

# Vlhkostní poměry povrchu půdy na vybraných jihomoravských stanicích

Soil surface moisture conditions at selected stations in South Moravia

*Bronislava Spáčilová, Hana Středová, Pavlína Thonnová*

*Ústav aplikované a krajinné ekologie, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, Brno*

*61300, Česká republika*

## **Abstrakt**

Pro vyhodnocení vláhových poměrů byla použita data o stavu půdy od 1.3. do 31.10. (1961-2012) na stanicích Holešov, Ivanovice na Hané, Kostelní Myslová, Kuchařovice, Brno-Tuřany a Staré Město. Vyhodnocen byl počet dní, kdy byl zjištěn suchý povrch půdy alespoň v jednom pozorovacím termínu a počet dní, kdy byl zaznamenán ve všech termínech. Nejvíce dnů se suchým stavem půdy se průměrně vyskytuje na stanici Staré Město (176 dnů) a nejméně na stanici Holešov (85 dnů). Nejvíce dnů s celodenním suchým stavem půdy se vyskytlo v srpnu (17 %) a nejméně v březnu (3 %). Nejvíce dnů se suchým stavem půdy bylo zjištěno v letech 1991-2000 (průměrně 131) a 1971-1980, nejméně v desetiletích 1961-1970 a 1991-2000 (průměr 124). Nejsuššími roky byly 1973, 1976, 1991, 1992, 2000 a 2003. Nejvíce dnů se suchým stavem půdy se vyskytlo v roce 1991 na stanici Staré Město (213 dnů).

**Klíčová slova:** stav půdy, sucho, vegetační období, větrná eroze

## **Abstract**

To evaluate moisture conditions in the region the state of the soil data from 1.3. to 31.10. (1961-2012) at the stations Holešov, Ivanovice na Hané, Kostelní Myslová, Kuchařovice, Brno-Tuřany and Staré Město were used. Number of days with dry soil surface in at least one observation term and number of days with dry soil surface all day were evaluated. On average most days with dry condition of the soil occurred at the station Staré Město (176 days), and the least at station Holešov (85 days). Most days with all-day dry condition occurred in August (17%) and the least occurred in March (3%). Most days with dry condition of the soil were found in 1991-2000 (average 131) and from 1971 to 1980, at least in the decades 1961-1970 and 1991-2000 (average 124). Driest years were 1973, 1976, 1991, 1992, 2000 and 2003. Most days with dry soil condition occurred in 1991 at station Staré Město (213 days).

**Keywords:** soil conditions, drought, vegetation period, wind erosion

## Úvod

Vlhkost půdy je určena množstvím a rozdělením atmosférických srážek a ovlivněna teplotou, vlhkostí vzduchu a větrem, jež určují evapotranspiraci, a tím i úbytek půdní vláhy. Typickou vlastností srážek na území České republiky je velká časová i místní proměnlivost s velkou závislostí na nadmořské výšce a expozici. Výskyt sucha je tak významnou charakteristikou podnebí ČR. V souvislosti se stresujícími účinky na výnos a kvalitu produkce má pro pěstitele největší význam případný výskyt tzv. agronomického sucha. To je v obecné rovině definováno jako stav, kdy je množství vláhy v půdě nižší, než je potřeba rostlin (Blinka, 2002). Sucho představuje nedostatek vody v půdě, rostlinách i v atmosféře. Zpravidla se hodnotí pomocí různých ukazatelů, indexů (např. Trnka a kol. 2004, Dubrovský a kol. 2008). Jak plyne z odhadu hodnot vláhových indexů, budou suchem ve větší míře ohroženy části střední a jižní Moravy, střední a severozápadní Čechy, dolní a střední Polabí a Povltaví (Kalvová a kol. 2002). Výpočty scénářových hodnot potenciální evapotranspirace také predikují výrazné zvýšení aridity klimatu ČR. Pro období 1961–2000 provedli podrobnou analýzu vývoje vláhových podmínek v ČR Kohut a kol. (2010) Z výsledků analýzy vyplynulo, že dochází ke zhoršování vláhové situace.

