

HODNOCENÍ KVALITY POVRCHOVÉ VODY NA ÚZEMÍ KRKONOŠSKÉHO NÁRODNÍHO PARKU

Ing. Zuzana Hladíková, doc. Ing. Nina Strnadová, CSc.

VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6, e-mail: hladikoz@vscht.cz

Úvod

Krkonoše jsou významnou pramennou oblastí České Republiky, ovlivňují vodní režim celého horního a středního toku Labe. Hlavním zdrojem vody v tocích jsou dešťové a sněhové srážky, jejichž povrchový a podpovrchový odtok je významně regulován vegetační a retenční schopností půd, zejména podhorskými lesy. Tekoucí vody jsou na území Krkonoš nejčastějším a také nejrozmanitějším vodním prostředím. Vodní ekosystémy tvoří nedílnou součást krajiny. Jsou to systémy, ve kterých živé organismy a vodní prostředí vytvářejí velmi provázané celky. Oživení horských toků je limitováno schopnostmi odolání proudu, a proto je dominujícím společenstvem tohoto úseku bentos, tj. společenstvo organismů (rostlin i živočichů) dna. Potoky a bystřiny jsou formovány celou řadou faktorů, nejvýrazněji se projevuje vliv geologického podloží toku, okolní vegetace a spádu [1, 2, 3].

Voda v korytech vodních toků představuje ve srovnání s objemem celé hydrosféry velmi malé zásoby vody, přesto mají řeky zcela mimořádný význam pro veškerý život na Zemi. Voda proudící řekami je nejpřístupnější, ale zároveň nejzranitelnější částí celého oběhu vody v přírodě. Změny ve složení povrchových vod mohou být buď krátkodobé nebo dlouhodobé. Krátkodobé změny jsou způsobeny převážně hydrologickými nebo klimatickými poměry. Dlouhodobější, trvalejší změny jsou způsobeny zejména antropogenní činností. Chemismus toků je ovlivňován především typem geologického podloží a antropogenního zatížení. V čistých přírodních vodách je hodnota pH v rozmezí od 4,5 do 9,5 dána obvykle uhlíčanovou rovnováhou, které však může být významně ovlivněna přítomností huminových látek. U povrchových vod z rašelinišť obsahující huminové látky klesá hodnota pH i pod 4,0. Z aniontů jsou zpravidla spolu s hydrogenuhličitanem významné i koncentrace síranových iontů, které ve výjimečných případech i převažují. Až z poloviny mohou být původu z atmosférických depozic, zbytek pochází z průmyslových odpadních vod a z dalších zdrojů. U chloridů je atmosférický původ podstatně menší. Zdroje vyšších koncentrací chloridů jsou především průmyslové odpadní vody nebo geologické podloží. Zdrojem dusíku jsou zejména atmosférické depozice, dále zemědělství a obyvatelstvo (splaškové vody). Koncentrace amoniakálního dusíku dosahují u čistých toků setin až desetin mg/l a u znečištěných toků až jednotek. Dusíčanový dusík je v koncentracích obvykle pod jeden mg/l avšak ve znečištěných vodách i 10 mg/l. Organické látky v povrchových vodách jsou jednak přírodního charakteru (huminové látky a produkty životní činnosti vodních organismů), jednak původu antropogenního (ze splaškových vod a průmyslových odpadních vod ze zemědělství) [4, 5].

V důsledku zmiňovaného znečišťování povrchové vody městskými, průmyslovými a zemědělskými odpady a reakcí vody s horninami podloží, se během toku zvyšuje celková mineralizace i obsah organických látek. Vlivem přísunu nečistot se následně porušuje biologická rovnováha v recipientech a jejich schopnost samočištění. Znečištění vody v tocích se projevuje např. nánosy, chemickým a bakteriálním znečištěním, poškozením biologického stavu biocenózy a změnami fyzikálních a chemických vlastností. Změna složení tekoucích vod, jak bylo výše zmíněno, se mění nejen s délkou toku, ale i s jeho šířkou. Vliv šířky je významný především u veletoků a v našich

