

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 5: Geologie a geografie

Vyhledávání přirozených vývěřů minerální vody v okolí lázní Teplice nad Bečvou

**Hana Koryčánková
Olomoucký kraj**

Hranice 2020

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 5: Geologie a geografie

Vyhledávání přirozených vývěrů minerální vody v okolí lázní Teplice nad Bečvou

Locating natural mineral water springs in the surroundings of Teplice nad Bečvou spa

Autor: Hana Koryčánková

Škola: Střední škola zemědělská a zahradnická Olomouc, U Hradiska
4, 779 00, Olomouc

Kraj: Olomoucký

Konzultanti: doc. Mgr. Milan Geršl, Ph.D., Ing. Tomáš Kostka

Hranice, 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracovala samostatně a použila jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Hranicích dne 6. 5. 2020

Hana Koryčánková

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat vedoucí správy Zbrašovských aragonitových jeskyní paní Barboře Šimečkové, díky které jsem se k této práci dostala. Nemalé díky patří doc. Mgr. Milanu Geršlovi, Ph.D. z Mendelovy univerzity v Brně za zajištění potřebného přístroje a také za cenné rady a připomínky, ale především za množství času, které mi obětoval. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Tomáši Kostkovi za čas, který mi věnoval při konzultacích. Rovněž děkuji kolegům z řad stálých zaměstnanců i brigádních pracovníků správy ZAJ, kteří nemalým dílem k výzkumu přispěli.

Anotace

Hranický kras je jediným hydrotermálním krasem s výskyty teplé minerální vody (kyselky) v České republice. Do popředí zájmu se v poslední době dostává díky Hranické propasti, která se nově stala nejhlubší zatopenou jeskyní světa. Hranická propast, ale i další jeskyně Hranického krasu jsou vyplněny teplou minerální vodou. Jedná se o stejnou vodu, která je využívána v nedalekých lázních k léčebným kúrám. Od středověku jsou známy také přirozené vývěry těchto vod v okolí lázní, ale i přímo v řečišti řeky Bečvy. Dodnes však tyto vývěry nejsou jednoznačně lokalizovány a zdokumentovány. Vzhledem ke specifickým vlastnostem kyselky (vysoká teplota, vysoká mineralizace) lze tyto vývěry snadno identifikovat i terénním měřením.

Klíčová slova

lázně Teplice nad Bečvou; Bečva; minerální voda; konduktivita; hydrotermální kras

Annotation

Hranice karst is the only hydrothermal karst with hot mineral water occurrence in the Czech Republic. It is well known for Hranice abyss which has recently become the deepest flooded cave in the world. Not only Hranice abyss but other caves in Hranice karst are filled with hot mineral water. It is the same water which is being used for curative procedures in near spa. Natural springs of mineral water in spa surroundings and also in the riverbed of Bečva river are known since Middle Ages. Up to the present day these springs were not completely located and documented. Considering mineral water's unique features (high temperature, high mineralisation) these springs can be easily identified by field measuring.

Keywords

Teplice nad Bečvou spa; Bečva river; mineral water; conductivity; hydrothermal karst

Seznam použitých zkratek

ZAJ – Zbrašovské aragonitové jeskyně

NPP – Národní přírodní památka

ROV – Remotely operated (underwater) vehicle (dálkově ovládaný podvodní robot)

NPR – Národní přírodní rezervace

LD – lázeňský dům

Obsah

1	Úvod	7
2	Hranický kras	8
2.1	Krasové jevy Hranického krasu	8
2.1.1	Zbrašovské aragonitové jeskyně	8
2.1.2	Hranická propast	9
2.2	Hydrotermální sintry	10
3	Minerální voda	13
3.1	Lázně	14
3.2	Prameny a vrty	15
4	Řeka Bečva.....	17
4.1	Limnigrafická stanice v Teplicích nad Bečvou	17
5	Metodika	19
5.1	Elektrická konduktivita	19
5.2	Měření elektrické konduktivity	19
5.2.1	Odběr vzorku	20
5.3	Charakteristika sledovaných lokalit	21
6	Výsledky	22
7	Diskuze	31
8	Závěr	33
9	Použitá literatura.....	34
10	Seznam obrázků a tabulek.....	35

1 ÚVOD

Cílem této práce bylo zdokumentovat přirozený přeliv minerálních vod (kyselek) do řeky Bečvy, který probíhá převážně na jejím levém břehu. Toho lze docílit měřením elektrické konduktivity vody (schopnosti vést elektrický proud), která vzrůstá s množstvím minerálního obsahu rozpuštěného ve vodě. Díky tomu je možné snadno určit přítomnost minerálních vod v prosté vodě řeky Bečvy. Paralelně lze také využít měření teploty vody. V chladném období roku jsou výrony minerálních vod zřetelně teplejší, v teplém období se rozdílly téměř vyrovnávají a měření teploty tak nemusí být dostatečně průkazné.

Pro měření bylo vybráno několik specifických bodů v řečišti Bečvy, které byly vytipovány z informací v literárních pramenech anebo přímo vytyčeny při řešení této práce. V rámci měření bylo také třeba zohlednit parametry vodního toku (stav a průtok vody), které mají na vývěry předpokládaný vliv, který je rovněž řešen v této práci.

Ani po téměř pěti letech lázeňského provozu v Teplicích nad Bečvou nebyly přirozené vývěry minerální vody, ani procesy doprovázející jejich přeliv do Bečvy nijak soustavně sledovány, či zmapovány, proto je jejich zdokumentování jedním z cílů této práce.

2 HRANICKÝ KRAS

Hranický kras je malé krasové území rozprostírající se na obou březích řeky Bečvy v blízkosti města Hranic v severovýchodní části geomorfologického celku zvaného kra Maleníku. Ostrovy vápence macošského a líšeňského souvrství, devonského, až spodnokarbonského stáří zde vystupují z mladších hornin a tvoří vápencové výchozy.

Kras je specifický pro svou polohu, leží na rozhraní dvou evropských geologických celků – Českého masivu a Západních Karpat, což sehrálo důležitou roli v jeho vývoji. Hranický kras byl tvořen dvěma procesy. Mimo klasické krasovění se na tvorbě krasu výrazně podílelo i krasovění hydrotermální, zvané též teplicové. Důsledkem tektonické činnosti došlo k znovuotevření hlubokých zlomů na styku geologických celků a úniku oxidu uhličitého do prosakujících povrchových vod za vzniku kyselých. Ty na vápencovou horninu působily silnou korozi a vytvořily unikátní krasové jevy a výplně. Oxid uhličitý se dodnes uvolňuje z hlubokých zlomů a prostupuje až na zemský povrch. Zde jej můžeme pozorovat v podobě plynových jezer v podzemních dutinách nebo jako bubliny v korytě řeky Bečvy (Hromas et al. 2009, s. 362).

2.1 Krasové jevy Hranického krasu

Nejvýznamnějšími krasovými jevy Hranického krasu jsou bezesporu Zbrašovské aragonitové jeskyně a Hranická propast (Hromas et al. 2009, s. 362). Oba tyto unikáty vznikly procesem hydrotermálního krasovění, čili krasovým procesem, kdy na krasovou horninu působí vlažná minerální voda nasycená oxidem uhličitým. Na rozdíl od klasického krasovění, kdy povrchová voda rozpouští horninu ve směru seshora dolů, probíhá hydrotermální krasovění naopak, tedy zdola nahoru. Tento atypický krasový proces také podmínil genezi specifických jeskynních výplní, tzv. hydrotermálních sintrů (Šimečková, Geršl, 2017).

2.1.1 Zbrašovské aragonitové jeskyně

Zbrašovské aragonitové jeskyně (ZAJ) jsou největším a také jediným veřejnosti zpřístupněným jeskynním systémem Hranického krasu. Jeskyně byly objeveny na přelomu let 1912–1913. V roce 1912 byla v obecním lomu Na Baránce dělníky odkryta puklina, ze které za mrazivého počasí vyrážel sloup teplé páry. Bádání se ujali bratři Josef a Čeněk Chromí, kteří se zajímali o okolní krasové jevy (Hromas et al. 2009, s. 364–365).

Následně byla puklina rozšířena a postupně bylo možné sestoupit 42 m hlubokým komínem do jeskynních prostor. Jak uvádí Chromý (1936): „Vniknutí do jeskyň se podařilo až roku 1913 Č. a J. Chromému.“ a následně potvrzuje i v dalším svém článku (Chromý, 1940). Zájem o bádání v nově objevených jeskyních stoupal, což dalo vzniknout spolku Sbor dobrovolných zbrašovských havířů. Těm se během jednoho roku podařilo objevit všechny hlavní prostory (Chromý, 1929). Postupně byly jeskyně opatřeny novým vchodem, betonovými schody a chodníkem, zábradlím a elektrickým osvětlením. Objevitelské a hornické práce vyvrcholily zpřístupněním jeskyní pro veřejnost v roce 1926.

V roce 2003 byly Zbrašovské aragonitové jeskyně vyhlášeny národní přírodní památkou (NPP). Pod ochranu spadají nejen jeskynní prostory, unikátní výzdoba, výplně a mikroklima, ale i povrch nad nimi. V letech 2003–2005 prošly jeskyně kompletní rekonstrukcí, kdy bylo vyměněno veškeré technické zařízení. Asi největším přínosem rekonstrukce byla instalace monitoringu zdejšího mikroklimatu včetně automatického odsávání zvýšených koncentrací oxidu uhličitého z návštěvní trasy (Hromas et al. 2009, s. 365).

Jeskyně vznikly procesem hydrotermálního krasovění, které se zasloužilo o vznik charakteristických výplní, jako jsou kuželovité raftové stalagmity, či kulovité povlaky sintru připomínající koblihy, a mikroklimatu s celoroční stálou teplotou okolo 14,5 °C a vysokými koncentracemi CO₂. Nejnižší partie jeskyní jsou trvale zaplaveny kyselkou, ze které se do jeskynního ovzduší uvolňuje oxid uhličitý a tvoří plynová jezera. Nad nimi v teplém a vlhkém prostředí v podobě bílých keříčků vykrytalizoval poměrně vzácný minerál aragonit (Kunovská, Šimečková, 2017, s. 33).

2.1.2 Hranická propast

Hranická propast je nejvýznamnějším povrchovým jevem Hranického krasu. Nachází se na pravém břehu Bečvy v Národní přírodní rezervaci Hůrka nad železniční stanicí Teplice nad Bečvou (Hromas et al. 2009, s. 366). Je nejhlubší propastí České republiky a nejhlubší zatopenou propastí na světě. Suchá část propasti sahá do hloubky 69,5 m, avšak to, co propast činí tak významnou, se skrývá hluboko pod hladinou. V září roku 2016 byla naměřena dosud rekordní hloubka zatopené části (404 m). Celková hloubka propasti tedy činí 473,5 m, dna stále nebylo dosaženo.

Neprozkoumané hlubiny propasti lákaly odvážlivce již od nepaměti. Pokusy o změření hloubky propasti byly rozmanité, přes ponory na nádech, spouštění olovnice z loďky až po podomácku vyrobené dýchací přístroje. Za počátek systematického potápěčského výzkumu na propasti za použití náležitých vybavení je považován rok 1963. Vzduchové přístroje v 80. letech nahradily ponory s heliovou dýchací směsí, které později vystřídaly přístroje s uzavřeným okruhem umožňující ponory do větších hloubek. Nejhlubšího lidského ponoru dosáhl polský potápěč Krzysztof Starnawski, který se potopil do hloubky 265 m. V extrémních hloubkách člověka nahradily hloubkové sondy a roboti. Poprvé byl na propasti dálkově ovládaný robot použit v roce 1995. V roce 2016 dosáhl robot ROV rekordní hloubky 404 m, díky čemuž se propast stala nejhlubší zatopenou propastí světa (Kunovská, Šimečková, 2017, s. 45–47).

