

REVIZE MINERÁLNÍCH VOD V CHKO SLAVKOVSKÝ LES

REASSESSMENT OF MINERAL WATERS IN THE SLAVKOVSKÝ LES PROTECTED LANDSCAPE AREA

I. Kůrková¹, D.-A. Landa^{1,2}, J. Holeček¹, L. Rukavičková¹, J. Burda¹, T. Vylita^{1,3},

¹Česká geologická služba, Klárov 131/3, 118 00 Praha 1, e-mail: iva.kurkova@geology.cz³

²Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užité geofyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Albertov 6, 128 00 Praha 2

³Institut lázeňství a balneologie, v. v. i., Závodní 353/88, 360 06 Karlovy Vary

Abstrakt: CHKO Slavkovský les patří k nejvýznamnějším hydrogeologickým oblastem České republiky díky vysoké koncentraci minerálních pramenů, výronů plynů a ložisek peloidů. Jejich výskyt souvisí se složitou geologickou stavbou a hlubinnými zlomovými strukturami umožňujícími výstup oxidu uhličitého. Projekt TOPS (Tvorba podkladů pro stanovení ochranných pásem hydrogeologických fenoménů v CHKO Slavkovský les) probíhal v letech 2023–2026 a byl zaměřen na aktualizaci hydrogeologických a hydrochemických dat pro podporu ochrany těchto fenoménů.

Minerální vody mají meteorický původ, jejich chemické složení však odráží rozdílné horninové prostředí, hloubku oběhu i dobu kontaktu s horninami. Na základě hydrochemických a genetických charakteristik bylo vymezeno pět skupin minerálních vod: hořečnaté vody vázané na serpentinity, vápenaté vody spojené s amfibolity, silně mineralizované vody karlovarského typu, přechodné málo mineralizované vody a antropogenně ovlivněné vody se zvýšenými koncentracemi chloridů a dusičnanů. Hlavními výstupy projektu jsou interaktivní hydrogeologická mapa propojující geologická, hydrogeologická a hydrochemická data a populárně-naučná publikace o geologii a minerálních vodách Slavkovského lesa.

Abstract: The Slavkovský les Protected Landscape Area is one of the most important hydrogeological regions in the Czech Republic due to its high concentration of mineral springs, natural gas emissions, and peat deposits. These hydrogeological phenomena are controlled by a complex geological setting and deep-seated fault systems that facilitate the ascent of carbon dioxide from the deeper parts of the Earth's crust. The TOPS project (Development of Supporting Data for the Delineation of Protection Zones of Hydrogeological Phenomena in the Slavkovský les Protected Landscape Area), carried out between 2023 and 2026, focused on updating hydrogeological and hydrochemical data to support the effective protection of these valuable natural features.

All mineral waters are of meteoric origin; however, their chemical composition reflects differences in geological environment, groundwater circulation depth, and water-rock interaction time. Based on hydrochemical and genetic characteristics, five principal groups of mineral waters were distinguished: magnesium-rich waters associated with serpentinites, calcium-rich waters related to amphibolites, highly mineralized Karlovy Vary-type waters, transitional low-mineralized waters, and anthropogenically influenced waters with elevated chloride and nitrate concentrations. The main outputs of the project include an interactive hydrogeological map integrating geological, hydrogeological, and hydrochemical data, and a popular science publication presenting the geology and mineral waters of the Slavkovský les region.

Klíčová slova:

minerální vody; hydrogeologie; hydrochemie; Slavkovský les; ochrana podzemních vod.

Key words:

mineral waters; hydrogeology; hydrochemistry; Slavkovský les; groundwater protection.

1. Úvod

Západočeské minerální vody jsou vázány hlavně na zlomové zóny oherského riftu a mariánskolázeňského zlomu. Vyskytují se ve třech hlavních oblastech. Nejznámější jsou termální vody v Karlových Varech nacházející se v severním cípu CHKO Slavkovský les. V jejich okolí se nacházejí i studené méně mineralizované kyselky. Františkovy Lázně a jejich široké okolí jsou druhou rozsáhlou oblastí v okolí chebské pánve s výskyty minerálek od Aše přes Skalnou až po Šabinskou kyselku u Kynšperka nad Ohří. Třetí oblastí jsou Mariánské Lázně a prameny Slavkovského lesa, které se nacházejí v jižní části CHKO. Souvislý výskyt minerálních vod však pokračuje dále k JZ a JV a zahrnuje oblast Žandovska, Úterska a Konstantinolázeňska, s nejvzdálenějšími zaznamenanými vývěry u Erpužic a u Tachova.

Projekt TOPS (Tvorba podkladů pro stanovení ochranných pásem hydrogeologických fenoménů v CHKO Slavkovský les) probíhal v letech 2023–2026 a byl zaměřen na aktualizaci hydrogeologických a hydrochemických dat pro podporu ochrany těchto fenoménů v oblasti CHKO a jejího nejbližšího okolí. Navazující projekt TOPS 2 (Revize zdrojů minerálních vod strukturně souvisejících s CHKO Slavkovský les) pokračuje v letech 2026–2029 v revizi minerálních vod se zaměřením na oblast navazující na CHKO Slavkovský les, zejména Žandovsko a Konstantinolázeňsko.