poměrech bývá málo výrazný, pokud nejde o oblast toku pod místem vypouštění odpadních vod nebo pod místem zaústění přítoku. S ohledem na zmiňované skutečnosti, byla pozornost zaměřena nejen na podrobné hodnocení horních toků řek, ale i na hodnocení významných přítoků, které do toku ústí. Získává se tak ucelený pohled na monitorovanou oblast horních toků, resp. na celé území, kterým tok protéká a které odvodňuje. Každý vodní tok představuje rozvětvený systém přítoků, které společně s hlavním tokem tvoří jeho povodí. Velikost povodí a množství srážek spadlých na ploše povodí ovlivňují průtok povrchové vody, resp. odtokový režim. Režim je ovlivněn jak srážkami tak i např. zpoždováním tání sněhu na horách a z části i charakterem režimu některých důležitých přítoků. Dalším důležitým kritériem pro hodnocení povrchových toků je průtok, který je základním parametrem pro zpracování hmotnostní bilance udávající přísun znečištění (vyjádřený chemickými ukazateli) jednotlivých přítoků do samotného hlavního toku. Doposud byly průtoky měřeny pouze nárazově na řece Úpě a to na třech vybraných odběrových profilech [4, 6].

Hodnocení kvality vod

Předmětem práce je hodnocení kvality povrchové vody v Krkonošském národním parku. V roce 2010 byla pozornost zaměřena na horní tok řeky Labe od jejího pramene až po soutok s Bílým Labem. V následujících letech pak byly hodnoceny horní toky řeky Úpy, Jizery a Jizerky. Hodnocení kvality horních toků řek probíhalo v období, kdy jsou odběrová místa přístupná bez sněhové pokrývky. Odběry vzorků byly prováděny ve čtyřtýdenních intervalech a sledovány byly ukazatele koncentrace TOC, $CHSK_{Mn}$, hodnota pH, konduktivita, dále pak vybrané kationty a anionty.

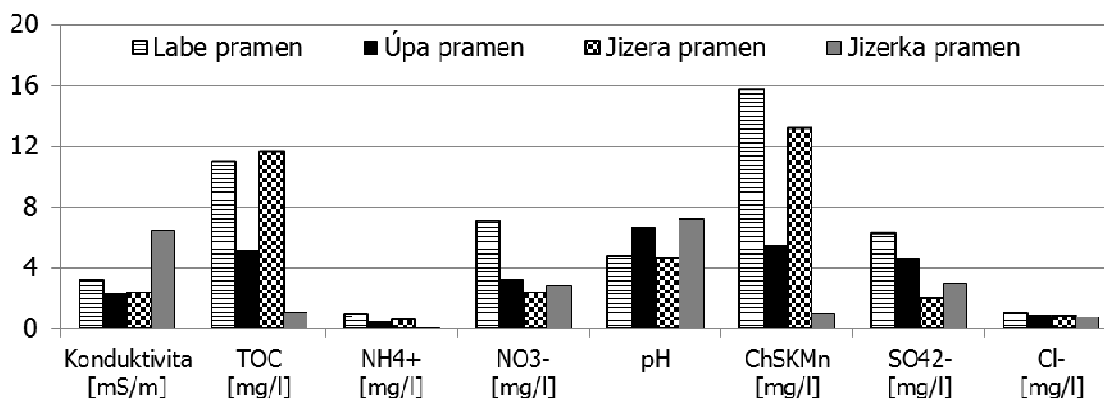
Cílem projektu bylo získání uceleného pohledu na kvalitu horních toků povrchových vod v oblasti KRNP a posoudit také kvalitu vody jejich významných přítoků. Vzhledem k velkému souboru dat jsou v článku uvedeny pouze některé vybrané profily a hodnoty sledovaných ukazatelů jsou dále vyjádřeny především formou průměrných hodnot. Je nutno poznamenat, že každý tok byl monitorován s ohledem na množství větších přítoků, tudíž počet odběrových míst nebyl vždy stejný. Stručná charakteristika sledovaných toků je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1. Charakteristika monitorovaných horních toků

Parametr	Labe	Úpa	Jizera	Jizerka
Rok měření	2010	2011	2012	2013
Počet odběrů	8	7	7	8
Počet odběrových míst	28 (pravidelně odebíráno 21)	28	46 (pravidelně odebíráno 33)	32
První odběrové místo	Pramen Labe (rašeliništní louka)	Pod Horním Úpským vodopádem	U pramene (CHKO Jizerské Hory)	V místě umělého vyústění (Horní Mísečky)
Poslední odběrové místo	Soutok s Bílým Labem	Soutok s Malou Úpou	Soutok s řekou Jizerkou	Soutok s řekou Jizerou
Významné přítoky	Pančava	Pecké přítoky (Zelený, Vlčí a Pecký potok)	Jizerka	Hatina a Jilemka

