

## Vliv letního sucha na kvalitu vody v řece Meuse

### Úvod

V globálním i regionálním měřítku studie ukazují, že klimatické změny mohou vést ke zvýšení četnosti a intenzity sucha v mnoha povodích. V Evropě je plánováno, že průměrná roční teplota vzduchu naroste o 2,2 – 5,3°C v příštím století a je předpokládán pokles letních srážek pro velké části Evropy. Navíc se očekává, že se zvýší průměrné a maximální letní hodnoty teploty a také se očekává, že bude pokračovat nárůst srážkových extrémů. Je pravděpodobné, že četnost proudů teplého vzduchu a četnost suchých období se v Evropě v budoucnosti zvýší.

Řeka Meuse v západní Evropě je řeka bohatě zavlažována deštěm, která se vyznačuje velmi proměnlivým průtokovým režimem s nízkými průtoky během léta a podzimu, a která je velmi citlivá na sucho. Cílem této práce je zhodnotit dopad sucha na kvalitu vody v řece Meuse. Náš přístup k analýze kvality vody je na základě dat z dvou období velkých such, ke kterým dochází v roce 1976 a 2003. Kvalita vody během těchto suchých období byla srovnávána s kvalitou vody v rámci společných hydrologických režimů (s podobným chemickým znečištěním) na dvou monitorovacích stanicích ve spodní části Meuse – v Keizersveer a Eijsdenu.

### Povodí řeky Meuse

Celková délka řeky Meuse je 935 km od pramene v Pouilly-en-Bassigny na náhorní plošině Langres ve Francii k ústí Haringvliet v Nizozemí. Rozloha povodí je 34 548 km<sup>2</sup>. V celém povodí řeky Meuse žije více než 8,8 milionů lidí.

Režim řeky Meuse je velmi ovlivňován sezonními změnami. Průměrný roční průtok na Belgicko-nizozemské hranici je 265 m<sup>3</sup>/s s extrémy menšími než 10 m<sup>3</sup>/s v období sucha a většími než 2500 m<sup>3</sup>/s při povodních. Sucha mohou trvat od několika týdnů až do půl roku. Během období nízkého průtoku, udržují jezy minimální hladinu vody pro plavbu. To má za následek téměř stojatý průtok po velmi dlouhou dobu v jižní části Nizozemska.

Hlavními přítoky řeky Meuse v dolní části jsou řeky Rur a Niers. Během období sucha je příspěvek těchto řek a podzemní vody poměrně vysoký.

Kvalita vody na řece Meuse se mění v posledních 50 letech. V roce 1960 se kvalita vody v řece Meuse zhoršila a největší znečištění nastalo v roce 1970. V souvislosti s výstavbou čistíren odpadních vod, technologické inovaci ve výrobních procesech a politických opatření (např. zákaz detergentů obsahujících fosforečnany) se kvalita vody od roku 1970 postupně zlepšila. I přes tato opatření je však současná koncentrace živin, solí i kovů mnohem vyšší než je koncentrace přirozená. Kvalita vody se obecně zhoršuje po proudu od přítoku řeky Sambre v Belgii a zůstává špatná až k Belgicko-nizozemské hranici. K částečnému zotavení řeky Meuse dochází v dolní části řeky v Nizozemí, v důsledku přítoku méně znečištěné vody.

### Metody

- *Sběr dat*

Výzkum se prováděl z hodnot denních průtoků na řece Meuse na stanici Eijsden za léta 1975-2005, podle kterých se vybraly období sucha. Kritérium bylo 24m<sup>3</sup>/s. Nejnížší hodnoty pro nejvíce dnů byly v letech 1976 a 2003. Proto léta 1976 a 2003 považujeme za kritické a roky před a po daném roce za referenční periodu. Kvalita vody během sucha je vyšetřována na stanici Eijsden pro roky 1976 a 2003 a pro stanici Keizerveer jen pro období 2003, kvůli dostupnosti dat. Pozorování kvality vody na měřených stanicích se zkoumaly vlivy geochemických procesů a průtoků na zkoumanou problematiku.

