



Legenda:  zastávka  otázka  doporučení  zajímavost  řešení

Metodický list pro učitele

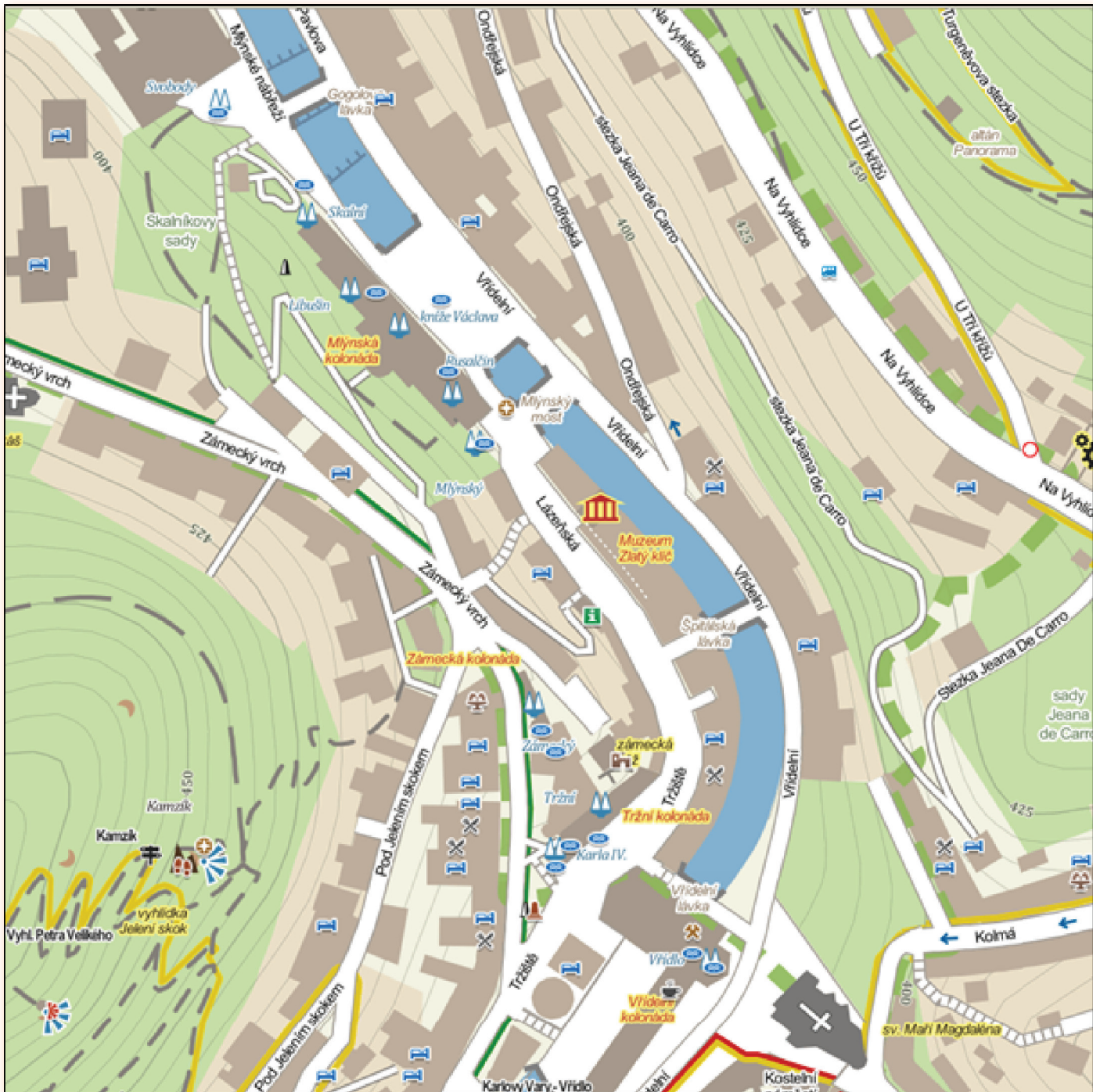
Výlet za geologickými zajímavostmi Karlových Varů

Trasa: hotel Thermal – Galerie umění; délka: cca 2,5 km, čas: cca 3 hodiny

Cíl: seznámit žáky s geologií lázeňského města – s horninami a minerálními prameny a na jejich základě demonstrovat některé fyzikální a chemické jevy.