Za enormní hloubkou propasti stojí způsob jejího vzniku – stejně jako nedaleké Zbrašovské aragonitové jeskyně byla vytvořena působením teplých, agresivních kyselk směrem zespoda nahoru. Termální vody vystupovaly z velkých hloubek a narušovaly okolní vápencovou horninu, dokud se koroze nedostala k povrchu, a strop vzniklé jeskyně se propadl. Vyjímaje vrstvy srážkové vody u hladiny je propast zatopena uhličitou kyselkou o teplotě 15–22 °C. Pod hladinou kyselky se tvoří stejná výzdoba, jakou lze pozorovat ve Zbrašovských aragonitových jeskyních, a to zejména v podobě raftových stalagmitů (Hromas et al. 2009, s. 366).



Obrázek 1: NPR Hůrka, Hranická propast. Foto Hana Koryčánková.

2.2 Hydrotermální sintry

Za sintry považujeme sekundární výplně jeskyní vzniklé vysrážením rozpuštěného uhličitanu vápenatého (CaCO_3) z roztoku infiltrovaných povrchových vod. Jak již název napovídá, hydrotermální sintry vznikají působením vod termálních. Na rozdíl od klasických sintrů potřebují hydrotermální sintry ke svému vzniku jezera stojaté vody (Geršl, Šimečková, 2002, s. 2).

Nejhojnějším zástupcem hydrotermálních sintrů v Hranickém krasu jsou raftové stalagmity – štíhlé kuželovité útvary vzniklé nahromaděním úlomků sintrové kůry na dně jezera kyselky. Tyto stalagmity byly původně nazývány gejírové. Údajně vznikaly při vývěrech minerální vody, kdy se okolo vývěru z odtékající kyselky měl vytvořit kužel usazeného sintru. Tato teorie byla dlouhodobě považována za správnou. V roce 1978 byly v Hranické propasti objeveny tzv. gejírové stalagmity ještě před druhotným stmelením. Později zde byla rozpoznána stádia vývoje a pozorován vznik stalagmitů.

Z následujících pozorování a analýz byla zformulována nová teorie o genezi gejzírových stalagmitů – podzemní dutina byla zaplavena jezerem minerální vody, která korozivně rozpouštěla vápencový masiv. Z nasyceného roztoku vykrystalizovala tenká sintrová kůra plovoucí na hladině (v anglické literatuře „raft“), ta byla následně proražena skapávající vodou a vzniklý otvor se opět zacelil. Tento proces se opakoval s každou novou kapkou, až spadané kůry vytvořily kužel. Kůrky byly následně druhotně stmeleny krystalky kalcitu vysráženými z roztoku. V důsledku zahlubování Bečvy docházelo ke snižování hladiny podzemních vod a stalagmity se ocitly na suchu, což způsobilo, že stále skapávající voda ve vrcholu stalagmitu vyhloubila egutační jamku. Pokud byl přívod vody zastaven, stalagmit zůstává bez jamky. Tyto útvary jsou v angličtině nazývány raft cones, odtud nový název raftové stalagmity (Šimečková, Geršl, 2013, s. 38–39, 42–44).



Obrázek 2: ZAJ, raftové stalagmity v zákoutí Turecký hřbitov. Foto Hana Koryčánková.

Dalším zástupcem hydrotermálních sintrů v Hranickém krasu jsou páskované, kulovité sintry nazývané koblihy, někdy také „hranický onyx“. Ty, stejně jako raftové stalagmity, vznikaly z minerálního obsahu rozpuštěného v jezeře minerální vody a jsou taktéž shodného chemického složení (oba druhy výzdoby jsou složeny z kalcitu). Koblihy vznikaly pravidelnou krystalizací rozpuštěného CaCO_3 na jeskynních stěnách pod hladinou jezera kyselky (Hromas et al. 2009, s. 363–364). Koblihy jsou tudíž rovněž jako raftové stalagmity řazeny mezi tzv. podhladinové hydrotermální sintry (Geršl, Šimečková, 2002, s. 3).



Obrázek 3: ZAJ, výzdoba tvořená koblíhami v Koblíhové síni. Foto Hana Koryčánková.

Teplé a vlhké ovzduší nad jezery minerálních vod podmínilo genezi poměrně vzácného minerálu aragonitu. Aragonit je tvořen uhličitanem vápenatým – má tedy totožné chemické složení jako kalcit. Od kalcitu se aragonit liší jinou krystalovou mřížkou (kalcit – klencová, aragonit – kosočtverečná). Důvodem, proč CaCO_3 začal krystalizovat v kosočtverečné soustavě, je nejspíš přítomnost iontů hořčíku v roztoku. Nejhojněji je aragonit zastoupen v největší prostře ZAJ – Jurikově dómu, kde na skalním štítě zvaném Opona tvoří jehlice dlouhé až 8 cm (Geršl, Šimečková 2002, s. 5–6).



Obrázek 4: ZAJ, Opona s krystaly aragonitu. Foto Hana Koryčánková.

3 MINERÁLNÍ VODA

Kyselka vyskytující se v Hranickém krasu je definována jako: „minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, termální, vlašná, hypotonická, hydrogenuhličitano-vápenatého typu“. Celková mineralizace se pohybuje okolo 2,8 g/l a obsahuje 2,1–3,2 g CO₂ na litr vody. Teplota této minerální vody se pohybuje okolo 22,5 °C (Kunovská, Šimečková, 2017, s. 1).

Vznik kyselky byl podmíněn znovuotevřením hlubokých zlomů na styku geologických celků a následným uvolňováním oxidu uhličitého do infiltrovaných vod (Geršl, 2016, s. 248). Hloubka, ve které dochází k obohacování vody o CO₂, není doposud známa. Dalo by se předpokládat, že minerální voda vzniká v hloubce, kde končí zkrasování horniny. Tedy tam, kam již nedosahují vápence a nachází se nepropustné podloží. Mocnost vápenců (a tedy i hloubku zkrasování) lze zjistit vrtným průzkumem, avšak v Hranickém krasu nebyla mocnost krasové horniny určena a podloží nebylo doposud zastiženo. Mocnost krasové horniny a charakter jejího podloží jsou tudíž známy pouze ze vzdálenějších lokalit (Geršl, Konečný, 2018, s. 76–77). Analýzy izotopů uhlíku v CO₂ prokázaly hlubinný původ plynu. Přesnější údaje přinesly analýzy helia, které potvrzují původ plynu, nebo alespoň jeho části, ve svrchním plášti Země (Geršl, 2016, s. 248). To ukazuje na skutečnost, že krasování prochází vápenci v celé mocnosti a kanály pro výstup CO₂ jsou vytvořeny i v nekrasovém podloží.

Minerální voda se vyskytuje jak ve Zbrašovských aragonitových jeskyních, tak i v Hranické propasti (Geršl, Konečný, 2018, s. 78). Je také hojně využívána k léčbě chorob srdce a krevního oběhu v lázních Teplice nad Bečvou. Ty jsou kyselkou zásobovány z balneologických vrtů, které se nacházejí přímo v areálu lázní (Kolonáda, 2018, s. 6).

Tabulka 1: Chemické složení minerální vody. Údaje převzaty z informační tabule: *Přírodní léčivý zdroj Kropáčův pramen (vrt RI)*, Teplice nad Bečvou.

Chemické složení (výťah z analýzy)			
Kationty [mg/l]		Anionty [mg/l]	
Na – sodík	92	F ⁻ – fluorid	1,98
K – draslík	9,9	Cl ⁻ – chlorid	45,9
Mg – hořčík	58,3	SO ₄ ^{-II} – síran	22,6
Ca – vápník	502	HCO ₃ ⁻ – hydrogenuhličitán	2070
Zn – zinek	0,011		
Mn – mangan	0,29	Radioaktivní součásti [Bq/l]	
Fe – železo	1,35	Ra – radium	1,93

3.1 Lázně

První zmínky o lázních pocházejí z roku 1520. Základ lázeňství zde roku 1553 položil majitel hranického panství Jan Kropáč z Nevědomí, který nechal vodní prameny, na které narazil při hledání železné rudy nedaleko Bečvy, svést do vydlážděné a zastřešené jámy. V následujících letech lázně sloužily především šlechtě. Rozvoj lázní byl zastaven třicetiletou válkou a v roce 1624 byly opuštěny.

V dobách, kdy hranické panství, a tudíž i lázně, patřily Dietrichsteinům, zažily lázně řadu vzestupů i pádů. Mezi významné momenty můžeme zařadit výstavbu nových lázeňských budov včetně budovy určené k vanovým koupelím, rozšíření areálu o stavby hostince a stájí a v neposlední řadě výstavbu kaple sv. Peregrina v roce 1775, kterou nechal zbudovat Karel Maxmilián z Dietrichsteina. Na počátku 19. století lázně opět upadaly. Znovu byly uvedeny do provozu v roce 1815 knížetem Františkem Josefem z Dietrichsteina. V této době se v lázních používal starý způsob koupelí – nemocný seděl ve vřídle a voda nebyla pro účel koupele ohřívána – a tak zbavována svého účinku. Po vzestupu v první třetině 19. století se opět dostavil úpadek. Následně nechala v roce 1865 lázně zrenovovat Gabriela, kněžna z Hatzfeldu, rozená z Dietrichsteina.

V roce 1901 byly opraveny lázeňské budovy a byla taktéž provedena regulace břehů řeky Bečvy. Další rozvoj lázní byl přerušen první světovou válkou. V roce 1924 dcera Gabriely z Hatzfeldu lázně prodala a majitelem se stala Okresní nemocenská pojišťovna, která Teplice nad Bečvou proměnila na moderní československé lázně. V době první republiky se lázně dočkaly velkého rozkvětu. V této době byla také vystavěna většina lázeňských budov, které známe dodnes. Tvář lázní byla obohacena o ozdravovnu pro muže a ženy (dnes LD Moravan), jednopatrový pavilon (LD Slovenka) a později byla doplněna o budovu grandhotelu Klíč (dnešní LD Janáček). Během 30. let prošly lázně rozsáhlou přestavbou pod vedením architekta Karla Kotase. V roce 1932 byl otevřen lázeňský dům Praha.

Po okupaci se rozvoj lázní opět zastavil. Roku 1940 byl provoz kompletně zastaven a lázně byly zabrány německou vojenskou správou a sloužily výhradně Němcům. Pobývali zde ranění vojáci a německá mládež. V zimě 1945 se zde přestěhoval polní lazaret. V roce 1946 byl provoz lázní obnoven. Později byla vystavěna dětská léčebna Radost.

Avšak další rozvoj byl zpomalen z důvodu plánované výstavby přehrady, jejíž vody by pohřbily většinu lázeňských budov. Po zrušení těchto plánů se lázně v roce 1957 dočkaly vyhlášení lázeňského statusu. V roce 1967 byl postaven betonový most přes Bečvu. V 80. letech lázně prošly rozsáhlou rekonstrukcí, během které byl LD Sokolovo (dnes LD Janáček) rozšířen o dva bloky balneoprovozu.

