

# VYHODNOCENÍ HYDROLOGICKÉHO ROKU 2017 V EXPERIMENTÁLNÍCH POVODÍCH ČERVÍK A MALÁ RÁZTOKA

## odborné sdělení

EVALUATION OF THE HYDROLOGICAL YEAR 2017 IN EXPERIMENTAL BASINS  
ČERVÍK AND MALÁ RÁZTOKA, THE MORAVIAN-SILESIA BESKIDS, CZECH REPUBLIC  
short communication

### ZDENĚK VÍCHA

*Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., pracoviště Frýdek-Místek, Na Půstkách 39, 738 01 Frýdek-Místek, Czech Republic*

*e-mail: vicha@vulhm.cz*

### ABSTRACT

The forest hydrological research in the small experimental basins Červík (CE) and Malá Ráztoka (MR) in the Moravian-Silesian Beskids started on the 1<sup>st</sup> November 1953. Long-term data series and evaluation of individual components of the water balance are a valuable contribution to more precise information on the interactions of the forest ecosystem elements. Comprehensive sets of complete long-term data are the base of deeper knowledge and objective evaluation of the dynamics of rainfall-runoff process. In both experimental basins the total year precipitation amounts in 2017 were so close to long-term averages and were equally divided in the warm and cold period of the hydrological year. The highest precipitation amounts were recorded in September (168.2 mm in CE and 251.0 mm in MR). Conversely, the lowest total rainfalls were recorded in June, July and August. During the hydrological year the outflow was regular and close to the averages in both experimental basins. The annual air temperature was the same as long term average in CE (6.7°C), in MR it was mildly lower than long-term average.

For more information see Summary at the end of the article.

**Klíčová slova:** lesnická hydrologie; experimentální povodí; hydrologická bilance; vodní režim; Moravskoslezské Beskydy

**Key words:** forest hydrology; experimental basin; hydrologic balance; water regime; Moravian-Silesian Beskids; Czech Republic

### ÚVOD

Koncem hydrologického roku 2017 se dlouhodobé sledování prvků vodní bilance na experimentálních lesních povodích Červík (CE) a Malá Ráztoka (MR) v Moravskoslezských Beskydách rozšířilo již na 64 let. Získáváme stále obsáhlejší databáze hodnot potřebných pro lepší pochopení a hodnocení vzájemných vztahů a změn ve srážko-odtokovém procesu malých lesnatých povodí. Každý jednotlivý rok má svá vlastní specifika a jeho průběh se, více či méně, liší od ostatních let. Vyhodnocení výsledků dlouhodobého měření prvků vodní bilance nám může naznačit určité trendy v jejich vzájemných interakcích.

V hydrologickém roku 2017 byly roční srážkové úhrny v obou povodích blízké hodnotám svých dlouhodobých průměrů. V teplém období hydrologického roku nebyly srážkové úhrny výrazněji navyšovány v jiných letech obvyklými bouřkovými lijáky; hodnoty měsíčních srážkových úhrnů v červnu, červenci a srpnu tak byly podprůměrné.

Celoroční hodnoty odtoků vody na obou povodích se také příliš neodchýlily od svých průměrných hodnot, výraznější průtokové vlny nebyly zaznamenány.

Podrobnější zhodnocení hydrologického roku 2017 je obsahem tohoto příspěvku.

### METODIKA

#### Charakteristika experimentálních povodí a způsoby měření prvků vodní bilance

Experimentální povodí Červík (CE) – 1,85 km<sup>2</sup> – leží v Zadních horách Moravskoslezských Beskyd, nad obcí Staré Hamry, v nadmořské výšce 640–960 m n. m. Povodí je zcela zalesněné, hlavní dřevinou je smrk (81 %), dále buk (17 %), vtroušená je jedle a javor klen. Povodí

CE se přirozeně větví na dvě, plošně téměř shodná podpovodí označená jako Červík A (CA) a Červík B (CB). Pro výzkumné účely zde bylo přistoupeno k metodě párových povodí (CHANG 2013), odlišujících se lesnickým hospodařením. Lesní porosty v povodí CA byly od roku 1966 po dobu přibližně 20 let intenzivně holosečně obnovovány. Podpovodí CB bylo ponecháno jako kontrolní, s vyloučením holosečných obnovních postupů a podporou přirozené obnovy. Vývoj srážko-odtokových poměrů v závislosti na různých změnách vegetačního krytu (zalesnění, odlesnění, změna druhové skladby) je sledován na mnoha párových lesních povodích ve světě, přehled a výsledky některých z nich jsou uvedeny v příspěvku BROWN et al. 2005.

