

Biogeochemismus povrchových vod v pramenných oblastech - dynamika v povodí horní Blanice

Kateřina Fraindová

1 Úvod

Pramenné oblasti a horní toky mají vysoký význam jak pro celý ekosystém, tak pro lidstvo. V současné době klimatických změn, častějších období sucha i degradace kvality povrchové i podzemní vody přitom jejich důležitost roste, a to i v souvislosti s potřebou pitné vody. Ekosystém pramenných oblastí je však také velmi citlivý na jakékoli disturbance. Jedním z příkladů mohou být kyselé deště v 70. a 80. letech 20. století, které zapříčinily okyselení povrchových vod i na vzdálených lokalitách (Kolář, et al. 2015, Oulehle, et al. 2016). Kyselé srážky zároveň významně ovlivnily složení půd. V důsledku toho zvýšená kyselost půdy snížila aktivitu mikroorganismů a způsobila vyplavování vápníku do povrchových vod, což mělo negativní vliv na odolnost rostlin a následně i na kvalitu vody (Oulehle, et al. 2021). Od počátku 90. let 20. století se kvalita vody v Česku zlepšila zejména díky poklesu vypouštění i změnám v technologii čištění odpadních vod (Langhammer, 2010, Chalupová, et al. 2012).

V poslední době se však ukazuje, že klimatické změny mají postupně stále větší vliv na vodní zdroje v pramenných oblastech (Soulsby, et al. 2001, Bates, et al. 2008). Zvyšující se teplota vzduchu vede ke zvýšení kapalných a snížení pevných srážek (Hynčica, Huth, 2019). Pokles sněhové pokrývky a dřívější nástup tání sněhu vede k vyšší pravděpodobnosti jarních povodní (Middelkoop, et al. 2001) a horší dostupnosti vody v létě (Hynčica, Huth, 2019, Blahušiaková, et al. 2020), což negativně ovlivňuje nejen množství, ale i kvalitu vody. Zejména při přívalových deštích po dlouhém období sucha dochází v povrchových vodách k nárůstu organických látek (Ockenden, et al. 2016, Broder, et al. 2017). Nárůst koncentrace přírodních organických látek je spojován také s narůstající teplotou (Evans, et al. 2005, Oulehle, Hruška, 2009). Významný vliv na kvalitu vody má i využití území (Gove, et al. 2001), což například dokládá nedávná studie Kändler, et al. (2017) z povodí horní Nisy v Česku a Německu. Staponites, et al. (2019) při výzkumu v jižních Čechách navíc zjistili i význam prostorové polohy a charakteristiky reliéfu v souvislosti s využitím území na kvalitu vody.

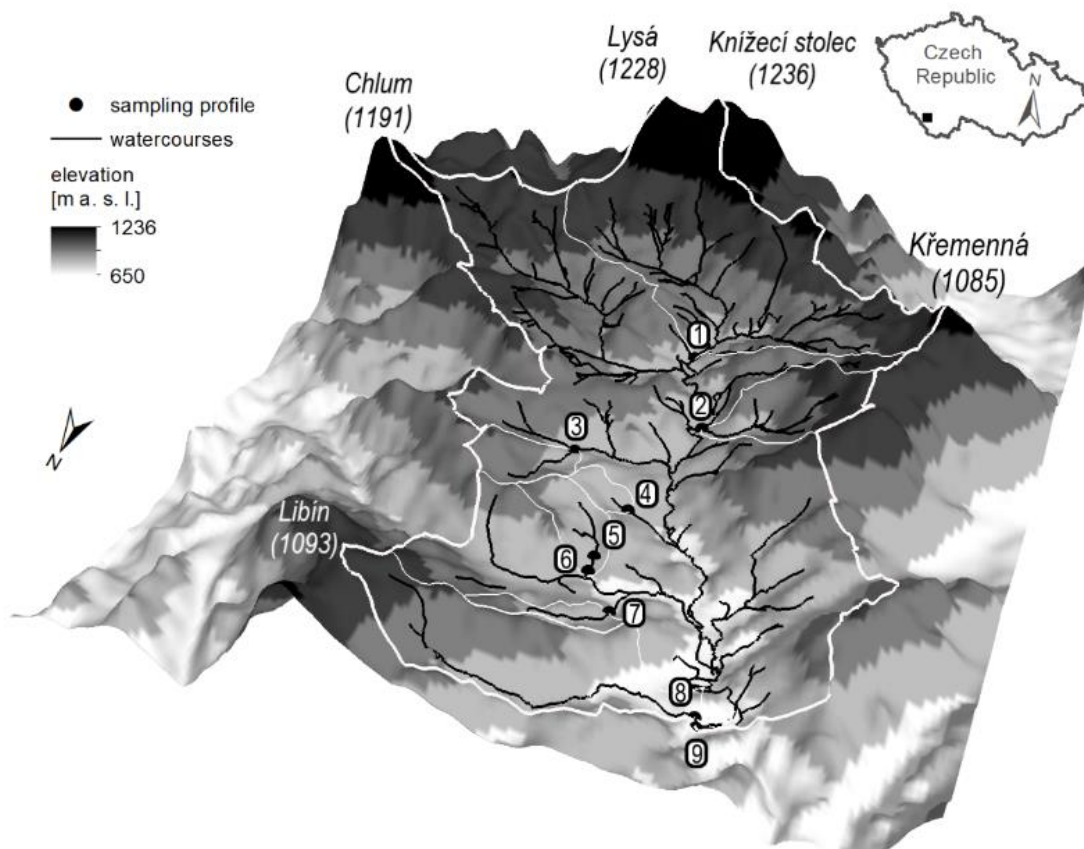
Vedle přírodních organických látek mají významný vliv na znečištění povrchových vod i dusík a fosfor a jejich sloučeniny, přičemž v některých oblastech je zaznamenán jejich nárůst (Torrent, et al. 2007, Whitehead, Crossman 2012). Jedním z hlavních zdrojů ztráty živin z půdy a zvýšeného vyplavování dusíku a fosforu do povrchových vod jsou meliorační drenáže ze zemědělství (Moloney, et al. 2020). Dalšími zdroji je možné považovat zemědělství a pastva skotu a ovcí (Hubbard, et al. 2004; Torrent, et al. 2007). Důležitými faktory ovlivňujícími zatížení povrchových vod živinami je zpracování odpadů z živočišné výroby a hospodaření na pastvinách spolu s intenzitou pastvy a přístupem hospodářských zvířat k vodním zdrojům. Zásadní roli proto hrají způsoby hospodaření a přijatá opatření v rámci povodí (Fučík, et al. 2014). Monitoring v těchto lokalitách má proto nenahraditelnou úlohu. Povodí horní Blanice v jižních Čechách je důležitým vodním zdrojem, jež se vyznačuje vysokým zastoupením ochrany přírody (> 77 % území spadá pod CHKO Šumava) a jedinečným výskytem nejhojnější populace perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*) ve střední Evropě. Perlorodka říční je přitom velice citlivá na změny podmínek v toku a zejména snížení kvality vody. I přes vysoký stupeň ochrany přírody se v povodí nacházejí potenciální zdroje znečištění a meliorační drenáže, které mohou za určitých podmínek významně zhoršit kvalitu vody v toku.

