

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



**Chemismus podzemních vod v oblasti Karlovy Vary a okolí
se zaměřením na minerální prameny**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

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

Bakalant: Aleš Vacek

2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma:

Chemismus podzemních vod v oblasti Karlovy Vary a okolí se zaměřením na minerální prameny vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom, 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 vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Bochově dne

_____ podpis

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Aleš Vacek

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Chemismus podzemních vod v oblasti Karlovy Vary a okolí se zaměřením na minerální prameny

Název anglicky

Groundwater chemism in the Karlovy Vary and surroundings with a focus on mineral springs

Cíle práce

Zaměření na jednotlivé karlovarské minerální a termální prameny. Vyhodnocení a porovnání odebraných vzorků, jejich srovnání. Odběr, analýza a srovnání mariánskolázeňských studených pramenů. Léčivost pramenů v obou lokalitách. Vliv člověka na prameny a jejich využití.

Metodika

Z jednotlivých pramenů budou na vytipovaných místech odebrány vzorky, které budou podrobeny chemickému rozboru. Následně budou vzorky v jednotlivých lokalitách porovnány mezi sebou. Výsledky budou srovnávány s odbornou literaturou. Samostatným dílem práce bude vliv člověka na prameny a využití v lidský prospěch například v lékařství či potravinářství.

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

pramen, podzemní vody, chemismus, chemické složení, Karlovy Vary

Doporučené zdroje informací

- JANOŠKA, M. Mínerální prameny v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Praha: Academia, 2011. ISBN 978-80-200-1615-7.
- KRÁSNÝ, Jiří. *Podzemní vody České republiky: regionální hydrogeologie prostých a mínerálních vod*. Praha: Česká geologická služba, 2012. ISBN 978-80-7075-797-0.
- KVĚT, R. Mínerální vody České republiky: vznik, historie a současný stav. Třebíč: Akcent, 2011. ISBN 978-80-7268-862-3.
- PAVLÁSEK, J. Modelování proudění podzemní vody nad horizontálním a nakloněným nepropustným podložím. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T.G. Masaryka, 2010. ISBN 978-80-87402-06-1.
- PYTL, V., BRONCOVÁ, D. Podzemní vody České republiky. Praha: Milpo media, 2012. ISBN 978-80-87040-24-9.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 1. 2. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 2. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 22. 02. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D., za vedení mé práce. Nemalý dík patří také mojí rodině za projevenou trpělivost, podporu a pochopení

Chemismus podzemních vod v oblasti Karlovy Vary a okolí se zaměřením na minerální vody

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá chemismem podzemních vod v oblasti Karlovy Vary a okolí a zaměřuje se na minerální prameny. Obsahem práce je porovnání mineralizace, teploty a dalších chemických parametrů vybraných pramenů v lokalitě Karlovy Vary a Mariánské Lázně. Důležitou součástí je představení těchto oblastí a jejich využití. V metodické části je proveden vlastní výzkum u vybraných pramenů. Na základě zjištěných výsledků je vyhodnoceno, zda se vlivem koloběhu vody, přírody a člověka nemění mineralizace a teplota zkoumaných pramenů a shoduje se dříve zjištěnými údaji v oficiálních informačních zdrojích.

Klíčová slova: Karlovy Vary, Mariánské Lázně, chemické složení, minerální prameny, mineralizace, léčivost, vydatnost

Abstract

This bachelor's thesis deals with the chemistry of groundwater in the area of Karlovy Vary and its surrounding. A resume of this thesis is comparing the chemical composition of selected springs, mineralization and temperature of mineral springs in the area of Karlovy Vary and Mariánské Lázně. An important part is the presentation of these areas and their using. In the methodological part is done own research on selected mineral springs. Based on my results, it is evaluated if the mineralization and temperature is changed due to the water cycle, nature and people and if it coincides with the previously detected official resources.

Keywords: Karlovy Vary, Mariánské Lázně, chemical composition, mineral springs, mineralization, healing, water flow

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše.....	3
3.1 Karlovy Vary	3
3.1.1 Legenda o vzniku Karlových Varů	3
3.1.2 Slavní návštěvníci	5
3.1.3 Vývoj léčebných metod karlovarskou vodou.....	5
3.1.4 Léčivost pramenů	6
3.2 Mariánské Lázně.....	7
3.2.1 Slavní návštěvníci Mariánských Lázní	8
3.2.2 Léčivost pramenů	9
3.3 Podzemní voda.....	9
3.4 Minerální voda.....	11
3.5 Chemismus karlovarských pramenů.....	12
3.6 Chemismus mariánsko-lázeňských pramenů.....	13
3.7 Rozdíly mezi vodami a prameny na Karlovarsku.....	13
4 Metodika	16
4.1 Předběžné plánování	16
4.2 Výběr lokalit	17
4.3 Odběr vzorků	18
4.3.1 Odběr vzorků pro zjištění mineralizace pramenů, teploty a vydatnosti v Karlových Varech a v Mariánských Lázních.....	18
4.3.2 Odběr vzorků pro vyhodnocení kvality vody komplexním testem Aquatip 16v1 v Karlových Varech a Mariánských Lázních.....	26
4.4 Popis vlastností a chemických prvků zjišťovaných v minerálních vodách ..	29
5. Charakteristika studijního území.....	31
5.1 Popis zkoumaného území	31
5.2 Rozdělení z hlediska mapového	32
5.3 Geomorfologické rozdělení	33
5.4 Flora a fauna	33
5.5 Hydrologické rozdělení.....	34
5.6 Minerální prameny v Karlových Varech	35
5.6.1 Popis zkoumaných pramenů v Karlových Varech.....	36
5.7 Minerální prameny v Mariánských Lázních.....	39

5.7.1 Popis zkoumaných pramenů v Mariánských Lázních.....	40
6 Výsledky	42
7 Diskuse.....	46
8 Závěr	48
9 Seznam použité literatury:.....	49
10 Seznam obrázků	51
11 Seznam tabulek	52

1 Úvod

Oblast Karlových Varů je z geografického, ale i historického hlediska zajímavá oblast. Je velmi navštěvovanou oblastí s vysokou koncentrací minerálních pramenů. Nachází se zde značné množství minerálních zdrojů. Vlivem člověka, koloběhu vody, přírody a teploty se počet pramenů neustále mění. Prameny v této oblasti se liší složením a teplotou. Prameny mají v této oblasti na cestovní ruch, lékařství a jsou využívány i v potravinářství. Slouží především k léčení a koupelím. Minerální prameny v oblasti Karlových Varů jsou velikým lákadlem pro turisty a pacienty s různými nemocemi. Mají zásadní vliv na ekonomiku kraje pro vysokou koncentraci lázeňských měst. Veškeré prameny v dané lokalitě jsou považovány i za zdroje pitné vody. Studie a hodnocení chemického složení minerálních pramenů v oblasti Karlových Varů jsou pravidelně prováděny. V dnešní době zajišťuje všechna režimní měření Správa přírodních léčivých zdrojů a kolonád.

Cílem mé práce je porovnat vzorky s informacemi, které jsou již známy. Rozhodl jsem se pro zkoumání mineralizace, vydatnosti, teploty a chemického složení u dostupných pramenů. Aby si Karlovarský kraj zanechal svou oblíbenost mezi návštěvníky, je důležité, aby si minerální prameny zachovaly své chemické složení a mineralizaci, protože tím jsou považovány za léčivé a mají zdravé účinky na lidský organismus.

Tato práce je rozdělena do několika hlavních kapitol, kde nejdříve představím tuto oblast a léčivé účinky v kapitole literární rešerše, dále v metodické části provedu vlastní výzkum a popíši samotný způsob provedení. Následně provedu charakteristiku zkoumaného území a poté zhodnotím mé výsledky s již známými hodnotami.

2 Cíl práce

Cílem této práce je ucelit jednotlivé informace získané z regionální literatury a dalších dostupných pramenů. Seznámit se se situací a historií karlovarských pramenů, jejich chemickým složením, účinky a využitím. Cílem je také porovnat mineralizaci, vydatnost a teplotu vybraných pramenů. Hlavní otázkou mé práce je, zda se hodnoty shodují s odběry prováděnými odborníky ze Správy přírodních léčivých zdrojů a kolonád. Místa odběru budou rozdělena na oblast Karlovy Vary a Mariánské Lázně. Při hodnocení bude brána v úvahu možná minimální odchylka, z důvodu vlastního měření, aktuální teploty a podnebí. Na základě porovnání výsledků bude napsáno stanovisko, zda a do jaké míry se odebrané vzorky shodují s poskytnutými údaji. Při vyhodnocení bude posouzeno, zda se vlivem koloběhu vody, přírody a člověka mineralizace shoduje s poskytnutými údaji.

Výsledky této práce by měly posloužit především k porovnání již známých hodnot s hodnotami vlastního výzkumu.

3 Literární rešerše

3.1 Karlovy Vary

Karlovy Vary získaly jméno především díky lázeňství a blahodárným léčivým účinkům. Město Karlovy Vary je lázeňské, krajské a statutární město v okrese Karlovy Vary na západu Čech, v Karlovarském kraji. Leží 110 km západně od Prahy na soutoku Ohře a Teplé, kde vyvěrá většina horkých pramenů. Žije zde přibližně 46 tisíc obyvatel. Od roku 2021 je na seznamu Světového dědictví UNESCO v rámci položky Slavná lázeňská města Evropy. (Karlovarský kraj 2023)

Karlovarské prameny jsou jedním z projevů neutuchající tvořivé energie zemských hlubin. Již desetitisíce let zde vystupuje na povrch minerální voda, ohřívána právě teplem z tohoto zdroje. Z ní vyvěrá denně na 18 tun rozpuštěných minerálních solí, které spolu s působením tepla a plynného oxidu uhličitého vytváří jedinečný a neopakovatelný přírodní léčivý zdroj. Celá její zřidelní struktura je zakotvena v hloubce několika kilometrů pod povrchem země, kde dochází k tvorbě výsledného typu minerální vody. Jejich zdrojem je voda dešťová, prosakující pod zem při atmosférických srážkách. Pro lázeňské využití bylo nutné vodu zachycovat, a proto dnes můžeme zkoumat vybrané prameny. Zdroje minerálních vod však mohou být ohroženy vlivem lidské činnosti nebo i přírody. Už odedávna se provádí všelijaké měření, pozorování, zkoumání.

Symbolem Karlových Varů nejsou jen teplé minerální prameny, ale i lázeňské oplatky, alkoholický nápoj Becherovka, karlovarský porcelán Thun, ruční sklářská výroba Moser a světově uznávaný Mezinárodní filmový festival. Toto město je velmi navštěvované a oblíbené nejen pacienty, ale i slavnými osobnostmi.

3.1.1 Legenda o vzniku Karlových Varů

V srdci Evropy, na západě Čech, mezi Krušnými horami a Slavkovským lesem, se ve 14. století často proháněl český král Karel IV. na koni. Karel IV. býval nejdříve hostem na hradě Loket. V hlubokých lesích se vyskytovalo hodně zvěře, a proto tato oblast byla vhodná pro lov. Když král pronásledoval jelena po lese, jelen před ním přeskočil výšinu a Karel IV. uviděl malé jezírko, ze kterého stoupala horká

pára. Sestoupil k jezírku a uviděl, jak z něj tryskají vroucí prameny. Královi psi se opařili a Karel IV. hned zanechal lovu a pověřil svého dvorního lékaře Baiera, aby nechal prozkoumat složení vody v jezírku. Bylo zjištěno, že voda je léčivá. Král nechal jezírko vyčistit a k pramenům se začali chodit léčit lidé. Pramen byl nevídaně silný, a proto nesl název Vřídlo. Místo, kde král lovil jelena, který před ním utíkal a odkud skočil jelen, nazýváme Jelení skok. Císař si v bitvě u Kresčaku poranil nohu a léčivá voda mu pomáhala od bolestí. Tato léčivá kúra probíhala ve skalách, kde lékař Baier nechal zhotovit kamennou vanu. V této vaně s vřídelní vodou mohl císař sedět a odpočívat. Později byla tato vana nazvána „kamenným stolcem“. Roku 1358 toto místo dostalo veškeré městské výsady, bylo nazváno Karlovy Vary, ale erb mu byl udělen až v roce 1370. Karel IV. město Karlovy Vary proslavil nejen svým jménem, ale nechal zde postavit i nemocnici a lovecký zámek, aby na toto místo mohl jezdit pravidelně. (Hulpach 2002)

Tato legenda je vyobrazena na Tržní kolonádě, kde se nachází obraz s touto legendou, kterou také připomíná Jelení skok, odkud skákal chytaný jelen. Již zmíněnou legendu si téměř každý návštěvník Karlových Varů se zájmem vyslechne či přečte.



Obrázek č. 1. Legenda o založení Karlových Varů vyobrazená na tržní kolonádě.

