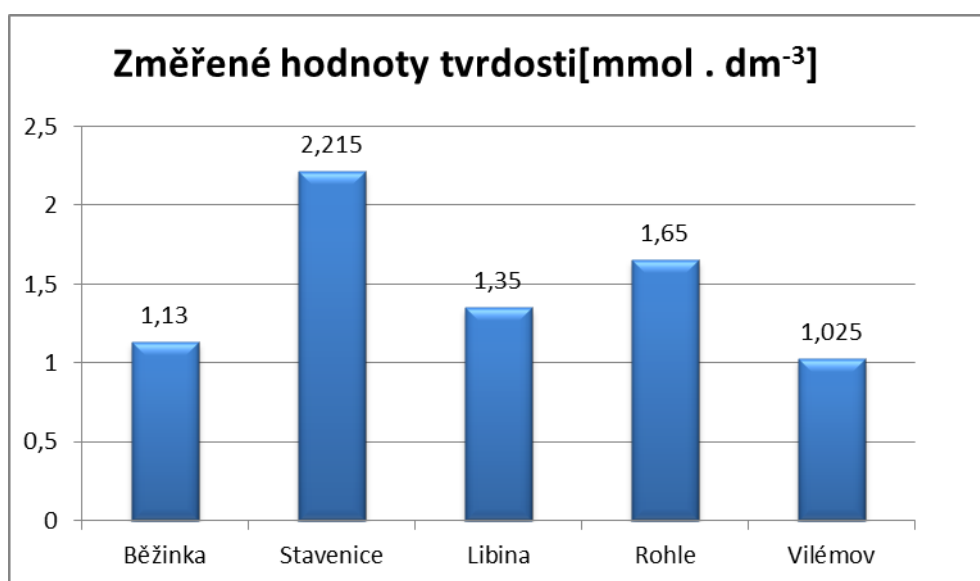
Pracovní postup: Do titrační baňky jsme odměřily 100ml požadovaného vzorku vody. Odměrným válcem přidaly 5 ml Schwarzenbachova pufru a na špičku špachtle indikátor eriochromčern T. Posléze jsme roztok titrovaly 0,05 M odměrným roztokem Chelatonu III. V průběhu titrace došlo k barevné změně titrovaného roztoku, která nastala v bodě ekvivalence (obr. č. 9). Zapsaly jsme spotřebu chelatonu v ml. Titraci jsme opakovali 2x a z aritmetického průměru vypočítaly celkovou tvrdost zkoumané vody. $n = C_{\text{chel}} \cdot V_{\text{chel}}$. Z důvodu přesnějších výsledků jsme vypočítaly koncentraci Chelatonu III. Přesná koncentrace chelatonu III byla 0,051 mol/l. Postup jsme analogicky opakovaly se všemi vzorky vod (tab. č. 8, graf č.4)



Obr. č. 15: barevná změna titrovaného roztoku

Vzorek	ø Chell. III (ml)	Výpočet n(mmol/l)	m(Ca+Mg) mg
Běžinka	2,26	1,13	7,3
Stavenice	4,43	2,215	14,3
Libina	2,7	1,35	8,7
Rohle	3,3	1,65	10,6
Vilémov	2,05	1,025	6,6

Tab č. 7: změřené hodnoty tvrdosti



Graf č. 4: porovnání tvrdosti sledovaných studánek

Podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. pro pitnou vodu je stanovena doporučená hodnota koncentrace Ca^{2+} a Mg^{2+} na 2-3,5 mmol/l. Optimální koncentrace je stanovena z hlediska zdravotního, nikoliv technického. Mezní hodnoty nejsou stanoveny. Voda ze studánky Stavenice je optimální z povrchu povrchové vody, ostatní studánky mají vodu značně měkkí.

7.1.4 Stanovení vápenatých iontů

Množství vápenatých iontů ve vodě jsme stanovovaly podobným způsobem jako celkovou tvrdost. Chelatometrickou titrací jsme indikovaly přechod titrovaného roztoku z červené na modrofialovou, určující bod ekvivalence (obr. č. 11 a 10).

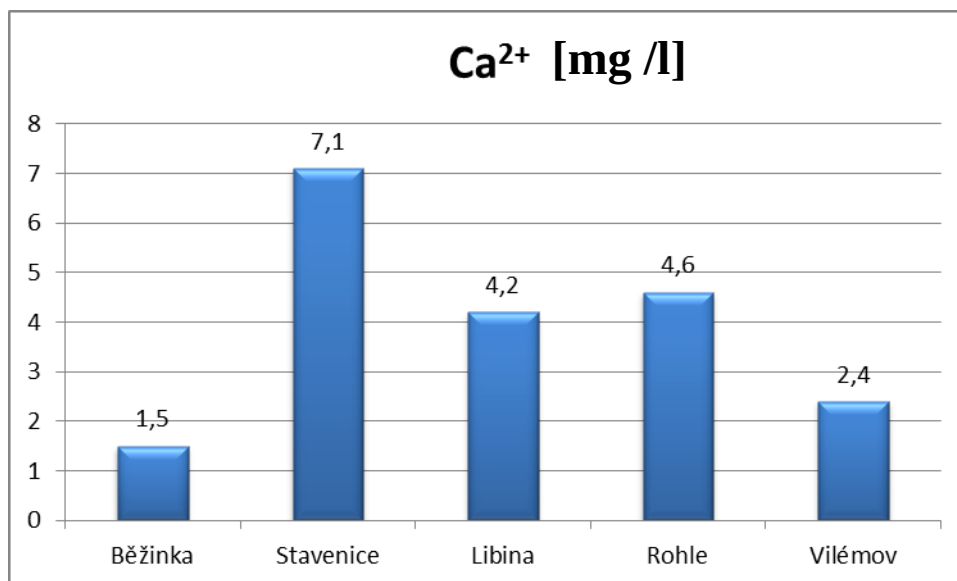
Pracovní postup: Do titrační baňky jsme odměřily 100 ml požadovaného vzorku vody. Odměrným válcem přidaly 5 ml 1M NaOH a malé množství murexidu. Posléze jsme roztok titrovaly 0,05 M odměrným roztokem Chelatonu III. V průběhu titrace došlo k barevné změně. Zapsaly jsme spotřebu Chelatonu a titraci opakovaly 2x. Analogicky jsme titrovaly všech 7 vzorků. Z průměrné spotřeby Chelatonu jsme dopočítaly koncentraci Ca^{2+} iontů. Pro výpočet jsme použily vztah $n = C_{\text{chel}} \cdot V_{\text{chel}}$ ($V_{\text{chel}} = 0,051 \text{ mol/l}$). Pro přehlednější představu jsme vyjádření v mol/l přepočítaly na mg/l [9] (tab. č. 9, graf č. 5).