Experimentální povodí Malá Ráztoka (2,08 km<sup>2</sup>) se rozkládá nad obcí Trojanovice, na strmějších severozápadních svazích Moravskoslezských Beskyd, v rozmezí nadmořské výšky 602–1084 m n. m. a je rovněž 100% lesnaté. V počátcích výzkumu převažoval v dřevinné skladbě buk, z metodických důvodů byly následné porosty zakládány převážně jako čisté smrčiny. V současné dřevinné skladbě je tak zastoupen smrk (67,5 %), buk (22 %) a ostatní listnáče (zejména jasan a klen). Podrobnou charakteristiku obou povodí uvádí CHLEBEK, JAŘABÁČ (1995).

Pro sestavení roční vodní bilance jsou zásadní přesně změřené srážky a odtoky vody. Měření a sledování jsou i další veličiny (teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, délka a intenzita slunečního svitu, výška sněhové pokrývky a její vodní hodnota).

K měření srážkových úhrnů užíváme člunkové překlápěcí srážkoměry umožňující změřit průběh srážek v minutových intervalech. Tyto srážkoměry jsou spolu s dalšími čidly (teplota vzduchu, vody a absolutní vlhkost vzduchu) napojeny na automatickou řídicí a monitorovací jednotku. Automatické srážkoměry ovšem nejsou vyhrňované, proto sněhové srážky musí být měřeny klasickými metodami – měření denních srážek rozpuštěním sněhu ze srážkoměrů a zjišťování vodní hodnoty sněhu. Měsíční srážkové úhrny jsou v obou povodích měřeny ve čtyřech totalizátorech. Tři z nich jsou umístěny ve vrcholových partiích povodí, na rozvodnici, jeden pak uprostřed povodí. Pomocí Hortonovy polygonové metody (KREŠL 2001) jsou ze změřených srážkových úhrnů přepočteny průměrné srážky pro povodí.

Průtok je měřen v žulových žlabech s obdélníkovým průtočným profilem. Na povodí MR je jeden měrný žlab, v povodí Červíku jsou tři – tzv. hlavní žlab pro celé povodí CE a vedlejší žlab pro podpovodí CA a CB, které byly vybudovány na konci kalibračního období, v roce 1966. Pro všechny žlaby byly na základě podrobných hydrometrických měření sestaveny konzumpční křivky, které jsou průběžně ověřovány měřeními průtoků kalibrovanou nádobou i hydrometrickou vrtulí. Výška hladiny vody ve žlabech je zaznamenávána ultrazvukovými sondami s minutovými záznamy a ukládáním desetiminutových průměrů do paměti monitorovací stanice M4016 (výrobce Fiedler-Mágr). Od roku 2016 jsou ke snímání výšky hladiny používány nové plovákové kontinuální hladinoměry připojeny na vlastní datalogger s dálkovým přístupem k naměřeným hodnotám.

Meteorologická data získáváme pomocí stanic vybavených čidly pro měření teploty a vlhkosti vzduchu, rychlosti a směru větru a intenzity slunečního záření. Tyto stanice jsou na obou povodích umístěny na volné ploše v blízkosti závěrových profilů. Jako záloha a kontrola měření slouží standardně vybavené meteorologické budky.

## VÝSLEDKY

### Povodí Červík (CE)

Roční úhrn srážek za hydrologický rok 2017 v experimentálním povodí CE činil 1194,3 mm, a byl tedy o 6,7 % vyšší v porovnání s dlouhodobým ročním průměrem (1119,3 mm). Rozložení srážek během hydrologického roku bylo vcelku rovnoměrné, bez výrazných extrémů.

Za chladné období hydrologického roku (měsíce listopad až květen) byl celkový srážkový úhrn 629,8 mm, dlouhodobý průměr pro toto období představuje 615,2 mm. V teplém období (červen až říjen) byl srážkový úhrn 564,5 mm, přičemž dlouhodobý průměr je 504,5 mm. Srážkově nejbohatším měsícem hydrologického roku bylo září s úhrnem 168,2 mm, měsícem s nejnižšími srážkami byl leden s úhrnem 54,0 mm. Výrazněji srážkově nadprůměrné byly také měsíce duben (158,1 mm) a říjen (134,3 mm). Naopak podprůměrné hodnoty byly zaznamenány v měsících červen, červenec a srpen, kdy srážkové úhrny nebyly navyšované, v jiných letech obvyklými, bouřkovými lijáky. Nejvyšší denní srážkový úhrn byl změřen 29. 10. 2017 (44,2 mm), jen mírně nižší byly denní srážkové úhrny zaznamenané 28. 4. 2017 (43,4 mm) a 17. 9. 2017 (42,4 mm).

