

Dynamika huminových látek v rašelinném biotopu přírodní rezervace Prameniště Chomutovky

MARTIN VOKOUN, VOJTĚCH MORAVEC, PAVEL ECKHARDT

Klíčová slova: rašeliniště – hydrologie – monitoring – revitalizace – huminové látky – hydrochemie

ABSTRAKT

Tento článek se zabývá hodnocením koncentrací huminových látek (HL) ve vodách rašelinišť v oblasti Krušných hor, konkrétně v lokalitě u obce Hora Svatého Šebestiána v přírodní rezervaci (PR) Prameniště Chomutovky. Cílem bylo posoudit vliv revitalizačních zásahů na výskyt HL v povrchových a podzemních vodách v prostředí po těžbě rašeliny. Monitoring probíhal v letech 2022–2024 na dvou experimentálních plochách – jedné revitalizované (plocha A) a jedné převážně nerevitalizované (plocha B) – a zahrnoval rozsáhlý monitoring v podobě odběrů vzorků v měsíčním intervalu, instalaci měrných přelivů, mělkých vrtů a meteorologických stanic.

Výsledky ukazují, že revitalizace má dopad na dynamiku výskytu HL. V povrchových a podzemních vodách revitalizované oblasti byly pozorovány vyšší minimální koncentrace HL a větší rozkolísanost během roku, zatímco nerevitalizovaná oblast vykazovala nižší minimální, ale vyšší maximální hodnoty za suchých hydrologických podmínek, kdy však odtok a případně také odnos látek v povrchových vodách je minimální. Poměr huminových a fulvokyselin (HK/FK), důležitý z hlediska úpravy vody a jejich chemických vlastností, byl méně příznivý v revitalizované ploše, což poukazuje na vyšší zastoupení obtížně odbouratelných fulvokyselin.

Během významných srážkoodtokových událostí docházelo k poklesu koncentrací HL, avšak zvýšil se celkový objem odplavených organických látek. Studie rovněž prokázala významný samočisticí efekt recipientu eliminující případné vyšší koncentrace HL z revitalizovaných území a pozitivní dopad retenční nádrže na chemismus vody, kdy došlo k redukci maximálních koncentrací HL a nárůstu poměru HK/FK na výtok.

Výsledky přinášejí cenné poznatky pro plánování vodohospodářských opatření v oblastech s rašeliništi a objasňují dynamiku organických látek v rámci rašeliniště a jejich odvodňujících vodních toků. Výsledky mohou vést ke zlepšení kvality vodních zdrojů při plánování revitalizačních opatření v rašeliništích dotčených těžbou rašeliny.

ÚVOD

Hydrologický význam horských rašelinišť je předmětem dlouhodobé diskuze z pohledu jejich přínosu pro hydrologický režim, ať již se jedná o funkci zadržování vody ve srážkově bohatém období, dotaci základního odtoku povrchových vod v suchém období, či změny v chemismu vody způsobené revitalizací rašelinišť – nejčastěji formou hrazení odtokových drah, jež vznikly kvůli odvodnění plochy rašeliniště za účelem těžby rašeliny. Názory odborníků na vliv rašelinišť na hydrologický režim povodí jsou rozporuplné, např. studie [1] popisuje přínos rašelinišť a jejich revitalizací s dopadem na stabilizaci hydrologického režimu v oblasti Šumavy. Naopak studie [2] neshledává žádný významný přínos rašelinišť v oblasti retence a udržení zásob vody

pro suchá období v téže oblasti. Pro účely sledování těchto hydrologických a především také hydrochemických procesů a k objasnění některých sporných hypotéz byl zahájen rozsáhlý monitoring v krušnohorských rašeliništích u obce Hora Svatého Šebestiána. Předmětem monitoringu je jak kvantitativní, tak kvalitativní hydrologie. Tato práce se zaměřuje na část výsledků popisujících obsah HL v povrchových a podzemních vodách v revitalizované a nerevitalizované části rašeliniště.

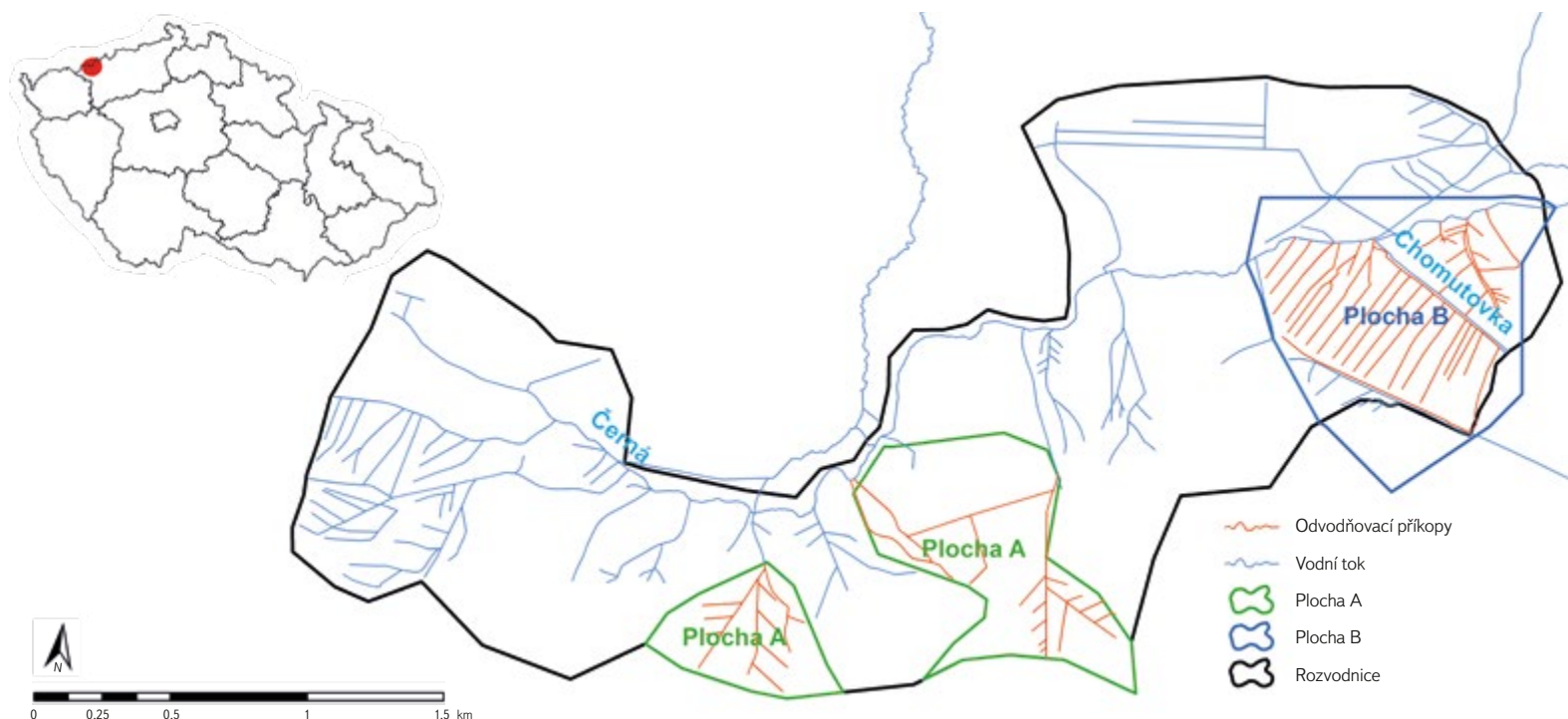
Popis zájmového území

Zájmové území zahrnuje dvě experimentální plochy A a B (*obr. 1*), situované v centrální části Krušných hor jihozápadně od obce Hora Svatého Šebestiána, v nadmořské výšce 850–895 m n. m. Obě lokality tvoří rašeliniště s ukončenou těžbou rašeliny, po níž zůstaly odvodňovací kanály uměle snižující hladinu podzemní vody. V současnosti jsou tyto kanály postupně revitalizovány výstavbou přehrázek, jejichž účelem je navrácení přírodě blízkého vodního režimu. Plocha A má rozlohu cca 0,4 km² a je charakteristická především řídkými klečovitými a smrčovitými porosty v okrajových částech, přecházejícími do travních porostů. Plocha B zaujímá přibližně 1 km² a vykazuje pestřejší strukturu, zasahuje do dvou hydrologických povodí – Chomutovky na severu a Pruněšovského potoka na jihu. Na okraji plochy B se nachází Novoveský rybník o rozloze 3,86 ha, jenž historicky plnil funkci zásobárny vody pro tok Chomutovky. V současnosti jde o hodnotný biotop poskytující útočiště chráněným živočišným druhům. Zvláštností území je tok přivaděče Chomutovky, který nadlépšuje vlastní tok Chomutovky vodou z povodí vodního toku Černá. Přivaděč prochází oběma zájmovými plochami a přetváří přirozené odtokové poměry, ačkoli má v současnosti omezenou funkci z důvodu opětovného napojení do vodního toku Černá.

