

## **Hodnocení výskytu sucha v České republice Minářovou vláhovou jistotou za období 1961-2017**

Reviews the occurrence of drought in the Czech Republic using Minar's  
moisture certainty within 1961-2017

*Jaroslav Střeščík, Jaroslav Rožnovský<sup>1,2</sup>, Petr Štěpánek<sup>1</sup>, Pavel Zahradníček<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno*

<sup>2</sup> *Mendelova univerzita v Brně*

### **Abstrakt**

Minářova vláhová jistota, spočtená z průměrné roční teploty vzduchu a celkového ročního srážkového úhrnu na dané stanici za daný rok, popisuje velikost přísunu a zásoby vláhy v daném roce a místě. Tyto hodnoty byly spočteny z dat na 292 stanicích rozložených po území ČR za období 57 let. Silně kolísají v jednotlivých letech a jsou velmi různé na různých stanicích. Jako velmi suché vycházejí pro většinu roků stanice především na jižní Moravě, zčásti v nížinách středních a severozápadních Čech, sporadicky i jinde. V průběhu let přibývá stanic silně suchých a oblast sucha se dále rozšiřuje směrem na střední Moravu a do středních a východních Čech, kde přibývá suchých stanic.

**Klíčová slova:** klimatická změna, srážky, sucho

### **Abstract**

Minar's moisture certainty, derived from the mean annual air temperature and the precipitation total on the given station in the given year, describes the volume of the water supplies and water stores in the given year and place. These values have been calculated from the data on 292 stations distributed over the territory of the Czech Republic during 57 years. They fluctuate very strongly in the individual years and differ considerably from station to station. Very dry stations in the most years are located on the South Moravia, partially in Central and North-West Bohemian lowlands, sporadically in other localities. During the years the number of drought stations increases and the dry regions extent further into Central Moravia and Central and East Bohemia, where the number of dry stations increases.

**Keywords:** climatic change, precipitation, drought

## Úvod

O České republice se říká, že je střecha Evropy. Skutečně, žádná řeka kromě menších potůčků v pohraničí do ČR nevtéká, naopak z území ČR odtékají čtyři velké řeky: Labe, Morava, Odra a Nisa. Veškerý přísun vody obstarávají pouze atmosférické srážky. Tím je celá země silně závislá na množství srážek a každá změna se pak silně odráží na celkové vodní bilanci v krajině. Studium dlouhodobé změny je proto velmi aktuální.

Podnebí České republiky je dáno naší geografickou polohou. Po převážnou část roku u nás převládá vzduch mírného pásma, ale na našem území se projevuje v krátkých obdobích i vzduch tropický, ale také vzduch arktický. Číselné hodnoty klimatických prvků za období 1901 až 1950 jsou uvedeny v publikaci Podnebí ČSSR - Tabulky (1960). Mapové vyjádření klimatických prvků potom najdeme v Atlasu podnebí Československa (1958). Srovnáme-li jeho mapy s mapami příslušných klimatických prvků v Atlasu podnebí Česka (Tolasz et al., 2007) najdeme dílčí rozdíly, prokazatelně vzestup teploty vzduchu.

V posledních dvou desetiletích prokazují srážky vysokou dynamiku. Jsou jednak vysoké úhrny srážek, které vyvolávají plošné povodně, jak tomu bylo v letech 1997, 2002, a díky rychlému tání vysoké sněhové pokrývky i v roce 2006. V roce 2010 byly zaznamenány vysoké srážkové úhrny a výskyt mnoha lokálních povodní z přívalových dešťů. Ovšem v posledních dvou desetiletích roste četnost stavů sucha, které jsou vyvolány nízkými úhrny srážek hlavně během teplého půlroku (duben až září) s trváním od několika týdnů až po několik měsíců. Výskyty mimořádného sucha takřka na celém území ČR jsme zaznamenali v letech 2000, 2003, 2012, 2015 a 2017. Je nutné připomenout, že výskyty sucha jsou u nás nahodilé, a proto je velmi obtížně jejich výskyt předpovídat. Tímto se stávají o to škodlivější, protože přicházejí neočekávaně v různých ročních obdobích (Rožnovský et al. 2017).

Sucho je v podstatě výsledek bilance srážky výpar, na jeho projevy mají vliv také další meteorologické prvky. Výpar je složitý fyzikální proces a právě toto je příčinou, proč na rozdíl od mnoha meteorologických prvků je měření výparu náročné (Kříž, 1966). Údaje o výparu, ovšem jen z vodní hladiny, máme ze sítě stanic Českého hydrometeorologického ústavu. Mimo tuto síť je jen několik stanic, většinou s účelovým zaměřením (Buchtela, 2005). Ze srovnání např. s hodnotami evapotranspirace metodou FAO (Allen a Pruitt, 1991) vyplývá, že vztah není jednoznačný (Knozová et al., 2005). Pravidelné měření výparu z vodní hladiny zařízením GGI-3000 bylo v síti měřících stanic zahájeno v roce 1968, podobně na Slovensku (Lapin, 1977). V podstatě do roku 2011 byly přístroje GGI-3000 nahrazeny automatickými výparoměry EWM (Kohut, 2016). Významný vliv na evapotranspiraci mají půdy (Vopravil et al., 2010) a rostlinný pokryv, kdy se projevují i biologické vlastnosti rostlin (Novák, 1995).

Teplota vzduchu postupně během posledního století stále roste, v Evropě a severní Americe rychleji než je celosvětový průměr, a zdá se, že tento růst se stále zrychluje (Střeščík et al., 2014a). Z analýzy srážkových úhrnů za období 1961 až 2010 zjišťujeme jen nepatrnou dlouhodobou změnu ročních srážkových úhrnů na území ČR. Na některých stanicích je malý pokles, jinde nepatrný nárůst, tedy statisticky neprůkazné změny. Je však nutné zdůraznit, že úhrny srážek vykazují velké kolísání z roku na rok (Střeščík et al., 2014b).