V současnosti lázně vlastní firma Lázně Teplice nad Bečvou, a.s., která vznikla roku 1992. Lázně poskytují péči v Odborném léčebném ústavu pro kardiorehabilitaci. Léčba se zaměřuje především na choroby srdečně-cévní, avšak léčí se zde i pacienti s onkologickými nemocemi, diabetem, nemocemi pohybového ústrojí a nervovými onemocněními (Kunovská, Šimečková, 2017, s. 7–17).

Hlavní léčebnou procedurou dodnes zůstávají uhličitě vanové koupele. Kyselka ke koupeli je ohřívána na teplotu 33–34 °C. Oxid uhličitý uvolňující se z vody prostupuje přes póry v kůži do těla, čímž rozšiřuje cévy, snižuje krevní tlak a pomáhá zlepšit krevní oběh. Jako léčebný prostředek je využíván i samotný oxid uhličitý, který se využívá k suchým plynovým procedurám. Avšak při koupeli tělo přijme desetkrát více CO₂ než při suché aplikaci. Doporučený počet koupelí s vlivem na oběhovou soustavu je šest. Minerální voda z vanových koupelí dále putuje do ochlazovací nádrže a po ochlazení je vypouštěna do Bečvy (Kolonáda, 2018, s. 6–8).



Obrázek 5: Celkový pohled na lázně Teplice nad Bečvou. Foto Hana Koryčánková.

3.2 Prameny a vrty

Minerální voda v Teplicích a okolí vyvěrala na povrch po statisíce let. Původní prameny, které nechal v polovině 16. století svést Jan Kropáč z Nevědomí, dnes již neexistují. Vlivem jejich mělkého zachycení docházelo během velkého odběru nebo vyššího stavu Bečvy k mísení s obyčejnou vodou. Dnes je minerální voda jímána z vrtů. Některé vrty napájejí pitné pavilony, u kterých mohou návštěvníci lázní kyselku ochutnat.

V areálu lázní můžeme najít celkem čtyři vrty. Nejstarším a nejvydatnějším je Kropáčův pramen nazvaný na počest zakladatele lázní Jana Kropáče. Vrt byl proveden roku 1934 a sahá do hloubky 60,4 m. Kropáčův pramen dnes napájí balneoprovozy LD Bečva a LD Radost, ale také pitné pavilony Gallašův a Janáčkův. Další vrt dostal jméno Jurikův po zakladateli města Hranic, mnicha Jurika. Vede do hloubky 101,8 m a byl proveden v roce 1959. Zásobuje lázeňské domy Moravan a Janáček a také Jurikův pavilon. Gallašův pavilon nese jméno podle hranického lékaře a spisovatele Josefa Heřmana Agapita Gallaše (1756–1840) (Kunovská, Šimečková, 2017, s. 5). Dříve byl napájen z vlastního vrtu (hloubka

143 m), ale kvůli nízké vydatnosti byl odstaven. Nejnovější vrt – HV301 z roku 1981 se nachází za penzionem Tereza a slouží jako záložní zdroj (Kolonáda, s. 6).

4 ŘEKA BEČVA

Řeka Bečva vzniká soutokem Rožnovské a Vsetínské Bečvy u Valašského Meziříčí. Celková délka toku činí 120 km. Protéká několika významnými městy a obcemi, jako jsou Teplice nad Bečvou, Hranice, Lipník nad Bečvou, Týn nad Bečvou a Přerov. Tyto lokality Bečva nejednou výrazně ohrozila silnými povodněmi. Se zvýšeným průtokem je nutno počítat již při 40–50 mm denního úhrnu srážek. Nejničivěji Bečva udeřila v červenci roku 1997, kdy hladina řeky v Teplicích nad Bečvou stoupla o 7,3 m nad běžný stav.

Zvýšení hladiny mělo vliv i na hladinu podzemních vod, v tomto případě kyselk. Zvýšením hydraulického spádu mezi rozvodněnou Bečvou a hladinou minerální vody došlo ke zvýšení tlaku a k otevření zlikvidovaného vrtu (D–II) a tryskání minerální vody na povrch. Při měření elektrické konduktivity, které probíhalo od roku 2002, bylo prokázáno, že pokud dojde ke zvýšení hladiny Bečvy, hladina minerálních vod ji se zpožděním následuje. Nikdy však nedochází ke změně jejich konduktivity, jelikož minerální vody nikdy nejsou míchány s vodou povrchovou o značně nižší konduktivitě. Tato skutečnost dokládá existenci hydraulické souvislosti mezi řekou Bečvou a podzemními vodami (Geršl, Konečný, 2018, s. 76–78).

4.1 Limnigrafická stanice v Teplicích nad Bečvou

Počátky pozorování hladiny řeky Bečvy v Teplicích nad Bečvou jsou datovány kolem roku 1887 jako reakce na ničivé povodně a sucho, které sužovaly krajinu v 70. letech 19. století. Odečítání stavů vodní hladiny bylo prováděno za pomoci vodočtu, který byl umístěn na někdejší dřevěné lávce přes Bečvu.

Zděná vodoměrná stanice na levém břehu řeky z roku 1922 představovala zkvalitnění sledování – vedle stavů hladiny byly měřeny také průměrné a kulminační průtoky. Stanice byla vybavena limnigrafem, jenž kontinuálně zaznamenával stav vody na registrační papír. Přístroj obsluhoval dobrovolný pozorovatel. Tvořící se nános začal po delší době zabraňovat toku vody do stanice, proto bylo měření v roce 1969 přesunuto na pilíř silničního mostu směrem na Ústí.

Avšak toto řešení časem nestačilo rozvoji ve sběru dat a jejich zpracování, proto bylo pozorování v roce 2001 přesunuto po proudu Bečvy, blíže k původnímu místu. Dnes je měření plně automatizováno. Čidla umístěná v řece jsou propojena s elektronickou registrační a telemetrickou jednotkou ve stanici (Informace převzaty z informační tabule: *Vodoměrná stanice v Teplicích nad Bečvou*, Teplice nad Bečvou).



Obrázek 6: Limnigrafická stanice, Teplice nad Bečvou. Foto Hana Koryčánková.

5 METODIKA

5.1 Elektrická konduktivita

Elektrická konduktivita, nebo také vodivost, udává schopnost látky (vody) vést elektrický proud. Vodivost je závislá na množství iontů obsažených ve vodě. Jednotkou vodivosti je Siemens na metr [S/m], avšak vzhledem k malým reálným hodnotám je používán mS nebo μS (Böhm et al. 2014). Měření konduktivity pro tuto práci probíhalo v $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Vodivost pitné vody je stanovena limitem 125 mS/m (= 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$), což odpovídá přibližně 1000 mg rozpuštěných látek na litr vody (Výzkumný technologický institut, 2018). Proto nemůžeme minerální vodu z Teplic nad Bečvou o celkové mineralizaci okolo 2800 mg/l a konduktivitě přesahující 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ považovat za pitnou vodu. Tedy vodu vhodnou k zastoupení denního příjmu tekutin. Konduktivita prostých podzemních a povrchových vod se pohybuje okolo 5–50 mS/m (Výzkumný technologický institut, 2018).

5.2 Měření elektrické konduktivity

Měření elektrické konduktivity vody v řece Bečvě probíhalo od dubna do října 2019 na celkem osmi vybraných měřicích lokalitách. K měření byl používán konduktometr Greisinger GMH 5450, který by zapůjčen vedoucím práce – doc. Milanem Geršlem z Mendelovy univerzity v Brně. Konduktometr byl kalibrován kalibračním roztokem o hodnotě 1314 $\mu\text{S}/\text{cm}$ jedenkrát týdně.

Zpočátku bylo měření prováděno v intervalu cca jednou za týden na dvou lokalitách – „Pod Radostí“ (levý břeh) a „Ústecký most“. Později byla lokalita „Ústecký most“ zaměněna za lokalitu „Pod Moravanem“ kvůli lepší dostupnosti. Koncem května byl počet měření navýšen na dvě denně z důvodu zachycení reakce vývěřů minerální vody při ustupující povodni, která se v té době Bečvou prohnala. Do každodenního měření byla také zahrnuta lokalita „Vývěř pod smrkem“ na pravém břehu řeky a jednou týdně bylo měřeno na všech ostatních místech. Tato frekvence zůstala zachována téměř do konce měřicího období. V pracovní dny měření zastávali stálí zaměstnanci správy Zbrašovských aragonitových jeskyní a o víkendech já a má kolegové z řady brigádních pracovníků správy ZAJ. Měření na ostatních místech bylo především mojí doménou.



Obrázek 7: Měření konduktivity minerální vody z Kropáčova pramene. Foto Hana Koryčánková.

5.2.1 Odběr vzorku

Vzorek vody pro měření byl odebírán za pomoci kádinky (v případě, že byla řeka příliš rozvodněná, nebo bylo třeba odebrat minerální vodu přímo z kohoutku v pitném pavilonu, tak jako tomu bylo na měřicím místě „RI z kohoutku na kolonádě“), či ponořením sondy konduktometru přímo do koryta řeky Bečvy. Jelikož se vývěry minerální vody nacházejí především u dna, bylo nejlepší měřit sondou přímo v řece. Pokud by byl vzorek odebírán kádinkou, mohlo by se stát, že se do nádoby dostane jen prostá říční voda, protože kádinku naplní dříve, než vůbec dosáhne úrovně říčního dna. Ne všechny vývěry jsou doprovázeny výrony CO_2 , a tudíž je nelze identifikovat pouhým pohledem. Proto bylo lepší měření provést několikrát – snažit se najít místo, kde konduktivita dosahuje vyšší hodnoty, a tu následně odečíst.

Po zapnutí přístroje a vložení sondy do vody tak, aby voda kolem ní protékala, bylo nutné chvíli posečkat, dokud se hodnoty neustálí. Pro účely této práce byla měřena elektrická konduktivita [$\mu\text{S}/\text{cm}$] a teplota vody [$^{\circ}\text{C}$]. Po odečtení a zapsání naměřených hodnot do zápisníku je měření ukončeno vypnutím konduktometru.

5.3 Charakteristika sledovaných lokalit

Pro měření bylo vytyčeno celkem osm měřicích bodů – „Bečva pod Radostí“ (levý břeh), první ze tří nejdůležitějších lokalit, se nachází na břehu řeky pod dětskou léčebnou Radost, nad výpustí kyselk z retenční nádrže, které by mohly ovlivnit měření.

Lokalita „Bečva pod mostem“ (levý břeh) leží pod lávkou přes Bečvu a je místem s četným výskytem vývěrů CO₂.

Z místa „RI z kohoutku na kolonádě“ byl prováděn odběr minerální vody přímo z kohoutku pitného pavilonu Kropáčova pramene.