Geologické podloží tvoří horniny Krušnohorského krystalinika, konkrétně pararuly, ortoruly a svory s výskytem skarnů. Nad nimi leží kvartérní sedimenty – převážně hlinité a rašelinné. Z hydrogeologického hlediska jde o oblast puklinového kolektoru s velmi nízkou propustností rašelin, které působí jako přírodní izolátor.

Pedologicky je území pokryto převážně modálními podzoly a na trvale zamokřených místech se nacházejí gleje a organozemě. Klima spadá dle Quitta do horské oblasti CH6 s dlouhou vlhkou zimou a krátkým chladným létem.

Lokalita se nachází v rámci Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Krušné hory a v její blízkosti leží ochranná pásma podzemních zdrojů vody pro obec Hora Svatého Šebestiána. Historicky je oblast zatížena důlní činností, zejména pozůstatky po těžbě rud z období 14.–17. století. Tyto prvky mohou lokálně ovlivňovat hydrologický režim.



Obr. 1. Schéma monitorovacích ploch A a B (plocha A vlevo odpovídá rozvodnici pro profil V1-CH1, viz obr. 2); rozvodnice vodního toku Chomutovka v řadě případů nerespektuje sklonové poměry povodí díky odvodňovacím kanálům, proto je rozvodnice do jisté míry založena na terénním průzkumu a následném expertním odhadu

Fig. 1. Schematic diagram of monitoring sites A and B (site A on the left corresponds to the watershed for profile V1-CH1, see Fig. 2); in many cases, the Chomutovka watershed does not respect the slope conditions of the catchment area due to drainage channels, therefore, the watershed is based to a certain extent on field surveys and subsequent expert estimates

Huminové látky v rašeliníštích

HL, především huminové a fulvové kyseliny, jsou hlavní složkou rozpuštěné organické hmoty (z anglického názvu Dissolved Organic Matter – DOM), jež se ve značném množství uvolňuje z rašeliníšť do povrchových i podzemních vod. Tyto látky mají komplexní makromolekulární strukturu bohatou na aromatické a funkční kyslíkové skupiny [3], což jim propůjčuje vysokou afinitu k tvorbě komplexů s kovy (např. Fe, Al, Cu) a schopnost ovlivňovat transport toxických látek v prostředí. Z pohledu úpravy pitné vody představují HL závažný problém: v procesu chlorace mohou reagovat s dezinfekčními činidly (zejména chlorovými sloučeninami) za vzniku vedlejších produktů dezinfekce, z nichž mnohé (např. trihalomethany) jsou karcinogenní [4, 5]. Navíc zvyšují potřebu dávkování koagulantů a adsorbentů při úpravě vody [6], snižují účinnost filtrace a mohou negativně ovlivnit chuť a zápach vody [7]. V oblastech s rašeliníšti, zejména při vyšších průtocích, dochází ke kolísání koncentrace rozpuštěného organického uhlíku (Dissolved Organic Carbon, dále DOC) ve zdrojích surové vody, což komplikuje technologickou stabilitu úpraven a zvyšuje provozní náklady [8].

V oblasti Krušných hor byla problematika výskytu a chování HL v rašeliníštích zkoumána v několika významných studiích, přičemž pozornost byla věnována jak přírodním faktorům (hydrologický režim, botanická skladba), tak vlivu antropogenní acidifikace a změn využívání krajiny. Pokorný et al. analyzovali pomocí paleoekologických metod dlouhodobý vývoj rašeliníšť, včetně vlivu klimatických extrémů na akumulaci a transformaci organické hmoty [9]. Hájek et al. ve své studii mapovali chemické složení vody v rašeliníštích střední Evropy včetně lokalit v Krušných horách a prokázali, že zdejší vrchoviště mají vysoký podíl aromatických DOM frakcí s nízkou biodegradabilitou [10]. Výzkumy z Božídarského a Cínoveckého rašeliníště dále ukazují, že po epizodách sucha a následném opětovném zvlhčení dochází k výraznému pulznímu uvolnění DOC do recipientů, což potvrzuje citlivost těchto systémů na klimatické extrémy [11]. V některých

studiích byla rovněž prokázána souvislost mezi koncentrací fulvokyselin a zvýšenou mobilitou železa, což má přímý dopad na eutrofizaci a chemismus vody v přilehlých tocích [12]. Tyto poznatky jsou klíčové nejen pro ekologickou ochranu rašelinných ekosystémů, ale i pro optimalizaci vodohospodářských opatření v povodích s významným podílem mokřadních ploch.

METODIKA

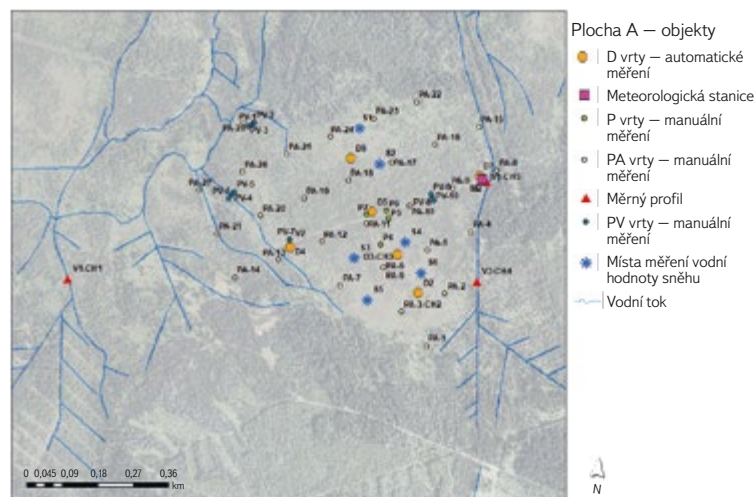
Monitoring

Monitoring rašeliníště na plochách A a B byl koncipován jako komplexní systém pro sledování hydrologických a klimatických podmínek v prostředí narušeném historickou těžbou rašeliny. Cílem celého monitoringu je vyhodnocovat účinnost revitalizačních zásahů, které spočívají ve výstavbě přehrázek pro zadržení vody a zvýšení hladiny podzemní vody a posoudit jejich dopad na změny v chemismu podzemních a povrchových vod se zaměřením na výskyt organických látek. V téměř celé ploše A již proběhla revitalizace v podobě přehrazení odtokových tratí. Naopak plocha B je z větší části ve stavu před revitalizací a do těchto míst je soustředěn manuální odběr vzorků. V rámci monitoringu byly na obou lokalitách instalovány vrty, měrné přelivy, meteorologické stanice a automatické vzorkovače, jež umožnily sledovat stav a chemismus podzemních a povrchových vod, srážky, teplotu, vlhkost vzduchu i vodní hodnotu sněhu. Pro samotné vyhodnocení výskytu HL byla využita část monitorovací sítě zaměřená na chemismus vody. Ostatní měřicí body sloužily mimo jiné k monitoringu pozadových procesů spojených s dynamikou organických látek v podzemních a povrchových vodách.

Pro kompletní monitoring v ploše A (obr. 2) byl využit systém stávajících vrtů řad P, PA a PV, v nichž se dvakrát ročně manuálně měří hladina podzemní vody,

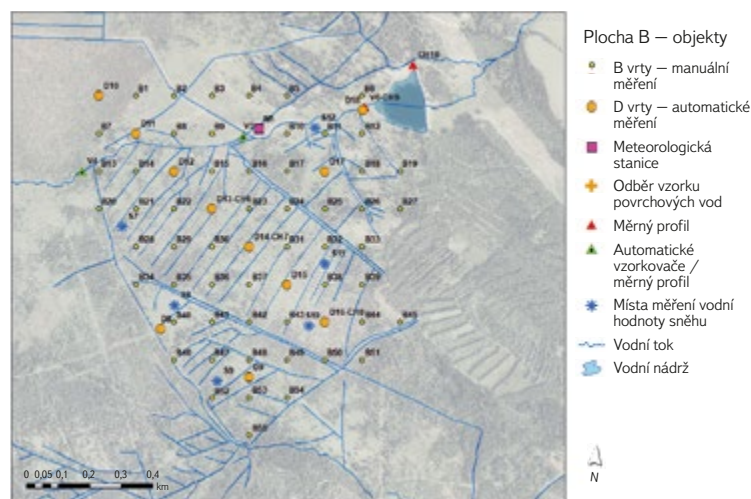
její teplota a konduktivita. Dále zde byly zřízeny vrty řady D1 až D5, kde se nacházejí tlakové sondy pro kontinuální měření výšky hladiny a teploty podzemní vody. Vybrané vrty, např. D2 a D5, byly instalovány jako zdvojené – jeden zasahoval pouze do svrchní vrstvy rašeliny (akrotelm), zatímco druhý pronikal do spodní vrstvy (katotelm). Vrt D1 a D3 slouží zároveň k měsíčním odběrům vody pro laboratorní chemické analýzy.