2 Metodika

Zájmové území

Povodí horní Blanice o ploše 85,5 km² se nachází v jižních Čechách (Obr. 1) a zasahuje do pohoří Šumava a jejího podhůří. Nadmořská výška se pohybuje mezi 743 a 1 236 m n. m., přičemž průměrná roční teplota vzduchu dosahuje 6,4 °C a roční úhrn srážek 850 mm. V povodí převažují metamorfované horniny (granulit) a sedimenty. Nejčastěji se zde vyskytují kryptopodzoly (41,8 %) nebo kambizemě (32,2 %), hydromorfní půdy pokrývají 31,6 % plochy povodí. Z historického hlediska zaznamenala tato oblast rozsáhlé změny ve využití půdy (Hintnaus, 2008), zejména pokles plochy zemědělské půdy a nárůst plochy lesů, což odráží historické trendy v hospodaření s půdou i vliv společenských a politických změn v regionu (Measom, 2019). Podle Konsolidované vrstvy ekosystémů (2013) je povodí pokryto převážně lesy (69 %) soustředěnými především v horní části povodí. Hlavními zastoupenými dřevinami zde jsou smrk ztepilý (*Picea abies*), buk lesní (*Fagus sylvatica*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Zbytek plochy povodí tvoří především louky (19 %) a mokřady (7 %).

Navzdory vysokému zastoupení přírodní ochrany (téměř 80 % povodí spadá pod CHKO Šumava) se v povodí vyskytují antropogenní stavby či činnosti, které přímo ovlivňují kvalitu vody. Nejdůležitějšími antropogenními faktory ovlivňujícími kvalitu vody v povodí jsou meliorační drenáže ve střední a dolní části povodí a odvodňovací příkopy v lesním povodí (profil 3, Obr.1), které byly vybudovány při hlavní vlně stavebních odvodňovacích opatření v této oblasti v druhé polovině 20. století. Dalšími faktory ovlivňující kvalitu vody jsou osídlení (největší obec Zbytiny s 322 obyvateli v roce 2020 a Křišťanov s 93 obyvateli v roce 2020, ČSÚ 2021), zemědělství (především pastviny skotu a ovcí) a skládka komunálního odpadu Libínské sedlo.



Obrázek 1: Zájmové území povodí horní Blanice a lokalizace odběrných profilů. Zpracováno v ArcGIS.

Zdroje dat a použité analýzy

Kvalita vody byla měřena pomocí vlastního monitoringu v 9 odběrných profilech (Tabulka 1) v povodí horní Blanice mezi lety 2018–2019. Pro jednotlivé části povodí byl vypočten specifický látkový odnos, který udává intenzitu látkového odnosu z plochy povodí (Langhammer, 2002). Pro účely zjištění vhodnosti kvality vody pro výskyt perlorodky říční byly naměřené hodnoty porovnány s limitními hodnotami podle Absolon a Hruška (1999) a dále došlo ke zhodnocení vlivu extrémních srážkových událostí na kvalitu vody.