Měření vlhkosti půdy se v rámci sítě stanic Českého hydrometeorologického ústavu (dále ČHMÚ) dlouhodobě provádí pouze na observatoři Doksany, a to od roku 1970, přičemž měření byla z počátku prováděna jen ve vegetačním období. Od roku 1991 bylo měření zautomatizováno s využitím snímačů VIRRIB a po roce 1998 bylo toto měření postupně zaváděno na dalších stanicích ČHMÚ (nyní 35 stanic). Vlhkost půdy je monitorována pod standardním travnatým povrchem pomocí vodorovně umístěného snímače ve vrstvě 0–10 cm a dvou svisle umístěných snímačů ve vrstvách 11–40 cm a 51–90 cm.

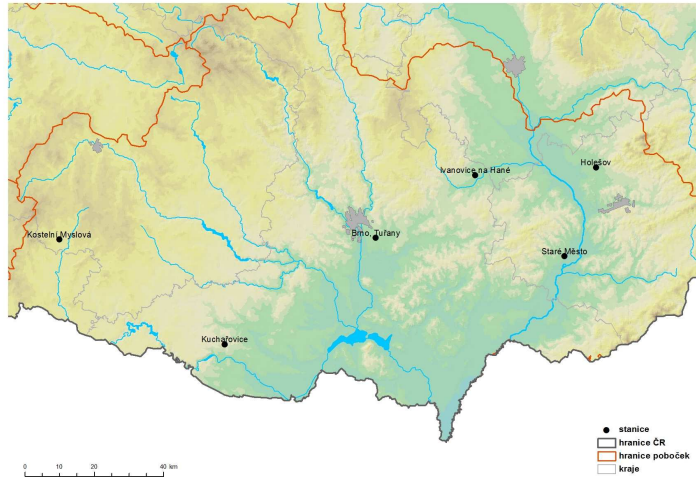
Z hlediska výskytu větrné eroze je však stěžejní vlhkostní stav povrchu půdy. Půdní vlhkost ovlivňuje erodovatelnost půdy působením kohezních sil mezi částicemi, ale i nepřímo ovlivňováním hrudovitosti a tvorbou povrchového škrálopou. Proto také nastává největší odnášení půdních částic u půd suchých, rovných, hladkých a jemně prašných.

Tento ukazatel není však exaktně měřen, nýbrž je nahrazen pozorováním stavu půdy, který pozorovatelé zaznamenávají každý den. Na mnoha stanicích přesahuje doba pozorování 50-60 let a je možné tedy vycházet z dlouhodobých průměrných hodnot. Je to dobře dostupná charakteristika zaznamenávaná na klimatologických stanicích, která však často zůstává stranou zájmu. Na Slovensku stav povrchu půdy pro vyhodnocení období sucha využili např. Tekušová a kol. (2013).

## Materiál a metody

Pro vyhodnocení vláhových poměrů během období kritického z hlediska vývoje zemědělských plodin i rizika větrné eroze byla použita data o stavech půdy od 1.3. do 31.10. zaznamenaná v období 1961-2012 na vybraných 6 stanicích sítě ČHMÚ:

- Holešov
- Ivanovice na Hané
- Kostelní Myslová
- Kuchařovice
- Brno-Tuřany
- Staré Město



Obr.1 Poloha vybraných jihomoravských klimatologických stanic

Stav půdy je chápán jako konzistenční vlastnosti povrchové vrstvy půdy (nikoli porostu). Pozorování se koná na pozemku stanice a jejím nejbližším okolí ve všech pozorovacích termínech. Pozorovatel určuje a zapisuje pomocí definovaných kódových čísel stav půdy.