V klimatologii najdeme mnoho různých indexů a ukazatelů, kterými je charakterizováno podnebí, včetně výskytů sucha. Pro agroklimatickou rajonizaci Československa to byl ukazatel zavlažení (Kurpelová et al., 1975). K dříve používaným indexům patří Minářova vláhová jistota, která byla překonána mnoha v současné době používanými metodami a výpočty, ale zabýváme se jí proto, abychom jejím výpočtem pro období od roku 1961 mohli vyhodnotit změny našeho podnebí a jeho postupnou aridizaci.

## **Materiál a metody**

Samotný údaj o ročních srážkových úhrnech a o jejich dlouhodobé změně neposkytuje dostatečné informace celkové vodní bilanci, mimo jiné o případném ohrožení suchem. Je třeba také vzít v úvahu teplotu vzduchu, protože při vyšší teplotě se více vody po dešti odpaří a o to méně se jí vsákne do půdy. Proto byly sestaveny jednoduché formule, či indexy, které shrnují informace o teplotě vzduchu i o srážkách. Zde se zmíníme jen o Langově dešťovém faktoru a Minářově vláhové jistotě (Sobíšek, 1993). Jejich autoři rovněž stanovili, jak interpretovat získané číselné hodnoty. Zde jsou uvedeny definice a interpretace získaných hodnot.

### **Langův dešťový faktor**

$$L = S/T$$

**T** je průměrná roční teplota vzduchu ve °C

**S** je celkový roční srážkový úhrn v mm

$L < 40$  aridní

$L = 40 - 50$  semiaridní

$L = 50 - 60$  semihumidní

$L = 60 - 160$  humidní

$L > 160$  perhumidní

### **Minářova vláhová jistota**

$$M = [ S - 30 ( T + 7 ) ] / T$$

**T** je průměrná roční teplota vzduchu ve °C

**S** je celkový roční srážkový úhrn v mm

$M < 0$ nejsušší rok na stanici	$M = 21 - 28$ mírně vlhký
$M = 0 - 7$ silně suchý	$M = 28 - 35$ středně vlhký
$M = 7 - 14$ středně suchý	$M > 35$ silně vlhký
$M = 14 - 21$ vyrovnaný	

Minářova vláhová jistota se liší od Langova dešťového faktoru tím, že v čitateli obsahuje jistou korekci celkového srážkového úhrnu. Smysl korekce je ten, že při vyšších teplotách vzduchu se více spadlé vody ihned odpaří, takže efekt je stejný, jako by bylo srážek méně. Číselně jsou pak hodnoty  $M$  menší než  $L$ . Korelace mezi  $L$  a  $M$  je vysoká a prakticky stačí používat jen jednu veličinu. V tomto příspěvku se omezíme jen na Minářovu vláhovou jistotu. Důvodem je jednak jemnější škála pro interpretaci spočtených hodnot, jednak zkušenost ukazuje, že škála pro  $M$  je „přísnější“ pro posuzování nebezpečí sucha. Často se totiž ukázalo, že z hodnot  $T$  a  $S$  spočtená hodnota  $L$  se interpretuje jako semihumidní, tedy bezproblémová, zatímco ze stejných hodnot spočtená hodnota  $M$  je považována za středně suchou, což již tak bezproblémové není.

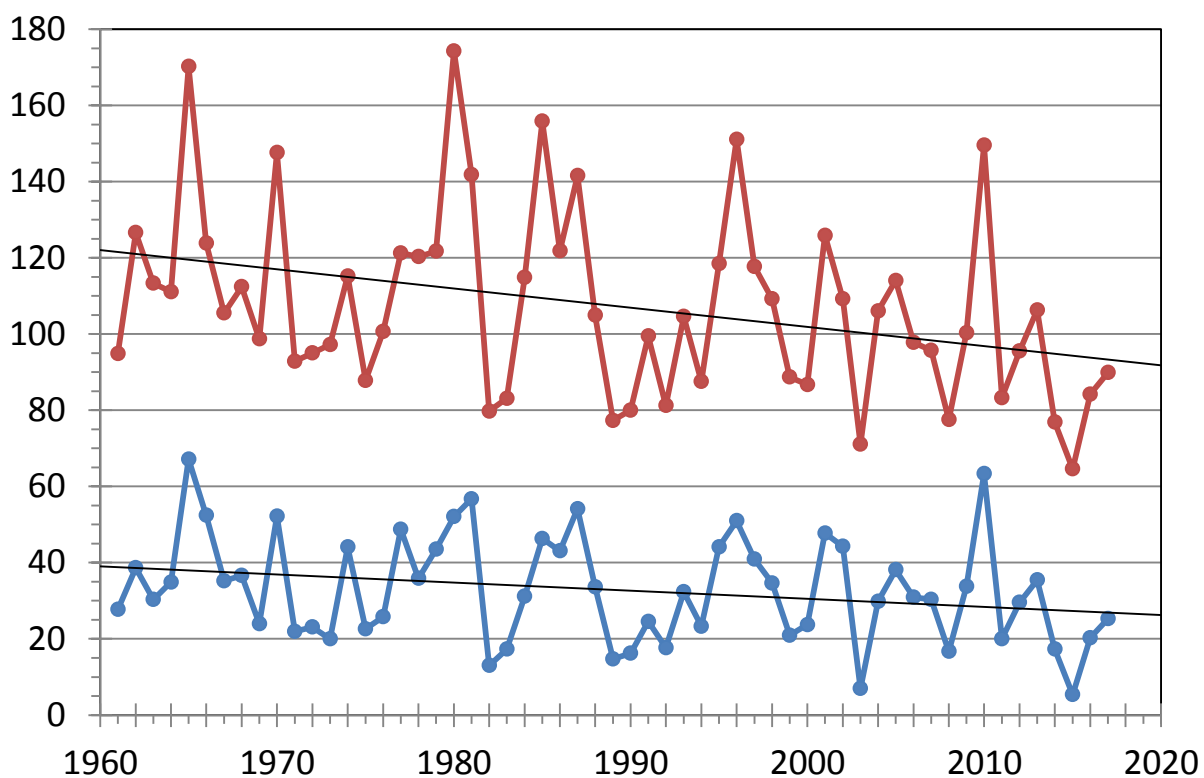
Obě veličiny jsou definovány pro stanice, kde hodnoty srážkových úhrnů a průměrných teplot vzduchu nabývají hodnot běžných v ČR a v okolí. Vzhledem k tomu, že teplota je ve jmenovateli, na stanicích na dalekém severu nebo vysoko v horách může být blízko nuly nebo i záporná a potom nabývají  $L$  a  $M$  neobyčejně vysokých hodnot, případně hodnot záporných, což stěží může mít nějaký smysl.