(převzato z www.karlovyvary.cz)

3.1.2 Slavní návštěvníci

Všechna města lázeňského trojúhelníku se mohou pyšnit svou vysokou návštěvností a slavnými pacienty. Některé lázeňské hotely používají návštěvu slavných hostů jako veliké lákadlo na turisty. Seznamy lázeňských hostů můžeme najít v literatuře o Karlových Varech nebo Mariánských lázních. Zvláštní oblibu si Karlovarský kraj získal mezi osobnostmi z oborů hudby, literatury a poezie. Mezi nejznámější patří jistě Johann Wolfgang von Goethe, Friedrich Schiller, Franz Josef I., ruský car Petr Veliký, Marie Terezie, Ludwig van Beethoven, Wolfgang Amadeus Mozart, Nikolaj Vasiljevič Gogol, Lev Nikolajevič Tolstoj, Karel Marx, ale také osobnosti současnosti např. Jude Law, Jackie Chan, Robert Redford, Renée Zellweger, Antonio Banderas, John Travolta. Jejich památku v nejslavnějších českých lázních připomínají desítky pamětních desek, pomníků, knih, historek a legend. (Vylita a kol. 2007)

3.1.3 Vývoj léčebných metod karlovarskou vodou

Lázeňská léčba prodělala dlouhý historický vývoj. Je pro nás neuvěřitelné, co byli schopni pacienti v dobách minulých podstoupit pro uzdravení.

V minulosti se objevovaly dva paradoxy. Zpočátku se jednalo výhradně o koupele a poté museli pacienti projít velice náročnou pitnou kúrou. Od založení města až do 16. století lázeňská léčba probíhala přemírou koupelí v termální vodě. Pacienti se při některých indikacích koupali 10 a více hodin denně. Dlouhé koupele vedly až k bolestivému rozpraskání pokožky, což bylo považované jako tehdejší cíl terapie, nemoc se měla vyplavit z těla. Proti pití vody měli lidé mnoho předsudků, hlavně se obávali usazení vřídelního kamene v trávicím traktu. Lékař Václav Payer jako první navrhnul pití minerálních pramenů. Ten vydal v Lipsku 1522 první knihu o karlovarské léčbě a síle pramenů. Doporučoval také způsob životosprávy, kolik vody za den vypít a kdy ji pít. Je označován jako „otec karlovarské léčby“.

Pitná kúra tak v 17. století začala převažovat nad koupelemi a vystřídal jí další extrém. Některé zdroje uvádí, že kolem roku 1750 pacienti vypili denně 50-70 koflíků minerální vody, což představovalo 6-8 litrů vody. Ta svým obsahem Glauberovy soli vyvolávala průjmy, od kterých se očekávala očista nemocného organismu. Mezi hlavní

osobnosti karlovarské balneologie řadíme doktora Davida Bechera, ten se balneologii věnoval celý život, prováděl chemické rozборы pramenů a zavedl celou řadu léčebných metod např. pití vody přímo u pramene, umírnil dávky vypité vody a doporučoval pohyb ve formě vycházek. K prudkému rozvoji lázeňství na bázi vědeckých poznatků a dlouholetých zkušeností došlo v 19. století. Současná úroveň lázeňství je v České republice jedna z nejvyšších na světě. (Janoška 2011)

Dnes můžeme být jen rádi, že nemusíme v termální vodě sedět až do rozpraskání kůže, ale jen příjemně tuto vodu popíjet z kalíšků a procházet se po lázeňské promenádě. Dnešní lázeňská péče a léčebné metody jsou na vysoké úrovni, každý rok vyléčí mnoho nemocí a problémů pacientů, kteří přijíždějí do lázní z velkých dálek. V další kapitole se dozvíme o léčivosti pramenů.

3.1.4 Léčivost pramenů

Karlovarské prameny jsou většinou termální a teplé. K pitné kúře se jich používá 15. Složením jsou většinou podobné, ale mají rozdílnou teplotu. Chladnější prameny mají většinou lehce projímavý účinek, prameny teplejší mají vliv tlumivý, zpomalují vylučování žluče i žaludečních šťáv.

Celková léčba v Karlových Varech je sestavena z pitné kúry karlovarskými přirozeně teplými minerálními prameny, z vhodné diety a z doplňujících balneologických a fyzioterapeutických léčebných procedur. Každý pacient při návštěvě sanatoria v Karlových Varech, navštíví lázeňského lékaře a ten mu naordinuje pitnou léčbu, která se provádí pitím předepsaného množství vody u pramenů v celkové denní dávce 600-1500 ml, a to denně po dobu 3-4 týdnů. Každá léčba je specifická, např. osoby s operovaným žaludkem pijí vodu půl hodiny, ostatní až 1 hodinu před jídly ráno, večer a podle potřeby i v poledne. Pokud pacienti nemají operované žaludky, pijí mnohem menší denní dávku. Minerální prameny se pijí pomalu ze speciálně upravených pohárků a pití by mělo být doprovázené chůzí. Teplota pramene se podle zkušeností volí tak, že prameny méně teplé, tedy ty co se více blíží k tělesné teplotě, se předepisují spíše při zácpě a teplejší při sklonu k průjmům. (Šolc 2000)

K lázeňským procedurám jsou využívány místní přírodní léčivé zdroje:

- termální minerální voda - k pitné kúře, koupelím a výplachům
- přírodní plyn - k injekční aplikaci a suchým koupelím

Pacienti přijíždějí do Karlových Varů, aby si zde léčili nemoci trávicího ústrojí např. některá onemocnění žaludku, jícnu a střev, vředové choroby žaludku a dvanácterníku, střevní poruchy funkční, nespecifické záněty střev - Crohnova choroba, stavy po operacích střev, žaludku, žlučníku a žlučových cest, chronická onemocnění jater a žlučníku. Dále pak poruchy výměny látkové, mezi které řadíme cukrovku, nadváhu, obezitu nebo dnu. K nemocem pohybového ústrojí patří např. degenerativní poruchy páteře a velkých kloubů, funkční poruchy páteře a také zubní onemocnění jako je paradontóza. (Fikar 2015)

3.2 Mariánské Lázně

Mariánské Lázně najdeme v okrese Cheb v Karlovarském kraji, leží 27 km jihovýchodně od Chebu. Toto město si vybralo za svůj domov přibližně 12 tisíc obyvatel. V této oblasti se nachází tzv. lázeňský trojúhelník a Mariánské Lázně jsou jedno ze tří měst, které do něj patří. Od roku 2021 jsou na seznamu Světového dědictví UNESCO.

Na území Mariánských Lázní dříve byly bažiny a toto místo bylo zcela pusté. Léčivé účinky minerálních pramenů se začaly ukazovat a lidé o nich začali hovořit. Na toto místo začali přijíždět lidé z různých koutů země a nemocní se u pramenů začali léčit. Klášterní představitelé z nedalekého kláštera nechali vyčistit prameny a přizpůsobili okolí návštěvníkům. Opravili cesty a začali zde stavět. O vznik lázní se významně zasloužil doktor Johann Josef Nehr – klášterní lékař, který v roce 1779 přesvědčil opata a několik mnichů, aby zkusili lázeňskou kúru. Po této zkušební kúře bylo zjištěno, že voda v nepatrném množství několikrát denně podávaná upravila trávení, povzbudila chuť k jídlu a přinesla opatovi a mnichům klidné spaní.

Mariánské Lázně svůj název Marienbad dostaly podle první lázeňské budovy postavené u Mariina pramene. Mariin pramen byl dříve označován za Smradlavý pro svůj pronikavý zápach. Další verze dnešního názvu je však podle Mariánského obrazu,

který blízko pramene údajně připevnil voják vracející se z války. Tento voják chtěl tímto gestem poděkovat za svá vyléčená zranění. O další rozvoj lázní se zasloužil tepelský opat Karel Kašpar Reitenberger, který počátkem 19. století začal s výstavbou lázeňských domů a pavilonů.



Obrázek č. 2. Mariánský obraz poblíž Mariina pramene. (fotografie vlastní)

3.2.1 Slavní návštěvníci Mariánských Lázní

Mezi nejznámější návštěvníky patří jistě německý básník Johann Wolfgang Goethe, ten navštívil Mariánské Lázně v roce 1820. Básník sem zavítal ještě dvakrát a prožil zde v roce 1823 svůj pozdní milostný román s mladou šlechtičnou Ulrikou von Levetzow. Goethe svými návštěvami toto město proslavil. Do lázní se pak začala sjíždět majetnější klientela. Operní skladatel Richard Wagner našel v Mariánských Lázních klid a inspiraci. Mariánské Lázně pravidelně navštěvovalo mnoho významných hostů, kteří se zasloužili o jejich věhlas ve světě. Mezi nejznámější návštěvníky patří František Josef I., Eduard VII., Ema Destinová, Antonín Dvořák, Thomas Alva Edison, Sigmund Freud, Fryderyk Chopin a T. G. Masaryk. (Oficiální webové stránky města Mariánské Lázně 2023)

3.2.2 Léčivost pramenů

Léčivé prameny, které v Mariánských Lázních vyvěrají, jsou studené železnaté kyselky, jejich teplota se pohybuje mezi 7 a 10 °C. V nejbližším okolí vyvěrá přes 100 minerálních pramenů, ve městě samotném pak kolem čtyřiceti.

Minerální prameny se užívají k inhalacím a k minerálním koupelím. Koupele snižují krevní tlak, zlepšují činnost srdce a ledvin, zlepšují prokrvení mozku a dolních končetin. K pitným kúram se používají prameny Křížový, Rudolfův, Karolinin, Lesní, Ambrožův a Ferdinandův.

V Mariánských Lázních se léčí nemoci pohybového ústrojí např. osteoporóza, stavy po ortopedických operacích. Dále pak nemoci ledvin a močových cest, nemoci dýchacího ústrojí, metabolická onemocnění, gynekologická onemocnění včetně léčby neplodnosti nebo onkologická onemocnění. (Fikar 2015)

3.3 Podzemní voda

Pod pojmem podzemní voda si můžeme představit vodu, která se přirozeně nachází pod zemským povrchem, nasycuje se a je v přímém styku s horninami. Považujeme ji za velmi cenný přírodní zdroj, který by měl být chráněn před znečištěním a využíván tak, aby byl nadále udržitelný. Podzemní vody jsou největším a zároveň nejcitlivějším sladkovodním zdrojem, jehož primárním využitím by mělo být zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

Podzemní vodou je i voda ve studních, ve vrtech, či voda vyvěrající z pramenů. Z pohledu geologického, resp. hydrogeologického, jde o vodu pod zemským povrchem, v nasycené zóně. Podzemní vody představují tu část povrchových vod, kde vyplňuje všechny dutiny zvodněných hornin a je ohraničena svým horizontem. Ostatní vody pod povrchem, které této definici neodpovídají, jsou vody podpovrchové. Podzemní vody ve srovnání s vodami povrchovými mají méně rozkolísané fyzikálně chemické složení (stálá teplota, nepřítomnost kyslíku nebo minimální koncentrace kyslíku, zvýšená koncentrace železa a manganu, vysoké koncentrace oxidu uhličitého, minimální koncentrace organických látek, mikrobiologické oživení těchto vod je téměř vyloučeno. (Dohányos a kol. 1998) Podzemní voda tvoří okolo 20 %

dostupných světových zásob sladké vody, využívá se často jako zdroj pitné i užitkové vody.

Podle Huberta Kříže (1983) podzemní vody lze dělit podle propustnosti horninového prostředí na průlinové, puklinové a krasové. Průlinové vody vznikají převážně vyplňováním prostor mezi usazenými horninami nebo zvětralinami (písky, štěrky, spraše atd.). Puklinové vody vznikají v puklinách, trhlinách a zlomech, které vznikly při usazování (vrstevnatosti) hornin. Podzemní vody, které se hromadí v propustných horninách nad nepropustnými vrstvami, proudí ve směru od vyšších poloh jejich hladin k nižším a odtékají v některých vhodných místech. V případě, že dochází k přirozenému a soustředěnému výtoku podzemní vody ze zvodněných hornin na zemský povrch, označuje se tento jev jako pramen. Nejde tedy o pouhé prosakování podzemní vody na povrch, které se projevuje zamokřením půdy, ale o soustředěný přirozený vývěr této vody. Prameny, které se vyskytují na území Karlových Varů a Mariánských Lázní se bude tato práce dále zabývat.