Pomůcky: pracovní list (metodický list) a psací potřeby (obyčejná tužka na nákresy), dvě čisté a stejné PET lahve 1,5 či 2 litry – pro každého či do skupiny (viz. „Úkol na závěr“), fix na psaní na PET lahve, kalíšek či kelímek na ochutnání vody, malá miska (Petriho miska, ale stačí i například nižší plastový kelímek), trocha octa - stačí cca 5 ml, kapátko, nůž (stačí příborový)

Úvod: Lázeňské město Karlovy Vary leží ve velmi zajímavém území na rozhraní Sokolovské pánve a Slavkovského lesa, hranici mezi oběma celky tvoří tok řeky Ohře, který je založen na tzv. oherském zlomu v zemské kůře. Masiv Slavkovského lesa i podloží Sokolovské pánve je tvořeno různými žulovými tělesy z období prvohor, tj. přibližně 290 až 330 mil. let starými. Odhalené a často velmi působivé žulové skály můžete pozorovat jak v blízkém okolí Karlových Varů (například Svatošské skály), tak i přímo ve městě. Žuly daly vzniknout i bohatým ložiskům kaolínu, který se na Karlovarsku těží. Kaolín totiž vzniká zvětráváním základní stavební složky žuly – živců. Nás však bude především zajímat jiný produkt žulového podloží – minerální prameny, které mají svůj původ ve zlomech v žulovém podloží Karlových Varů, v tzv. zřidelní linii. Kolik pramenů vlastně ve Varech vyvěrá a jak se prameny liší? Jakou podobu mají nerosty vysrážené z minerálních pramenů a k čemu jsou dobré? Pojďme se na to podívat blíže.

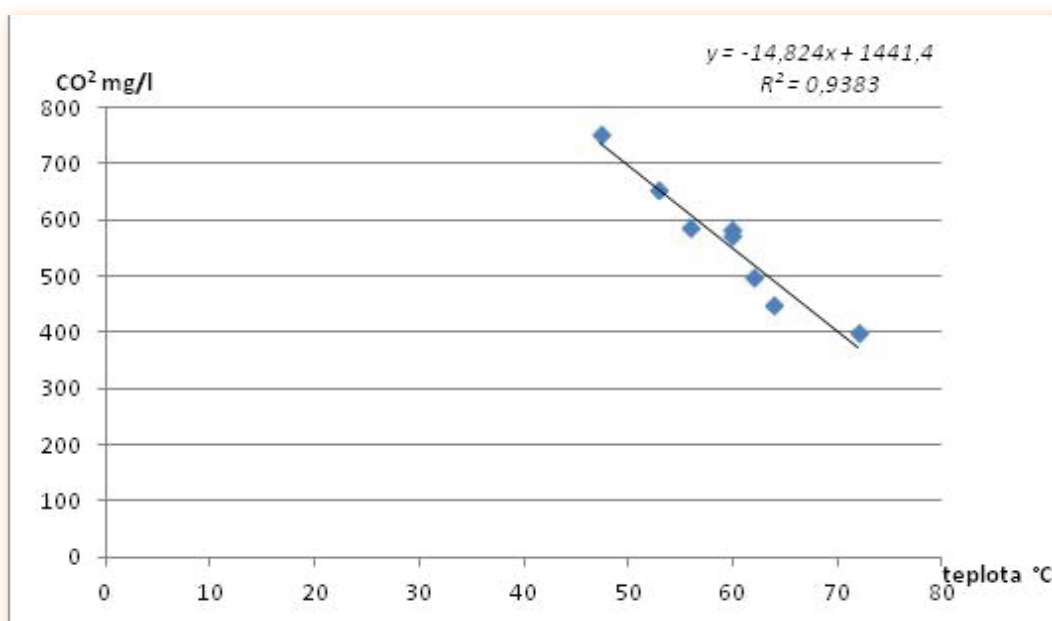


Ilustrační mapa pramenů

- ? Průběžný úkol** (probíhá během celé vycházky)
Během vaší procházky Karlovými Vary se zastavte u léčivých pramenů uvedených v následující tabulce a doplňte teplotu jejich vod, která se pramen od pramene liší, do prázdného sloupce.

Pramen	Teplota °C	CO ₂ mg/l
Vřídlo	72	400
Karla IV.	64	448
Tržní	62	499
Mlýnský	56	586
Rusalčin	60	584
Skalní	53	655
Svobody	60	573
Sadový	47	754

- !** Až budete mít tabulku celou vyplněnou, vyneste získané hodnoty do grafu (ideálně na počítači – např. MS Excel, případně na milimetrovém papíře) tak, aby teplota byla na ose X a množství rozpuštěného oxidu uhličitého na ose Y. Body v grafu proložte úsečkou (v MS Excel jede o automatickou funkci – „spojnice trendu“), která prochází většinou bodů nebo leží v jejich těsné blízkosti.