V ploše A se nacházejí také čtyři měrné přelivy: V1-CH5, umístěný na východním okraji s trojúhelníkovým profilem (tzv. Thomsonův přeliv), V2 na západě, osazený kruhovým přelivem a zabudovaný přímo do tělesa hrazení, a V3, který je situován v jihovýchodní části a odvádí vodu z lesní oblasti. Všechny přelivy jsou vybaveny senzory pro měření výšky hladiny, teploty, konduktivity a pH vody. Přelivy V3 a V1-CH5 slouží k odběrům vzorků povrchové vody. Přeliv V1-CH1, umístěný asi 400 m západně od profilu V2, slouží výhradně jako referenční bod pro manuální odběr vzorků povrchové vody bez kontinuálního měření.



Obr. 2. Objekty monitoringu v ploše A

Fig. 2. Monitoring facilities in site A



Obr. 3. Objekty monitoringu v ploše B

Fig. 3. Monitoring facilities in site B

Na ploše B (obr. 3) byl hydrologický monitoring výrazně rozšířen – zřízeno zde bylo 55 mělkých vrtů řady B s hloubkou maximálně do 3 m, rozmístěných v pravidelném rastru pokrývajícím revitalizovanou i nerevitalizovanou část rašeliniště. Kromě toho byly instalovány vrty řady D8 až D18, z nichž D11, D14 a D16 byly rovněž zdvojené pro srovnání hladin mezi akrotelmem a katotelmem. Vrt D8, D14 a D16 slouží i pro odběry vzorků a jejich chemickou analýzu. Tato

pozorovací síť poskytuje podrobnou informaci o hydrologických poměrech v ploše rašeliniště.

Povrchové vody jsou na ploše B monitorovány prostřednictvím několika měrných přelivů. Přeliv V4 v západní části byl osazen obdélníkovým výřezem a monitoruje přítok z oblasti pod Jelení horou. V5 se nachází na nadleřšovací kanále pro tok Chomutovky a je vybaven ultrazvukovým čidlem. Přeliv V6 situovaný na toku Chomutovky je umístěný na poslední přehrážce před vtokem do Novoveského rybníka a slouží k odběru vzorků. Pro vzorkování toku Chomutovky pod rybníkem byl využit profil CH10 pod odtokem z bezpečnostního přelivu, kde se provádí manuální hydrometrování.

Na obou plochách jsou instalovány meteorologické stanice. V ploše A byla umístěna základní stanice s měřením teploty vzduchu, vlhkosti a srážek. V ploše B byla zřízena komplexní klimatologická stanice zaznamenávající navíc rychlost a směr větru, solární radiaci, tepelný tok v půdě a půdní vlhkost. Pro celoroční měření srážek byl v obci Hora Svatého Šebestiána instalován vyhřívaný srážkoměr, jenž také slouží k aktivaci automatických vzorkovačů během srážkových událostí.

Podzemní vody

Vzorky podzemní vody jsou pravidelně každý měsíc odebírány z vybraných vrtů řady D. Jde o vrty D1-CH2, D3-CH3 v ploše A a o vrty D8-CH6, D14-CH7, D16-CH8 v ploše B. Termín vzorkování byl situován vždy ke konci daného měsíce a bylo dbáno na stabilní a setrvalé meteorologické a hydrologické podmínky. To znamená, že během odběru nebo bezprostředně před ním nedošlo k žádnému výraznému hydrometeorologickému extrému, který by mohl krátkodobě ovlivnit kvalitu podzemní vody. Vzorky jsou převáženy do laboratoře VZlab, kde probíhá stanovení následujících ukazatelů:

CHSK-Mn, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, N-NH₄⁺, N_{celk}, SO₄²⁻, P_{celk}, Fe, Al (rozpuštěné a partikulární), DOC, A254, (A254/DOC)*100, KNK, HL, huminové kyseliny a fulvokyseliny.

Povrchové vody

Vzorky povrchových vod jsou odebírány každý měsíc společně s odběry vod podzemních. Platí tedy stejné pravidlo, že odběr probíhá vždy koncem měsíce a za pokud možno stabilních hydrometeorologických podmínek. Vzorkování se uskutečňuje na přelivech V1-CH5 (revitalizované povodí), V3-CH4 a V7-CH1 (lesní nerevitalizované povodí) v ploše A, a v ploše B na přelivu V6-CH9 (obr. 4) a na vzorkovacím místě CH10 pod bezpečnostním přelivem Novoveského rybníka (nerevitalizované povodí, obr. 6). Během odběru je zaznamenáván aktuální průtok ve vodním toku. Vzorkovací profily V7-CH1 a CH10 jsou bez kontinuálního záznamu hladiny, aktuální průtoky při odběru jsou tak měřeny a dopočítávány na místě. Na profilu V7-CH1 byl za tímto účelem postaven měrný přeliv. Na profilu CH10 probíhá při odběru vzorku hydrometrování. Vzorky jsou následně převáženy do laboratoře VZ lab, kde dochází ke stanovení následujících ukazatelů: CHSK-Mn, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, N-NH₄⁺, N_{celk}, SO₄²⁻, P_{celk}, Fe, Al (rozpuštěné a partikulární), DOC, A254, (A254/DOC)*100, KNK, HL, huminové kyseliny a fulvokyseliny.

Množství odebraných vzorků závisí na hydrologických podmínkách. Během suchých period nebo obecně v letním období roku dochází k poklesu hladiny podzemní vody pod úroveň vrtů a k vysychání vodních toků, kde tudíž není možné vzorky odebrat. Při každém odběru vzorku podzemní i povrchové vody je provedeno doplňkové měření konduktivity a reakce vody pomocí multiparametrické sondy Aquatroll 500.

Dále probíhá odběr vzorků prostřednictvím automatických vzorkovačů ISCO 6712 na profilech V4 a V5 (obr. 10), jimiž chceme postihnout chemickou odezvu na srážku v daném vodním toku. Stanovované ukazatele jsou stejné jako v případě manuálních odběrů. Vzorkování je synchronní, kdy při očekávání



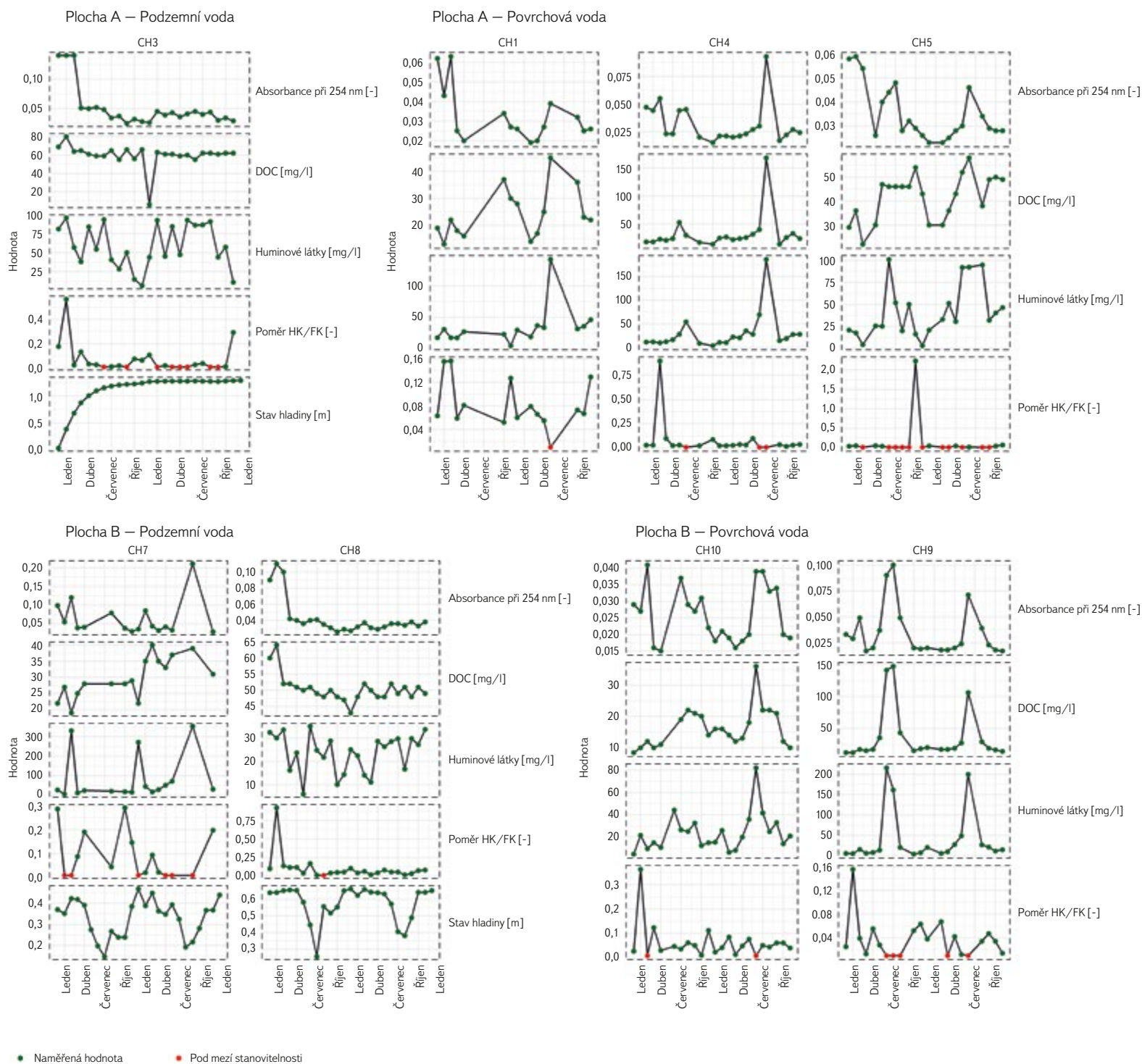
Obr. 4. Měření chemických parametrů povrchové vody na profilu V6-CH9