Celková výška nového sněhu v hydrologickém roce 2017 byla v CE 103 cm. První sníh napadnul koncem listopadu, ovšem brzy roztál. Vydatněji sněžilo až v lednu, kdy výška sněhové pokrývky byla kolem 50 cm. Vzhledem k nízkým teplotám vzduchu, přerušovanými pouze nevýraznými otepleními, tato sněhová pokrývka vydržela do poloviny února. Poté se zvyšujícími se teplotami vzduchu počal sníh postupně odtávat, takže začátkem března byla již pouze nesouvislá vrstva v zastíněných polohách.

Celoroční odtok vody z povodí CE byl 604,5 mm, tedy mírně nižší než dlouhodobý roční průměr (632,7 mm). Průměrný roční specifický průtok byl 19,2 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup> (dlouhodobý průměr 1954–2017 je 20,1 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup>). Za chladné období hydrologického roku byl celkový odtok vody z povodí 441,4 mm (dlouhodobý průměr je 420,5 mm), za teplé období pak 163,1 mm (dlouhodobý průměr je 211,6 mm). Nejvyšší měsíční odtok byl v březnu (128,5 mm) v souvislosti s táním sněhu. Nejnižší pak v červenci a srpnu (8,1 mm a 8,6 mm). Nejvyšší denní průtok byl v CE 29. 4. 2017 (434,4 l.s<sup>-1</sup> s kulminací na 548,1 l.s<sup>-1</sup>).

Vodní bilance pro povodí CE je sestavena v tab. 1.

V hydrologickém roce 2017 byla průměrná roční teplota vzduchu na CE 6,7 °C a přesně se shodovala s dlouhodobou roční průměrnou teplotou za celé období měření.

Nejchladnějším měsícem byl v hydrologickém roce 2017 leden s průměrnou měsíční teplotou vzduchu -7,0 °C. Nejteplejším měsícem byl srpen, kdy průměrná měsíční teplota vzduchu byla 17,4 °C. Nejnižší průměrná denní teplota byla na CE zaznamenána 7. 1. 2017 (-20,2 °C), nejvyšší 2. 8. 2017 (24,2 °C). Nejnižší absolutní teplota byla naměřena 7. 1. 2017 (-23,7 °C) a nejvyšší 3. 8. 2017 (32,0 °C). V hydrologickém roce 2017 bylo na CE zaznamenáno 133 mrazových dnů ( $t_{\min} \leq -0,1$  °C) a 48 ledových dnů ( $t_{\max} \leq -0,1$  °C). Arktické dny, kdy maximální denní teplota je nižší než -10 °C, byly 3. V teplém období roku pak bylo zaznamenáno 33 letních dnů ( $t_{\max} \geq 25,0$  °C) a 5 tropických dnů s maximální teplotou nad 30 °C.

### Povodí Malá Ráztoka (MR)

V hydrologickém roce 2017 spadlo v povodí MR celkem 1270,1 mm srážek, tedy mírně více než je dlouhodobý roční průměr vypočtený z dat za roky 1954–2017, který představuje 1244,5 mm. Dle hodnocení vodnosti je možno označit hydrologický rok jako obvykle vodný. V chladném období hydrologického roku spadlo v povodí MR celkem 649,8 mm srážek (dlouhodobý průměr představuje 618,6 mm), za teplé období hydrologického roku byl srážkový úhrn 620,3 mm (dlouhodobý průměr je 627,5 mm).

Nejvyšší měsíční srážkové úhrny byly na povodí MR zaznamenány v září (251,0 mm) a dubnu (217,8 mm). Nejnižší v únoru (43,3 mm) a v lednu (58,2 mm).

V hydrologickém roce 2017 byl rozdíl v ročních srážkových úhrnech mezi povodími CE a MR necelých 6 % (dlouhodobě je tento rozdíl

okolo 10 %). Ačkoliv jsou obě povodí od sebe vzdálena vzdušnou čarou jen asi 10 km, projevuje se vliv srážkového stínu v tzv. Zadních horách (povodí CE).