Shromáždili jsme průměrné měsíční teploty vzduchu a srážkové úhrny pro každý měsíc za roky 1961 až 2017, tedy 57 let, ze všech dostupných stanic v ČR, kde řada měření obou veličin byla nepřerušena. Celkem jsme takto získali data z 305 stanic. Na stanicích výše položených je průměrná roční teplota příliš nízká a tudíž hodnoty  $L$  a  $M$  až nesmyslně vysoké, tyto stanice s výškou nad 1000 m v počtu 13 jsme vyloučili. Posuzovány byly též případy, kde na území většího města pracují dvě nebo více stanic, není-li tato lokalita tímto způsobem uváděna dvakrát. Ukázalo se, že vzhledem k různorodému terénu jsou data z takových stanic dostatečně odlišná a proto tyto stanice byly ponechány.

## Výsledky

Spočítali jsme hodnoty Minářovy vláhové jistoty a Langova dešťového faktoru pro každý rok a pro každou stanici. Výsledné dvě tabulky obsahují po 57 sloupcích a 292 řádcích, což jistě přehledné není. Uvedme proto nejprve průměrné hodnoty spočtené ze všech stanic pro každý rok. Na obr. 1 je uveden dlouhodobý chod Langova dešťového faktoru společně

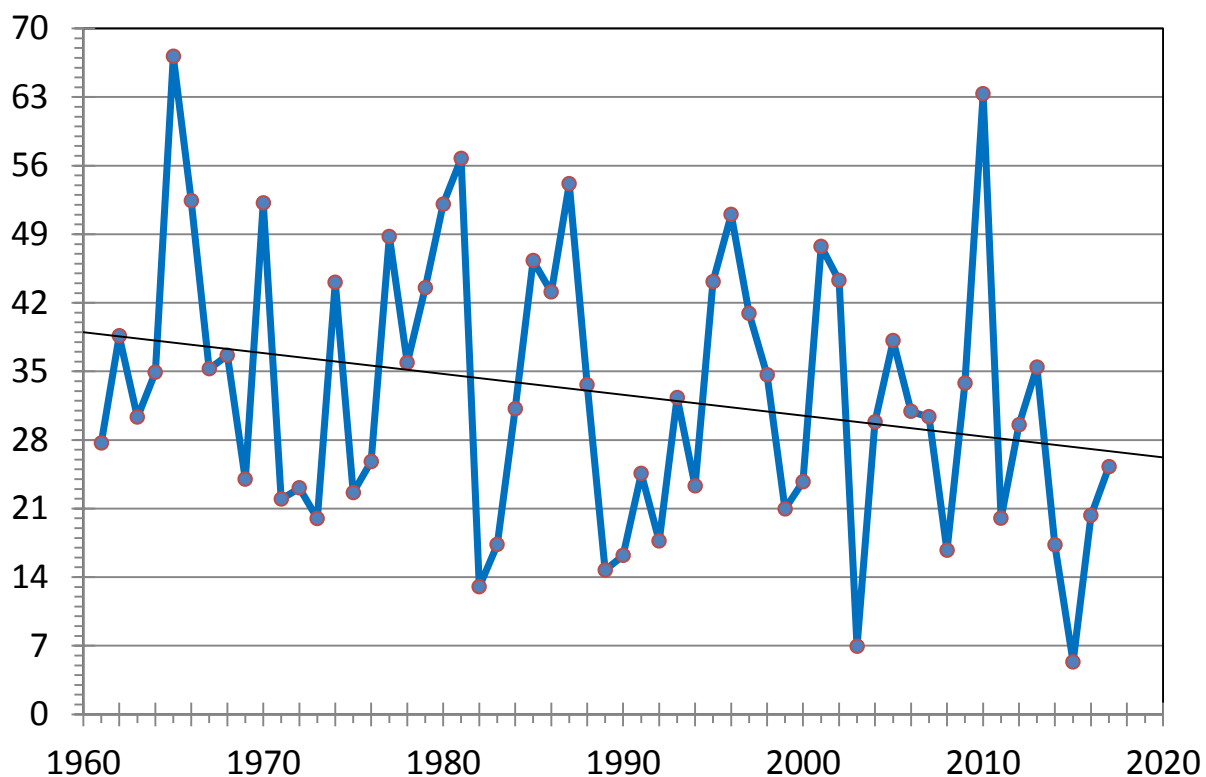
s Minářovou vláhovou jistotou jako průměry ze všech stanic. Obě křivky jsou si velice podobné, Langův faktor je samozřejmě posazen výše. Nápadné jsou velké rozdíly mezi jednotlivými roky. Běžně se nepravidelně střídají roky teplé a chladné stejně tak roky suché a vlhké. V dlouhodobém chodu teplot i srážkových úhrnů se tak objeví velké kolísání. Vyšší teplota vzduchu snižuje hodnotu M a L, stejně tak jako nižší srážkový úhrn. Teplejší roky bývají obvykle sušší a chladnější roky vlhčí, oba tyto faktory tak působí současně a proto je meziroční kolísání u M a L větší než pouze u teplot nebo srážek. Co se týče interpretace, např. velmi suchý rok 2003 byl podle hodnoty M silně suchý, zatímco podle L nebyl ani semiaridní, což ukazuje, jak Langův faktor je z hlediska posuzování sucha benevolentnější než Minářova vláhová jistota. Velká podobnost mezi průběhem L a M nás opravňuje používat jen jednu veličinu a tou bude Minářova vláhová jistota.



Obr. 1. Průměrné hodnoty Minářovy vláhové jistoty (dole, modře) a Langova dešťového faktoru (nahore, hnědě) spočtené ze sítě stanic v ČR pro každý rok.

