Vrták s vytaženým rašelinným sedimentem u Babického jezírka.
Foto Přemysl Bobek.

Cestování skrze prameny západočeského lázeňského trojúhelníku až do doby ledové I.

Markéta Fránková, Markéta Gabriela Soukupová a Přemysl Bobek, Oddělení paleoekologie, Botanický ústav AV ČR, v. v. i., a Jana Kulichová, Katedra botaniky, PřF Univerzity Karlovy v Praze

V našem dvoudílném seriálu shrnujeme výsledky výzkumu minerálních pramenů a jejich okolí na území CHKO Slavkovský les a národní přírodní rezervace Soos, který prováděl náš autorský tým. Zaměřili jsme se na mikroskopické obyvatele několika vybraných pramenů, jimiž jsou fotoautotrofní (tj. fotosyntetizující) eukaryotické řasy, konkrétně jednobuněčné rozsivky. Chtěli jsme poznat nejen jejich současné druhové složení, ale i jejich minulost, dozvědět se, v jaké době prameny vznikly a jaké druhy zde tehdy žily. Rozsivky se totiž používají jako bioindikátory k hodnocení kvality vod a o charakteru daného pramene nám mohou hodně povědět. Některé prameny nás tak zavedly i více než 10 tisíc let do minulosti, tedy až do konce doby ledové. Studie tohoto velmi zajímavého tématu byla iniciována pracovníky Správy CHKO Slavkovský les a probíhala v roce 2021. V prvním díle si blíže představíme mikrosvět pramenů, přiblížíme naši metodiku a odhalíme stáří některých pramenů.

Území západočeského lázeňského trojúhelníku (a především pak Slavkovského lesa) je poseté četnými vývěry minerálních pramenů, z nichž mnohé jsou díky svým blahodárným účinkům na lidské zdraví využívány v lázeňství. Málokoho by však napadlo, že v jejich vodách prosperuje bohatý život v podobě společenstev mikroskopických organismů. Svými

Pramen Čiperka s vrtákem připraveným k vytažení. Foto Markéta G. Soukupová.

unikátními vlastnostmi představují minerální vývěry specifický mikrosvět. Chemické parametry vody a její teplota jsou stabilní nejen během roku, ale patrně i hluboko do dávné minulosti. Tato drobná vodní stanoviště tudíž dost možná představují ostrůvky tisícileté stability v neustále se proměňujícím světě.

Obývat ustálené prostředí bez nepříjemných výkyvů je samo o sobě dobré. V kontextu našich lidských měřítek je to podobné jako žít v přívětivém podnebí na pobřeží Floridy nebo Kalifornie. Mikroskopičtí obyvatelé pramenů se v mnoha ohledech mohou spoléhat na stabilitu svého domova, současně se však musí vyrovnat s nezvyklými podmínkami hlubinných vývěrů, jako je vysoká teplota či zvýšený obsah iontů způsobující až zasolení. Aby zde organismy mohly dlouhodobě prospívat, musely se na tato specifika adaptovat a mnoho z nich tím ztratilo schopnost osidlovat jiný typ stanovišť. Projevy přítomnosti těchto neobvyklých mikroorganismů, které mohou vytvářet slizké povlaky v místech jímání pramenů, neunikly pozornosti zvídavým návštěvníkům západočeských lázní již před téměř 160 lety. Není tedy náhoda, že ta nejvíce extrémní prostředí, jakými jsou termální prameny Karlových Varů či vysoce mineralizované vývěry v NPR Soos u Františkových Lázní, lákají algology (tedy vědce zabývající se řasami) již od 19. století. Nepochybně je přitahovalo nejen vědecké poznání, ale i příjemná atmosféra věhlasných lázní. Jejich aktivita zde vedla k nálezu vzácných druhů sinic a řas i k objevení nových druhů pro vědu (např. Cohn 1863, Brabez 1941, Kaštovský et al. 2014, Barcyte et al. 2018).

Zatím jsme se nejdále dostali do 19. století. Jak se ale podívat do slibované doby ledové? K tomu musíme využít organických sedimentů a paleoekologických metod. Organický materiál se postupně ukládá, kdy dole je nejstarší a nahoře nejmladší vrstva, přitom se zde bez přístupu vzduchu konzervují pozůstatky organismů, a tvoří tak paleoekologický záznam. Nezbytnou podmínkou zdárného zachování je trvalá přítomnost vody, která zamezuje rozkladnému působení kyslíku. Sedimenty jezer, rašelinišť a dalších mokřadů pak slouží vědcům jako přírodní archivy, skrze které poznávají okolní prostředí hluboko v minulosti a sledují jeho vývoj počas ukládání sedimentu.