- Parametry kvality vody a odběry vzorků

Parametry kvality vody, které uvažujeme v analýze, jsou důležité, nejen z hlediska funkce pitné vody, ale i z ekologického hlediska. Bylo vybráno 24 parametrů, které mají vliv na kvalitu vody. Ty můžeme ještě rozdělit do 4 skupin a to:

1. Hlavní proměnné kvality vody- teplota vody, chlorofyl-a, rozpuštěný kyslík,ph,...
2. Živiny obsahující amonium, dusitany, dusičnany,...
3. Základní stavební prvky včetně chloridu, bromidu, fluoridu, sulfátu, draslíku
4. Těžké kovy a polokovy

Většinu údajů získalo výzkumem prováděným Národním institutem Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA). Sběrání a ukládání vzorků se provádí podle standartních protokolů. Podle klasických metod jsou prováděny chemické analýzy. Teplota vody a množství rozpuštěného kyslíku je měřeno ve vodě ve 12 hodin pomocí sensorových systémů. Metoda HPLC určuje chlorofyl-a, živiny a ionty jsou zkoumány standartní analyzátorskou metodou. Změny ve zkoumání přišly v roce 1998, kdy se přešlo z metody AAS na ICP-MS. Výsledky analýzy můžeme najít v ročních zprávách laboratoře RIZA.

- *Analýza dat*

Vyhodnocení změn v kvalitě vody během suchých období pro každý parametr bylo pro roky s obdobím sucha, tedy 1976 a 2003 a pro referenční období, tedy 1975,1977,2002 a 2004. U výsledků se testovalo, zda se kvalita vody v suchých obdobích významně odchýlila od kvality v referenčním období. Byly prováděny statistické testy, které určovaly, zda jsou testy a jejich rozdíly v kvalitě vody významné na hladině spolehlivosti 95% a 99%.

### Výsledky

- *Meteorologické podmínky*

Suché období roku 1976 bylo mnohem závažnější a výjimečnější než sucho roku 2003. V těchto obdobích se vyskytovali nejen velké srážkové deficity za letní půlroky příslušejících let (1976 – 381 mm, 2003 – 189 mm), ale také se rozšířili proudy teplého vzduchu po dobu 18 dní s maximální teplotou vzduchu větší než 25°C pro rok 1976 a po dobu 15 dní s maximální teplotou vzduchu větší než 30°C pro rok 2003. Měření těchto hodnot se provádělo na stanicích Keizersveer a Eijsden, jak již bylo zmíněno.

- *Hydrologie*

Během sucha v červnu až listopadu 1976 byl průměrný průtok 8 m<sup>3</sup>/s, tedy byl extrémně malý ve srovnání s měřením hodnot v okolních rocích 1975 (50 m<sup>3</sup>/s) a 1977 (79 m<sup>3</sup>/s). V červnu až listopadu 2003 byly zaznamenány také výrazně nižší průtoky s průměrnou hodnotou 30 m<sup>3</sup>/s ve srovnání s léty 2002 (75 m<sup>3</sup>/s) a 2004 (70 m<sup>3</sup>/s).

- *Kvalita vody*

Teplota vody byla zkoumána pouze pro období sucha 2003 a okolní roky 2002 a 2004. Byly pozorovány vysoké teploty vody na obou měřících stanicích s maximální hodnotou 26,9°C v Eijsdenu a 24,2°C v Keizersveer. Toto vedlo k překročení úrovně podzemní vody pro ekologický stav a výrobu pitné vody (25°C) v Eijsdenu v několika týdnech. Byl zjištěn rozdíl v průměrné teplotě vody mezi suchým obdobím a okolními sledovanými roky, který činil hodnotu více než 2°C. Dále byly pozorovány vyšší koncentrace chlorofylu v Eijsdenu nebo vyšší maximální hodnoty pH (v roce 1976 – pH = 8,6, v roce 2003 – pH = 8,2), které odrážejí pokles koncentrace rozpuštěného CO<sub>2</sub>.

- *Živiny*

Sedimenty v řece Meuse jsou bohaté na organické látky, a proto byly pozorovány podstatně vyšší koncentrace amonných iontů, dusitanů a orthofosfátů v Eijsdenu během obou suchých období ve srovnání s měřením hodnot v okolních rocích. Ovšem nižší koncentrace byly pozorovány pro dusičnan během obou suchých období. Tento rozpor lze vysvětlit různými znečišťujícími zdroji a geochemickými procesy při suchu.