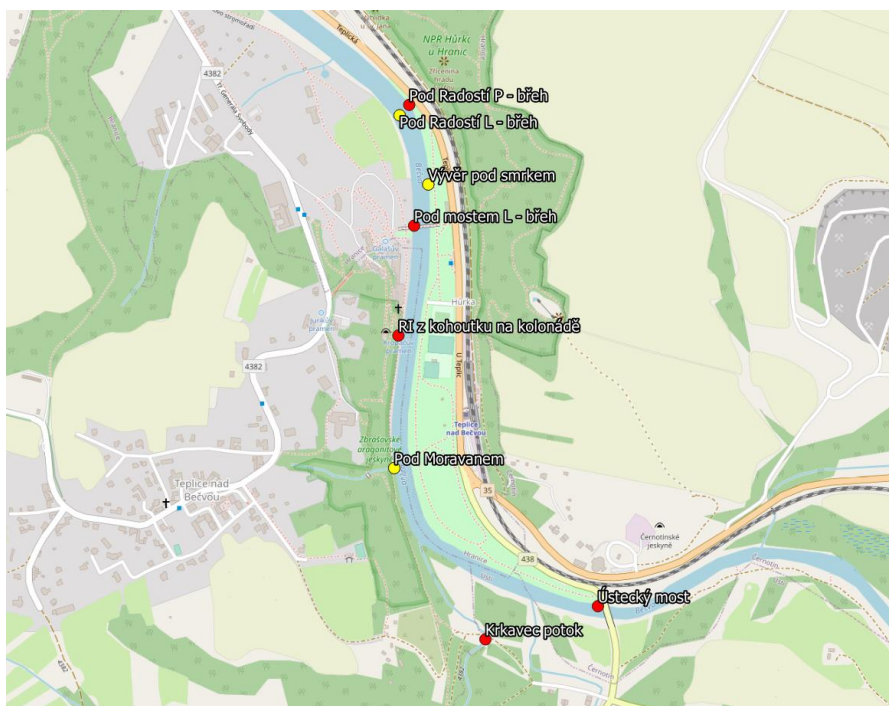
Lokalita „Bečva pod Moravanem“ – druhá z významných lokalit, kde měření probíhalo dvakrát denně, se nachází na samotném konci lázeňské kolonády pod LD Moravan.

Konduktivita byla také měřena v potoku Krkavec, který je levostranným přítokem Bečvy.

„Ústecký most“ je lokalita na pravém břehu řeky u silničního mostu směrem na Ústí, nachází se v úrovni nad krasem – protéká zde prostá voda Bečvy bez příměsi kyselk.

Třetím z každodenně měřených míst je „Vývěr pod smrkem“ (pravý břeh) – silný vývěr minerální vody doprovázený výrony CO₂ v podobě řetězců bublin (bylo nutno měřit sondou přímo v řečišti pro zachycení nejsilnějšího vývěru).

Poslední ze všech lokalit je „Bečva pod Radostí“ (pravý břeh), nachází se naproti „Pod Radostí“ (levý břeh), což je místo pro kontrolu dosahu vývěrů minerální vody z levého břehu.

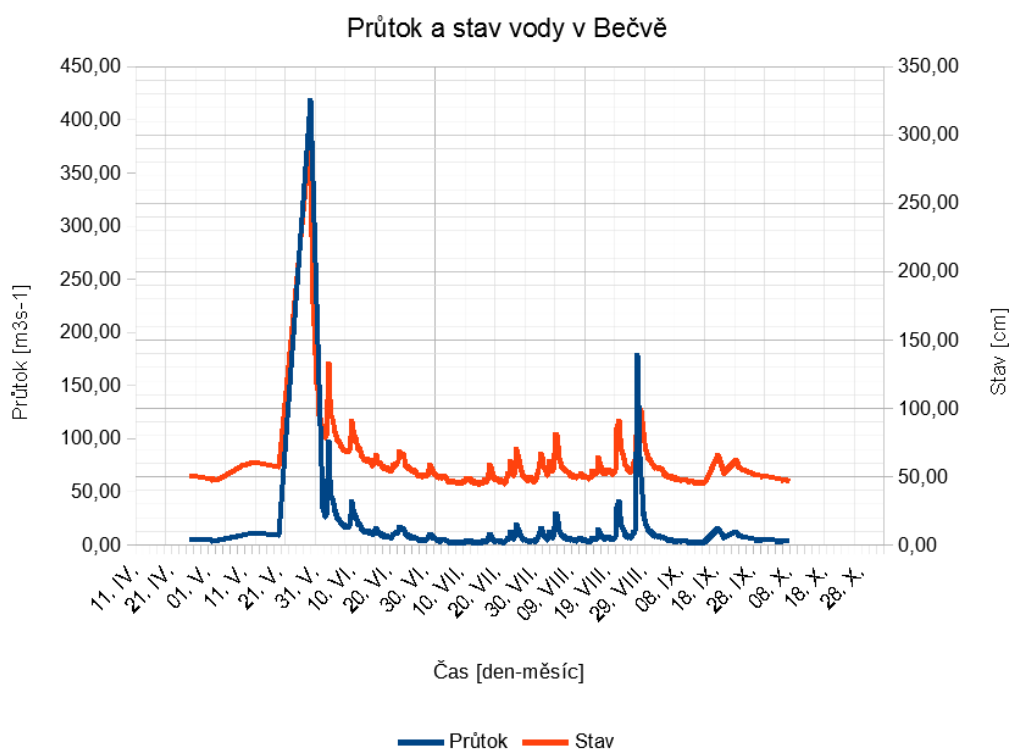


Obrázek 8: Mapa sledovaných lokalit (nejvýznamnější vyznačeny žlutě) v Teplicích nad Bečvou, 1 : 10000. Za pomoci QGIS vytvořil Bc. Radovan Jurář.

6 VÝSLEDKY

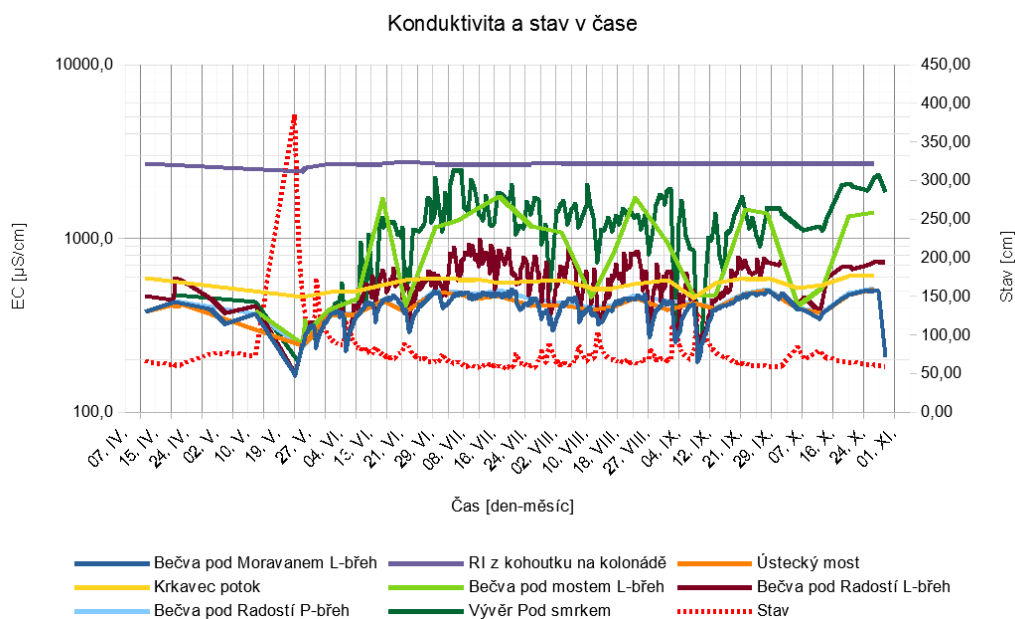
Jak již bylo zmíněno, cílem této práce je zdokumentovat přirozený přeliv a výskyt minerálních vod v řece Bečvě pomocí měření konduktivity na vybraných místech, a to s přihlédnutím ke stavu a průtoku vody v řece. Data parametrů vodního toku byla získávána z webových stránek ČHMÚ (http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfdata.php?seq=307352).

Vodní stav a průtok spolu úzce souvisí – se zvyšujícím se stavem narůstá i průtok vody (obr. č. 9).



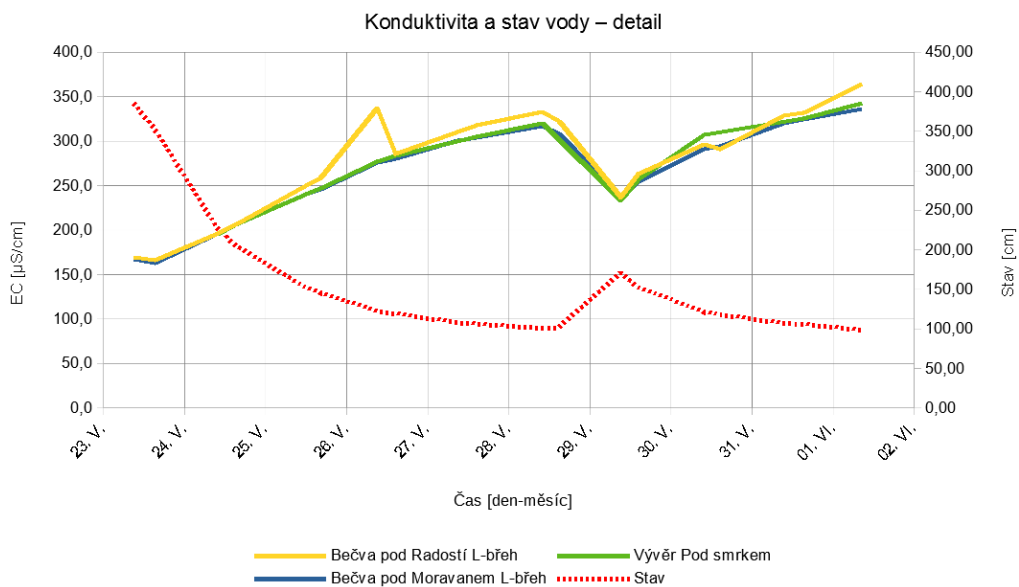
Obrázek 9: Graf průtoku a stavu vody v Bečvě za celé sledované období (Graf: Hana Koryčánková).

Avšak vývěry minerální vody mají opačnou tendenci – se zvyšujícím se stavem klesá konduktivita vody v Bečvě, což jasně indikuje značné omezení přelivu kyselých do řeky. Již z dřívějších hypotéz a pozorování (Geršl, Konečný, 2018) vyplývá, že mezi hladinou Bečvy a hladinou minerálních vod existuje jistá hydraulická souvislost. Na všech sledovaných lokalitách byla zjištěna stejná tendence vzrůstu a poklesu konduktivity s jistou závislostí na stavu a průtoku vody, což je patrné na grafu na obrázku č. 10.



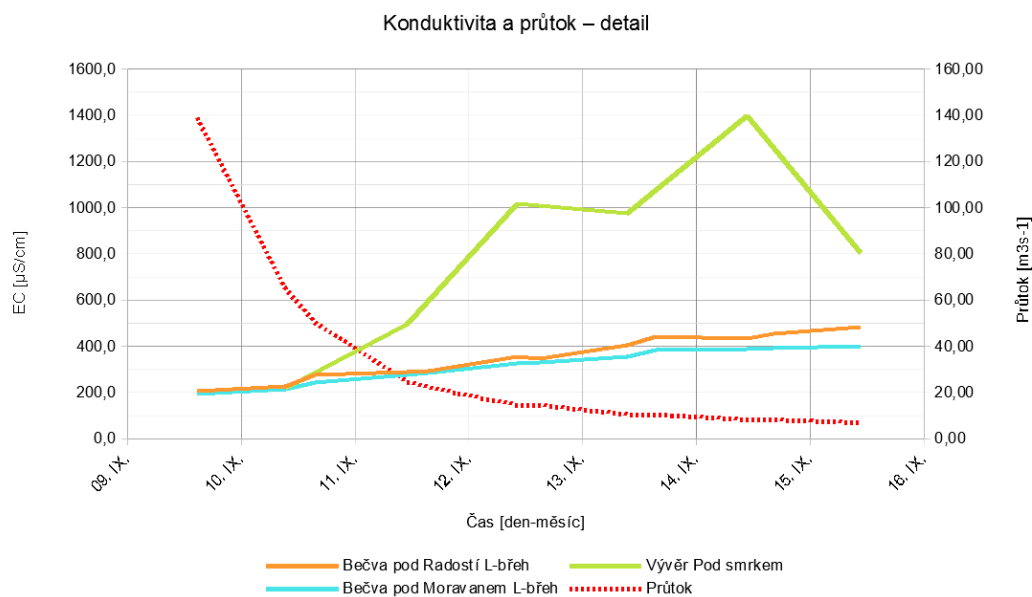
Obrázek 10: Graf souvislosti konduktivity na všech lokalitách a stavu vody v řece za celé sledované období (Graf: Hana Koryčánková).