Fig. 4. Measurement of chemical parameters of surface water at profile V6-CH9

hydrologické události je přes SMS spuštěn vzorkovač na profilu V5. Vzorkovač má nastavenou lokální komunikaci se vzorkovačem V4, který je mimo stabilní signál GSM, a ve stejný čas spustí i tento vzorkovač. Celkem je odebráno 24 vzorků po dvou hodinách, z nichž je k rozboru vybráno 10 vzorků, které ideálně pokrývají odezvu vodního toku na srážky. Mezi oběma vzorkovači je úsek toku dlouhý cca 600 m, kde se dostává do toku voda z jediné již revitalizované oblasti v ploše B a snahou je zachytit případné chemické změny na tomto úseku.

VÝSLEDKY

Následující výsledky jsou založeny na dvouletém vzorkování v měsíčním kroku. Ze všech pozorovaných chemických ukazatelů je v tomto článku pozornost zacílena na HL a s nimi spojené ukazatele přítomnosti organických látek ve vodě (poměr huminových kyselin a fulvokyselin – HK/FK, rozpuštěný organický uhlík – DOC a absorpance při 254 nm – A254). Na obr. 5 jsou vyobrazeny výsledky



Obr. 5. Výsledky chemických rozborů vybraných ukazatelů
Fig. 5. Results of chemical analyses of selected parameters



Obr. 6. Odběr vzorků a měření chemických parametrů povrchových vod na profilu V7-CH1

Fig. 6. Sampling and measurement of chemical parameters of surface waters at profile V7-CH1

pro odběrová místa povrchových a podzemních vod CH1–CH10. Z vyhodnocení jsou vypuštěny lokality (vrty) CH2 a CH6, a to z důvodu velmi nízkého počtu odebraných vzorků kvůli nepřítomnosti vody ve vrtech. Z výsledků je patrná sezonnost obsahu HL v povrchových vodách, kdy v letních měsících za nízkých průtoků roste jejich koncentrace. Naopak v podzemních vodách nedochází k tak výrazným výkyvům a sezonnost není patrná. Pouze vrt CH7 zaregistroval tři vyšší hodnoty, které však byly zaznamenány při velmi nízkém stavu hladiny podzemní vody, což mohlo způsobit odebrání kalu ze dna vrtu. Obecně jsou v podzemní vodě koncentrace HL vyšší během celého roku, kromě letních měsíců, kdy v povrchových vodách rostou koncentrace nejen organických látek, ale dle provedených rozborů také kovů (Fe, Al) a celkového dusíku [13]. Podobně se vyvíjejí i další ukazatele vázané na přítomnost organických látek ve vodě (DOC a A254). Pokud porovnáme průběh koncentrací v povrchových vodách z revitalizovaných (CH5) a nerevitalizovaných území (CH9 a CH10), profil CH5 vykazuje vyšší minimální koncentrace HL a celkově vyšší rozkolísanost hodnot během roku a zároveň nižší maxima v letních měsících. Naproti tomu profil CH9 má ustálené nižší minimální hodnoty v zimní části roku, v létě však dosahuje až dvojnásobně vyšších koncentrací HL. To způsobuje, že průměrné hodnoty za celé sledované období jsou z obou profilů celkem vyrovnané (tab. 1): CH5 – 41,5 mg/l, CH9 – 40,7 mg/l. Nicméně právě velikost průtoku při odběrech má významný dopad na celkové množství vyplavených organických látek. Nejvyšších průtoků je zpravidla dosaženo během zimy při tání sněhu. Zatímco u profilu CH9 se v tomto období koncentrace pohybují do 25 mg/l, na profilu CH5 jsou koncentrace i dvojnásobné. Naopak vyšší koncentrace na profilu CH9 jsou zaznamenány při velmi nízkých průtocích kolem 1 l/s a méně. To má za následek, že celkově se vyplavuje více organických látek z revitalizovaného

území. Vyšší koncentrace v revitalizovaném území jsou však v porovnání s nerevitalizovaným územím dosahovány i za vyšších průtoků a ve vlhčím období, kdy zatížení vodního toku vyšší koncentrací HL je rychle eliminováno dalšími přítoky s nižším obsahem HL. Dle rozborů prováděných v rámci souběžně zpracovávané bakalářské práce [14] docházelo na přibližně 5 km dlouhém úseku toku Chomutovky k poklesu koncentrace HL i o více než 80 %. Pro zmírnění vlivu ojedinelé se vyskytující odlehlejších naměřených hodnot jsou v tab. 2 zobrazeny hodnoty mediánů: CH5 – 32 mg/l a CH9 – 15 mg/l.

V případě podzemních vod jsou po většinu roku zaznamenány vyšší koncentrace HL v revitalizované ploše na vrtu CH3. V celkovém průměru dosahuje nejvyšších hodnot CH7, ale to díky již zmíněným třem odlehlejších naměřeným hodnotám. Pokud se však podíváme na tabulku mediánových hodnot, má vrt CH7 podobnou koncentraci HL jako vrt CH8, který leží v odvodněné, ovšem relativně zachovalé části rašeliniště a koncentrace HL jsou zde nejnižší. Nejvyšší medián koncentrace je pak dosažen ve vrtu CH3 v revitalizované ploše.

Dopad na kvalitu vody má nejen koncentrace HL, ale také poměr zastoupení huminových kyselin a fulvokyselin. Vyšší zastoupení fulvokyselin má negativní dopad na proces úpravy vody na pitnou, jelikož jsou snadněji rozpustné a hůře se odbourávají. Hodnoty se pohybují blízko nule a jen výjimečně překračují hodnotu 1. Sezonnost zde není patrná a v každé řadě se vyskytuje jedna až dvě odlehlejší hodnoty, jež nemají souvislost s výškou hladiny nebo ročním obdobím. Proto jsou závěry odvozeny na základě tab. 2 s mediány hodnot. Nejnížší poměr HK/FK, a tedy nejvyšší zastoupení hůře odbouratelných FK má revitalizovaná oblast v ploše A, konkrétně vzorkovací místa CH5 a CH3. Naopak nejvyšší hodnoty byly zaznamenány na profilu odvodňujícím lesní plochu CH1, na vrtu CH8 v nerevitalizované ploše a na profilu CH10 na výtok z nádrže.