Jedna z charakterizujících vlastností pramenu je jeho vydatnost. Vydatnost pramene není stálá, ale během roku se mění. Některé prameny se dokonce mohou během roku ztrácet. Vydatnost pramene lze popisovat jako množství vody vyvěrající za sekundu. Kolísání vydatnosti pramene je v přímém vztahu ke kolísání hladiny podzemní vody. Hladina podzemní vody stoupá nebo klesá podle možnosti tvoření nových zásob podzemní vody. Klesá pak například nadměrným odčerpáváním, protože tvorba podzemní vody není během roku rovnoměrná a není ani rovnoměrná v různých geologických a hydrogeologických podmínkách, vydatnost pramene tedy kolísá. Další příčinou kolísání vydatnosti pramenů je roční období. V závislosti na délce cesty proudění podzemní vody je kolísání vydatnosti zpožděné oproti průběhu srážek. (Bear 1979) (Kříž 1988)

Vydatnost pramene se provádí pomocí měření. V zásadě je můžeme rozdělit do dvou skupin. Tou první z nich je přímé měření, tzv. objemové. Při tomto měření se voda zachytává do měrných nádob a vyhodnocuje se doba, za kterou se nádoba naplnila. Druhou skupinou je měření nepřímé, kdy přepočtem měřené veličiny určíme vydatnost na základě hydraulických rovnic. (Jandora a kol. 2001) Pro vyhodnocení ukazatelů vydatnosti pramenů v této práci byla použita první skupina měření tzv. objemové měření.

3.4 Minerální voda

Do podzemních vod spadají také minerální vody. Minerální voda je běžné označení pro vodu z podzemí, která má na rozdíl od prostých vod některé zvláštní chemické či fyzikálně-chemické vlastnosti. Jsou to přirozené přírodní směsi a roztoky různé koncentrace, jejichž složení podmínila řada činitelů. Minerální vodou se označuje také voda, která obsahuje v jednom litru vody více než jeden gram minerálních látek či plynů. V Čechách rozeznáváme minerální vodu podle několika kritérií, kterými jsou například celkové množství rozpuštěných pevných látek, obsah oxidu uhličitého, teplota, radioaktivita, podle osmotického tlaku, také podle využitelnosti jako léčivé a podle obsahu některých důležitých látek (sirovodík, železo, arsen, jód aj.). (Janoška 2011) Karlovarské minerální vody vystupují na křižovatce několika hlubinných zlomů. Tyto zlomy jsou pokračováním oháreckého zlomu a dále pak navazují na karlovarské zřídelní linie. Teplota karlovarských pramenů je nejvyšší v místech hlavního výstupu vřídelních pramenů s nejvyšší vydatností. Karlovarské prameny vystupují při jižním okraji podkrušnohorského riftu tj. hlubinné struktury příkopové propadliny. (Kazda 1983)

Klasifikace minerálních vod:

Minerální vody zemské kůry lze podle původu rozdělit do dvou základních skupin:

1. vody pevninského původu
2. vody mořského původu

Minerální vody rozdělujeme na vody pevninské, které vznikly vsáknutím vody do podzemí a vody mořského typu, které vznikly z moří hluboko pod zemí. Tyto dvě základní skupiny minerálních vod se mohou také prolínat. K neznámějším vodám využívaných k léčebným účelům patří uhličitě vody s vysokým obsahem oxidu uhličitého, které mají vulkanický původ v mladších třetihorách. V sirovodíkových vodách nalezneme zapáchající sirovodík, vznikající obohacením vod o sirovodík, ten se tvoří při rozkládání pyritu v horninách. Hořkou příchut' mají síranové vody, které mají léčivé účinky na zažívání. Ve velkých hloubkách pod povrchem země se vyskytují vody mořského původu s obsahem chloridu a jódu. Železnaté vody obsahující velké množství dvojmocného železa, tyto kyselky však díky vylučování hydroxidů nebývají příliš využívány. Radioaktivní vody jsou obohaceny o chemický prvek radon a nacházejí se v Českém masivu a v Karlovarském kraji v Jáchymově.

Vody o teplotě vyšší než 20°C se nazývají termální. Na našem území má nejvyšší teplotu pramen Vřídlo o teplotě 73°C v Karlových Varech. (Janoška 2011)

Kvalitu vody určujeme podle množství rozpuštěných látek v pitné vodě. Tyto rozpuštěné minerální látky také ovlivňují náš zdravotní stav. Pitná voda je nezastupitelným zdrojem minerálních látek pro náš organismus. Je prokázáno, že nedostatek minerálních látek v pitné vodě může způsobit zvýšení rizika vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Za běžné hodnoty označujeme od 200 do 500 mg rozpuštěných látek v jednom litru vody. Za minimální hodnotu označujeme obsah rozpuštěných látek 150 mg/l, jako mez maximální pak 1000 mg/l. Pokud obsahuje hodnoty vyšší, řadíme je k vodám minerálním. Většina lidí si myslí, že pití minerální vody je zdravější než pití vody „normální“. Trvalé užívání minerálních vod však není vhodné z důvodu přílišného zatěžování ledvin. Proto je pití minerálek doporučováno jen na krátký čas a v omezeném množství.

Mezi další zkoumaný ukazatel vody bude v mém výzkumu patřit pH. Stanovení pH se provádí pro všechny druhy vod, pH udává vztah mezi aktivitou vodíkových iontů v roztoku. Hodnota pH má mimořádný význam, protože ovlivňuje většinu fyzikálně-chemických, chemických a biochemických procesů probíhajících ve vodách. Závislost hodnoty pH na ročním období se projevuje především u vod stojatých (v létě je vyšší než v zimě). (Pitter 1999) PH je indikátor, který nám ukazuje na kyselost nebo zásaditost vody. Jeho hodnota závisí na obsahu rozpuštěných solí a rozpuštěného oxidu uhličitého. PH podzemních vod závisí na geologických vlastnostech hornin v daném místě. Pro pitnou vodu je povoleno pH mezi 6,5 a 9,5. U povrchových vod se pohybují hodnoty pH v rozmezí asi od 6,0 do 8,5. Hodnoty pH se u podzemních vod pohybují nejčastěji v rozmezí od 5,5 do 7,5. (Horáková a kol. 2003)

3.5 Chemismus karlovarských pramenů

Léčivost karlovarských vod je dána kombinací chemických a fyzikálněchemických vlastností. Její chemické složení je poměrně stálé, první analýza byla provedena v druhé polovině 18. století a dá se říci, že v porovnání s dnešními se příliš neliší. Karlovarské prameny se vyznačují jednotným chemismem

a jeden od druhého se liší jen minimálně. Karlovarské prameny s převahou hydrogenouhličitano-síranochlorido-sodných iontů se řadí do skupiny teplých alkalických Glauberových slaných vod. V podstatě jde o jedno a to samé zřídlo s několika vývody ochlazenými na různou teplotu od 73 °C po 30 °C. Z hlediska chemismu tato minerální voda obsahuje Na-HCO₃ SO₄ Cl, která je navíc sycena CO₂. Prameny vyvěrají v údolí říčky Teplá přibližně ve výšce 386 m.n.m. Skupina Vřídla, s dnešními čtyřmi vrty se do hloubky pohybuje v rozmezí 44 – 88 m na puklinách v krušnohorské žule, malé prameny mají vrty mělké v rozmezí 7 – 20 m. (Kazda 1983) Charakteristickým znakem je velmi nízký obsah železa a zvýšená přítomnost kyseliny křemičité a fluoru. Tyto prameny obsahují plynný oxid uhličitý, jehož objem několikanásobně převyšuje množství minerálních vod. Oxid uhličitý se pro svou vysokou teplotu zcela nerozpustí ve vodě. Horký oxid uhličitý proto tvoří s minerální vodou mechanickou směs, nadlehčuje ji a umožňuje její snadnější a rychlejší výstup. Výstup minerálních pramenů doprovází intenzivní srážení travertinů, což je důsledek rychlé změny fyzikálně-chemických podmínek (teploty, tlaku a hlavně ztráty CO₂) při vývěru horké vody na zemský povrch. Dohromady je možné najít v této oblasti až 100 pramenů. (Vylita 1984)

3.6 Chemismus mariánsko-lázeňských pramenů

V této oblasti se jednotlivé prameny na poměrně malém prostoru výrazně liší chemickým složením. Je to způsobeno tím, že vody v podzemí proudí různými typy hornin a za podstatného spolupůsobení rozpuštěného oxidu uhličitého se obohacují o rozdílné minerální složky. Voda obíhá nejčastěji pod povrchem v hloubce 30 – 50 m, což způsobuje, že všechny prameny jsou studené, s teplotou mezi 7 – 10 °C. Minerální prameny jsou bohaté například na vápník, hořčík, železo, oxid uhličitý nebo sůl, což znamená, že mohou pomoci při mnoha různých obtížích.

3.7 Rozdíly mezi vodami a prameny na Karlovarsku

Minerální a léčivé vody se nacházejí především na Karlovarsku. Nalezneme je zde na stovkách míst, mají velmi pestré složení a různou teplotu. Hlavním zdrojem pro tyto prameny je voda dešťová, prosakující pod zem při atmosférických srážkách.

Ta se při oběhu obohacuje o rozpuštěné soli a kysličník uhličitý, u termálních pramenů o sirovodík.

- **Karlovarské teplé prameny**

Teplé prameny vyvěrají z jednoho zřídla, které se nachází v hloubce asi 2000 m, zde se mísí s kysličníkem uhličitým a minerálními látkami. Vytváří se zde přetlak plynů a vodních par. Vřídelní kámen se usazuje při cestě na povrch. Nejznámější karlovarský pramen je Vřídlo, tryská z hloubky 2000 m až do výšky 12 m množstvím 2000 litrů za minutu vodu o teplotě asi 73 °C. Teplota pramenů se pohybuje od 30 °C do 73°C. Prameny obsahují průměrně 6 gramů minerálních solí na 1 litr vody. V Karlových Varech můžeme najít přibližně 79 pramenů, z nichž je aktuálně uváděno 15 k pitné kúře. Počty se každým rokem mění, protože jsou stále objevovány nové prameny. Mezi minerální prameny, které se prodávají v obchodech, patří Mlýnský pramen. Jako další neoficiální pramen je někdy zmiňován mezi návštěvníky likér Becherovka. (Oficiální webové stránky města Karlovy Vary 2023)

- **Mariánskolázeňské prameny**

Mariánskolázeňské prameny spadají do oblasti Slavkovského lesa a Tepelské plošiny. Minerální vody se tvoří usazováním dešťových vod v hloubce 30 – 50 m, zde se mineralizují a sytí kysličníkem uhličitým, často i sirovodíkem. V této oblasti se nachází 100 pramenů, z toho přímo v Mariánských Lázních nalezneme 40 pramenů. Pouze 6 pramenů se používá k pitné kúře, mezi ně patří Křížový, Rudolfův, Karolinin, Lesní, Ambrožův a Ferdinandův. Teplota všech pramenů se pohybuje od 7 do 10 °C, jsou to tedy studené minerální vody. Mezi známé minerální vody, které si můžeme běžně koupit, patří například Excelsior.

- **Františkolázeňské prameny**

Františkolázeňské prameny zahrnují oblast Chebské pánve při údolí Slatinného potoka. Najdeme zde studené kyselky s vysokým obsahem minerálů i kysličníku uhličitého. Vznikají v artézské pánvi, tvořené pískovci, písky a jíly. Pramenů je přibližně 25, řadí se mezi studené, jejich teplota je 9 – 12,5 °C a vyvěrají většinou umělými vrty z hloubky asi 50 m.

- **Prameny Doupovských hor**

V této oblasti jde o prosté, slabě alkalické a železité kyselky. Nejznámější jsou zřídla v Kyselce s bohatým obsahem kysličníku uhličitého, z nichž je nejpopulárnější voda z pramene Mattoni. Tato voda se stáčí do lahví a prodává se jako populární minerálka.

- **Jáchymovské prameny**

Jáchymovské prameny se řadí mezi unikátní radioaktivní vody, vyvěrající v podzemí bývalého dolu Svornost. Prameny mají teplotu přibližně 30 °C. Mají nízký obsah minerálů a plynů, ale vysoký obsah radonu. (David a Soukup 2001-2002)

4 Metodika

Bakalářská práce je rozdělena do několika částí, kterými jsou úvod (základní cíle práce), literární část (popis měst Karlovarského kraje – Karlových Varů a Mariánských Lázní, jejich historie, slavní návštěvníci, chemismus minerálních pramenů atd...). Dále pak metodická část bakalářské práce (popis vlastního výzkumu), analytická část (analýza zkoumaného území). A v závěru práce najdeme výsledky, diskuzi a závěr (celkové zhodnocení). Bakalářská práce je vypracována na základě průzkumů a rekognoskace terénu, jejichž výsledkem jsou odběry vod, výsledky odběrů jsou znázorněny pro porovnání v přehledných tabulkách a dále pak i fotodokumentace k odběrům.