- *Hlavní prvky*

Mezi hlavní prvky, u kterých byl zjištěn významný nárůst koncentrace v Eijsdenu během sucha v letech 1976 a 2003, patří chlorid, fluorid a sulfát. Během těchto suchých období byly vykázaný vyšší koncentrace draslíku, ale už nebyly tak významné, jako u chloridu, fluoridu a sulfátu. Nárůsty koncentrace většiny těchto prvků bylo možné pozorovat i v oblasti Keizersveer během období sucha v roce 2003. Tyto nárůsty byly však méně výrazné v porovnání s Eijsden.

Vztah mezi průtokem a koncentrací těchto látek lze vyjádřit vztahem  $C = \frac{a}{Q} + b$ , kde C je koncentrace látky v říční vodě (mg/l), Q je průtok ( $m^3/s$ ), a je chemická zátěž (g/s), b je koncentrace prostředí (mg/l). Chemická zátěž (a) je antropogenní vstup chemikálií a koncentrace prostředí (b) zahrnuje přirozenou koncentraci v říční vodě a vstup chemikálií díky povrchovému toku v povodí. Jelikož hodnoty a i b lze považovat vzhledem ke krátkodobému horizontu vypracování této studie za konstantní, závisí stanovení koncentrace hlavních prvků na kolísání průtoků.

- *Těžké kovy a polokovy*

U těžkých kovů a polokovů se sledovali koncentrace olova, zinku, mědi, niklu, rtuti, chrómu, kadmia (těžké kovy), arsenu, selenu (polokovy) a barya.

U selenu barya a niklu byly v oblasti Eijsden zjištěny vyšší koncentrace v období sucha v roce 2003.

U olova, chrómu, rtuti a kadmia byly v rámci sledovaných období sucha zjištěny významně nižší koncentrace.

U celkových koncentrací mědi, zinku a arsenu nebyly zjištěny žádné podstatné trvalé změny. Na rozdíl od Eijsdenu nebyly v období sucha v roce 2003 zjištěny v oblasti Keizersveer žádné jasné odezvy u celkových koncentrací těžkých kovů.

## Diskuze

V letech 1976 a 2003 byly na řece Meuse velmi nízké průtoky, které navíc byly zesíleny vysokými teplotami vody. To vše vedlo k zhoršení kvality vody a to především díky zvýšené koncentraci kovů, metaloidů. Avšak koncentrace dusičnanů a nějakých kovů se snížila, což pozitivně ovlivnilo chemickou kvalitu vody. Snížení bylo také potvrzeno u rozpuštěného kyslíku ve vodě. Větší množství řas nemělo vliv na kvalitu vody. Ale u i jiných zkoumaných řek ano, tedy ukázalo se, že podmínky mohou být různé pro jiné říční systémy. To záleží na režimu řeky, charakteristice povodí a lidské aktivitě v povodí.

## Závěr

Vědci zjistili, že negativní účinky na kvalitu vody během sucha má teplota vody, rozpuštěný kyslík, eutrofizace a koncentrace hlavních prvků, kovů a polokovů. Pozitivní účinky mají dusičnany a některé reagující částice těžkých kovů. Ukazuje se, že pozitivní účinky převažují nad negativními, avšak zvyšování intenzity a četnosti období such bude mít vliv na snížení ekologického a rekreačního potenciálu řek. Při zvýšené teplotě vody během léta bude omezeno vypouštění chladicí vody z elektráren, ale také dostupnost povrchové vody v dostatečné kvalitě pro zemědělství a domácí použití. Hlavně pro zásoby pitné vody to může být velká hrozba. Důsledek, který plyne z tohoto významu je takový, že při nízkých průtokových podmínkách bude povoleno vypouštění odpadních vod do řeky, jelikož průtok je nejdůležitější parametr na kvalitu vody. Tak je tedy potřeba, aby se dostal alespoň do průměrných hodnot.

Zdroje

VLIET, M., T., H., ZWOLSMAN, J., J., G. Impact of summer droughts on the water quality of Meuse river. *Journal of hydrology* [online]. Elsevier, 20. 5. 2008 [cit. 14. 12. 2012]. ISSN: 0022-1694.  
Dostupné z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169408000024>>