Následující stupnice uvádí jednotlivé kódy stavu půdy:

<b>0 – povrch půdy suchý</b>
<b>1 – povrch půdy vlhký</b>
<b>2 – povrch půdy mokrý (rozmočený – voda stojí v menších nebo větších kalužích)</b>
<b>3 – povrch půdy holý a zmrzlý</b>
<b>4 – půda pokryta náledím nebo ledovkou, avšak bez sněhu nebo tajícího sněhu</b>
<b>5 – sníh nebo tající sníh (s ledem nebo bez ledu) pokrývá půdu méně než z poloviny</b>
<b>6 – sníh nebo tající sníh (s ledem nebo bez ledu) pokrývá půdu více než z poloviny, nikoliv však úplně</b>
<b>7 – sníh nebo tající sníh (s ledem nebo bez ledu) pokrývá půdu úplně</b>
<b>8 – suchý sypký sníh pokrývá půdu více než z poloviny, nikoliv však úplně</b>
<b>9 – suchý sypký sníh úplně pokrývá půdu</b>

Stav půdy označený kódem „0“ znamená povrch půdy vyloženě suchý, nikoliv však zmrzlý. Půdní částice se při mačkání drolí na prach, vítr zvedá prach z půdy (Slabá a kol. 1972, Žídek a Lipina 2003).

Vybrány byly stanice, kde byly stavy půdy pozorovány denně po celé vyhodnocované období, případně jsou výpadky měření minimální (tj. chybí max. 2 % dat). Vyhodnocení vychází z počtu dní, kdy byl stav půdy 0, tj. povrch půdy suchý pozorovatelem zaznamenán alespoň v jednom pozorovacím termínu a dále počtu dní, kdy byl zaznamenán ve všech pozorovacích termínech (7, 14, 21 hod. SEČ). Pro každou stanici byl vypočítán průměrný počet dní se stavem půdy „0“ za dané období, v jednotlivých měsících i podíl počtu těchto dní v měsíci k celkovému počtu dní v celém období.

## Výsledky

Nejsuššími roky byly 1969, 1973, 1976, 1990, 1991, 1992, 2000 a 2003. V roce 1991 se na stanici Staré Město vyskytlo 213 dnů se zaznamenaným suchým stavem půdy a v roce 2011 se na téže stanici vyskytlo 207 takových dnů. Na stanicích Kostelní Myslová a Ivanovice byl nejvyšší počet dní se suchým stavem půdy zaznamenán v roce 1992, a to 139 resp. 191 dnů. Na stanicích Holešov byl nejvyšší počet dní se suchým stavem půdy zaznamenán v roce 1969 a na stanici Kuchařovice v roce 1973, a to 139 resp. 189 dnů.

Vlhkými roky byly 1965, 1966, 1978, 1980, 1996, 2010. Nejméně dnů se zaznamenaným suchým stavem půdy bylo zjištěno na stanici Holešov v roce 1978 (11 dnů) a v tomtéž roce na bylo na této stanici rovněž zaznamenáno nejméně dnů s celodenním výskytem suchého stavu půdy (5 dnů).

Nejvíce dnů se suchým stavem půdy zaznamenaným alespoň v jednom z termínů pozorování (Tab. 1) se v období od března do října vyskytuje na stanici Staré Město, a to v průměru 176 dnů (v období 1961-2012). Nejméně se jich vyskytuje na stanici Holešov, a to průměrně 85 dnů, což je přibližně o polovinu méně než na stanici Staré Město.