Obr. č. 16 a 17: barevná změna titrovaného roztoku

Vzorek	$\varnothing(\text{ml})$	výpočet n (mol/ml)	m (Ca^{2+}) mg /l
Běžinka	0,76	$3,8 \cdot 10^{-4}$	1,5
Stavenice	3,56	$1,78 \cdot 10^{-3}$	7,1
Libina	2,10	$1,05 \cdot 10^{-3}$	4,2
Rohle	2,30	$1,15 \cdot 10^{-3}$	4,6
Vilémov	1,20	$6 \cdot 10^{-4}$	2,4

Tab. č. 8: koncentrace Ca^{2+} iontů ve vodě



Graf č. 5: porovnání Ca^{2+} sledovaných studánek

Podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. pro pitnou vodu je stanoven minimální obsah vápníku na 30 mg/l. Doporučená hodnota je 40-80 mg/l. Tuto vyhlášku splňuje voda ze studánek ve Stavenici, Libině a Rohli. Ostatní zdroje vody ze studánek jsou měkčího charakteru.

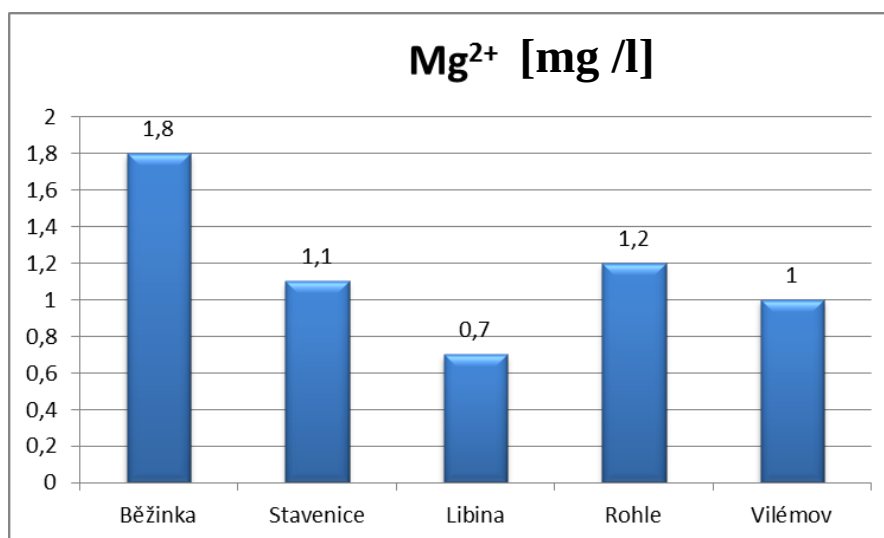
7.1.5 Stanovení hořečnatých iontů

Jelikož je trvalá tvrdost vody způsobena především vápenatými a hořečnatými ionty, můžeme rozdílem stanovené tvrdosti a látkové koncentraci Ca^{2+} iontů dopočítat látkovou koncentraci Mg^{2+} iontů v $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Z látkové koncentrace jsme stanovily množství hořečnatých iontů ve vodě v mg/l.

Pracovní postup: Ze stanovené tvrdosti a ze stanoveného vápníku jsme rozdílem získaly hodnoty hořečnatých iontů. Z látkové koncentrace jsme stanovily množství hořečnatých iontů ve vodě v mg/l. Takto získané hodnoty jsme zapsaly do tabulky (tab. č. 8) a vytvořily z nich graf (graf.č. 6)

Vzorek	Výpočet $n(\text{mol/ml})$	$m(\text{Mg}^{2+}) \text{ mg/l}$
Běžinka	$7,5 \cdot 10^{-4}$	1,8
Stavenice	$4,35 \cdot 10^{-4}$	1,1
Libina	$3 \cdot 10^{-4}$	0,7
Rohle	$5 \cdot 10^{-4}$	1,2
Vilémov	$4,25 \cdot 10^{-4}$	1

Tab. č. 9: koncentrace Mg^{2+} iontů ve vodě

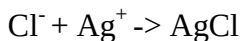


Graf č.6: porovnání Mg^{2+} iontů sledovaných studánek

Podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. pro pitnou vodu je stanoven minimální obsah hořčíku na 10 mg/l. Doporučená hodnota je 20-30 mg/l. Vody ze studánek hodnoty nesplňují, jelikož jsou to měkké vody. Doporučuje se dodávat hořčík potravou, popř. minerálními vodami s vyšším obsahem hořčíku.

7.1.6 Stanovení chloridů

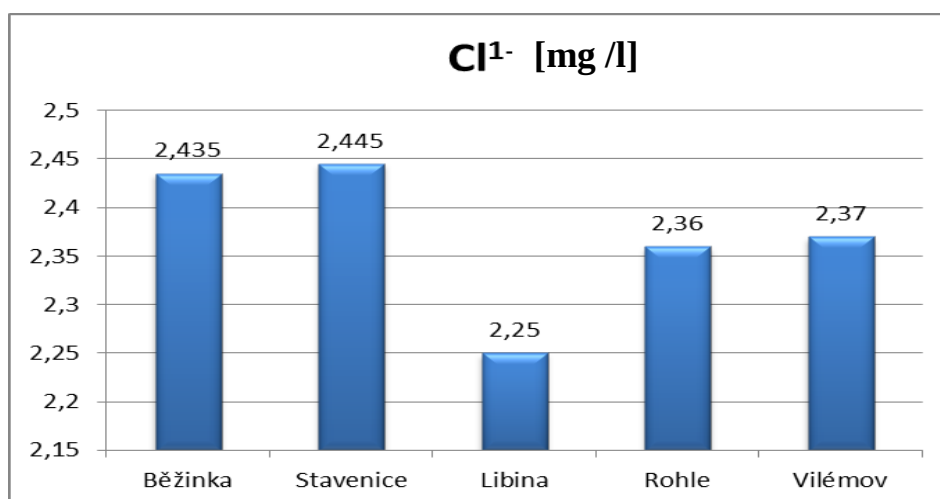
Ke stanovení chloridových iontů jsme použily srážecí titrací. Odměrným činidlem je dusičnan stříbrný, který tvoří s chloridovými ionty ve vodě málo rozpustný chlorid stříbrný.



Pracovní postup: Do titrační baňky jsme odměřili 10 ml požadovaného vzorku vody. Poté odměrným válcem jsme přidaly 0,5 ml K_2CrO_4 . Posléze jsme roztok titrovaly 0,01M roztokem AgNO_3 . V průběhu titrace došlo k barevné změně titrovaného roztoku ze žluté barvy do oranžové, která nastala v bodě ekvivalence. Zapsaly jsme spotřebu AgNO_3 v ml. Titraci jsme opakovaly 2x a z aritmetického průměru vypočítaly celkové obsažení chloridových iontů ve zkoumané vodě. Postup jsme opakovaly u dalších čtyř vzorků.

