Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): Hospodaření s vodou v krajině
Třeboň 13. – 14. 6. 2019, vydal ČHMÚ Praha, ISBN 978-80-87577-88-2

Ovlivnění průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích ČHMÚ aneb Co (ne)teče ve vodních tocích?

Manipulating Flows at Selected CHMI Flow Measuring Stations – What does (not) flow in watercourses?

Boleslav Bárta, Jana Boráková

Český hydrometeorologický ústav

Abstrakt

V důsledku dlouhodobého sucha je v posledních letech vodnost toků prakticky po celý rok výrazně snížena. To potvrzuje i dosažení absolutních historických minimálních průtoků na řadě vodoměrných stanicích. Některé vodní toky si udržely průtok nad hranicí sucha jen díky umělému nadlepšování jejich vodnosti. Cílem tohoto článku je poukázat na ovlivnění vodnosti toků způsobené především antropogenní činností. Příkladem takového ovlivnění je vypouštění odpadních vod do vod povrchových či řízená manipulace na vodních nádržích. Dále byl na vybraných vodoměrných stanicích zjištěn podíl evidovaného antropogenního ovlivnění na měřených průtocích se zaměřením na současné suché období.

Klíčová slova: antropogenní ovlivnění, sucho, nadlepšování průtoků, vodnost toků

Abstract

Due to the ongoing long-term drought in recent years, water levels of rivers are significantly lower for practically the entire year. This has also been proven by recent observations of absolute historical minimum flows at many flow measuring stations. Some watercourses remained above drought levels only due to artificial intervention. Aim of this paper is to describe the factors affecting water regimes, in particular artificial interventions. This includes for example release of wastewater into surface waters or controlled manipulations at dams. The extent of anthropogenic effect on water regimes, focusing on the drought period, was studied in detail at selected flow measuring stations.

Keywords: anthropogenic effect, drought, artificial flow manipulation, water regimes

Úvod

Řeka Morava tvoří hydrologickou osu území Moravy, podílí se na podobě krajiny a v jejím povodí jsou významná sídelní, kulturní a průmyslová centra. Má mnoho významných přítoků,

jejichž vodní stav je měřen ve vodoměrných stanicích Českého hydrometeorologického ústavu. Všechny stanice zaznamenávají reálné, tedy ovlivněné průtoky. Ovlivněním jsou myšleny různé povrchové či podzemní odběry vody a jejich následné vypouštění do vod povrchových, kdy je často voda odebírána z jednoho povodí a vypouštěna o několik kilometrů dál do jiného povodí. Např. odběr podzemních vod pro zásobování brněnské aglomerace pitnou vodou z prameniště Březová nad Svitavou (povodí Svitavy). Po využití je tato voda sváděna centrálně do čistírny odpadních vod a končí ve Svratce. Povodí Svitavy je tedy těmito odběry významně ochuzeno. V roce 2018 bylo evidováno necelých 3000 „ovlivňovatelů" v celém povodí řeky Moravy. Přičemž některá vypouštění již mohou tvořit značný podíl na celkovém průtoku, který protéká profilem vodoměrné stanice. Asi nejvýrazněji se toto projevilo v suchém období 2014-2018, kdy průtoky v mnoha vodních tocích klesly na historická minima nebo úplně vyschly. Vypouštěné odpadní vody pak oddalovaly vysychání toků nebo tvořily rozhodující část na celkovém průtoku.

Materiál a metody

V rámci povodí Moravy, bylo vybráno 32 vodoměrných stanic (viz Tab. 1) pro srovnání měřených průtoků s množstvím evidovaného ovlivnění. Dle vyhlášky č. 431/2001 Sb., v platném znění, jsou v rámci povinného ohlašování údajů pro vodní bilanci evidováni odběratelé povrchových nebo podzemních vod, a dále ti, kteří vypouštějí do vod povrchových nebo podzemních odpadní nebo důlní vody v množství přesahující v kalendářním roce 6000 m^3 nebo 500 m^3 v kalendářním měsíci. Údaje z této evidence byly převzaty od Povodí Moravy, s.p.. U všech ovlivnění je v měsíčním kroku evidován pouze celkový objem a počet hodin trvání, nikoli průtok. Pro srovnání byla jednotlivá množství převedena na průtok, což by teoreticky mohlo zkreslit některé hodnoty, protože se celkový měsíční objem rozpočítal rovnoměrně.

Tab. 1: Přehled hodnocených vodoměrných stanic

stanice	DBČ	tok	plocha povodí [km^2]
Vlaské	341000	Morava	97
Raškov	345000	Morava	350
Moravičany	355000	Morava	1561
Olomouc- Nové Sady	367000	Morava	3323
Velké Karlovice	370000	Vsetínská Bečva	68
Vsetín	379000	Vsetínská Bečva	506
Jarcová	382000	Vsetínská Bečva	724

stanice	DBČ	tok	plocha povodí [km^2]
Horní Bečva	383000	Rožnovská Bečva	14
Rožnov pod Radhoštěm	386000	Rožnovská Bečva	160
Valašské Meziříčí	387000	Rožnovská Bečva	252
Teplice nad Bečvou	389000	Bečva	1275
Dluhonice	390000	Bečva	1593
Kroměříž	403000	Morava	7031
Spytihněv	413000	Morava	7890
Strážnice M	421500	Morava	9145
Lanžhot	426000	Morava	9722
Janov	429000	Moravská Dyje	518
Podhradí	430000	Dyje	1755
Vranov Hamry	434000	Dyje	2229
Znojmo	435000	Dyje	2500
Trávní Dvůr	437000	Dyje	3535
Borovnice	441000	Svratka	128
Dalečín	442000	Svratka	367
Vír pod vyrovnávací nádrží	445000	Svratka	487
Veverská Bítýška	448000	Svratka	1480
Brno-Poříčí	449000	Svratka	1637
Židlochovice	462000	Svratka	3938
Batelov	463000	Jihlava	73
Dvorce	465000	Jihlava	307
Ptáčov	469000	Jihlava	963
Mohelno	469500	Jihlava	1155
Ivančice	478000	Jihlava	2680

DBČ – databankové číslo vodoměrné stanice

Nejprve proběhla analýza prostorového rozložení ovlivnění v celém povodí Moravy. Vycházelo se z dat za období 2014–2018. V rámci každého povodí IV. řádu byly sumarizovány veškeré odběry a vypouštění, které byly dále rozděleny do několika kategorií podle množství odebíraných resp. vypouštěných odpadních vod. Dále byly identifikovány subjekty přispívající k ovlivnění největší měrou a jejich podíl na celkovém ovlivnění.

Vyhodnocené průměrné měsíční průtoky ve stanici pak byly srovnány s měsíčním množstvím evidovaného vypouštění odpadních vod, a to vždy za celé povodí po závěrový profil stanice.