Ukázka řešení z Excelu

- ? Co můžete na základě grafu soudit o rozpustnosti CO₂ ve vodě v závislosti na její teplotě?**
- ✓ Rozpustnost oxidu uhličitého (obecně plynů) ve vodě (v kapalině) s rostoucí teplotou klesá!**
- !** Prameny samozřejmě můžete ochutnat – udělejte to alespoň v případě Sadového pramene a Vřídla. **Pokuste se posoudit, který z nich chutná „kyseleji“?** Náповědu a vlastně i vysvětlení najdete v tabulce.

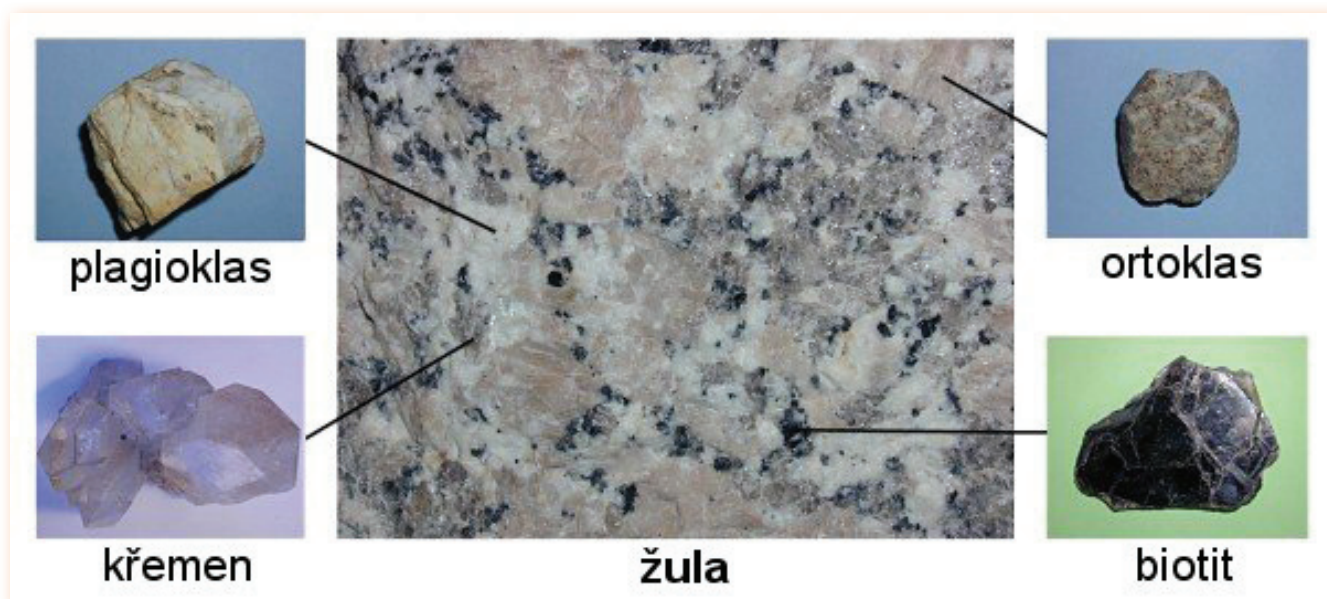
- ✓ Sadový pramen má ve vodě téměř dvakrát větší obsah CO_2 než Vřídlo. Oxid uhličitý se ve vodě rozpouští v podobě slabé kyseliny uhličité, tudíž voda Sadového pramene by měla mít kyselejší chuť.

II zastávka

1. lokalita: skála pod bazénem hotelu Thermal

Pozorně si prohlédněte skálu pod bazénem hotelu Thermal. Skalní stěna, kromě toho, že je zabezpečená proti řízení balvanů sítí, je očividně relativně čerstvě upravená lámáním.

- ? Jak poznáte, že skála nemá přirozený tvar, ale že byla uměle „osekána“?
- ✓ Hrany skály jsou ostré nikoli různě zaoblené, kámen není na povrchu zvětralý (začernělý, příliš porostlý lišejníky), nedrolí se; skála nese stopy po nástrojích (To nebylo prověřováno.).
- ? Z odstupu si prohlédněte tvar skály a jednotlivých výstupků. Při troše nadhledu z něj poznáte, jakou odlučnost (způsob, jakým se rozpadá na části) má žula.
a) sloupcovitou b) kulovitou c) kvádrovou d) deskovitou
- ✓ Správná odpověď je kvádrovou.
- ? Ještě jednou se vraťte ke skále a najděte si část s dobře viditelnými krystaly. Jaké tři základní minerály (skupiny minerálů) tvoří žulu? Uveďte jejich názvy, barvu a relativní velikost zrn. (největší zrna, střední zrna, lupínky...)
- ✓ 1. – křemen – bílá, šedobílá, světle šedá až průsvitná, středně velká zrna
2. – živce – okrová barva či jemné odstíny pastelových barev, jemná hmota ale i velká zrna (stačí jedno z toho)
3. – slídy – tmavé lesklé lupínky, středně velké



Ideální obrázek (plagioklas a ortoklas – živce, biotit – tmavá slída).