Tab. 1 Průměrný počet dnů se zaznamenaným suchým povrchem půdy za období 1961-2012

stanice	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	III-X
HOLEŠOV	2,4	9,8	13,2	12,2	13,1	14,3	11,6	8,8	<b>85,4</b>
IVANOVICE N. HANÉ	7,2	19,2	21,2	20,5	21,4	21,7	20,3	17,5	<b>149,5</b>
KOSTELNÍ MYSLOVÁ	0,8	8,3	13,3	13,6	15,9	16,9	13,9	10,8	<b>93,6</b>
KUCHAŘOVICE	8,6	18,9	19,4	18,4	21,7	22,5	20,7	16,7	<b>147,0</b>
BRNO-TUŘANY	4,3	13,3	16,0	15,1	16,9	19,6	17,3	12,9	<b>115,3</b>
STARÉ MĚSTO	12,0	22,8	23,0	22,3	24,2	25,0	23,8	22,5	<b>175,9</b>
<b>průměr</b>	<b>5,9</b>	<b>15,4</b>	<b>17,7</b>	<b>17,0</b>	<b>18,9</b>	<b>20,0</b>	<b>17,9</b>	<b>14,9</b>	<b>127,8</b>

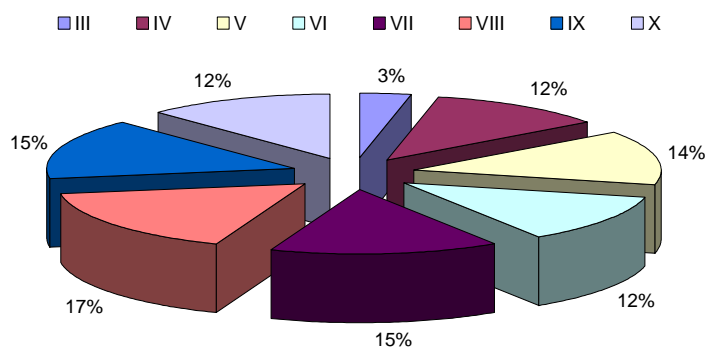
Obdobná je situace při uvažování dnů s celodenním zaznamenaným výskytem suchého stavu půdy (Tab. 2). Nejvíce takových dnů bylo zjištěno na stanici Staré Město, kde průměrný počet

dnů s celodenním suchým stavem půdy činí 113 dnů v období od března do října (1961-2012). Nejméně dnů bylo zjištěno rovněž na stanici Holešov, a to průměrně 56 dnů. Pouze o dva dny více je zaznamenáno na stanici Kostelní Myslová, což je nejvýše položená stanice ze všech vyhodnocených (569 m n.m.).

Tab. 2 Průměrný počet dnů s celodenním suchým stavem půdy v období 1961-2012

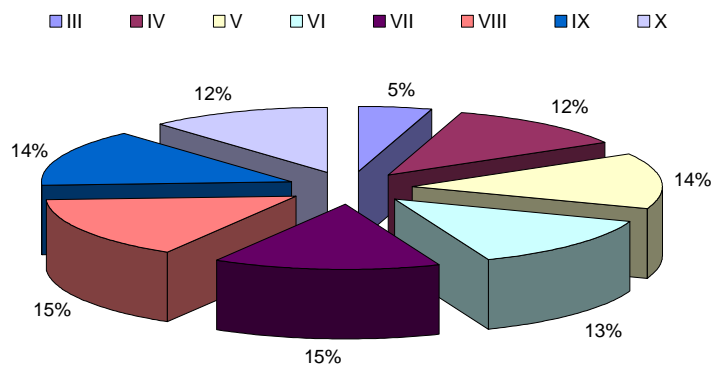
stanice	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	III-X
HOLEŠOV	1,4	6,0	8,2	7,7	9,0	10,1	8,0	6,1	56,4
IVANOVICE N. HANÉ	3,2	12,0	14,1	12,8	14,1	15,1	14,1	12,4	98,4
KOSTELNÍ MYSLOVÁ	0,5	4,8	7,7	7,6	9,1	10,8	9,6	7,9	58,0
KUCHAŘOVICE	4,5	12,0	12,1	11,4	14,4	15,5	15,2	11,7	96,7
BRNO-TUŘANY	2,9	10,9	14,2	11,6	15,4	18,7	15,7	11,7	101,8
STARÉ MĚSTO	5,3	14,8	15,2	13,4	15,4	17,9	16,5	14,6	113,1
<b>průměr</b>	<b>3,0</b>	<b>10,1</b>	<b>11,9</b>	<b>10,7</b>	<b>12,9</b>	<b>14,7</b>	<b>13,2</b>	<b>10,7</b>	<b>87,4</b>