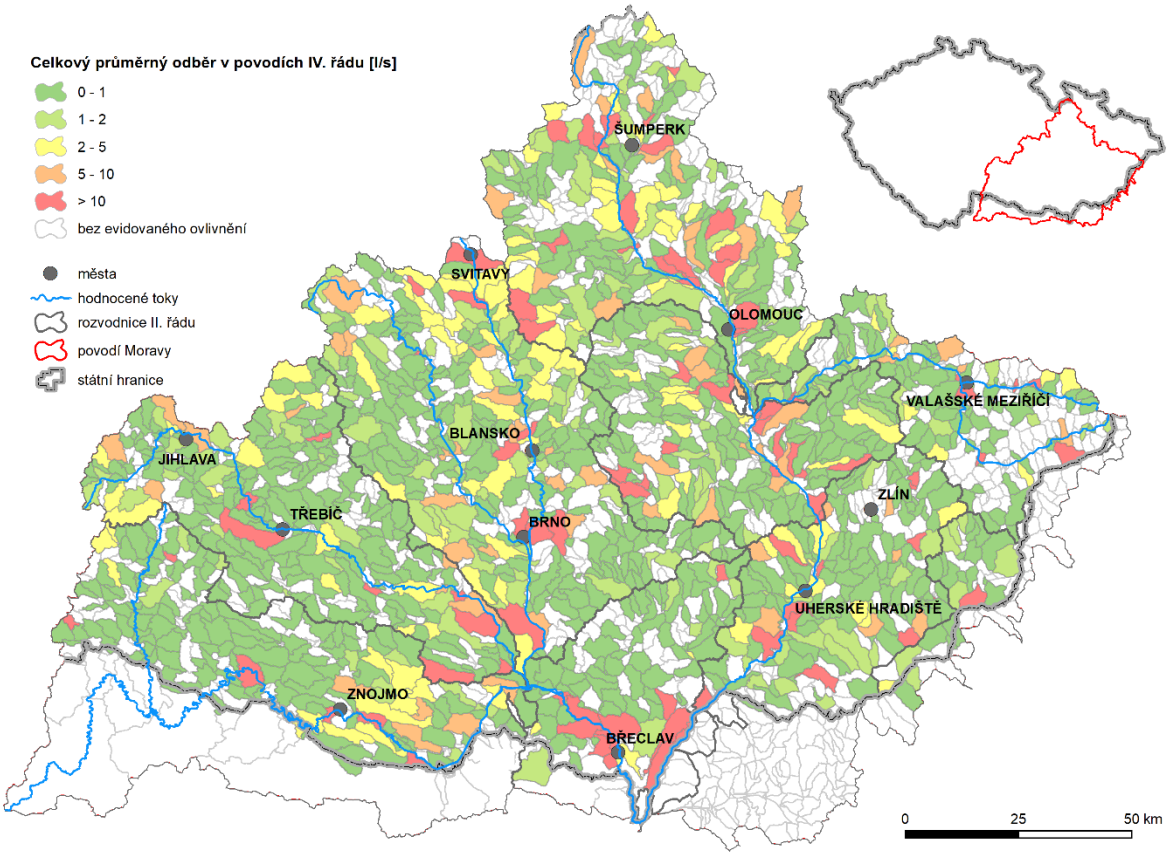
Údaje o vypouštění nebyly očištěny o odběry z povrchových vod, jako např. odběr z vodní nádrže Dalešice, a její následné vypouštění do Skryjského potoka. Obě povodí jsou tímto značně ovlivněny, přičemž odběr a následné vypouštění je od sebe vzdálené pouze pár set metrů.

Výsledky

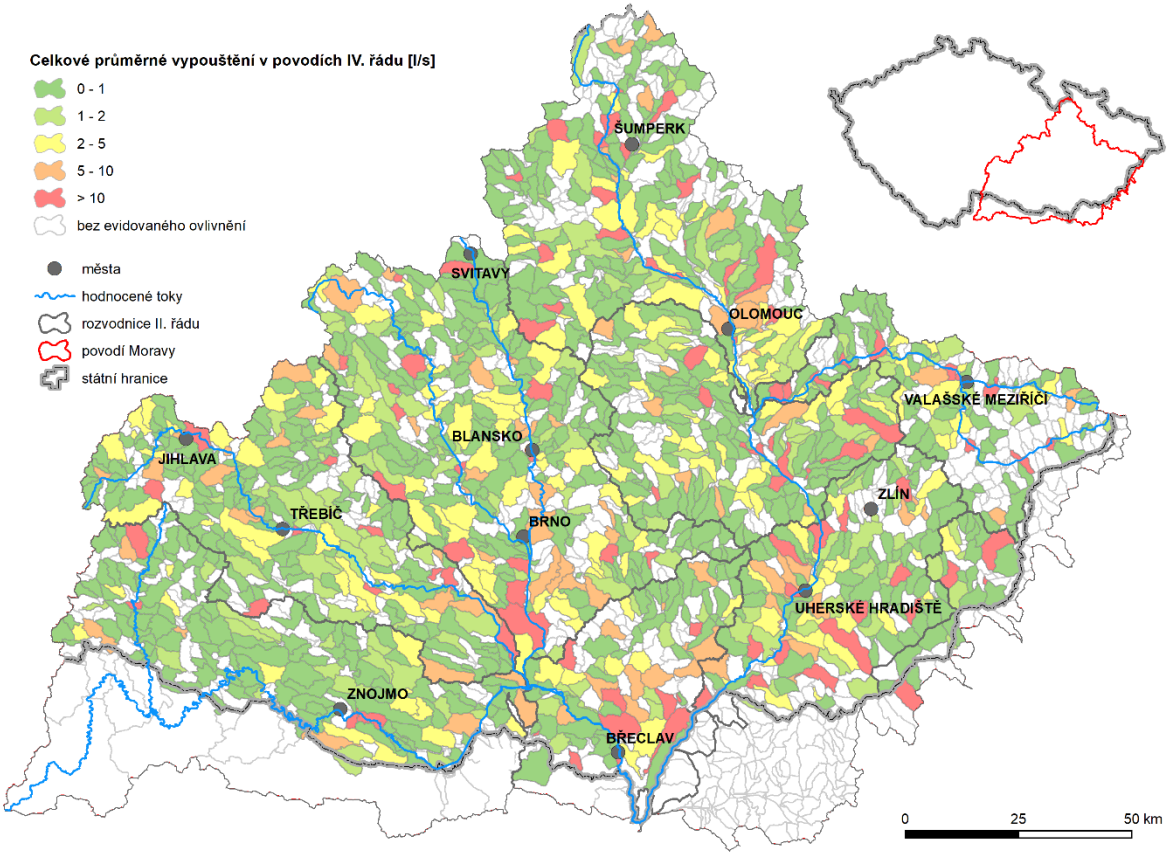
Prostorové rozložení ovlivnění v povodí Moravy

Při analýze prostorového rozložení ovlivnění v povodí Moravy za období 2014–2018 (Obr. 1, 2) je patrné, že míra ovlivnění i jejich rozložení je nerovnoměrná. Nejčastěji jsou jednotlivá povodí ovlivněna odběrem či vypouštěním do 1 až 2 l/s. Shluky více ovlivněných povodí lze pozorovat podél toků Moravy a Svitavy. Což lze vysvětlit tím, že řeka Morava je jedním z nejvodnějších toků v České Republice. Řeka Svitava byla i v historii vhodným zdrojem vody jak pro průmysl, tak pro zásobování pitnou vodou, a to díky své poloze a příznivým hydrogeologickým podmínkám svitavské synklinály. Větší množství ovlivnění se také vyskytuje v dolní oblasti toků, či v soutokových uzlech páteřních toků, což je způsobeno pravděpodobně hustším obydlení těchto oblastí nebo intenzivnější průmyslovou či zemědělskou činností.