Vzorek	Cl^- (mmol/l)	Cl^- (mg/l)
Běžinka	$3,8 \cdot 10^{-4}$	2,435
Stavenice	$1,78 \cdot 10^{-3}$	2,445
Libina	$1,05 \cdot 10^{-3}$	2,25
Rohle	$1,15 \cdot 10^{-3}$	2,36
Vilémov	$6 \cdot 10^{-4}$	2,37

Tab. č. 10: koncentrace Cl^- ve vodě



Graf č. 7: porovnání Cl^- iontů sledovaných studánek

7.1.7 Stanovení dusičnanů

Ke stanovení koncentrace NO_3^- iontů ve vodách jsme využily vlastnosti, že na membráně dusičnanové iontově-selektivní elektrody se v závislosti na aktivitě dusičnanových iontů vytváří elektrický potenciál. Stačí tedy změřit el. potenciály u roztoků se známou koncentrací dusičnanů (kalibrační roztoky) a zvolit vhodnou závislost, ze které lze sestavit graf. Potenciál dusičnanové elektrody se měří proti referentní merkursulfátové elektrodě (obr. č. 18).

Pracovní postup: Ze standardního roztoku KNO_3 (1mg NO_3^- v 1 ml) jsme sestavily sérii 6 kalibračních roztoků o koncentraci dusičnanů 2, 10, 50, 100 a 500 mg/l. Pro přípravu standardního roztoku KNO_3 jsme použily 1,631 g KNO_3 a toto množství jsme rozpustily v redestilované vodě. Optimální množství kalibračních roztoků jsme odlily do kádinky, přidaly 5 ml roztoku TISAB (upravuje se jím iontová síla a pH měřeného vzorku) a míchadlo. Roztok TISAB jsme připravily navážením 19,5g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}$ a 1g Ag_2SO_4 a následným rozpuštěním v 1 l redestilované vody za varu. Poté jsme vložily do roztoku elektrody a zapnuly míchačku. Po ustálení hodnot jsme na displeji mV-metru odečetli hodnotu. Analogicky jsme proměřily všechny kalibrační roztoky. Ze znalosti elektrického potenciálu a koncentrace dusičnanů jsme sestavily kalibrační závislost el. potenciálu na záporném dekadickém logaritmu koncentrace dusičnanů.

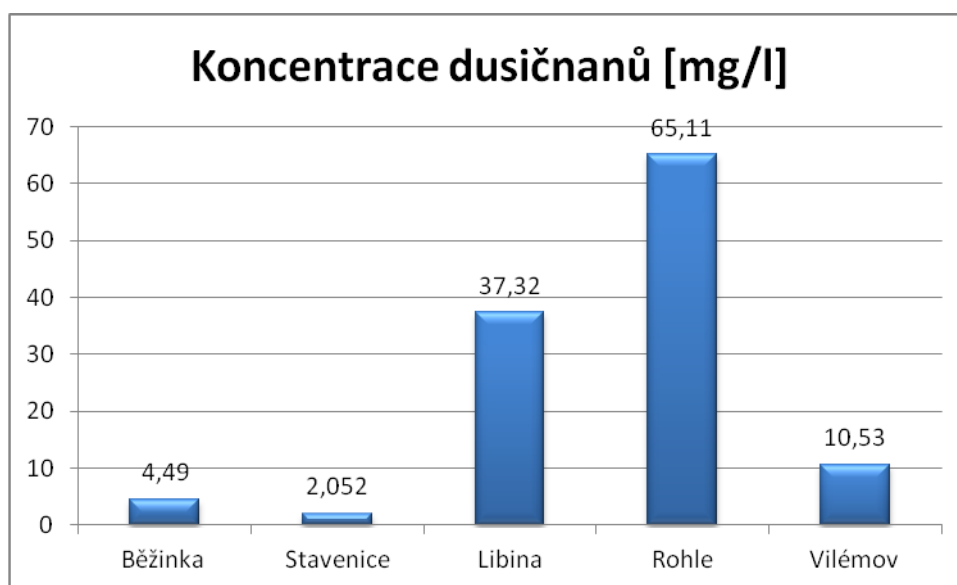
Paralelně jsme odměřily 50 ml vzorku vody do odměrné kádinky, přidaly 5 ml roztoku TISAB a vložily míchadlo. Po ustálení jsme odečetly hodnoty. Takto jsme postupovaly se všemi 7 vzorky vod. Hodnoty jsme zaznamenaly do tabulky. Vypočítaly záporný dekadický logaritmus koncentrace dusičnanů, hodnotu odlogaritmovaly, koncentraci vyjádřily v mg/l a sestrojily graf (tab. č. 15, 16; graf č. 11, 12).



Obr. č. 18: mV-metr inoLab

Vzorek	Potenciál [mV]	-log konc. NO_3^- iontů	Koncentrace dusičnanů [mg/l]
Běžinka	107,7	-4,14	4,490
Stavenice	89,3	-4,48	2,052
Libina	158,6	-3,22	37,320
Rohle	172,2	-2,98	65,110
Vilémov	128,4	-3,77	10,530

Tab. č. 11: Závislost el. potenciálu na koncentraci NO_3^- iontů porovnání Mg^{2+} iontů sledovaných studánek



Graf č. 7: koncentrace NO_3^- iontů [mg/l]

Pro pitnou vodu je stanovena mezní hodnota 50 mg/l dusičnanů. Studánka v Rohli překračuje mezní hodnotu.

7.1.8 Shrnutí výsledků analýz

Vzorek	pH	Vodivost (μ Siemens/cm)	m (Ca+Mg) mg/l	m (Ca ²⁺) mg/l	m (Mg ²⁺) mg/l	Cl ¹⁻ (mg/l)	Koncentrace dusičnanů[mg/l]
Běžinka	6,57	145,40	7,3	1,5	1,8	2,435	4,490
Stavenice	6,67	348	14,3	7,1	1,1	2,445	2,052
Libina	6,30	295	8,7	4,2	0,7	2,250	37,320
Rohle	6,12	370	10,6	4,6	1,2	2,360	65,110
Vilémov	5,58	185	6,6	2,4	1,0	2,370	10,530

Tab. č. 12: porovnání všech zjištěných hodnot

Parametr	Jednotka	Limit	Typ limitu
pH		6,5 – 9,5	MH
konduktivita	mS/m	125	MH
tvrdost (Ca ²⁺ +Mg ²⁺)	mmol/l	2 – 3,5	DH
vápník (Ca ²⁺)	mg/l	30	MH
		40 – 80	DH
hořčík (Mg ²⁺)	mg/l	10	MH
		20 – 30	DH
chloridy (Cl ¹⁻)	mg/l	100	MH
dusičnany (NO ₃ ¹⁻)	mg/l	50	NMH

Tab. č. 13: porovnání všech zjištěných hodnot

MH... mezní hodnota

DH... doporučená hodnota

NMH... nejnižší mezní hodnota

Nejkvalitnější sledovaná studánková voda ve srovnání s pitnou vodou po provedení chemických analýz je vzorek Běžinka, která však neobsahuje mnoho vápníku a hořčíku. Vápník a hořčík by se musel při dlouhodobém užívání této studánkové vody dodávat jiným způsobem. Ostatní vzorky jsou na tom trochu hůře, ale k jednorázovému požití by se daly použít.