Tab. 1. Průměrné hodnoty sledovaných chemických ukazatelů; tučně jsou vyznačeny nejhorší výsledky z pohledu kvality vody
Tab. 1. Average values of the monitored chemical parameters; the worst results in terms of water quality are highlighted in bold

Ukazatel	CH1	CH3	CH4	CH5	CH7	CH8	CH9	CH10
Absorbance při 254 nm [-]	0,03	0,05	0,03	0,04	0,06	0,04	0,03	0,03
DOC [mg/l]	24,33	59,96	32,33	41,9	29,88	50,46	36	16,34
Huminové látky [mg/l]	34,35	59,36	29,68	41,49	83,01	23,8	40,7	23,59
Poměr HK/FK [-]	0,08	0,07	0,08	0,13	0,09	0,1	0,04	0,06

Tab. 2. Hodnoty mediánů sledovaných chemických ukazatelů; tučně jsou vyznačeny nejhorší výsledky z pohledu kvality vody
Tab. 2. Median values of the monitored chemical parameters; the worst results in terms of water quality are highlighted in bold

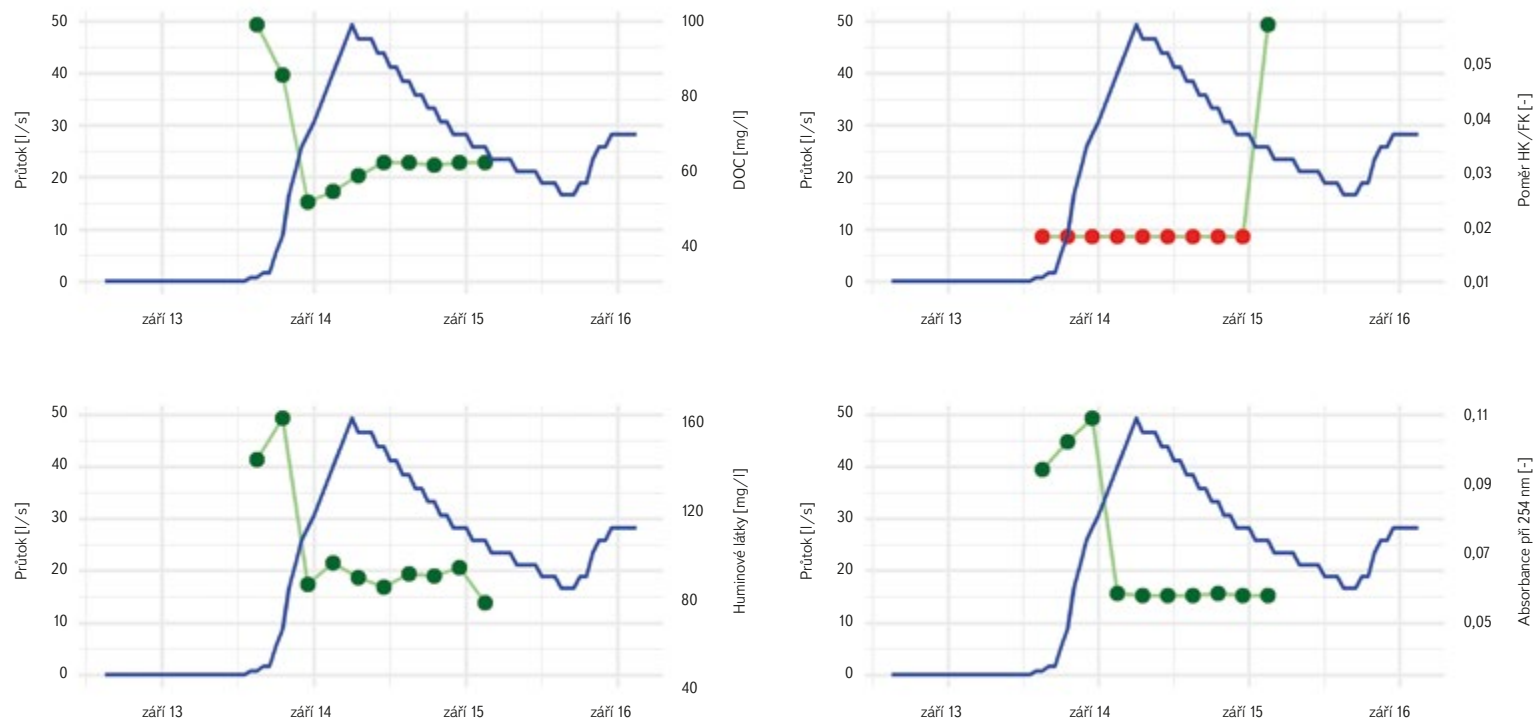
Ukazatel	CH1	CH3	CH4	CH5	CH7	CH8	CH9	CH10
Absorbance při 254 nm [-]	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02
DOC [mg/l]	22	61,5	24	46	28,5	50	18	15
Huminové látky [mg/l]	29,7	55,6	18,6	32	28,5	25,8	15	20,8
Poměr HK/FK [-]	0,07	0,02	0,03	0,01	0,03	0,06	0,03	0,05

Během monitorovacího období se podařilo pomocí automatických vzorkovačů zaznamenat významnou srážkoodtokovou událost ve dnech 13. až 15. září 2024. Vzorkovače byly synchronně spuštěny před počátkem odtokové odezvy a vzorkovaly v intervalu 2 h po dobu 40 h. Pro podchycení doby vzestupu i poklesu hladiny bylo k rozboru vybráno 10 vzorků v intervalu odběru 4 h. Výsledky na obr. 7 a 8 ukazují podobný průběh změny koncentrace HL a DOC. Na počátku události jsou koncentrace vysoké a s růstem průtoku dochází k jejich poklesu během prvních 12 h na hodnoty, které se již dále příliš nemění, ačkoli průtok stále významně roste. Tento průběh je shodný pro oba vzorkovací profily, přestože v úseku mezi nimi ústí do vodního toku kanály z již revitalizované části plochy B. Stejně tak koncentrace HL mezi vzorkovacími místy klesá na téměř poloviční hodnoty. Také poměr HK/FK mezi vzorkovači

roste, zejména v době kulminace. Mezi profily V4 a V5 tak nebylo zaznamenáno navýšení koncentrace HL způsobené přítokem vody z revitalizované plochy. Při přepočtu koncentrace HL na množství odnesených látek vycházejí údaje uvedené v tab. 3. Na počátku události při nejnižším průtoku a nejvyšší koncentraci je odtok HL 258,3 mg/s. Naopak v době těsně před kulminací je koncentrace HL stále na poklesu a odplavováno je 12650,1 mg/s. Při kulminaci již dochází k poklesu na 7628 mg/s. Koncentrace HL poté pozvolna rostou, nicméně klesající průtok zapříčiňuje pozvolný pokles množství odplavených HL. Během sledovaných 40 h odtoklo profilem přibližně 771 kg HL. Této problematice se věnuje také bakalářská práce [15].

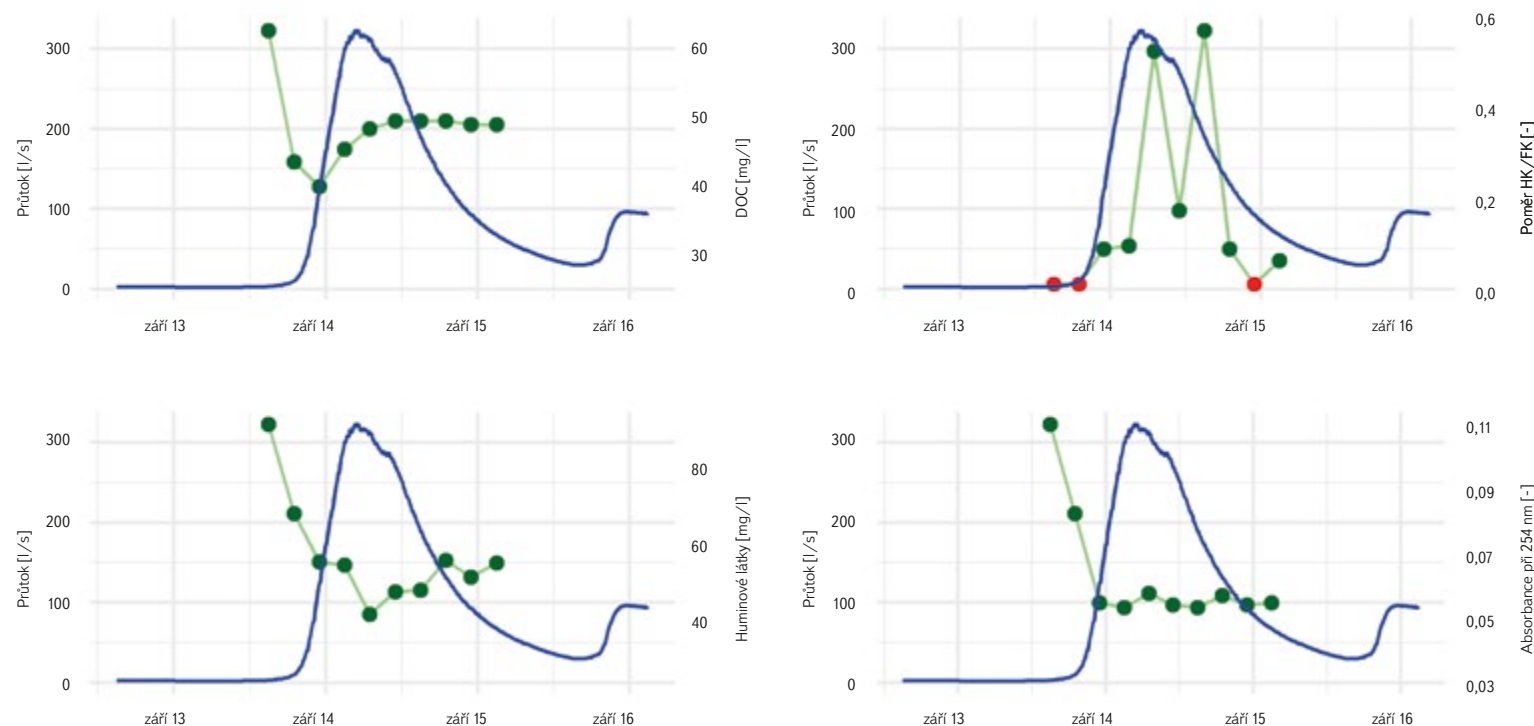
Tab. 3. Vypočtené množství odplavených HL při významné srážkoodtokové události 13. až 15. září 2024 na profilu V5
Tab. 3. Calculated amount of exported HS during the significant rainfall-runoff event from 13–15 September 2024 at profile V5