Reálný obrázek viz výše (je třeba vybrat pěknou část kamene) – slída je dost nenápadná šupinky jsou vidět obvykle jen z pohledu na „hranu“, z čelního pohledu většinou chybí – jsou vyvětralé.

II zastávka

2. lokalita: Skalní pramen

Prohlédněte si upravený vývěr Skalního pramene. V míse i na stojánku vývěru si můžete všimnout množství usazeného bílého až rezavého povlaku. Jedná se o tenkou vrstvu vysráženého kamene, který se v Karlových Varech označuje jako vřídlovec.

? Jak se ale usazený povlak nazývá obecně?
a) sintr b) zubní kámen c) vodní kámen d) rohovec e) dolomit

✓ Správná odpověď je sintr, uznat lze i „vodní kámen“, což je vlastně lidové označení pro totéž.

+ Podobný povlak můžete vidět i na žulové skále za pramenem.
Jeho rezavé zbarvení je způsobeno oxidy železa.

? Jaký původ má ale zelenavé zbarvení?
a) chemický, je dáno oxidy mědi – tzv. měděnkou
b) fyzikální, jde jen o zelený odlesk světla ve vrstvičce vody
c) biologický, na skále rostou řasy a sinice

✓ Správná odpověď je C.

-  Nožem opatrně seškrábněte trochu vysrážené hmoty, stačí „špetka“.
Přeneste ji do misky, nechte oschnout a pak na ni kápněte trochu octa. Co se stalo?
-  Materiál by se měl začít rozkládat, pokrýt se drobnými bublinkami CO_2 , které se uvolňují na povrch a případně mohou až šumět.
-  Reakce s octem, respektive kyselinou octovou, poukazuje na přítomnost jedné chemické sloučeniny, respektive minerálu. O jakou látku se jedná?
- a) křemen / SiO_2
 - b) pyrit / FeS_2
 - c) kalcit – aragonit / CaCO_3
 - d) sádrovec / $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
-  Správná odpověď je kalcit respektive aragonit. Jedná se o dvě různě krystalizující formy uhličitanu vápenatého (vápence).
-  zastávka

3. lokalita: Mlýnský pramen

Než jste dospěli až k Mlýnskému prameni, tak jste měli možnost vidět řadu jiných vývěrů a téměř všechny byly pokryty vřídlovcem na podobných místech. Na stěně stojánku a na stěnách pramenných mis.

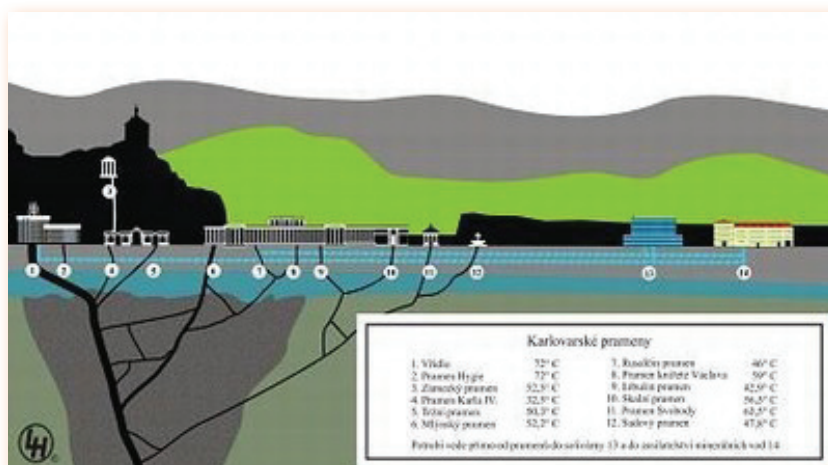
-  Zamyslete se nad tím, proč se vřídlovec sráží právě zde na těchto místech?
-  Voda v mísách chladne a tak se snižuje rozpustnost minerálních látek a ty se zde sráží. Ze stěn stojánku, které jsou namočený jen občas, se kromě chladnutí voda stihá i odpařovat, a proto se i zde sráží sintr.
-  Jednu z PET lahví naplňte vodou z pramene, na láhev si poznamenejte zdroj a teplotu odebírané vody. Láhev s vodou označte a uschovejte pro další použití.
-  Rychlé srážení sintru, vřídlovce, se využívá k výrobě charakteristických karlovarských suvenýrů. Všimli jste si cestou nějakých?
-  Kamenné růže, ale i řada jiných předmětů (vázičky, „boty“) pokrytých vrstvou rezavého sintru.
-  Při jakém způsobu dopravy vody může být rychlé usazování sintru naopak nevýhodné?
-  Rozvod vody potrubím – dochází k zanášení a ucpávání trubek. Velmi pěkné příklady lze vidět v expozici muzea Karlovy Vary.



