

# REÁLNÉ DOPADY SUCHA V LETECH 2015 A 2016 NA PODZEMNÍ VODY

R.Vlnas, L. Černá, A. Vizina, F. Pešek

Příspěvek se zabývá dopady sucha na podzemní vody z hlediska režimu pramenů, mělkých a hlubokých vrtů pozorovací sítě ČHMÚ. Režim podzemních vod je zpracován s ohledem na dosažené minimální hladiny a vydatnosti a na průběh indikátorů sucha. Důraz je kladen na odlišnosti projevů sucha v pánevních strukturách a v horninách krystalinika.

## Úvod

Sucho, které postihlo ČR v roce 2015, bylo mimořádné a celospolečensky široce diskutované. Tato suchá epizoda se postupně projevila výskytem všech typů sucha a širokým spektrem jeho dopadů. Hodnocení jejího průběhu uvádí zpráva ČHMÚ (2015). Vzhledem k absenci zřejmých projevů klimatického a půdního sucha a jejich dopadů na vegetaci bylo již podstatně méně pozornosti věnováno propagaci sucha v povrchových a podzemních vodách i v roce 2016.

## Data

Cílem bylo postihnout rozdíly ve vývoji mělkých zvodní a hlubších, především pánevních, struktur. Za tím účelem byly zpracovány tři typy dat: (a) mělké zvodně jsou charakterizovány režimem mělkých vrtů, (b) přechod mezi mělkými a hlubšími zvodněmi reprezentuje režim pramenů a (c) hluboké zvodně jsou charakterizovány hlubokými vrty. Jednotlivé objekty byly za účelem snazší numerické a grafické reprezentace plošně agregovány do skupin, které pro mělké vrty a prameny představuje vrstva povodí používaná v ČHMÚ pro hodnocení stavu sucha v podzemních vodách (ČHMÚ, 2017a) a pro hluboké vrty vrstva skupin vybraných hydrogeologických rajonů (ČHMÚ, 2017b).

Pro zpracování byly využity časové řady vydatnosti 134 pramenů a stavu hladiny vody 190 mělkých vrtů a 75 hlubokých vrtů hlásné sítě ČHMÚ v období let 1991–2016 v denním nebo týdenním kroku. Tyto hodnoty byly agregovány do průměrných měsíčních hodnot.

## Metoda

Pro vyjádření režimu objektů podzemních vod byla aplikována Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha (Vlnas *et al.*, 2015).

Pro hodnocení režimu objektů podzemních vod byly použity indikátory odvozené od Standardized Precipitation Index (*SPI*) (McKee *et al.*, 1993). Indikátor typu S vyjadřuje extremitu aktuálního stavu dané veličiny. *SPI* byl původně navržený pro analýzu srážkových úhrnů. Postup pro jeho stanovení lze však použít i pro jinou veličinu, v tomto případě pro vydatnost pramene nebo stav hladiny ve vrtu. Tato varianta indikátoru je značena jako *SGI* (Standardized Groundwater Index).

Indikátor porovnává stav podzemních vod s jejich dlouhodobým normálem pro konkrétní měsíc. Nejprve byly vypočteny agregované hodnoty (průměry) dané veličiny pro jednotlivé měsíce hodnoceného období. Pro umožnění jejich porovnání byly průměrné měsíční hodnoty standardizovány průměrem a směrodatnou odchylkou. Standardizované hodnoty byly dále agregovány do skupin v rámci příslušných povodí, resp. skupin vybraných hydrogeologických rajonů jako průměr množiny příslušných objektů

Poté byly pro tyto agregované hodnoty odhadnuty parametry distribuční funkce vhodného teoretického rozdělení, v tomto případě gamma rozdělení.

Toto šikmé rozdělení pravděpodobnosti bylo následně transformováno na standardní normální rozdělení se střední hodnotou rovnou nule a rozptylem rovným jedné, tedy tzv. z-rozdělení (nebo také standardní Gaussovo rozdělení).