Analýza celkových odběrů (Obr. 1) ukazuje významné odběry v prameništi Březová nad Svitavou nebo odběry v Dyjsko-Svrateckém a Dolnomoravském úvalu. U vypouštění (Obr. 2) je dobře rozpoznatelný vliv čistíren odpadních vod (dále ČOV) pod většími městy, jako je např. Brno, Olomouc, Zlín, Třebíč, atd. Zajímavé je řečiště Moravy v oblasti lužních lesů pod Hodonínem, kde jsou jedny z největších odběrů podzemních vod (řada vrtů pro vodárenský odběr) i vypouštění do povrchových vod (elektrárna Hodonín). Povodí bez evidovaného vypouštění se vyskytují nejvíce v horských oblastech Jeseníků a Moravskoslezských Beskyd.

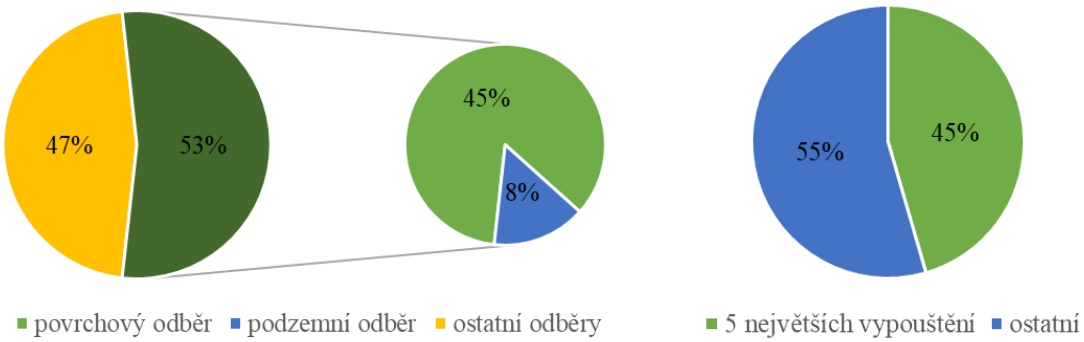


Obr. 1: Celkový průměrný odběr v povodích IV. řádu za období 2014–2018



Obr. 2: Celkové průměrné vypouštění v povodích IV. řádu za období 2014–2018

Průměrný odběr v povodí Moravy za sledované období je 10 709 l/s (53 %), zpět se vypustí 9 683 l/s (47 %), což v přepočtu na plochu povodí Moravy (23 924 km^2, pod soutokem s Dyjí) znamená ovlivnění přibližně 0,45 l/s resp. 0,40 l/s na jeden km^2. Část rozdílu mezi odběrem a vypouštěním mohou tvořit závlahy, výpar, úniky potrubím, neevidované odběry z vlastních studní, apod. Převážnou většinu obou kategorií však tvoří jen pár subjektů. Pět největších odběrů (Tab. 2) představuje 53 % z celkového odebíraného množství, z toho 45 % jsou odběry z povrchových vod a 8 % z vod podzemních (Obr. 3). Pět největších vypouštění (Tab. 3) představuje 45 % z celkového vypouštěného množství a jedná se pouze o vypouštění do povrchových vod (Obr. 3).



Obr. 3: Podíl pěti největších odběrů a vypouštění k celkovému množství ovlivnění

Tab. 2: Pět nejvíce ovlivněných povodí odběry

ČHP	množství [l/s]	subjekt s největším vlivem na povodí	odběr [%]
4-13-02-0922-0-00-00	1994,87	ČEZ Elektrárna Hodonín	100
4-16-01-1040-0-00-00	1551,96	ČEZ JE Dukovany	100
4-17-01-1122-0-00-00	1022,07	Převodní kanál EHO - závlaha lužních lesů	99
4-15-02-0070-0-00-00	860,38	Březovský vodovod I. a II.	27 a 72
4-17-01-0100-1-00-00	298,48	COO centrální odběrný objekt pro K7 (Trníček)	100

ČHP – číslo hydrologického pořadí

Tab. 3: Pět nejvíce ovlivněných povodí vypouštěním

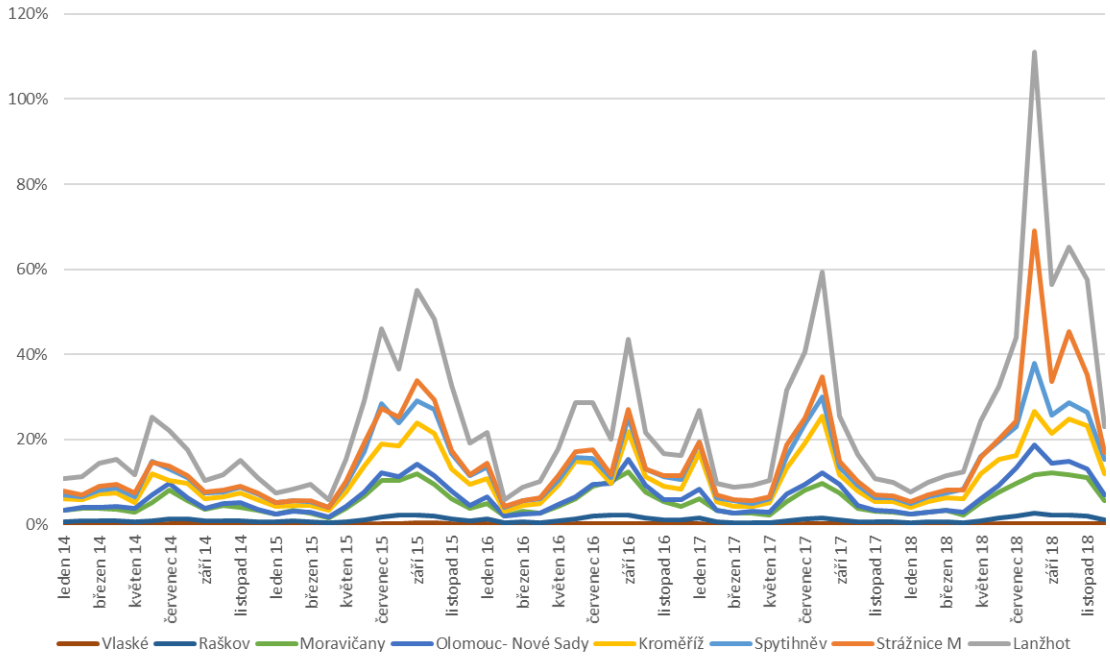
ČHP	množství [l/s]	subjekt s největším vlivem na povodí	vypouštění [%]
4-13-02-0922-0-00-00	1216,08	ČOV Hodonín, ČEZ Elektrárna Hodonín	6 a 94
4-15-03-0010-0-00-00	1085,11	ČOV Brno	99
4-17-01-1161-0-10-00	831,69	ČEZ Elektrárna Hodonín	100
4-16-01-1040-0-00-00	660,19	JE Dukovany - odpadní kanál	100
4-10-03-1151-0-00-90	348,27	ČOV Olomouc	100