Hodnocení minerálních pramenů bylo provedeno v samotných městech a v domácím prostředí, celkově bylo hodnoceno chemické složení, teplota, mineralizace a vydatnost minerálních pramenů. Hlavním úkolem bylo vyhodnotit a srovnat je s již známými údaji o mineralizaci, vydatnosti, teplotě a chemickém složení zkoumaných karlovarských a mariánskolázeňských pramenů. Chemické složení bylo hodnoceno jen do míry možností ukazatelů testeru v domácím prostředí.

Odběry vzorků ze zájmového území probíhaly v únoru v roce 2023. Pro porovnání vzorků jsem použil již známé dostupné zdroje a své vlastní odebrané vzorky vody. Odběry provádí pravidelně Správa přírodních léčivých zdrojů a kolonád.

4.1 Předběžné plánování

Před samotným začátkem bylo provedeno prozkoumání celé oblasti Karlových Varů. Z odborné literatury a dostupných internetových zdrojů (www.karlovyvary.cz a www.marianskelazne.cz/) jsem si udělal prvotní přehled o polohách známých pramenů. V Karlových Varech se nachází kolem 79 pramenů a v Mariánských Lázních kolem 40 minerálních pramenů. Všechny nejsou dostupné veřejnosti a nejsou používány k pitné kúře. Veškeré prameny jsou přesně zmapovány v odborných knihách a na internetových stránkách měst. Z mapových podkladů jsem předběžně ověřil dostupnost pramenů a vybral lokality k odběru vzorků. Odběrná místa byla naplánována vzhledem k jejich geografické poloze, vhodné dostupnosti, atraktivitě a zejména, tak aby odebíraná voda měla charakter minerálních pramenů. Pro vlastní

odběr vzorků byly důkladně načteny návody pro samotný odběr a vyhodnocení vzorků.



Obrázek č. 3. Vlastní příprava před odběry. (fotografie vlastní)

Pro vlastní výzkum jsem si vybral ověření hodnot mineralizace pramenů v jednotkách mg/l, teploty v °C a vydatnost pramenů v jednotkách l/min. Pro odběry byly zakoupeny dva testery - komplexní tester kvality vody Aquatip 16v1, přístroj TDS-3 pro změření mineralizace a teploty pramenů, zkumavky a kbelík pro odchyt minerálních pramenů. Pro zkumavky byl vlastnoručně vyroben dřevěný stojan a stupnice na kbelík byla dopsána při vlastní přípravě na odběry.

4.2 Výběr lokalit

Odběrná místa byla rozdělena na 2 lokality – Karlovy Vary a Mariánské Lázně. Vzhledem k aktuálnímu zimnímu počasí nemohly být provedeny odběry u všech pramenů. Lokality byly vybrány tak, aby zahrnuly všechny dostupné prameny. Některé prameny jsou v zimních měsících uzavřeny nebo je průtok vody zastaven

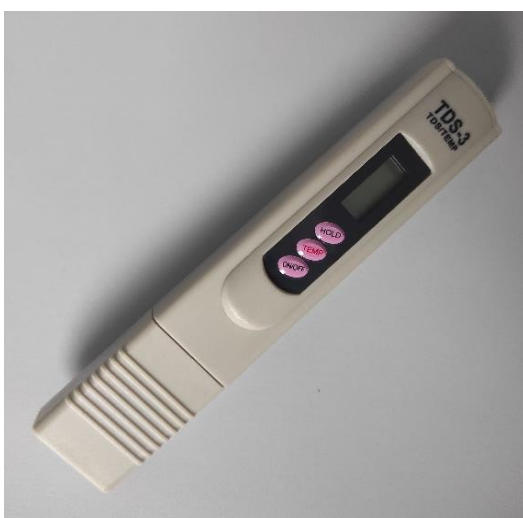
z důvodu možného zamrznutí. Počet odebíraných vzorků se liší v daných lokalitách z důvodů nepoměru počtu pramenů a teploty pramenů.

4.3 Odběr vzorků

Použité přístroje pro vlastní odběry:

Tester TDS3 – pro zjištění celkového obsahu rozpuštěných látek ve vodě

Tester Aquatip 16v1 – pro zjištění 16 zkoumaných faktorů kvality vody



Obrázek č. 4. Tester TDS-3.
(fotografie vlastní)



Obrázek č. 5. Tester Aquatip 16v1.
(fotografie vlastní)





4.3.1 Odběr vzorků pro zjištění mineralizace pramenů, teploty a vydatnosti v Karlových Varech a v Mariánských Lázních






Při odběru vzorků v obou lokalitách byl proveden záznam o odběru, tzn. číslo odběrného místa, název odběrového místa viz. tabulka č. 1, datum a čas odběru byl zaznamenán do archu.






Odběr, měření a fotodokumentace byly provedeny v Karlových Varech u všech pramenů osobně do sterilních 12ml zkumavek dne 08.02.2023 v době mezi 09:00 - 13:00 hod.


Počasí bylo jasné, slunečné s venkovní teplotou pohybující se v rozmezí -4,0 °C až -3,5 °C, atmosférický tlak byl okolo 1000 hPa a vlhkost cca 95 %.

Při výzkumu byl použit 8 l transparentní kbelík se stupnicí, 12 ml sterilní zkumavky, přístroj na měření mineralizace a teploty vody TDS-3, stopky, mapa pramenů, psací potřeby. Veškeré údaje byly ihned zaznamenávány do tabulky.

Karlovy Vary		
Číslo odběrného místa	Název pramene	Fotografie pramenů
1	Vřídlo	
2	Karel IV.	
3	Zámecký pramen Dolní	
4	Zámecký pramen Horní	

5	Tržní	
6	Mlýnský	
7	Rusalka	
8	Kníže Václav. I.	
9	Libuše	

<p>10</p>	<p>Skalní</p>	
<p>11</p>	<p>Svoboda</p>	
<p>12</p>	<p>Sadový</p>	
<p>13</p>	<p>Štěpánka</p>	
<p>14</p>	<p>Hadí</p>	


15	Železnatý (mimo provoz)	
-----------	--------------------------------	---






Tabulka č. 1. Označení, název a fotografie pramenů. (fotografie vlastní)

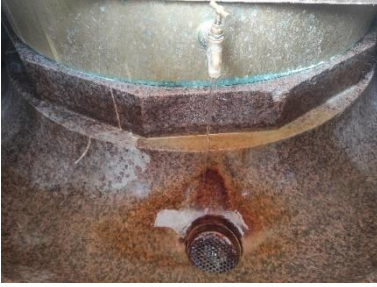




Odběr, měření a fotodokumentace byly provedeny v Mariánských Lázních u všech pramenů osobně do sterilních 12ml zkumavek dne 10.02.2023 v době mezi 08:00 - 15:00 hod.

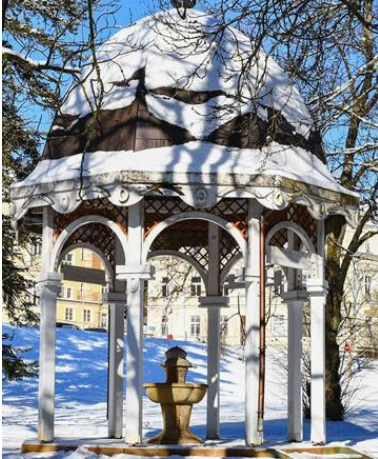
Obloha byla zatažená, venkovní teplota se pohybovala v rozmezí -1 °C až 0°C, atmosférický tlak byl okolo 1000 hPa a vlhkost cca 83 %.

Při výzkumu byl použit 2 x 8l transparentní kbelík se stupnicí, 12 ml sterilní zkumavky, přístroj na měření mineralizace a teploty vody TDS-3, stopky, mapa pramenů, psací potřeby.

Mariánské Lázně		
Číslo odběrného místa	Název	Fotografie pramene
1	Lesní 1	

<p>1.1</p>	<p>Lesní 2</p>	
<p>2</p>	<p>Rudolfův 1</p>	
<p>2.1</p>	<p>Rudolfův 2</p>	
<p>3</p>	<p>Karolinin</p>	
<p>4</p>	<p>Křížový</p>	

5	Ferdinandův	
6	Ambrožův	
7	Balbínův	
8	Eduard VII.	
9	Augustin	

<p style="text-align: center;">10</p>	<p style="text-align: center;">Alexandřin</p>	
<p style="text-align: center;">11</p>	<p style="text-align: center;">Mariin</p>	

Tabulka č. 2. Označení, název a fotografie pramene. (fotografie vlastní)

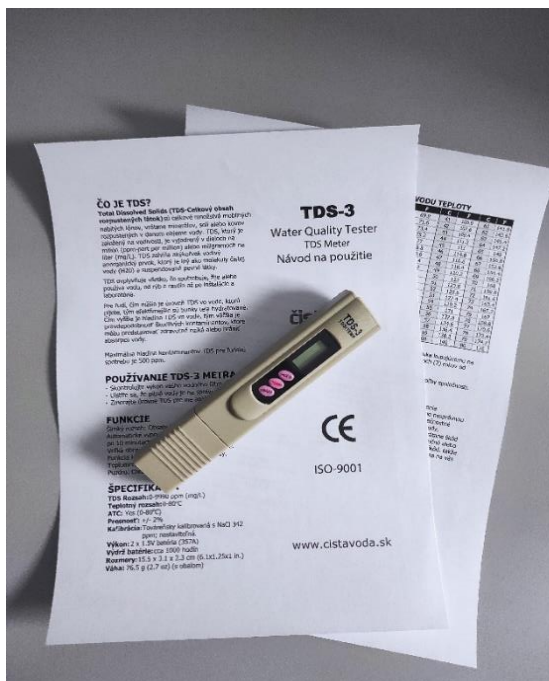
Postup

Samotný odběr probíhal v několika fázích

1. Výplach zkumavky předmětným pramenem.
2. Naplnění pramenem.
3. Popis zkumavky (nalepení štítku – KV modrá barva, ML červená barva).
4. Měření teploty pod tekoucí vodou přístrojem TDS3.
5. Měření průtoku - umístěním kbelíku pod vytékající pramen a současné zahájení stopování 1 min., pokud se u pramenu nacházely dva kohoutky, tak pod každým pramenem byl kbelík držen minutu a poté byla zapsána průměrná hodnota do archu), v případě, že si vydatnost vyžadovala větší nádobu, byl použit druhý kbelík.
6. Měření hodnoty mineralizace přístrojem TDS3 vložení do kbelíku s odebraným vzorkem, ponoření 5 cm (kbelík byl po každém odběru vypláchnut).
7. Průběžné zapisování hodnot do připravené tabulky.

Tester TDS3 má rozsah: 0-999 (mg/l). Měří teplotu v rozmezí 0-80 °C. Tester ukazuje hodnotu rozpuštěných látek ve vodě. Po ponoření do hloubky zhruba 5 cm se přístroj ustálí na naměřené hodnotě, pokud hodnota přesahuje číslo 999, ukazuje hodnotu x 10. Je možné tedy maximálně naměřit mineralizaci 9 999 mg/l.

Samotný výzkum této části probíhal přímo u pramene a výsledky byly zaznamenávány do připravené tabulky.



Obrázek č. 6. Tester TDS-3.
(fotografie vlastní)



Obrázek č. 7. Odběrová nádoba, stopky.
(fotografie vlastní)

4.3.2 Odběr vzorků pro vyhodnocení kvality vody komplexním testem Aquatip 16v1 v Karlových Varech a Mariánských Lázních

Příprava pomůcek na rozbor

1. Instalace odebraných vzorků ve zkumavkách do dřevěného stojanu (vzorky byly odebrány u testování přístrojem TDS3).
2. Příprava testů AQUAtip 16v1.
3. Příprava tabulky na zapisování hodnot a psací potřeby.

Postup samotného rozboru

1. Odzátkování vzorku.
2. Vložení reakčního proužku do zkumavky na 2 vteřiny.
3. Odložení reakčního proužku na dobu 30 vteřin.
4. Odečítání hodnot při denním světle, dle přiložené tabulky, viz. obr. č. 5.
5. Zápis hodnot do tabulky.

K samotnému testeru Aquatip 16v1 jsou přiložené testovací proužky a díky přehledné barevné tabulce s hodnotami zkoumaných složek, je možné rychle a přesně určit výsledek jednotlivých měření.

Testovací proužky dokáží změřit následující faktory vody: pH vody, volný chlor, tvrdost vody, celkové množství rozpuštěného chlóru, celková alkalita vody, množství rozpuštěného železa, mědi, olova, rtuti, chromu, bromu, fluoridu množství dusičnanů, dusitanů, uhličitany a kyselinu kyanurovou v mg/l. Všechny měřené složky jsou barevně rozlišeny na stupnici pro snadné odečítání výsledků. Výsledky byly odečítány co nejrychleji, abychom dostali přesné a správné výsledky (maximálně do 1 minuty). Zároveň byly porovnávány hodnoty z proužku se stupnicí při přirozeném denním světle, aby se zabránilo zkreslení výsledků.