Nejvíce dnů s celodenním suchým stavem povrchu půdy se vyskytuje v srpnu (17 % případů). Dále je suchý stav povrchu půdy častý v září (15 %) a rovněž v červenci (15 %). Nejméně případů suchého stavu půdy se vyskytuje v březnu, a to pouhých 3 % ze všech epizod v období březen-říjen (obr. 2). V mnohých letech nebyl v březnu suchý stav půdy na všech stanicích pozorován.



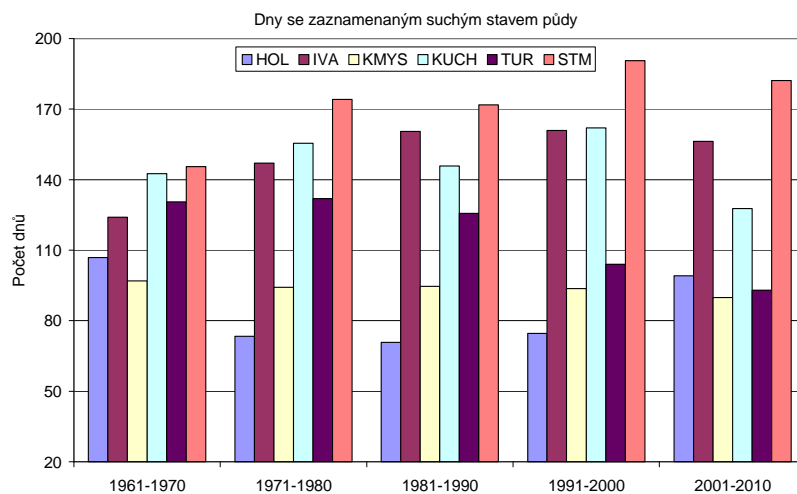
Obr.2 Průměrný podíl jednotlivých měsíců na celkovém počtu dnů s celodenním suchým stavem půdy v období 1961-2012

Pokud však bereme v úvahu dny, dny byl suchý stav alespoň v jednom termínu pozorován, je suchý stav půdy stejně častý v srpnu jako v červenci (15 %). Nejméně častý je výskyt opět v březnu (5 %). Z hlediska náchylnosti k větrné erozi jsou však zajímavé měsíce duben, září a říjen (obr. 3).



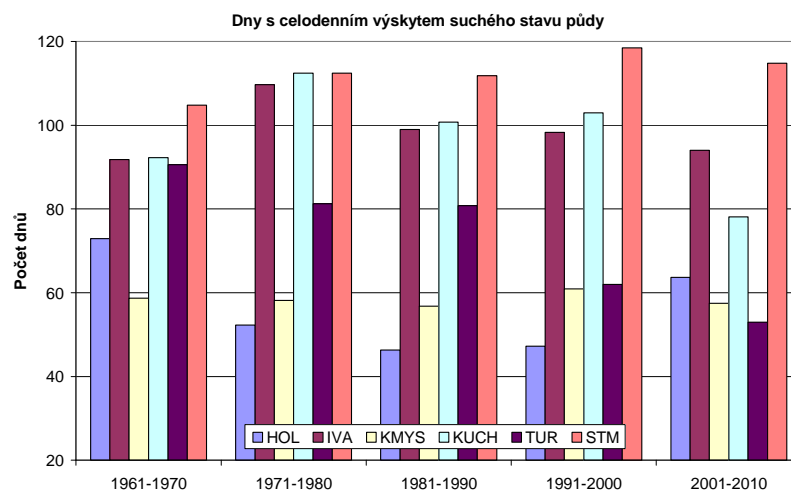
Obr.3 Průměrný podíl jednotlivých měsíců na celkovém počtu dnů se zaznamenaným suchým stavem půdy v období 1961-2012