7.2 Biologické vlastnosti studánek

Na katedře botaniky PřF UP v Olomouci v loňském roce na podzim jsme provedly biologický výzkum vod z jednotlivých studánek. Nejprve jsme se zaměřily na obsah rozsivek v každé ze studánek. Z objevených rozsivek jsme vytvořily trvalé preparáty. Při dalším zkoumání jsme odebrané vzorky nanesly na agar a asi po dvou měsících jsme zkoumaly vypěstovanou kulturu pod mikroskopem. Organismy nalezené ve studánkách lze rozdělit na epifyton a epilíton. Epifyton je společenstvo organismů, které žijí přisedle na rostlinách. Epilíton je skupina organismů žijících přisedle na kamenech.

7.2.1 Příprava trvalých preparátů

Z povrchu kamene, který ležel na dně studánky, jsme seškrábly vzorek pomocí pinzety. Odebraný vzorek jsme vložily na sklíčko. Přebytek vody se odpařil zahříváním nad plamenem v dostatečné vzdálenosti, aby nedošlo k poškození sklíčka.

Po odpaření vody, na vzorek jsme přikapávaly koncentrovaný peroxid vodíku a opět jsme zahřívaly nad plamenem k úplnému vysušení. Tento proces jsme opakovaly dvakrát. Přidáváním peroxidu vodíku zanikla veškerá organika a zůstala pouze anorganika a rozsivky. Jakmile jsme dokončily tento proces, na vzorek jsme skleněnou tyčinkou přidaly Pleurax (pryskyřice, z chemického hlediska: fenol+síra+butanol). Opatrně jsme vzorek zahřívaly nad plamenem, nadbytek butanolu se odpařil a tím vznikl trvalý preparát.

7.2.2 Kultivace agaru

Agar je živná půda pro mikroorganismy. Součástí agaru jsou řasy rodu *Floriade* a L-galaktosa. Používá se pro kultivaci mikrobiologických materiálů. Existuje velké množství agarů, které mají složení dle toho, jaký typ organismu chceme s jejich pomocí vypěstovat.

Při přípravě preparátu jsme použily očkovací kličku. Před použitím musela být očkovací klička řádně sterilizovaná, což jsme provedly jejím zahříváním nad plamenem. Pomocí očkovací kličky jsme danou mikrobiologickou substancí (seškrábnutý vzorek z povrchu kamene, a také vzorek mechu, který rostl v blízkosti studánky) opatrně nanasly do zkumavky s agarem.

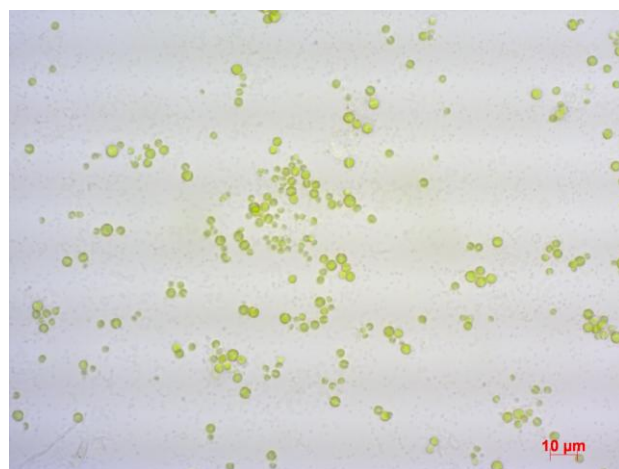
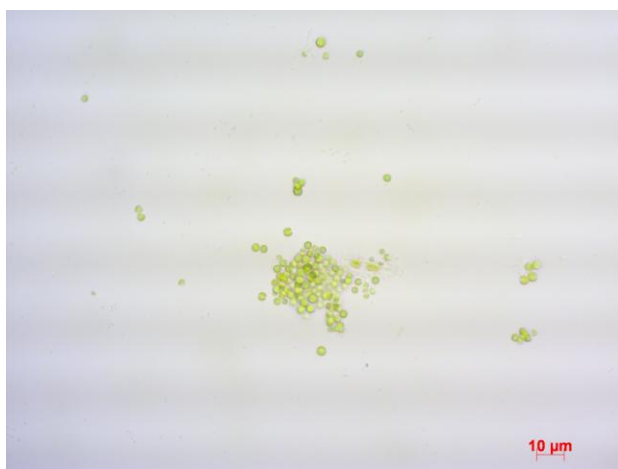
Po tomto procesu jsme kličku opět sterilizovaly, abychom ji mohly znovu použít. Zkumavku s agarem, kde byla vložena mikrobiologická substance, jsme umístily na severní okno a sledovaly, zda dojde k nárůstu mikroorganismů.

7.2.3 Mikroskopický rozbor

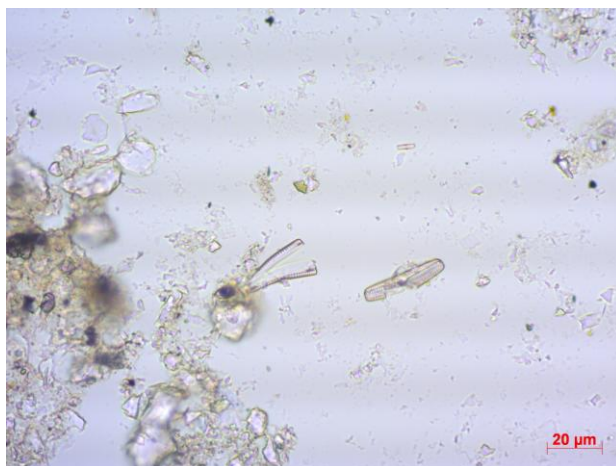
Na následujících fotografiích vytvořených přímo z mikroskopu, můžete shlédnout přehled mikroorganismů, které jsme objevily ve sledovaných studánkách.

