

Změny pramenišť po náhlých významných disturbancích

PAVEL ECKHARDT, KAMILA TICHÁ

Klíčová slova: podzemní voda – prameny – vodní zdroje – odvodnění – renaturace – lesní požár

ABSTRAKT

Článek porovnává stav vybraných pramenišť po náhlých významných disturbancích s předchozím stavem a zároveň hodnotí dlouhodobé změny na odvodněných a neodvodněných prameništích. Popisovanými vlivy jsou významné změny v rámci odběrů podzemní vody pro pitné účely, disturbance po poruchách odvodňovacích systémů a dopady rozsáhlého lesního požáru. Pro výzkum byly zvoleny tři oblasti s rozdílnými hydrogeologickými vlastnostmi. Výsledky ukazují, že zatímco jímání pramenů pro zásobování pitnou vodou má zásadní vliv na jejich samotnou existenci, rozsáhlý lesní požár kvalitu ani kvantitu podzemních vod významně neovlivnil. Pozvolné změny v zemědělském hospodaření a samovolná renaturace nefunkčních odvodňovacích systémů naopak vedou ke vzniku druhotných pramenišť a postupnému zlepšování kvality vyvěrající vody.

ÚVOD

Pramen je soustředěný vývěr podzemní vody na zemský povrch, představující unikátní a velmi zranitelný biotop na pomezí podzemních, povrchových a suchozemských ekosystémů [1–3]. Prameny jsou náchylné na řadu změn, jakými může být kontaminace podzemní vody z povrchu, změny vydatnosti v závislosti na poškození podložního izolátoru či změny podchycení pramene a mnohé další, většinou antropogenní činitele. Zejména od 19. století, s rozvojem potřeb zemědělství a hromadného zásobování vodou, docházelo v celé Evropě k plošným přeměnám pramenných oblastí [3]. Území České republiky bylo navíc od nížin až po podhorské polohy silně zasaženo systematickým plošným odvodňováním, které kulminovalo ve druhé polovině 20. století [4, 5].

Tyto narušené ekologické procesy se dnes projevují nejen poklesem lokální biodiverzity, ale v kontextu probíhající klimatické změny i sníženou schopností krajiny čelit extrémním hydrologickým situacím, jako jsou povodně nebo dlouhotrvající sucha. Zachování a obnova přirozených pramenišť jsou přitom klíčové, protože tyto lokality fungují jako spolehlivá teplotně stabilní hydrologická refugia [6]. V tomto článku se věnujeme změnám vybraných pramenů zejména vlivem jejich podchycení a vlivem významných odběrů podzemních vod v jejich blízkosti; dále byl zkoumán vliv rozsáhlého požáru na vybrané prameny a také vlivy historického odvodnění území a současné renaturace těchto pramenů. Zájmové prameny byly mapovány a zkoumány předchozími pracemi, např. [7–14]. Současné výzkumné práce jsou součástí úkolu TA ČR Prostředí pro život II, č. SQ01010130.

METODIKA

Hlavním cílem této práce je vyhodnotit a porovnat dopady náhlých environmentálních disturbancí (lesní požár, intenzivní jímání podzemní vody) a dlouhodobých krajinných změn (plošné odvodnění a následná samovolná renaturace) na hydrochemický stav pramenů, případně jejich vydatnost.

Pro další výzkum byla vybrána zejména prameniště, u nichž jsme měli podchycen výchozí stav před významnými změnami. Byly prostudovány a vytěženy veškeré dostupné archivní materiály a porovnávány s aktuálním stavem.

Pro všechny studované prameny byl v roce 2026 jednotně vyplněn rozsáhlý formulář, který obsahoval nejen charakteristiky umístění a rozsahu prameniště, výsledky terénně měřených parametrů vod, ale i popis a základní kvantifikaci biologických složek přírodního prostředí.

Na vybraných pramenech byly měřeny vydatnosti a fyzikálně-chemické vlastnosti vody a byly odebrány vzorky vody na chemický rozbor. Při opakovaných návštěvách pramenů byla změřena jejich vydatnost

za použití vhodné odměrné nádoby a parametry vody – elektrická vodivost, teplota, případně pH a rozpuštěný kyslík.

Pro výzkum byly vybrány tři oblasti s výrazně odlišnými hydrogeologickými vlastnostmi. Zkoumaná oblast okolí Hřenska v severních Čechách je součástí České křídové pánve s významnými hlubokými hydrogeologickými strukturami a větším zpožděním reakce vydatnosti pramenů na srážkové úhrny a leží v národním parku. V oblasti Hřenska bylo pracemi probíhajícího zájmového projektu přímo sledováno osm vydatných pramenů v různých úrovních nadmořských výšek, další prameny nebyly pro sledování přístupné, a k jejich posuzování byla proto využita pouze archivní data a podklady.

V oblasti Hřenska byl zkoumán vliv rozsáhlého požáru na prameny. K tomu bylo použito jednak srovnání vlastních terénních měření a výsledků analýz vod s archivními zdroji odborných informací, jednak data z databáze Surová voda a v neposlední řadě i z volně dostupných dat Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ).

Další vybranou pramennou oblastí bylo Ašsko v západních Čechách, hydrogeologicky v oblasti krystalinika (podloží jsou slaběji metamorfované fylity a svory), kde bývají prameny výrazně závislé na klimatických poměrech. V nedávné minulosti tu došlo k zásadním změnám zemědělského hospodaření s vlivem na prameny a zároveň se zde vyskytují zvláště chráněné organismy vázané na vodní prostředí.

Třetí zájmovou oblastí bylo povodí Blanice v Pošumaví. Z hydrogeologického hlediska leží v krystaliniku, v oblasti silně metamorfovaných hornin Moldanubika (migmatity, granulity aj.). Oblast se nachází ve vyšší nadmořské výšce než dvě předchozí, je proto mírně vlhčí a chladnější.

Pro porovnání kvality vody na prameništích ovlivněných a neovlivněných odvodněním byla dohledána data ze dvou časových období, vzdálených od sebe 16–20 let. První období zahrnuje začátek monitoringu mezi roky 2005 a 2009. Srovnávací datová sada je aktuální, z let 2025/2026. Data zahrnují jednotlivá prameniště ze dvou zájmových oblastí – Ašska a povodí Blanice a Zlatého potoka. Jako parametry kvality vody byly vybrány: konduktivita, obsah dusičnanů, dusitanů, amonných iontů, fosforečnanů a chloridů. Pro výpočet výsledného bodového skóre, které ukazuje zlepšení či zhoršení hydrochemického stavu prameniště, byly využity ty ukazatele, pro něž existovala data z prvního období (tab. 2). Pokud byla k dispozici data z více sezon pro jedno prameniště v daném časovém období, byl použit průměr hodnot. Jednotlivé parametry byly hodnoceny jedním nebo dvěma kladnými či zápornými body podle výraznosti zlepšení či zhoršení. Pokud byl parametr beze změny (nebo byla změna zanedbatelná), byl hodnocen nulou. Teoretické bodové skóre tak mohlo nabýt hodnoty od -12 (výrazné zhoršení všech sledovaných parametrů) po +12 (výrazné zlepšení všech sledovaných parametrů).

Sledovaná prameniště byla rozdělena do dvou kategorií podle toho, zda byla, nebo nebyla ovlivněna odvodněním. Odvodněním se v tomto případě rozumí jak systematické podpovrchové drenáže, tak i zahloubené povrchové příkopy odvádějící vodu do recipientu. Do kategorie neovlivněných pramenišť byl kromě zcela přirozených pramenišť zařazen i pramen SP82/SC05 (U panenky Marie), který je sice upraven jako pitná studánka, ale není odvodněním nijak dotčen.

VÝSLEDKY PRO VYBRANÉ PRAMENNÉ OBLASTI

Výzkumná oblast okolí Hřenska

Zkoumaná oblast východního okolí města Hřenska se nachází v Ústeckém kraji na území Národního parku České Švýcarsko.

Z hydrologického hlediska leží zkoumané prameny v povodí potoka Dlouhá Bělá, jenž se vlévá ve Hřensku zprava do Hřenské Kamenice, lehce přes kilometr od jejího ústí do Labe. Pravostranným přítokem Dlouhé Bělé je potok Suchá Bělá, v jehož povodí leží pět zkoumaných pramenů. Celkově bylo pracemi projektu přímo sledováno osm vydatných pramenů, některé další historické prameny byly přímému sledování nepřístupné (zejména vzhledem k využití pro exploataci podzemní vody pro hromadné zásobování obyvatel pitnou vodou).

Z hydrogeologického hlediska je zájmové území součástí České křídové pánve, leží v severní části hydrogeologického rajonu 4660 – Křída dolní Kamenice a Křinice a útvaru podzemních vod základní vrstvy 46600 – Křída dolní Kamenice a Křinice [15]. V zájmovém území jsou z hydrogeologického hlediska významné zvodně v psamitických křídových horninách, zejména pískovcích, s průlinovo-puklinovou propustností. Výskyt studovaných pramenů je vázán na místní nejvýznamnější kolektor (BC) v pískovcích jizerského a svrchní části bělohorského souvrství [16]. Zájmové vydatné prameny se vyskytují na vrstvách poloizolátorů v rámci kolektoru BC, které specifikují např. podrobnější saské geologické a hydrogeologické studie [10].

Vývoj pramenů východně od Hřenska

Nejstarší dostupná studie pramenů [7] zaznamenala výstižně stav pramenů před více než 100 lety. V letech 1911 až 1912 popisuje následující situaci: Osada Hřensko již měla zavedený vodovod z podchyceného pramene v horní části Malinového dolu (pramen Nad Klepáčem, viz obr. 4), autor ho řadí k vrstevním pramenům na výchozu výše položené vrstvy pískovců, pod kterou je jílovitá vrstva.

Jedním z nejvydatnějších pramenů oblasti bylo prameniště Tři prameny (pramen Pod Pravčickou bránou) s nadmořskou výškou 200 m n. m. U odbočky turistické cesty k Pravčické bráně od potoka Dlouhá Bělá tu ze sutí pokrytého skalnatého svahu vyvěral mocný pramen a vytvářel malý rybníček, obývaný pstruhy a pokrytý vodními rostlinami. Původní tři vývěry prameniště byly již uměle spojeny. Vydatnost pramene byla minimálně šest litrů za sekundu a teplota vody dne 6. března 1912 činila 8 °C. Autor vyvozuje, že jde o vrstevní pramen na výchozu vrstvy pískovců (Labiatus).