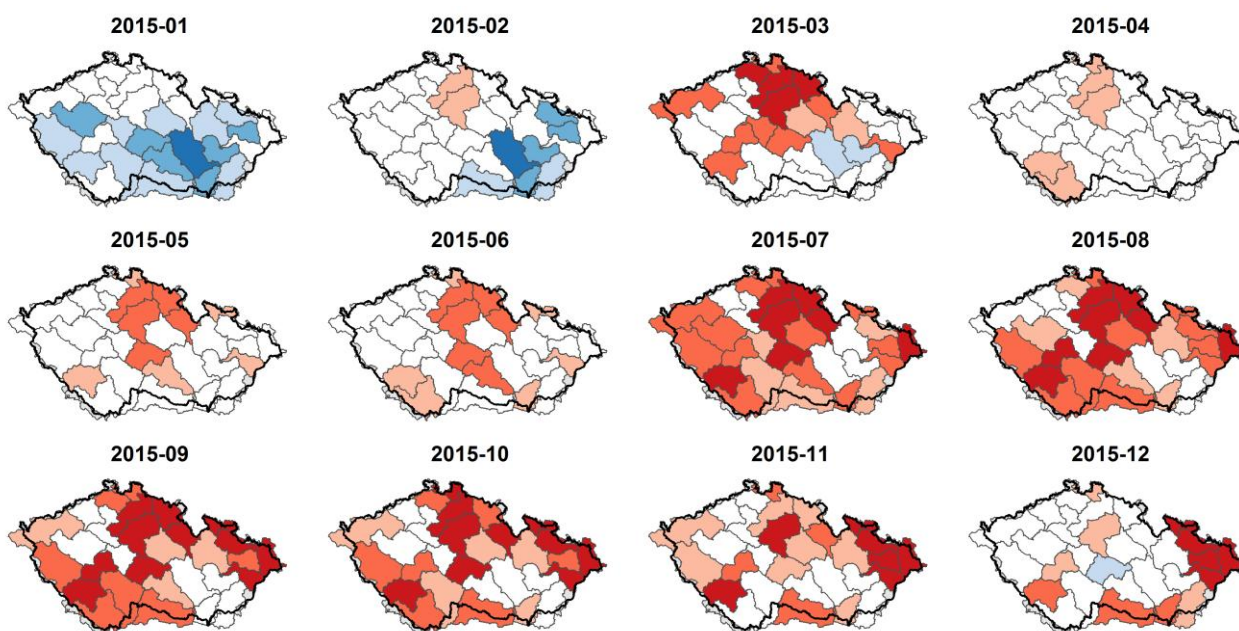
Transformace je prováděna tak, že se pomocí teoretické kvantilové funkce gamma rozdělení určí pravděpodobnosti výskytu empirických hodnot, které se dále pomocí kvantilové funkce standardního normálního rozdělení převedou zpět na kvantily, které představují hodnoty indikátoru

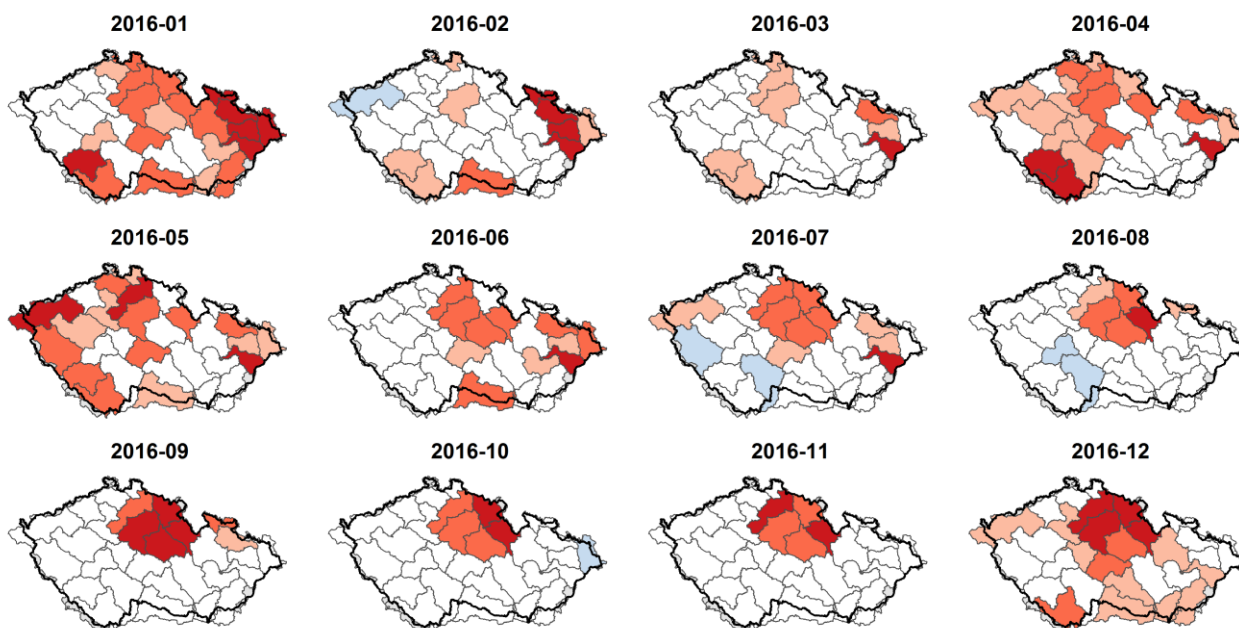
## SGI.