Odběr vzorků probíhal spolu s testováním přístrojem TDS-3, vzorky byly odebrány do předem připravených zkumavek. Poté byly uloženy do dřevěného stojanu, nadepsány a odvezeny vlastním automobilem do domácího prostředí, kde probíhal další rozbor pomocí testeru Aquatip 16v1, dle návodu a předem připraveného postupu a instrukcí od výrobce.

Postup a přípravy se u obou lokalit shodovaly.

4.4 Popis vlastností a chemických prvků zjišťovaných v minerálních vodách

pH

Z anglického potential of hydrogen či latinského pondus hydrogenii či pontia hydrogenii, repektive potenciál vodíků. Logaritmickou stupnicí s hodnotami od 0 do 14 se určuje zda, vodné roztoky reagují kysele či zásaditě. Neutrální voda má hodnotu 7, vody kyselé menší než 7 a vody zásadité mají pH větší než 7.

Tvrlost

Vlastnost vyjadřující obsah nerostů, které jsou rozpuštěné ve vodě. Tvrlost vody má význam pro její další využívání (pitná voda, užitková voda). Tvrlost vody ovlivňuje také její chuťové vlastnosti.

Alkalita

Soubor bazických nebo také zásaditých látek rozpuštěných ve vodě, jsou to látky zabraňující náhlým změnám pH.

Uhličitany

Zvané také karbonáty, jsou soli kyseliny uhličitě. Vznikají odštěpením dvou atomů vodíku.

Dusitany

Označované také za nitrity, jsou soli kyseliny dusičné. Dusitany jsou součástí vody díky přirozenému koloběhu dusíku v přírodě.

Kyselina kyanurová

V upravovaných vodách nachází uplatnění jako UV stabilizátor chránící chlor proti rozkladu.

Chlor

V přírodě se nachází pouze ve formě sloučenin, v upravovaných vodách se užívá z důvodu, aby zabránil množení bakterií.

Brom

Značně reaktivní červený toxický prvek, v přírodě je přítomen ve formě sloučenin, kdy většina je rozpuštěná v mořské vodě.

Železo

Nejrozšířenější kovový prvek šedé barvy na zemi, který je v přiměřené míře pro lidský organismus důležitý. V opačném případě může mít negativní vliv na lidský organismus.

Chrom

Lesklý šedý kov, který je ve vodě téměř nerozpustitelný a v přírodě se nachází přirozeně, jeho vysoká koncentrace ve vodě působí na lidský organismus nežádostivě.

Měď

Ušlechtilý načervenalý kovový prvek. Ve vodách se běžně vyskytuje stopově a působí zde antibakteriálně. Občasně je měď využívána na výrobu kovových nádob, ve kterých udržuje vodu oproti okolí přirozeně chladnější.

Olovo

Stříbrnošedý těžký kov, jehož výskyt ve vodě je nežádoucí z důvodu jeho jedovatosti a negativnímu vlivu na lidský organismus.

Rtut'

Kapalný kovový prvek bílo stříbrné barvy, jedná se o těžký kov, který je vysoce toxický a představuje nebezpečí pro člověka i rostliny.

Fluorid

Fluoridy jsou soli kyseliny fluorovodíkové. Dříve se fluorovala pitná voda z důvodu snížení kazivosti zubů, v dnešní době se pro pochyby o kladném vlivu na lidský organismus do pitné vody již uměle nepřidává. (Greenwood a Earnshaw 1997)

5. Charakteristika studijního území



Obrázek č. 10. Mapa České republiky. (převzato z <http://www.mapaceskerekrepubliky.cz/mapa-kraju>)

5.1 Popis zkoumaného území

V Karlovarském kraji najdeme nejvíce lázeňských míst v České republice. V karlovarském okrese najdeme lázeňská místa Karlovy Vary a Jáchymov. V Kyselce byl ukončen lázeňský provoz po roce 1989. V okrese Cheb leží Mariánské Lázně, Františkovy Lázně a Lázně Kynžvart.

V této oblasti se rozprostírá tzv. lázeňský trojúhelník. Lázeňský trojúhelník zahrnuje 3 lázeňská města – Karlovy Vary, Mariánské Lázně a Františkovy Lázně. Tato města spojuje jedno velké bohatství na minerální prameny.

Karlovarský kraj se nachází na západě území České republiky. Karlovarský kraj byl vytvořen po rozdělení krajů Západočeského a Plzeňského. Na severu a západě uzavírá území republiky státní hranicí s Německem, na východě sousedí s Ústeckým krajem a na jihu s krajem Plzeňským. Tato oblast je velmi známou lázeňskou oblastí. Na území kraje najdeme nejznámější lázně Karlovy Vary, ale i Mariánské Lázně, Františkovy Lázně, Lázně Kynžvart a Jáchymov.

Karlovarský kraj je bohatý na různé přírodní útvary díky své geologické a geomorfologické rozmanitosti. Vysoká koncentrace turistických a historických památek je obrovským vábidlem pro turisty i lázeňské hosty.

5.2 Rozdělení z hlediska mapového

Karlovarský kraj se skládá ze 3 částí – okres Karlovy Vary, okres Sokolov a okres Cheb. V této práci se zabývám minerálními prameny v lázeňském městě Karlovy Vary, které se nacházejí v okrese Karlovy Vary a lázeňským městem Mariánské Lázně v okrese Cheb. Je to území velmi pestré a členité, které zahrnuje jak hory, tak rozsáhlé planiny a hluboká údolí řek, s velkým podílem lesů. (Oficiální webové stránky Karlovarského kraje 2023)

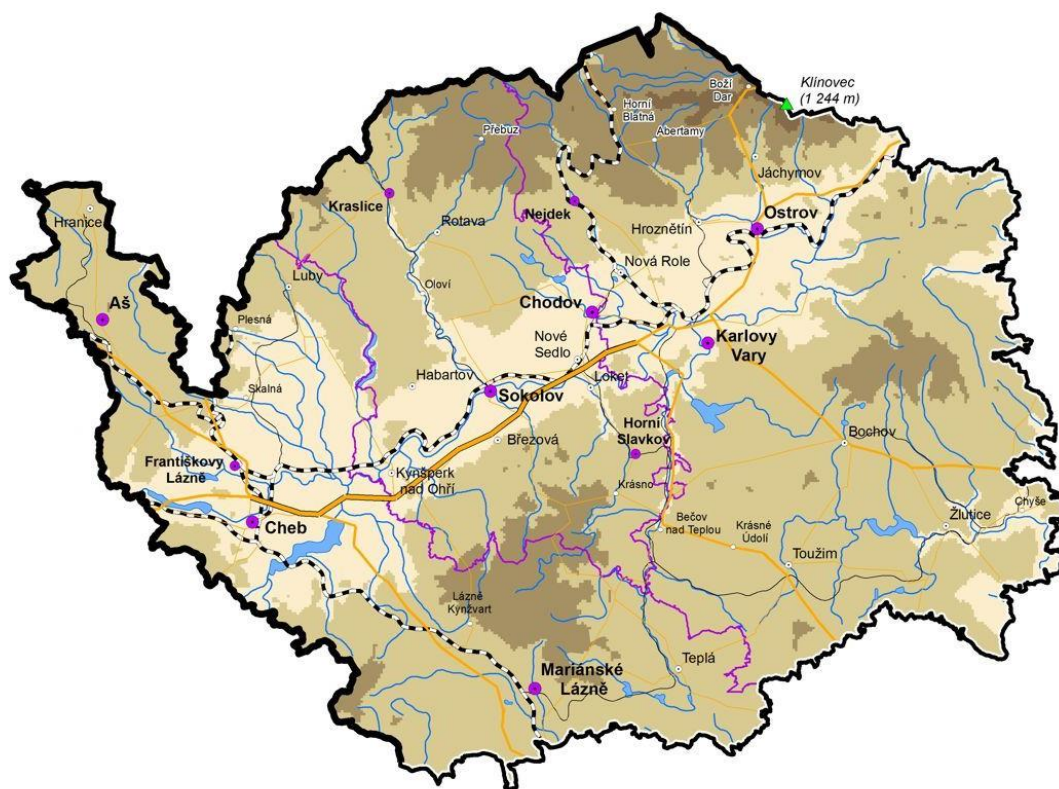


Obrázek č. 11. Mapa okresů Karlovarského kraje.

(převzato z <https://www.superchalupy.cz/ubytovani-karlovarsky-kraj>)

5.3 Geomorfolické rozdělení

Oblast Karlových Varů a Mariánských lázní se nachází na území Krušnohorské soustavy. Krušnohorskou soustavu zastupují především Smrčiny, Chebská pánev a Sokolovská pánev. Nejdeme zde také Slavkovský les a na západě kousek Doupovských hor. Jen velmi malé území Jáchymovska je součástí vlastních Krušných hor. 43,1 % jeho plochy je pokryto lesy. Nejvyšším bodem území je vrchol Krušných hor Klínovec 1 244 m n. m. v okrese Karlovy Vary, nejnižším bodem je hladina Ohře 320 m n. m. v Boči, okres Karlovy Vary. Podnebí v této oblasti charakterizuje mírně teplá oblast a chladná oblast na hřebenech Krušných hor.



Obrázek č. 12. Geografická mapa Karlovarského kraje.

(převzato z www.karlovyvary-region.eu)

5.4 Flora a fauna

Z pohledu flory a fauny můžeme říct, že Slavkovský les, je nejcennější oblastí. V převážně smrkových lesích najdeme i zbytky původních bučin s příměsí jedle. Proto bylo území Slavkovského lesa vyhlášeno za chráněnou krajinnou oblast. Vesměs druhotné smrkové porosty pokrývají dnes i další území Chebska, Sokolovska

a Karlovarska. Největší vrchovištní rašeliniště Slavkovského lesa (Tajga, Lysina, Paterák) se nachází v nadmořské výšce 800-900 m. n. m. Roste tu borovice blatka, rosnatka okrouhlostá, klikva žoravina, vlochyně aj. U Františkových Lázní se nachází rašeliniště Soos. Zde se vyskytují některé slanomilné rostliny. Mezi další zajímavosti patří růst orchideje vstavače. V horním Poohří na Sokolovsku a Karlovarsku se místy uchovaly malé ostrůvky dubových a bukových lesů a také bory s podrostem borůvky a vřesu.

Fauna je zastoupena většinou běžných druhů, jako jsou v lesích veverka, kuny, jezevci, lasice, srnci a černá zvěř, ve vyšších polohách i jeleni a pouze v oborách daňci. Dosud tu přežívá i tetřivek obecný. V poslední době zde ubývá zajíců a koroptví, běžní jsou bažanti, vysazovaní do přírody většinou z umělých odchovů. U rybníků, jezírek a řek je častý racek chechtavý, čejka chocholatá, potápka malá a různé druhy kachen. V rybnících se chovají kapři, candáti, štiky, líni a další ryby.

5.5 Hydrologické rozdělení

Nejvýznamnějším tokem lázeňské oblasti je řeka Ohře, pramenící v Bavorsku, která odvádí vodu z většiny území kraje. Do jejího povodí patří také převážná část řek, říček a potoků. Má velmi čistou vodu. Z větších přítoků je možné jmenovat zleva Slatinný potok, Sázek, Plesnou, Libocký potok, Svatavu, Rolavu a Bystřici. Zprava Odpravu, Lipoltovský potok, Teplou aj. Mezi vodní nádrže patří největší Jesenická přehrada na Odravě a Skalka na Ohři, dále pak Stanovická přehrada na Lomnickém potoce u Karlových Varů a Žlutická přehrada na Střele. Jesenickou přehradu a Skalku lidé využívají k rekreaci a zbylé dvě slouží jako vodárenské nádrže. Najdeme zde hodně rybníků a menších rybníčních soustav, které jsou nejvíce situované v okolí Ostrova nad Ohří a Hroznětína, u Nové Role, Teplé nebo u Chodové Plané. Největší rybník je nazývá Amerika, poté následují Regent a Velký Rybník.