Zpracování na obrázku 1 formou průměrných hodnot znázorňuje prameny monitorovaných řek, respektive jejich první odběrová místa tak, jak jsou uvedeny

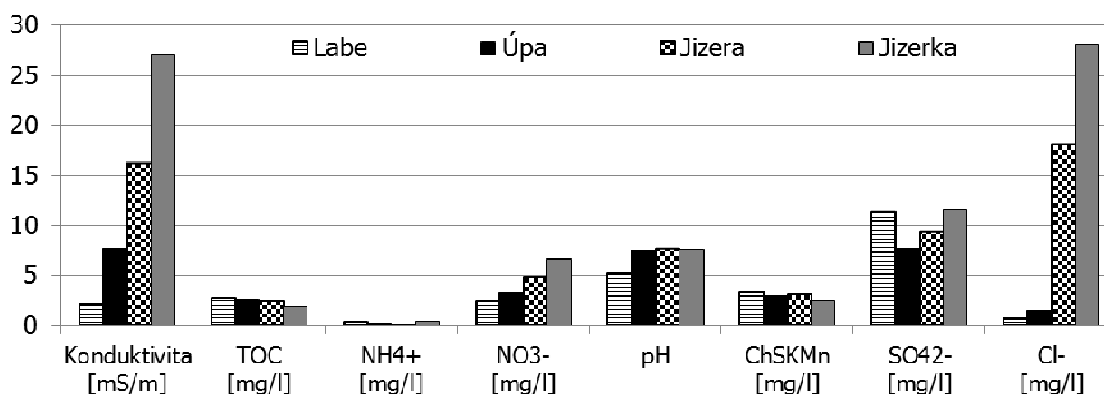
v tabulce 1. Nutné je zdůraznit, že toto srovnání je prováděno pro čtyři odlišné roky měření a vzhledem k tomu mohou být hodnoty ovlivněny např. srážkovou činností či obdobím sucha.



Obr. 1. Průměrné hodnoty sledovaných ukazatelů – první odběrová místa (2010–2013)

Z obrázku 1 jsou u pramenů zřejmé vysoké koncentrace organických látek (TOC mg/l) obzvláště u řeky Labe a řeky Jizery. S vysokými hodnotami organických látek (především huminových látek z okolních rašeliníšť) také koresponduje nižší hodnota pH (hodnota 4,8 v případě řeky Labe a 4,6 v případě řeky Jizery). Je ale důležité poznamenat, že z důvodu velké časové náročnosti bylo první odběrové místo řeky Jizery odebráno pouze 2x za celé sledované období roku 2012 a jedná se tedy o průměrnou hodnotu ze dvou odběrů. U pramene Labe byly naměřeny také nejvyšší průměrné hodnoty koncentrace dusičnanů a síranů. Naopak z hlediska iontově rozpuštěných látek vykazovala u pramene téměř dvakrát vyšší hodnoty řeka Jizerka. První odběrové místo řeky Jizerky se nacházelo v blízkosti Horních Míseček (v místě umělého vyústění) a nabízí se zde možnost prvního antropogenního ovlivnění horního toku.

Zpracování průměrných hodnot vybraných ukazatelů pro poslední odběrová místa je patrné z obr. 2. Tak jako na obr. 1 jsou hodnoty sledovaných ukazatelů významně závislé na poloze odběrového profilu.



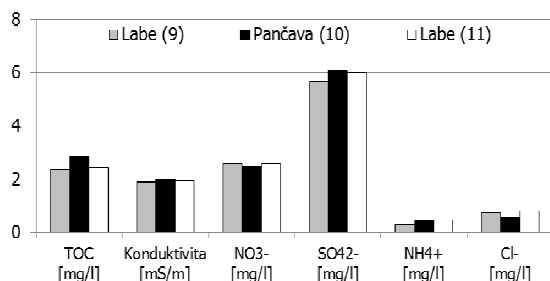
Obr. 2. Průměrné hodnoty sledovaných ukazatelů – poslední odběrová místa (2010–2013)

V nejnižše položeném odběrovém profilu řeky Jizery a Jizerky jsou patrné významně vyšší hodnoty ukazatelů v porovnání s řekou Labe a Úpou, nejvýznamnější navýšení je