Tyto hodnoty indikátoru byly klasifikovány do sedmi kategorií, které určují charakter období, tři kategorie pro podnormální hodnoty (červená škála v grafech a mapách), tři pro nadnormální (modrá škála) a jedna pro hodnoty v mezích normálu (bílá). Šedá barva značí chybějící hodnoty. Oproti metodice (Vlnas *et al.*, 2015) bylo upraveno rozmezí kategorií v tom smyslu, že rozsah normálních hodnot je užší a kategorie vychýlené od normálu jsou posunuty blíže normálu. Došlo tak ke zdůraznění hodnot odlehlých od normálu. Důvodem k tomuto kroku byla kompatibilita kategorií používaných v současné době v ČHMÚ při hodnocení sucha v podzemních vodách v mělkých vrtech v týdenním kroku (ČHMÚ, 2017a) a tedy možnost přibližného vzájemného srovnání map uváděných v tomto vyhodnocení a v týdenní zprávě ČHMÚ o hydrometeorologické situaci (hodnocení pomocí empirických kvantilů).

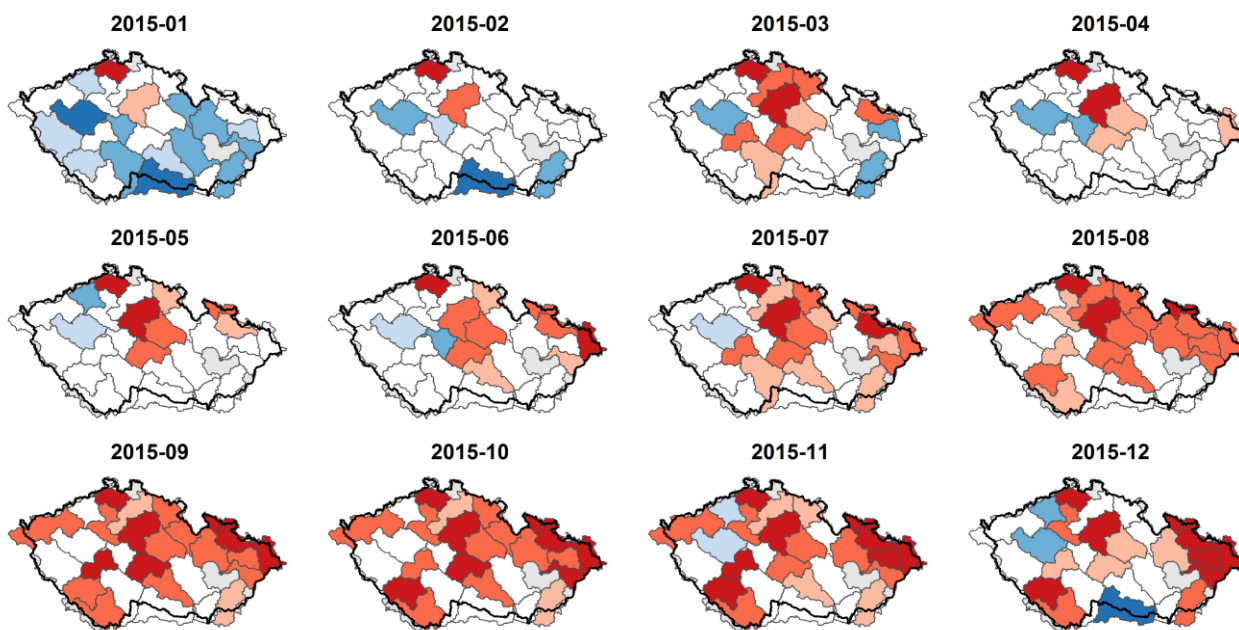
## Výsledky

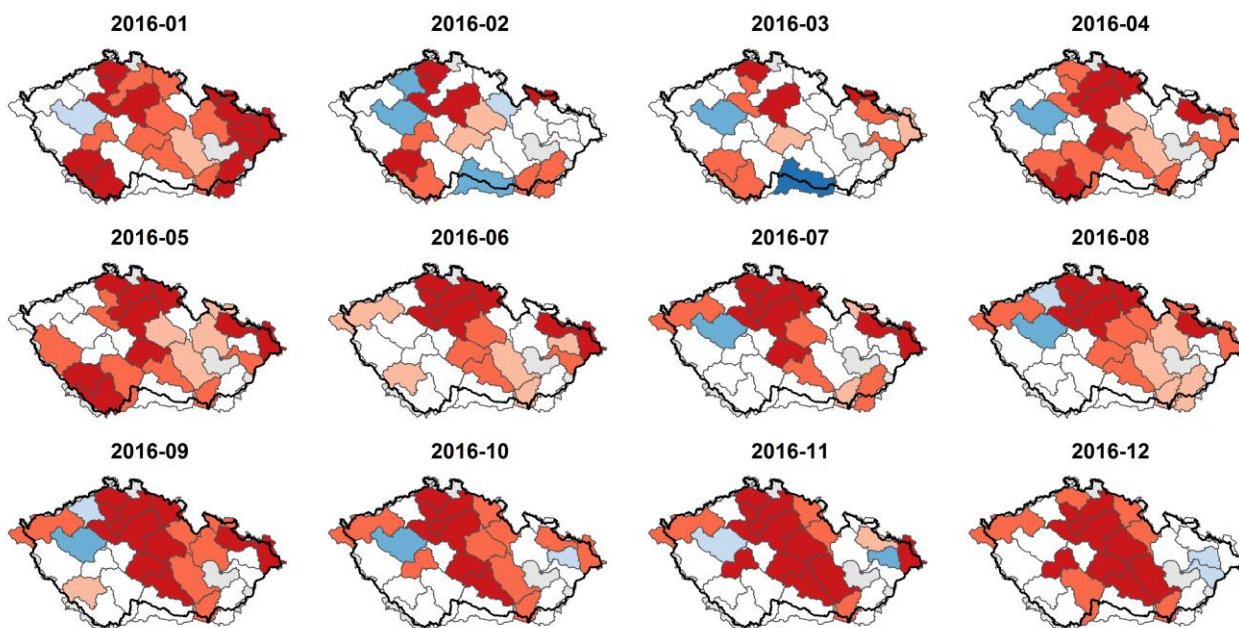
Obecně se má za to, že na konci roku 2015 již suchá epizoda skončila (ČHMÚ, 2015). Hodnocení stavu podzemních vod ukázalo, že v povodích hodnocených pomocí sítě mělkých vrtů sucho pokračovalo především na severní Moravě, a to až do léta 2016, podle vydatnosti pramenů až podzimu (Obr. 1 a 2). Mezitím se od jara 2016 vyvinula další suchá epizoda v mělkých vrtech zpočátku v jihozápadních, stále více pak již ve východních Čechách, kde až mimořádné sucho trvalo až do konce roku. Podobná situace nastala i u vydatnosti pramenů. Poklesy vydatnosti však byly ještě vyšší než u vrtů a plošně rozsáhlejší, takže se postupně týkaly celého pásu od severovýchodních Čech až na jižní Moravu.