Na obr. 2 je tentýž graf průměrných hodnot M s větším rozlišením. Vertikální škála a s ní související vodorovná mřížka vždy po sedmi jednotkách jsou voleny tak, že je na první pohled zřejmé zařazení do kategorie nejsušší, silně suché, středně suché atd. Neukazuje se, že Česká republika jako celek je ohrožena suchem. Jen ve dvou letech (2003 a 2015) hodnota M klesla pod 7, takže tyto roky v celostátním měřítku mohly být hodnoceny jako silně suché, jeden další rok (1982) byl středně suchý. Ostatní roky byly vyrovnané a vlhké. Pokud

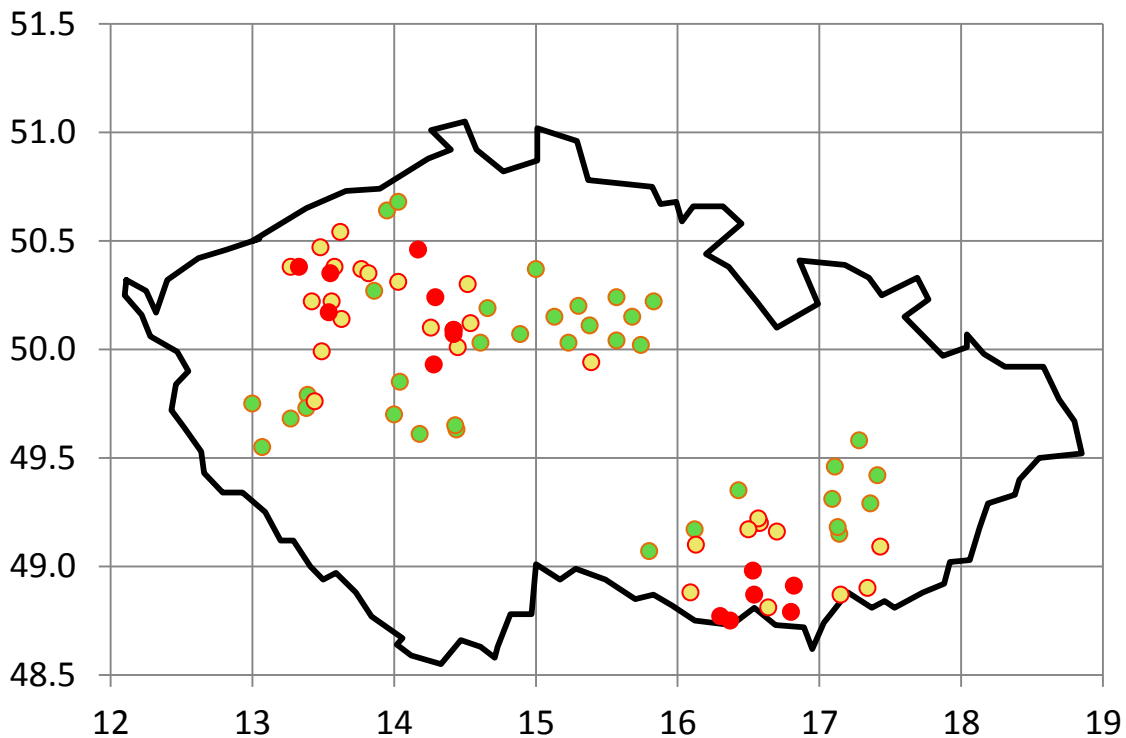
bychom ponechali horské stanice nad 1000 m, byl by ovšem celý graf posunut výše a naopak, kdybychom vynechali ještě další stanice (např. nad 800 m), byl by posunut níže. Na dlouhodobém trendu by se tím však nic nezměnilo.



Obr. 2. Průměrné hodnoty Minářovy vláhové jistoty spočtené ze sítě 292 stanic v ČR pro každý rok. Přidána regresní přímka ( $M = -0,208 R + 446$ , kde R je letopočet).

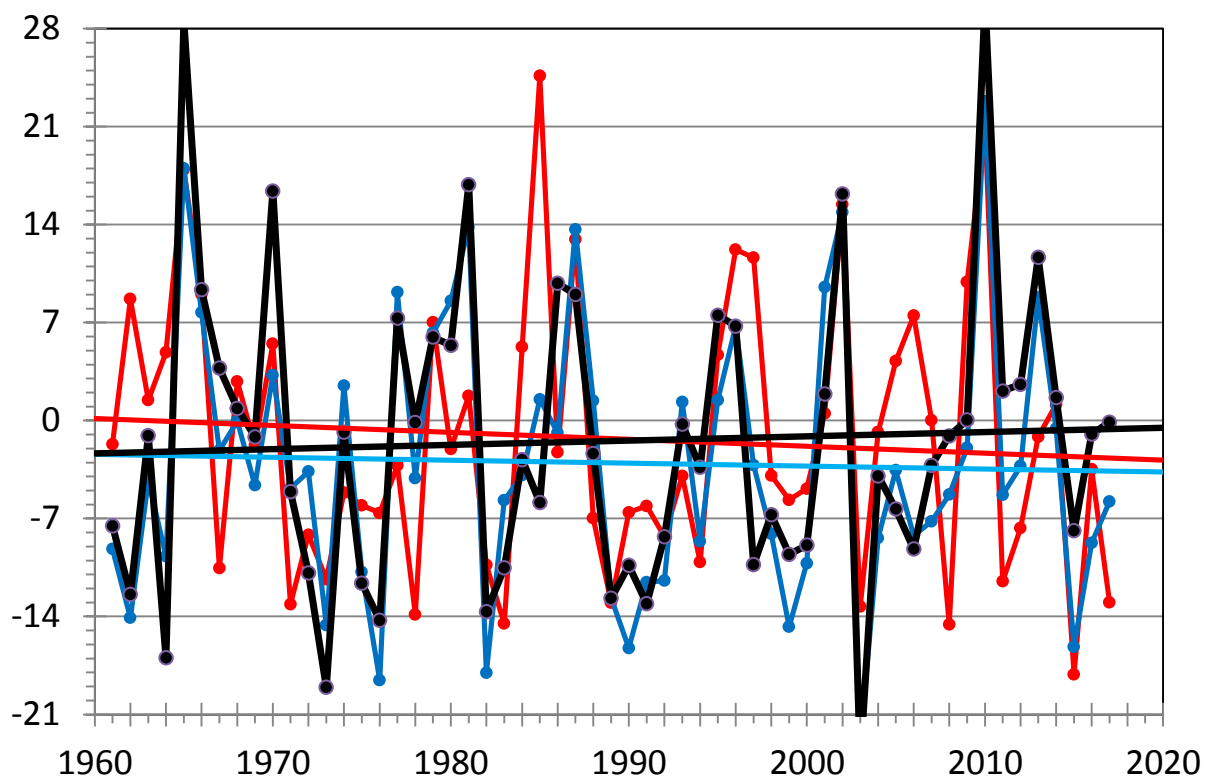
Dostatek vláhy v celostátním průměru ovšem zdaleka neplatí pro jednotlivé stanice ani pro jednotlivé regiony. Spočítali jsme průměrné hodnoty M pro každou stanicí za celé období 1961-2017. Klíma na celkem 14 stanicích lze hodnotit jako nejsušší, šest z nich leží na jižní Moravě (Brod nad Dyjí, Dyjákovice, Hevlín, Lednice, Velké Pavlovice a Pohořelice), dále mezi nejsušší patří ještě dvě stanice v Praze (Karlovo náměstí a Klementinum – vliv městského tepelného ostrova?), dvě v pražském okolí (Kralupy a Dobříš) a čtyři v severozápadních Čechách (Doksany, Žatec, Tušimice a Strojetic). Dalších 27 stanic jsou silně suché a 35 stanic středně suché. Přibližně třetina silně suchých a středně suchých leží na jižní Moravě, ostatní roztroušeně po dalším území střední Moravy a středních, severozápadních a východních Čech, s o něco větší koncentrací silně suchých v dolním Polabí a Pooří a Podkrušnohoří. Celkem jde přibližně o 26% ze všech stanic. Samozřejmě toto neplatí v každém roce, i na těch nejsušších stanicích jsou v některém roce srážky dostatečné,