Jeden z nejznámějších pramenů Českosaského Švýcarska představoval Panenský pramen (nadmořská výška 185 m n. m.), tehdy již upravený, s uměle rozšířenými břehy. Ze země tu na několika místech vyvěrala průzračně čistá voda, která si ve vývěru pohrávala s bílými oblázky. Vydatnost pramene byla obdobná jako u Tří pramenů. Teplota vody nejsilnějšího vývěru Panenského pramene dne 3. února 1911 byla změřena na 9,05 °C, z čehož autor vyvozoval, že jde o vzestupný pramen, protože jeho teplota by se za běžných podmínek měla pohybovat pouze okolo 7,5 °C. V údolí Suché Bělé, asi 200 metrů od ústí do Dlouhé Bělé, vyvěral ze sutě pramen (pramen Suchá Bělá 3), s vydatností okolo dvou litrů za sekundu [7].

Na konci šedesátých a začátkem sedmdesátých let minulého století byla v zájmové oblasti provedena celá řada průzkumných hydrogeologických prací, jež mimo jiné monitorovaly i část místních významných pramenů (např. [9] a další práce [21]). Vrtné a další hydrogeologické práce vyústily ve zřízení významného rozsáhlého jímacího území Hřensko. Podzemní voda zde byla a je čerpána ze soustavy hydrogeologických vrtů v údolí Dlouhé Bělé. Do systému byly následně připojeny i vydatné prameny Pod Pravčickou bránou (Tři prameny) a Pytlův pramen. Jímací území Hřensko slouží od druhé půle minulého století k zásobování města Děčín a jeho okolí pitnou vodou.

V okolí jímacího území bylo na přelomu šedesátých a sedmdesátých let pravidelně jednou týdně sledováno sedm pramenů (Panenský pramen, Suchá Bělá 1 až 3, pramen Pod Pravčickou bránou, Pytlův pramen, pramen U Cikánského smrku). Někdejší polohu pramenů znázorňuje dobová mapka na obr. 1. Panenský pramen vlivem čerpání podzemních vod zcela zanikl, byl zlikvidován v roce 1974 [20]. Sledované prameny byly postupně z měření vyřazovány. Do současnosti přetrvalo pouze pravidelné sledování pramene „Suchá Bělá 3“ (ČHMÚ).

U pramene Suchá Bělá 2 došlo k poklesu vydatnosti z úrovně 3,8 l/s v roce 1960 postupně až k úplné ztrátě přelivu na povrch v roce 1989. Stalo se tak s vysokou pravděpodobností vlivem kombinace zvýšené exploatace podzemních vod z jímacího území Hřensko (až 135 l/s) a nepříznivých klimatických podmínek [10]. Po snížení exploatace podzemních vod a odeznění suchého období se vydatnost pramene Suchá Bělá 2 opět mírně zvýšila.

Obdobně na vysoké odběry podzemních vod a nepříznivé klimatické podmínky reagovaly i vydatnosti některých dalších významných pramenů. Místní nejvydatnější pramen Pod Pravčickou bránou měl na přelomu sedmdesátých a osmdesátých let vydatnost cca 20 l/s, v roce 2013 už pouze okolo 10,6 l/s. Vydatnost pramene U Cikánského smrku kolísala mezi lety 1957 až 1982 většinou v rozmezí 0,5 až 3,3 l/s, v letech 2012 až 2014 odtékalo již průměrně pouze 0,22 l/s.

V letech 2012 až 2014 proběhlo v oblasti mapování, měření a vyhodnocení průběhu vydatnosti pramenů v rámci přeshraničního programu GRACE [8, 10].

Na počátku dvacátých let tohoto století postihla oblast kůrovcová kalamita. Suchá dřevní hmota pak byla v červenci 2022 na ploše přes 10 km² zachváčena rozsáhlým požárem (např. [18]), který s několika výjimkami zasáhl celou sledovanou oblast od intravilánu města Hřensko až po intravilán obce Mezná.

Aktuální situace pramenů v oblasti Hřenska

Panenský pramen vlivem čerpání podzemní vody zanikl a v místě jeho bývalého vývěru nejsou po něm již žádné stopy. Prameniště Nad Klepáčem v Malinovém dole je využíváno pro odběr pitné vody pro město Hřensko, hlavní vývěr tohoto prameniště na povrch zanikl (podchycení pramene je na obr. 4), v lokalitě prameniště se vyskytují řádově slabší vývěry podzemní vody, které se po několika desítkách metrů vsakují do horninového prostředí. Přepad po využití hlavního pramene je bez užitku trubkou sveden do potoka Dlouhá Bělá. Pramen Pod Pravčickou bránou (Tři prameny) a Pytlův pramen jsou oploceny, překryty šachticemi a zeminou, svedeny do vodárenského systému a v daných lokalitách již neexistují vývěry podzemní vody na povrch (obr. 5). Pramen U Cikánského smrku existuje v degradované podobě (betonová skruž, viz obr. 6) a má výrazně nižší vydatnost než v minulém století. Sledovaných pět vydatných pramenů v údolí Suché Bělé volně vytéká na terén bez zásadních omezení, z toho nejvydatnější pramen Suchá Bělá 3 je pravidelně sledován (ČHMÚ). Odběry podzemní vody z jímacího území Hřensko oproti minulosti poklesly a pohybují se okolo 80 l/s [17]. Velká část povrchu oblasti je i po několika letech po požáru pokryta zuhelnatělými zbytky dřeva. K nebi se tyčí ohořelé pahýly stromů, mezi nimiž dochází k postupné obnově vegetace, ze dřevin především náletových bříz (obr. 5 a 6).

Možné ovlivnění kvality vody v pramenech důsledky požáru

Rozsáhlý požár od 24. července do 12. srpna roku 2022 zasáhl široké okolí sledovaných pramenů v oblasti východně od města Hřensko v rozsahu přes 10 km² [18]. Jednalo se o nejrozsáhlejší lesní požár v novodobé historii Česka.

Požáry obecně mohou ovlivnit podzemní vody zejména kontaminací látek spalin a popela (toxické kovy, polycyklické aromatické uhlovodíky apod.), určitou roli může hrát i vsakování hasební vody a hasebních látek [19]. K hašení požáru byla v tomto případě použita voda z Labe, z jezera Milada a dalších zdrojů.

Vyhodnocení údajů z databáze Surová voda

Pro vyhodnocení změn chemismu vody bylo možné u jímáných pramenů využít hodnoty analýz odebírané podzemní vody z databáze Surová voda [22]. V databázi existují údaje pro pramen Nad Klepáčem (zdroj pitné vody pro Hřensko) a jímací území Hřensko, kam jsou zaústěny vydatné prameny Pod Pravčickou bránou a Pytlův pramen. V zájmovém území, které bylo

postiženo požárem, je takto monitorováno i jímací území Mezná, které odebírá podzemní vodu z hydrogeologického vrtu, umístěného východně od pramene U Cikánského smrku. Výsledky z jímacího území Mezná byly pro srovnání také zahrnuty do vyhodnocení vlivu požáru na podzemní vody (viz např. grafy na obr. 2a a 2b).

Uvedené tři zdroje podzemní vody jímají podzemní vodu s nízkou mineralizací a nízkým pH. Podzemní voda těchto zdrojů byla vzorkována jak před požárem (v úvahu vzaty analýzy z období 2019 až jaro 2022), tak i po požáru (analýzy vod z podzimu 2022 a roku 2023).

Jímaný pramen Nad Klepáčem

Hodnota pH odebírané vody prameniště Nad Klepáčem se pohybovala před požárem na úrovni 5,8, po požáru mírně poklesla na 5,7 (obr. 2a). Konduktivita vody mezi podzimem 2019 a jarem 2022 postupně mírně narůstala až na 16,7 mS/m před požárem, po požáru poklesla na 15,3 mS/m, aby se v roce 2023 vrátila na hodnoty okolo 16,3 mS/m (obr. 2b).

V roce 2022 po požáru došlo oproti stavu před požárem k drobnému nárůstu koncentrace chloridů (z 4,47 na 5,35 mg/l) a k mírnému poklesu obsahu síranů (z 46,7 na 40,7 mg/l). Koncentrace dusičnanů dosáhly shodné hodnoty před i po požáru (11,5 mg/l). Obsahy hořčíku kolísaly před i po požárem okolo hodnoty 3 mg/l. Před i po požáru měly nižší hodnoty než mez detekce analytického stanovení, koncentrace amonných iontů, dusitanů, hliníku a manganu. Před i po požáru byly zjištěny nulové hodnoty obsahu některých bakterií (*Escherichia coli*, enterokoky).

Po požáru na podzim 2022 byl v jímané vodě pramene Nad Klepáčem zaznamenán mírný nárůst koncentrací železa (z < 0,02 na 0,07 mg/l), vápníku (z 18,4 na 20,2 mg/l), součtu Ca + Mg (z 0,58 na 0,63 mmol/l) a ChSK_{Mn} (z < 0,5 na 0,71 mg/l). Všechny tyto mírně zvýšené parametry se však v následujícím roce 2023 vrátily zpět na své běžné předchozí hodnoty.

Po požáru v říjnu 2022 bylo provedeno širší spektrum analýz, které v jímané vodě potvrdily nepřítomnost významnějšího množství polyaromatických uhlovodíků (PAU), niklu, olova, zinku, fosforečnanů, boru, mědi, rtuti, fluoridů, selenu, chromu, kadmia, kyanidů a berylia.

Při srovnání s požadavky vyhlášky č. 252/2004 Sb. [20] nesplňovala jímaná voda některé shodné parametry před i po požáru. Šlo zejména o nízké pH vody, nízké obsahy hořčíku apod., příčinou bylo přírodní pozadí.