Čas	Průtok [l/s]	HL [mg/l]	Vyplavované HL [mg/s]	Vyplavované HL [kg/4h]
13.09.2024 15:00	2,8	92,6	258,3	3,7
13.09.2024 19:00	9,7	60,6	585,4	8,4
13.09.2024 23:00	123,9	43,3	5 364,3	77,2
14.09.2024 3:00	300,5	42,1	12 650,5	182,2
14.09.2024 7:00	312,6	24,4	7 628,0	109,8
14.09.2024 11:00	268,7	32,5	8 732,5	125,7
14.09.2024 15:00	188,8	33,1	6 248,1	90,0
14.09.2024 19:00	130,6	43,9	5 733,0	82,6
14.09.2024 23:00	92,2	37,8	3 483,5	50,2
15.09.2024 3:00	67,2	42,8	2 875,4	41,4



Obr. 7. Výsledky automatického vzorkování významné srážkoodtokové události 13. až 15. září 2024 na profilu V4

Fig. 7. Results of automatic sampling during the significant rainfall-runoff event from 13–15 September 2024 at profile V4



Obr. 8. Výsledky automatického vzorkování významné srážkoodtokové události 13. až 15. září 2024 na profilu V5

Fig. 8. Results of automatic sampling during the significant rainfall-runoff event from 13–15 September 2024 at profile V5

Vzhledem k nárůstu průtoku mezi oběma profily lze však předpokládat, že vodní tok je výrazně dotován i z nerevitalizovaného území. V tomto případě by bylo přínosné přesné vymezení povodí a zdrojových ploch k jednotlivým profilům se vzorkovači. To je ale v podstatě nemožné, jelikož samotný vodní tok je uměle vytvořený přivaděč křižující přirozené vodní toky a je napojený na síť odvodňovacích kanálů, které při vyšších stavech přetékají do jiných odvodňovacích tratí.

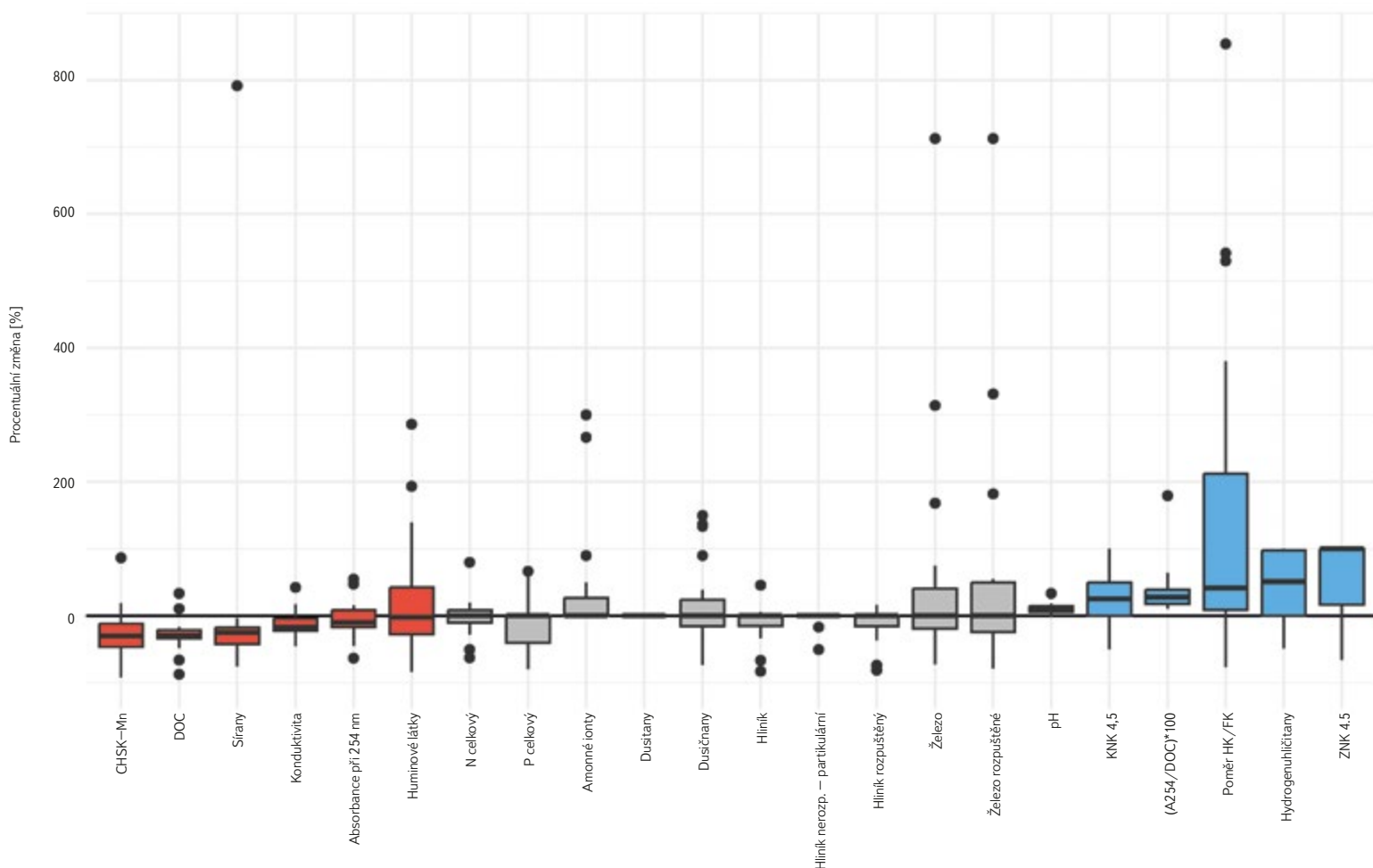
Vliv nádrže na chemismus vodního toku

Pozitivní vliv retenční nádrže Novoveského rybníka na chemismus vodního toku je evidentní již z výsledků v *tab. 1* a *tab. 2* a *obr. 5*. Na *obr. 9* je znázorněna procentuální změna koncentrace všech sledovaných látek mezi profilem CH9 nad nádrží a profilem CH10 pod nádrží. Pokles koncentrací byl zaznamenán u rozpuštěného organického uhlíku (DOC), hliníku, absorbance, chemické spotřeby kyslíku dle manganistanu (CHSK-Mn), konduktivity, celkového fosforu, celkového dusíku a síranů. Za pozitivum lze považovat také nárůst hodnot pH a poměru huminových a fulvokyselin (HK/FK), přičemž došlo ke zvýšení podílu

HK. Rovněž byla navýšena kyselinová neutralizační kapacita (KNK 4,5), pravděpodobně v souvislosti s vyšší hodnotou pH.

K mírnému zvýšení nežádoucích parametrů došlo u koncentrace rozpuštěného železa. Přestože jsou hodnoty DOC nízké, vyšší pH vytváří vhodnější podmínky pro uvolňování kovů do vodního sloupce. Se zvýšeným pH souvisí i nárůst koncentrace hydrogenuhličitanů. Vyšší jsou také hodnoty ukazatele $(A_{254}/DOC) \cdot 100$, což odráží jednak vyšší podíl HK, jednak rozklad organické hmoty akumulované na dně nádrže.

Mezi pravděpodobné mechanismy mající pozitivní dopad na obsah HL a poměr HK/FK může patřit expozice slunečnímu záření, při níž dochází k fotodegradaci snižující molekulovou hmotnost HK. Dále hraje roli mikrobiální aktivita a přítomnost železa a hliníku, které se podílejí na tvorbě komplexů a koagulace HL do sedimentu [16, 17]. Významný je též transformační účinek nádrže, kde dochází k ředění vyšších koncentrací vstupujících z přítoku na nižší úrovně. Ve vodním toku pod nádrží se tak projevují vyšší minimální koncentrace chemických ukazatelů ve srovnání s přítokem, avšak zároveň se výrazně snižují maximální hodnoty, které jsou typické pro vodu vstupující do nádrže.