Tabulka 1: Základní charakteristiky jednotlivých částí povodí.

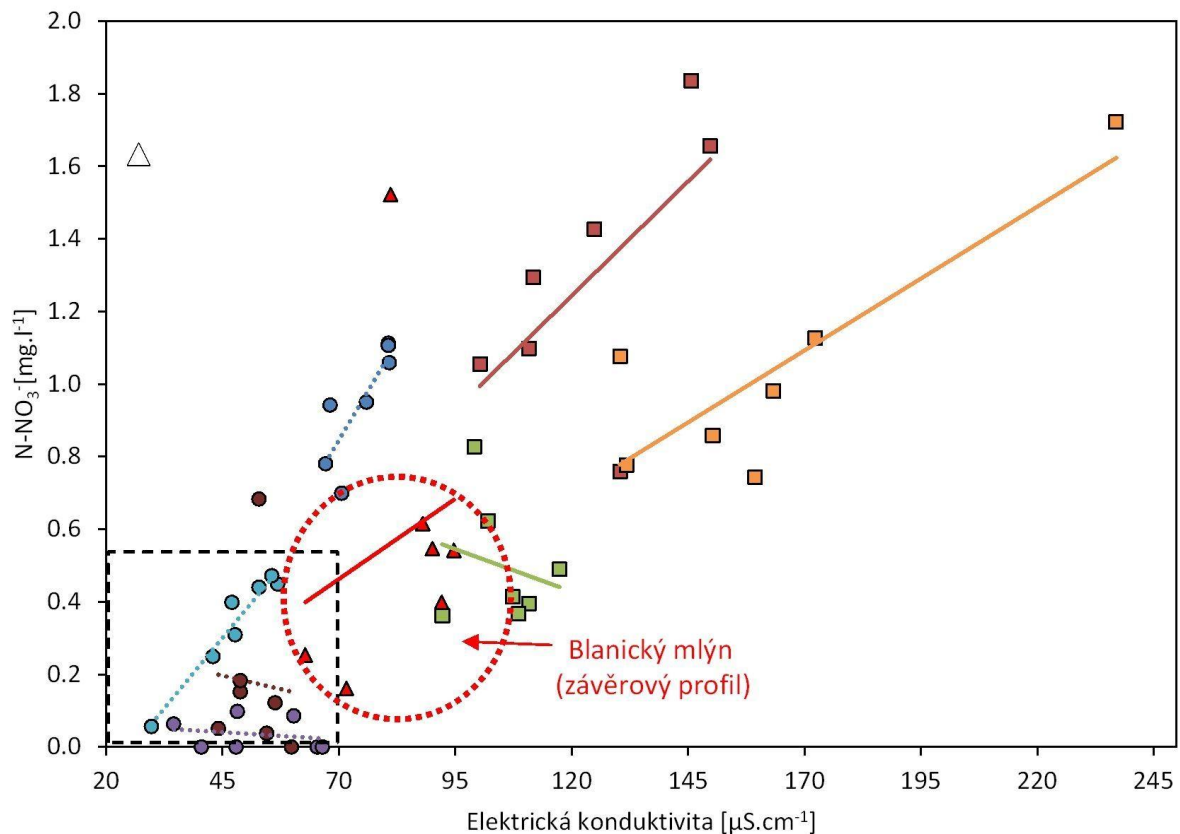
Zdroj: Konsolidovaná vrstva ekosystémů (2013), VUMOP (2019). *V povodí Tetřivčího potoka (profil č.3) jsou přítomny povrchové odvodňovací kanály v hustotě 7,36 km.km⁻². (Kalkus, 2012).

Profil	Plocha povodí [km ²]	Meliorační drenáž [%]	Městská zástavba [%]	Hospodářské louky [%]	Přírodní louky [%]	Hospodářské lesy [%]	Přírodní lesy [%]	Mokřady [%]
1	20.55	0	0.02	5.11	4.78	47.98	36.56	4.72
2	3.72	0	0.24	30.01	20.49	39.14	3.37	2.56
3	1.63	0.00*	0.53	20.72	2.5	65.18	7.87	2.98
4	0.55	0	1.25	0	0	60.66	37.77	0.2
5		100	0	51.6	31.46	11.04	3.05	2.09
6	1.52	29.76	3.52	38.75	28.55	23.67	4.62	0.48
7	1.4	19.49	1.52	72.08	4.42	19.15	0.58	0
8	5.71	4.28	2.07	20.96	1.78	65.39	5.43	3.8
9	85.49	0.45	0.95	19.2	8.13	46.47	19.97	4.02