Souvislost mezi stavem a průtokem vody a minerální vodou v řece je ještě zřetelnější na obrázcích č. 11–14, kde je detailně zachycena doba, kdy stav a průtok dosahovaly svého maxima a minima. Na obrázku č. 11 je jasně viditelný výše popsáný jev, kdy koncem května 2019 Bečva dosáhla téměř 3. stupně povodňové aktivity. S klesajícím stavem se konduktivita opět zvyšuje – vývěry minerální vody se vrací do normálu.



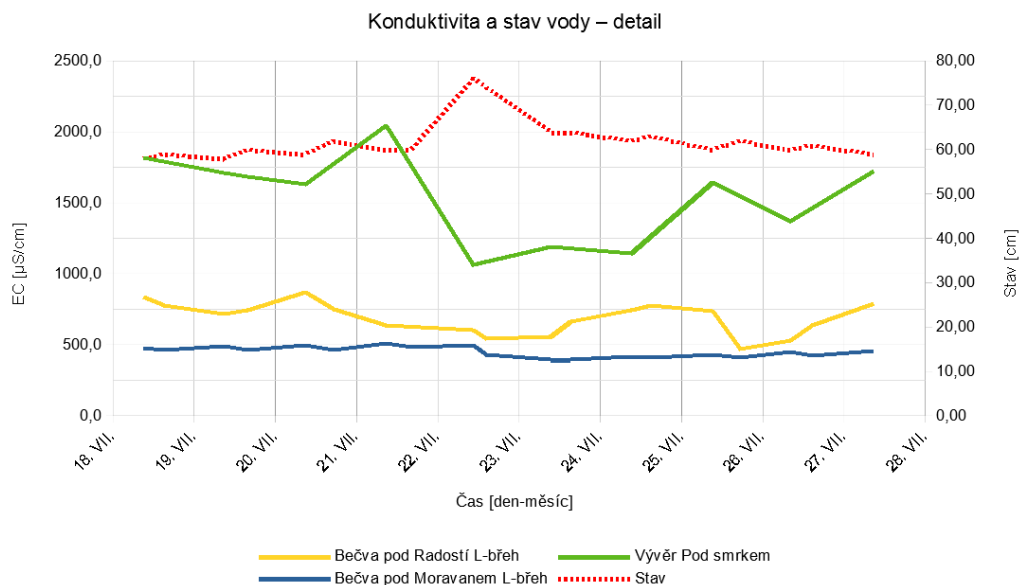
Obrázek 11: Graf vývoje konduktivity v době nejvyššího vodního stavu při povodni v květnu 2019 (Graf: Hana Koryčánková).

Tutéž tendenci můžeme pozorovat i v případě, že stav vyměníme za průtok vody (obr. č. 12).

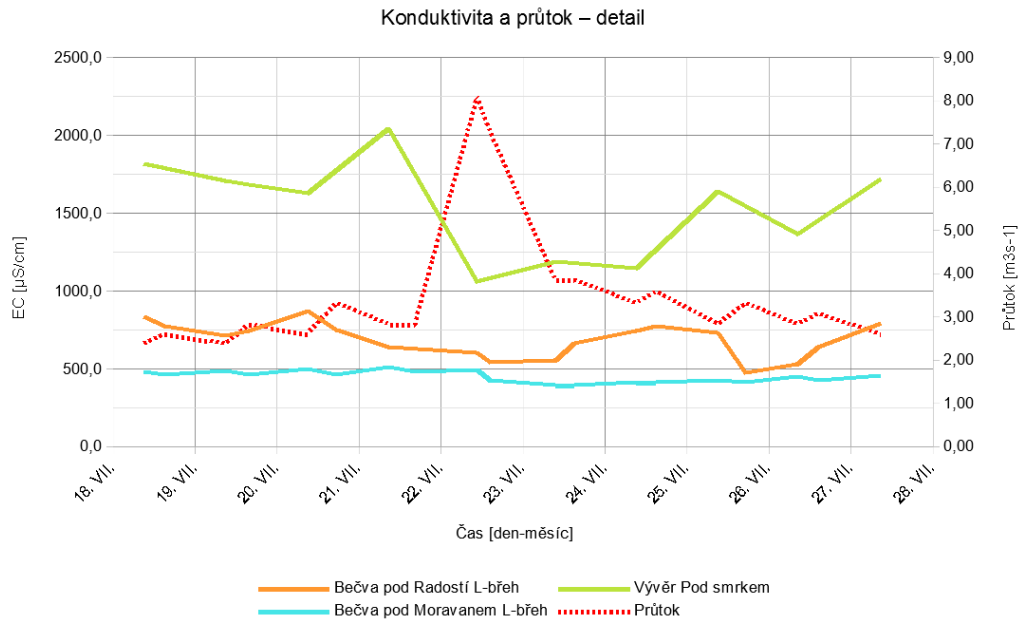


Obrázek 12: Graf vývoje konduktivity v době největšího průtoku vody v září 2019 (Graf: Hana Koryčánková).

Když porovnáme konduktivitu s opačnými, nejnižšími, hodnotami, kterých parametry vodního toku dosáhly, výsledky mají předpokládanou podobu. Avšak rozdíly mezi stavem/průtokem vody a minerální vodou nejsou tak velké, jelikož výkyvy toku nejsou tak náhlé a markantní, jako tomu bylo při povodni v květnu, či u přívalových dešťů v září.

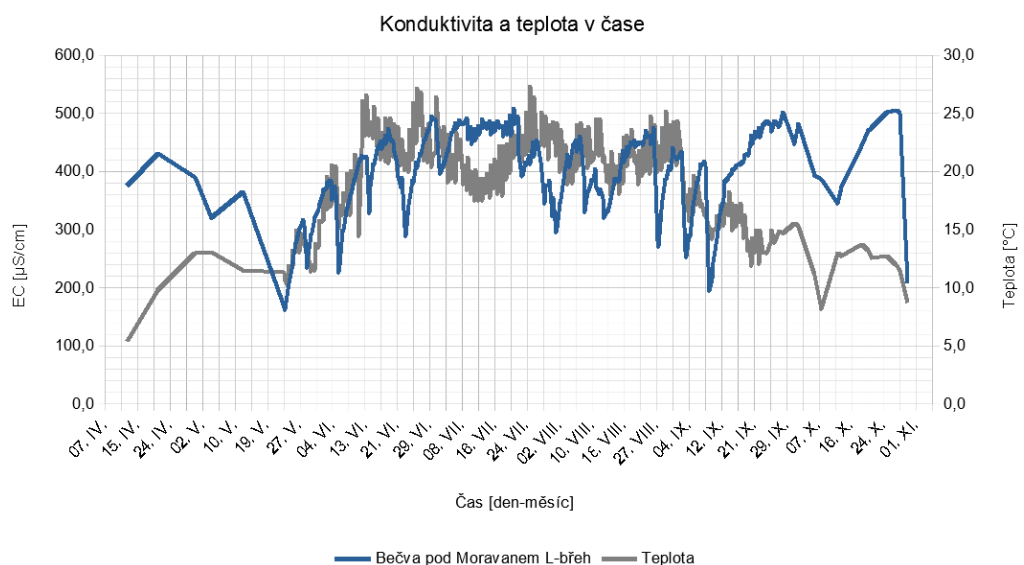


Obrázek 13: Graf vývoje konduktivity v době nejnižšího stavu v červenci 2019 (Graf: Hana Koryčánková).



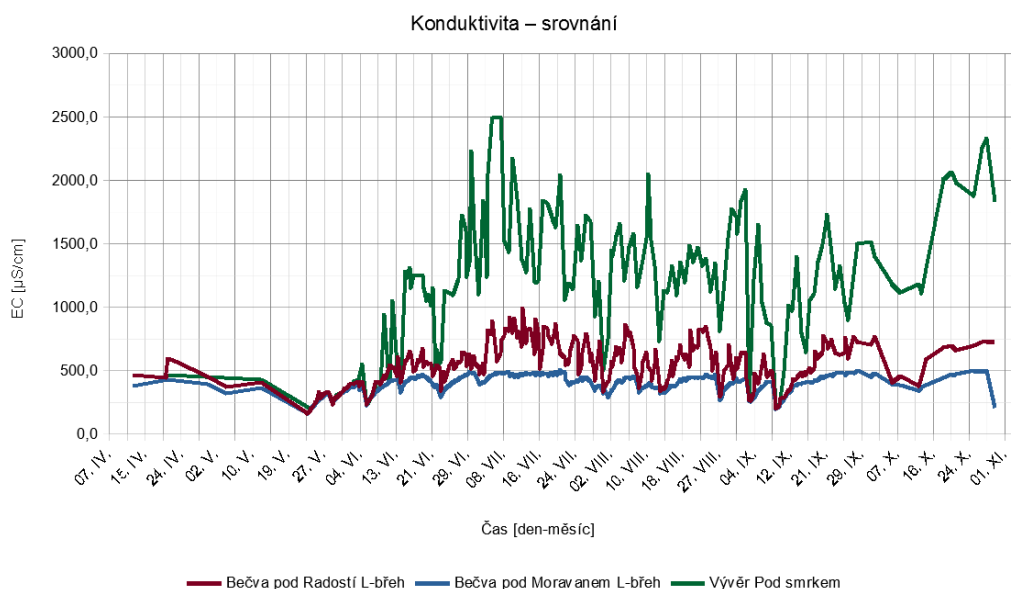
Obrázek 14: Graf vývoje konduktivity v době nejmenšího průtoku v červenci 2019 (Graf: Hana Koryčánková).

Kromě vysoké elektrické konduktivity se minerální voda vyznačuje i vysokou teplotou, která byla měřena současně s vodivostí. Avšak v teplém období se teplotní rozdíly téměř vyrovnávají, a tudíž nelze vysokou teplotu vody spojovat s výskytem kyselky, ostatně jako voda o nízké teplotě nemusí nutně znamenat, že je kyselky prostá. Proto je v tomto případě konduktivita brána jako klíčová hodnota a nikoliv teplota vody. Tento jev je dobře pozorovatelný na grafu zobrazeném na obrázku č. 15, kde konduktivita v lokalitě „Pod Moravanem“ v červenci dosahuje svého maxima, avšak teplota vykazuje spíše odlišnou tendenci. Opačný úkaz je viditelný na tomtéž místě v polovině září, kdy konduktivita stoupá, ale teplota vody naopak klesá.