Celková výška nového sněhu v hydrologickém roce 2017 byla v povodí MR 81 cm. Průběh sněžení byl obdobný jako na povodí CE, první sníh napadnul v polovině listopadu, výška sněhové pokrývky byla okolo 10 cm. Výrazněji sněžilo v lednu, kdy byla výška sněhové pokrývky mezi 25 cm v nižších částech povodí a 45 cm v hřebenových partiích. Se zvyšujícími se teplotami vzduchu od druhé poloviny února počal sníh postupně odtávat a začátkem března tak již byla pouze nesouvislá pokrývka ve vyšších a stinných polohách povodí.

Celoroční odtok vody z povodí MR byl 1004,7 mm, a byl tedy vyšší oproti dlouhodobému ročnímu průměru, který je 911,4 mm. Průměrný roční specifický průtok byl 31,9 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup> (dlouhodobý průměr 1954–2017 je 28,8 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup>). Za chladné období hydrologického roku byl celkový odtok vody z povodí 572,9 mm (dlouhodobý průměr je 556,3 mm), za teplé období pak 331,8 mm (dlouhodobý průměr je 355,4 mm).

Nejvyšší měsíční odtok byl v září (172,2 mm) a byl způsoben několikadenním intenzivním deštěm. Vysoké hodnoty měsíčního odtoku byly naměřeny v březnu (143,8 mm), dubnu (146,6 mm) a květnu (135,6 mm). Naopak odtokově nejslabší byly měsíce srpen (11,2 mm)

**Tab. 1.** Vodní bilance v hydrologickém roce 2017 pro povodí CE  
Water balance in hydrological year 2017 in CE experimental basin

Měsíc/ Month	Srážky/ Precipitation mm	Odtoková výška/ Outflow mm	Ztráta/ Loss mm	Celkový odtok/ Total outflow Q (m <sup>3</sup> )	Průměrný měsíční průtok/ Average monthly runoff Q (l/s)	Průměrný měsíční průtok/ Average monthly runoff q (l/s.km <sup>2</sup> )
XI	66,7	55,5	11,2	102 738,24	39,64	21,43
XII	115,0	49,3	65,7	91 177,92	34,04	18,40
I	54,0	28,5	25,5	52 738,56	19,69	10,64
II	87,6	48,0	39,6	88 758,72	36,69	19,83
III	72,9	128,5	-55,6	237 755,52	88,77	47,98
IV	158,1	71,3	86,8	131 898,24	50,89	27,51
V	75,5	60,2	15,3	111 421,44	42,99	23,24
VI	95,0	19,7	75,3	36 434,88	14,06	7,60
VII	76,4	8,1	68,3	14 999,04	5,60	3,03
VIII	90,6	8,6	82,1	15 819,84	5,91	3,19
IX	168,2	58,5	109,7	108 285,12	41,78	22,58
X	134,3	68,2	66,1	126 213,12	47,12	25,47
XI – V	629,8	441,4	188,4	816 488,64	44,67	24,15
VI – X	564,5	163,1	401,4	301 752,00	22,89	12,37
XI – X	1194,3	604,5	589,8	1 118 240,64	35,60	19,17

**Tab. 2.** Vodní bilance v hydrologickém roce 2017 pro povodí MR  
Water balance in hydrological year 2017 in MR experimental basin

Měsíc/ Month	Srážky/ Precipitation mm	Odtoková výška/ Outflow mm	Ztráta/Loss mm	Celkový odtok/ Total outflow Q (m <sup>3</sup> )	Průměrný měsíční průtok/ Average monthly runoff Q (l/s)	Průměrný měsíční průtok/ Average monthly runoff q (l/s.km <sup>2</sup> )
XI	111,8	103,8	8,0	215 585,28	83,17	40,06
XII	63,5	59,8	3,7	124 148,16	46,35	22,33
I	58,2	38,2	20,0	79 289,28	29,60	14,26
II	43,3	45,1	-1,8	93 700,80	38,73	18,66
III	71,5	143,8	-72,3	298 529,28	111,46	53,69
IV	217,8	146,6	71,2	304 447,68	117,46	56,58
V	83,7	135,6	-51,9	281 612,16	105,14	50,64
VI	77,5	46,5	31,0	96 534,72	37,24	17,94
VII	83,5	19,1	64,4	39 752,64	14,84	7,15
VIII	102,8	11,2	91,6	23 267,52	8,69	4,18
IX	251,0	172,2	78,8	357 566,40	137,95	66,45
X	105,5	82,8	22,7	171 849,60	64,16	30,91
XI – V	649,8	672,9	-23,1	1 397 312,64	75,99	36,60
VI – X	620,3	331,8	288,5	688 970,88	52,58	25,33
XI – X	1270,1	1004,7	265,4	2 086 283,52	66,23	31,87

a červenec (19,1 mm). Nejvyšší denní průtok byl v MR 23. 9. 2017 (638,0 l.s<sup>-1</sup>, s kulminací na hodnotě 769,0 l.s<sup>-1</sup>). Vodní bilance pro povodí MR je sestavena v tab. 2.