2. Databáze minerálních vývěrů

Poslední systematická dokumentace minerálních vývěrů proběhla v 50. letech (Dovolil 1959, Klír 1953), Myslík a Hazdová 1960), v menší míře pak v 90. letech (Křivanec a Milota 1996), většinou však šlo o lokální průzkumy (např. Pěček 1980, 1990) či turistické průvodce (Milota a Bartoš 2008, 2009, 2011), některé prameny nikdy nebyly analyzovány. V průběhu revize a mapování minerálních pramenů v terénu byla vytvořena databáze objektů minerálních i prostých vod s jejich dokumentací a klasifikací. V případě přírodních vývěrů minerálních vod, které jsou zpravidla mělce zachycené a jsou často v kontaktu s prostými vodami, není rozlišení mezi prostou a minerální vodou často jednoduché. Prosté vody ve vyšších neosídlených a zemědělsky nevyužívaných oblastech Slavkovského lesa mají zpravidla velmi nízkou mineralizaci (do 200 mg/l) a vyšší hodnoty často indikují významnější příměs minerální vody. Dalším parametrem, ve kterém se zásadně liší minerální vody od prostých, je obsah rozpuštěného kyslíku, který je v minerálních vodách výrazně nižší. Minerální vody byly proto rozděleny do následujících typů na základě mineralizace (případně konduktivity), obsahu v.r. CO_2 a dalších složek, je-li k dispozici analýza:

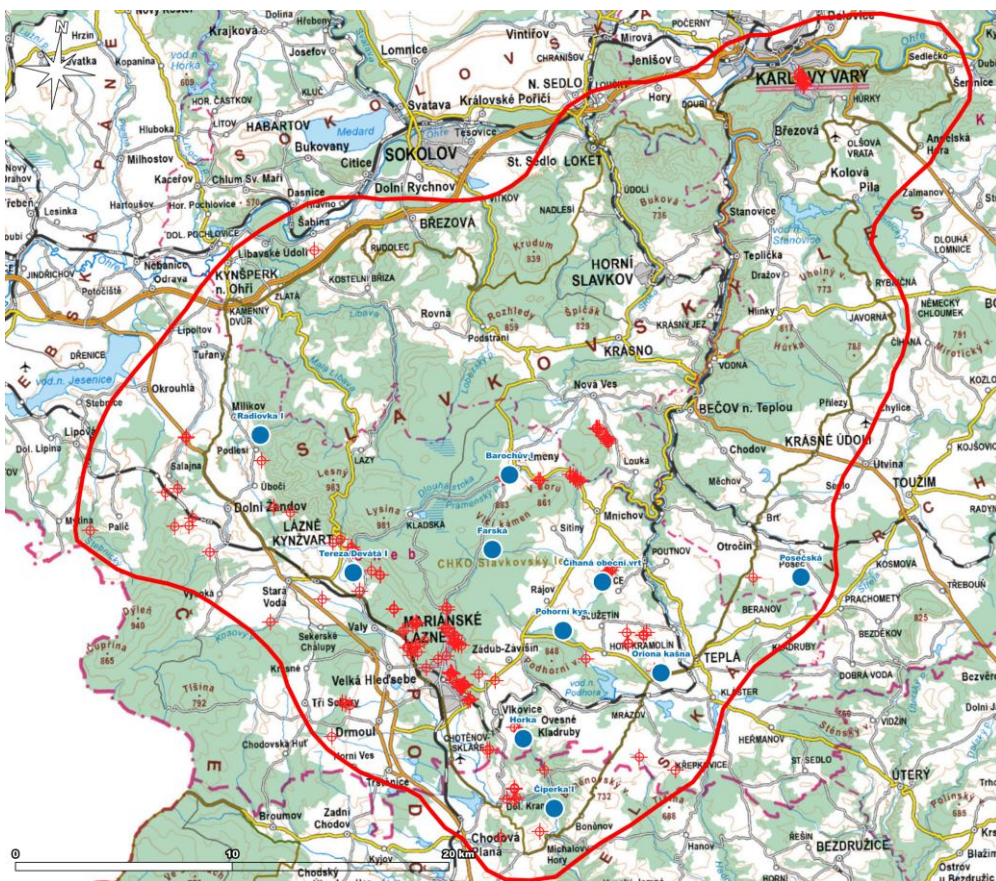
- Minerální kyselky (tzn. mineralizované M a v.r. CO_2 nad 1 g/l nebo nadlimitní obsah jiné složky)
- Prosté kyselky (M pod 1 g/l, bez jiné složky a v.r. CO_2 nad 1 g/l)
- Minerální vody neproplyněné (v.r. CO_2 pod 1 g/l, M nad 1 g/l nebo nadlimitní obsah jiné složky)
- Subminerálky (M 0,5 - 1 g/l nebo 0,5 - 1 g/l v.r. CO_2 - přechodný typ indikující pravděpodobné mísení prostých a minerálních vod)
- Prosté vody (M pod 0,5 g/l a pod 0,5 g/l v.r. CO_2)
- Výrony suchého plynu (mofety)