Průměrná teplota v této oblasti dosahuje 7,3 °C, nejteplejším měsícem v roce je červenec, kdy dosahuje průměrná teplota hodnoty 16,9 °C. Nejchladnějším měsícem je s průměrnou teplotou -2,1 °C leden. Průměrný roční úhrn srážek dosahuje 659 mm. Popisované území je nesmírně bohaté na minerální a léčivé vody, které tu vyvěrají ve stovkách zřidel a mají pestré chemické složení. (David a Soukup 2001-2002)

5.6 Minerální prameny v Karlových Varech

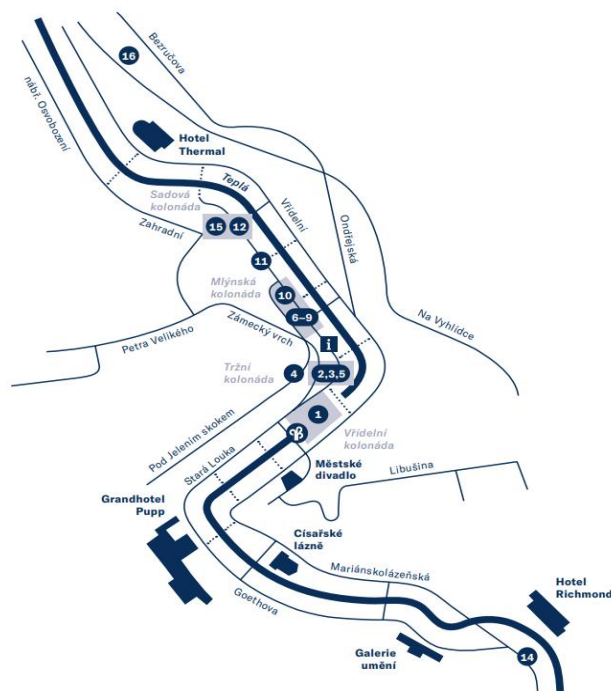
Ze zhruba 100 různých pramenů různé vydatnosti a teploty se jich dnes patnáct používá k pitné kúře. V minerální vodě je obsaženo velké množství hlavních, vedlejších i stopových prvků. Světově unikátní termální voda patří po chemické stránce mezi hydrouhličitano-chlorido-sírano-sodné termy s celkovou mineralizací kolem 6,2 g/l, pH o hodnotách 6,8 – 7,0 a obsahem rozpuštěného CO₂ mezi 250 – 1600 mg/l. Největším současným termálním pramenem je Vřídlo. Vřídlo vyvěrá vodu o teplotě necelých 73 °C až do výšky dvanácti metrů. Většina dalších pramenů se nachází podél toku říčky Teplá. Mezi další prameny Karlových Varů patří Pramen Kníže Václava I., Pramen Karla IV., Pramen Libuše, Pramen Tržní, Pramen Svoboda, Pramen Rusalka, Pramen Mlýnský, Pramen Zámecký dolní a horní, Pramen Skalní, Pramen Sadový a Pramen Hadí.

V Karlových Varech byly objeveny další prameny, které nejsou zatím vyhlášeny jako přírodní léčivé zdroje. Jsou jimi Pramen Štěpánka a Železnatý pramen. Chybějícím pramenem číslo 13 je plynový výron Dorotka, který momentálně slouží jako součást výzkumného měření tlakového pole CO₂ v západních Čechách. Když se podíváme na číslování pramenů, někdy je označován jako 13. známý karlovarský pramen likér Becherovka, ale tato informace není pravdivá.

PRAMENY / HEILQUELLEN SPRINGS / ИСТОЧНИКИ

- 1 Vřídlo
- 2 Karla IV.
- 3 Zámecký dolní
- 4 Zámecký horní *
- 5 Tržní
- 6 Mlýnský
- 7 Rusalka
- 8 Kníže Václav
- 9 Libuše
- 10 Skalní
- 11 Svoboda
- 12 Sadový
- 14 Štěpánka
- 15 Hadí
- 16 Železnatý *

* uzavřen / außer Betrieb / closed / закрыт



Obrázek č. 13. Mapa karlovarských pramenů.

(převzato z <https://www.pupp.cz/files/mapa-mineralnich-pramenu-karlovy-vary.pdf>)

5.6.1 Popis zkoumaných pramenů v Karlových Varech

Vřídlo (72-73 ° C).

Tento gejzír vydá za minutu průměrně 2000 litrů minerální vody. Je největším pramenem v Karlových Varech. Dnes je jediným pramenem využívaným ke koupelím. Vřídlo se užívá i při pitné kúře. V prostoru kolonády je umístěno celkem 5 nádob s vřídelní vodou o teplotách 72 °C, 57 °C a 41 °C. Sloupec vřídelní vody je díky tlaku schopen vytrysknout až do výšky 12 metrů.

Mineralizace: 6 450 mg/l, obsah CO₂: 400 mg/l, vydatnost 2 000 l/min.

Pramen Kníže I. (65 °C) a pramen Kníže Václava II. (58 °C).

Voda tohoto zřídla byla využívána k výrobě karlovarské léčivé soli. Koncem 18. století se prý svou vydatností a silou mohl tento pramen měřit s Vřídlem. Mineralizace: 6 280 mg/l, CO₂: 500 mg/l, vydatnost I.: 4 l/min. II.: 2 l/min.

Pramen Karla IV. (64 °C).

Léčivé schopnosti tohoto zřídla přispěly k rozhodnutí císaře Karla IV. Mineralizace: 6 070 mg/l, obsah CO₂: 250-450 mg/l, vydatnost 4,8 l/min.

Pramen Tržní (62 °C).

Pramen se od svého objevení několikrát ztratil a pak zase objevil.

Mineralizace: 6 180 mg/l, obsah CO₂: 500 mg/l, vydatnost 5 l/min.

Pramen Libuše (62 °C).

Původně se mu říkalo pramen Alžbětiných růží. Vznikl spojením 4 menších pramenů.

Mineralizace: 6 150 mg/l, obsah CO₂: 550 mg/l, vydatnost 3 l/min.

Pramen Svobody (60 °C).

Dříve se jmenoval Lázeňský, poté nesl jméno Františka Josefa I.

Mineralizace: 6 120 mg/l, obsah CO₂: 550 mg/l, vydatnost 5 l/min.

Pramen Rusalka (60 °C).

Dříve se jmenoval Nový pramen, jeho voda byla oblíbenější než ta z Mlýnského pramene.

Mineralizace: 6 300 mg/l, Obsah CO₂: 600 mg/l, vydatnost 4 l/min.

Pramen Mlýnský (56 °C).

Dříve byl využíván hlavně ke koupelím. Poté k pití. Vodu z toho pramene bylo možné koupit téměř ve všech lékárnách. Dnes si Mlýnský pramen bohužel již v lékárnách nekoupíme.

Mineralizace: 6 399 mg/l, obsah CO₂: 600 mg/l, vydatnost 4,5 l/min.

Pramen Zámecký dolní (55 °C) a pramen Zámecký horní (50 °C).

Mineralizace: 5 610 mg/l, obsah CO₂: 600 mg/l, vydatnost 2,5 l/min.

Pramen Skalní (53 °C).

Do roku 1845 vyvěral v říčce Teplé. Po terénních úpravách byla jeho voda přivedena do míst dnešní Mlýnské kolonády.

Mineralizace: 4 450 mg/l, obsah CO₂: 650 mg/l, vydatnost 2 l/min.

Pramen Sadový (47,4 °C).

Pramen se původně jmenoval Císařský pramen.

Mineralizace: 5 350 mg/l, obsah CO₂: 750 mg/l, vydatnost 2 l/min.

Hadí pramen (29,3 °C).

Patří mezi novější prameny, byl objeven roku 2001. Obsahuje méně minerálů než ostatní prameny, ale větší množství CO₂.

Mineralizace: 3 000 mg/l, obsah CO₂: 1 600 mg/l, vydatnost 1 l/min.

Pramen Štěpánka (pouze 15 °C).

Patří také mezi novější objevené prameny v roce 1993.

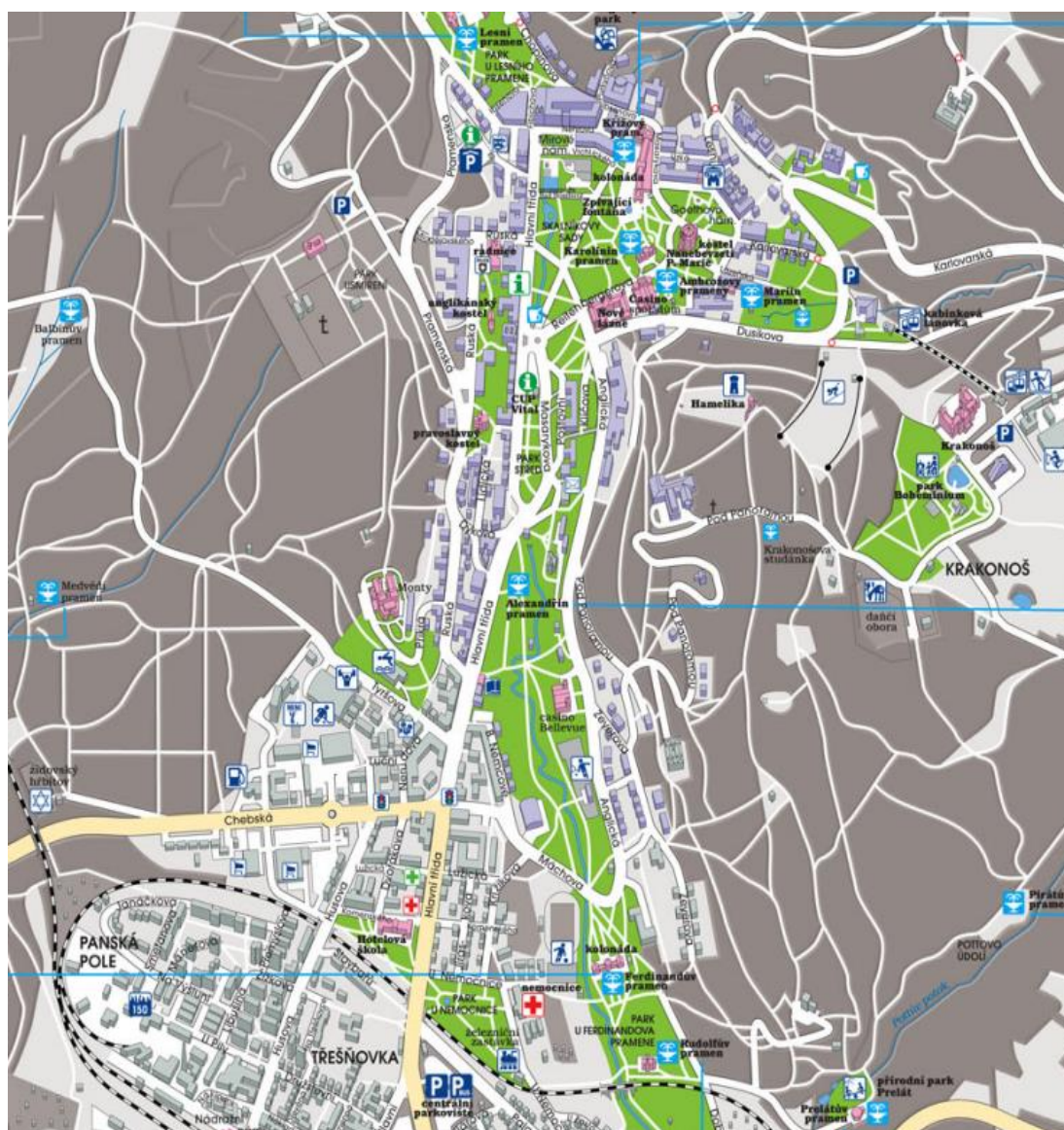
Mineralizace 6 700 mg/l, obsah CO₂: větší než 1 200 mg/l, vydatnost 0,2 l/min.

Pramen Dorotka

Veřejnosti není přístupný, je převážně suchý plynný výron doprovázený malým množstvím teplé vody. (David a Soukup 2001-2002)

5.7 Minerální prameny v Mariánských Lázních

V celé oblasti Mariánských Lázních je možné najít na 100 minerálních pramenů s obsahem oxidu uhličitého a minerálních solí, z nichž je zachyceno a využíváno kolem 40 pramenů. Jedná se především o studené železnaté kyselky, odlišného chemického složení. K pitným kúram se používá těchto šest hlavních pramenů: Křížový, Rudolfův, Karolinin, Lesní, Ambrožův a Ferdinandův. Mariin pramen, který dal městu název, je pouze vývěr plynu – oxidu uhličitého. Prameny a jejich léčivé účinky byly známy dávno před založením lázní obyvatelům okolních vesniček. K dalším pramenům Mariánských Lázní patří: Alexandřin, Antonínův, Balbínův, Hamelika, Medvědí, Pirátův, Prelátův, Srncí a Vlčí prameny.



Obrázek č. 14. Mapa pramenů v Mariánských Lázních.

(převzato z https://www.marianskelazne.cz/userfiles/prameny_1469689080.pdf)

5.7.1 Popis zkoumaných pramenů v Mariánských Lázních

Křížový pramen

Je nejznámější a jeden z nejdéle používaných pramenů ve městě. Původně se mu říkalo Slaný, podle typické chuti. Je silně mineralizovaný.

Mineralizace: 9 845 mg/l, obsah CO₂: 2 896 mg/l, vydatnost 1,1 l/min.

Rudolfův pramen

Tento pramen má vysoký obsah vápníku (233 mg/l), což ho předurčuje především pro léčbu ledvinových onemocnění, kterou proslavil Mariánské Lázně, uplatňuje se též při zánětech močových cest, cukrovce, dně a nadváze.