zastávka

4. lokalita: Vřídlo

Při prohlídce Vřídla a Vřidelní kolonády si přiblížíme vznik minerálních pramenů. **Cestou od jednoho ke druhému nebo při pohledu do mapy si můžete všimnout, že prameny leží v jedné linii.** Jsou totiž založeny na hlubinném zlomu (puklině) v zemské kůře. V podstatě se jedná o jediný velký pramen Vřídla, od něhož se ostatní prameny oddělují systémem puklin v podloží nehluboko pod povrchem (viz schéma níže).



Před samotnou prohlídkou vřidelní kolonády si prohlédněte i její okolí, pozornost věnujte korytu řeky Teplá a usazování pestrých sintrů z vypuštěných vod Vřídla (pod Vřidelní kolonádou). Důležité pro další otázky je také prohlédnout si geologický model podloží vřidelní kolonády, který je umístěn v prvním patře u „stánku“ SPLZAK ve Vřidelní kolonádě. Mimo rámec tohoto výletu pak lze doporučit exkursi do podzemí Vřídla a podzemí kostela Sv. Máří Magdalény.



Z jaké horniny v podloží minerální prameny vyvěrají?



Žula.



Významnou hnací silou, která vytlačuje termální vodu na povrch z hloubky 2 až 2,5 km, je jeden nám již dobře známý plyn. Jaký?



CO₂



Původ tohoto plynu je spjat s dozvuky mladé sopečné činnosti, která ve třetihorách významně ovlivnila podobu území Karlovarského kraje.



Jaké pohoří (zeměpisně vrchovina) v okolí Karlových Varů je sopečného původu?



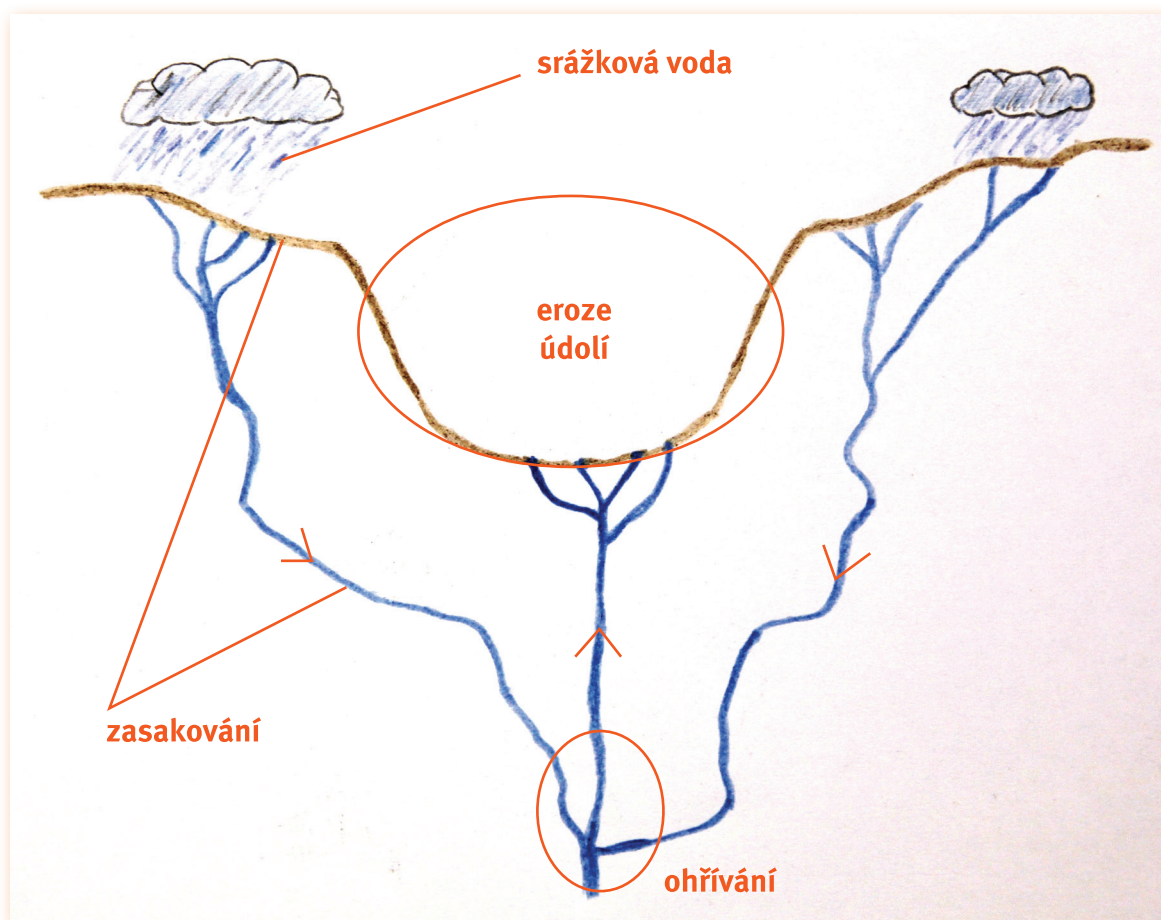
Doupovské hory.