Pro ochranu přírody je zásadní informace, zda se jedná o přírodní vývěr, nebo zda je ovlivněn zásahem člověka. Vývěry minerálních pramenů a výrony plynů byly proto rozděleny do tří základních kategorií na základě jejich zachycení:

- Přírodní nezachycené prameny bez zásahu člověka, často špatně přístupné
- Zachycené prameny jakýmkoliv způsobem od mělkých jímek z vydlabaných kmenů přes hlubší betonové jímkové určené k čerpání vody po zachycení vrtem.
- Referenční zachycené prameny pravidelně čtvrtletně odebírané v rámci projektu a další doporučené ke sledování.

3. Hydrochemická charakteristika

Pro charakterizaci území z hlediska chemismu minerálních vod bylo použito 298 reprezentativních analýz minerálních vod na 213 objektech včetně poskytnutých dat z vrtů z oblasti Nová Ves – Louka – Mnichov (zdroje Magnesie), z Karlových Varů a Mariánských Lázní (Obr. 1). Pro vyhodnocení byly využity pouze chemické rozborů s analytickou chybou $< 5\%$ a zároveň s koncentrací v.r. $\text{CO}_2 \geq 1000$ mg/l nebo se jedná o vývěry termální ($>20^\circ\text{C}$) anebo prameny osvědčené jako PLZ, resp. ZPMV (přírodní léčivé zdroje a zdroje přírodní minerální vody). Na celkovou mineralizaci nebyl brán zřetel. Tento postup byl zvolen s ohledem na lázeňský zákon č. 164/2001, který vymezuje tzv. minerální vody pro léčebné využití, a limitní hodnoty byly převzaty. Jedenáct pramenů bylo dále vybráno pro hydrochemický monitoring, vzorky na analýzy zde byly odebírány kvartálně.



Obr. 1 Studované minerální prameny (červeně), vybrané kvartálně monitorované prameny (modře).

Fig. 1 Studied mineral springs (red) and selected springs monitored quarterly (blue).