Obr. 9. Krabicové grafy procentuálních změn obsahu látek mezi profily CH9 nad nádrží a CH10 pod nádrží; hlavní částí je „krabice“ mezi prvním a třetím kvartilem, uvnitř níž je čára označující median; z krabice vycházejí „vousy“, jež zobrazují rozsah dat mimo kvartily (typicky až 1,5násobek interkvartilního rozpětí); odlehle hodnoty jsou zobrazovány jako samostatné body mimo vousy

Fig. 9. Box plots of percentage change in substance concentrations between profiles CH9 upstream of the reservoir and CH10 downstream of the reservoir; the main part is the “box” between the first and third quartiles, inside which is a line indicating the median; the box has “whiskers” that show the range of data outside the quartiles (typically up to 1.5 times the interquartile range); outliers are shown as separate points outside the whiskers



Obr. 10. Přivaděč Chomutovky s automatickým vzorkovačem na profilu V5

Fig. 10. Water channel with an automatic sampler at profile V5

DISKUZE

Vliv revitalizace rašelinišť na obsah HL v podzemní a povrchové vodě nelze zobecnit, jelikož každý hydrologický systém může v rámci rašeliniště reagovat odlišně. Příkladem je např. studie [18], kde je potvrzen dlouhodobý nárůst koncentrací organických látek ve vodě. Naopak jiné studie potvrzují skokový nárůst koncentrací bezprostředně po realizaci revitalizace s následným poklesem koncentrací, jež jsou však stále vyšší než původní hodnoty [19, 20]. Některé výzkumy naopak neregistrují žádné změny v koncentraci organických látek [21, 22]. Dokonce existují studie, které zaznamenaly pokles koncentrací organických látek po přehrazení odtokových kanálů a navýšení HPV [23–25]. Např. ve studii [23] je pokles koncentrace HL odůvodněn zvýšením hladiny podzemní vody, a tím naředěním koncentrací v celé ploše rašeliniště. Obvykle však vyšší míra zamokření bývá udávána jako důvod vyplavování většího množství organických látek.

Obsah organických látek v závislosti na srážkách a průtoku sledovala také studie [26] v povodí Kameničky a Flájí, kde bylo popsáno nejvyšší vyplavování látek 1 až 2 dny po srážkách. V případě námi sledovaného území, kde jsme se zaměřovali zejména na průběh kulminace, dochází k nárůstu koncentrací sledovaných látek ihned na počátku vzestupu hladiny nebo následuje rovnou pokles koncentrací způsobený ředěním dešťovou vodou. Jak ale ukazují přepočty na celkové množství vyplavených látek, při nižších koncentracích a vyšším průtoku se vyplavuje mnohonásobně větší množství organických látek než při nízkém průtoku a vysokých koncentracích. Studie také popisuje pozitivní dopad nádrže na koncentrace organických látek. Zde se však bude pravděpodobně jednat primárně o transformaci vyšších koncentrací látek na vtoku v čase, jako je tomu u Novoveského rybníka. Příkladem jsou ve studii nejvyšší naměřené rozdíly právě v době minimálních průtoků, kdy celková bilance látek je zanedbatelná. Naopak při vyšších průtocích může docházet k vyšším koncentracím na odtoku z nádrže v porovnání s přítokem. Studie v neposlední řadě potvrzuje výsledky týkající se samočisticích procesů ve vodním toku, jež jsme pozorovali na toku Chomutovky.

Z výše uvedených výsledků vyplývá důležitost výzkumu v konkrétní oblasti, který přináší komplexní odpovědi na hydrologické procesy, a nápravná opatření prováděná v daném místě. Z výše uvedeného vyplývá, že hydrochemické chování těchto člověkem poznamenaných mokřadních povodí je celkem variabilní – ať

už s ohledem na stáří a provedení samotných revitalizací, nebo v důsledku samotné morfologie povodí. Proto jsou poznatky z těchto míst velmi cenné, nicméně jejich přenositelnost je celkem limitovaná. Poznatky z tohoto monitoringu budou proto dále využity v projektech místně zaměřených – např. v projektu „RUR: Region univerzit, univerzita regionu“, CZ.10. 02. 01/00/22_002/0000210, který se věnuje Ústeckému kraji.

ZÁVĚR

Hydrologický monitoring rašelinných biotopů probíhající od prosince 2022 v oblasti PR Prameniště Chomutovky se zaměřuje na sledování hydrologických a hydrochemických procesů v revitalizovaných a nerevitalizovaných plochách po těžbě rašeliny. Projekt je řešen v rámci veřejné zakázky pro Ústecký kraj a přináší výsledky s významem přesahujícím oblast povodí Chomutovky, jelikož jde o zdrojovou oblast s vyššími nároky na kvalitu vody pro využití ve vodárenství. Cílem je udržet v dané lokalitě dlouhodobý monitoring zaměřený na vyhodnocení dopadů revitalizací na kvantitativní i kvalitativní hydrologii. V rámci tohoto článku jsme představili pouze část výsledků monitoringu, týkající se sledování HL v povrchových a podzemních vodách. Celkový monitoring bude pokračovat minimálně do konce roku 2025 a nabídne prostor k prezentaci širších závěrů.

Sledování koncentrací HL na zájmové ploše v rašeliništích u obce Hora Svatého Šebestiána ukazuje vyšší koncentrace v revitalizované ploše, kde došlo k přehrazení odtokových kanálů a navýšení HPV. Zatímco ve vrtech koncentrace kolísají po celý rok v podobném rozptýlu i při poklesu HPV v letních měsících, v povrchových vodách dochází k výraznému nárůstu koncentrací při nízkých průtocích. Díky nízkému průtoku je však množství odplavovaných organických látek v tu dobu nízké. Toto množství roste v případě odtokových událostí jako reakce na významné srážky i přes to, že koncentrace HL během těchto situací klesají. Na základě pozorování probíhajících na tocích odvodňujících rašeliniště lze však tvrdit, že ani občasné zvýšené koncentrace HL z revitalizovaných i nerevitalizovaných ploch nemají významný dopad na kvalitu vody v samotném toku Chomutovky. Samočisticí a ředící procesy zapříčiňují rychlý pokles koncentrací HL a DOC, což je patrné na výsledcích z automatických vzorkovačů umístěných na vodním

toku 500 m od sebe, ale také na cca 5 km dlouhém úseku toku Chomutovky, kde dochází k poklesu koncentrací HL i o více než 80 %.

Jako vhodné opatření pro zlepšení kvality vody a předcházení krátkodobým výskytům vysokých koncentrací látek zhoršujících kvalitu vody se jeví umístění nádrže v místě odtoku vody z plochy rašeliniště. V rámci monitoringu byl sledován chemismus vody na profilech CH9 na vtoku do nádrže a profilu CH10 na výtoku z nádrže. V případě HL byla prokázána transformace koncentrací v čase, při níž došlo k výraznému snížení hodnot maximálních koncentrací a logicky k navýšení minimálních koncentrací, kdy nahromaděné HL jsou uvolňovány z nádrže postupně. Tento proces není překvapivý, ale je navíc doplněn navýšením poměru HK/FK na odtoku, v nádrži tedy dochází k rozkladu či sedimentaci více nežádoucích huminových fulvokyselin. Zvyšuje se také pH i parametry KNK 4,5 a ZNK 4,5 a dochází ke zvýšení biologické stability.

Poděkování

Článek vznikl na základě monitoringu prováděného v rámci projektu „Hydrologický monitoring rašelinných biotopů 2022–2024“ financovaného Ústeckým krajem na základě smlouvy o dílo. Příspěvek využívá poznatky a zkušenosti z monitoringu pro projekt č. SS02030027 „Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu (Centrum Voda)“, které jsou používány také v projektu „RUR: Region univerzitě, univerzita regionu“, CZ.10. 02. 01/00/22_002/0000210. V rámci spolupráce s UJEP a ČZU byly vypracovány dvě bakalářské práce zabývající se HL a retenční kapacitou rašeliniště.