? Znáte nějaké vrchy v blízkém okolí Karlových Varů, které byly formovány sopečnou činností?

✓ Vítkova hora, Suk (Hornberg) u obce Hory, Andělská hora (+ Travní a Bukový vrch), Šemnická skála, Krásný vrch u Hroznětína.

? Jak se voda do velké hloubky v zemské kůře dostává – popište schéma a šipkami označte směr proudění vody. Označte část reliéfu (zemského povrchu), která vznikla erozní činností vodního toku.

! Použijte a správně umístěte termíny zasakování, srážková voda, ohřívání.



Řešení

+ Než úplně opustíme minerální prameny, ještě se vrátíme k vřídlovci. V prostoru Vřídelní kolonády, jste si jistě všimli vybroušených kousků vřídlovce, které se prodávají jako suvenýry nebo používají jako dekorativní kameny (vybroušené vřídlovce jsou použity na modelu jímání vřídla).

? Na první pohled je na vřídlovcích vidět střídání různobarevných proužků připomínajících letokruhy. Jak takové zbarvení, struktura vzniká?

- a) při řezání a broušení nestejnoměrným zahříváním horniny
- b) přimíšením nečistot (např. bahna) do míst, kde vřídlovec usazuje při usazování
- c) extrémním tlakem, který působí na horninu ve velkých hloubkách pod povrchem
- d) drobnými změnami v chemickém složení vody při procesu sedimentace (usazování)

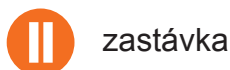
-  **Správná odpověď D, chemické složení minerální vody není úplně neměnné a při procesu sedimentace se přebytek či nedostatek některých látek (např. oxidů a hydroxidů železa) projevuje prostřednictvím různobarevných proužků.**

O vřídlovci už víme řadu věcí. Např. že vzniká usazováním z vřídelních vod, že jeho hlavní složkou je uhličitán vápenatý a že se používá třeba jako dekorační kámen. Ještě dodáme, že jeho akumulace na území dnešních Karlových Varů nebyly zrovna malé (některé tzv. kupy dosahovaly mocnosti i 8 metrů).

-  **Pokud toto vše zvážíte a přidáte fakt, že vápenec se na území našeho regionu téměř nevyskytuje, mohlo by vás napadnout, proč byl zdejší vřídlovec těžen, ještě o mnoho dřív než byly Karlovy Vary založeny.**

- a) s vřídlovcem se obchodovalo jako s drahým kamenem
- b) sloužil k pálení vápna pro výrobu malty
- c) používal se jako sochařský materiál
- d) používal se jako vzácný stavební kámen na obklady a dlažbu

-  **Správná odpověď B. Zdroje vápence pro výrobu vápna jsou v našem regionu velmi omezené a lidé záhy přišli na to, že vápenec lze nahradit vřídlovcem. Proto se už od 13. století v údolí Teplé těžil a pálilo se z něj vápno.**



5. lokalita: lesní pramen u Goethovy stezky

Cestou od Vřídla směrem k Richmondu se zastavte u upraveného vývěru lesního pramínku u Goethovy stezky přibližně naproti Císařským lázním.