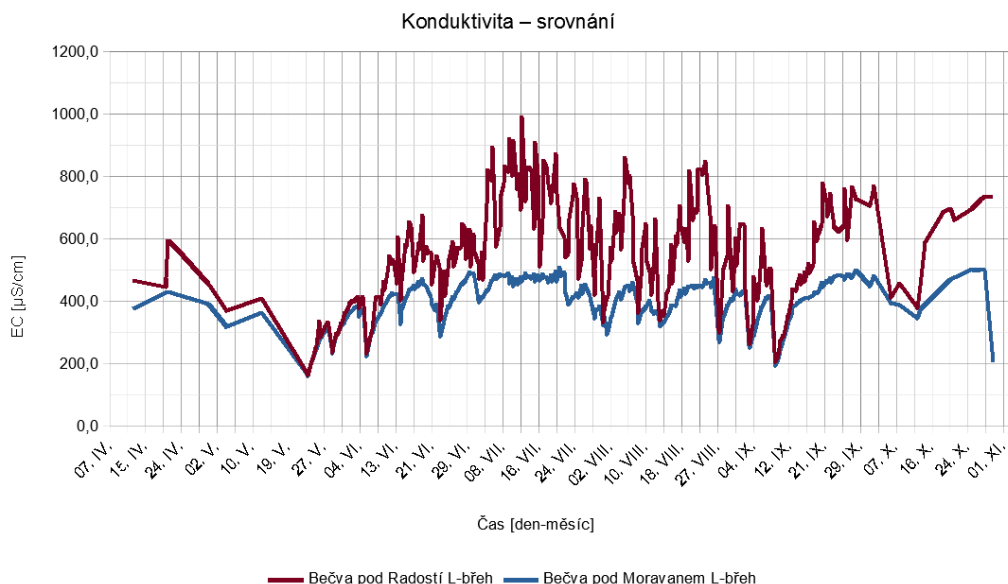


Obrázek 15: Graf porovnání konduktivity a teploty v lokalitě „Bečva pod Moravanem“ za celé sledované období (Graf: Hana Koryčánková).

Pozoruhodné výsledky a poznatky přináší také srovnávání hodnot konduktivity z jednotlivých míst. Například srovnáme-li konduktivitu všech tří nejvýznamnějších lokalit – „Bečva pod Radostí“ (levý břeh), „Bečva pod Moravanem“ a „Vývěr pod smrkem“ (obr. č. 16), zjistíme, že konduktivita „Pod smrkem“ převyšuje hodnoty konduktivity „Pod Radostí“ i „Pod Moravanem“, a zároveň dojdeme k závěru, že ačkoliv se místo „Pod Moravanem“ nachází již na krasovém území, konduktivita je až na pár časových úseků podstatně nižší než „Pod Radostí“ (obr. č. 17).

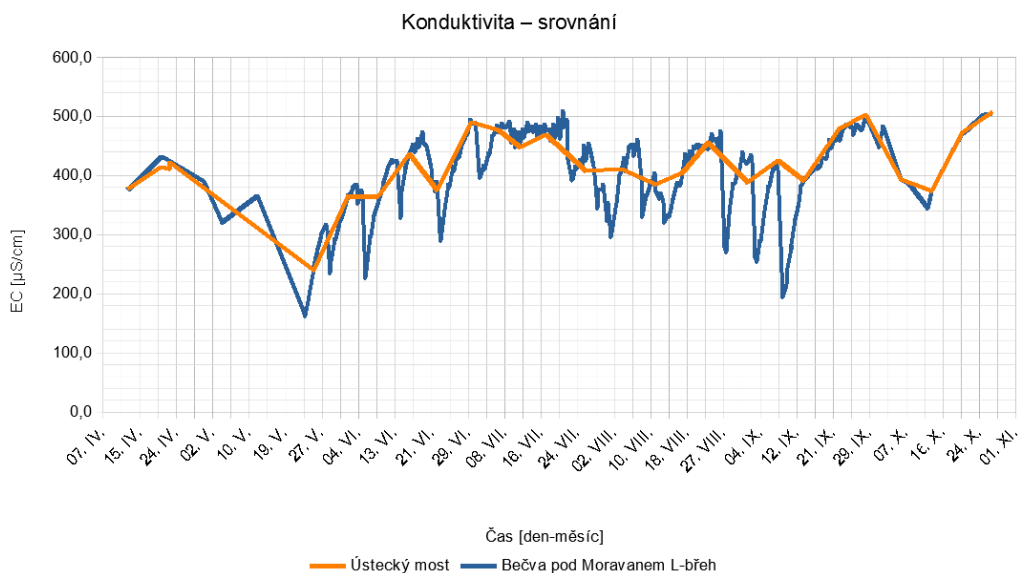


Obrázek 16: Graf porovnání konduktivity z míst „Pod Radostí“ (levý břeh), „Pod Moravanem“ a „Vývěr pod smrkem“ (Graf: Hana Koryčánková).



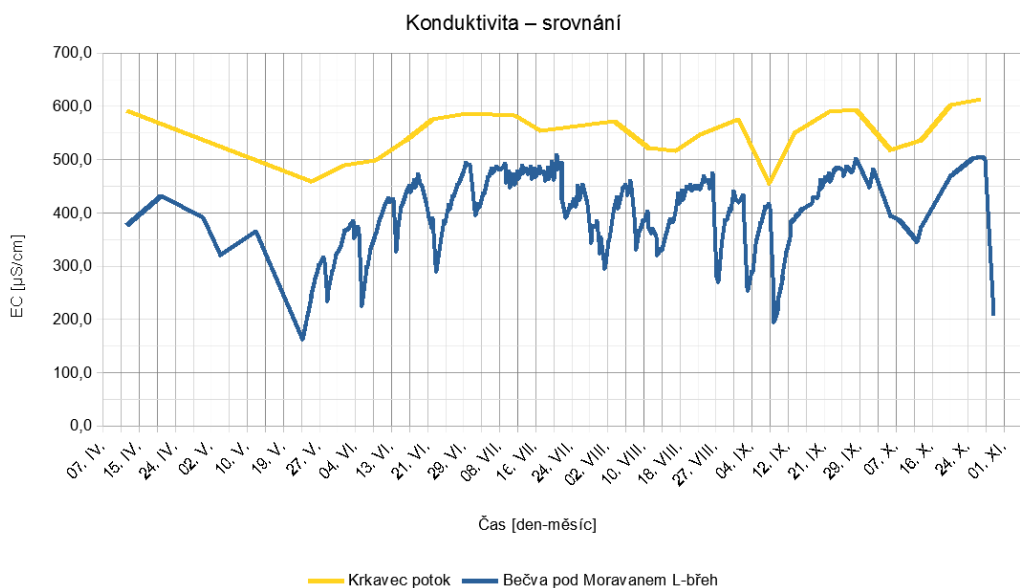
Obrázek 17: Graf porovnání konduktivity z míst „Pod Radostí“ (levý břeh) a „Pod Moravanem“ (Graf: Hana Koryčánková).

Kdežto když porovnáme místa „Pod Moravanem“ a „Ústecký most“ (obr. č. 18), dojdeme k závěru, že hodnoty jsou si bližší než v předchozím srovnání. Z toho vyplývá, že „Pod Moravanem“ probíhá přeliv minerálních vod v minimální míře, nebo vůbec. Průměrná hodnota konduktivity v lokalitě „Pod Moravanem“ je 398 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a v místě „Ústecký most“ 418 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



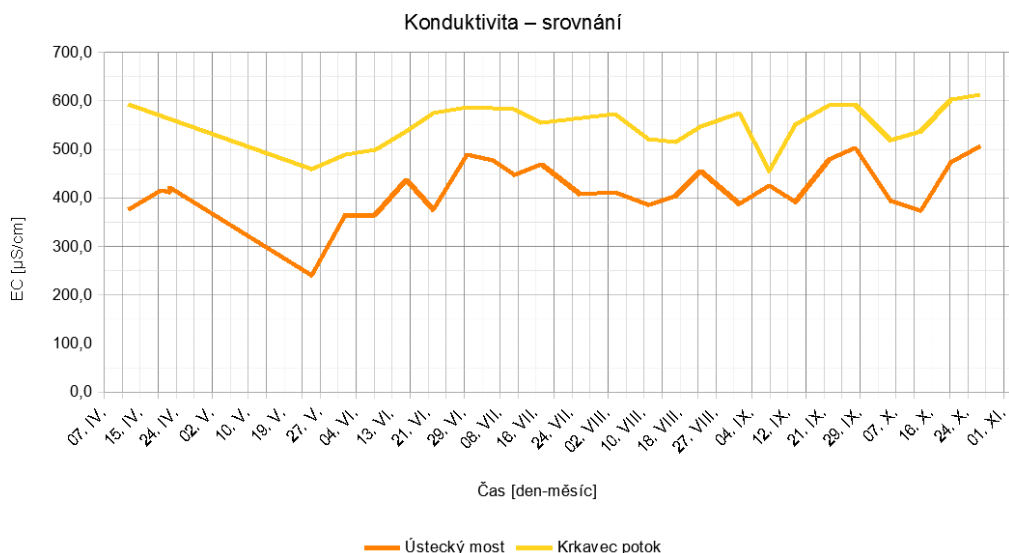
Obrázek 18: Graf porovnání konduktivity z míst „Ústecký most“ a „Pod Moravanem“ (Graf: Hana Koryčánková).

Dalším zajímavým srovnáním je kombinace lokality „Pod Moravanem“ a potoka Krkavec (obr. č. 19), ze kterého vyplývá skutečnost, že konduktivita v Krkavci je výrazně vyšší.



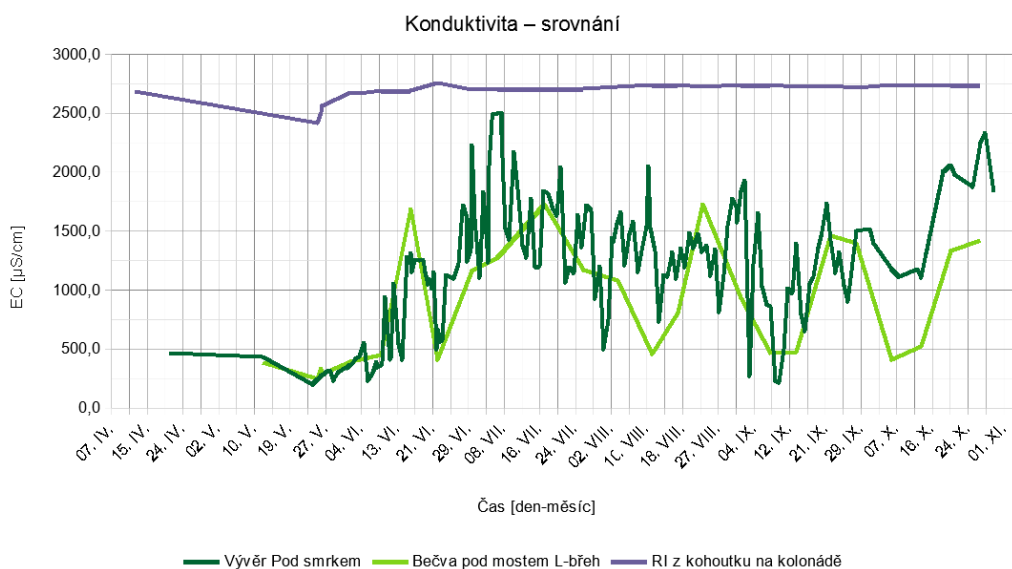
Obrázek 19: Graf porovnání konduktivity z lokality „Pod Moravanem“ a potoka Krkavec (Graf: Hana Koryčánková).