7.2.3.1 Stavenice

Epifyton

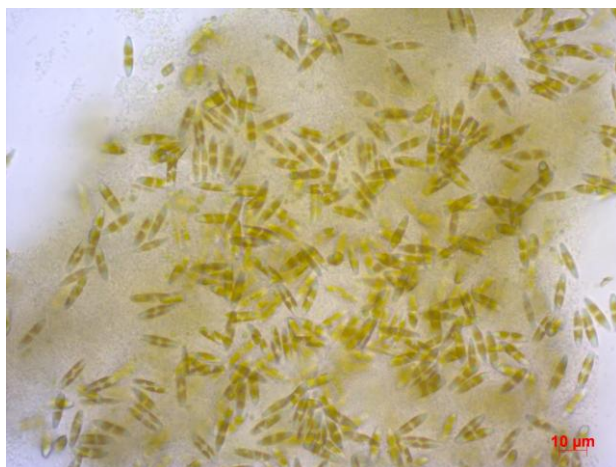


Obr. č. 19, 20: *Chlorella*



Obr. č. 21: *rozsviky*

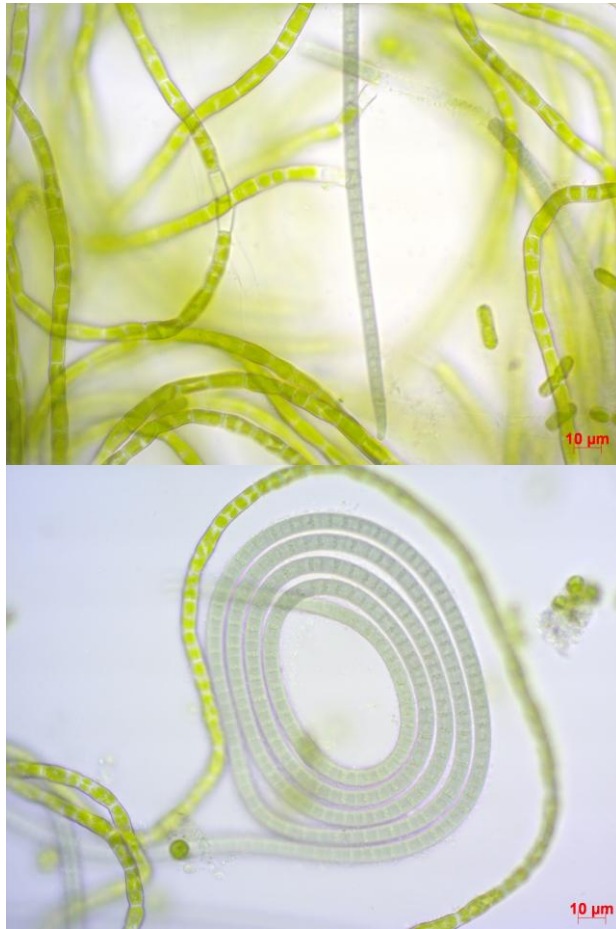
Epiliton



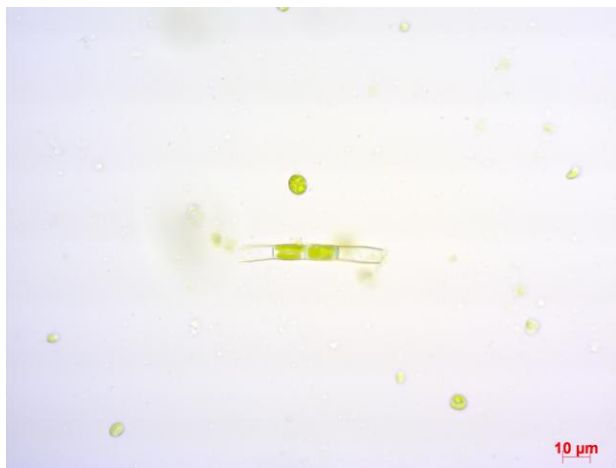
Obr. č. 22: *rozsvika Nitzschia*

7.2.3.2 Běžinka

Epifyton



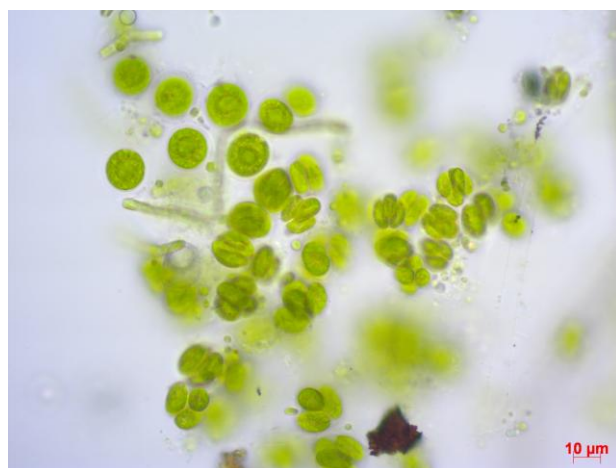
Obr. č. 23, 24 : *Tribonema* (růžnobrvka, hnědá řasa), *Phormidium* (sinice, jedno vlákno svisle *Ph. amoenum*)



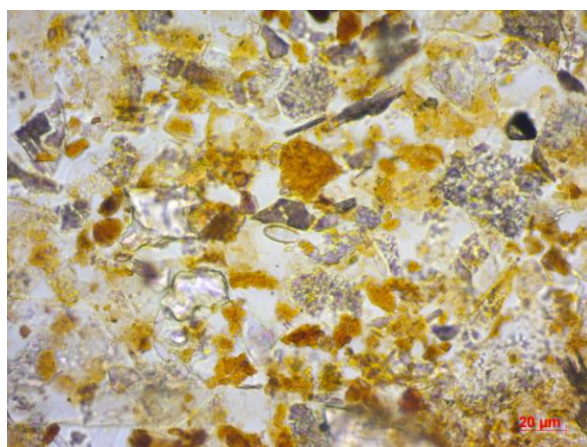
Obr. č. 25: *Tribonema* (vodorovný kousek), *Chlorella* (kulovité buňky)



Obr. č. 26: *Klebsormidium* (zelená řasa)



Obr. č. 27: *Chlamydomonas*



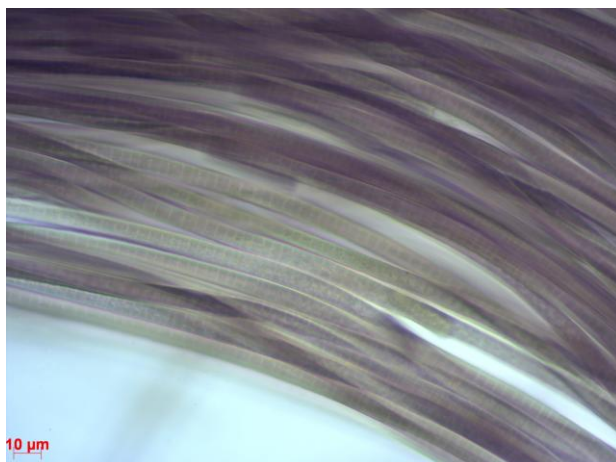
Obr. č. 28: rozsivky

Epilítón

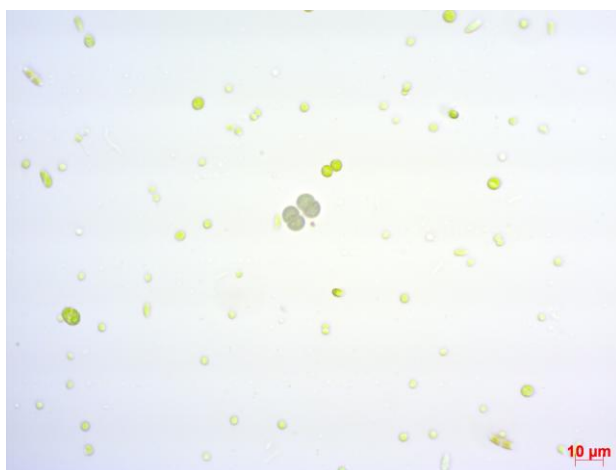
V této studánce nebyly námi nalezené žádné organismy epilítónu.