ČHP – číslo hydrologického pořadí

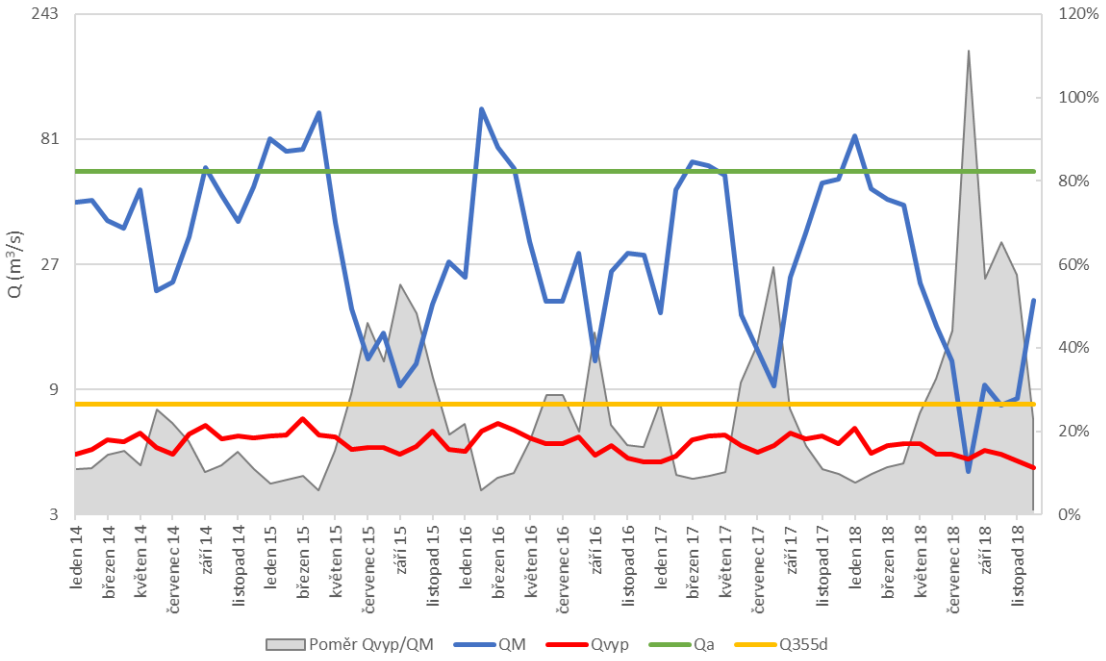
Analýza ovlivnění vodoměrných stanic na páteřních tocích

Pro analýzu byly vybrány řeky Morava, Bečva, Dyje, Jihlava a Svratka, na jejichž tocích je více stanic a lze tak pozorovat, jak se ovlivnění mění směrem podél toku. Následující obrázky 4, 6, 8 a 10 graficky znázorňují procentuální podíl vypouštěných vod na měřených průtocích za období 2014–2018. U každého hodnoceného toku je ještě přidán hydrogram závěrové stanice s množstvím vypouštění a jeho podílem (Obr. 5, 7, 9 a 11). Pro lepší představu o zaklesnutí průtoků byly do grafů přidány i hranice dlouhodobého průměrného průtoku Q_a a 355denního průtoku Q_{355d}, což je ukazatel počátku hydrologického sucha. Obě hodnoty jsou stanoveny za referenční období 1981–2010. V povodí Dyje nebyly k dispozici data o ovlivněních z Rakouské strany, výsledné hodnoty byly výrazně zkresleny a toto povodí proto nebylo dále řešeno.

Na toku řeky Moravy leží osm vodoměrných stanic Vlaské, Raškov, Moravičany, Olomouc – Nové Sady, Kroměříž, Spytihněv, Strážnice a Lanžhot (řazeno od pramene po ústí). Z grafu na Obr. 4 je patrné, že téměř neovlivněné stanice jsou jen první dvě, dál po toku se podíl vypouštěných vod projevuje výrazněji. Nejvíce ovlivněna je pochopitelně stanice Lanžhot, leží nejníž na toku a jako jediná měří výše zmiňované vypouštění z elektrárny Hodonín. V roce 2014, kdy ještě průtoky relativně odpovídaly dlouhodobému průměru, byl celkový podíl vypouštěných vod do 20 % (mimo Lanžhot) a rozdíly mezi jednotlivými stanicemi byly minimální. V následujících letech s klesajícími průtoky v řekách roste procento vypouštění přibližně o 10 - 20 %. Což je jasně patrné z příkladu na stanici Lanžhot v Obr. 5. V srpnu 2018 bylo na Moravě hydrometricky změřeno absolutní historické minimum 3,2 m^3/s ve Strážnici a 2,2 m^3/s v Lanžhotě. Úroveň hydrologického sucha je 9,1 m^3/s (Strážnice) a 7,9 m^3/s (Lanžhot).



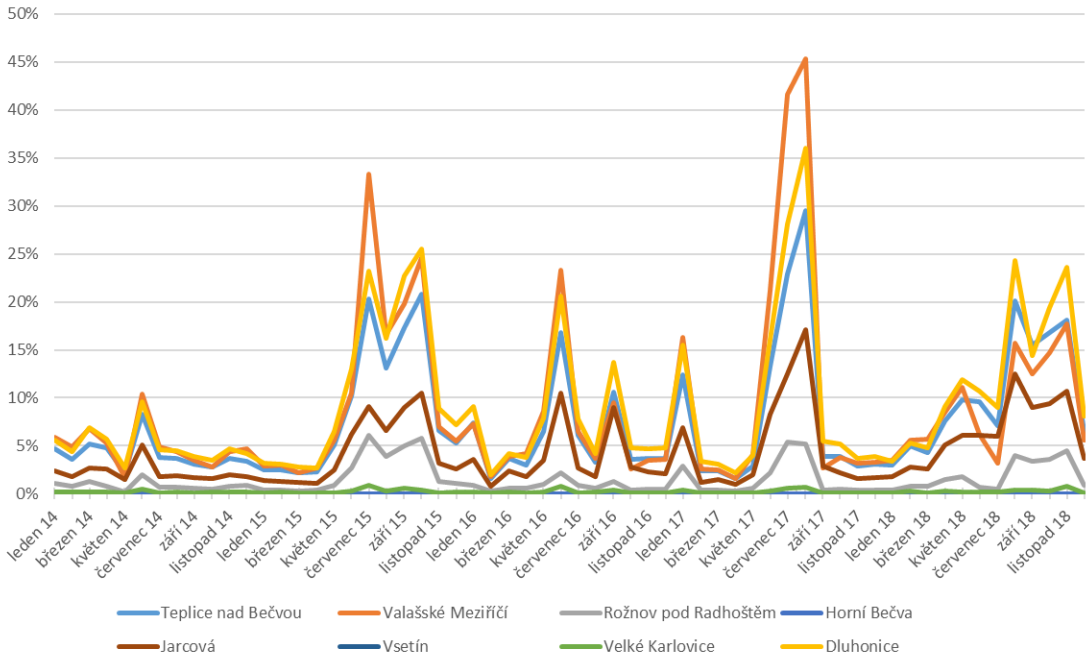
Obr. 4: Podíl vypouštění na průtocích ve stanicích na toku Morava za období 2014–2018