Odebíraná podzemní voda jímacího území Hřensko

V jímacím území Hřensko je odebírána většina podzemní vody čerpáním z hydrogeologických vrtů. V roce 2022 bylo z tohoto jímacího území odebíráno průměrně 75,7 l/s [17]. Vydátnost dvou jímáním podchycených pramenů (Pod Pravčickou bránou a Pytlův pramen) není měřena, jen dopočítávána, což podle našich zjištění není spolehlivé [8]. Odborným odhadem tvoří voda z pramenů přibližně sedminu jímaného množství. Případná kontaminace pramenů požárem se tak na směsných výsledcích jímané podzemní vody může projevit, ale jen do určité míry (významné ředění čerpanou vodou z vrtů). V roce 2022 byly prováděny analýzy vody z období jak před požárem (březen, 14. července), tak i po požáru (září a říjen 2022).

Odebíraná surová voda jímacího území Hřensko před i po požáru byla slabě mineralizovaná a mírně kyselá. Při srovnání hodnot před a po požáru mírně poklesla hodnota pH (z 6,3 na 6,0), aby se pak vrátila na výchozí hodnoty (obr. 2a). Rovněž konduktivita jímané podzemní vody po požáru poklesla a pak se poměrně rychle vrátila na předchozí úroveň hodnot (obr. 2b). Na uvedených grafech je patrné ojedinělé skokové zvýšení pH a konduktivity vody ze září 2023 (tedy více než rok po požáru), které interpretujeme vzhledem k předchozím i následujícím měřeným hodnotám pravděpodobně jako chybu, a to buď měření, nebo zápisu do databáze.

Pro srovnání, v jímacím území Mezná poklesla po požáru konduktivita jímané vody obdobně jako v jímacím území Hřensko (*obr. 2b*). Naopak pH vody po požáru pokleslo v jímacím území Mezná významně více (z 6,6 až na 6,0), a dostalo se tak výrazně pod minimální meznou hodnotu pro pitnou vodu podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. [20].

Před i po požáru měla odebíraná podzemní voda jímacího území Hřensko příznivě nízké obsahy dusičnanů, dusitanů, amonných iontů, fosforečnanů, síranů, chloridů, železa, manganu, toxických kovů, vybraných bakterií a široké škály dalších stanovení.

Při srovnání s požadavky vyhlášky č. 252/2004 Sb. [20] odebíraná voda před i po požáru v jímacím území Hřensko nesplňovala shodná kritéria, jako kyselejší pH (mimo interval mezních hodnot), nízké obsahy vápníku a hořčíku apod., které jsou přírodního původu. Surová voda je před dodávkou do veřejného vodovodu upravována, aby vyhověla požadavkům podle vyhlášky [20]. Analýzy vody prokazují, že požár nezpůsobil závažné změny jakosti odebírané vody v jímacím území Hřensko.

Generelně lze shrnout, že rozdíly v kvalitě jímané podzemní vody na sledovaných zdrojích s jímáním pramenů před a po požáru u Hřenska nejsou významné, určité negativní krátkodobé změny však pozorovány byly. Výrazný pokles pH podzemní vody po požáru byl zaznamenán v jímacím území Mezná, jež ovšem neodebírání vodu z pramenů.

Sledovaný pramen Suchá Bělá 3

V zájmové oblasti je dlouhodobě monitorován ČHMÚ vydatný pramen Suchá Bělá 3 (pod databankovým číslem PP0552). Pramen je upraven pro potřeby sledování, monitorován je jak průtok, tak i kvalita vody pramene. Volně k dispozici jsou ze zájmového období (2019 až 2024) denní hodnoty vydatnosti i výsledky chemických a bakteriologických analýz, prováděné většinou jednou až dvakrát ročně (<https://hydro.chmi.cz/hpps>).

Vydatnost pramene Suchá Bělá 3 v letech 2013 až 2024 mírně kolísala okolo průměrné hodnoty 4,3 l/s. V některých obdobích vydatnosti stoupaly až nad 5 l/s, v dalších klesaly až lehce nad 3 l/s. Jedinou výjimkou, kdy došlo k poklesům vydatnosti pod 3 l/s, je období zájmového roku 2022 (*obr. 3*). K výrazným poklesům vydatnosti tu docházelo již před požárem – až k 2,5 l/s v únoru, pak následuje pokles až pod 2 l/s s ročními minimy v polovině dubna. Poté vydatnost postupně narůstá až na roční maxima cca 4,8 l/s na přelomu června a července, následovaná poklesem v polovině července až na úroveň okolo 3 l/s. V době požáru koncem července vydatnost pramene stoupá z 3,18 l/s až ke 4 l/s a začátkem srpna klesá až k 2,44 l/s (velmi výrazný denní pokles až o 0,9 l/s). Po požáru následuje vzestup vydatnosti v druhé půli srpna až k obvyklým 4 l/s, pak pokles s druhým nejvýznamnějším ročním minimem v listopadu a opětovný nárůst vydatnosti na obvyklé hodnoty koncem prosince. K vyhodnocení denních dat průtoku při požáru je podle našeho názoru třeba přistupovat s opatrností, zejména vzhledem k možné citlivosti automatického měřicího zařízení na změny, např. pád stromů a větví do měřicího objektu či práci hasičů (např. využití vody). I přesto je patrné, že k celkově výraznějším absolutním změnám vydatnosti pramene docházelo v roce 2022 nikoli v průběhu požáru, ale v obdobích před a po něm.

Ke srovnání kvality vody pramene posloužily zejména výsledky analýzy z října 2021 (déle před požárem), z května 2022 (poslední analýza před požárem), z října 2022 (první analýza po požáru) a z května 2024 (druhá analýza následující po požáru).

Voda pramene byla před požárem i po něm nízkou mineralizovaná a mírně kyselá (pH okolo 6). Stabilně pod mezí detekce laboratorních stanovení před i po požáru se pohybovaly koncentrace amonných iontů, dusitanů, fluoridů, rozpuštěného organického uhlíku, fosforečnanů a zásadová neutralizační kapacita do pH 4,5 a kyselinová neutralizační kapacita do pH 8,3. Obdobnou úroveň před i po požáru vykazovaly koncentrace hydrogenuhličitanů (okolo 5 mg/l), hořčíku (cca 1,7 mg/l), draslíku (okolo 2,5 mg/l), sodíku (cca 2,8 mg/l), uhličitánů a celkové tvrdosti (okolo 0,26 mval/l). K mírnému zvýšení po požáru došlo u koncentrace dusičnanů (z 10 na 11 mg/l), vápníku (z 6,75 na 7,75 a dále na 8,11 mg/l), chloridů (nad 4

mg/l) a síranů (z 17,9 na 18,5 mg/l). Hodnota ChSK_{Mn} vzrostla z cca 0,5 mg/l před požárem na 0,62 mg/l v říjnu po požáru, v roce 2024 poklesla na 0,54 mg/l.

V záznamu chybí analýza kovů a dalších prvků nedlouho po požáru. Nicméně před požárem (říjen 2021 a květen 2022) i v květnu 2024 ležely pod mezí detekce laboratorního stanovení (po filtraci) koncentrace antimonu, arsenu, boru, chromu, kadmia, kobaltu, lithia, manganu, mědi, molybdenu, niklu, olova, selenu, vanadu, zinku a železa. Obdobně pod mezí detekce ležela stanovení aniontových tenzidů, stanovovaných pesticidů, chlorovaných alifatických uhlovodíků, jednoduchých aromátů, chlorovaných benzenů a dalších látek.

Při srovnání s limity pro pitnou vodu [20] se hodnocení kvality vody pramene Suchá Bělá 3 před a po požáru nemění. Voda nevyhovuje zejména z důvodu nízkého pH (pod intervalem mezních hodnot), nedosažením mezní hodnoty pro koncentrace hořčíku a nedosažením intervalu doporučených hodnot pro vápník a hořčík apod. Tyto neshody jsou přírodního původu.

Měřené a vzorkované prameny v rámci prezentovaného úkolu Prameniště

V rámci prací v první půli roku 2026 byly terénně měřeny parametry u již dříve sledovaných osmi významných volně přístupných pramenů zájmové oblasti. Vzorky na chemické analýzy byly odebrány ze šesti z nich.

Aktuální analýzy podzemní vody pěti pramenů v údolí Suché Bělé vykazovaly velmi podobné vlastnosti – pH se pohybovalo v mírně kyselé oblasti mezi 5,8 a 6,0, konduktivity vody byly nízké (8,7 až 10,0 mS/m), koncentrace amonných iontů i dusitanů ležely pod mezí detekce analytických stanovení (pod 0,05 mg/l), obdobně jako obsahy fosforečnanů a celkového fosforu (pod 0,025 mg/l) a obsahy hliníku (pod 0,005 mg/l). Koncentrace dusičnanů se pohybovaly pouze okolo 10 mg/l, obsahy vápníku kolísaly okolo 8 mg/l a hořčíku okolo 1,6 mg/l. Podzemní voda pramene Nad Klepáčem pochází z vyšší úrovně pískovcového komplexu. Oproti pramenům v údolí Suché Bělé měla odebraná voda menších vývěrů prameniště Nad Klepáčem vyšší konduktivitu (16,8 mS/m), vyšší obsahy vápníku a hořčíku apod., ve shodě s výše popsanými charakteristikami z databáze Surová voda.

Při srovnání parametrů vyvěrající podzemní vody v terénu změřených shodným způsobem (vždy průměr alespoň tří sad bodových měření v různých obdobích) v letech 2012 až 2014 (dříve před požárem) a v roce 2026 (dříve po požáru) můžeme konstatovat následující skutečnosti:

Měřená vydatnost zůstala ve srovnání období 2012–2014 a 2026 u čtyř pramenů víceméně obdobná, např. u pramene Suchá Bělá 3 (cca 3,9 l/s) a pramene U Cikánského smrku (cca 0,22 l/s). U dvou sledovaných pramenů měřená vydatnost výrazně klesla, mj. u pramene Suchá Bělá 2 (z 1,2 na 0,5 l/s). Naopak u dvou dalších měřených pramenů vydatnost výrazně vzrostla.

Změřená průměrná konduktivita vody se od let 2012 až 2014 mírně zvýšila. Např. u pramene Suchá Bělá 2 vzrostla z průměrných 7,75 na 9,0 mS/m. Výše položené prameny tu mají vyšší konduktivitu vody – např. pramen U Cikánského smrku zaznamenal nárůst průměrných hodnot z 19,55 na 22,2 mS/m. Mírné zvýšení konduktivity vod pravděpodobně nemusí mít souvislost s požárem, podle častěji sledovaných pramenů (např. Nad Klepáčem) jde spíše o dlouhodobější trend.