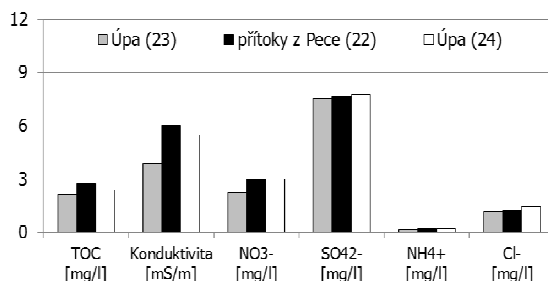
u hodnot konduktivity a chloridových aniontů. Tyto hodnoty poukazují na antropogenní vliv monitorovaných oblastí. Jednalo se však o daleko rozsáhlejší území, než tomu bylo u řeky Labe a Úpy, chráněné z velké části pouze ochranným pásmem Národního parku. S tím souvisí i přítomnost větších rekreačních středisek a významnější osídlení daných oblastí.

Porovnáním hodnotících ukazatelů prvních a posledních profilů (obr. 1 a 2) vyplývá, že hodnota konduktivity dosahovala v případě řeky Úpy v posledním odběrovém místě cca 4 x vyšších hodnot než u pramene, řeka Jizera 7x a řeka Jizerka 4x. Opačný trend vykazoval pro řeku Labe, Úpu a Jizeru ukazatel TOC, který dosahoval vyšších hodnot v prvních odběrových profilech než v posledních odběrových místech. Se zvyšující se vodností toku docházelo k poklesu organických látek u řeky Labe cca 4x, Úpy cca 2x a Jizeru cca 5x.

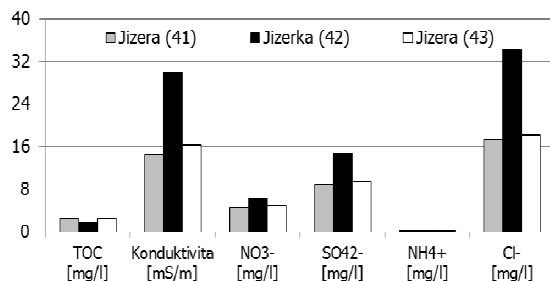
Vzhledem k tomu, že cílem monitoringu bylo nejen podrobně zhodnotit horní toky řek, ale vyhodnotit i ovlivnění kvality vody po zaústění všech přítoků, byla pozornost věnována i významným přítokům. Jejich vliv na horní toky řek je patrný z obr. 3 – 6.



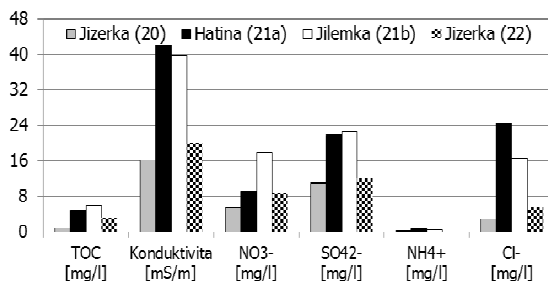
Obr. 3. Průměrné hodnoty Labe a Pančava (2010)



Obr. 4. Průměrné hodnoty Úpa a přítoky z Pece (2011)



Obr. 5. Průměrné hodnoty Jizera a Jizerka (2012)

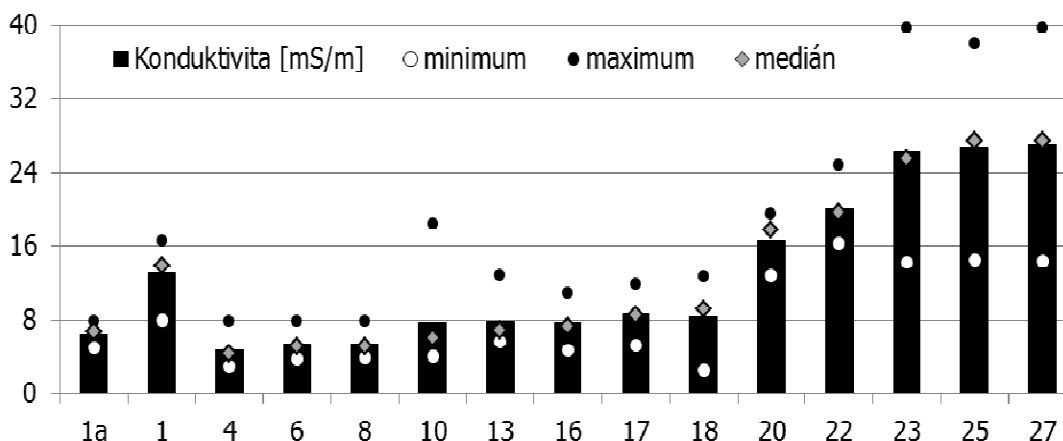


Obr. 6. Průměrné hodnoty Jizerka, Hatina a Jilemka (2013)