Pokud srovnáme potok Krkavec a lokalitu „Ústecký most“, výsledky vykazují totéž (obr. č. 20), což je překvapivé, jelikož se jedná o prostou vodu. Průměrná konduktivita vody v potoku činí 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



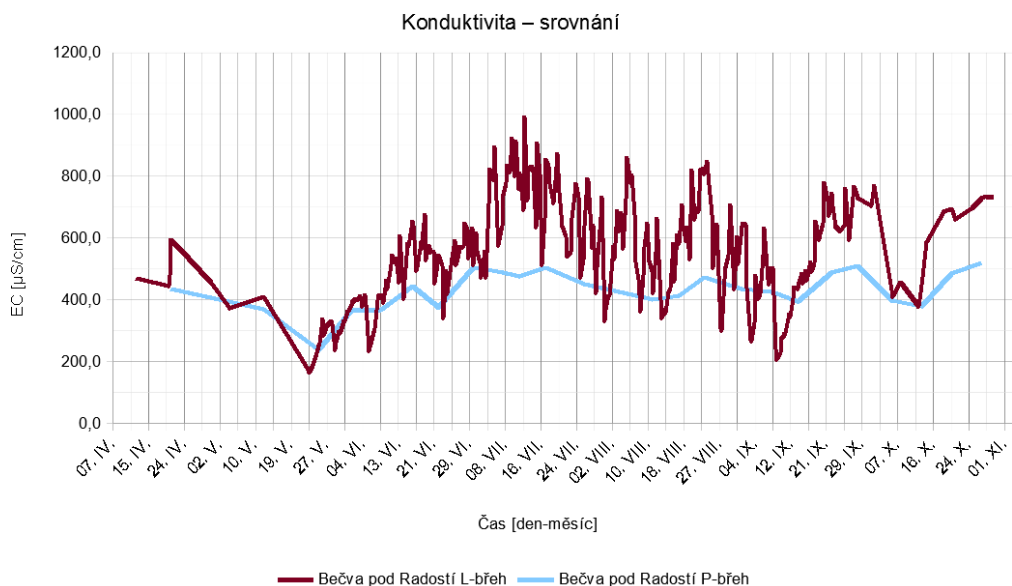
Obrázek 20: Graf porovnání konduktivity z lokality Ústecký most a potoka Krkavec (Graf: Hana Koryčánková).

Při porovnání konduktivity z míst „Bečva pod mostem“ a „Vývěr pod smrkem“ dojdeme ke zjištění, že konduktivita „Pod smrkem“ dosahuje vyšších hodnot (ze všech sledovaných lokalit v řečišti Bečvy se jedná o místo s nejsilnějším vývěrem), avšak hodnoty se nijak extrémně nepřevyšují. Průměrná konduktivita v místě „Pod mostem“ činí 903 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a „Pod smrkem“ 1172 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Je však patrné, že vývěr „Pod smrkem“ není silný natolik, aby se konduktivita jeho vody vyrovnala vodivosti minerální vody z Kropáčova pramene („RI z kohoutku na kolonádě“) bez přítomnosti říční vody, jejíž průměrná konduktivita dosahuje hodnoty 2693 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Konduktivita minerální vody z vrtu RI nevykazuje žádné velké výkyvy, s výjimkou mírného propadu v době květnové povodně. Mimoto si udržuje relativně stálou konduktivitu (obr č. 21).



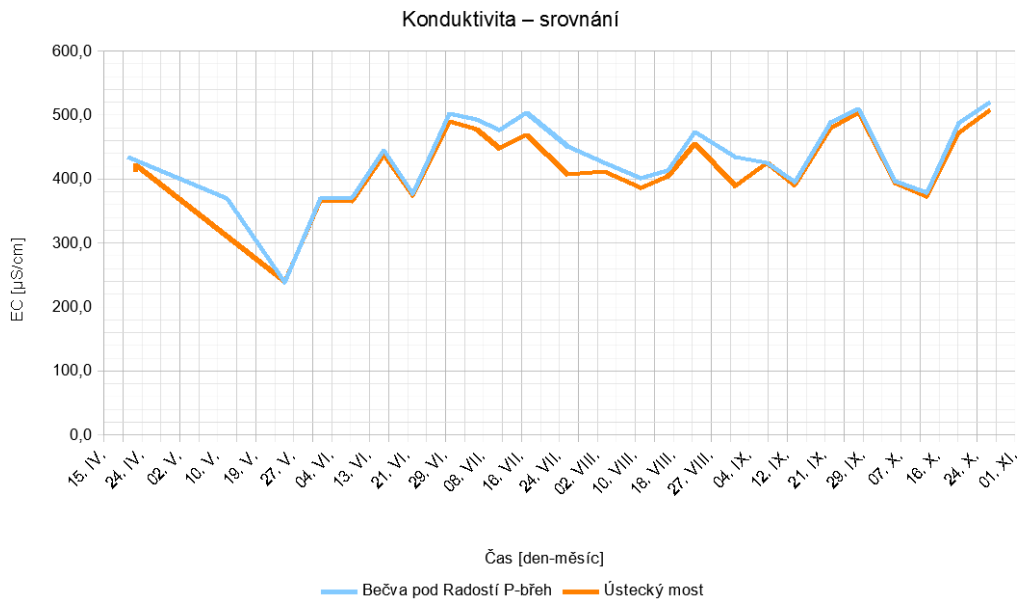
Obrázek 21: Graf porovnání konduktivity z míst „Vývěr pod smrkem“, „Bečva pod mostem“ a „RI z kohoutku na kolonádě“ (Graf: Hana Koryčánková).

Pravděpodobně nejpozoruhodnější výsledky přineslo srovnávání lokalit „Bečva pod Radostí“, levý a pravý břeh (obr. č. 22). Když vzájemně porovnáme tyto údaje, shledáme, že rozdíl mezi konduktivitou na levém a pravém břehu je překvapivě větší, než by se dalo přepokládat. Průměrná konduktivita „Pod Radostí“ na levém břehu činí 551 $\mu\text{S/cm}$ a na pravém 431 $\mu\text{S/cm}$.



Obrázek 22: Graf porovnání konduktivity z míst „Bečva pod Radostí“, levý a pravý břeh (Graf: Hana Koryčánková).

Avšak pokud porovnáme data z míst „Bečva pod Radostí“ (pravý břeh) a „Ústecký most“ (obr. č. 23), dojdeme k závěru, že konduktivita v místě „Pod Radostí“ (pravý břeh) je mnohem blíže vodivosti v lokalitě „Ústecký most“ (průměrná konduktivita 418 $\mu\text{S}/\text{cm}$), která se sice nachází na stejném břehu řeky, ale více než 1 km zpátky proti proudu a mimo území krasu, než konduktivitě v místě „Pod Radostí“ (levý břeh), které se nachází v krasové oblasti a s nímž paralelně sousedí.



Obrázek 23: Graf porovnání konduktivity v místech „Bečva pod Radostí“ (pravý břeh) a „Ústecký most“ (Graf: Hana Koryčánková).

7 DISKUZE

Z výsledků týkajících se vlivu parametrů vodního toku na přeliv minerálních vod do řeky Bečvy vyplývá, že vývěry jsou jednoznačně ovlivňovány stavem vody v řece. Tyto výsledky se tudíž shodují s předešlým výzkumem (Geršl, Konečný, 2018) a tím tuto skutečnost potvrzují.

Jelikož je tato práce první, která se zabývá dokumentací pramenů minerální vody v korytě Bečvy, nemohla jsem výsledky porovnat s jinými autory.

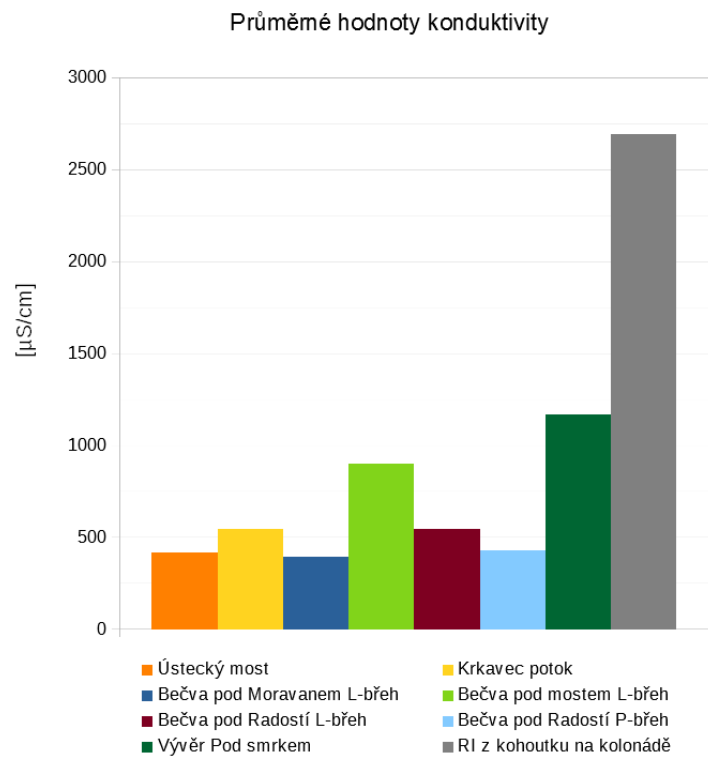
Dospěla jsem k závěru, že vzhledem k nízkým hodnotám konduktivity říční vody v lokalitě „Bečva pod Moravanem“ probíhá přeliv minerálních vod dále po proudu řeky. Vývěry jsou situovány vzdáleněji na levém břehu v lokalitě „Bečva pod mostem“ a jejím přilehlém okolí – četné výrony CO₂ indikují existenci více než jednoho pramene. Další vývěry se vyskytují také v lokalitě „Bečva pod Radostí“ (levý břeh), kde nebyly pozorovány žádné výrony CO₂, tudíž je těžké vývěry minerální vody přesněji lokalizovat. Na pravém břehu je to pak silný vývěr „Pod smrkem“, který je taktéž doprovázen výrony CO₂, které ukazují na výskyt vícero pramenů minerální vody. Nízké hodnoty, podobající se vodám nad krasem bez přítomnosti kyselků, které byly naměřeny v lokalitě „Bečva pod Radostí“ (pravý břeh) nejspíše znamenají, že se na pravém břehu řeky více dalších vývěrů nenachází, ani sem nedosahují ty z protějšího břehu.

Překvapivé výsledky také přineslo měření konduktivity v potoku Krkavec, jejíž hodnoty se blíží konduktivitě naměřené v krasu. Potok má poměrně mnoho přítoků a je jen otázkou, zdali se do některého z nich, nebo přímo do samotného potoka dostává minerální voda, či co způsobuje poměrně vysokou konduktivitu.