Z hlediska jednotlivých desetiletí vyhodnoceného období bylo nejvíce dnů se suchým stavem půdy zjištěno v letech 1991-2000 (obr. 4), a to průměrně 131 dnů na každé stanici. Nepatrně méně dnů se suchým stavem půdy bylo zjištěno v desetiletí 1971-1980, a to 129 dnů. Nejméně četné byly takové dny v desetiletích 1961-1970 a 2001-2010 (124 resp. 125 dnů).



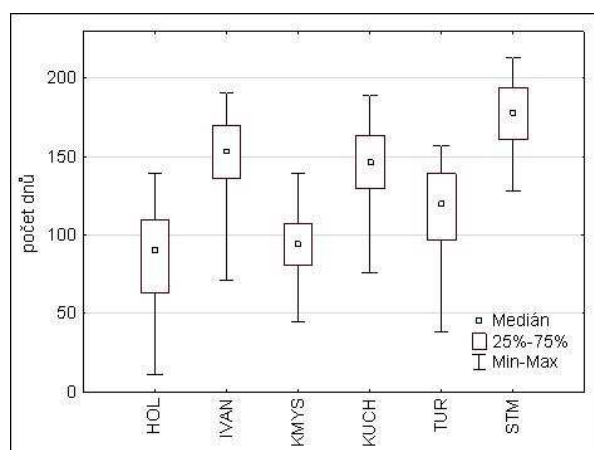
Obr.4 Průměrný počet dnů se zanamenaným suchým stavem půdy v období od března do října v desetiletích 1961-2010

Dnů s celodenním výskytem suchého stavu půdy se vyskytlo průměrně nejvíce v desetiletí 1971-1980 (Obr. 5), a to 88 dní v období od března do října a průměrně 85 takových dní bylo zjištěno v desetiletí 1961-1970. Nejméně četné byly takové dny v desetiletí 2001-2010 (77 dnů).

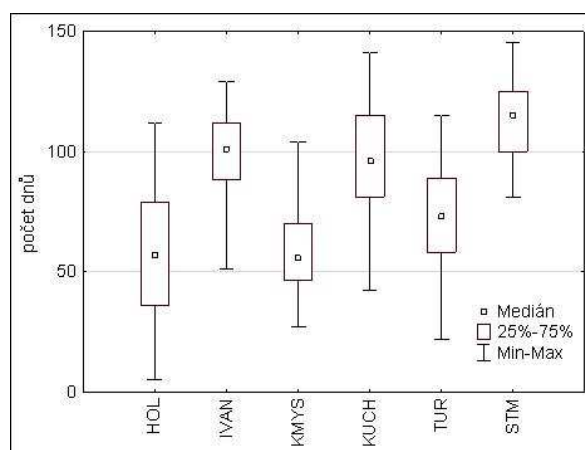


Obr.5 Průměrný počet dnů s celodenním zanamenaným suchým stavem půdy v období od března do října v desetiletích 1961-2010

Největší variabilita počtu dní s výskytem suchého stavu půdy byla zjištěna na stanici Holešov, kde se počty dní pohybují od 11 do 139 dní (obr.6), zatímco na stanici Staré Město je nejmenší variabilita, neboť počty dní kolísají pouze mezi 128 a 213 dny v období od 1.3. do 31.10. (1961-2012). Variabilita počtu dní s celodenním výskytem suchého stavu povrchu půdy (obr. 7) je nejvyšší na stanici Kuchařovice (42 až 136 dnů v období od 1.3. do 31.10.) a nejnižší na stanici Staré Město (81 až 145 dnů)



Obr.6 Variabilita počtu dnů se zaznamenaným suchým stavem půdy v období od 1.3. do 31.10. (1961-2012)