7.2.3.3 Libina

Epifyton



Obr. č. 29: *Phormidium autumnale*



Obr. č. 30: *Chroococcus* (sinice, 4buňky), ve zbytku dominuje zelená řasa
Chlorella



Obr. č. 31: *Coccomyxa* (zelená řasa)



Obr. č. 32: *Phormidium terebriforme*



Obr. č. 33: rozsivky

Epiliton



Obr. č. 34: rozsivka *Nitzschia*

7.2.3.4 Vilémov

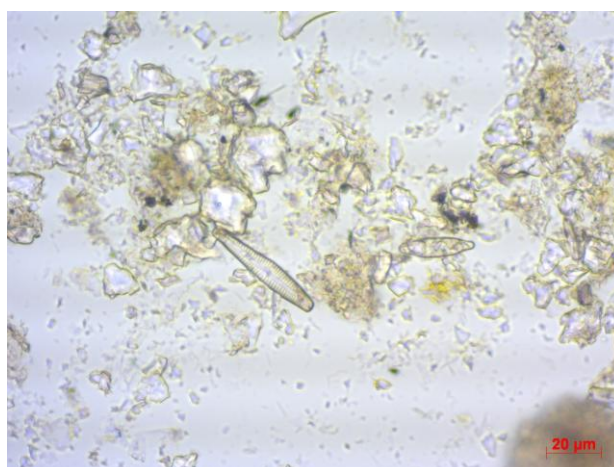
Epifyton



Obr. č. 35: *Tribonema* (vlákno), *Coccomyxa*

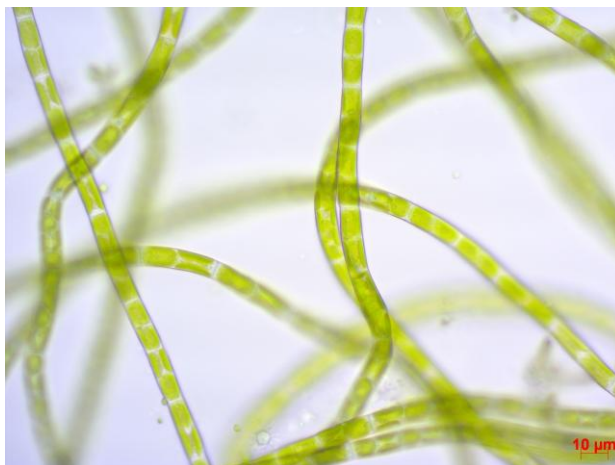


Obr. č. 36: *Tribonema*



Obr. č. 37: rozsivky

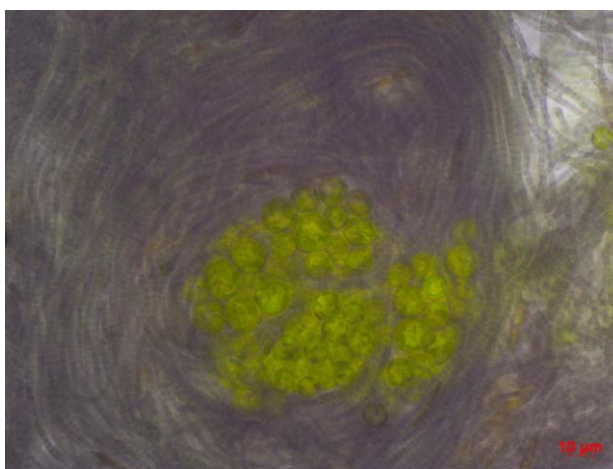
Epilimon



Obr. č. 38: *Tribonema*



Obr. č. 39: *Microthamnion* + *Chlorococcum*



Obr. č. 40: *Pseudanabaena* (sinice, hnědofialový shluk) + zelená řasa

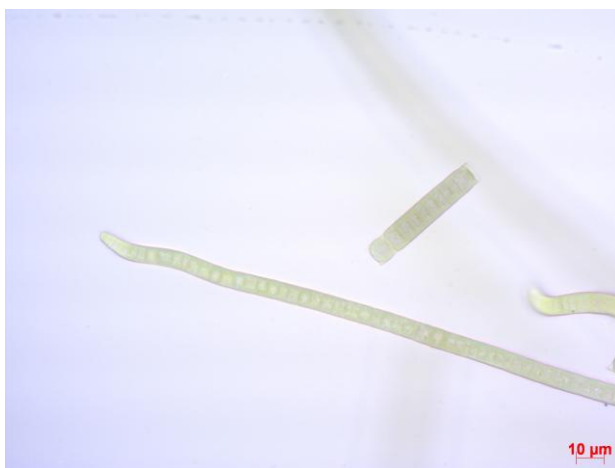
Chlorococcum

7.2.3.5 Rohle

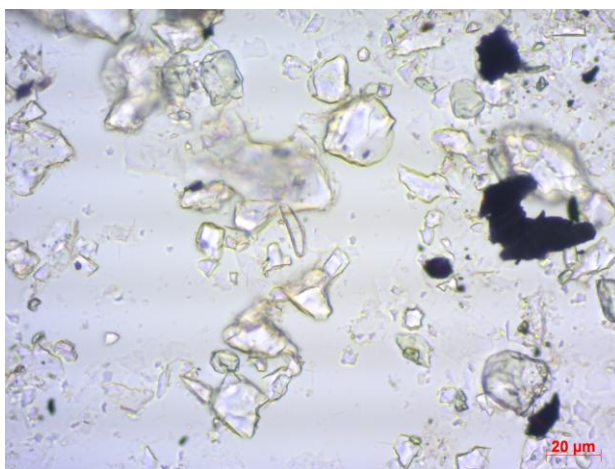
Epifyton



Obr. č. 41, 42: *Phormidium autumnale*

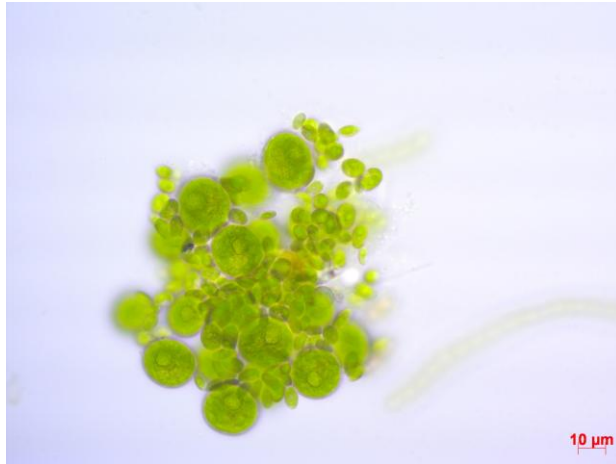


Obr. č. 43: *Phormidium terebriforme*



Obr. č. 44: rozšivky

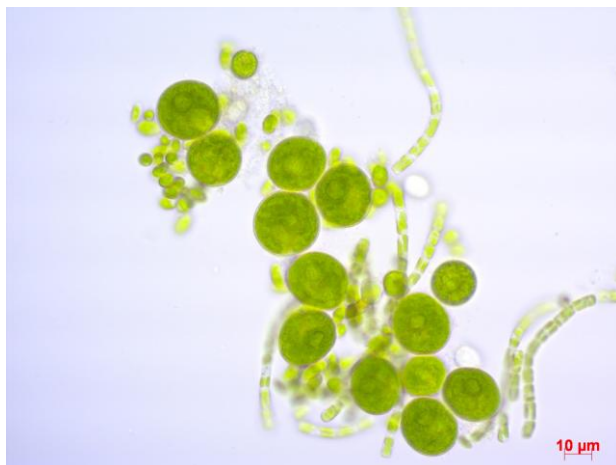
Epilimon



Obr. č. 45: *Chlorococcum* (zelená řasa, celé, menší buňky jsou výtrusy)



Obr. č. 46: *Chlorococcum* + *Microthamnion*



Obr. č. 47: *Chlorococcum* + *Tribonema*

8 ZÁVĚR

Studánky tvoří významný krajinný prvek, zapadající zcela přirozeně do námi zkoumaných biotopů. Péče o tyto zdroje jsou nutnou součástí podpory biodiverzity v ČR.