Mineralizace: 2 160 mg/l, obsah CO₂: 2 444 mg/l, vydatnost 16 l/min.

Karolinin pramen

Tento pramen bývá považován za nejchutnější.

Mineralizace: 1 690 mg/l, obsah CO₂: 2 600 mg/l, vydatnost 20 l/min.

Mariin pramen.

Pro charakteristický zápach po stopách sirovodíku se mu říkalo Smradlavý. Má nízkou mineralizaci.

Mineralizace: 290 mg/l, obsah CO₂: 2 864 mg/l, vydatnost 10,5 l/min.

Ferdinandův pramen

Tento pramen se svou slanou chutí a chemickým složením velmi podobá Křížovému prameni. Je silně mineralizovaný.

Mineralizace: 10 810 mg/l, obsah CO₂: 2 510 mg/l, vydatnost 15 l/min.

Lesní pramen

Dříve se mu říkalo Větrový, protože údajně způsoboval nadýmání.

Mineralizace: 3 620 mg/l, obsah CO₂: 2 630 mg/l, vydatnost 15 l/min. (Fikar 2015)

6 Výsledky

Mezi hodnocenými parametry byla srovnávána teplota, vydatnost, mineralizace pramenů byla testována vlastním přístrojem TDS-3 a chemické složení pramenů, které bylo možné určit v domácích podmínkách přístrojem Aquatip 16v1.

Naměřená teplota pramenů se v Karlových Varech liší minimálně, vyhodnotil jsem zanedbatelný rozdíl mezi odbornými zdroji, teplotou udávanou na tabulce přímo u pramene a vlastní naměřenou teplotou. Celkově tyto prameny patří mezi teplé minerální prameny. Viz. tabulka č. 3. Ve výsledku je rozdíl maximálně $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, což může být způsobeno aktuální okolní teplotou. V Karlových Varech se rozptýl teploty pramenů dle mého měření pohybuje v rozmezí od $11,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $71,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Což se shoduje s minimální odchylkou dle odborné literatury. V Mariánských Lázních se teplota pramenů dle mého měření pohybuje od $7 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tím se řadí mezi studené minerální prameny. Na tabulkách přímo u pramene teplota uvedená není. Odchylka u těchto studených pramenů byla v řádech desetinných. V měření teplot pramenů v Karlových Varech i Mariánských Lázních jsem nezaznamenal žádnou velikou anomálii, mé výsledky se shodují s hodnotami, které uvádím v teoretické části. Odchylka je minimální, může být způsobena okolní teplotou. V Mariánských Lázních je to odchylka v řádech desetinných a v Karlových Varech $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, tato odchylka je větší pravděpodobně z důvodu samotné podstaty teplých minerálních pramenů.

Vydatnost pramenů v Karlových Varech je od 1,7 do 5,5 l/min. Viz. tabulka č. 3. Samotné Vřídlo je těžce naměřitelné, je výjimkou, voda stříká do výšky 12 m a špatně se zachycuje. Má nejvyšší vydatnost 2 000 l/min. Vydatnost byla měřena pouze z jedné malé vázy u Vřídla.

Vydatnost mariánskolázeňských pramenů je mnohem vyšší než v Karlových Varech, pohybuje se v rozmezí od 1,5 do 20 l/min. Viz. tabulka č. 4. Odchylka u obou měst je opět minimální maximálně do 1 litru za minutu.

U zkoumání mineralizace v Karlových Varech jsem dospěl k vyhodnocení, že čím je teplota pramene vyšší, tím je vyšší mineralizace pramene. Čímž jsou unikátní prameny v Karlových Varech. Mají obrovský podíl mineralizace. Mineralizace se pohybuje v průměru okolo hodnoty 6 000 mg/l. Viz. tabulka č. 3. V Mariánských Lázních je mineralizace pramenů průměrně slabší, u některých pramenů je v rozmezí od 440 mg/l – 3 000 mg/l a ojediněle vystoupila hodnota až k 10 000 mg/l. Viz. tabulka

č. 4. Dle vlastních odběrů mohu říci, že se hodnota v obou městech shoduje s uváděnými hodnotami, odchylka je maximálně do 120 mg/l. Což je velice zanedbatelné, při tak vysoké mineralizaci pramenů v této oblasti.

Dále ukazují chemické složení, které bylo možné naměřit v domácím prostředí testrem Aquatip 16v1, který ukazoval 16 pozorovatelných faktorů, jako je tvrdost vody, olovo, dusičnany aj. Viz. tabulka č. 5. PH pramenů v Karlových Varech bylo v hraniční mezi vždy nad 8,4. Více tester není schopen zobrazit. Testerem byla zjištěna vysoká přítomnost minerálů, dále bylo zjištěno, že kovy jako železo, chrom, měď, olovo se ve vzorcích nevyskytují.

V Mariánských Lázních se pH pohybovalo od 7,2 – 7,8. Testerem byla také zjištěna vysoká přítomnost minerálů. Navíc se ukázal v těchto pramenech výskyt dusičnanů a dusitanů a také kovů jako je železo, chrom, měď, ale v malém stopovém množství. Viz. tabulka č. 6. Což je opět zanedbatelné pro můj výzkum. Chemické složení obou oblastí neukázalo žádné velké nedostatky nebo anomálie.

Celkově bylo zjištěno, že karlovarské prameny jsou znatelně teplotně vyšší než mariánskolázeňské. Teplota odpovídá možné minimální odchylce $\pm 0,1 - 2$ °C, může být způsobena vlivem aktuálního počasím. A také, že chemické složení minerálních pramenů nevykazuje žádné znehodnocení nebo nepřipustné škodlivé látky pro jejich užívání.

Časová dostupnost karlovarských pramenů je v porovnání s mariánskolázeňskými prameny lepší, z důvodu mapové návaznosti a blízkosti. ML jsou prameny více rozprostřené do okolí.

Mineralizace pramenů je u obou měst vysoká, je $10 \times$ až $50 \times$ vyšší než v pitné vodě z vodovodního řádu, záleží na hodnotách každého pramenu.

Všechny tyto prameny by odpovídaly normě ČSN 86 8000 O Minerálních vodách, která byla nahrazena - zákonem č. 164/2001 Sb. (Zákon o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů (lázeňský zákon).

LOKALITA: Karlovy Vary, kolonády Tržní, Mlýnská, Sadová, Zámecká, Vřídelní, altán pramene Sovoda, altán Aloise Kleina								
P.Č.	NÁZEV PRAMENE	TEPLOTA PRAMENE udávaná zdroji °C	TEPLOTA PRAMENE udávaná na tabulkách °C	TEPLOTA PRAMENE naměřená °C	VYDATNOST udávaná l/min	VYDATNOST naměřená l/min	MINERALIZACE udávaná mg/l	MINERALIZACE naměřená mg/l
1	Vřídlo	73,40	72,00	71,60	2000 gejzír	5,50 váza A	6450,00	6340,00
2	Karel IV.	65,80	64,00	62,70	4,80	4,75	6070,00	6140,00
3	Zámecký dolní	48,60	55,00	52,40	2,50	2,25	5610,00	5500,00
4	Zámecký horní	51,10	49,80	mimo provoz	1,50	mimo provoz	4450,00	mimo provoz
5	Tržní	63,80	61,00	59,80	4,90	4,75	6180,00	6220,00
6	Mlýnský	57,80	56,00	54,80	4,50	4,50	6399,00	6300,00
7	Rusalka	60,60	60,00	58,60	4 - 7	5,25	6300,00	6350,00
8	Kníže Václav I.	65,60	65,00	63,40	4,00	4,25	6280,00	6270,00
9	Libuše	61,50	62,00	60,10	3 - 5	3,25	6150,00	6220,00
10	Skalní	44,90	53,00	50,90	2,20	2,50	5900,00	5780,00
11	Svoboda	61,70	60,00	59,30	5,00	5,00	6120,00	6030,00
12	Sadový	39,10	47,40	45,80	1,50	1,50	5350,00	5460,00
13	Štěpánka	14,20	neuveďeno	mimo provoz	2,50	mimo provoz	6700,00	mimo provoz
14	Hadí	28,10	30,00	28,40	1,80	1,70	3000,00	3120,00
15	Železnatý	11,90	11,90	mimo provoz	1,80	mimo provoz	2200,00	mimo provoz

Tabulka č. 3. Výsledky hodnot teploty pramenů, vydatnosti, mineralizace. Karlovy Vary.

LOKALITA: Mariánské Lázně, kolonády pramene Rudolfova, Karolinina, Ferdinandova, pavilon Křížového pramene								
P.Č.	NÁZEV PRAMENE	TEPLOTA PRAMENE udávaná zdroji °C	TEPLOTA PRAMENE udávaná na tabulkách °C	TEPLOTA PRAMENE naměřená °C	VYDATNOST udávaná l/min	VYDATNOST naměřená l/min	MINERALIZACE udávaná mg/l	MINERALIZACE naměřená mg/l
1	Lesní 1	7,60	neuvádí se	7,30	15,00	14,50	3620,00	3610,00
1.1	Lesní 2	7,60	neuvádí se	7,30	15,00	14,50	3620,00	3610,00
2	Rudolfův 1	8,20	neuvádí se	8,10	16,00	15,25	444,00	440,00
2.1	Rudolfův 2	8,20	neuvádí se	8,10	16,00	15,25	2246,00	2200,00
3	Karolinin	7,50	neuvádí se	7,30	20,00	19,50	1651,37	1490,00
4	Křížový	9,10	neuvádí se	7,30	1,10	1,50	9845,00	9980,00
5	Ferdinandův	7,70	neuvádí se	7,20	15,00	15,00	9810,00	9780,00
6	Ambrožův	8,40	neuvádí se	8,30	11,00	11,75	469-563,55	520,00
7	Balbínův	8,70	neuvádí se	8,70	9,50	9,25	1304,96	1320,00
8	Edvard VII.	9,60	neuvádí se	9,60	13,00	13,25	5908,00	5830,00
9	Augustin	9,40	neuvádí se	9,30	14,00	12,75	7735,00	7690,00
10	Alexandřin	7,90	neuvádí se	7,90	12,00	11,75	5497,00	5510,00
11	Mariin	7,60	neuvádí se	mimo provoz	10,50	mimo provoz	290,00	mimo provoz

Tabulka č. 4. Výsledky hodnot teploty pramenů, vydatnosti, mineralizace. Mariánské Lázně.

LOKALITA: Karlovy Vary, kolonády Tržní, Mlýnská, Sadová, Zámecká, Vřidelní, altán pramene Sovoda, altán Aloise Kleina																
P.Č.	NÁZEV PRAMENE	pH	Alkalita mg/l	Kyselina kyanúrová mg/l	Uhlíčitany mg/l	Tvrđost mg/l	Chlór mg/l	Bróm mg/l	Dusičnany mg/l	Dusitany mg/l	Železo mg/l	Chróń mg/l	Měď mg/l	Olovo mg/l	Rtuť mg/l	Fluorid mg/l
1	Vřídlo	>8,4	>300	<30	>300	>1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<2
2	Karel IV	>8,4	>300	<30	>300	>1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<2
3	Zámecký dolní	>8,4	>300	30 - 50	>300	>1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<2
4	Zámecký horní	MIMO PROVOZ														
5	Tržní	>8,4	>300	30 - 50	>300	>1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<2
6	Mlýnský	>8,4	>300	30 - 50	>300	>1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<2
7	Rusalka	>8,4	>300	30 - 50	>300	>1000	0	0	<10	<1	0	0	0	0	0	<2
8	Kníže Václav I.	>8,4	>300	30 - 50	>300	>1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<2
9	Libuše	>8,4	>300	30 - 50	>300	>1000	0	0	<10	<1	0	0	0	0	0	<2
10	Skalní	>8,4	>300	30 - 50	>300	>1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<2
11	Svoboda	>8,4	>300	30 - 50	>300	>1000	0	0	<10	<1	0	0	0	0	0	<2
12	Sadový	>8,4	>300	<30	>300	>1000	0	0	<10	<1	0	0	0	0	0	<2
13	Štěpánka	MIMO PROVOZ														
14	Hadí	>8,4	>300	30 - 50	>300	>1000	0	0	<10	<1	0	0	0	0	0	<2
15	Železnatý	MIMO PROVOZ														
16	Srovnávací vzorek pitná voda	6,2	0	0	<40	50 - 100	<0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka č. 5. Výsledky vlastního chemického rozboru vody. Karlovy Vary.