takže takový rok pak zde není hodnocen jako suchý. Na těch „suchých“ stanicích ovšem takových roků není mnoho. Rozmístění stanic nejsušších, silně suchých a středně suchých na území ČR je nakresleno na obr. 3. Pokud se zdá, že na obrázku je nakresleno méně stanic, než je uvedeno v textu, je to tím, že některé jsou velmi blízko sebe a kotoučky se slévají.



Obr. 3. Rozložení stanic nejsušších a silně a středně suchých na území České republiky za období 1961-2017. Červené – nejsušší, žluté – silně suché, zelené – středně suché.

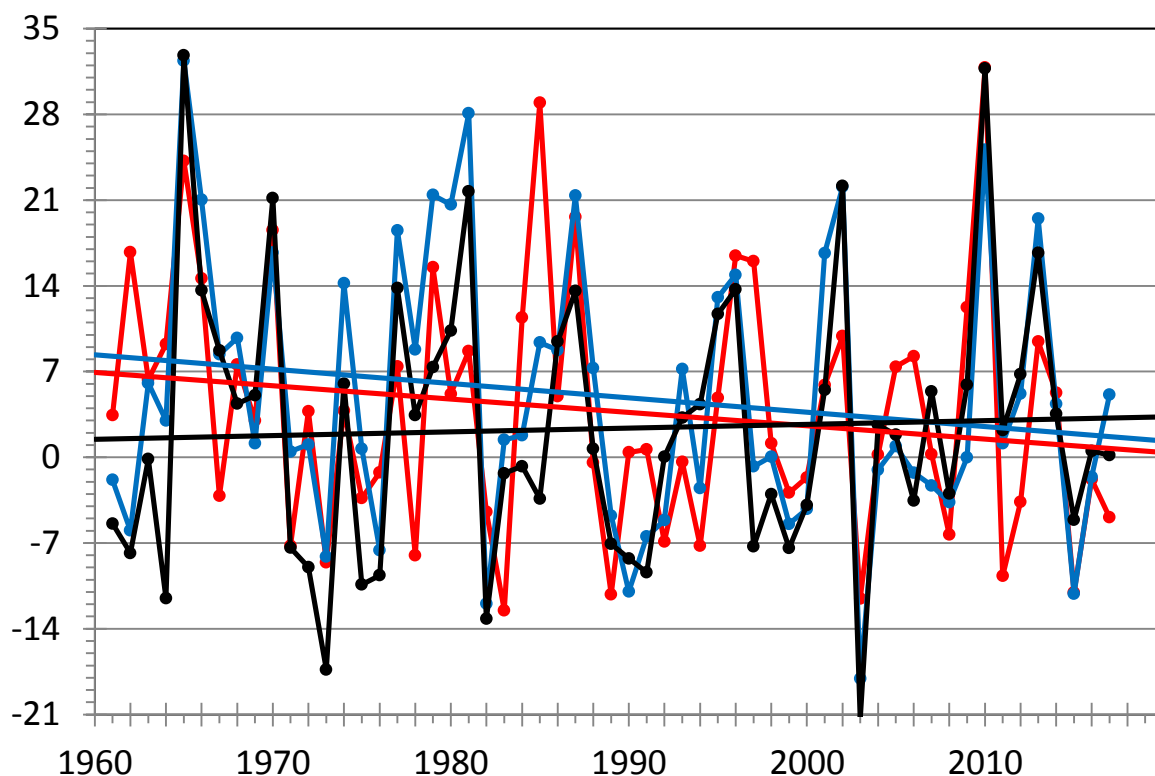
Na obr. 4 je ukázán průběh Minářovy vláhové jistoty pro výše uvedené nejsušší stanice zvlášť v jednotlivých regionech. Na rozdíl od celostátního průměru na obr. 2 zde regresní přímky jeví jen velmi nepatrnou dlouhodobou změnu a zůstávají po celou dobu v rozmezí pro nejsušší stanice. Stejný průběh platí i pro jednotlivé nejsušší stanice, na obrázku neuvedené. Dalo by se říci, že na nejsušších stanicích je vláhová jistota tak málo, že už není, co by mělo klesat. Zdá se, že severozápadní Čechy se nepatrně liší od ostatních regionů, zde naopak hodnota M stoupá, ale rozdíly jsou velmi malé.