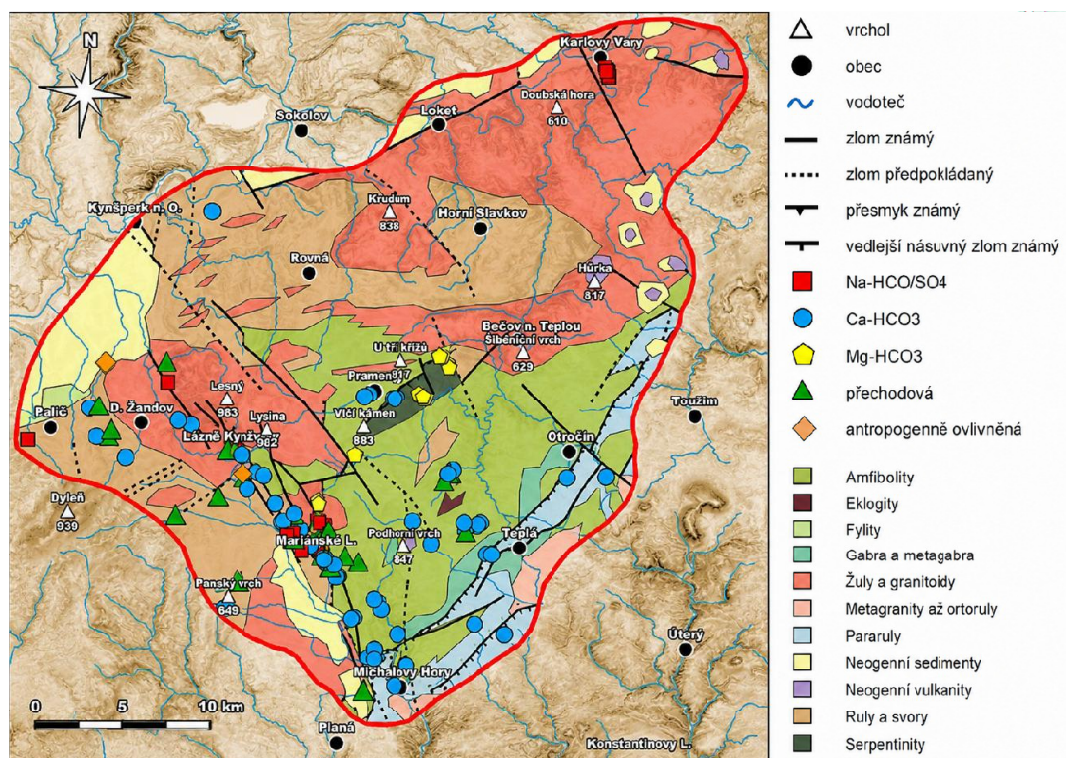
3.1 Hydrochemická zonace

Oproti rozsahu geologické a hydrogeologické mapy byla oblast zpracování chemických analýz mírně rozšířena tak, aby zahrnula monitorovanou Posečskou kyselku nacházející se těsně za hranicí mapy a reprezentující vzdálenější tepelské kyselky, a také pramen Kyselečský Hamr, který je nejvzdálenějším pramenem Žandovské oblasti, a přitom má vysokou mineralizaci karlovarského typu. Toto vymezení bylo definováno již pro zpracování článku publikovaného v rámci projektu (Landa et al. 2025), kde jsou výsledky popsány podrobněji.

Pestré chemické složení minerálních vod je výsledkem interakce meteorických vod s různorodým horninovým prostředím a hlubinným CO_2 . Tento plyn podporuje rozpouštění minerálů a pomáhá minerální vodě stoupat k povrchu. Na základě chemického složení a lze minerální vody rozdělit do pěti hlavních skupin:

1. vody s převahou Mg^{2+} , jejichž mineralizace je vázána na rozpouštění ultrabazických hornin, zejména serpentinitů.
2. vody s převahou Ca^{2+} , které vznikají interakcí s amfibolity – kromě vápníku obsahují i významné podíly Mg^{2+} .
3. vody se zvýšenými obsahy Na^+ , SO_4^{2-} a Cl^- – vody karlovarského typu spjaté s karlovarským žulovým plutonem, oblastí mariánskolázeňského zlomového pásma a okrajem chebské pánve.
4. vody z prostředí s proměnlivou litologií nebo s krátkou dobou kontaktu s horninou, což se projevuje nízkou celkovou mineralizací a méně vyhraněným chemickým složením (přechodné typy).
5. vody antropogenně ovlivněné, u nichž se projevují zvýšené koncentrace chloridů a místy i dusičnanů, což ukazuje na vliv lidské činnosti. Přestože jsou tyto případy spíše ojedinělé, upozorňují na citlivost minerálních pramenů vůči vnějším zásahům.

Zjednodušená geologická mapa s rozmístěním těchto pěti hlavních typů minerálních vod je znázorněna na Obr. 2.



Obr. 2 Minerální prameny rozdělené na 5 skupin pomocí shlukové na podkladu zjednodušené geologické mapy
 Fig. 2 Classification of mineral springs into five groups based on cluster analysis, shown on a simplified geological map.

3.2 Celková mineralizace a sezónní variabilita

Distribuce celkové mineralizace v zájmové oblasti není jednoduchá. Nejvíce mineralizované prameny jsou vody chemicky řazené do karlovarského typu, jejich přesné rozložení však není zcela vysvětleno. Obecně lze předpokládat, že jsou vázány na hlubší zlomy a dovolují komunikaci s hlubinnou složkou, ale v menším měřítku se nedaří tyto zlomy jednoznačně ověřit. V celé oblasti jsou tyto vody vázány na svahy mariánskolázeňského zlomu (Podlesí a Mariánské Lázně) a oherského riftu (Karlovy Vary). Důležitým aspektem je i hloubka a nadmořská výška záchytů minerální vody. S hloubkou vrtů roste celková mineralizace vody a dále se vzrůstající nadmořskou výškou mineralizace klesá.

Analýza sezónní variability ukazuje, že chemické složení sledovaných minerálních pramenů byl během dvouletého sledování převážně stabilní a významnější změny se objevují pouze u několika lokalit. U hlavních iontů byly zaznamenány výraznější změny koncentrací Ca^{2+} (nárůst ve Farské kyselce přibližně o 300 % a pokles v prameni Čiperka I o zhruba 50 %) a Mg^{2+} (pokles v prameni Radiovka I asi o 50 %), zatímco změny stopových prvků mají spíše charakter ojedinělých odchylek nebo pravděpodobných analytických chyb.

4. Infiltrační a drenážní oblasti

Vymezení infiltračních oblastí zdrojů minerálních vod a nejvýznamnějších rašelinišť je základním podkladem pro jejich ochranu. Rozsah a přehled základních parametrů jsou součástí mapové aplikace: https://mapy.geology.cz/hydro_slavkovsky_les.