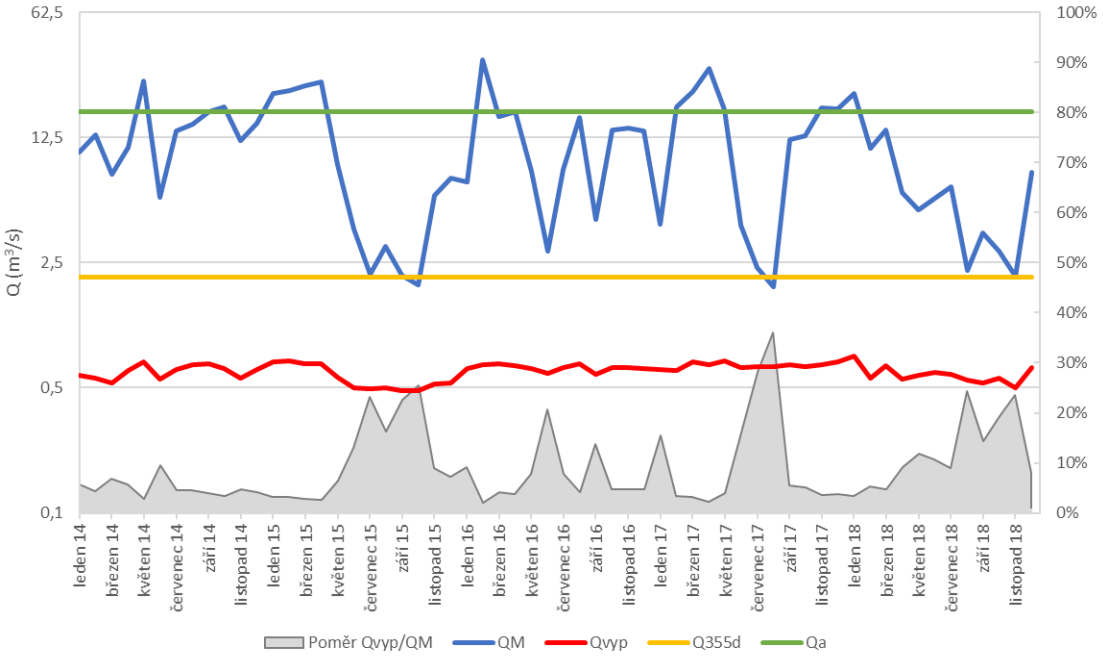
Obr. 5 : Průměrné měsíční průtoky v LG Lanžhot ve srovnání s množstvím vypouštění za období 2014–2018

Řeka Bečva má dvě pramenná ramena. Na Vsetínské Bečvě směrem po toku leží stanice Velké Karlovice, Vsetín a Jarcová. Na Rožnovské Bečvě jsou to Horní Bečva, Rožnov pod Radhoštěm a stanice ve Valašském Meziříčí. Pod jejich soutokem měří průtoky stanice v Teplicích nad Bečvou a v Dluhonicích. Na Obr. 6 je vidět podíl vypouštění v jednotlivých

stanicích. Dá se říci, že pokud průtoky neklesaly pod hranici 355denního průtoku, tak vypouštění ovlivňovalo průtok do 20 %, v horních částech povodí i méně. Nejvyšší podíl vypouštění byl ve všech stanicích v červenci a srpnu 2017, kdy průtoky klesaly na nejnižší hodnoty (např. v srpnu 2017, v profilu Dluhonice, měsíční průměr byl 1,8 m^3/s, Q_{355d} = 2,1 m^3/s).

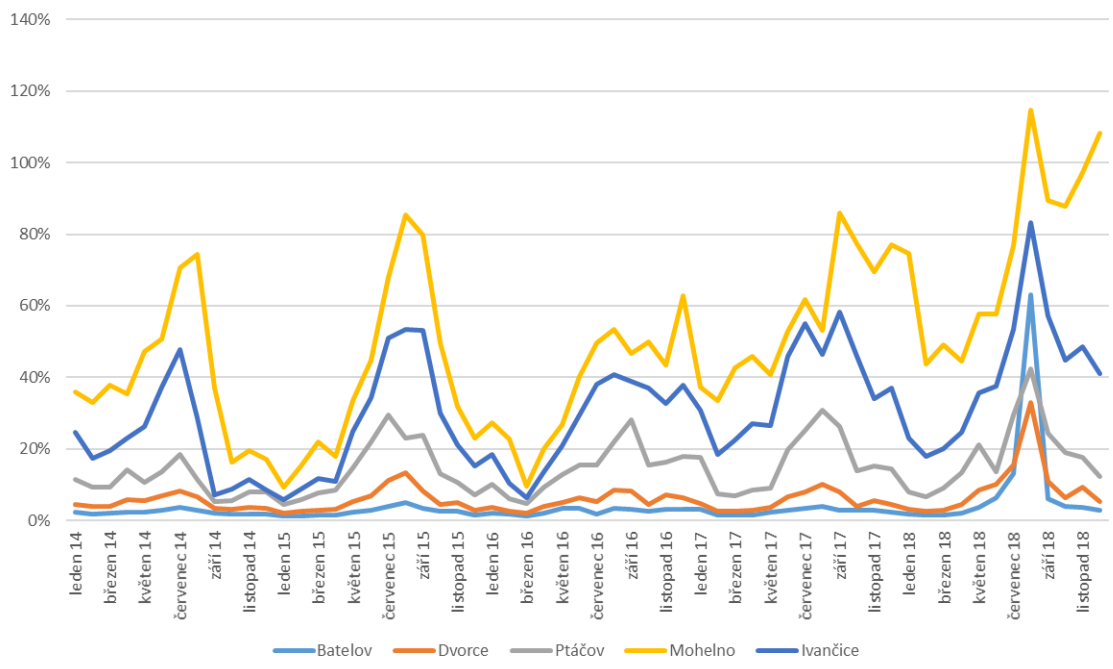


Obr. 6: Podíl vypouštění na průtocích ve stanicích na toku Bečva za období 2014–2018

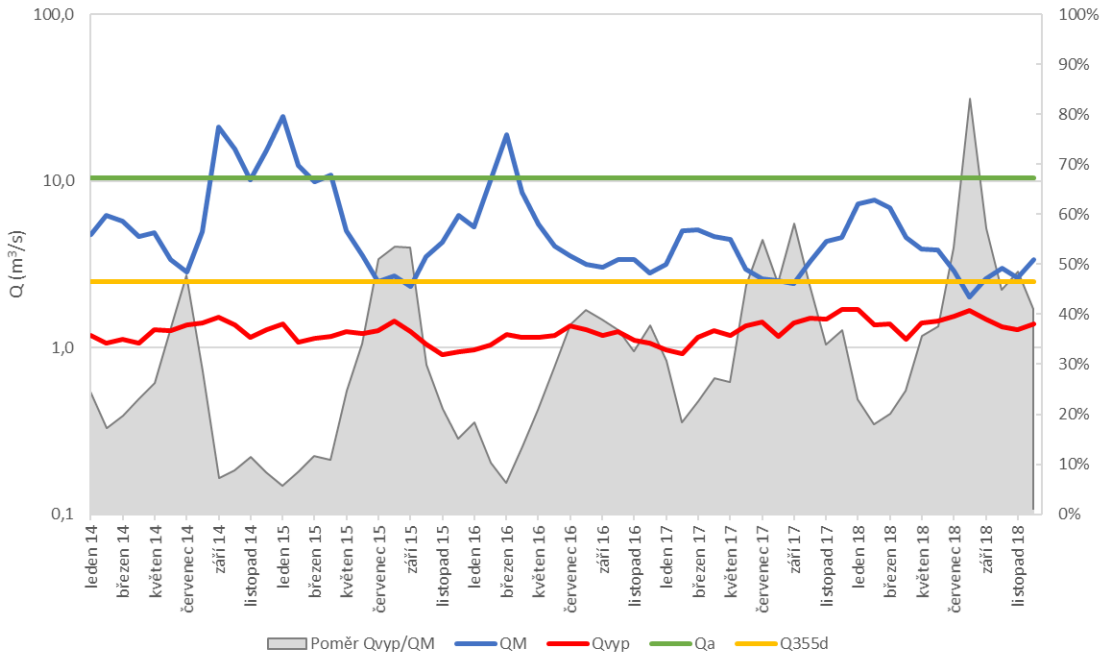


Obr. 7: Průměrné měsíční průtoky v LG Dluhonice ve srovnání s množstvím vypouštění za období 2014–2018