Obr. 4. Průměrné hodnoty Minářovy vláhové jistoty spočtené pro každý rok pro nejsušší stanice v ČR v jednotlivých regionech, s regresními přímkami: jižní Morava (červeně, směrnice regresní přímkky =  $-0,05$ ), Praha a okolí (modře,  $-0,02$ ), SZ Čechy (černě,  $+0,03$ ).

Obdobně na obr. 5 je ukázán průběh Minářovy vláhové jistoty pro silně suché stanice ve stejných regionech. Na rozdíl od nejsušších stanic na obr. 4 zde regresní přímkky vykazují zřejmý pokles. Zůstávají sice stále v pásmu pro silně suché stanice, avšak na počátku období byly skoro u hranice se středně suchým pásmem a na konci se přiblížily k nejsuššímu. I zde je průběh M v severozápadních Čechách odlišný od průběhu v jiných regionech, rozdíly jsou však větší. V severozápadních Čechách mírně roste, zatímco jinde klesá. Že by se takto projevilo zlepšení kvality ovzduší po odsíření uhelných elektráren v 90. letech 20. století? Stejná zákonitost platí i pro jednotlivé stanice, na obrázku nezakreslené. Některé jsou posazeny o něco výše, jiné o něco níže. Pro některé stanice se tak může stát, že se druhá polovina (či více) grafu přesune do suššího pásma, a stejně tak i příslušná regresní přímkka. Velmi podobný obrázek vychází také pro stanice středně suché, včetně případného přesunutí části grafu do suššího pásma, jen celý graf je posunut výš. Regresní přímkky vykazují pokles stejně jako pro stanice silně suché, se stejnými rozdíly mezi regiony.





Obr. 5. Průměrné hodnoty Minářovy vláhové jistoty spočtené pro každý rok pro silně suché stanice v ČR v jednotlivých regionech, s regresními přímkami: jižní Morava (červeně, směrnice regresní přímkami =  $-0,11$ ), Praha a okolí (modře,  $-0,12$ ), SZ Čechy (černě,  $+0,03$ ).

Popsané průběhy s velkým kolísáním jsou lépe viditelné na grafech v podobě jakoby schodů, kde jsou místo regresních přímek nakresleny průměry za určité části sledovaného období, např. za 10, 20 či více let, mohou se i překrývat. Velké kolísání však při volbě kratších úseků zůstává a přehlednost se příliš nezlepší. Pokles hodnoty  $M$  za téměř 60 let je sice zřejmý, ale v průběhu let není stálý, tj. hodnota občas roste a pak zase stoupá. Je třeba proto volit úseky delší, je-li to možné. Jako nejpřehlednější a nejnázornější se ukázalo spočítat průměrné hodnoty  $M$  pro každou stanici za první a druhou polovinu sledovaného období, tedy 1961-1988 a 1989-2017. Některé číselné údaje pro úseky o délce 30 a 40 let a rozdělení na poloviny ukazuje Tabulka 1. Průměrné hodnoty  $M$  pro období 1989-2017 jsou nižší než pro období 1961-1988, protože však v jednotlivých letech je pokles doprovázen silným kolísáním z roku na rok, nedosahuje dostatečné statistické významnosti.

V každém období jsme dále určili počet stanic nejsušších, silně suchých a středně suchých. Při použití kratších intervalů je však změna poměrně malá a nejednoznačná, pouze při rozdělení celého období na poloviny je zvýšení počtu suchých stanic nepřehlédnutelné. Číselné údaje pro dělení celého období na dvě poloviny jsou uvedeny v Tabulce 2. Značně se

zvýšil počet stanic nejsušších a silně suchých. To vše samozřejmě na úkor stanic s bilancí původně vyrovnanou či dokonce mírně vlhkou.