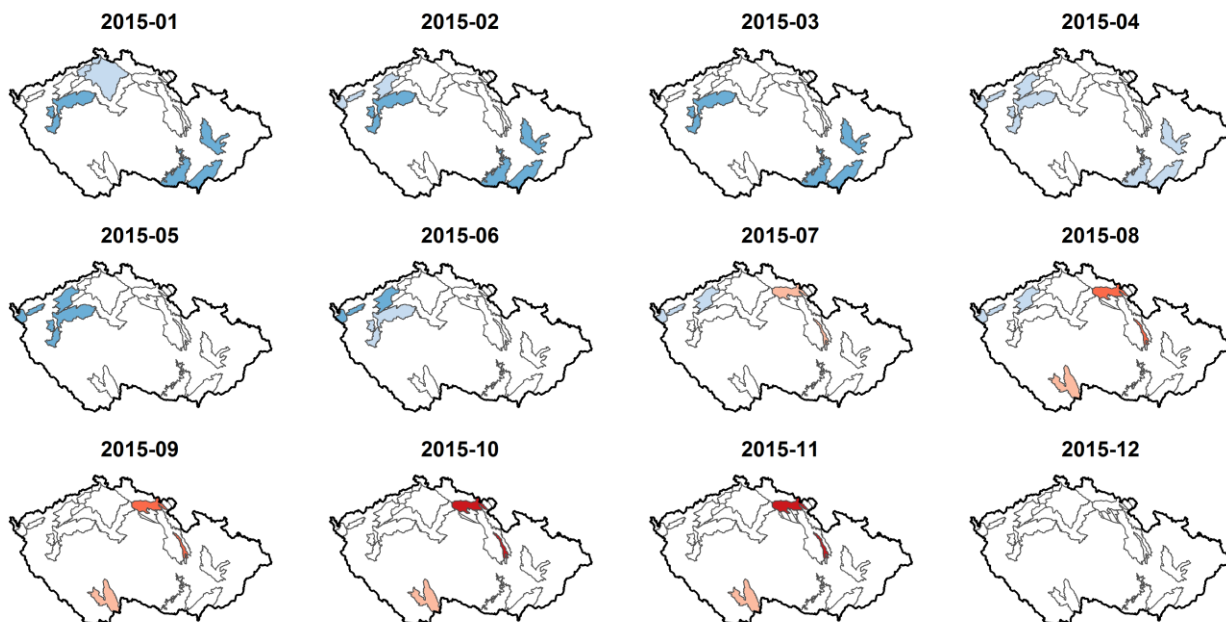
Obr. 1 Stav hladiny v povodích hodnocených pomocí mělkých vrtů



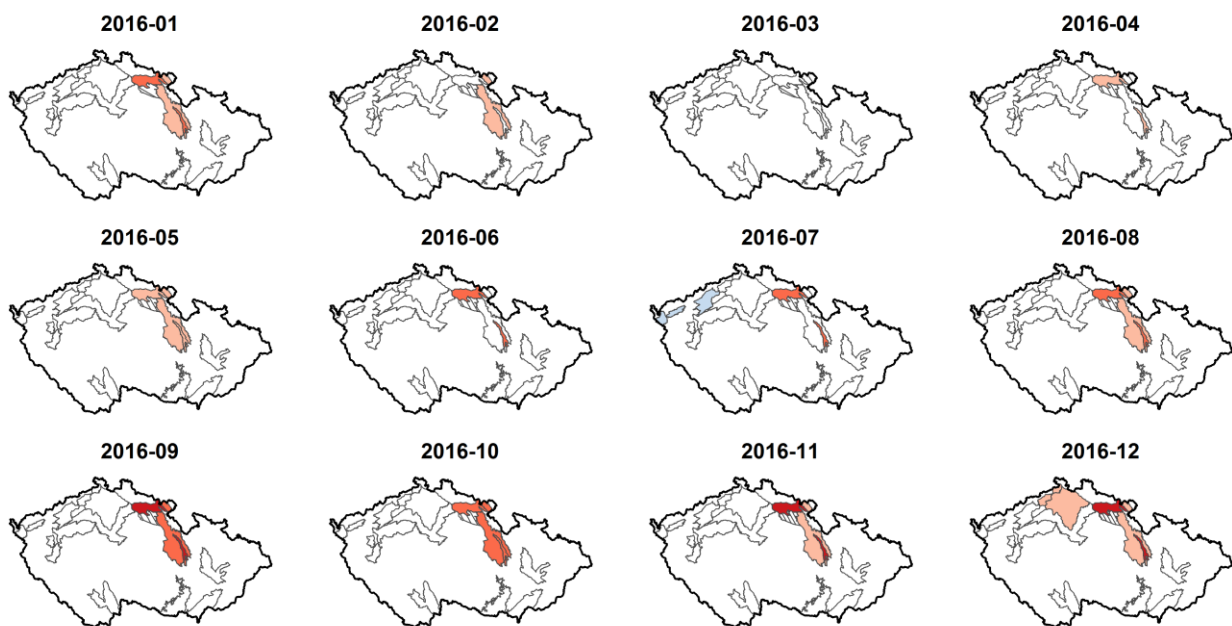


Obr. 2 Hodnocení vydatnosti pramenů v povodích

Jak je zřejmé z Obr. 3, odolávají hluboké pánevní struktury bezprostřednímu deficitu srážek podstatně lépe. V roce 2015 tak bylo zaznamenáno mimořádné sucho pouze v permokarbonu východních Čech, jen mírné sucho v jihočeských pánvích. V permokarbonu východních Čech se během roku 2016 až mimořádné sucho rozvíjelo opět zhruba od jara a trvalo i na konci roku. Od léta 2016 až do konce roku se až silné sucho projevilo v oblasti východočeské křídly. Ostatní hodnocené struktury byly po celý rok 2016 v mezích normálu.