3 Výsledky

Závislost elektrické konduktivity na obsahu dusičnanového dusíku

Závislost elektrické konduktivity (EK) a obsahu dusičnanového dusíku je zejména pozitivní, přičemž na hodnotách se silně projevuje poloha odběrných profilů i vliv melioračních drenáží v povodí. Horní část povodí bez melioračních drenáží až na 1 profil spadá pod území vhodné pro perlorodku říční (Obr.2). Profily ovlivněné melioračním drenážním systémem se již významně odchylují od limitních hodnot. Nejvyšší hodnoty jsou sledovány v profilech 7 (přítok s realizovaným revitalizačním opatřením) a 8 (Černý potok, možný vliv skládky TKO Libínské sedlo). Meliorační drenážní systém zvyšuje především hodnoty EK, vyšší koncentrace N-NO₃⁻ jsou patrné i u lesního dílčího povodí č. 3, kde však v minulosti byly vybudovány povrchové odvodňovací kanály, které jsou zde stále přítomné. Výsledky se nicméně neshodují s některými předešlými výzkumy, např. Kvítek, et al. (2009) došli k závěru, že podíl meliorovaných pozemků v povodí po zatravnění nemá výrazný vliv na koncentraci dusičnanového dusíku v povrchových vodách, zatímco podíl zorněných pozemků v povodí hraje při znečištění dusičnany nejdůležitější roli. Pozdější studie (Fučík, et al. 2015) zaznamenala pozitivní vliv na pokles vyplavování dusičnanového dusíku po zatravnění zdrojové meliorované oblasti, avšak se zpožděním přibližně jednoho roku. V povodí horní Blanice se přitom u meliorovaných pozemcích jedná zejména o zatravněné plochy (Tabulka 1).



Obrázek 2: Závislost elektrické konduktivity na obsahu $N-NO_3^-$ ve vybraných profilech povodí horní Blanice mezi lety 2018–2019. Pozn. kulaté symboly = horní část povodí, hranaté symboly = střední část povodí s melioračními drenážemi, trojúhelníkové symboly = závěrový profil, Černě čárkovaný čtverec představuje hraniční zónu výskytu perlorodky říční ($N-NO_3^- = 0.5645 \text{ mg.l}^{-1}$ a $EK = 70 \text{ } \mu\text{S.cm}^{-1}$), hodnoty profilu 5 nejsou uvedeny, neboť se jedná o výtok z meliorační studny.

Vhodnost kvality vody pro perlorodku říční

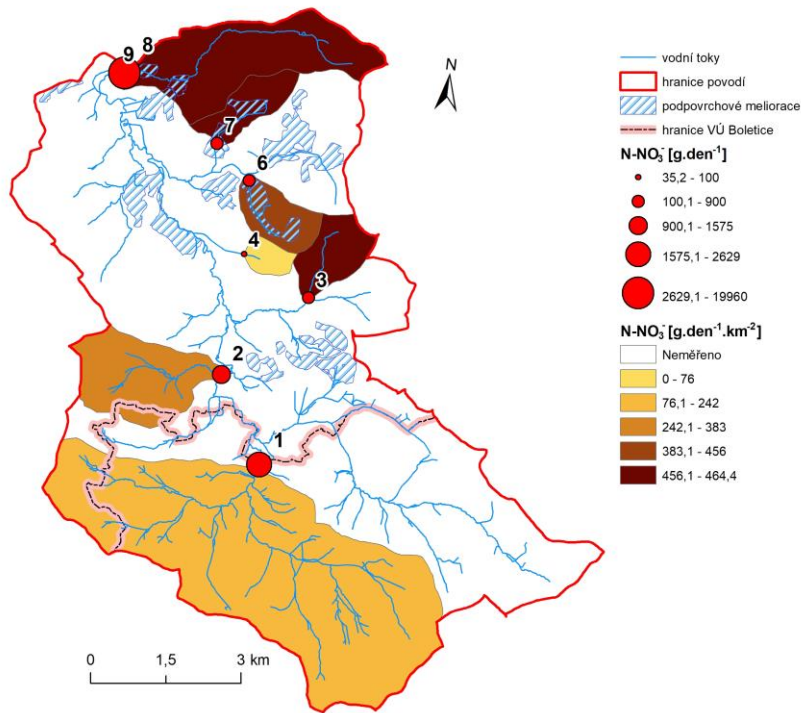
Jak vyplývá z předešlé kapitoly, z hlediska kvality vody jsou pro perlorodku říční (*M. margaritifera*) vhodné pouze některé studované lokality. Kromě elektrické konduktivity a $N-NO_3^-$ byly nejčastěji překročeny limity kvality vody pro perlorodku říční (podle Absolon a Hruška 1999) pro parametr Ca, celkový fosfor (TP), a poměr Mg:Ca zejména v dolních částech povodí horní Blanice (Tabulka 2). Koncentrace TP, stejně jako koncentrace $N-NO_3^-$ a EK překračovaly limitní hodnoty na více než polovině lokalit. Jako nejvhodnější lokalita pro perlorodku říční je možné označit profil 2, který se nachází v blízkosti odchovny perlorodek spadající pod Záchranný program perlorodky říční v České republice a v nejmenším lesním povodí (profil 4). Biogeochemické parametry vody jsou však pouze jedním z ekologických požadavků pro výskyt perlorodky říční. Dalšími faktory, které nebyly v této studii zahrnuty jsou zejména kvalita substrátu, hydromorfologické charakteristiky, obsah jemného sedimentu, početnost hostitelských ryb či přítomnost predátorů (Stoeckl, et al. 2020).