Obr.7 Variabilita počtu dní s celodenním výskytem suchého stavu půdy v období od 1.3. do 31.10. (1961-2012)

## **Diskuze**

Roky 1969, 1973, 1976, 1990, 1991, 1992, 2000 a 2003 byly na vybraných stanicích hodnoceny jako nejsušší. Nejvlhčí byly roky 1965, 1966, 1978, 1980, 1996, 2010. Výsledky jsou obdobné jako v práci autorů Potop a kol. (2013), kteří na základě hodnot SPEI jako suchá vegetační období vyhodnotili roky (od nejsuššího) 2003, 1992, 2000, 1983, 1982, 1976, 2009, and 1999 a nejvlhčí vegetační období byla zjištěna v letech 1965, 2010, 1977, 1996, 1966, 2001, 1972, 1980, a 1995. Dle hodnot SPEI rovněž stanovili dlouhodobější období sucha: 1962–1964, 1971–1974, 1976–1977, 1983–1985, 1991–1992, 1995–2000, and 2003–2007. K obdobným závěrům dospěli Mužíková a kol. (2013a) na základě hodnot využitelné vodní kapacity během vegetačního období, přičemž jako suché byly vyhodnoceny roky 1976, 1981, 2000, 2007 a jako vlhké roky 1995, 1996, 2009 a 2010. Pro výskyt větrné eroze je stěžejní půdní vlhkost v předjaří. Na základě stavu půdy v březnu a dubnu byla jako suchá vyhodnocena předjaří 1961, 1968, 1974, 1981, 1990, 2002, 2003, 2007 a 2009, zatímco za vlhká lze považovat ta v letech 1965, 1970, 1980, 2001 a 2006 (Mužíková a kol. 2013b).

Nejvíce dnů se suchým stavem půdy zaznamenaným alespoň v jednom z termínů pozorování se v období od března do října vyskytuje na stanici Staré Město a nejméně na stanici Holešov, a to přibližně o polovinu méně než na stanici Staré Město. Obdobná je situace u dnů s celodenním výskytem suchého stavu půdy. Nejvíce takových dnů bylo zjištěno na stanici Staré Město a nejméně rovněž na stanici Holešov. Pouze o několik dnů více bylo zaznamenáno na stanici Kostelní Myslová, což je nejvýše položená stanice ze všech vyhodnocených (569 m n.m.). Stanice Holešov naopak patří k nejnižše položeným stanicím (223 m n.m.) a je tedy zajímavé, že zde bylo zaznamenáno nejméně dnů se suchým stavem půdy, neboť byla zjištěna závislost mezi počtem dnů se suchým stavem půdy a nadmořskou výškou (Mužíková et al. 2013b).

## **Závěr**

V období od 1.3. do 31.10. (v období 1961-2012) se na jihomoravských stanicích vyskytlo průměrně 128 dní, kdy byl alespoň v jednom pozorovacím termínu zaznamenán suchý stav povrchu půdy. Celodenní výskyt suchého stavu byl zaznamenán průměrně 87 dní v daném období. Pokud však bereme v úvahu dny, kdy byl suchý stav alespoň v jednom termínu pozorován, je suchý stav půdy stejně častý v srpnu jako v červenci. Nejméně častý je výskyt opět v březnu. Z hlediska náchylnosti k větrné erozi jsou však zajímavé měsíce duben, září a říjen.



Nejvíce dnů s celodenním suchým stavem povrchu půdy se vyskytuje v srpnu, kdy je většina zemědělských plodin již sklizena a tudíž je povrch půdy nekrytý a náchylnější k větrné erozi. Dále je suchý stav povrchu půdy častý v září a červenci, kdy je však většinou povrch půdy krytý plodinami. Nejméně případů suchého stavu půdy se vyskytuje v březnu. V mnohých letech nebyl v březnu suchý stav půdy na všech stanicích pozorován.