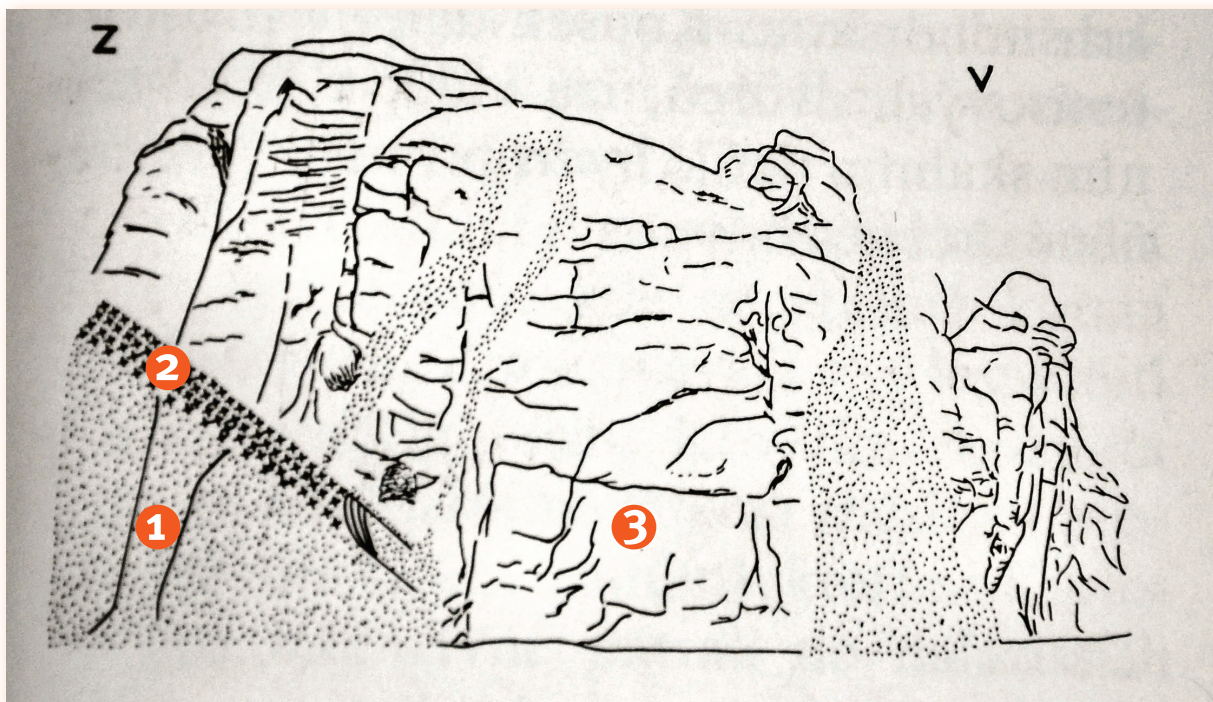
-  **Vodou z pramene naplňte druhou z láhví, poznamenejte si zdroj a přibližnou teplotu vody (stačí odhadem na základě vlastního pocitu). Vodu můžete samozřejmě ochutnat.**

6. lokalita: Lví skála a osamělá skalka jihovýchodně od ní (přes řeku téměř naproti Galerii umění)

Lví skálu poznáte snadno, podle plastiky hlavy lva, který v zubech drží hada. Plastika je poděkováním léčebným účinkům Karlových Varů (lev), které pomohly k uzdravení (had - nemoc) významnému berlínskému sochaři Augustu Kissovi. **Lví skála je však významná především z geologického hlediska.** Jedná se o místo, kde lze pozorovat vzájemný kontakt dvou různých typů žul – tzv. krušnohorské (v tomto případě s drobnými krystaly) a tzv. horské žuly (v tomto případě s velkými nápadnými krystaly). Mezi žulami lze vysledovat i žílu tzv. pegmatitu.

-  Dobře si prohlédněte skálu a přiřaďte k číslům v nákresu následující termíny: **horská žula, krušnohorská žula, pegmatitová žíla** (Z - západ, V - východ).

-  **1) krušnohorská žula
2) pegmatitová žíla
3) horská žula**



+ O kousek dál směrem na jihovýchod stojí osamělá, jen několik metrů vysoká, žulová skalka. Při troše fantazie vypadá jako hromada na sebe naskládaných pytlů.

? Tyto osamělé skály opracované zvětráváním a se označují jako tor (tór). (Doplňte název procesu vedoucímu k obnažení skály a odnosu zvětralého materiálu.)

✓ Správná odpověď - erozí.

? Jmenujte alespoň tři vnější činitele, které se podílejí na zvětrávání skály.