Literatura

- [1] BUFKOVÁ, I., STIBAL, F., MIKULÁŠKOVÁ, E. Restoration of Drained Mires in the Šumava National Park, Czech Republic. In: EISELTOVÁ, M. (ed.). *Restoration of Lakes, Streams, Floodplains, and Bogs in Europe: Principles and Case Studies*. Dordrecht: Springer, 2010, s. 331–354. ISBN 978-90-481-9264-4.
- [2] VLČEK, L. et al. Retenční potenciál a hydrologická bilance horského vrchoviště: případová studie Rokytecké slatě, povodí horní Otavy. *J. Česko. Geografie*. 2012, 117(4), s. 395–414. Dostupné z: https://geografie.cz/media/pdf/geo_2012117040395.pdf
- [3] KALBITZ, K., SOLINGER, S., PARK, J.-H., MICHALZIK, B., MATZNER, E. Controls on the Dynamics of Dissolved Organic Matter in Soils: A Review. *Soil Science*. 2000, 165(4), s. 277–304. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/00010694-200004000-00001>
- [4] RECKHOW, D. A., SINGER, P. C., MALCOLM, R. L. Chlorination of Humic Materials: Byproduct Formation and Chemical Interpretations. *Environmental Science & Technology*. 1990, 24(11), s. 1655–1664. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/es00081a005>
- [5] IMAI, A., FUKUSHIMA, T., MATSUSHIGE, K., KIM, Y. H., CHOI, K. Characterization of Dissolved Organic Matter in Effluents from Wastewater Treatment Plants. *Water Research*. 2002, 36(4), s. 859–870. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00283-4](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00283-4)
- [6] EDZWALD, J. K. Coagulation in Drinking Water Treatment: Particles, Organics and Coagulants. *Water Science and Technology*. 1993, 27(11), s. 21–35. Dostupné z: <https://doi.org/10.2166/wst.1993.0261>
- [7] VOLK, C., BELL, K., IBRAHIM, E., VERGES, D., AMY, G., LECHEVALLIER, M. Impact of Enhanced and Optimized Coagulation on Removal of Organic Matter and its Biodegradable Fraction in Drinking Water. *Water Research*. 2000, 34(12), s. 3 247–3 257. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00033-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00033-6)
- [8] MATILAINEN, A., GJESSING, E. T., LAHTINEN, T., HED, L., BHATNAGAR, A., SILLANPÄÄ, M. An Overview of the Methods Used in the Characterization of Natural Organic Matter (NOM) in Relation to Drinking Water Treatment. *Chemosphere*. 2011, 83(11), s. 1431–1442. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.01.018>
- [9] JANKOVSKÁ, V., POKORNÝ, P. Reevaluation of the Palaeoenvironmental Record of the Former Komořanské Jezero Lake: Late-Glacial and Holocene Palaeolimnology and Vegetation Development in North-Western Bohemia, Czech Republic. *Preslia*. 2013, 85(3), s. 265–287.
- [10] CHARAMBA, L. V. C. et al. Tracing Sources of Dissolved Organic Matter along the Terrestrial-Aquatic Continuum in the Ore Mountains (Germany). *Science of the Total Environment*. 2024, 943, 173807. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173807>
- [11] MATOUŠKOVÁ, M. et al. Response of Dissolved Organic Carbon in Streams Draining Peatbogs to Extreme Rainfall-Runoff Events: A Case Study from Šumava (Bohemian Forest) National Park, Czech Republic. *Environmental Earth Sciences*. 2024, 83, 491. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12665-024-11804-x>
- [12] KOPÁČEK, J., KLEMENTOVÁ, Š., NORTON, S. A. Photochemical Production of Ionic and Particulate Aluminum and Iron in Lakes. *Environmental Science & Technology*. 2005, 39(10), s. 3 656–3 662. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/es048101a>

[13] VOKOUN, M., MORAVEC, V., ECKHARDT, P., PRINZ, J. *Monitoring rašelinných biotopů 2022–2025 – Závěrečná zpráva*. Praha: VÚV TGM, v. v. i, 2025.

[14] GRZNÁR, D. *Vliv revitalizace rašelinišť u Hory Svatého Šebestiána na organické látky v Chomutovce. Bakalářská práce*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2024.

[15] BARTŮŇKOVÁ, L. *Hydrologický režim rašeliniště při vybraných srážkoodtokových událostech. Bakalářská práce*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, 2025.

[16] MORAN, M. A., ZEPP, R. G. Role of Photoreactions in Formation of Biologically Labile Compounds from Dissolved Organic Matter. *Limnology and Oceanography*. 1997, 42(6), s. 1307–1316. Dostupné z: <https://doi.org/10.4319/lo.1997.42.6.1307>

[17] HELMS, J. R., MAO, J., SCHMIDT-ROHR, K., ABDULLA, H., MOPPER, K. Photochemical Flocculation of Terrestrial Dissolved Organic Matter and Iron. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2013, 121, s. 398–413. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.07.025>

[18] STRACK, M. et al. Changes in Dissolved Organic Carbon Quality in Soils and Discharge 10Years after Peatland Restoration. *Journal of Hydrology*. 2015, 527, s. 345–354. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.04.061>

[19] KOSKINEN, M. et al. Restoration of Nutrient-Rich Forestry-Drained Peatlands Poses a Risk for High Exports of Dissolved Organic Carbon, Nitrogen, and Phosphorus. *Science of the Total Environment*. 2017, 586, s. 858–869. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.065>

[20] BERNARD-JANNIN, L. et al. Hydrological Control of Dissolved Organic Carbon Dynamics in a Rehabilitated *Sphagnum*-Dominated Peatland: A Water-Table Based Modelling Approach. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2018, 22(9), s. 4 907–4 920. ISSN 1607-7938. Dostupné z: <https://doi.org/10.5194/hess-22-4907-2018>

[21] PEACOCK, M. et al. Peatland Ditch Blocking Has no Effect on Dissolved Organic Matter (DOM) Quality. *Hydrological Processes*. 2018, 32(26), s. 3 891–3 906. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/hyp.13297>

[22] STRACK, M. et al. Changes in Dissolved Organic Carbon Quality in Soils and Discharge 10Years after Peatland Restoration. *Journal of Hydrology*. 2015, 527, s. 345–354. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.04.061>

[23] GATIS, N. et al. Peatland Restoration Increases Water Storage and Attenuates Downstream Stormflow but Does Not Guarantee an Immediate Reversal of Long-Term Ecohydrological Degradation. *Scientific Reports*. 2023, 13, 15865. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40285-4>

[24] ARMSTRONG, A. et al. The Impact of Peatland Drain-Blocking on Dissolved Organic Carbon Loss and Discolouration of Water; Results from a National Survey. *Journal of Hydrology*. 2010, 381(1–2), s. 112–120. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.11.031>

[25] HÖLL B. S. et al. Characteristics of Dissolved Organic Matter Following 20Years of Peatland Restoration. *Science of the Total Environment*. 2009, 408(1), s. 78–83. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.08.046>

[26] JURÁSEK, A. et al. Výzkum možnosti minimalizace obsahů organických škodlivin ve zdrojích pitných vod v Krušných horách. Fláje: Povodí Ohře, státní podnik, 2013. Dostupné z: <https://www.poh.cz/c-100018967-vyzkum-moznosti-minimalizace-obsahu-organickych-skodlivin-ve-zdrojich-pitnych-vod-v-krusnych-horach/d-1320>

Autoři

Ing. Martin Vokoun, Ph.D.^{1,2}

✉ martin.vokoun@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-7997-2205

Ing. Vojtěch Moravec, Ph.D.^{1,2}

✉ vojtech.moravec@vuv.cz

ORCID: 0000-0003-0358-9837

Mgr. Pavel Eckhardt¹

✉ pavel.eckhardt@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-4218-5344

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha (Česká republika)

²Česká zemědělská univerzita v Praze (Česká republika)

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2025.07.003

ISSN 0322-8916/© 2025 Autoři. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

DYNAMICS OF HUMIC SUBSTANCES IN PEAT HABITATS OF PRAMENIŠTĚ CHOMUTOVKA NATURE RESERVE

VOKOUN, M.^{1,2}; MORAVEC, V.^{1,2}; ECKHARDT, P.¹

¹T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague (Czech Republic)

²Czech University of Life Sciences, Prague (Czech Republic)

Keywords: peat bog — hydrology — monitoring —
revitalization — humic substances — hydrochemistry

This article focuses on evaluating the concentrations of humic substances (HS) in peatland waters in the Ore Mountains region, specifically in the area near the village of Hora Svatého Šebestiána in the Prameniště Chomutovka Nature Reserve. The aim was to assess the impact of revitalization measures on the occurrence of HS in surface and subsurface waters in a post-peat-extraction environment. Monitoring was carried out from 2022 to 2024 on two experimental sites – one revitalized (site A) and one predominantly non-revitalized (site B) – and involved extensive monthly sampling, installation of flow weirs, shallow observation wells, and meteorological stations.

The results show that revitalization affects the dynamics of HS occurrence. In surface and groundwater from the revitalized area, higher minimum HS concentrations and greater annual variability were observed, whereas the non-revitalized area showed lower minimum but higher maximum concentrations under dry hydrological conditions – when surface runoff and the associated transport of substances are minimal. The ratio of humic to fulvic acids (HA/FA), important in terms of water treatment and chemical behavior, was less favorable in the revitalized area, indicating a higher proportion of poorly degradable fulvic acids.

During significant rainfall-runoff events, HS concentrations decreased, but the overall volume of mobilized organic matter increased. The study also demonstrated a notable self-purifying effect of the recipient stream, which reduced occasional higher HS concentrations from revitalized areas, and a positive effect of the retention reservoir on water chemistry, with reduced peak HS concentrations and an increased HA/FA ratio at the outflow.

The findings provide valuable insights for planning water management measures in peatland areas and help to clarify the dynamics of organic substances within peat bogs and their drainage systems. The results may contribute to improving the quality of water sources when planning revitalization efforts in peatlands affected by peat extraction.