Generelně lze shrnout, že rozdíly v kvalitě podzemní vody sledovaných pramenů před požárem a po něm nebyly vyhodnoceny jako zásadní.

Výzkumná oblast Ašsko

Pro porovnání změn na prameništích, které prokazatelně probíhají a jsou měřitelné, nicméně nejde o náhlé disturbance, jsme zvolili dvě oblasti, z nichž máme jak starší, tak novější data. První zkoumaná pramenná oblast okolí města Aš se nachází v Karlovarském kraji v okrese Cheb. Starší a neúplná datová sada z mapování pramenišť, kterou máme k dispozici, pochází z roku 2009 z Revitalizační studie zadané AOPK ČR [11]. V rámci projektu Interreg v letech 2020–2022 byla některá z těchto pramenišť znovu monitorována. Nejnovější data pocházejí z aktuálního projektu TA ČR Metody identifikace a stabilizace stávajících a obnovy historických pramenišť.

Z hydrologického hlediska leží zkoumané prameny v povodí potoků Lužního, Pekelského, Újezdského, Rokytnice a Bystřiny. Tyto vodní toky odtékají přes hranice do Německa, kde prostřednictvím vodních toků Südliche Regnitz a Schwesnitz spadají do povodí Sáhy (Saale), potažmo Labe.

Hydrogeologicky je území součástí krystalinika Českého masivu, hydrogeologického rajonu základní vrstvy 6111 – Krystalinikum Smrčin a západní části Krušných hor a útvaru podzemních vod základní vrstvy 61110 stejného názvu [15]. Z hydrogeologického hlediska je území tvořeno strukturami puklinových podzemních vod ve skalních horninách (zejména fylity a svory), včetně průlinového zvodnění jejich pokryvů [12].

Vývoj zájmových pramenů na Ašsku

Historicky bylo vodní hospodářství na Ašsku spjato s hustou sítí pramenů a drobných potoků, které člověk po staletí intenzivně přetvářel. Na počátku 18. století poháněly zdejší vodní toky na 20 mlýnů a koncem 19. století krajinu doplňovaly soustavy drobných rybníků (klauf). V údolních nivách Bílého Halštrova či Rokytnice hospodáři budovali důmyslné zavlažovací a odvodňovací systémy. Unikátní kapitolu pak na konci 19. století napsal rozmach textilního průmyslu, kvůli němuž dali místní továrníci vybudovat specifické podzemní jímací štolky, jejichž pozůstatky dodnes nacházíme v okolí obcí Mokřiny, Štítary či Vernéřov [22].

Okolo roku 1900 byla část pramenů, např. v povodí Pekelského potoka, podchycena pro zásobování obyvatel pitnou vodou. Stalo se tak zejména na německé straně státní hranice, ale do systému byl napojen i pramen Pekelského potoka, který leží na české straně [12]. Aktuálně je tento pramen podchycen betonovou šachticí s litinovým poklopem bez vývěru vody na povrch (*obr. 7*), veškerá voda odtéká trubkami do Německa. V místě hraničního Pekelského potoka existuje koryto s mokřadní vegetací, v pramenné oblasti zcela bez vody, níže jen s lokálním výskytem stojaté vody. Na německé straně státní hranice v pramenné části Pekelského potoka byly prameny oploceny a opatřeny šachticemi s lépe vypadajícími nerezovými poklopy, výsledek pro prameny i pro Pekelský potok je však obdobný, povrchové vývěry podchycením zanikly a do bývalého hraničního potoka z nich neodtéká žádná voda.

Dalším významným zásahem do struktury pramenů v zájmové oblasti bylo odvodnění pozemků za účelem vyšších výnosů zejména orné půdy. Podpovrchové a povrchové odvodňovací systémy v této oblasti pocházejí ze šedesátých a sedmdesátých let minulého století [23] (*obr. 8*). Zejména v posledních třiceti letech je orná půda v této podhorské oblasti převáděna na louky a pastviny, a odvodnění tak většinou ztratilo svůj hospodářský význam. Krajina prošla od doby vybudování meliorací řadou změn a v současnosti se v ní nachází mozaika funkčních či degradovaných odvodňovacích systémů [13]. Na některých rovinatých pozemcích v nivách drobných vodních toků zejména v povodí Rokytnice jsou staré drenáže již zcela nefunkční, což vedlo k samovolné renaturaci a návratu území do přírodě blízkého stavu mokřadů či periodicky zaplavovaných niv. Zároveň přibližně třetina všech pramenišť zmapovaných v letech 2020–2022 v oblasti Ašska na obou stranách státních hranic se objevuje na plochách odvodněných systematickými drenážemi. Jde tedy o tzv. „sekundární prameniště“ vzniklá

ucpáním nebo poškozením potrubí, kvůli kterému drenážní voda vystupuje na povrch (*obr. 9*). Může být překvapivé, že tato druhotně vzniklá prameniště mohou v krajině plnit stejnou funkci jako prameniště přirozená, i když mohou mít oproti nim určité nedostatky. Může jít např. o větší kolísání teploty v průběhu roku, horší a proměnlivější kvalitu vody nebo nestabilitu samotného vývěru, který se vlivem ucpávání a dalších změn uvnitř různě poškozených drenážních trubek může stěhovat z místa na místo, jak pozorujeme např. u dlouhodobě sledovaného sekundárního prameniště U stružky (Luz 67) (*obr. 9*), kde víme od správce Národní přírodní památky Bystřina – Lužní potok (CHKO Slavkovský les), že podpovrchová drenáž je mnoho let zacpaná. V pramenné oblasti s narušeným vodním režimem jsou ale i tyto biotopy důležitými body heterogenní struktury krajiny – slouží jako refugium pro temporální druhy makrozoobentosu a dalších živočichů a zvyšují biodiverzitu zájmové oblasti. V *tab. 1* uvádíme základní údaje o devíti sledovaných prameništích s uvedením jejich základních parametrů a o jejich vazbě na odvodnění.

Naopak v místech, kde jsou části podpovrchových systémů stále funkční, dochází nadále ke zrychlenému odtoku vody, což zhoršuje schopnost krajiny zadržovat vodu a vede k vysychání pramenných mokřadů. Existují případy, kdy odvodnění má stále svůj smysl, např. v okolí významných nebo v nedávné minulosti rekonstruovaných liniových staveb jsou často drenáže zachovány, aby nedocházelo k poškození staveb. V chráněných územích či v povodích bezprostředně sousedících s těmito územími by však měl převážet zájem ochrany přírody [24]. V pramenných oblastech je zase kvalita pitné vody a přínos zadržení vody v krajině vyšší než přínos zachování zemědělské půdy na pozemcích, které by jinak byly přirozeně podmaččené. Nicméně ačkoli je odstranění systematického odvodnění na mnoha místech žádoucí, naráží na řadu administrativních i praktických překážek, provází ho složité majetkoprávní vztahy, je finančně nákladné a vyžaduje kromě projektování také spolupráci několika zúčastněných stran.

V lesních porostech v této oblasti byly v minulosti vytvořeny povrchové odvodňovací rýhy, které sloužily k lokálnímu odvodnění některých pramenišť a dalších mokřadů (*obr. 10*). Nejvíce je jich koncentrováno v pramenné části Lužního potoka nebo v povodí Rokytnice nad rybníkem Dolíška. Zpravidla jde o jednoduchým způsobem vykopané strouhy, vedoucí z drobných lesních pramenišť k nejbližšímu vlásečnicovému vodnímu toku, případně bývají zaústěny do další rýhy, čímž vzniká více či méně funkční síť odvodňovacích struh. Některé strouhy odvádějí vodu celoročně, jiné jen část roku a některé jsou již zcela vyschlé. K urychlenému odtoku a omezenému vsakování přispívají i betonovými dlaždicemi opevněné a narovnané pramenné stružky, jaké jsou např. v pramenné oblasti Újezdského potoka. Aktuální podoba krajiny Ašska se mění také tím, že drobné historické rybníčky a tůň, ležící často v lesích nebo na jejich okrajích, které budovali již od začátku novověku, ale zejména v průběhu 19. století původní němečtí obyvatelé této oblasti, se postupně zazemňují a samovolně zanikají. Zajímavostí je, že jedním z důvodů budování rybníků (klauz) bylo v oblasti Ašska už v té době zaznamenané kolísání průtoků v letních měsících a potřeba udržovat stabilní přísun vody pro mlýny, pily a první železářské hamry, v pozdější době i papírny a textilní průmysl [22].

Odvodnění zemědělské a lesní půdy, ať už jde o podpovrchové systémy nebo o povrchové drény, odvádějí vodu z pramenišť velmi rychle do vodotečí, což přispívá v letech s podprůměrnými srážkovými úhrny k vysychání pramenných mokřadů a následně i drobných vodních toků. V letech s průměrnými nebo nadprůměrnými srážkovými úhrny může zrychlený odtok vody naopak přispět ke vzniku bleskové povodně nebo vést ke vzniku strží a dalších erozních jevů. Mnoho drobných i větších revitalizací a změn hospodaření k lepšímu již proběhlo od vyhlášení maloplošných chráněných území na Ašsku od devadesátých let 20. století [14], nejnověji revitalizace narovnaného a zahloubeného úseku Lužního potoka u Pastvin [25]. Většinou se revitalizační akce týkaly pouze toků, prameniště a drobné vlasečnicové stružky z různých důvodů opomíjely.

Výzkumná oblast povodí Blanice a Zlatého potoka

Horní povodí šumavské Blanice a Zlatého potoka patří mezi významné pramenné oblasti, kde byly kromě známých pramenů a studánek využívaných historicky zmapovány od roku 2005 do současnosti v několika vlnách, vázaných na různé projekty, stovky přírodních a přírodě blízkých pramenišť. Z hydrogeologického hlediska se zájmová oblast nachází v rajonu 6310 – Krystalinikum v povodí Horní Vltavy a Úhlavy, v útvaru podzemních vod základní vrstvy 63101 shodného jména [15]. Hydrologicky spadá část těchto pramenišť do povodí Spálenického, Sněženského a Tetřívčího potoka a samotné horní Blanice, další část leží v povodí Lučního a Zlatého potoka, který je rovněž přítokem Blanice pod nádrží Husinec.