Z pohledu našeho chemického rozboru se většinou jedná o vody s malou tvrdostí a s přibližně stejným obsahem sledovaných solí (viz Tab. č. 3). Z biologického pohledu se vyskytují ve studánkových vodách rozsivky, které jsou sice indikátorem čisté vody, ale rozhodně nelze studánky doporučit jako trvalý náhradní zdroj pitné vody. Dalšími hojně vyskytujícími se organismy jsou řasy a sinice.

Každý kraj naší republiky je jiný a tedy má i různé podmínky k přirozenému vývěru vody. Kromě toho však počet udržovaných studánek také záleží na lidech ochotných se jich ujmout. Při péči o studánky hrají významnou roli i majitelé pozemků. V současnosti je nejvíce studánek na pozemcích měst + obcí a Lesů ČR (71 studánek).

Pro užívání vody ze studánek jako pitné je potřeba upozornit na řadu úskalí. Není nijak řešena ochrana těchto vodních zdrojů, nikdo neprovádí pravidelnou kontrolu kvality vody, a proto může být požití vody ze studánky velmi nebezpečné. Ani parametry hygienického rozboru, které právě obstály, nezaručují pitnost vody, protože přírodní podmínky v okolí studánek jsou velmi proměnlivé. Změny mohou být dány např. silnými srážkami, náhlým táním sněhu, hospodářskou činností nebo působením živočichů. Ke zhoršení kvality vody může docházet i při plnění do lahví, které mohou být kontaminované, a následným nevhodným skladováním. Znečištěná voda může lidem způsobit určité potíže, např. průjem a nevolnost. Ve studánkové vodě doporučujeme pouhé opláchnutí.

S výsledky našeho měření chceme seznámit návštěvníky těchto studánek. Připravíme informační panely – karty s námi zjištěnými údaji a nabídneme správcům těchto lokalit jejich vyvěšení v místě studánky. Možná tato informace povede všechny uživatele studánkových vod k zamyšlení o ještě větší péči těchto lokalit.

V tištěné nebo v elektronické podobě se s našimi výsledky seznámí široká veřejnost prostřednictvím stránek naší školy www.gymun.cz a prostřednictvím Uničovského zpravodaje.

9 Informační zdroje

- [1] Čermák I.: EKO DOTACE, magazín Operačního programu Životního prostředí, srpen 2010 (vydal Státní fond životního prostředí), str. 6,7
- [2] Vacík, J.a kol. Přehled středoškolské chemie. Praha: SPN, 1990. ISBN 80-7235-108-7
- [3] Vacík, J. a kol. Chemie obecná a anorganická. Praha: SPN, 1995. ISBN nemá
- [4] Wikipedia.org [online].2008 [cit. 2012-17-11]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>
- [5] Watermolecule.png
- [6] Osel.cz [online]. 2007 [cit. 2012-17-11]. Dostupné z: http://www.osel.cz/_popisky/129_/1294209183.jpg
- [7] Wikipedia.org [online]. 2009 [cit. 2012-17-11]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pitná_voda
- [8] Ona.idnes.cz [online]. 2010 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: http://ona.idnes.cz/mineralni-kojenecka-pramenita-jakou-vodu-pit-fn4-/zdravi.aspx?c=A100730_122013_zdravi_pet
- [9] Čermák I.: EKO DOTACE, magazín Operačního programu Životního prostředí, srpen 2010 (vydal Státní fond životního prostředí), str. 6,7
- [10] Imaterialy.cz[online]. 2012 [cit.2013-26-3]. Dostupné z: <http://www.imaterialy.cz/Inzenyrske-site/Jak-vyuzivat-destovou-vodu-na-zahrade-i-v-domacnosti.html>
- [11] Wikipedia.org [online]. 2007 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Stud%C3%A1nka_\(vodn%C3%AD_d%C3%ADlo\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Stud%C3%A1nka_(vodn%C3%AD_d%C3%ADlo))
- [12] Časopis Geografické rozhledy (2/10-2011)
- [13] Hafnet.cz [online]. 2010 [cit. 2012-10-11] Dostupné z: <http://www.hafnet.cz/tag/studanky>
- [14] Časopis Geografické rozhledy (2/10-2011)
- [15] M.estudanky.cz [online]. 2010 [cit. 2012-15-10]. Dostupné z: <http://m.estudanky.cz/nepristupne-studanky>
- [16] Estudanky.cz [online]. 2010 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/uvod>
- [17] Estudanky.cz [online]. 2010 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz>

- [18] Smop.cz [online]. 2012 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.smop.cz/studny/>
- [19] Estudanky.cz [online]. 2010 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz>
- [20] UnicoVsko.cz[online]. 2007 [cit.2012-5-12]. Dostupné z: www.unicoVsko.cz/mikroregion/maparegionu.php
- [21] Mapa: autorky
- [22] Estudanky.cz [online]. 2010 [cit. 2012-12-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/3971-studanka-bezinka>
- [23] Mapy.cz [online]. 2009 [cit. 2012-6-11]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/#c=hc&t=s&d=coord_17.0570449829102%2C49.8602294921875_1&x=17.059495&y=49.859935&z=15&l=15
- [24] Estudanky.cz [online]. 2010 [cit.2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/3971-studankabezinka> Mapy.cz [online]. Rok [cit. 2012-6-11]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/#c=hc&t=s&d=coord_17.0570449829102%2C49.8602294921875_1&x=17.059495&y=49.859935&z=15&l=15
- [25] Estudanky.cz [online]. 2010 [cit.2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/663-studanka-nad-libinou>
- [26] Mapy.cz [online]. 2009 [cit.2012-3-12]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/%23c=hc&t=s&d=coord_17.0932006835938%2C49.8954010009766_1&x=17.097730&y=49.894241&z=14&l=15
- [27] Estudanky.cz [online]. 2010 [cit.2012-10-12]. Dostupné z: <http://www.estudanky.cz/663-studanka-nad-libinou>
- [28] Mapy.cz [online]. 2009 [cit.2012-3-12]. Dostupné z: http://www.mapy.cz/#c=hc&t=s&x=16.991004&y=49.784997&z=13&q=stavenice&qp=12.224736_50.250893_12.259989_50.271232_13&d=muni_2192_1
- [29] Mapy.cz [online]. 2009 [cit.2012-3-12]. Dostupné z: www.mapy.cz/#c=hc&t=s&x=16.991004&y=49.784997&z=13&q=stavenice&qp=12.224736_50.250893_12.259989_50.271232_13&d=muni_2192_1
- [30] Turistika.cz [online]. 2010 [cit. 2013-1-2]. Dostupné z: <http://www.turistika.cz/mista/stavenice-studanka-v-doubrave>