4.1 Infiltrační a drenážní oblasti minerálních vod

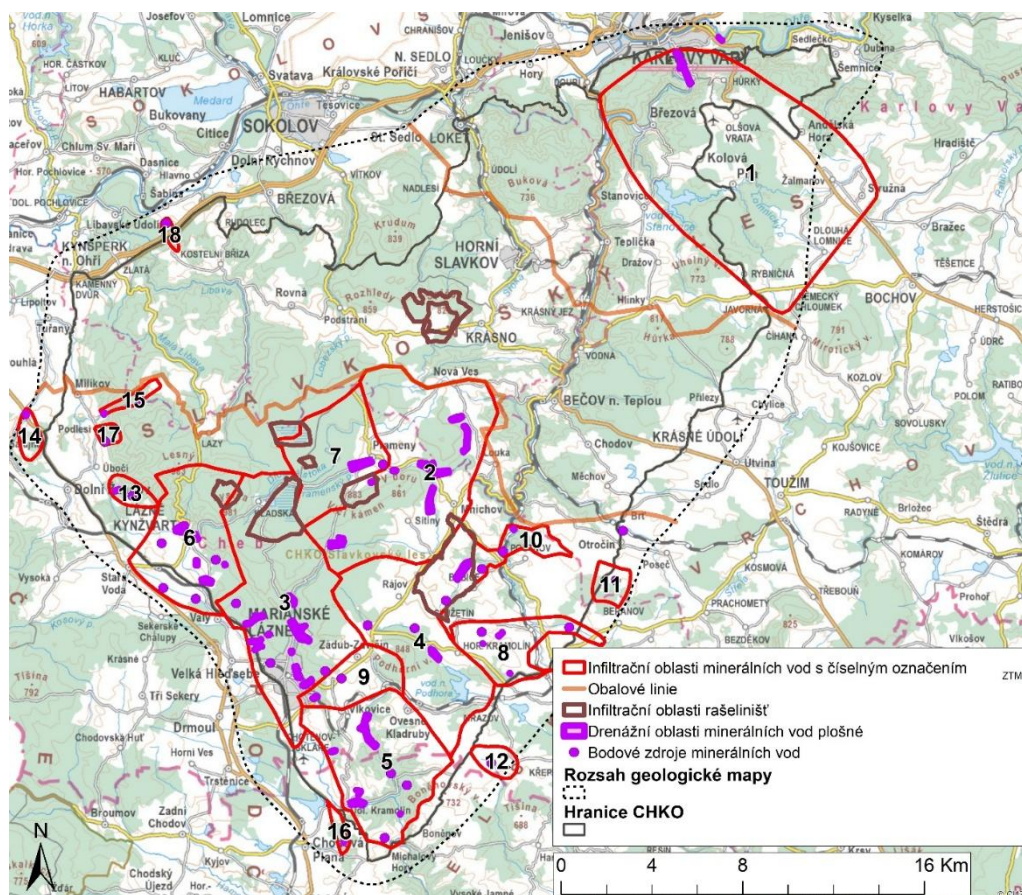
Na základě výskytu vývěrů minerálních vod a jejich zachycení vrty byly stanoveny drenážní území minerálních vod, v případě podrobněji neprozkoumaných osamocených vývěrů byly stanoveny jako bodové zdroje. Na území Slavkovského lesa se nacházejí tři oddělené oblasti s přítomností minerálních vod:

- Mariánskolázeňská oblast: Jižní část oblasti ohraničená na severu přibližně linií Smrkovec-Lazy-Nová Ves-Otročin.
- Karlovarská oblast: SV cíp CHKO Slavkovský les patří do infiltrační oblasti Karlovarských terem a okolních kyselek nacházejících se v oblasti Doupovských hor.
- Šabinská kyselka je izolovaným vývěrem minerální vody na SZ hranici Slavkovského lesa.

K infiltraci srážkové vody dochází plošně na celém území těchto oblastí. Syntézou informací o geologickém prostředí, strukturní geologii a chemismu minerálních vod byly stanoveny infiltrační oblasti jednotlivých struktur minerálních vod, tj. skupin vývěrů, které si jsou blízké geografickou polohou a chemickými vlastnostmi. Chemismus pramenů odráží horninové složení, přičemž zásadní pro obsah rozpuštěných látek je zejména akumulární, tranzitní a výstupní oblast, ve kterých dochází k přísunu CO_2 . Popis infiltračních oblastí a způsob jejich klasifikace byly převzaty a upraveny podle metodiky interního projektu ČGS „Geologické podmínky ochranných pásem přírodních léčivých zdrojů minerálních vod (Kryštofová et al. 2022)“.

Výsledkem je 18 infiltračních oblastí (Obr. 3), oblast karlovarských a mariánskolázeňských minerálních vod je navíc vymezena tzv. obalovou linií, která vyznačuje kompaktní oblast, která s určitou pravděpodobností stále může mít vliv na tvorbu minerálních vod a často se shoduje s rozsahem ochranných pásem přírodních léčivých zdrojů. Obalové linie nejsou uzavřenými oblastmi, výskytu minerálních vod a jejich infiltrační oblasti pokračují dále za hranice zkoumané oblasti/rozsahu hydrogeologické mapy – v případě karlovarské oblasti na sever (Lázně Kyselka a další výskytu minerálních vod, infiltrační oblast karlovarských terem pak zahrnuje i část sokolovské pánve a sahá až do Krušných hor) a v případě jižní části v okolí Mariánských Lázní pokračují výskytu minerálních vod na Žandovsko, Konstantinolázeňsko a Útersko.