Tabulka 2: Překročení limitů pro perlorodku říční. Pozn. před lomítkem počet odběrů překračující limit kvality vody pro perlorodku říční (podle Absolon a Hruška 1999), za lomítkem počet odběrů. Tmavší hnědý odstín představuje maximální počet překročení limitu pro perlorodku říční. EK = elektrická konduktivita, TP = celkový fosfor.

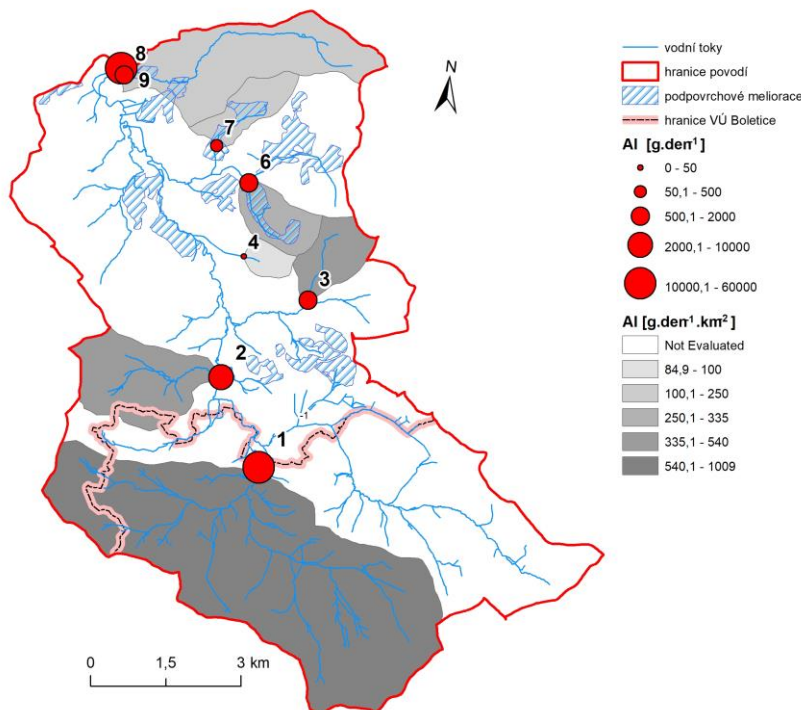
Profil	Teplota	EK	pH	Ca	TP	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Mg : Ca
	0-20°C	<70 μS.cm ⁻¹	6.0-7.1	< 8 mg.l ⁻¹	< 35 μg.l ⁻¹	< 10 mg.l ⁻¹	< 2.5 mg.l ⁻¹	1:2.8 – 1:3.2
1	0/7	0/7	0/7	0/5	5/7	0/7	0/7	5/5
2	0/7	0/7	1/7	0/5	0/7	0/7	0/7	5/5
3	0/7	5/7	0/7	0/5	1/7	0/7	7/7	5/5
4	0/7	0/7	1/7	0/5	1/7	0/7	1/7	5/5
5	0/2	2/2	0/2	2/2	2/2	0/2	0/2	2/2
6	0/7	7/7	1/7	5/5	3/7	0/7	2/7	3/5
7	0/7	7/7	0/7	5/5	3/7	0/7	7/7	5/5
8	0/7	7/7	1/7	5/5	3/7	7/7	7/7	5/5
9	1/7	6/7	3/7	0/5	4/7	0/7	2/7	5/5

Specifický látkový odnos

Množství jednotlivých látek, které jsou v čase přepraveny z povodí udává specifický látkový odnos. V povodí horní Blanice je možné registrovat odlišné hodnoty co se týče rozdílných parametrů kvality vody. Nejvyšší hodnoty specifického látkového odnosu N-NO₃⁻ je možné registrovat zejména v dolní části povodí (Obr.3, > 400 g.den⁻¹.km⁻²). Zvýšené množství N-NO₃⁻ v dolní části povodí je možné dávat do souvislosti s hlavními sídly (Zbytiny, Křišťanov) i s chovem hospodářských zvířat, jelikož bylo prokázáno, že voda z povodí se soustředěným chovem hospodářských zvířat obsahuje 5 až 10krát více živin (zejména N a P) ve srovnání s povodími s ornou půdou nebo lesním hospodářstvím (Hubbard a kol. 2004). Dílčí povodí s plochou hospodářských luk pokrývajících 72 % pastevní plochy vykazovalo nejvyšší průměrnou koncentraci N-NO₃⁻ (1 656 μg.l⁻¹), což je 9 až 19krát více než v povodích s < 6 % hospodářských luk. Dalším významným faktorem souvisejícím s kvalitou vody v toku v tomto povodí jsou meliorační drenáže a povrchové odvodňovací kanály. V povodí s melioračními drenážemi byl naměřen vyšší specifický odtok a vyšší koncentrace SO₄²⁻, N-NO₃⁻, bazických kationtů, Fe, TP a EK. Takovéto výsledky mohou souviset se zvýšenou aerací půdního profilu s následnou mineralizací organické hmoty a sníženou denitrifikací v dříve zamokřených půdách (Kulhavý, Fučík 2015). Naopak vyšší specifický látkový odnos Al (Obr.4) a CHSK_{Mn} je možné sledovat v horní části povodí, kde má významný vliv na kvalitu vody zejména zastoupení rašelinišť.