- [31] Mapy.cz [online]. 2010 [cit. 2012-3-12]. Dostupné z:
http://www.mapy.cz/#l=2&c=h-c&t=s&d=coord_16.987308333333%2C49.647041666667_1&x=16.999833&y=49.647035&z=13
- [32] Mapy.cz [online]. 2009 [cit. 2012-3-12]. Dostupné z: www.mapy.cz/#l=2&c=h-c&t=s&d=coord_16.987308333333%2C49.647041666667_1&x=16.999833&y=49.647035&z=13Obr. č. 6
- [33] Estudanky.cz [online]. 2010 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z:
<http://www.estudanky.cz/4919-funkova-studanka>
- [34] Mapy.cz [online]. 2009 [cit. 2012-3-12]. Dostupné z:
http://www.mapy.cz/#l=2&c=h-c&t=s&x=17.032241&y=49.863367&z=13&d=muni_436_1
- [35] Mapy.cz [online]. 2009 [cit. 2012-3-12]. Dostupné z:
http://www.mapy.cz/#l=15&c=c&t=s&x=17.031118&y=49.861804&z=13&d=base_1833073_1
- [36] Vacík, J.a kol. Přehled středoškolské chemie. Praha: SPN, 1990. ISBN 80-7235-108-7
- [37] Gärtner, Hoffman a kol. Kompendium chemie. Praha: Universum, 2007. ISBN 978-80-242-2012-3
- [38] Wikipedia.cz [online]. 2011 [cit. 2012-1-2].Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselost>
- [39] Natur.cuni.cz[online]. 2001 [cit. 2012-5-10]. Dostupné z:
web.natur.cuni.cz/~opekar/elgeoch/elgeoch5.doc
- [40] Wikipedia.org [online]. 2010 [cit. 2012-5-10]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Konduktometrie>
- [41] Natur.cuni.cz[online]. 2001 [cit. 2012-5-10]. Dostupné z:
web.natur.cuni.cz/~opekar/elgeoch/elgeoch5.doc
- [42] Vacík, J.a kol. Přehled středoškolské chemie. Praha: SPN, 1990. ISBN 80-7235-108-7
- [43] Čermák, J. a kol. Velká všeobecná encyklopedie. Praha: Euromedia Group, 2010. ISBN 978-80-86938-94-3
- [44] Aquaclear.cz[online]. 2009 [cit. 2012-3-11]. Dostupné z:
<http://www.aquaclear.cz/jak-poznate-ze-mate-doma-tvrdou-vodu-.html>
- [45] Vtas.cz[online]. 2011 [cit. 2013-27-3]. Dostupné z:
http://www.vtas.cz/wp-content/uploads/2011/10/Tvrdost_vody.pdf

- [46] Watermax.cz[online]. 2012 [cit.2013-27-3].Dostupné z:<http://www.watermax.cz/aktuality.html>
- [47] Mikuláček, J. a kol. Tabulky & vzorce pro střední školy. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-264-3
- [48] Vitalia.cz[online]. 2009 [cit. 2012-3-10]. Dostupné z:<http://www.vitalia.cz/katalog/vitaminy-mineraly>
- [49] Mikuláček, J. a kol. Tabulky & vzorce pro střední školy. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-264-3
- [50] Vitalia.cz[online]. 2009 [cit. 2012-3-10]. Dostupné z:<http://www.vitalia.cz/katalog/vitaminy-mineraly>
- [51] Čermák, J. a kol. Velká všeobecná encyklopedie. Praha: Euromedia Group, 2010. ISBN 978-80-86938-94-3
- [52] Vodavpohode.cz[online]. 2010 [cit. 2012-5 -12]. Dostupné z: http://vodavpohode.cz/eshop.html?page=shop.browse&category_id=2
- [53] Mojebiologie.wordpress.com[online]. 2009 [cit.2012-17-12].Dostupné z: <http://mojebiologie.wordpress.com/rasy-a-sinice/>
- [54] Sinicearasy.cz[online]. 2003 [cit. 2012-17-12]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/134/Oscillatoriales>
- [55] Wikipedia.org [online]. 2007 [cit. 2012-5-10]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/chlamydomonas>
- [56] Wikipedia.org [online]. 2007 [cit. 2012-5-10]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/coccomyxa>
- [57] Muni.cz [online]. 2003 [cit.2013-4-11].Dostupné z: www.is.muni.cz/th/323671
- [58] Sinicearasy.cz[online]. 2003 [cit.2012-8-1]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/pokr/chlorophyta>
- [59] Sinicearasy.cz[online]. 2003 [cit.2012-8-1]. Dostupné z:<http://www.sinicearasy.cz/chlorophyta>
- [60] Sinicearasy.cz[online]. 2003 [cit.2012-8-1]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/134/Xanthophyceae>

[61] Mojebiologie.wordpress.com[online].2003[cit.2013-27-3].Dostupné z:
<http://mojebiologie.wordpress.com/rasy-a-sinice/>

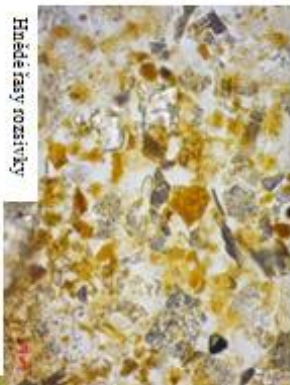
[62] Wikipedia.org[online].Rok[cit.2012-18-11]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Rozsivky>

Obrázky č. 19 – 47 jsou tvorbou autorek

11 Přílohy

Informační tabule - Běžinka

BĚŽINKA - INFORMAČNÍ TABULE



Hnědé řasy roztržky



Zelené řasy a sinice

Mikroorganismy



Zelené řasy



pH	Vodivost ($\mu\text{Siemens/cm}$)	mmol/l (Ca+Mg)	m (Ca) mg/l	m (Mg) mg/l	Cl^- (mg/l)	NO_2^- mg/l
6,57	145,4	1,13	1,5	1,8	2,435	4,49

Chemické vlastnosti

Limity pro pitnou vodu

pH	Vodivost ($\mu\text{Siemens/cm}$)	mmol/l (Ca+Mg) mg	m (Ca) mg/l	m (Mg) mg/l	Cl^- (mg/l)	NO_2^- mg/l
MH 6,5-9,5	125		30	10	100	50 (N.MH)
DH		2-3,5	40-80	20-30		

MH... mezní hodnota
DH... doporučená hodnota
N.MH... se mění mezní hodnota

Středoskolní odborná činnost
studenek septimý Gymnázia
Ústí nad Labem v roce 2013 s názvem
„Studenky pod drobnohledem“