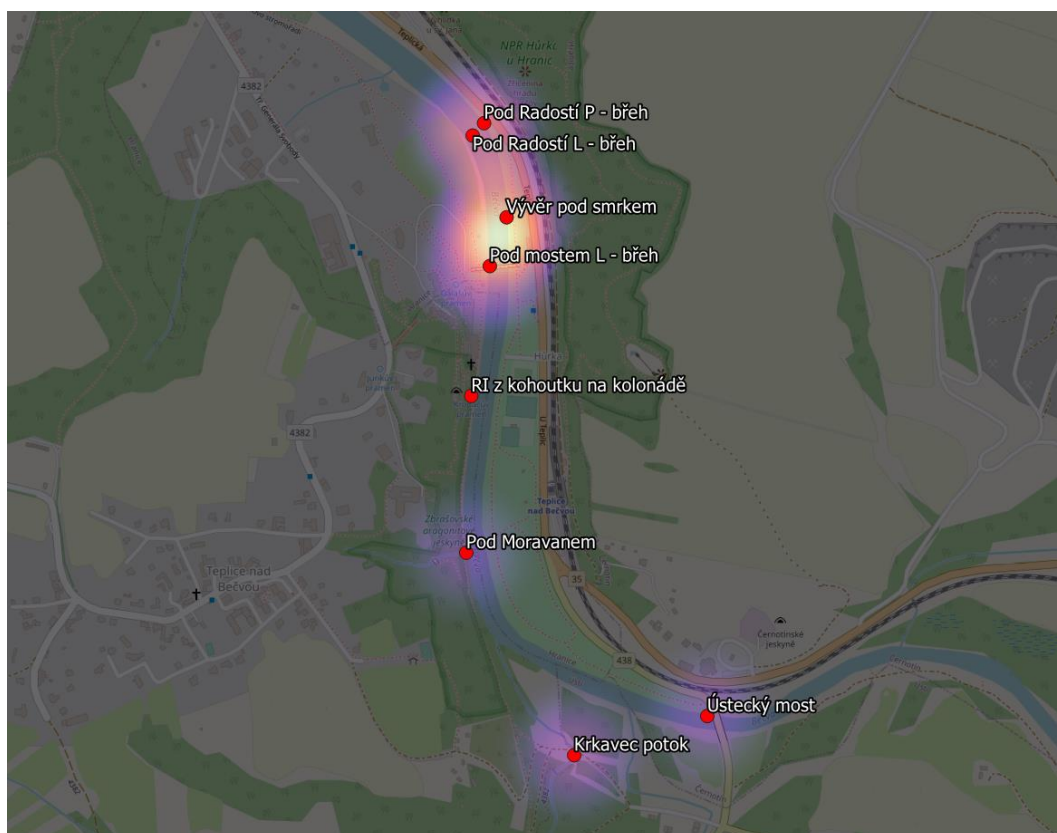
S využitím průměrných hodnot konduktivity (tab. č. 2, obr. č. 9) a zeměpisných souřadnic jednotlivých lokalit byla pomocí programu QGIS vytvořena mapa pro názornější ukázkou výskytu pramenů minerální vody v korytě Bečvy (obr. č. 10). Nejsilnější vývěry jsou znázorněny sytě žlutou barvou. Tuto mapu vytvořil kolega Bc. Radovan Juráň.

Tabulka 2: Průměrná konduktivita ze všech sledovaných lokalit.

Lokalita	Průměrná konduktivita [$\mu\text{S/cm}$]
Ústecký most	418
potok Krkavec	550
Bečva pod Moravanem	398
Bečva pod mostem	903
Bečva pod Radostí (levý břeh)	551
Bečva pod Radostí (pravý břeh)	431
Vývěr pod smrkem	1172
RI z kohoutku na kolonádě	2693



Obrázek 24: Graf průměrných hodnot konduktivity ze všech sledovaných lokalit (Graf: Hana Koryčánková).



Obrázek 25: Mapa výskytu vývěrů minerální vody v řece Bečvě, 1 : 10000. Vytvořil Bc. Radovan Juráň.

8 ZÁVĚR

Závěrem práce bych chtěla porovnat výsledky s mými původními domněnkami a zhodnotit splnění cílů vytyčených pro tuto práci. V úvodu práce jsem si jako jeden z cílů stanovila zdokumentování průběhu přelivu minerálních vod do řeky Bečvy. Tento cíl se povedlo naplnit. Díky každodennímu měření bylo možné lépe zachytit chování konduktivity vůči neustále se měnícímu stavu řeky a z toho následně vyvodit závěr, že přeliv minerálních vod je ovládán stavem hladiny řeky. Dalším vytyčeným cílem bylo zmapovat výskyt vývěřů. I tento cíl se povedlo naplnit. Došla jsem k závěru, že přeliv minerálních vod, a tudíž i jejich prameny, jsou situovány dále po proudu řeky. Tím byla vyvrácena má původní domněnka, že vývěry minerálních vod se vyskytují blíže k hranici krasu. Z omylu mě také vyvedlo zjištění, že konduktivita vody v lokalitě „Pod Radostí“ (pravý břeh) se blíží více prosté vodě, což vyvrátilo mou původní domněnku, že se bude konduktivita v této lokalitě podobat té z lokalit s přítomností kyselých.

Přínosem této práce je potvrzení předešlých hypotéz a průzkumů a zdokumentování výskytu vývěřů minerální vody v Bečvě. Myslím si, že by se tato práce mohla stát základem pro další průzkum a zdrojem informací pro zájemce o tuto problematiku.

9 POUŽITÁ LITERATURA

BÖHM, Pavel et al., 13. 9. 2014. Elektrický proud ve vodě. *FyzWeb* [online]. Praha: Katedra didaktiky fyziky FF UK v Praze [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=172>

GERŠL, Milan. Rozlišení vod Hranického krasu na základě archivních analýz. *Zprávy o geologických výzkumech* [online]. 2016, **49**, 248 [cit. 2020-02-06]. DOI: 10.3140/zpravy.geol.2016.25. ISSN 0514-8057. Dostupné z: http://www.geology.cz/img/zpravyvyzkum/fulltext/25_Gersl_160930.pdf

GERŠL, Milan a Ondřej KONEČNÝ. Geologická rizika při plánované stavbě vodního díla Skalička poblíž Hranického krasu a Hranické propasti. *Zprávy o geologických výzkumech* [online]. 2018, 2018, **51**(1), 77-78 [cit. 2020-02-06]. DOI: 10.3140/zpravy.geol.2018.18. ISSN 2336-5757. Dostupné z: http://www.geology.cz/img/zpravyvyzkum/fulltext/18_Gersl_180725.pdf

GERŠL, Milan a Barbora ŠIMEČKOVÁ, 2002. *Zbrašovské aragonitové jeskyně: Průvodcovský text 2019*. Teplice nad Bečvou.

HROMAS, Jaroslav, ed., 2009. *Jeskyně*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Chráněná území ČR. ISBN 978-80-87051-17-7.

CHROMÝ, Josef, 1929. Objevení Jurikova dómu. *Moravská brána*. Hranice, **1**(19).

CHROMÝ, Josef, 1936. Zbrašovské aragonitové jeskyně. *Lázeňský zpravodaj uhličitých lázní Teplice nad Bečvou*. Teplice nad Bečvou, **2** (5)(4).

CHROMÝ, Josef, 1940. Zbrašovské aragonitové jeskyně u lázní. *Lázeňský zpravodaj uhličitých lázní Teplice nad Bečvou*. Teplice nad Bečvou, **6** (9)(3).

KUNOVSKÁ, Radka a Barbora ŠIMEČKOVÁ, 2017. *Příběh zázračné teplické kyselky: čtení o lázních, jeskyních a propastí*. 2017. Hranice: Městská kulturní zařízení Hranice, p.o. ISBN 978-80-270-1787-4.

ŠIMEČKOVÁ, Barbora a Milan GERŠL, ed., 2013. *Zbrašovské aragonitové jeskyně: 100. výročí objevení*. Průhonice: Správa jeskyní České republiky. Acta speleologica. ISBN 978-80-87309-18-6.

ŠIMEČKOVÁ, Barbora a Milan GERŠL, 30. 1 2017. Hranická propast: propast stručně, aktuálně, objektivně. *Hranická propast* [online]. ZO ČSS 7-02 Hranický kras [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: <http://hranickapropast.cz/hranicka-propast/popis-lokality/>

Rozbor vody. *Výzkumný technologický institut* [online]. Praha: Výzkumný technologický institut, 2018 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <http://www.vti-cz.com/spolecnost/rozbor-vody-17>

Kolonáda: magazín lázní Teplice nad Bečvou [online]. Teplice nad Bečvou: Lázně Teplice nad Bečvou, 2018, **2018**, 6-8 [cit. 2020-02-12]. MK ČR E 23318. Dostupné z: https://www.ltnb.cz/media/cache/file/48/TEPLICE_ZARI_FINAL_WEB.pdf

10 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Tabulka 1: Chemické složení minerální vody. Údaje převzaty z informační tabule: *Přírodní léčivý zdroj Kropáčův pramen (vrt RI)*, Teplice nad Bečvou.

Tabulka 2: Průměrná konduktivita ze všech sledovaných lokalit.

Obrázek 1: NPR Hůrka, Hranická propast. Foto Hana Koryčánková.

Obrázek 2: ZAJ, raftové stalagmity v zákoutí Turecký hřbitov. Foto Hana Koryčánková.

Obrázek 3: ZAJ, výzdoba tvořená koblíhami v Koblíhové síni. Foto Hana Koryčánková.

Obrázek 4: ZAJ, Opona s krystaly aragonitu. Foto Hana Koryčánková.

Obrázek 5: Celkový pohled na lázně Teplice nad Bečvou. Foto Hana Koryčánková.

Obrázek 6: Limnigrafická stanice, Teplice nad Bečvou. Foto Hana Koryčánková.

Obrázek 7: Měření konduktivity minerální vody z Kropáčova pramene. Foto Hana Koryčánková.

Obrázek 8: Mapa sledovaných lokalit (nejvýznamnější vyznačeny žlutě), 1 : 10000. Za pomoci QGIS vytvořil Bc. Radovan Juráš.

Obrázek 9: Graf průtoku a stavu vody v Bečvě za celé sledované období (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 10: Graf souvislosti konduktivity na všech lokalitách a stavu vody v řece za celé sledované období (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 11: Graf vývoje konduktivity v době nejvyššího vodního stavu při povodni v květnu 2019 (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 12: Graf vývoje konduktivity v době největšího průtoku vody v září 2019 (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 13: Graf vývoje konduktivity v době nejnižšího stavu v červenci 2019 (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 14: Graf vývoje konduktivity v době nejmenšího průtoku v červenci 2019 (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 15: Graf porovnání konduktivity a teploty v lokalitě „Bečva pod Moravanem“ za celé sledované období (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 16: Graf porovnání konduktivity z míst „Pod Radostí“ (levý břeh), „Pod Moravanem“ a „Vývěr pod smrkem“ (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 17: Graf porovnání konduktivity z míst „Pod Radostí“ (levý břeh) a „Pod Moravanem“ (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 18: Graf porovnání konduktivity z míst „Ústecký most“ a „Pod Moravanem“ (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 19: Graf porovnání konduktivity z lokality „Pod Moravanem“ a potoka Krkavec (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 20: Graf porovnání konduktivity z lokality Ústecký most a potoka Krkavec (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 21: Graf porovnání konduktivity z míst „Vývěr pod smrkem“, „Bečva pod mostem“ a „RI z kohoutku na kolonádě“ (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 22: Graf porovnání konduktivity z míst „Bečva pod Radostí“, levý a pravý břeh (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 23: Graf porovnání konduktivity v místech „Bečva pod Radostí“ (pravý břeh) a „Ústecký most“ (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 24: Graf průměrných hodnot konduktivity ze všech sledovaných lokalit (Graf: Hana Koryčánková).

Obrázek 25: Mapa výskytu vývěrů minerální vody v řece Bečvě, 1 : 10000. Vytvořil Bc. Radovan Juráň.