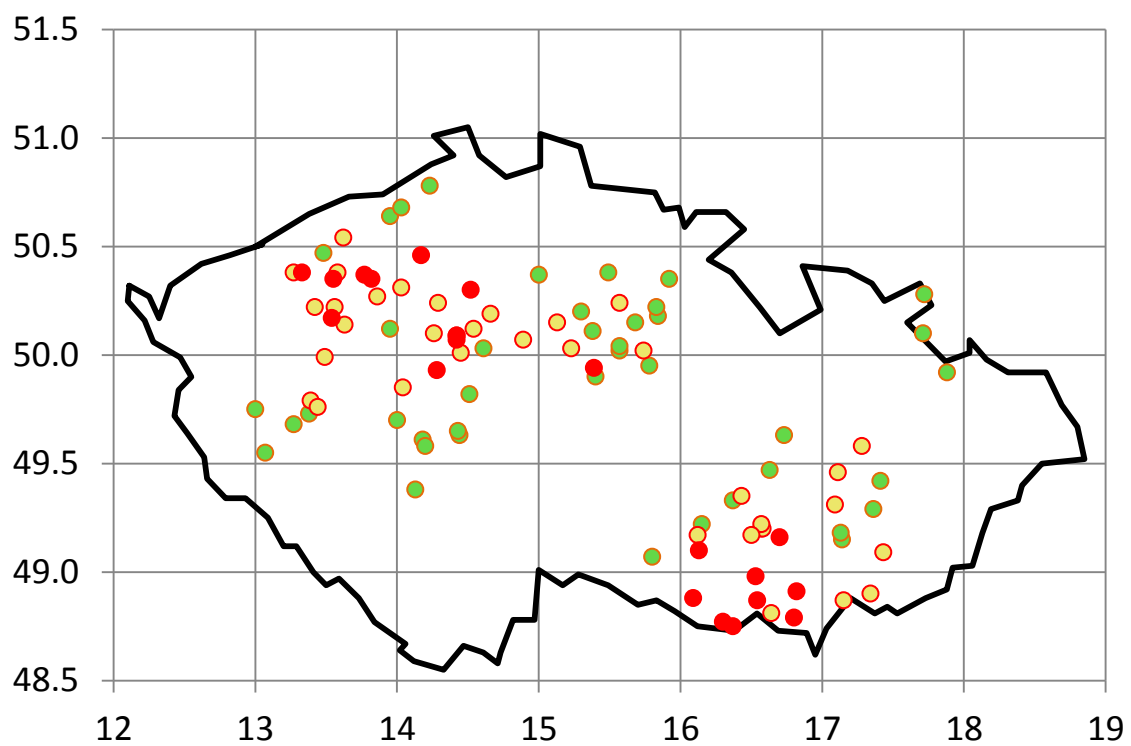
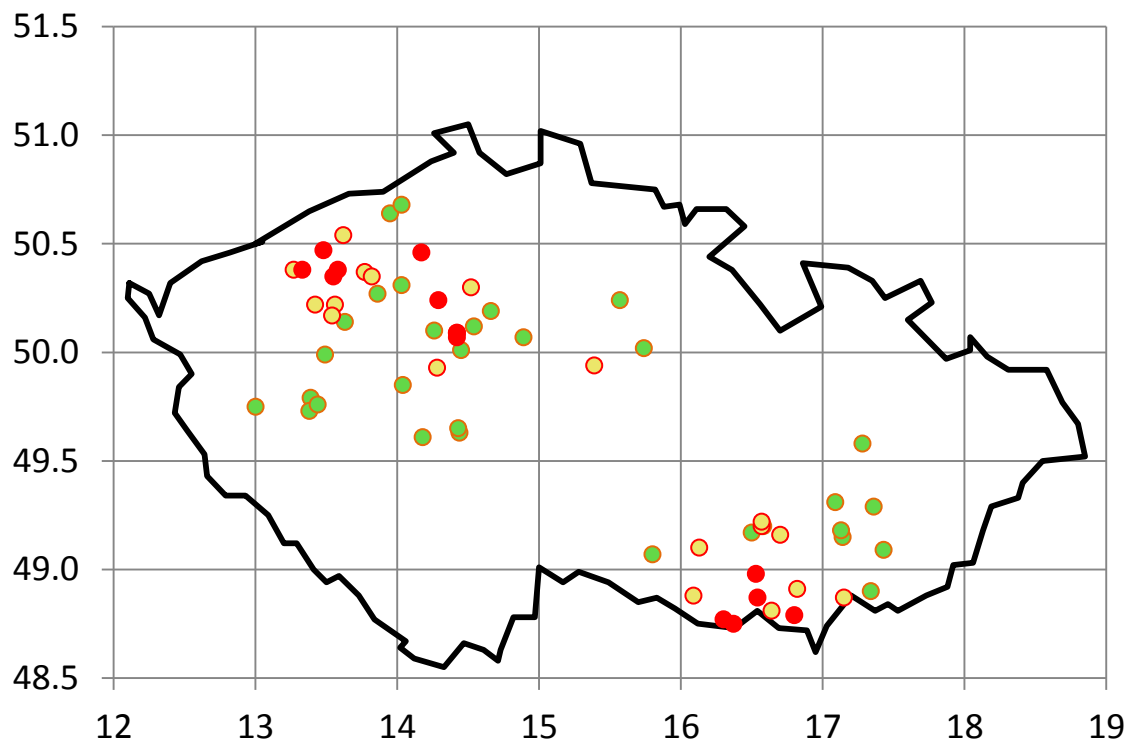
Tabulka 1. Průměrné hodnoty Minářovy vláhové jistoty v různě dlouhých obdobích.

Období	1961-2017	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2017
Průměrné M	32,8	35,4	32,6	32,7	30,0
Období	1961-2000	1971-2010	1981-2017	1961-1988	1989-2017
Průměrné M	34,4	33,0	30,7	36,9	28,9

Tabulka 2. Počty nejsušších, silně a středně suchých stanic v různých obdobích.

Období	1961-2017	1961-1988	1989-2017
Nejsušší	14	12	19
Silně suché	27	18	34
Středně suché	35	28	36

Rozložení stanic s různým stupněm suchosti a jeho změnou na území ČR je nakresleno na obr. 6. V porovnání s rozložením stanic pro celé období 1961-2017 (obr. 3) v období 1961-1988 mezi nejsuššími stanicemi ještě nebyly Velké Pavlovice, Dobřichovice a Strojetic, naopak byla zde stanice Žatec-Velemyšleves, která v seznamu pro celé období není. V období 1989-2017 se vrátily Velké Pavlovice a Dobřichovice, přibyly ještě Brno-Tuřany, Dukovany, Kuchařovice, Chotusice, Louny, Lenešice a ubyly Kralupy. Přírůstek silně a středně suchých je ještě větší. Počet těchto stanic se šíří směrem na střední a severní Moravu, v Čechách do středního Povltaví a na Plzeňsko, nejvíce však do středního Polabí a východních Čech až po Hradecko, Pardubicko a Jičínsko. Žádné suché stanice nejsou doposud na severní a severovýchodní Moravě s výjimkou Opavska, dále v jižních Čechách, na Vysočině, na Karlovarsku a Liberecku.



Obr. 6. Rozložení stanic nejsušších a silně a středně suchých na území České republiky v první polovině (1961-1988, nahoře) a ve druhé polovině (1989-2017, dole) sledovaného období. Červené – nejsušší, tmavě žluté – silně suché, světle zelené – středně suché.

## Diskuze a závěr

Ukázali jsme na obrázcích a v tabulkách, jak vláhová jistota v průběhu téměř 60 let postupně klesá. Pokles je doprovázen silným kolísáním z roku na rok, přičemž na některých lokalitách může být silnější a na jiných slabší. Vzhledem k silnému kolísání byl vždy aproximován pouze přímkou. Kdybychom použili např. polynom druhého řádu (parabolu), projevilo by se mnohde zrychlení tohoto poklesu, toto však není dostatečně podloženo právě kvůli silnému kolísání. V každém případě nic nenasvědčuje tomu, že by se pokles měl zpomalit či dokonce zastavit. To znamená, že do budoucna je třeba počítat s pokračováním tohoto trendu, možná i s jeho zrychlením. V průběhu dalších 50, možná už 20 let se zvýší počet stanic označovaných za suché a jejich rozmístění se rozšíří do dalších regionů v Čechách a na Moravě.