Obrázek 3: Specifický látkový odnos $N-NO_3^-$ ve vybraných profilech povodí horní Blanice. Pozn. hodnoty profilu 5 nejsou uvedeny, neboť se jedná o výtok z meliorační studny.



Obrázek 4: Specifický látkový odnos Al ve vybraných profilech povodí horní Blanice. Pozn. hodnoty profilu 5 nejsou uvedeny, neboť se jedná o výtok z meliorační studny.

Vliv srážko-odtokových událostí na chemismus vody

V závislosti na výši průtoku došlo během srážko-odtokové události k výraznému nárůstu obsahu Al, CHSK_{Mn} , DOC a TP na všech sledovaných profilech (Tabulka 3). Největší nárůst byl zaznamenán u koncentrací Al, u kterých došlo na všech lokalitách ke zvýšení koncentrací během srážko-odtokové události o více než trojnásobek oproti normálním podmínkám bazálního odtoku. Na čtyřech lokalitách byly koncentrace Al více než pětinasobné a na dvou lokalitách byly desetkrát vyšší než za normálních podmínek. V těchto dvou povodích dosáhly koncentrace Al během zvýšeného odtoku téměř $1000 \mu\text{g.l}^{-1}$. Kromě profilu 8 byly koncentrace CHSK_{Mn} na všech lokalitách více než trojnásobné. Vyšší koncentrace byly pozorovány také u DOC, avšak tento parametr byl měřen pouze na 4 lokalitách. Bylo zaznamenáno také významné zvýšení koncentrací TP. Nejvyšší nárůst byl zjištěn v profilu 3 (více než pětinasobný).

Tabulka 3: Zvýšené koncentrace vybraných ukazatelů kvality vody během srážko-odtokové události (13.6.2018). Zvýšené hodnoty jsou zvýrazněny třemi odstíny oranžové barvy podle jejich zvýšených hodnot (bez barvy pro 0-3násobné zvýšení; světlá pro > 3násobné zvýšení; střední pro > 5násobné zvýšení; tmavá pro > 10násobné zvýšení), NM = Neměřeno.

Profil		Al [$\mu\text{g.l}^{-1}$]		CHSK_{Mn} [mg.l^{-1}]		DOC [mg.l^{-1}]		TP [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	
		Medián	Událost	Medián	Událost	Medián	Událost	Medián	Událost
1	ARN	191.0	940.0	12.2	38.1	14.3	25.2	40.0	90.0
2	PER	85.0	440.0	5.4	25.0	NM	NM	15.0	30.0
3	TET	82.5	940.0	6.9	31.2	7.5	26.1	15.0	80.0
4	SPA	149.0	750.0	7.2	32.6	8.3	23.2	15.0	50.0
6	ZBY	127.0	950.0	6.2	27.2	NM	NM	33.0	130.0
7	SVI	250.0	840.0	4.2	17.0	NM	NM	33.5	80.0
8	CER	82.0	900.0	4.9	12.3	NM	NM	25.0	100.0
9	BLM	139.0	1130.0	8.2	35.8	9.7	27.5	35.5	110.0

4 Závěr

Kvalita vody v povodí horní Blanice se odlišuje jak v závislosti na konkrétní lokalitě, tak i okamžitým průtokem. I přes zavedená opatření (pokles orné půdy, výstavba ČOV) a zlepšení kvality vody oproti minulosti, je možné konstatovat, že jakožto lokalita pro výskyt perlorodky říční je stále v mnoha ohledech nedostačující. V dolních částech povodí se stále jedná zejména o zvýšené koncentrace N-NO_3^- , celkového fosforu a elektrické konduktivity. Další problém mohou představovat srážko-odtokové události a s ním spojený látkový odnos z povodí do toku. V malých povodích může specifický látkový odnos tvořit při vysokých průtocích 30 až 50 % ročního specifického látkového odnosu (Kvítek a kol., 2005). Vzhledem k tomu, že se očekává častější výskyt extrémních srážko-odtokových událostí jak v podobě sucha, tak extrémních srážek (Lehner et al. 2006), mohlo by to mít zásadní vliv na roční rozložení odnosu jednotlivých látek do toku. Výsledky studie přitom zachytily výrazné zvýšení koncentrací hliníku (Al), nárůstu chemické spotřeby kyslíku (CHSK_{Mn}), rozpuštěného organického uhlíku (DOC) a celkového fosforu (TP) v průběhu silné srážko-odtokové události. Při častějším a extrémnějším výskytu hydrometeorologických jevů by mohlo dojít k zásadnímu vlivu na kvalitu vody v toku i na populaci perlorodky říční.

5 Poděkování

Tento výzkum byl realizován v rámci projektu TAČR „Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku (PERUN)“ č. SS02030040.

6 Zdroje

Absolon, K., Hruška, J., 1999. *Záchranný program Perlorodka říční (Margaritifera margaritifera Linnaeus, 1758).*

Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S., Palutikof J.P. (Eds.), 2008. *Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC Secretariat, Geneva, 210 s.