Vývoj pramenů v zájmové oblasti Blanice

Historicky byly drobné vodní toky od pramenů v oblasti Křišťanova, Arnoštova a Boletic využívány už od 14. století pro rýžování zlata, stejně jako Blanice samotná. Později pod schwarzenberskou správou nastal v povodí rozmach těžby dřeva, jehož doprava si vyžádala úpravu hydrografické sítě stavbou splavovacích nádrží (klauz), jež sloužily k umělému nadlepšování stavu vody. Většina z nich je v současné době již zaniklá, z existujících lze jmenovat například Puchárenský rybník. Jarní plavba dřeva se udržela až do začátku 20. století. Kromě dopravy dřeva sloužila voda stejně jako i v jiných oblastech pro pohon mlýnů a hamrů.

Tato oblast je v České republice unikátní díky tomu, že ačkoli v období let 1970–1990 probíhala i zde intenzifikace zemědělství a lesnictví, se kterou souvisely snahy o plošné odvodňování pozemků pro zemědělské využití, byla melioracemi zasažena poměrně málo [26, 27] (*obr. 11*) – snad proto, že „na ni došla řada“ až na konci osmdesátých let 20. století. Systematické podpovrchové drenáže byly vybudovány např. v povodích Vyšenského, Zbytinského, Magdalenského a Kukaččího potoka v povodí Blanice či Lučního a Zlatého potoka v povodí sousedním. Některá povodí nejsou plošným odvodněním dotčena, např. Hornosněženský, Tetřívčí a Spálenický potok, stejně jako další drobné vodní toky ve Vojenském újezdu Boletice (*obr. 12*). V těchto povodích lze tedy i ve větším měřítku než na Ašsku dobře porovnat schopnost přirozených pramenišť zadržet vodu v krajině, udržet lokální biodiverzitu, případně poskytovat další ekosystémové služby, s omezenou funkcí sekundárních pramenišť. Ačkoli po roce 1990 v NPP Blanice a NPP Prameniště Blanice došlo k zatravnění orné půdy a přechodu na extenzivní hospodaření, což výrazně zlepšilo kvalitu vody [28], samotné historické plošné odvodnění je dodnes hodnoceno jako neodstranitelný nepříznivý zásah, jehož erodující systémy nadále negativně ovlivňují vodní režim krajiny.

Pro porovnání jsme dohledali základní parametry a vazbu na odvodnění u 14 pramenišť v povodích Blanice a Zlatého potoka. Jejich přehled je uveden v *tab. 1*.

Výsledky srovnání změny kvality vody přírodních a odvodněných pramenišť ukázaly na tomto omezeném vzorku několik zajímavých skutečností. Zatímco některá přírodní prameniště vykazují mírná zlepšení a některá naopak mírná zhoršení, pokud se podíváme na celkový průměr ze všech neodvodněných pramenišť (0,42 bodu), byla kvalita vody z těchto vývěřů poměrně stabilní. Rozdíly mezi povodími (Ašsko versus Blanice/ Zlatý potok) nebyly pozorovány. Jiný výsledek ukázala bodová skóre pro prameniště ovlivněná odvodněním. Zde nebylo zaznamenáno žádné zhoršení, kvalita vody z těchto vývěřů se od prvního odběru v letech 2005–2009 buď nezměnila, nebo se zlepšila (průměr 2,22 bodů). K poměrně významnému zlepšení kvality vody ve dvou až třech parametrech došlo např. na třech prameništích v oblasti Ašska, z toho dvě jsou sekundární prameniště na poruchách meliorací (Luz 67 – U stružky a Bys 04 – U hlásky) a jedno je odvodněno zahloubenou struhou (Luz 23 – Bílý vývěř).

DISKUZE

Ze zkoumaných tří vlivů se jako fatální pro samou existenci pramenných vývěřů projevilo jejich podchycení pro veřejné zásobování obyvatelstva pitnou vodou, a to jak v zájmové oblasti Hřenska (pramen Pod Pravčickou bránou, Pytlův pramen, hlavní vývěř pramene Nad Klepáčem), tak i na Ašsku (např. pramen Pekelského potoka). Výrazné čerpání podzemních vod u Hřenska mělo za následek zánik Panenského pramene a pokles vydatnosti části okolních pramenů v oblasti.

Naproti tomu vliv rozsáhlého požáru v okolí Hřenska neznamenal významné dlouhodobé změny v kvantitě ani chemismu vody sledovaných významných pramenů v této hydrogeologické struktuře. Určité negativní krátkodobé změny však pozorovány byly. Výrazný pokles pH podzemní vody po požáru byl zaznamenán v jímacím území Mezná, které ovšem neodebírá vodu z pramenů. Po zhoršení některých parametrů podzemních vod po požáru následně došlo v horizontu měsíců až jednoho roku k návratu jednotlivých parametrů chemismu podzemních vod do dlouhodobě obvyklých hodnot. Lesní požár se tak na kvalitě podzemních vod projevil jen slabě, na rozdíl od některých požárů průmyslových areálů [19].

Odvodnění pozemků a zkrácení a narovnání vodotečí na Ašsku mělo za následek zrychlení odtoku srážkové vody z povodí, což spolu s jímáním části pramenů zejména v oblasti Pekelského potoka v obdobích sucha přináší v této oblasti výrazné problémy. Změny vodního režimu krajiny spolu s klimatickou změnou vytvářejí více extrémních hydrologických situací – povodně nebo sucho –, což zasahuje stále častěji do běžného fungování lidské společnosti a má výrazný dopad také na vodní a na vodu vázané organismy v této oblasti. V oblasti povodí Blanice a Zlatého potoka díky menšímu rozsahu odvodnění pozemků sice také dochází k povodním a vysychání některých povrchových pramenů, zatím ale z této oblasti nemáme žádné záznamy o vysychání vodotečí.

Z výsledků srovnání kvality vody z pramenišť je patrné, že ve sledovaných prameništích, ovlivněných odvodněním, se zlepšila kvalita vody zejména v obsahu dusíkatých sloučenin. Na rozdíl od náhlých disturbancí, jakou byl např. požár v okolí Hřenska, lze tedy konstatovat, že pozvolné změny mohou mít na kvalitu vody v prameništích pozitivní dopad. Pozorované zlepšení pravděpodobně spočívalo z velké části ve změně hospodaření mezi roky 2005 a 2025 a v postupné samovolné renaturaci systematickým odvodněním dotčených ploch. Všechna zkoumaná sekundární prameniště leží buď v maloplošných rezervacích, nebo v jejich bezprostředním okolí. Na konci devadesátých let 20. století a po roce 2000 byla v této oblasti většina dříve intenzivně obhospodařovaných pozemků převedena na louky nebo pastviny, což je i případ pozemků, na nichž se nacházejí sledovaná nelesní prameniště. Zatímco v prvním období vzorkování ještě pravděpodobně přetrvával vliv intenzivního hospodaření a koncentrace sloučenin dusíku byly zvýšené, ve druhém sledovaném období již byly tyto látky v sekundárních vývěřech pod mezí detekce. Druhým vlivem je samovolná renaturace odvodněného území,

kdy vlivem chátrání neudržovaných podpovrchových drenážních systémů se sekundární prameny posouvají směrem k přírodě blízkému charakteru, a jejich kvalita vody se tak díky přirozenému samočištění zlepšuje.

Zjištěné postupné zlepšování kvality vody na sekundárních prameništích na Ašsku a Šumavě úzce koresponduje s rostoucí potřebou chránit tyto drobné vodní biotopy. Ačkoli tato prameniště vznikla druhotně na poruchách odvodňovacích systémů, zahraniční studie ukazují, že i přes svůj sekundární charakter mohou plnit klíčové ekosystémové služby [29, 30]. Ochrana a podpora těchto samovolně renaturovaných vývěřů je o to naléhavější, že v důsledku probíhající klimatické změny budou prameny pravděpodobně čelit stále většímu antropogennímu tlaku na plošné čerpání vodních zdrojů, což může vést k další nevratné degradaci těchto citlivých stanovišť [6]. Hodnocení samotného chemismu vody je však pouze prvním krokem a jedním z mnoha kritérií. Pro komplexní posouzení úspěšnosti samovolné renaturace pramenišť je nezbytné zohlednit také zástupné bioindikátory, typicky společenstva makrozoobentosu a mechorostů [31]. Z provedených výzkumů totiž vyplývá, že ekologická obnova mokřadních biotopů nemusí probíhat zcela lineárně; diverzita citlivých společenstev může bezprostředně po změně habitatových podmínek dočasně klesnout či stagnovat, než dojde k jejímu prokazatelnému nárůstu [32, 33]. Z toho důvodu budou v rámci aktuálně probíhajícího projektu SQ01010130 předložená hydrochemická data dále konfrontována s výsledky podrobného biologického monitoringu.

Prameny přispívají ke zvýšení biodiverzity území a k zásobení přípovrchové části území vodou v suchých obdobích. Proto by jejich alespoň částečná obnova nejen v zájmových územích byla žádoucí.

Např. v Národním parku České Švýcarsko, kde by mělo být zvýšení biodiverzity a ochrana přírody prioritou, by mohla být na vhodných místech realizována obnova části historických pramenů. Využita k obnově by mohla být např. voda přepadu pramene Nad Klepáčem, případně i část vody pramene Pod Pravčickou bránou a Pytlova pramene, pokud by tato voda nebyla nezbytně potřeba pro zásobování veřejného vodovodu a provedení by bylo realizováno v souladu s místní zvýšenou ochranou podzemních vod. Citlivé vyvedení vody pramenů zpět na povrch by znamenalo nejen zvýšení biodiverzity, ale i snížení nebezpečí požárů v citlivém území národního parku. V neposlední řadě by se silně využívaná turistická stezka k Pravčické bráně, v současnosti prašná a vedoucí podél silnice, tak mohla stát opět příjemnějším místem nejen pro přírodu, ale i pro četné návštěvníky oblasti.

Obdobně by vrácení alespoň části vod pramene Pekelského potoka na Ašsku na povrch mohlo znamenat obnovení hraniční vodoteče a přínos pro přírodní podmínky, zvýšení biodiverzity a určité zvýšení protipožární ochrany pozemků po obou stranách státní hranice.