V hydrologickém roce 2017 byla průměrná roční teplota vzduchu v MR 6,7 °C, přičemž dlouhodobá průměrná roční teplota z dat naměřených v letech 1954–2017 je 6,9 °C. Teplotně nadprůměrné byly zejména měsíce březen, červen a srpen.

Nejchladnějším měsícem byl v hydrologickém roce 2017 leden s průměrnou měsíční teplotou vzduchu -5,3 °C. Nejteplejším měsícem byl srpen s hodnotou 16,8 °C. Nejnížší průměrná denní teplota byla v MR zaznamenána 8. 1. 2017 (-17,9 °C), nejvyšší 11. 7. 2017 (23,7 °C). Nejnížší absolutní teplota byla naměřena 8. 1. 2016 (-19,1 °C), nejvyšší 29. 6. 2017 (30,2 °C). V hydrologickém roce 2017 bylo na stanici Palouček v MR zaznamenáno 114 mrazových dnů ( $t_{\min} \leq -0,1$  °C), 32 ledových dnů ( $t_{\max} \leq -0,1$  °C) a 2 arktické dny, kdy maximální denní teplota je pod -10 °C. V teplém období roku bylo zaznamenáno 33 letních dnů ( $t_{\max} \geq 25,0$  °C) a 7 tropických dnů s maximální teplotou nad 30 °C.

## DISKUSE A ZÁVĚR

V hydrologickém roce 2017 byly hodnoty srážek i odtoků v obou beskydských povodích velice blízké hodnotám svých dlouhodobých ročních průměrů. Rozložení srážek během roku bylo rovnoměrné a nebyla zaznamenána delší bezsrážková období. V teplém období hydrologického roku nebyly srážkové úhrny výrazněji navyšovány bouřkovými lijáky, hodnoty měsíčních srážkových úhrnů v červnu, červenci a srpnu tak byly podprůměrné. Měsícem s nejvyšším srážkovým úhrnem bylo na obou povodích září, kdy zejména v MR byl měsíční srážkový úhrn výrazně nadprůměrný. Bohatě na srážky byly dále měsíce duben a říjen.

Jarní zvýšení odtoků vlivem tání sněhu se počalo projevovat na přelomu února a března, kdy hodnoty průměrných měsíčních odtoků na obou povodích byly vyšší než jejich dlouhodobé průměry. V následujících měsících však odtoky na obou povodích poklesly pod hodnoty dlouhodobých průměrů (v červnu, červenci a srpnu byly výrazně podprůměrné). Nad hodnoty dlouhodobých průměrů se zvýšily až v září a říjnu.

Průměrná roční teplota vzduchu v hydrologickém roce 2017 byla na obou povodích shodně 6,7 °C, na CE se tak přesně shodovala s hodnotou dlouhodobého průměru a v MR byla pouze o 0,2 °C nižší. Teplotně nadprůměrné byly zejména měsíce březen a srpen, podprůměrné teploty byly na obou povodích naměřeny v lednu, kdy byly zaznamenány minimální hodnoty teploty vzduchu až -23,7 °C.

Dlouhá doba měření a sledování prvků vodní bilance přispívá k hlubšímu poznání a vysvětlení vzájemných interakcí jednotlivých prvků srážko-odtokového procesu v prostředí lesního ekosystému (CHANG 2013). V dalším pokračování výzkumu je záměrem zachovat stávající metodiku měření s cílem přiblížit délku řad měření době obměty porostů. I přes razantní obnovní postupy v počátcích experimentu, vycházející ze zadání a metodiky výzkumu, nedošlo k naplnění původních předpokladů, ani k jednoznačně prokazatelným změnám v odtokových poměrech (BÍBA et al. 2001). Přirozená retenční schopnost lesů je limitována a při vydatných srážkách ani les v téměř přírodním stavu není schopen vzniku povodní zabránit. Ve fázi obnovy porostů je důležité včasným zajištěním kultur udržet příznivé vlastnosti lesní půdy s vysokou infiltrační schopností. To nejlépe zajistí maloplošné, přírodě blízké hospodaření, při kterém je půdní povrch narušován erozí pouze minimálně.