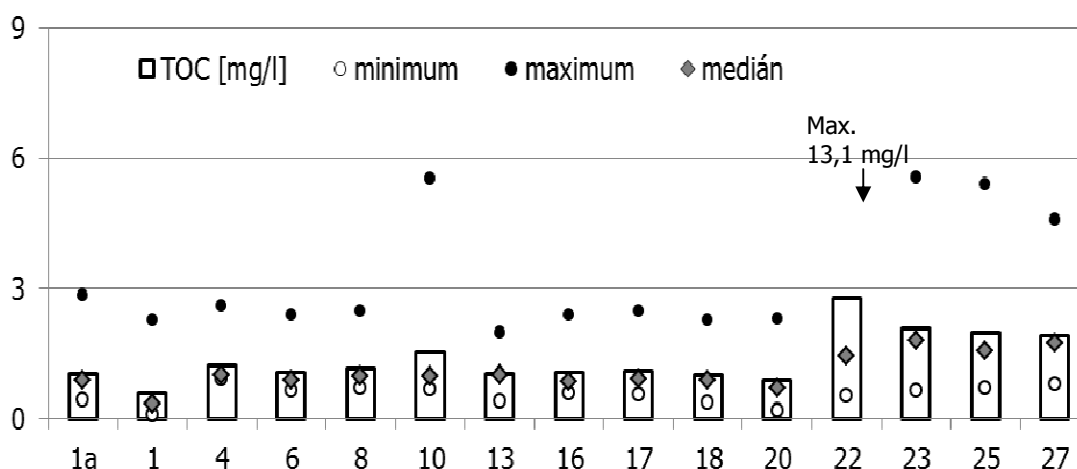
Pančava je prvním významným pravostranným přítokem řeky Labe a po zaústění navyšovala koncentrace organických látek o cca 2,5 %, síranů o cca 6,3%, chloridů o cca 6,7% a amonných iontů o cca 50%. Vyšší koncentrace sledovaných ukazatelů pocházela z místa prameniště řeky Pančavy a jednalo tedy pouze o přírodní vliv. Odlišně tomu bylo u řeky Úpy, kde přítoky z Pece odvodňují významnou část rekreačního střediska Pece pod Sněžkou a s největší pravděpodobností jejich kvalita je ovlivněna rekreačními zařízeními v dané oblasti. Z obrázku 4 je jednoznačně patrné cca 14% navýšení hodnoty TOC (mg/l) a cca 43% navýšení hodnoty konduktivity (mS/m). Řeka Jizera byla nejvíce ovlivněna svým posledním levostranným přítokem ve sledované oblasti, řekou Jizerkou. V průměru se jednalo o navýšení hodnoty konduktivity o cca 12%, koncentrace dusičnanů a síranů cca o 7%, amonných iontů a chloridů o cca 5%. Jak již bylo výše zmíněno, v případě řeky Jizerky je nejvíce patrný vliv antropogenního znečištění. Její přítoky Hatina a Jilemka ústí do řeky Jizerky

v Jilemnici a po svém zaústění navyšují všechny zmiňované ukazatele. Nejvíce hodnotu TOC (mg/l) a to cca 3x a koncentraci chloridů cca 2x.

Z hlediska zmiňovaného ovlivnění kvality vod některými přítoky je významné i zpracování podélných profilů řek vyjádřené formou mediánů, průměrných, minimálních a maximálních hodnot sledovaných ukazatelů. Pro názornost je zde uvedeno pouze zpracování podélného profilu pro řeku Jizerku, pro ostatní toky bylo obdobné. Na obrázcích 7 a 8 jsou znázorněna data pro hodnoty konduktivity a koncentrace TOC.



Obr. 7. Hodnocení podélného profilu řeky Jizerky 2013 – konduktivita (mS/m)



Obr. 8. Hodnocení podélného profilu řeky Jizerky 2013 – TOC (mg/l)

Z obrázku 7 je zřejmé, že horní tok řeky Jizerky vykazuje významný (cca čtyřnásobný) nárůst iontově rozpuštěných látek. Vysoké hodnoty konduktivity 6,5 a 13,9 mS/m v prvních dvou odběrových profilech byly s největší pravděpodobností způsobeny osídlenou oblastí Horních Míseček. Následně dochází k vyrovnání hodnot a významné navýšení je patrné až mezi 18 a 23 odběrovým profilem, kdy do řeky Jizerky zaústí levostranný přítok Cedron a následně již zmiňované přítoky Hatina a Jilemka. Z hlediska koncentrace organických látek (obr. 8) byl horní tok řeky Jizerky téměř vyrovnaný okolo 1 mg/l a navýšení hodnot bylo patrné až po zaústění Hatiny a Jilemky (cca 3x).