ZÁVĚR

Prameny jsou důležitým krajinnotvorným prvkem, který zvyšuje lokální biodiverzitu a zajišťuje zásobení krajiny vodou v suchých obdobích. Výzkum pramenišť ve třech zájmových oblastech ukázal, že nejvýraznějším zásahem do pramenišť je jejich přímé technické podchycení pro pitné účely, které vede k úplnému zániku povrchových vývěřů. Významné je i plošné odvodnění pozemků, jež v suchých letech přispívá k vysychání drobných vodních toků a mokřadů a zrychluje odtok vody z krajiny. Naopak některé náhlé disturbance, jako byl rozsáhlý lesní požár v národním parku, nemají na hydrochemický stav ani množství podzemní vody v hlubších strukturách zásadní dlouhodobý vliv.

Sledování v delším časovém horizontu potvrdilo, že pozitivní dopad na kvalitu vody (zejména pokles koncentrace dusíkatých sloučenin) mají pozvolné změny – konkrétně přechod na extenzivní hospodaření a zároveň samovolná renaturace území způsobená degradací starých drenážních systémů, díky níž vznikají více či méně stabilní sekundární prameniště. Pro budoucí management krajiny je žádoucí realizovat citlivou obnovu historických pramenů vyvedením přebytečné či přepadové vody zpět na

povrch (např. v Národním parku České Švýcarsko nebo na Ašsku). Tento krok by přispěl nejen k opětovnému posílení biodiverzity, ale také k efektivnější protipožární ochraně v citlivých oblastech.

Poděkování

Práce byly financovány z programu Technologické agentury ČR Prostředí pro život 2 č. SQ01010130.

Děkujeme také za možnost využití volně přístupných dat monitoringu pramenů ČHMÚ a archivu ČGS (Geofond).

Literatura

- [1] BARQUÍN, J., SCARSBROOK, M. Management and Conservation Strategies for Coldwater Springs. *Aquatic Conservation – Marine and Freshwater Ecosystems*. 2008, 18, s. 580–591. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/aqc.884>
- [2] BOTOȘANEĂNU, L. *Studies in Crenobiology: The Biology of Springs and Springbrooks*. Leiden: Backhuys Publishers, 1998. 261 s. ISBN 90-73348-04-8.
- [3] CANTONATI, M., GERECKE, R., BERTUZZI, E. Springs of the Alps – Sensitive Ecosystems to Environmental Change: From Biodiversity Assessments to Long-Term Studies. *Hydrobiologia*. 2006, 562(1), s. 59–96. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1806-9>
- [4] HORSÁK, M., POLÁŠKOVÁ, V., ZHAI, M., BOJKOVÁ, J., SYROVÁTKA, V., ŠORFOVÁ, V. et al. Spring-Fen Habitat Islands in a Warming Climate: Partitioning the Effects of Mesoclimate Air and Water Temperature on Aquatic and Terrestrial Biota. *Science of The Total Environment*. 2018, 634, s. 355–365. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.319>
- [5] KUBÍKOVÁ, L., SIMON, O. P., TICHÁ, K., DOUDA, K., MACIAK, M., BÍLÝ, M. The Influence of Mesoscale Habitat Conditions on the Macroinvertebrate Composition of Springs in a Geologically Homogeneous Area. *Freshwater Science*. 2012, 31(2), s. 668–679. Dostupné z: <https://doi.org/10.1899/11-174.1>
- [6] DAVIS, J. A., KEREZSY, A., NICOL, S. C. Springs: Conserving Perennial Water is Critical in Arid Landscapes. *Biological Conservation*. 2017, 211(Part B), s. 30–35. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.036>
- [7] BEYER, A. *"Über Quellen in der Sächsisch – böhmischen Schweiz*. Dresden: Buchdruckerei der Wilhelm und Berta v. Baensch Stiftung, 1913. 107 s.
- [8] ECKHARDT, P. *Vývoj vydatnosti pramenů a pramenných oblastí v oblasti Hřensko-Křinice/Kirnitzsch. Závěrečná zpráva*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2013. 95 s.
- [9] ŽITNÝ, L., TŮMA, W. *Hydrogeologická studie povodí Kamenice s ohledem na možnosti zachycení většího množství podzemní vody pro zásobování Děčína*. Praha: Vodní zdroje, n. p., 1968. 36 s.
- [10] ECKHARDT, P., POLÁKOVÁ, K. Vývoj vydatnosti pramenů v Česko-saském Švýcarsku. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2014, 56(2), s. 1–4. Dostupné z: https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2015/08/vtei_2014_2.pdf
- [11] SPISAR, O. *Revitalizační studie v trojstátí Bavorsko-Čechy-Sasko v povodí Lužního potoka a Bystřiny. Závěrečná zpráva*. Praha: AOPK ČR, 2009 (nepublikováno). 33 s.
- [12] ECKHARDT, P. *Hydrogeologická studie zájmového území na Ašsku. Závěrečná zpráva*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2021. 76 s.
- [13] TICHÁ, K., KLADIVOVÁ, V., BERAN, A. *Vodní režim krajiny Ašska. Závěrečná zpráva projektu Interreg č. 293 CZ-BY Historické využití území a jeho význam pro budoucí ochranu významných*

druhů podél bavorsko-české hranice. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2023, 56 s.

- [14] BÍLÝ, M. (ed.). *Effects of Environmental Factors on the Freshwater Pear Mussel Population in the National Nature Monument Lužní potok (Zinnbach)*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2008. ISBN 978-80-85900-86-6.
- [15] *Vyhláška č. 5/2011 Sb., o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod*.
- [16] HERČÍK, F., HERRMANN, Z., VALEČKA, J. *Hydrogeologie české křídové pánve*. 1. vydání. Praha: Český geologický ústav, 1999. 118 s. ISBN 80-7075-309-9.
- [17] *Hydroekologický informační systém VÚV TGM*. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz>
- [18] HÄRTEL, H., VÉBROVÁ, D., ŠAFRÁNEK, J., SOJKA, V., BLAŽEJ, L. Vývoj plochy po požáru v Národním parku České Švýcarsko rok poté. *Ochrana přírody*. 2023, 6, s. 2–5. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/vyvoj-plochy-po-pozaru-v-narodnim-parku-ceske-svycarsko-rok-pote/>
- [19] DANIHELKA, P., SOLDÁN, P. Jsou hasební vody potenciálním ohrožením vodního prostředí? *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2012, 54(6), s. 8–13. Dostupné z: https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2015/08/vtei_2012_6.pdf
- [20] *Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění*.
- [21] *Databáze a archiv ČGS (Geofond)*. Dostupné např. z: https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/
- [22] *Databáze Surová voda – slouží pro vkládání a správu dat jakosti surové vody v rozsahu úplných a krácených rozborů dle požadavků vyhlášky č. 428/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů*. Dostupné z: <https://surovavoda.chmi.cz>
- [23] PŘF UK, Universität Regensburg, Fakultät für Biologie und Vorklinische Medizin, Bund Naturschutz e. V. in Bayern, Kreisgruppe in Hof, VÚV TGM, AOPK ČR. *Ašská krajina v proměnách času. Interaktivní prezentace, která vznikla v rámci projektu č. 293 „Historické využití území a jeho význam pro budoucí ochranu významných druhů podél bavorsko-české hranice“ (Program přeshraniční spolupráce Česká republika – Svobodný stát Bavorsko, Cíl EUS 2014–2020)*. Dostupné z: <https://landschaftimwandel.de/text/>
- [24] TLAPÁKOVÁ, L., ČMELÍK, M., ŽALOUDEK, J., KARAS, J. *Metodika identifikace drenážních systémů a stanovení jejich funkčnosti*. Pardubice: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2016. 214 s. ISBN 978-8087361-58-0.
- [25] JONGEPIEROVÁ, I., PEŠOUT, P., PRACH, K. (eds.). *Ekologická obnova v České republice II*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2018. ISBN 978-80-88076-83-4.
- [26] HOLUB, M. *Obnova biotopu perlorodky říční v údolní nivě Lužního potoka a monitoring, AOPK ČR, CHKO Slavkovský les. Prezentace projektu MGSII-57*, 2017. Dostupné z: <https://www.eeagrants.cz/assets/en/media/Milos-Holub.pdf>
- [27] *Informační systém melioračních staveb*. Dostupné z: <https://meliorace.vumop.cz/>
- [28] AOPK ČR. *Plán péče o Národní přírodní památku Blanice a Národní přírodní památku Prameniště Blanice na období 2012–2026*, 2012. Dostupné z: <https://drusop.nature.cz/>
- [29] STAPONITES, L. R., SIMON, O. P., BARTÁK, V., BÍLÝ, M. Management Effectiveness in a Freshwater Protected Area: Long-Term Water Quality Response to Catchment-Scale Land Use Changes. *Ecological Indicators*. 2022, 144, 109438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109438>

- [30] BIKSE, J., GAVINOLLA, M. R. Tourism and Restoration of Spring Ecosystem Services. Case Study of Latvia. In: GOWREESUNKAR, V. G. B., MAINGI, S. W., MING'ATE, F. L. M. (eds.). *Management of Tourism Ecosystem Services in a Post Pandemic Context*. Part VI. 20. London: Routledge, 2022. 22 s. ISBN 9781003280217.
- [31] LAMERS, L. P. M., VILE, M. A., GROOTJANS, A. P., ACREMAN, M. C., VAN DIGGELEN, R., EVANS, M. G., RICHARDSON, C. J., ROCHEFORT, L., KOOIJMAN, A. M., ROELOFS, J. G. M., SMOLDERS, A. J. P. Ecological Restoration of Rich Fens in Europe and North America: From Trial and Error to an Evidence-Based Approach. *Biological Reviews*. 2015, 90(1), s. 182–203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/brv.12102>
- [32] LEHOSMAA, K., JYVÄSJÄRVI, J., VIRTANEN, R., ROSSI, P. M., RADOS, D., CHUZHEKOVA, T., MARKKOLA, A., ILMONEN, J., MUOTKA, T. Does Habitat Restoration Enhance Spring Biodiversity and Ecosystem Functions? *Hydrobiologia*. 2017, 793(1), s. 161–173. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2760-4>
- [33] ILMONEN, J., VIRTANEN, R., PAASIVIRTA, L., MUOTKA, T. Detecting Restoration Impacts in Inter-Connected Habitats: Spring Invertebrate Communities in a Restored Wetland. *Ecological Indicators*. 2013, s. 165–169. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.02.014>
- [34] SMITH, R. F., NEIDEIGH, E. C., RITTLE, A. M., WALLACE, J. R. Assessing Macroinvertebrate Community Response to Restoration of Big Spring Run: Expanded Analysis of Before-After-Control-Impact Sampling Designs. *River Research and Applications*. 2020, 36, s. 79–90. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/rra.3556>

Autoři

Mgr. Pavel Eckhardt

pavel.eckhardt@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-4218-5344

Mgr. Kamila Tichá, Ph.D.

kamila.tichá@vuv.cz

ORCID: 0000-0003-0863-481X

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha (Česká republika)

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2026.07.002

ISSN 0322-8916/© 2026 Autoři. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

CHANGES IN SPRING AREAS AFTER SUDDEN MAJOR DISTURBANCES

ECKHARDT, P.; TICHÁ, K.