LOKALITA: Mariánské Lázně, kolonády pramene Rudolfova, Karolinina, Ferdinandova, pavilon Křížového pramene																
P.Č.	NÁZEV PRAMENE	pH	Alkalita mg/l	Kyselina kyanúrová mg/l	Uhlíčitany mg/l	Tvrđost mg/l	Chlór mg/l	Bróm mg/l	Dusičnany mg/l	Dusitany mg/l	Železo mg/l	Chróń mg/l	Měď mg/l	Olovo mg/l	Rtuť mg/l	Fluorid mg/l
1	Lesní 1	7,2	120	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<10	<2	<1	0	0	0
1.1	Lesní 2	7,2	120	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<10	<2	<1	0	0	0
2	Rudolfův 1	7,8	>300	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<5	<2	<1	0	0	0
2.1	Rudolfův 2	7,8	>300	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<5	<2	<1	0	0	0
3	Karolinin	7,8	<120	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<10	<2	<1	0	0	0
4	Křížový	7,2	<80	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<25	<2	<1	0	0	0
5	Ferdinandův	7,8	<120	0	250 - 300	>1000	0	0	0	0	<10	0	<1	0	0	0
6	Ambrožův	7,2	>300	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<5	<2	<1	0	0	0
7	Balbínův	7,2	<120	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<10	0	<1	0	0	0
8	Edvard VII.	7,8	>300	0	250 - 300	>1000	0	0	0	0	<10	0	<1	0	0	0
9	Augustin	7,8	<40	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<5	<2	<1	0	0	0
10	Alexandřin	7,2	>300	0	250 - 300	>1000	0	0	<10	<1	<10	0	<1	0	0	0
11	Mariin	MIMO PROVOZ														
12	Srovnávací vzorek pitná voda	6,2	0	0	<40	50 - 100	<0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka č. 6. Výsledky vlastního chemického rozboru. Mariánské Lázně.

7 Diskuse

Cesta pro utváření karlovarských pramenů byla hodně dlouhá, a proto v důsledku osidlování lidí v okolí pramenů ztratily svou nespoutanost. Lidská činnost začala ovlivňovat vývěry pramenů a jejich vydatnost. Lidé měnili jejich umístění, začali používat tuto vodu pro vlastní prospěch a svým způsobem byli schopni ovlivňovat její tok. Bear (1979) a Kříž (1988) připisují klesání či stoupání vydatnosti pramene nerovnoměrné tvorbě podzemní vody například v závislosti na ročním období nebo množství srážek. Todd a Mays (2005) uvádí, že množství vody, které vytéká z pramenů, závisí na mnoha faktorech a je velice proměnlivé. Velikou roli zde hraje tlak vody v kolektoru. Pokud je tlak vody větší, úměrně stoupá i množství vody, které z pramene vytéká. Dalším důležitým faktorem je množství srážek a následná infiltrace vody. Tyto faktory mohou zapříčinit snížení množství vody přirozeně vytékající na zemský povrch. Pokud by byl jakkoliv ovlivněn vývěr pramenů v lázeňských městech, mělo by to veliký dopad na lázeňství a turismus v těchto oblastech.

Dnes představuje hlavní nebezpečí pro vodu kontaminace, těžba uhlí či jiných surovin nebo nové výstavby a osidlování. Naštěstí během dlouholetého vývěru voda nezměnila barvu ani charakter. Dle Davise (2010) je voda vytékající z pramene většinou čistá a průzračná. Zabarvení je ovlivněno místem, kde se voda pohybuje a kterým při své cestě podzemím prochází. Jsou ale i místa, kdy voda z pramene má načervenalou barvu, např. v jihozápadním Coloradu, což je důsledkem kontaktu vody s přirozeně se vyskytujícími minerálními látkami, jako například minerály železa a manganu, které jsou obsaženy v hornině. Tento jev můžeme také připisovat důsledkům sopečné činnosti v této oblasti.

V mé práci bylo zjištěno, že chemické složení, mineralizace, vydatnost a teplota odpovídá oficiálně udávaným výsledkům. Odchytky zjištění byly minimální a chemické složení pramenů odpovídá normám, které jsou dané při rozborech vody. Za velice důležitou považuji mineralizaci, která je jedinečná v Karlových Varech i v Mariánských Lázních. U některých pramenů se hodnota mineralizace blíží až k 10 000 mg/l. Což je hodnota velice vysoká v porovnání s běžnou minerální vodou, která je mineralizovaná 300-400 mg/l. Teplota karlovarských pramenů je velice zajímavý přírodní úkaz, kdy se prameny ohřívají na teplotu až 73 °C. A proto jsem

rád, že se tyto hodnoty a teplota nemění a můj výzkum ukázal stejné výsledky. Je to světový unikát, kterého si musíme vážit a opečovávat ho. V průběhu času je proto na místě kontrolovat a dělat rozborů minerálních pramenů, aby nedošlo k případné kontaminaci, nežádoucího zbarvení, znehodnocení pramenů nebo změně mineralizace. A proto je jen přínosem, že Karlovy Vary spolu s dalšími 10 lázeňskými evropskými městy, byly po mnohaletém procesu zapsány 24.07.2021 na Seznam světového dědictví UNESCO. Mezi další zapsané lázeňské město patří i Mariánské Lázně.

8 Závěr

Tvorba karlovarských minerálních pramenů probíhala mnoho a mnoho let. Poměrně dlouho trvalo, než člověk dokázal účinky minerálních pramenů náležitě ocenit. Srovnáním výsledků jsem dospěl k závěru, že hodnoty se různými vlivy přírody i člověka zatím nemění, že ačkoliv Karlovy Vary i Mariánské Lázně čelí různým možným vlivům, výsledky jsou srovnatelné s odbornou literaturou. Minerální prameny mají vysoký obsah minerálních prvků, čím jsou unikátem v této oblasti. Pro budoucnost budou stále velkým přínosem pro své léčivé účinky, nejen pro lidi, ale lékařství, potravinářství a turismus.

Chemické složení minerálních pramenů považuji za pitné, nezávadné. Svými parametry toto kritérium navíc převyšují pro jejich vysoký podíl mineralizace, užívání této vody může mít pozitivní vliv na zdravotní stav uživatele.

Cílem této bakalářské práce bylo sjednotit veškeré důležité a zásadní informace, které se karlovarského a mariánskolázeňského bohatství týkají. Jak z hlediska turistického, historického, geologického, chemického tak i z pohledu lékařství a využívání pramenů při rozborech vody. Měli bychom si uvědomit, že minerální prameny tu nemusí být napořád, ale že jde o zajímavý a léčivý přírodní úkaz, který je pro nás velmi přínosný.

9 Seznam použité literatury:

Knižní zdroje

- Bear J., 1979, *Hydraulics of groundwater*. 1. ed., New York, Osborne-McGraw-Hill.
- Biswas A. K., 1997, *Water resources: environmental planning, management, and development*. New York, McGraw-Hill.
- David P., Soukup V., 2001-2002, *Západočeské lázně*. Soukup a David ve spolupráci s firmou Mairs Geographischer Verlag s. r. o., Praha, 9-12 s.
- Davis M. L., 2010, *Water*. International ed., New York, Gardners Books.
- Dohányos a kol., 1998, *Čištění odpadních vod*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 1-3 s.
- Fikar V., 2015, *Karlovarský kraj, kraj světově známých lázní*. Media a. s., 9-12 s., 24-25 s., 9-33 s.
- Greenwood N. N. and Earnshaw A., 1997, *Chemistry of the elements*. 2nd ed., Oxford, Butterworth-Heinemann.
- Horáková a kol., 2003, *Analytika vody*. VŠCHT Praha, 79-81 s., 223-226 s.
- Hulpach V., 2002, *Báje a pověsti z Čech a Moravy, Karlovarsko*. 1. vyd., Praha: Libri s.r.o., 29-30 s.
- Jandora J. a kol., 2011, *Hydraulika a hydrologie*. Brno, CERM, 186 s.
- Janoška M., 2011, *Minerální prameny v Čechách, na Moravě a ve Slezku*. Nakladatelství Academica. Praha, 10-13s., 14-19s., 162-168 s.
- Květ R., 2011, *Minerální vody České republiky*. Akcent, Trebič, 11-16 s.
- Kazda I., 1983, *Proudění podzemní vody: řešení metodou konečných prvků*. Vyd. 1., Praha, SNTL, 230 s.
- Krásný J., 2012, *Podzemní vody České republiky: regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod*. Česká geologická služba, Praha.
- Kresic N., 2009, *Groundwater resources: sustainability, management, and restoration*. New York, McGraw-Hill.

Kříž H., 1983, Hydrologie podzemních vod. 1. vydání, Academia Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 292 s.

Kříž V., 1988, Hydrometrie. 1. vyd., Praha, VÚV.

Mays Larry W., 2001, Water resources engineering. 1st ed., New York, Wiley.

Pitter P., 1999, Hydrochemie. VŠCHT, Praha, 568 s.

Šolc P., 2000, Karlovarská lázeňská léčba a medicína na přelomu 20. a 21. století. 1. vyd., Praha, Galén, 92-94 s.

Todd D. K. and Mays L. W., 2005, Groundwater hydrology. 3rd ed., Hoboken, NJ, Wiley, 636 s.

Vylita B., 1984, Karlovarské prameny včera a dnes. Plzeň, Západočeské nakladatelství, 131-140 s.

Vylita B. a kolektiv autorů, 2007, Karlovy Vary – město lázní a pramenů. Mirror promotion s.r.o., 15-34 s.

Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) 254/2001 Sb.

Internetové zdroje

Oficiální stránky Ministerstva životního prostředí, 2023. Dostupné online:
https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/%24file/Z%20254_2001.pdf (zprístupněno 1/2023)

Průvodce Karlovými Vary, 2022. Dostupné online:
<https://www.karlovyvary.cz/sites/default/files/prirucka/kvpruvodce.pdf>
(zprístupněno 12/2022)

Oficiální stránky města Karlovy Vary, 2023. Dostupné online:
<https://www.karlovyvary.cz/cs/prameny> (zprístupněno 2/2023)

Oficiální stránky Karlovarského kraje, 2023. Dostupné online:
<https://www.kr-karlovarsky.cz/karlovarsky-kraj/o-kraji/zakladni-informace>
(zprístupněno 1/2023)

Oficiální stránky města Mariánské Lázně, 2023. Dostupné online:
<https://www.marianskelazne.cz/> (zprístupněno 1/2023)

Lněnicka P., Karlovy Vary, kolonády, prameny, 2007. Dostupné online:
<https://www.splzak.cz/cs> (zprístupněno 1/2023)

10 Seznam obrázků

Obrázek č. 1. Legenda o založení Karlových Varů vyobrazená na tržní kolonádě. (převzato z www.karlovyvary.cz).....	4
Obrázek č. 2. Mariánský obraz poblíž Mariina pramene. (fotografie vlastní).....	8
Obrázek č. 3. Vlastní příprava před odběry. (fotografie vlastní).....	17
Obrázek č. 4. Tester TDS-3. (fotografie vlastní).....	18
Obrázek č. 5. Tester Aquatip 16v1. (fotografie vlastní).....	18
Obrázek č. 6. Tester TDS-3. (fotografie vlastní).....	26
Obrázek č. 7. Odběrová nádoba, stopky (fotografie vlastní).....	26
Obrázek č. 8. Příprava na testování testerem Aquatip 16v1 a testerem TDS-3. (fotografie vlastní).....	28
Obrázek č. 9. Popsané zkumavky s odebranou vodou v Mariánských Lázních, stejným způsobem byly odebírány odběry pramenů v Karlových Varech. (fotografie vlastní).....	28
Obrázek č. 10. Mapa České republiky. (převzato z http://www.mapaceskerepubliky.cz/mapa-kraju).....	31
Obrázek č. 11. Mapa okresů Karlovarského kraje. (převzato z https://www.superchalupy.cz/ubytovani-karlovarsky-kraj).....	32
Obrázek č. 12. Geografická mapa Karlovarského kraje. (převzato z http://www.karlovyvary-region.eu/cz/).....	33
Obrázek č. 13. Mapa karlovarských pramenů. (převzato z https://www.pupp.cz/files/mapa-mineralnich-pramenu-karlovy-vary.pdf)	35
Obrázek č. 14. Mapa pramenů v Mariánských Lázních. (převzato z https://www.marianskelazne.cz/userfiles/prameny_1469689080.pdf)....	39

11 Seznam tabulek

Tabulka č. 1. Označení, název a fotografie pramenů. (fotografie vlastní).....	19
Tabulka č. 2. Označení, název a fotografie pramene. (fotografie vlastní).....	22
Tabulka č. 3. Výsledky hodnot teploty pramenů, vydatnosti, mineralizace. Karlovy Vary.	44
Tabulka č. 4. Výsledky hodnot teploty pramenů, vydatnosti, mineralizace. Mariánské Lázně.	44
Tabulka č. 5. Výsledky vlastního chemického rozboru vody. Karlovy Vary.	45
Tabulka č. 6. Výsledky vlastního chemického rozboru. Mariánské Lázně.	45