✓ voda (sníh, srážky)
vítr
teplota (změny teploty)
organismy (lišejníky, řasy, mechy i vyšší rostliny)



II zastávka

7. lokalita: zákruta Teplé u Galerie umění

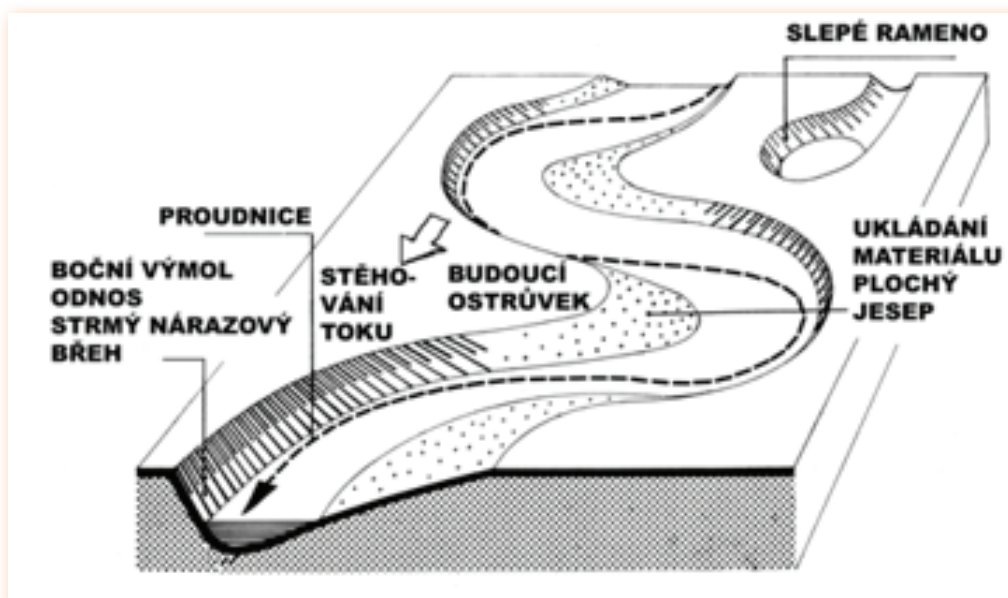
Poslední zastávku na geologické procházce lázeňským centrem Karlových Varů uděláme u říčky Teplá u Galerie umění. Řeka je ve městě silně uměle upravena, v některých částech doslova kanalizována, ale i přes to je možné pozorovat na jejím toku některé přirozené zákonitosti.

+ Pokud si zpětně uvědomíte svou cestu od hotelu Thermal okolo všech pramenů až sem, zjistíte, že vzdálenost toku od zlomu zemské kůry v tomto případě tzv. zřidelní linie je velmi malá.

? Řeka v podstatě teče přímo po ní, v minulosti některé prameny vyvěraly přímo v toku řeky – ostatně proto i název Teplá. Proč tomu tak je, proč řeka teče po zlomové líně?

✓ V místě zlomu jsou horniny narušené a tak méně odolávají eroznímu působení tekoucí vody. Řeka zde snáze prohlubuje údolí než v místech nenarušených, proto se koryto řeky časem ustálilo na linii zlomu.

? Dobře si prohlédněte zatáčku řeky proti budově galerie a schematicky si ji nakreslete při pohledu shora. V nákresu nezapomeňte na místo, kde se hromadí jemný materiál (štěrk, písek a organické naplaveniny).



Ilustrační obrázek meandru

? Jak se odborně zákrut řeky označuje?
a) meandr b) melafir c) jesep d) melanin

✓ Správná odpověď A; melafir je hornina, jesep je nakupenina jemné hmoty na vnitřní straně meandru a melanin je tmavé barvivo živých organismů.

? Vysvětlete, proč se jemný písek hromadí právě ve vnitřní straně zákrutu?
(Napovíme vám, že to souvisí s rychlostí proudění vody.)

✓ Správná odpověď - na vnitřní straně zákrutu je nejmenší rychlost proudění vody a proto se zde může usazovat i jemný materiál.

? Kde je rychlost proudění vody největší?

✓ Na vnější straně zákrutu.

? Co by se přirozeně dělo s břehem na vnější straně zákrutu?

✓ Byl by řekou odnášen, erodován, podemílán...



Úkol na závěr

Na závěr ještě domácí (laboratorní) úkol. Zbyly vám dvě PET lahve s vodou. Co s nimi? Můžete je samozřejmě vypít. Vychlazené a pouze kódem označené vzorky dejte ochutnat svým spolužákům, kteří na vycházce nebyli. Schválně zda poznají, která voda je minerální. Nebo vzorky vody nalijte do mělkých plochých nádob (ideálně třeba do fotografických misek) a nechte odpařit. Měli byste tak na vlastní oči zjistit, jaký je rozdíl mezi prostou vodou a vodou minerální.



Termální vody karlovarské zřidelní linie obsahují (v podstatě bez ohledu na konkrétní pramen) přibližně 6,4 g rozpuštěných látek v jednom litru vody. Při odpaření dvou litrů tedy získáte necelých 13 gramů vřidelní soli, což už není zanedbatelné. Naopak odpařením vody z lesního pramínku téměř žádnou sůl nezískáte.