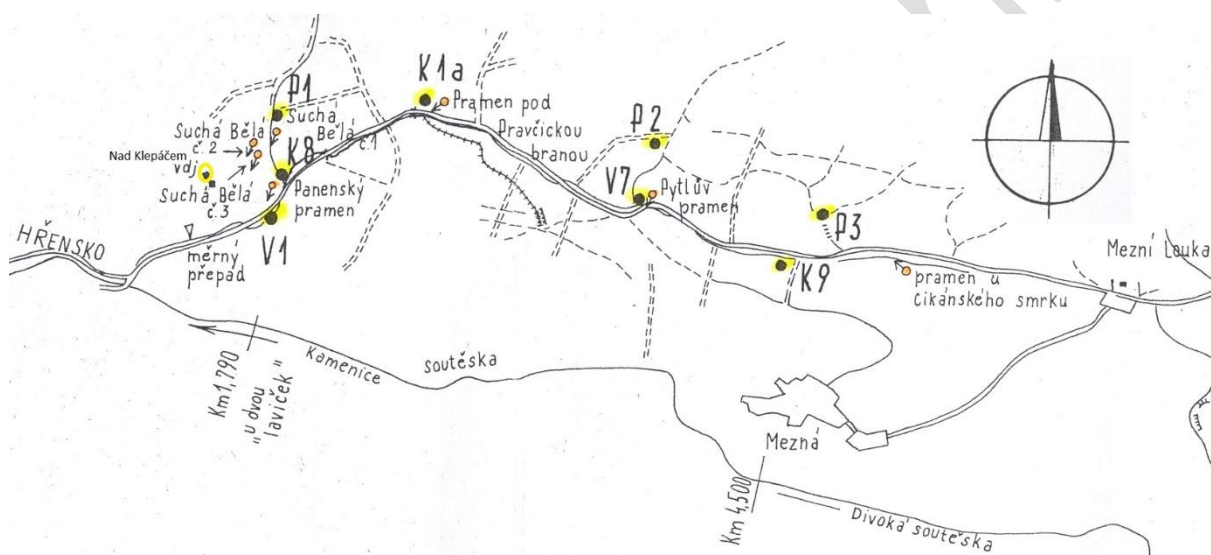
T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague (Czech Republic)

Keywords: groundwater – springs – water resources – drainage – renaturation – forest fire

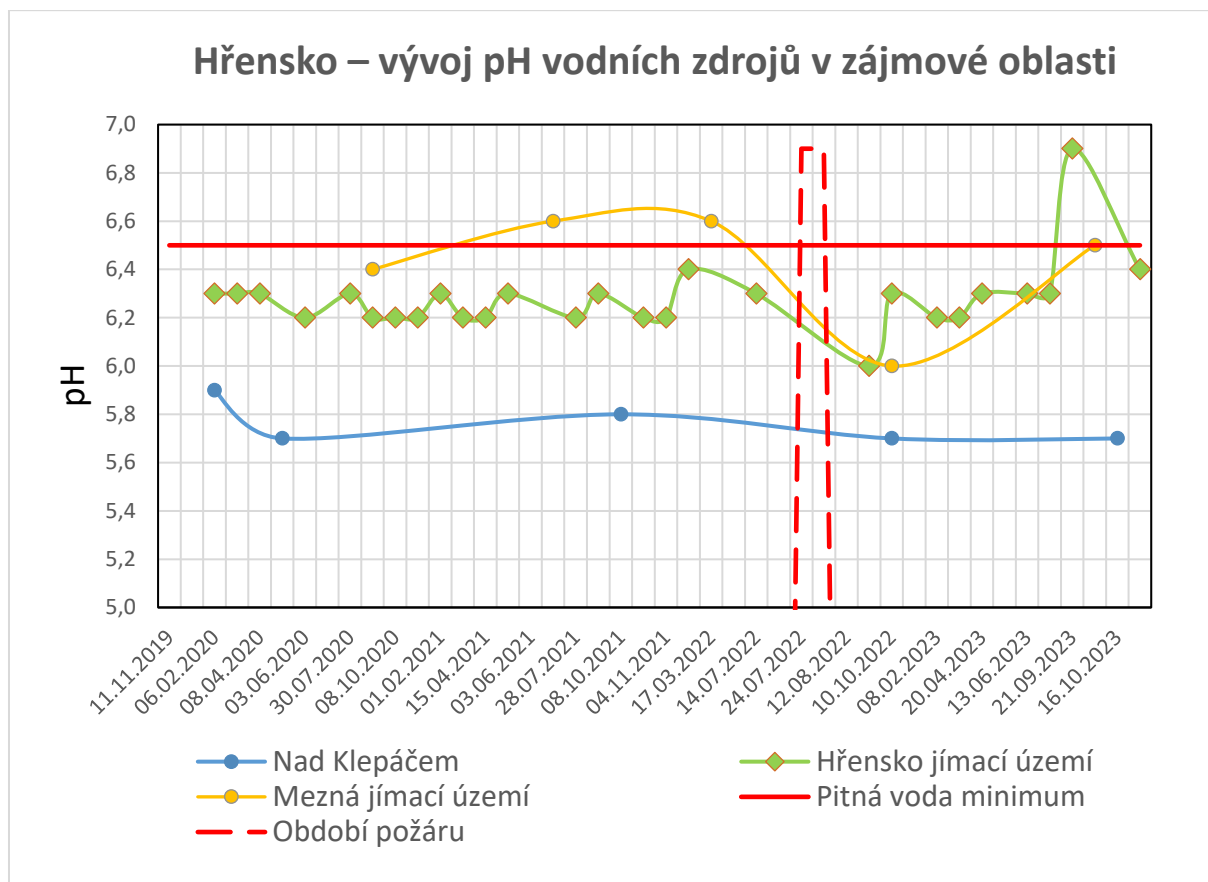
This article compares the condition of selected spring areas after sudden major disturbances with their previous state, together with evaluating long-term changes in drained and undrained spring areas. The analyzed impacts include significant changes in groundwater abstraction for drinking water purposes, disturbances resulting from drainage system failures, and the consequences of a large-scale forest fire. Three regions with contrasting hydrogeological characteristics were selected for the study. The results indicate that while drawing springs for drinking water supply has a critical impact on their very existence, the extensive forest fire did not significantly affect either the quality or quantity of groundwater. Conversely, gradual changes in agricultural practices and the spontaneous renaturation of malfunctioning drainage systems lead to the formation of secondary spring areas and a progressive improvement in the quality of discharging water.

Seznam obrázků

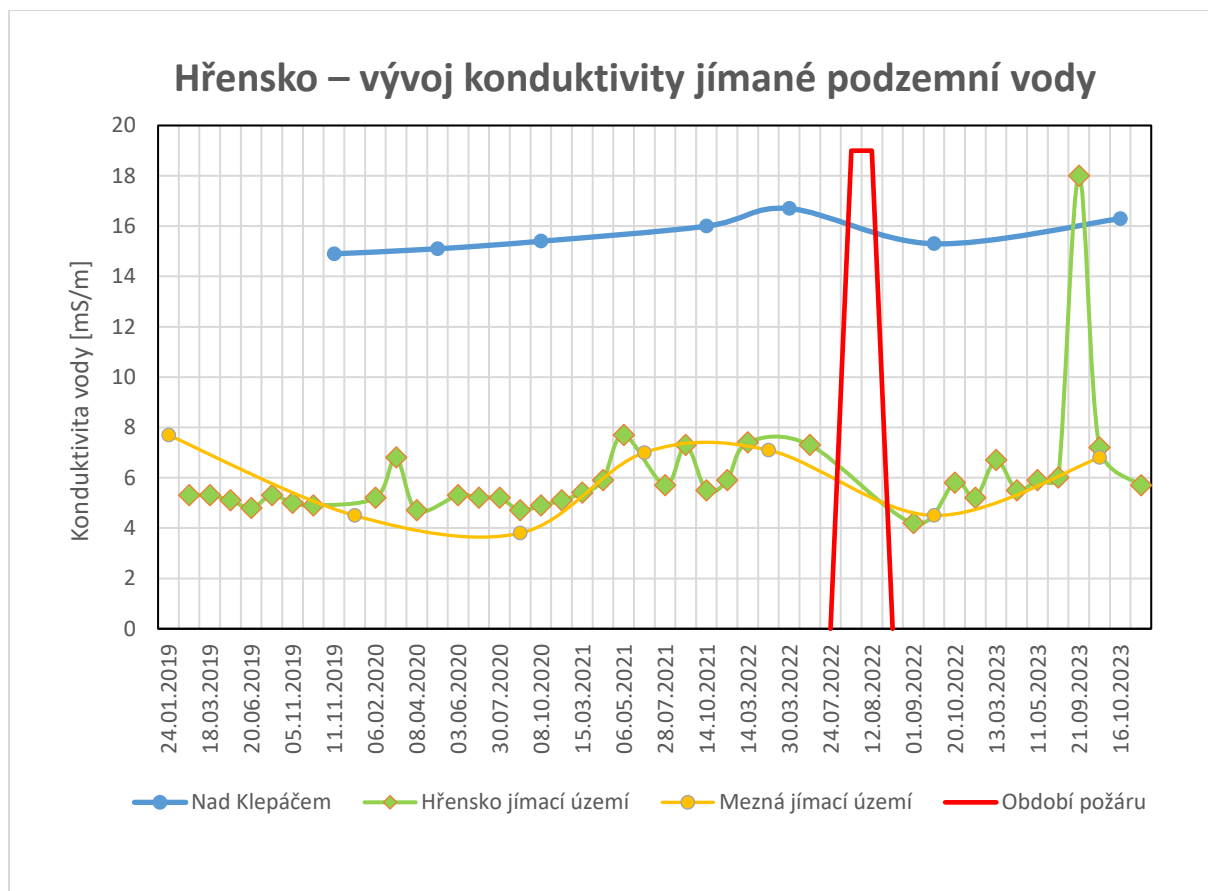
Obr. 1. Dobová mapa polohy pramenů v okolí Hřenska (zdroj: [21])