Porovnáním podélných profilů z předchozích let měření (2010 – 2012) můžeme dále konstatovat, že horní tok řeky Labe vykazoval pokles hodnoty konduktivity od pramene, naopak v případě řeky Úpy a Jizery docházelo k nárůstu hodnot obdobně

jako u řeky Jizerky. Koncentrace organických látek byly nejvyšší v prvních odběrových profilech (viz obr. 1). Následně docházelo k významnému poklesu hodnoty TOC a v podélném profilu řeky Labe, Úpy a Jizery se po zaústění přítoků koncentrace organických látek příliš neměnila. V podélných profilech řeky Labe, Úpy a Jizery dosahovaly koncentrace TOC průměrných hodnot cca 2,5 mg/l.

Závěr

- V prvních odběrových profilech byly naměřeny nejvyšší koncentrace organických látek v případě řeky Labe a Jizery, kde byly vzorky odebrány ve skutečném prameništi.
- V posledních odběrových profilech řeky Jizery a Jizerky byly řádově vyšší hodnoty konduktivity a chloridových aniontů než u řeky Labe a Úpy. Horní toky řeky Jizery a Jizerky ve zvolené monitorované oblasti byly již významně ovlivněny antropogenním vlivem území, kterým protékají.
- Přítoky horních toků řek výrazně ovlivňovaly jejich kvalitu.
- Nejdůležitější přítok na horním toku řeky Labe byla Pančava a podílela se na navýšení průměrné koncentrace amonných iontů z cca 50%, chloridů z cca 6,7%, síranů z cca 6,3% a hodnoty TOC cca z 2,5%.
- Na horním toku Úpy přinášely nejvyšší zatížení iontově rozpuštěnými látkami a organickými látkami především přítoky protékající Pecí pod Sněžkou. Jednalo se o 43% navýšení hodnoty konduktivity a o 14% navýšení hodnoty TOC.
- Kvalita vody v řece Jizeře byla nejvýznamněji ovlivňována levostranným přítokem řekou Jizerkou. Po jejím zaústění docházelo k navýšení všech hodnot sledovaných ukazatelů, hodnota konduktivity vykazovala největší cca 12% navýšení.
- Řeka Jizerka byla ovlivněna přítoky Hatinou a Jilemkou. Po jejich zaústění docházelo k navýšení hodnot všech sledovaných ukazatelů.
- V podélných profilech horních toků řek docházelo od pramene k významné změně sledovaných parametrů.
- Horní tok řeky Jizerky vykazoval z hlediska iontově rozpuštěných látek nejnižší hodnoty v případě nejvýše položených odběrových profilech a dále po toku byl patrný významný nárůst hodnot po zaústění přítoků Cedronu, Hatiny a Jilemky.
- Z pohledu koncentrace organických látek byl horní tok řeky Jizerky téměř vyrovnaný okolo 1 mg/l a navýšení hodnot bylo patrné až po zaústění Hatiny a Jilemky.

Poděkování: *Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT Č. 20/2014)*

Literatura

1. Šumava, J. *Encyklopedia Corcontica: Krajina - příroda - lidé*, Správa Krkonošského národního parku: Vrchlabí, 2003.
2. Políčková, A.; et al. *Ochrana horských a pohorských toků*, 1 st ed.; Český svaz ochránců přírody, Vlašim, 1998.
3. Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., Potocki, J., Ed. *KRKONOŠE příroda, historie, život*, 1st ed.; Miloš Uhlíř - Baset: Praha, 2007.
4. Pitter, P. *Hydrochemie*, 4th ed.; Vydavatelství VŠCHT: Praha, 2009.
5. Němec, J., Hladný, J., Ed. *Voda v České republice*, 1 st d., Consult: Praha, 2006.
6. Myslíl, V.; et al. *Voda - země - život*; Ministerstvo životního prostředí: Velký Šenov, 1999.
7. Horáková, M.; et al. *Analytika vody*, 3rd ed.; VŠCHT: Praha, 2007.