Blahušáková A., Matoušková M., Jeníček M., Ledvinka O., Kliment Z., Podolinská J., Snopková Z., 2020. *Snow and climate trends and their impact on seasonal runoff and hydrological drought types in selected mountain catchments in Central Europe*, Hydrological Sciences Journal, 65 (12), 2083–2096.

Broder T., Knorr K.H., Biester H., 2017. *Changes in dissolved organic matter quality in a peatland and forest headwater stream as a function of seasonality and hydrologic conditions*, Hydrology and Earth System Sciences, 21, 2035–2051.

ČSÚ, 2021. *Český statistický úřad*. www.czso.cz [20. 2. 2021].

Evans C.D., Monteith D.T., Cooper D.M., 2005. *Long-term increases in surface water dissolved organic carbon: Observations, possible causes and environmental impacts*, Environmental Pollution, 137 (1), 55–71.

Fučík P., Novák P., Žížala D., 2014. *A combined statistical approach for evaluation of the effects of land use, agricultural and urban activities on stream water chemistry in small tile-drained catchments of south Bohemia, Czech Republic*, Environmental Earth Sciences 72, 2195–2216.

Fučík P., Zajíček A., Duffková R., Kvítek T., 2015. *Water Quality of Agricultural Drainage Systems in the Czech Republic — Options for Its Improvement*. In: Lee T.S., (Ed.), *Research and Practices in Water Quality*. 239–262.

Gove N.E., Edwards R.T., Conquest L.L., 2001. *Effects of Scale on Land Use and Water Quality Relationships: A Longitudinal Basin-Wide Perspective*, Journal of the American Water Resources Association, 37 (6), 1721–1734.

Hintnaus I., 2008: *Změny ve vývoji krajiny v pramenné oblasti Blanice*, Bakalářská práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, 59 s.

Hubbard R.K., Newton G.L., Hill G.M., 2004. *Water quality and the grazing animal*, Journal of Animal Science, 82 (13), E255–E263.

Hynčica M., Huth R., 2019. *Long-term changes in precipitation phase in Czechia*, *Geografie*, 124 (1), 41–55.

Chalupova D., Havlikova P., Jansky B., 2012. *Water quality of selected fluvial lakes in the context of the Elbe River pollution and anthropogenic activities in the floodplain*, *Environmental Monitoring and Assessment*, 184, 6283–6295.

Kalkus J., 2012. *Vliv odvodňovacích příkopů na hydrologický režim lesního povodí*, Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, 94 s.

Kändler M., Blechinger K., Seidler Ch., Pavlů V., Šanda M., Dostál T., Krása J., Vitvar T., Štich M., 2017. *Impact of land use on water quality in the upper Nisa catchment in the Czech Republic and in Germany*, *Science of The Total Environment*, 586, 1316–1325.

Kolář T., Čermák P., Oulehle F., Trnka M., Štěpánek P., Cudlín P., Hruška J., Büntgen U., Rybníček M., 2015. *Pollution control enhanced spruce growth in the “Black Triangle” near the Czech-Polish border*, *Science of the Total Environment*, 538, 703–711.

Konsolidovaná vrstva ekosystémů [elektronická geografická data], 2013. Praha. CzechGlobe, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Detailní data krajinného pokryvu v 41 definovaných kategoriích na území ČR.

Kulhavý Z., Fučík P., 2015. *Adaptation Options for Land Drainage Systems Towards Sustainable Agriculture and the Environment: A Czech Perspective*, *Polish Journal of Environmental Studies*, 24 (3), 1085–1102.

Kvítek, T., Gergel, J., Kvítková, G., 2005. *Využití a ochrana vodních zdrojů*, České Budějovice, 169 s.

Kvítek T., Žlábek P., Bystřický V., Fučík P., Lexa M., Gergel J., Novák P., Ondr P., 2009. *Changes of nitrate concentrations in surface waters influenced by land use in the crystalline complex of the Czech Republic*, *Physics and Chemistry of the Earth*, 34, 541–551.

Langhammer, J., 2002. *Kvalita povrchových vod a jejich ochrana*, Praha, 225 s.

Lehner, B., Doll, P., Alcamo, J., Henrichs, T., Kaspar, F., 2006. *Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated analysis*. *Climatic Change*, 75, 273–299.

Measom K.J., 2019. *An HGIS Approach to Land-Use/Land-Cover Change in the Blanice Watershed, Czech Republic*, Disertační práce, University of Denver, Denver. 80 s.

Middelkoop H., Daamen K., Gellens D., Grabs W., Kwadijk J.C.J., Lang H., Parmet B.W.A.H., Schädler B., Schulla J., Wilke K., 2001. *Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the Rhine basin*, *Climatic Change*, 49, 105–128.

Moloney T., Fenton O., Daly K., 2020. *Ranking connectivity risk for phosphorus loss along agricultural drainage ditches*, *Science of The Total Environment*, 703 (134556). 11 s.

Ockenden M.C., Deasy C.E., Benskin C.M.W.H., Beven K.J., Burke S., et al., 2016. *Changing climate and nutrient transfers: Evidence from high temporal resolution concentration-flow dynamics in headwater catchments*, *Science of the Total Environment*, 548–549, 325–339.