Obr. 3 Hodnocení stavu skupin především pánevních hydrogeologických rajonů hodnocených pomocí hlubokých vrtů

Propagace suché epizody roku 2015 do následujícího roku je zřejmá také z výčtu historicky zaznamenaných minimálních stavů hladiny v mělkých vrtech a vydatnosti pramenů ve vybraných suchých letech. Nejvíce minim v mělkých vrtech bylo zaznamenáno v roce v letech 2014 (jaro) a 2015 (léto, podzim), řada minim však také během roku 2016. Podle hodnocení minim vydatnosti pramenů jsou roky 2015 a 2016 plně srovnatelné. V roce 2015 bylo zaznamenáno více minim u mělkých vrtů než u pramenů, v roce 2016 tomu bylo naopak.

Ukazuje se, že výrazné klimatické projevy sucha v roce 2015 se v krátkodobé (roční) perspektivě projeví nejvíce u mělkých vrtů, příp. pramenů, ve víceletém vývoji pak u pramenů a pouze části hlubokých vrtů monitorujících hlubší a především mocnější zvodně.

Tab. 1 Historicky minimální stavy hladiny v mělkých vrtech ve vybraných suchých letech [%]

rok	2016	2015	2014	2006	2003	1998	1993	1992	1991	1984
leden	20	1	3	1	0	1	3	1	3	13
únor	11	1	6	3	0	2	5	2	16	12
březen	4	4	<b>22</b>	3	0	2	6	3	17	17
duben	4	2	<b>29</b>	1	2	3	7	2	16	10
květen	8	3	12	1	0	8	11	1	9	6
červen	6	10	7	0	2	4	15	2	5	7
červenec	6	<b>23</b>	6	2	4	3	11	3	3	4
srpen	2	<b>23</b>	1	0	3	1	6	12	1	4
září	7	<b>24</b>	0	0	5	0	5	15	4	2
říjen	7	<b>22</b>	0	1	5	1	4	16	5	3
listopad	7	<b>23</b>	1	1	8	0	3	8	4	2
prosinec	12	12	3	1	8	0	3	2	7	3

Tab. 2 Historicky minimální vydatnosti pramenů ve vybraných suchých letech [%]

rok	2016	2015	2014	2006	2003	1998	1993	1992	1991	1984
leden	24	2	1	5	0	1	6	3	3	3
únor	12	2	3	8	0	3	7	5	7	8
březen	5	5	5	17	0	2	6	7	11	13
duben	9	3	20	1	1	5	5	2	16	5
květen	13	5	13	1	1	8	9	3	13	4
červen	12	7	9	1	2	7	9	3	9	3
červenec	10	13	4	1	7	7	7	4	7	2
srpen	10	14	3	1	8	6	8	5	3	3
září	17	14	0	1	7	3	8	4	3	1
říjen	12	19	1	1	5	3	8	5	6	1
listopad	16	16	1	0	7	1	5	5	7	0
prosinec	16	10	2	1	8	1	2	5	8	1

## Reference

ČHMÚ (2015) Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015. Český hydrometeorologický ústav, Praha, prosinec 2015, 160 pp. [online, cit. 2017-02-24]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho\\_2015-predbezna\\_zprava\\_CHMU.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho_2015-predbezna_zprava_CHMU.pdf)

ČHMÚ (2017a) Týdenní hodnocení. Český hydrometeorologický ústav, Praha [online, cit. 2017-02-24]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Melke\\_vrty.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Melke_vrty.html)

ČHMÚ (2017b) Stav podzemních vod. Český hydrometeorologický ústav, Praha [online, cit. 2017-02-24]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/hydrologicka-situace/stav-podzemnich-vod>

McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. (1993) The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Anaheim (CA), 17–22 January 1993, 179–184.

Vlnas, R. *et al.* (2015) Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v.v.i., Praha, 18 pp, [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://sucho.vuv.cz/sucho/koncepce-a-metodiky/metodika-indikatory-sucha/>

Adresa autora:

Ing. Radek Vlnas

VUV T.G.M

Podbabská 2582/30

160 00 Praha, Dejvice

[RadekVlnas@vuv.cz](mailto:RadekVlnas@vuv.cz)