Náš pilotní paleoekologický průzkum byl zaměřen na tyto cíle:

1) získat několik tisíc let staré prameništní sedimenty s dostatečným množstvím zachovalých mikrofosilií a rostlinných makrozbytků,

2) pomocí identifikace společenstev rozsivek žijících v kyselkách v minulosti a současnosti zhodnotit stabilitu vodního prostředí,

3) na základě organických makrozbytků a pylových zrn nalezených v paleoekologickém záznamu nahlédnout do historie vývoje krajiny v blízkém i širším okolí vývěrů.

Jedna z možných cest do minulosti by vedla skrze výzkum křemelinového štítu Soosu, jehož hlavní součástí jsou křemičité schránky sladkovodních a slanomilných rozsivek, které se v průběhu času ukládaly na dno tehdejšího mělkého jezera. Odebráním vzorků z různých hloubek křemeliny lze totiž pomocí identifikace schránek rozsivek rekonstruovat změny podmínek ve vodním prostředí a analýzou

Slatiniště u Novoveské kyselky je staré přibližně 13 tisíc let a je tak jednou z nejstarších známých lokalit s organickými sedimenty ve Slavkovském lese. Foto Markéta G. Soukupová.

organických zbytků lze posoudit vývoj vegetace sahající více než 11 tisíc let do minulosti (Rudolph 1929, Rajdová 2011, Suda et Kuneš 2018). NPR Soos však svými hydrochemickými vlastnostmi nepředstavuje úplně typickou prameništní lokalitu. Bylo tedy nezbytné, abychom se pustili do hledání sedimentů organického původu na jiných vhodných lokalitách.

Při jejich hledání se vždy vyplatí zaměřit pozornost především na plochy, které jsou v současnosti porostlé mokřadními typy vegetace. Jsou to nejrůznější prameniště, olšiny a rákosiny, které mnohde porůstají organické sedimenty mocné i několik metrů. Často jsou ale tyto vrstvy pohřbené pod nánosem mladších usazenin, jako je tomu v nivách řek, a probojovat se k nim již vyžaduje náročnější technické vybavení. My jsme v okolí vývěrů kyselek prováděli průzkumné vrty pomocí ruční sondážní soupravy, což je metr dlouhý žlabový vrták, na nějž se postupně připojují tyče umožňující dosáhnout požadované hloubky. Jako orientační indikátor zvýšené koncentrace iontů pocházejících z minerálního pramene jsme používali přítomnost červenohnědých povlaků způsobených vysráženými oxidy železa. Vrty jsme umísťovali do tohoto místa, jelikož právě tam jsme předpokládali dlouhodobě stabilní zdroj minerální vody. Na získaných vrtných jádrech jsme sledovali charakter sedimentů, jejich mocnost a odebírali jsme vzorky pro analýzy fosilních rozsivek, pylového spektra, rostlinných makrozbytků a pro radiokarbonové datování. V blízkém okolí většiny potencionálně zajímavých pramenů se nám skutečně podařilo nalézt organické sedimenty. Byly to tyto lokality: Čiperka, Koňský pramen, Liščí prameny, Novoveská kyselka, Babické rosnatkové jezírko, Kramolínská kyselka a Číhaná. Jejich mocnost dosahovala 70 až 190 cm, v případě Číhané dokonce 500 cm.

Stáří lokalit jsme následně posuzovali jednak pomocí přesného radiokarbonového datování, jednak biostratigraficky, kdy jsou využity znalosti o hlavních trendech vývoje vegetace v posledních přibližně 15 tisících letech. Pylové analýzy nám poskytly informace o vegetaci v širším okolí lokalit. Naproti tomu rozsivky či rostlinné makrozbytky (semena, šištice, jehlice, dřevo, lístky mechorostů apod.) jsou svou výpovědí lokálního charakteru. Zároveň s pylovými zrny jsme určovali tzv. nepylové objekty, jako mikroskopické uhlíky a spory hub, vypovídající také o lokálních

Pylová zrna jedle a buku a spora plavuně vidlačky.

podmínkách. Necháme-li se pylovými zrny zavést do minulosti, zjistíme, že prostředí samotných pramenů bývalo často zcela odlišné od jejich současné podoby. Je to dáno vývojem klimatu, přirozenými či člověkem způsobenými změnami lesních dominant a dalšími zásahy do krajiny (odlesnění, odvodnění nebo zásahy spojené s využíváním pramene).