Na řece Jihlavě jsou průtoky vyhodnocovány na pěti stanicích, Batelov, Dvorce, Ptáčov, Mohelno a Ivančice (řazeno od pramene po ústí). Z Obr. 8 je patrné že, stanice v horní části toku, Batelov a Dvorce reprezentují opět stanice s nejmenším podílem vypouštění, do 20 %. Vyjma extrémně suchého léta 2018, kdy průtoky poklesly pod 0,01 m^3/s v Batelově (Q_{355d} = 0,12 m^3/s) a v profilu Dvorce k hranici 0,10 m^3/s (Q_{355d} = 0,43 m^3/s), ovlivnění při takto nízkých průtocích vzrostlo na 60 %, v Batelově a na 30 % ve stanici Dvorce. Stanice Ptáčov je umístěna pod Třebíčí, kde už se více projevuje například vypouštění z ČOV Jihlava a Třebíč, které činí průměrně 0,23 m^3/s (společný průměr za hodnocené období). Q_{355d} je pro stanici Ptáčov 1,10 m^3/s, v srpnu 2018 poklesly průtoky na 0,65 m^3/s. Stanice Mohelno a Ivančice jsou silně ovlivněny manipulací na vodních nádržích Dalešice a Mohelno. V letech 2014–2016 je vidět, že jakmile pominuly letní měsíce, podíl vypouštění razantně klesá. V profilu Mohelno a níž toto ale neplatí pro roky 2017 a 2018, kdy už pravděpodobně bylo potřeba více doplnit vodu v nádrži a nižší průtoky se udržovaly o něco déle.

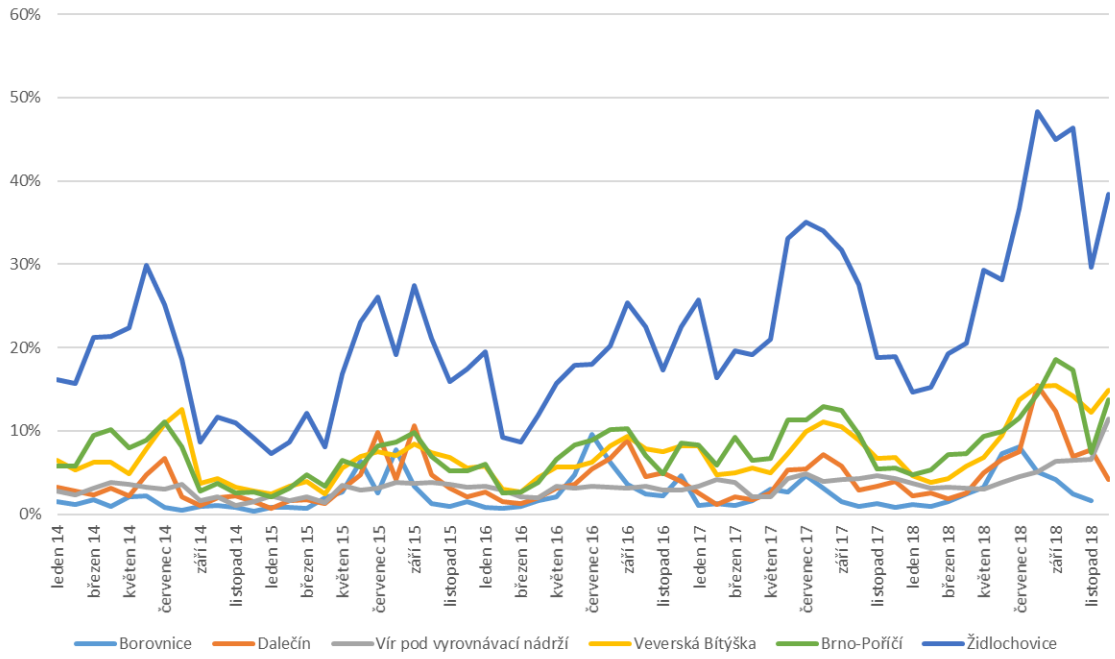


Obr. 8: Podíl vypouštění na průtocích ve stanicích na toku Jihlava za období 2014–2018

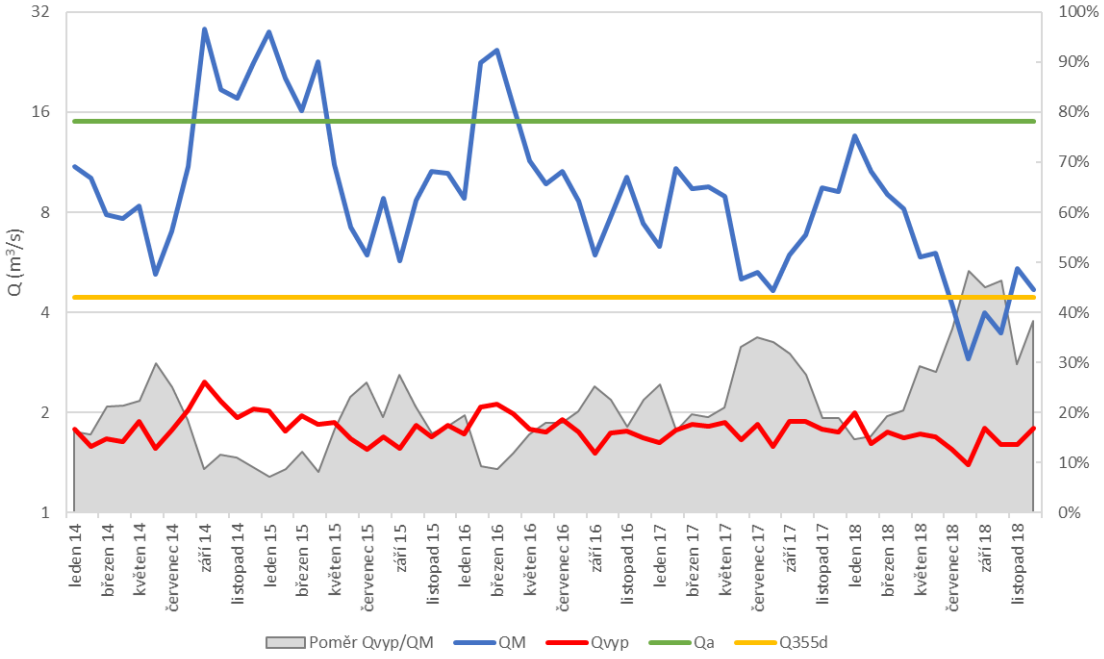


Obr. 9: Průměrné měsíční průtoky v LG Ivančice ve srovnání s množstvím vypouštění za období 2014–2018

Na Svratce leží pět stanic, Borovnice, Dalečín, Vír pod vyrovnávací nádrží, Veverská Bítýška a Židlochovice (řazeno od pramene po ústí). Z Obr. 10 je vidět, že u většiny stanic je podíl vypouštění do 10–15 %, což je nejméně ze všech hodnocených toků. Výrazně vyšší podíl je pouze ve stanici Židlochovice, kde větší roli hraje ČOV Modřice (průměrně 1,10 m^3/s za sledované období). Hranice hydrologického sucha je na této stanici 4,45 m^3/s (Q_{355d}), nejnižší průtok byl změřen v srpnu 2018, a to 2,89 m^3/s, proto také v tomto období je podíl vypouštění na celkovém průtoku nejvyšší, přibližně 50 % (Obr. 11).