Pro jednotlivé struktury byly spočteny základní parametry (tab.1): plocha, odhad vydatnosti minerálních vod ze struktury, základní odtok (Bruthans et al. 2024; https://mapy.geology.cz/hydro_rajony/#), podíl minerální vody na základním odtoku, srážky (ČHMÚ normál 1991–2020). Dále tabulka obsahuje stručnou charakteristiku geologické stavby, celkovou mineralizaci minerálních vod a jejich chemismus.



Obr. 3 Přehled vymezených drenážních a infiltračních území minerálních vod a rašelinišť v CHKO Slavkovský les. Čísla infiltračních území s popisem jsou uvedeny v tab. 1

Fig. 3 Overview of delineated recharge and discharge areas of mineral waters and peatlands in the Slavkovský les Protected Landscape Area. The numbers of the recharge areas and their descriptions are provided in Tab. 1.

Tab. 1. Přehled infiltračních oblastí a jejich základní charakteristiky: Plocha infiltrační oblasti struktury, základní odtok (ZO, Bruthans et al. 2024; https://mapy.geology.cz/hydro_rajony/#), srážky ČHMÚ (normál 1991-2020), vydatnost minerální vody (MV) ze struktury, a podíl minerální vody v základním odtoku (MV/ZO), geologie oblasti, chemismus vod a celková mineralizace (TDS)

Tab. 1. Overview of the delineated recharge areas and their basic characteristics: recharge area size, baseflow (ZO; Bruthans et al., 2024; https://mapy.geology.cz/hydro_rajony/#), precipitation (Czech Hydrometeorological Institute, 1991–2020 climatological normal), mineral water discharge (MV) from each structure, and the proportion of mineral water in the baseflow (MV/ZO). geology, water chemistry and total dissolved solids (TDS)

Id	Struktura	Plocha km ²	ZO l/s/km	srážky mm/rok	Vydatnost MV l/min	MV/ ZO	geologie	chemismus	TDS (g/l)
1	Karlovarské termy	82.55	1.4	632	2000		granity, granodiority, gabra	Na-HCO ₃ -SO ₄ (Cl)	5-6.4
2	Magnesia, Amálka a Farská	43.77	3.8	781	316	0.031	1.serpentinit; 2. amfibolity, zelené břidlice, erlany; 3. pararuly ortoruly	Mg-HCO ₃ až Ca-Mg- HCO ₃	0.1-6
3	Mariánské lázně	40.20	4.0	804	600	0.062	1. pararuly, svory, migmatity, rohovce, ortoruly 2.granity, granodiority, gabra 3.amfibolity, metabazity, zelené břidlice, erlany, 4. serpentinit	(Mg)-Ca-HCO ₃ až Na-HCO ₃ -SO ₄ (Cl)	0.4-9
4	Číhaná a Podhorní	34.13	3.2	743	353	0.053	1.amfibolity, metabazity, zelené břidlice, erlany. 2.pararuly, ortoruly	Ca-(Mg)-HCO ₃ až Na-HCO ₃	0.3-2.8
5	Il Sano	26.31	2.6	704	60	0.015	1.amfibolity, metabazity, zelené břidlice, erlany 2.pararuly, ortoruly	Mg-Ca-HCO ₃ , Ca-Mg-HCO ₃	0.4-4
6	Kynžvart	22.02	4.2	834	60	0.011	1.pararuly, svory, migmatity, rohovce, ortoruly, 2.granity, granodiority, gabra	Ca-HCO ₃ , Ca-Mg-HCO ₃ , (Na-HCO ₃)	0.3-1.9
7	Prameny	15.90	4.5	831	250	0.059	1.amfibolity, zelené břidlice, erlany, 2.serpentinit	Mg-Ca-HCO ₃ , Ca-(Mg)-HCO ₃	0.3-2.4
8	Oriona, Hoštěc	10.02	2.6	696	24	0.015	1.amfibolity, metabazity, zelené břidlice, erlany 2.pararuly, ortoruly	Ca-Mg-HCO ₃	0.2-1.3
9	Antoniček	7.71	3.3	750	24	0.016	1.amfibolity, metabazity, zelené břidlice, erlany. 2.velmi podřadně pararuly, ortoruly	Ca-(Mg)-HCO ₃	0.2-1.4
10	Bohuslav	2.81	2.7	696	3	0.007	1.amfibolity, metabazity, zelené břidlice, erlany. 2.velmi podřadně pararuly, ortoruly	Ca-HCO ₃	0.4
11	Otročin	2.42	2.2	677	3	0.009	1. pararuly, ortoruly. 2. podřadně amfibolity, metabazity, zelené břidlice, erlany	Ca-Mg-HCO ₃	1.2-2.0
12	Beranovka	2.10	2.5	694	2	0.006	1. pararuly, ortoruly. 2. podřadně amfibolity, metabazity, zelené břidlice, erlany	Ca-HCO ₃	1
13	Bubláky	1.92	3.4	816	5	0.013	granity, granodiority, gabra	Ca-HCO ₃	0.3-1.2
14	Leimbruck	1.65	2.3	656	1	0.004	pararuly, svory, migmatity, rohovce, ortoruly, ZNEČIŠTĚNÍ	Na-Cl	0.2-0.6
15	Radiovka	1.17	3.8	823	2	0.008	granity, granodiority, gabra	Na-HCO ₃ (SO ₄)	1.1-3.5
16	Hubertka	0.94	2.0	652	2	0.018	1.amfibolity, metabazity, zelené břidlice, erlany 2.pararuly, ortoruly	Ca-Mg-HCO ₃	0.7
17	Podlesí	0.78	3.6	794	2	0.012	granity, granodiority, gabra	Na-SO ₄	2.9
18	Šabina	0.59	2.6	691	2	0.022	pararuly, svory, migmatity, rohovce, ortoruly,	(CaNaMg)-HCO ₃	2.2-2.4