V úvodu bylo poukázáno na to, že žádná řeka na naše území nepřitéká a že tedy atmosférické srážky jsou jediným zdrojem vody pro naši zemi. Číselně (v milimetrech za rok) srážkové úhrny sice nijak významně neklesají (to se však může v budoucnosti změnit), ale vzhledem ke globálnímu oteplení jejich efektivnost vyjádřená např. vláhovou jistotou klesá a bude dále klesat. Je to zajisté jen jeden z mnoha faktorů, které zvyšují pravděpodobnost výskytu suchých roků. Bohužel tento faktor neumíme ovlivnit, musíme se s ním tedy smířit a hledat jiné cesty, jak se bránit suchu. Musíme lépe hospodařit s vodou, kterou máme či budeme mít, jinak řečeno více vody zadržet v naší krajině. To znamená pokud možno obnovit dříve zrušené rybníky a zakládat nové, stavět přehradu na menších tocích (na velkých už většinou jsou nebo kvůli terénu je nelze postavit), případně jezy na větších řekách. To je ovšem úkol na velmi dlouhou dobu, ale vláhy ubývá rovněž pomalu, což dává naději, že s úbytkem vody v krajině se budeme moci vyrovnat, začneme-li s nutnými opatřeními včas.

## Literatura

ALLEN, R.G, PRUITT, W.O. FAO-24 reference evapotranspiration coefficients. Journal Irrig. and Drainage Engineering, ASCE 117(5), 1991, pp. 758-773.

BUCHTELA, Š. Výparoměrná stanice Hlasivo. 2005 In: ROŽNOVSKÝ, J. – LITSCHMANN, T. Seminář „Evaporace a evapotranspirace“ [online]. [cit. 16. 8. 2011]. Dostupné na WWW: <[www:http://cbks.cz/sbornik05/prispevky.htm](http://www.cbks.cz/sbornik05/prispevky.htm) >

KNOZOVÁ, G., ROŽNOVSKÝ, J., KOHUT, M. Srovnání časových řad výparu naměřeného výparoměrem GGI-3000 a vypočítaného podle metodiky FAO, 2005. In: ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T. (ed): Bioklimatologie současnosti a budoucnosti. Křtiny 12. – 14. 9. 2005.

Dostupné na www: <<http://www.cbks.cz/sbornik05b/KnozovaRoznovskyKohut.pdf> >

KOHUT, M., J. ROŽNOVSKÝ, G. KNOZOVÁ A J. BRZEZINA. Měření výparu z vodní hladiny automatizovaným výparoměrem EWM v České republice, Práce a studie. Praha: 2016.

KOLEKTIV AUTORŮ. Atlas podnebí Československé republiky. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha: 1958.

KŘÍŽ, H. Výpar v povodí Moravy a horní Odry. In: Sborník prací Hydrometeorologického ústavu Československé socialistické republiky. Praha 1966, HMÚ, sv. 8, s. 34-58.

KURPELOVÁ, M., COUFAL, L., ČULÍK, J., 1975. Agroklimatické podmienky ČSSR. Bratislava: Hydrometeorologický ústav, 270 s.

LAPIN, M. Zhodnocení výparu GGI – 3000 na Slovensku za období 1969 - 1973. Meteorol.Zpr., 1977, 30., č.6, s.168 - 174.

NOVÁK, V. Vyparovanie vody v prírode a metódy jeho určovania. Bratislava: SAV, 1995, 260 str.

ROŽNOVSKÝ J., CHUCHMA, F., FIALA, R. Základní vláhové bilance na území ČR v suchých letech. In: Vplyv antropogénnej činnosti na vodný režim nížinného územia. Zemplínská šírava 22.5. – 24.5.2018. Ústav hydrológie SAV Bratislava, 2018, s. 223–232. ISBN 978-80-89139-41-5.

SOBÍŠEK B. a kol.: Meteorologický slovník vkladový a terminologický. Academia, Praha 1993, 594 stran.

STŘEŠTÍK J., ROŽNOVSKÝ J., ŠTĚPÁNEK P., ZAHRADNÍČEK P. Změna ročních a sezonních srážkových úhrnů v České republice v letech 1961-2012 . In: Extrémy oběhu vody v krajině, Mikulov, 2014a. (CD-ROM).

STŘEŠTÍK, J., J. ROŽNOVSKÝ, P. ŠTĚPÁNEK A P. ZAHRADNÍČEK. Increase of annual and seasonal air temperatures in the Czech Republic during 1961-2010. In: ROŽNOVSKÝ, J. a T. LITSCHMANN eds. Mendel and Bioclimatology. Conference proceedings, Brno, 3rd-5rd Sep. 2014[CD-ROM]. Brno: 2014a. ISBN 978-80-210-6983-1.

TOLASZ, R., et al. Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 255 s. 2007. ISBN 978-80-86690-26-1 (CHMI), 978-80-244-1626-7 (UP).

VOPRAVIL, J. et al. Půda a její hodnocení v ČR. Díl I. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Praha, 2. vydání, 2010. 147 s. ISBN 978-80-87361-05-4.

## **Poděkování**

Článek vychází z projektů, které byly finančně podpořeny MŠMT v rámci programu NPU I, číslo projektu LO1415. Pavel Zahradníček byl podpořen z projektu NAZV QJ1610072 „Systém pro monitoring a předpověď dopadů zemědělského sucha“. Petr Štěpánek byl podpořen z projektu GAČR (GA17-10026S) Epizody sucha v České republice a jejich příčinná podmíněnost. Jaroslav Rožnovský získal podporu projektu Národní agentury zemědělského výzkumu „Vývoj automatizovaného nástroje pro optimalizaci monitoringu eroze zemědělské půdy pomocí distančních metod“, registrační číslo QK1720289.

## **Kontakt:**

RNDr. Jaroslav Střeščík, CSc.

tel. 739812839, e-mail [jstrpraha@gmail.com](mailto:jstrpraha@gmail.com)