Obr. 10: Podíl vypouštění na průtocích ve stanicích na toku Svratka za období 2014–2018

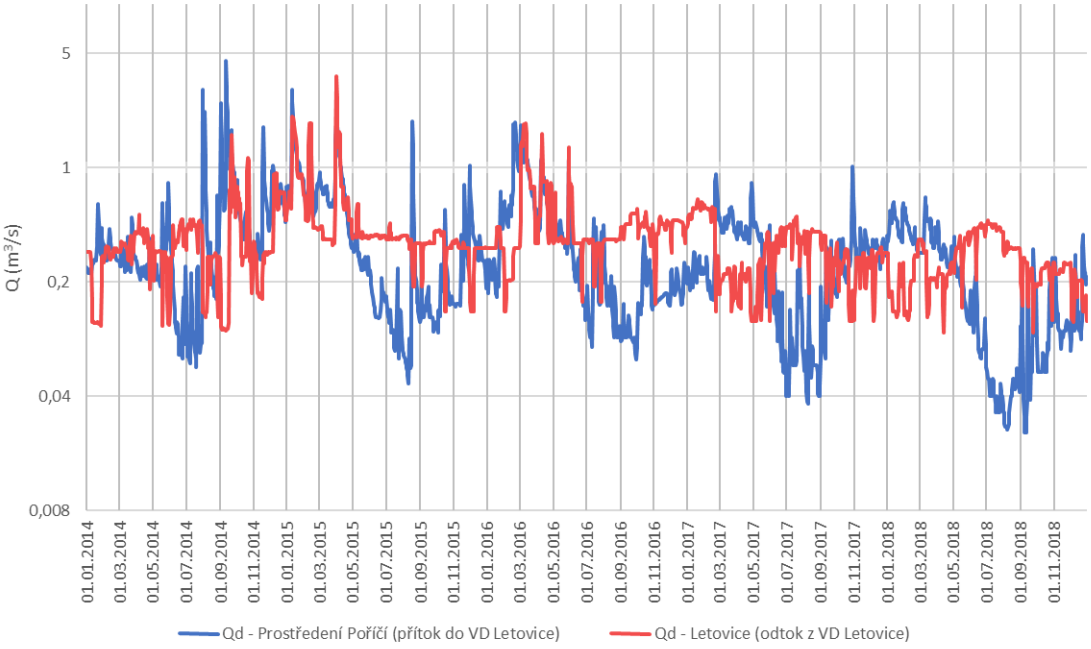


Obr. 11: Průměrné měsíční průtoky v LG Židlochovice ve srovnání s množstvím vypouštění za období 2014–2018

Vliv vodních nádrží na vodnost toků

V předcházejících odstavcích bylo poukázáno na problematiku ovlivnění celkového průtoku evidovaným vypouštěním odpadních vod do vod povrchových. Z výsledků je jasná korelace podílu vypouštění na celkovém průtoku v toku a také skokový nárůst tohoto podílu při

minimálních průtocích. S udržením minimálních průtoků v toku úzce souvisí vliv vodních nádrží, které zejména v suchých obdobích průtoky značně nadlepšují. U významných nádrží má ČHMÚ v provozu vodoměrné stanice nad i pod těmito nádržemi, tím lze pozorovat rozdíly na přítoku i odtoku z nádrže. Jako příklad je zde uvedena vodní nádrž Letovice, která leží na vodním toku Křetínka. Z grafu na Obr. 12 je nadlepšování průtoků jasně patrné. V průběhu léta 2018 byl průměrný přítok do nádrže 0,04 m^3/s, přitom průměrný odtok z nádrže byl 0,38 m^3/s, což dále zapříčinilo pokles hladiny nádrže. Tato záporná bilance byla sledována každé léto v období 2014–2018. Podobně na tom byla i řada dalších nádrží. Jejich vliv se promítá i v uváděných grafech výše, kdy zvýšený odtok z nádrže více naředí vypouštěné odpadní vody.



Obr. 12: Průběh průměrných denních průtoků na Křetínce v profilech na přítoku a odtoku z VD Letovice

Diskuze

Podniky Povodí v rámci plánu oblasti povodí uvádí odběry podzemních vod, které významně ovlivňují 355denní průtok (nízký do 30 %, střední 30–70 %, vysoký nad 70 %) v tocích. Jejich výsledky však úplně nekorespondují s těmi uváděnými v mapách výše. Tento článek se zaměřuje na množství odebírané a vypouštěné vody v rámci povodí IV. řádu, takže některé odběry námi zobrazené jako větší (nad 10 l/s) neznamenají, že mají vysoký vliv na 355denní průtok. Některá povodí se však s výsledky podniků Povodí shodují, např. podzemní odběr v povodí Stařečského potoka u Třebíče.

Výsledky naznačují, že ovlivnění se výrazněji projevují spíše až ve středních a dolních částech toků. Což může být dáno i tím, že se hodnotily pouze stanice na páteřních tocích a ne na jejich přítocích tzn., že ovlivnění na přítocích, se z pravidla menší plochou povodí, se projeví daleko více než na páteřním toku. To potvrzuje např. studie Vyhodnocení sucha na území Kraje Vysočina za období 2015–2018 (ČHMÚ, 2018), kde byly stejným způsobem hodnoceny všechny stanice na Vysočině. Dle této studie např. ve stanici Příštpo dosahovaly podíly vypouštění v létě 2017 až 80 % na celkovém průtoku Rokytné a ve stanici Rožná na Nedvědičce se podíl vypouštění pohyboval kolem 50–60 % ve všech hodnocených letech 2015–2017. Ve Veverské Bítýšce (nejbližší stanice na Svratce pod Rožnou) se podíl vypouštění pohyboval kolem 10–20 %. Stejně tak je v této studii poukázáno na značný vliv vodních nádrží, které především v období sucha nadlepšují průtoky pod nádržemi. Příkladem mohou být letní měsíce 2015–2018, kdy přítok do vodní nádrže Vír I poklesl na pouhých 0,16 m^3/s (5 % dlouhodobého průměrného průtoku) a odtok ze soustavy nádrží Vír I a Vír II nepodkročil 0,99 m^3/s. Bez takovýchto manipulací by bylo ovlivnění pravděpodobně mnohem vyšší.

Závěr

Přirozené neovlivněné průtoky se u nás už téměř nevyskytují. Hodnoty naměřené ve vodoměrných stanicích jsou více či méně ovlivněny antropogenní činností. Nejčastěji jsou povodí IV. řádu ovlivněna odběrem či vypouštěním do 1 až 2 l/s (během hodnoceného období), i tato menší množství se však v kombinaci s menší vodností mohou výrazněji projevit (když například v jinak vyschlém vodním toku protéká vypouštěná voda z ČOV). Nejvyšší odběry se pohybují v řádu 1000 l/s a vypouštění kolem 2000 l/s. Za období 2014–2018 tvořilo vypouštění odpadních vod nejméně 10–15 % vody z celkového průtoku ve Svratce (mimo stanici Židlochovice), na ostatních hodnocených tocích byly dosahovány vyšší podíly. Jednoznačně nejvyšší podíly vypouštění na celkových průtocích byly zaznamenány v roce 2018. Příčinou není vyšší vypouštění, to je prakticky stejné, naopak v roce 2018 mírně klesalo. Hlavním důvodem je sucho, které je způsobeno především velmi malým množstvím sněhových zásob v zimním období, vysokými teplotami vzduchu a významným deficitem srážek v jarní resp. podzimní sezóně. Se snižujícími se průtoky pochopitelně roste podíl vypouštění. Z analýzy většiny stanic vyplývá, že pokud se průtoky pohybují kolem hodnoty dlouhodobého průměrného průtoku Q_a, podíl vypouštění je okolo 10 %. Jakmile průtoky klesnou k 355dennímu průtoku, podíl vypouštění roste skokově, k 40 až 80 % podle vodnosti toku. Hranice Q_{335d} byla na řadě toků dosahována poslední tři roky velmi často. Rok 2018 byl nejsušší a v tomto roce byly také podíly ovlivnění nejvyšší. Pouze na

Bečvě byl nejsušší rok 2017. Zásadní roli na stabilizaci průtoků, a tedy i na podíl vypouštěných odpadních vod na celkovém průtoku, mají vodní nádrže. Ty díky akumulované vodě v nádrži mohou v suchých obdobích nadlepšovat průtok pod nádrží.