## Poděkování:

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0118.

## LITERATURA

- BÍBA M., CHLEBEK A., JAŘABÁČ M., JIŘÍK J. 2001. Les a voda – 45 let trvání vodohospodářského výzkumu v Beskydech. Zprávy lesnického výzkumu, 46: 231–238.
- BROWN A.E., ZHANG L., McMAHON T.A., WESTERN A. W., VERTESSY R.A. 2005. A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. *Journal of Hydrology*, 310: 28–61. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2004.12.010
- CHANG M. 2013. *Forest hydrology: an introduction to water and forests*. Boca Raton, CRC Press: 569 s.
- CHLEBEK A., JAŘABÁČ M. 1995. 40 let lesnicko-hydrologického výzkumu v Beskydech 1953–1993. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 29 s. *Lesnický průvodce 2/1995*.
- KREŠL J. 2001. *Hydrologie*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 128 s.

## EVALUATION OF THE HYDROLOGICAL YEAR 2017 IN EXPERIMENTAL BASINS ČERVÍK AND MALÁ RÁZTOKA, THE MORAVIAN-SILESIA BESKIDS, CZECH REPUBLIC short communication

### SUMMARY

This contribution presents values of water balance for the hydrological year 2017 in two small forested experimental basins Červík (CE) and Malá Ráztoka (MR) in the Moravian-Silesian Beskids (Czech Republic). Both basins have been monitored since 1<sup>st</sup> November 1953; which means one of the longest hydrological investigations in Europe. Research has been focused on the effects of forest management on the hydrological regime with respect to different geological, orographic and vegetation conditions in both basins.

For the compilation of the annual water balance, accurately measured precipitation and outflows using a combination of several methods are very important. Air temperature and humidity, sunshine duration and intensity, and some other meteorological values have been also measured. In both basins total year precipitation as well as outflow reached nearly their long-term averages. The annual precipitation totalled 1194.3 mm (long-term average is 1119.3 mm) and 1270.1 mm (long-term average is 1244.5 mm) in CE and MR basins, respectively. Total rainfall in the warm period of the hydrological year was not significantly increased by pouring rains so the monthly rainfall values in June, July and August were below average. The highest rainfall was recorded in September, especially in MR it was highly above average (251 mm). Above average rainfall values were also recorded in April and October. Total year outflow in CE was 604.5 mm, slightly lower than the long-term annual average (632.7 mm). The average annual specific flow rate was 19.2 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup> (long-term average 1954–2017 is 20.1 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup>). During the cold period of the year, the total outflow was 441.4 mm (long diameter is 420.5 mm), in the warm period it was 163.1 mm (long diameter is 211.6 mm). The highest monthly outflow was in March (128.5 mm) due to the snow melting. The lowest was in July and August (8.1 mm and 8.6 mm). The highest daily flow rate happened on 29th April 2017 (434.4 l.s<sup>-1</sup> with a peak of 548.1 l.s<sup>-1</sup>). Total year outflow in MR basin was 1004.7 mm, so it was mildly higher than the long-term annual average (911.4 mm). The average annual specific flow rate was 31.9 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup> (long-term average 1954–2017 is 28.8 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup>). During the cold period of the hydrological year total outflow was 572.9 mm (long-term average 556.3 mm), while in the warm period it was 331.8 mm (long-term average 355.4 mm). The highest monthly outflow was in September (172.2 mm) and was caused by heavy rain for several days. High monthly outflow values were measured in March (143.8 mm), April (146.6 mm) and May (135.6 mm), the lowest were in August (11.2 mm) and July (19.1 mm). The highest daily flow rate occurred in MR on 23rd September 2017 (638.0 l.s<sup>-1</sup>, with a peak of 769.0 l.s<sup>-1</sup>). Water balance for the watershed CE is shown in Tab.1, and for MR in Tab. 2. The average annual air temperature in both watersheds was 6.7°C (long-term average is 6.7°C in CE and 6.9°C in MR). The above-average temperatures were measured in March and August, below-average temperatures in January, when minimum air temperatures were -23.7°C.

*Zasláno/Received: 23. 07. 2018*

*Přijato do tisku/Accepted: 02. 10. 2018*