Oulehle F., Hruška J., 2009. *Rising trends of dissolved organic matter in drinking-water reservoirs as a result of recovery from acidification in the Ore Mts., Czech Republic*, *Environmental Pollution*, 157 (12), 3433–3439.

Oulehle, F., Fischer, M., Hruška, J., Chuman, T., Krám, P., Navrátil, T., Tesař, M., Trnka, M., 2021. *The GEOMON network of Czech catchments provides long-term insights into altered forest biogeochemistry: From acid atmospheric deposition to climate change*. *Hydrological Processes*, 35(5), e14204.

Soulsby C., Malcolm R., Gibbins C., Dilks C., 2001. *Seasonality, water quality trends and biological responses in four streams in the Cairngorm Mountains, Scotland*, *European Surgical Research*, 5 (3), 433–450.

Staponites L.R., Barták V., Bílý M., Simon O.P., 2019. *Performance of landscape composition metrics for predicting water quality in headwater catchments*, *Scientific Reports*, 9 (14405).

Stoeckl, K., Denic, M., Geist, J., 2020. *Conservation status of two endangered freshwater mussel species in Bavaria, Germany: Habitat quality, threats, and implications for conservation management*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30, 647–661.

Torrent J., Barberis E., Gil-Sotres F., 2007. *Agriculture as a source of phosphorus for eutrophication in southern Europe*, *Soil Use and Management*, 23, 25–35.

VUMOP, 2019. *Information system of amelioration*. <https://meliorace.vumop.cz/?core=app>. [20.12.2021].

Whitehead P.G., Crossman J., 2012. *Macronutrient cycles and climate change: Key science areas and an international perspective*, *Science of the Total Environment*, 434, 13–17.

Abstract

The importance of headwater areas is increasing nowadays. They are very important ecosystems with habitats for many often endangered species. They are also an actual or potential drinking water source. However, headwater areas are very sensitive to any disturbance such as acidification or climate change with the increasing occurrence of extreme rainfall-runoff events (especially droughts and floods). In recent decades, increased levels of natural organic matter in headwater areas have been observed across North America and Europe, which has had a negative effect on water quality and water treatment.

The study site of this research is the Blanice River basin which is located in southern Bohemia and is specific by a high degree of land protection and by the presence of the most abundant freshwater pearl mussel population in Central Europe. Water quality was analysed in 9 profiles across the basin according to the location in the basin, land use characteristics, presence of subsurface drainage and with the focus on different rainfall-runoff conditions. Methods used were the calculation of specific runoff of selected elements for different parts of the basin, linear regression between electrical conductivity and N-NO_3^- , comparison of measured biogeochemistry and threshold limits for freshwater pearl mussel according to Absolon and Hruška (1999) and analyses of changes in biogeochemistry during rainfall-runoff event. Water quality in the Upper Blanica River basin varies depending on the specific location as well as the discharge. The correlation between electrical conductivity and N-NO_3^- was positive in most profiles and showed differences between sampling profiles. While the upper parts of the basin have lower N-NO_3^- concentrations and electrical conductivity values, the lower parts of the basin and parts with subsurface drainage or with surface drainage channels have higher N-NO_3^- and electrical conductivity values.

Some of the measures (reduction of arable land, construction of a wastewater treatment plant) that have been implemented in the basin in the past have led to improvements in water quality. Despite these measures, it can be stated that it is still insufficient as a habitat for the freshwater pearl mussel in some parts of the basin. In the lower parts of the basin, concentrations of N-NO_3^- , total phosphorus and electrical conductivity values are still very high. Rainfall-runoff events and associated transport of substances from the basin to the stream cause also elevated concentrations of some elements. In small basins, specific transport of substances at high discharges can account in some cases almost half of the annual specific transport. Since extreme rainfall-runoff events are expected to occur more frequently during both dry periods and extreme precipitation events, this could have a major impact on the annual distribution of specific transport of substances to the stream. Analysis of rainfall-runoff event in this research found out significant increases in aluminum (Al) concentrations, chemical oxygen demand (CODMn), dissolved organic carbon (DOC), and total phosphorus (TP) concentrations during heavy

rainfall-runoff event. If hydrometeorological events become more frequent and extreme, this could have a significant impact on stream water quality and freshwater pearl mussel population.

Anotace

Přispěvek se zabývá problematikou kvality vody v povodí jihočeské Blanice. Byla zkoumána závislost elektrické konduktivity na obsahu dusičnanového dusíku a zhodnocení kvality vody v souvislosti s výskytem perlorodky řiční (*Margaritifera margaritifera*). Dále byl vypočten specifický látkový odnos pro jednotlivé části povodí a zhodnocen vliv srážko-odtokové události na kvalitu vody.

Annotation

The paper deals with the issue of water quality in the Blanice River basin in South Bohemia. The dependence of electrical conductivity on nitrate nitrogen content and the evaluation of water quality in relation to the occurrence of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) were investigated. In addition, the specific matter flow was calculated and the influence of rainfall-runoff event on water quality was evaluated.

Klíčová slova: Blanice, specifický látkový odnos, kvalita voda, perlorodka řiční

Key words: Blanice River, specific matter flow, water quality, freshwater pearl mussel