4.1 Infiltrační oblasti rašelinišť

Infiltrace rašelinišť jako oblastí akumulace srážkové vody a vod mělkého oběhu byla stanovena podle orografických povodí (Obr. 3). Pro rašeliniště Krásno je navíc znázorněna širší oblast zahrnující jeho ochranné pásmo, ve kterém potenciálně mohou mít výraznější zásahy do podzemní vody vliv na režim rašeliniště a jeho dotaci mělkými podzemními vodami.

5. Hydrogeologická mapa CHKO Slavkovský les

Jedním z výstupů projektu je Hydrogeologická mapa CHKO Slavkovský les. Hydrogeologická mapa ve standardním tištěném formátu by neumožňovala zobrazení celé škály unikátních dat, která byla v průběhu řešení projektu získána. Proto byl standardní formát mapy nahrazen mapovou aplikací, která umožňuje uživatelům zobrazení velkého množství hydrogeologických dat.

Odborný obsah aplikace:

1. Hydrogeologická mapa:
 - Hydrogeologické jednotky vyčleněné na základě aktualizované geologické mapy podle horninových typů s obdobnou genezí, typem propustnosti a obdobnými hydraulickými vlastnostmi.
 - Tektonické linie významné pro oběh minerálních vod
 - Infiltrační oblasti struktur minerálních vod
2. Geologická mapa
 - Hranice horninových jednotek
 - Pozice tektonických linií (zlomů).
 - Významné geologické lokality
3. Hydrogeologická dokumentace
 - Dokumentované objekty minerálních a prostých vod
 - Vybrané vrty a studny s archivními hydrogeologickými daty
4. Chemické složení podzemních vod
 - Chemické analýzy podzemních vod
 - Hydrochemické typy podzemních vod
 - Typ a kategorie vývěru minerální vody
 - Vybrané vrty a studny s archivními hydrochemickými daty
5. Chráněná území
 - Hranice CHKO Slavkovský les
 - Zonace CHKO
 - Ochranná pásma vodních zdrojů
 - Ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů
 - Maloplošná chráněná území

Aplikace byla vytvořena v prostředí Web AppBuilder (verze 2.27) od firmy Esri, které ČGS provozuje a rozvíjí. Toto řešení vývojáři přináší robustní prostředí, kde lze kombinovat standardní funkčnosti prostředí pro přípravu mapových aplikací s vlastními nástroji, které byly naprogramovány. Mapová aplikace je volně přístupná a může být využívána jak orgány státní správy, tak odbornou i laickou veřejností. Mapová aplikace je plně optimalizována pro provoz na mobilních zařízeních, přičemž její uživatelské rozhraní se automaticky přizpůsobuje velikosti displeje koncového zařízení. V mobilním zobrazení je kladen důraz na maximální přehlednost a efektivní ovládání v terénu, čemuž odpovídá i zjednodušené prostředí. Mapy a data získaná v průběhu řešení projektu jsou přístupná zde: https://mapy.geology.cz/hydro_slavkovsky_les

6. Populárně naučná publikace

Knížka Slavkovský les – Zrození vody z kamene vychází z výsledků projektu a popisuje nejzajímavější geologické a hydrogeologické fenomény Slavkovského lesa. Hlavním cílem je seznámit čtenáře z řad veřejnosti s příběhem vzniku minerálních vod, zejména s bezprostředním vlivem hornin a geologické stavby na jejich tvorbu a chemické složení.