Obr. 2a. Graf průběhu hodnot pH jímaných zdrojů podzemních vod u Hřenska v období před a po požáru (zdroj dat: Databáze Surová voda)



Obr. 2b. Graf průběhu hodnot konduktivity vody jímáných zdrojů podzemních vod u Hřenska v období před a po požáru (zdroj dat: Databáze Surová voda)



Obr. 3. Kolísání vydatnosti pramene Suchá Bělá 3 v roce 2022 (zdroj dat: ČHMÚ)



Obr. 4. Historické podchycení pramene Nad Klepáčem u Hřenska (foto P. Eckhardt)



Obr. 5. Lokalita pramene Pod Pravčickou bránou u Hřenska je aktuálně bez vývěru vody na povrch (foto: P. Eckhardt)



Obr. 6. Betonová skruž na prameni U Cikánského smrku v zájmové oblasti Hřenska^{ae} v květnu 2026
(foto: P. Eckhardt)



Obr. 7. Od podchyceného pramene Pekelského potoka (v šachtici) u Aše neodtéká po povrchu žádná voda (foto: P. Eckhardt)



Obr. 8. Historický letecký snímek budování odvodňovacích systémů na Ašsku v okolí obce Pastviny



Obr. 9. Prameniště Luz 67 na poruše drenáže v pastvině, v minulosti vyploceno, aktuálně se sekundární vývěr přesunul, takže je mokřadní plocha opakovaně devastována dobytčím (oblast Ašsko)



Obr. 10. Jeden z horních vývěřů Lužního potoka, v roce 2025 vyschlý; 20 až 50 metrů od vývěru vedou odvodňovací strouhy k Lužnímu potoku, které ovlivňují vydatnost a celkový stav pramenišť (oblast Ašsko)



Obr. 11. Strouhou odvodněné prameniště VMP08 (oblast povodí horní Blanice)



Obr. 12. Lesní přírodní prameniště M01A (oblast povodí horní Blanice)



Tab. 1. Základní charakteristiky pramenišť ovlivněných a neovlivněných odvodněním v oblastech Ašsko a povodí horní Blanice a Zlatého potoka

oblast	kód	název	záznam	souřadnice	nadmořská výška	odvodnění
Ašsko	Luz08	Boční pramen Kyselého potoka	2008, 2020, 2026	50.2561000N, 12.1304000E	659	odvodňovací příkop
Ašsko	Ryb01	Železný pramen	2008, 2020, 2026	50.2649000N, 12.1570667E	655	odvodňovací příkop
Ašsko	Luz67	U stružky	2008, 2020, 2026	50.2713833N, 12.1548667E	642	plošná drenáž
Ašsko	Str03	Střelecká louka	2008, 2021, 2026	50.3262572N, 12.1409178E	607	žádné
Ašsko	LesL03	Helokren u klád	2008, 2021, 2026	50.2570667N, 12.1510000E	642	žádné
Ašsko	Luz20	Terezčín pramen	2008, 2021, 2026	50.2509206N, 12.1440689E	643	žádné
Ašsko	Luz23	Bílý vývěr	2008, 2020, 2026	50.2475850N, 12.1453897E	675	odvodňovací příkop
Ašsko	Bys04	U hlásky	2008, 2020, 2026	50.3133031N, 12.1361653E	593	plošná drenáž
Ašsko	Luz07	Ptačí helokrén	2008, 2021, 2026	50.2573500N, 12.1373667E	633	žádné
Bla/ Zla	LV03	Nad pasekou	2005, 2026	48.9228889N, 14.0673889E	741	odvodňovací příkop
Bla/ Zla	TET52	(bez názvu)	2023, 2026	48.9158231N, 13.9996119E	840	odvodňovací příkop
Bla/ Zla	M03	Skřípinná rozlivná louka	2005, 2026	48.9042419N, 13.9902008E	849	žádné
Bla/ Zla	M01A	Olšové kaliště	2005, 2026	48.9033781N, 13.9927350E	860	žádné
Bla/ Zla	VMP08	U čarověníku	2005, 2026	48.9085519N, 13.9924664E	864	plošná drenáž
Bla/ Zla	VMP05	Helokren pod klenem	2005, 2026	48.9083672N, 13.9893950E	850	plošná drenáž
Bla/ Zla	SN05	U borovic	2006, 2009, 2025	48.9144249, 13.9673625	870	žádné
Bla/ Zla	SNB17B	Kukačka	2005, 2023, 2025	48.9134517, 13.9625612	865	žádné
Bla/ Zla	SP82/ SC05	U panenky Marie	2005, 2006, 2009, 2023, 2025	48.9063987, 13.9527977	935	žádné
Bla/ Zla	LAP02	Lapačka	2006, 2009, 2025	48.9190200, 13.9674361	812	žádné
Bla/ Zla	ZL66	Pod sklípkem	2006, 2009, 2025	48.9476542, 14.0176434	824	plošná drenáž
Bla/ Zla	1P2	Nad dvěma zubatými koly	2006, 2009, 2025	48.9209885, 14.0562187	797	žádné
Bla/ Zla	TA08	Studánka Tetřívčí	2005, 2023, 2025	48.9255836, 14.0018190	849	odvodňovací příkop
Bla/ Zla	Bla16	Bílý pramen	2006, 2009, 2025	48.9225082N, 13.9789619E	800	žádné

BEZ ODVODNĚNÍ								
kód	konduktivita	NO3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NH4 (mg/l)	PO4- (mg/l)	Cl- (mg/l)	parametry	změna (skóre bodů)
1P2 - Nad dvěma zubatými koly								
2005-09	68	6,57	<0,005	<0,01	0,111	1,75	6/6	-1
2020-26	79	6,62	<0,050	<0,050	0,129	1,82		
Bla16 - Bílý pramen								
2005-09	50	1,41	<0,050	<0,050	0,081	4,88	6/6	0
2020-26	62	1,45	<0,050	<0,050	0,082	1,27		
LAP02 - Lapačka								
2005-09	73,7	1,35	<0,005	<0,01	0,027	3,95	6/6	-3
2020-26	80	5,26	<0,050	<0,050	0,113	2,05		
LesL03 - Helokren u klád								
2005-09	79,2	3,2	1,2	0,9	N/A	N/A	4/6	0
2020-26	135,0	6,3	<0,050	<0,050	<0,077	2,99		
Luz07 - Ptačí helokrén								
2005-09	84,8	5,0	0,05	0,8	N/A	N/A	4/6	+2
2020-26	135,8	<0,500	<0,050	<0,050	<0,077	2,18		
Luz20 - Terezčín pramen								
2005-09	65,3	2,3	0,1	N/A	N/A	N/A	3/6	+2
2020-26	85,0	0,555	<0,050	<0,050	<0,077	2,69		
M01A - Olšové kaliště								
2005-09	80	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1/6	0
2020-26	81	3,0	<0,050	<0,050	<0,077	1,77		
M03 - Škřipinná rozlivná louka								
2005-09	64	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1/6	+2
2020-26	39	<0,500	<0,050	<0,050	0,102	1,11		
SN05 - U borovic								
2005-09	60,5	2,07	<0,005	<0,01	0,085	3,44	6/6	0
2020-26	56	2,21	<0,050	<0,050	0,11	1,64		
SNB17B - Kukačka								
2005-09	111	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1/6	+2
2020-26	68,6	<0,500	<0,050	0,051	<0,077	<0,500		
SP82/SC05 - U panenky Marie								
2005-09	41,3	2,63	<0,005	<0,01	0,113	1,21	6/6	+2
2020-26	42,9	0,515	<0,050	<0,050	1,17	<0,077		
Str03 - Střelecká louka								
2005-09	122	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1/6	-1
2020-26	135	6,30	<0,050	<0,050	<0,077	3,31		

S ODVODNĚNÍM								
kód	konduktivita	NO3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NH4 (mg/l)	PO4- (mg/l)	Cl- (mg/l)	parametry	změna (skóre bodů)
Bys04 - U hlásky								
2005-09	123,5	2,3	1,7	0,15	N/A	N/A	4/6	+4
2020-26	80,0	9,07	<0,050	<0,050	<0,077	2,13		
Luz08 - Boční pramen Kyselého potoka								
2005-09	125,6	3,0	0,05	1,3	N/A	N/A	4/6	+2
2020-26	113	5,74	<0,050	<0,050	<0,077	3,12		
Luz23 - Bílý vývěr								
2005-09	79,0	2,2	0,6	0,4	N/A	N/A	4/6	+5
2020-26	52,0	2,31	<0,050	<0,050	0,089	2,67		
Luz67 - U stružky								
2005-09	89,59	2,1	0,15	0,3	N/A	N/A	4/6	+4
2020-26	101,0	1,54	<0,050	<0,050	<0,077	2,84		
LV03 - Nad pasekou								
2005-09	74	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1/6	0
2020-26	76	1,18	<0,050	<0,050	<0,077	1,18		
Ryb 01 - Železný pramen								
2005-09	112,3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1/6	+2
2020-26	106	<0,500	<0,050	<0,050	<0,077	3,17		
TA08 - Studánka Tetřiví								
2005-09	99,6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1/6	0
2020-26	98	6,23	<0,050	<0,050	<0,077	2,93		
VMP05 - Helokren pod klenem								
2005-09	70	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1/6	+2
2020-26	39	<0,500	<0,050	<0,050	<0,077	<0,500		
ZL66 - Pod sklípkem								
2005-09	77	4,53	<0,005	0,01	0,085	4,86		