Nejstarší datovaný vzorek pochází z lokality **Novoveská kyselka** s mediánem stáří 12 950 let a spadá tedy do závěru poslední doby ledové. Řadí se tak k lokalitám s nejstaršími známými organickými sedimenty v oblasti Slavkovského lesa, jimiž jsou Číhaná a Tajga (Švarcová 2012, Bobek et al. 2019). Právě Novoveská kyselka za poslední století zaznamenala snad nejvíce změn (více o jejím pohnutém osudu viz Bartoš 2010), jen málokoho by napadlo, že pod dnes už bývalým dnem rybníka se ukrývá pravý poklad pro paleoekology. Krajina tehdy byla mnohem otevřenější a bylinné spektrum bylo pestré. Jedinými druhy stromů v okolí byly borovice, břízy, vrby, jalovce a modříny. Našli jsme zde relativně vysoké množství spor koprofilních druhů hub, které jsou spojovány s přítomností velkých býložravců (v této době by se sem mohl chodit pást srstnatý nosorožec, stepní zubr či mamut).

Sedimenty z báze profilu v blízkosti pramene **Čiperka** pocházejí ze středního Holocénu z doby před 6 600 lety. Začaly se tedy tvořit v již teplejším období přelomu staršího a středního Holocénu. V okolí byla stále hojněji přítomná borovice, avšak rozšířily se světlé lískové porosty a smíšené lesy s převládající lípou a jilmem, smrk se v této době teprve začínal šířit. V okolí Čiperky bychom našli otevřenější lesní prameniště s kapradinami a ostřicemi, sem tam s olší.

Pro nás pozoruhodný je výsledek datování profilu z **kupy pod Koňským pramenem**, 4 200 let, který byl tvořen několika fragmenty jehlic jedle a smrku, což dokládá lokální přítomnost jedle už před obdobím jejího pozdějšího intenzivního šíření (Kozáková et al. 2011).

Poslední radiokarbonově datovaný vzorek pocházel z profilu u **Liščího pramene**, který byl umístěn v oderodovaném břehu přítoku

Rašelinného potoka protékajícího okolo pramene. Stáří je 2 320 let, tedy mladší doba železná (latén). Zajímavý je stratigrafický vztah tohoto vzorku, který přibližně odpovídá hloubce uložení kmenů odhalených v korytě potoka. Z jejich polohy napříč korytem potoka a v těsné blízkosti vývěru minerálního pramene lze spekulovat o možnosti jakéhosi jednoduchého přehrazení. S určitou dávkou fantazie můžeme v těchto kmenech vidět pozůstatky starobylých lázní, nicméně takové závěry musí být potvrzeny dalším výzkumem. U Liščích pramenů v současnosti mokřadní vegetaci nenajdeme, tehdy ale bývaly prameništěm, v okolí se světlým smíšeným lesem s převládající jedlí.

Rozsivky jsou skupinou řas, která si procesem biomineralizace vytváří ze svých buněčných stěn křemičité schránky. Jelikož zdaleka ne všechny schránky zanikají společně s životem svých nositelů, dochází k ukládání prázdných schránek rozsivek do sedimentů.

Datování

Současné technologie nám dávají nevídané možnosti a pomocí měření obsahu radioaktivního izotopu uhlíku 14C (tzv. radiokarbonová metoda datování) nám umožňují stanovit stáří analýzou pouhých několika jehlic, semen nebo i dalších pozůstatků rostlin. Můžeme tak s přesností desítek let datovat organismy v minulosti vzdálené až desítky tisíc let.

Další možností je klasická metoda biostratigrafického datování, kterou je však možné určit pouze přibližný časový úsek stáří. Provádí se na základě shody regionálních trendů ve vývoji vegetace, a to srovnáním pylových spekter vzorků z nejhlubší části profilu, jejichž věk chceme zjistit, s již dříve analyzovanými a radiokarbonově datovanými profily (ve Slavkovském lese to jsou Číhaná, Mokřady pod Vlčkem a Tajga).

Příklady nepylových objektů: průduch z jehlice smrku, spora houby *Xylomyces* indikující sušší fáze vývoje mokřadu a jehlice jedle z profilu u Liščího pramene datovaná radiokarbonovou metodou do období kolem roku 300 př. n. l. Zvětšeno 400×. Foto Markéta G. Soukupová a Přemysl Bobek.

Další profily byly datované již jen biostratigraficky. **Babické rosnatkové jezírko** pochází z doby před přibližně 2 500 lety, nyní ho známe jako na pohled krásný mokřadní ostrůvek obklopený smrkovým lesem, původně si ho ale můžeme představit jako celý zarostlý podmáčenou smrčinou s kapradinami, kde bychom otevřenější vodní plochy, tůňky s rašeliníky nebo vzácné rosnatky hledali jen těžko.

Nejmladší lokality, se stářím do 500 let s novověkým pylovým spektrem v bazálních vzorcích byly **Kramolínská kyselka**, **Koňský pramen** a **olšina u pramene Čiperka**, které byly typické nízkým podílem dřevin, výskytem pylu obilí, polních plevelů a dalších druhů bylin narušovaných ploch.