Úvodní část je věnována geologickému vývoji, vlastnostem horninového prostředí a na ně vázaných minerálních vod. Devět kapitol pak popisuje oblasti Karlovarska, Loketska, okolí Horního Slavkova, Kynžvartska, Mariánských Lázní, Pramenska, Podhorního vrchu, Tepelska a okolí Michalových Hor. Výběr přírodních i montanistických zajímavostí čítá přes 60 lokalit minerálních pramenů, hornin a minerálů, a to jak místa známá a turisticky navštěvovaná, tak opomíjená, ležící mimo síť turistických cest či veřejnosti běžně nepřístupná.

7. Závěr

Minerální vody představují citlivé hydrogeologické fenomény, jejichž účinná ochrana vyžaduje znalost jejich původu, chemického složení, režimu a vazby na okolní horninové prostředí. Stejně důležitá je ochrana prostých podzemních vod, které tvoří významnou část infiltrace a mohou ovlivňovat množství i kvalitu minerálních vod. Výsledky projektu TOPS poskytly nové podklady pro ochranu těchto vazeb v CHKO Slavkovský les, zejména prostřednictvím aktualizace databáze minerálních vývěřů, hydrochemické charakterizace a vymezení infiltračních a drenážních oblastí.

Navazující projekt TOPS 2 se kromě revize dalších minerálních vývěřů v oblasti Žandovska, Konstantinolázeňska, Úterska a Tachovska zaměří také na zpřesnění poznatků z prvního projektu na vybraných strukturách minerálních vod, zejména na jejich hydrogeologický režim a vztah mezi infiltračními oblastmi a vývěry. Získané informace budou sloužit jako podklad pro dlouhodobou ochranu minerálních i prostých podzemních vod a dalších na ně vázaných přírodních fenoménů.

Poděkování: Příspěvek byl podpořen granty TA ČR SS06010461 – Tvorba podkladů pro stanovení ochranných pásem hydrogeologických fenoménů v CHKO Slavkovský les a SQ02010041 – Revize zdrojů minerálních vod strukturně souvisejících s CHKO Slavkovský les.

Seznam literatury

- Bruthans, J., Grundloch J., Kadlecová R., Karatas T., Šabatová K., Vlnas R. (2024): Metodika tvorby Mapy zranitelnosti kvantity přírodních zdrojů podzemní vody k suchu pro Českou republiku. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace. ISSN 0322-8916. <http://doi.org/10.46555/VTEI.2024.07.002>, https://mapy.geology.cz/hydro_rajony/#
- Dovolil M. (1959): Hydrogeologie oblasti kyselek v Mariánských Lázních a v jejich širokém okolí. – Ms. Dizertační práce, Přírodovědecká fakulta UK Praha.
- Český hydrometeorologický ústav (2020): Srážky – klimatologický normál 1991–2020 a denní data srážek ze srážkoměrných stanic. Národní databáze hydrometeorologických údajů (ČHMÚ), Praha. Dostupné z: <https://opendata.chmi.cz/>
- Klír S. (1953): Zpráva o geologickém a hydrogeologickém průzkumu okolí Mariánských Lázní a Lázní Kynžvart. Diplomová práce. - Přírodovědecká fakulta University Karlovy, Praha.
- Kolářová M., Myslík V. (1979): Minerální vody Západočeského kraje. - Ústí. Úst. geol. Praha.
- Kryštofová E., Baldík V., Čurda J., Gilíková H., Hadacz R., Havlín A., Knotek J., Novotná J., Otava J., Paleček M., Rez J., Sedláček J., Skácelová Z., Tomanová Petrová P. (2022): Geologické podmínky ochranných pásem přírodních léčivých zdrojů minerálních vod (OPPLZ MV). Závěrečná zpráva o řešení projektu ČGS. – Česká geologická služba.
- Křivanec J., Milota J. (1993): Registr vývěřů minerálních vod. Slavkovský les, Tepelská vrchovina, Tachovská brázda. - AQUATEST - Stavební geologie, akciová společnost, Praha 1.
- Kůrková, I., Žáček, V., Landa, D., Rozkošný, I., Vylita, T. (2026): Slavkovský les. Zrození vody z kamene. Česká geologická služba, vyd. 1., 120 s. Praha.
- Landa, D., Holeček, J., Kůrková, I., Vylita, T., Žáček, V., Mareš, J., Jurkovská, L. (2025): Nová hydrochemická zonace minerálních vod Slavkovského lesa. – Geosciences Research Reports, 58, 2, 71–84.
- Milota J., Bartoš J. (2008-2011): Průvodce po minerálních pramenech. I. -IV. – Český svaz ochránců přírody, ZO ČSOP Kladská, Mariánské Lázně.
- Pěček J. (1980): Závěrečná zpráva o hydrogeologickém průzkumu pro stanovení ochranných pásem léčivých zdrojů lázeňského místa Lázně Kynžvart. Název úkolu: Lázně Kynžvart – ochranná pásma 2. a 3. fáze, číslo úkolu: 0379106313 KH. Praha.
- Pěček J. (1990): Slavkovský Les - regionální hydrogeologický průzkum - I. fáze - studie. - Stavební Geologie. Praha.