Ovlivnění průtoků evidovanými odběry a vypouštěním odpadních vod je poměrně zřetelné. Reálný poměr se však může lišit, neboť nebyla uvažována celá řada přírodních i antropogenních faktorů vstupujících do tohoto koloběhu, jako např. vsak, výpar, neevidovaný odběr vody, balastní vody, atd. Podchytit reálné ovlivnění tedy mnohdy ani není možné. Kvůli tomuto složitému systému je také těžké zhodnotit, zda by hydrologické sucho bylo v některých oblastech výraznější, kdyby vodnost toků nebyla zmíněným způsobem ovlivňována.

Literatura

Vyhláška č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci, v platném znění.

Plán oblasti povodí Moravy 2010 – 2015, B. Užívání vod a jeho vliv na stav vod: *Významné odběry podzemních vod ovlivňující průtoky v tocích, významná štěrkoviště* [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: http://www.pmo.cz/pop/2009/Morava/End/b-uzivani/tabulky/tb_1_1o.pdf

Plán oblasti povodí Dyje 2010 – 2015, B. Užívání vod a jeho vliv na stav vod: *Významné odběry podzemních vod ovlivňující průtoky v tocích, významná štěrkoviště* [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: http://www.pmo.cz/pop/2009/Dyje/end/b-uzivani/tabulky/tb_1_1o.pdf

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2018 *Vyhodnocení Sucha Na Území Kraje Vysočina Za Období 2015–2018* [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: https://www.kr-vysocina.cz/assets/File.ashx?id_org=450008&id_dokumenty=4094382

Kontakt

Mgr. Boleslav Bárta
Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno
Kroftova 43, Brno 616 67
541 421 024, boleslav.barta@chmi.cz

Ing. Jana Boráková
Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno
Kroftova 43, Brno 616 67
541 421 023, jana.borakova@chmi.cz

Summary

Aim of this work is to show the effect of particularly anthropogenic activity on rivers water levels. One example of such activity is abstraction of ground or surface water and its subsequent release into surface water or controlled manipulation at dams. These activities have a permanent effect on discharge and manifest themselves especially during episodes of drought, such as the current one from 2015 to 2018. During recent years, river discharges were decreased over practically the entire year. This is also proven by observation of absolute historical minimum discharges at many water gauging stations in 2018. The Morava River is one of the rivers with highest discharge in the Czech Republic. Nevertheless, an absolute historical minimum of just 3.2 m^3/s was observed at the profile in Strážnice in August 2018 and just 2.2 m^3/s in Lanžhot. The threshold for drought (355-day discharge) is 9.1 m^3/s (Strážnice) and 7.9 m^3/s (Lanžhot). Similar situation was observed in the entire Morava basin and the Czech Republic as a whole.

Surface and ground water abstractors and those who discharge sewage or mine water into surface waters in an amount exceeding 6000 m^3 per calendar year or 500 m^3 per calendar month are obliged to monthly report, apart from other information, the amount of abstracted and released water. This data was used for subsequent analyses of the Morava basin.

All abstractions and releases were summarized for each IV order basin and subsequently further divided into several categories based on the amount of abstracted or released water. It was found that IV order basins are most frequently affected by abstraction or release of 1 to 2 l/s (in the analyzed period). However, even these smaller amounts, in combination with a smaller-discharge watercourse, can have significant effect. Clusters of significantly affected basins can be observed along the Morava and Svitava rivers. Significantly affected were also lower streams and confluence nodes of the backbone streams. For example, the analysis of total abstraction revealed significant abstractions at the spring in Březová nad Svitavou and when looking at the amount of released water one can clearly identify basins affected by sewage treatment plants downstream of large cities. Basins with no discharge of sewage water reported are most commonly found in mountain areas of Jeseník and Moravskoslezské Beskydy. Next, the most significant “influencers” were identified as well as their contribution to the overall influence. Five of the most significant influencers are responsible for 53 % of the total abstracted amount and five of the largest releases represent 45 % of the overall

released amount. Largest abstractions are in the order of 1000 l/s and releases approximately 2000 l/s.

32 water gauging stations were selected at the backbone watercourses Morava, Bečva, Dyje (Thaya), Jihlava and Svratka and used for comparison of measured discharges and the extent of reported influence. The evaluated average monthly discharges at a station were compared with monthly reported release of sewage water, always for the entire basin down to the outlet point. The resulting graphs show percent ratio of released water to the measured discharges between 2014 and 2018. A hydrogram from the outlet point was also constructed for each of the evaluated rivers showing the amount of released sewage water and its ratio. Since data was not available for the Dyje basin influences in Austria, the values were significantly biased and this basin was not further used in the analysis. Data regarding releases also included abstractions of surface water, for example abstraction from the Dalešice dam and its release into Skryjský potok. Both basins are significantly affected by this and the abstraction and subsequent release point are only several hundred meters away from each other. The performed analysis provided the following results. In the period between 2014 to 2018, release of sewage water accounted for at least 10-15 % of the total discharge in case of Svratka (excluding station in Židlochovice) and higher ratios were observed at other rivers. Clearly the highest ratios of sewage water were observed in 2018. However, cause of this is not increased sewage water discharge (it was practically equivalent, or even smaller), but rather the ongoing drought. Smaller overall discharges logically increase this ratio. The analysis of most of the stations also showed that if the total discharge is similar to the long-term average discharge, the ratio of release is approximately 10 %. However, when the discharge decreases to the value of 355-day discharge, the ratio increases rapidly, reaching even 40 to 80 % based on the river total discharge. The Q355d level was observed at many watercourses very frequently in the last three years. The year 2018 was the driest and during this year, the ratio of influence was also highest. Only in case of Bečva, the driest year was 2017. A major role in discharge stabilization – and therefore also ratio of released sewage water to total discharge, is played by dams. Thanks to water accumulation they can increase the discharge of the downstream watercourse during dry periods.

Discharge influence by reported abstractions and releases of sewage water is relatively apparent. The real ratio, however, can be different because this analysis did not take into account many natural as well as anthropogenic factors also important in this cycle, such as absorption, evaporation, unreported abstractions, ballast water etc. It is therefore often impossible to accurately quantify the real influence. Main result of this study is spatial

distribution of reported influences in Morava basin, also showing the most affected IV order basins. It was also found that when the total discharge is close to the long-term average discharge, the ratio of released water is approximately 10 %, but when the discharge reaches the 355-day level, this ratio rapidly increase up to 40 to 80 % based on the total discharge value.