Skoro ve všech našich vzorcích jsme objevili fosilní schránky rozsivek, přičemž jejich druhová bohatost se mezi lokalitami velmi lišila. Co zajímavého nám současné a fosilní rozsivky řekly o kyselkách, se dozvíte v příštím díle našeho cestování do dávné minulosti lázeňského trojúhelníku. ■

Poděkování:
Projekt byl podpořen z dotačního titulu Ministerstva životního prostředí ČR Program péče o krajinu.

Použitá literatura:

Barcyte D., Nedbalová L., Culka A., Košek P. et Jehlička J. (2018) Burning coal spoil heaps as a new habitat for the extremophilic red alga *Galdieria sulphuraria*. – Fottea 18: 19–29.

Bartoš J. (2010): Z historie Novoveské kyselky. – Arnika, přírodou a historií Karlovarského kraje, 2010/2: 20–24.

Bobek P., Svobodová-Svitavská H., Pokorný P., Šamonil P., Kuneš P., Kozáková R., et al. (2019): Divergent fire history trajectories in Central European temperate forests revealed a pronounced influence of broadleaved trees on fire dynamics. – Quaternary Science Reviews 222: 105865.

Brabez R. (1941): Zur Kenntnis der Algenflora des Franzensbader und Sooser Thermenbereiches. – Beitr. Bot. Centralbl. Dresden N. 61: 137–236.

Cohn F. (1863): Über die Algen des Carlsbader Sprudels mit Rücksicht auf die Bildung des Sprudelsinters. – Abh. Schles. Ges. Vaterl. Cultur 42: 37–55.

Kaštovský et al. (2014) *Cyanocohniella calida* gen. et sp. nov. (Cyanobacteria: Aphanizomenonaceae) a new cyanobacterium from the thermal springs from Karlovy Vary, Czech Republic. - Phytotaxa 181: 279–292.

Kozáková R., Šamonil P., Kuneš P., Novák J., Kočár P. et Kočárová R. (2011): Contrasting local and regional Holocene histories of *Abies alba* in the Czech Republic in relation to human impact: Evidence from forestry, pollen and anthracological data. – The Holocene 21: 431–444.

Rajdlová H. (2011): Kvartérní paleoekologická analýza NPR SOOS. – Ms., 120 pp. [Dipl. práce; depon. in: Ústav geologie a paleontologie PřF UK]

Rudolph K. (1929): Die lebende und fossile Pflanzenwelt der Soos. Paläobotanische Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte des Torf- und Gurlagers. In: Keilhack K. & Rudolph K. [eds.] (1929): Die Soos bei Franzensbad in naturwissenschaftlicher und balneologischer Beziehung, Veröffentlichungen der Zentralstelle für Balneologie, Berlin, 76 pp.

Suda T. et Kuneš P. (2018): Vegetační vývoj lokality Soos a jejího okolí pohledem kvartérní paleoekologie. In: Brabec J. et Velebil J. [eds] (2018): Květena Soosu a okolí. 4. ZO ČSOP Cheb a Muzeum Cheb, p. o. Karlovarského kraje, pp. 421.

Švarcová M. G. (2012): Postglaciální historie lokálních fenoménů horské vegetace západních Čech. – Ms., 79 pp. [Dipl. práce; depon. in: Katedra botaniky PřF UK]

KRÁTKÉ ZPRÁVY

■ **V nivě Pramenského potoka** mezi Mnichovem a Prameny **vzniknou tzv. motýlí louky.** Luční porosty o celkové rozloze 4,5 ha ležely dlouhá desetiletí ladem a jsou místy silně postižené invazí nepůvodní lupiny mnoholisté. Přírodní potenciál území je ale značný a vhodnou pravidelnou péčí lze dosáhnout obnovení přírodovědně velmi cenných stanovišť. Obnovu luk inicioval vlastník pozemků firma Mattoni 1783, plán péče o území zajišťuje Český svaz ochránců přírody.

■ Na začátku ledna 2022 přestalo po 72 letech bít srdce pravověrného ochranáře, dlouholetého dobrovolníka a pracovníka Správy CHKO Slavkovský les, **Karla Korandy** z Mariánských Lázní. Na konci své pracovní kariéry průvodcoval také v Domě přírody Slavkovského lesa. Za jeho práci pro ochranu přírody a mnoho společných zážitků mu jeho spolupracovníci děkují.

▲ Výtrusnice papratky samičí s uvolňujícími se výtrusy stará přibližně 2500 let.

▼ Koňský pramen a vytažený sediment ve vrtáku. (Cestování skrze prameny západočeského lázeňského trojúhelníku až do doby ledové I., str. 5). Obě fotografie Markéta G. Soukupová.