V posledních desetiletích je pozorováno zvyšování průměrných a maximálních teplot vzduchu a s tím související nárůst evapotranspirace, změna rozložení a intenzity srážek se zvýšenou frekvencí výskytu epizod sucha, nárůst počtu srážek přívalového charakteru při zachování úrovně průměrných ročních úhrnů, snižování zásob půdní vláhy a poklesu hladiny podzemní vody, zvýšení proměnlivosti sněhové pokrývky s rizikem výskytu holomrazů atd.

Do budoucna tak lze zejména v lokalitách s nižší nadmořskou výškou, tedy hlavně v intenzivně obdělávaných oblastech, předpokládat častější výskyty sucha a prodlužování doby jeho trvání. Suchem by podle emisních scénářů změny klimatu měly být v budoucnu nejvíce ohroženy měsíce srpen a září, jistou hrozbu v nedostatku srážek vzhledem k teplotám představuje i duben. Vzhledem k potenciálnímu riziku vzniku či rozšíření větrné eroze by měla být tato problematika naléhavě řešena. Hlavním smyslem ochranných opatření by mělo být pokud možno co největší zkrácení doby, kdy půda zůstává nekrytá vegetací.

## **Literatura**

BLINKA P., 2004: Klimatické hodnocení sucha a suchých období na území ČR v letech 1876-2003. In ROŽNOVSKÝ J., LITCHMANN, T. (eds.). Seminář "Extrémy počasí a podnebí". Sborník z odborného semináře, 11. Března 2004. Brno. ISBN 80-86690-12-1.

KOHUT M., ROŽNOVSKÝ J., CHUCHMA F., 2010: Dlouhodobá zásoba využitelné půdní vody a její variabilita na území České republiky In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds.): „Voda v krajině“. Lednice 31.5.–1.6.2010, s. 35–46. ISBN 978-80-86690-79-7.

MUŽÍKOVÁ, B., STŘEDA, T., KRMELOVÁ, P., DVOŘÁČKOVÁ, O., 2013a: Výnosy ječmene setého v klimatických podmínkách České republiky. *Kvasný průmysl*. 2013. sv. 59, č. 12, s. 352--357. ISSN 0023-5830.

MUŽÍKOVÁ, B., STŘEDA, T., STŘEDOVÁ, H., 2013b: State of bare soil surface as a spring drought indicator. *Contributions to Geophysics and Geodesy*. 2013. sv. 43, č. 3, s. 197--207. ISSN 1335-2806.

POTOP, V., BORONEANȚ, C., MOŽNÝ, M., ŠTĚPÁNEK, P., & SKALÁK, P., 2013: Observed spatiotemporal characteristics of drought on various time scales over the Czech Republic. *Theoretical and Applied Climatology*, 1-19.

TAKÁČ, J., 2013: Assessment of drought in agricultural regions of Slovakia using soil water dynamics simulation. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 59, no. 2, pp. 74–87.

TEKUŠOVÁ, M., HORECKÁ, V., JANČOVIČOVÁ L., 2013: Stav povrchu pôdy vo vzťahu k zrážkomerným charakteristikám počas vegetačných období v Hurbanove. In Salaš, P. (ed): "Rostliny v podmínkách menícího se klimatu". Lednice 20.- 21. 10. 2011, Úroda, vědecká příloha, 2011, s. 629 – 639, ISSN 0139-6013.

TRNKA, M., SEMERÁDOVÁ, D., DUBROVSKÝ, M., ŽALUD, Z., SVOBODA, M., HAYES, M., WILHITE, D., 2004: Drought event probability in the Czech republic under the present and changed climatic conditions. In *12. posterový deň s medzinárodnou účasťou "Transport vody, Chemikálií a energie v systéme poda-rastlina-atmosféra*. 12. vyd. Bratislava: ÚH-SAV/GFÚ-SAV, 2004, s. 64--75. ISBN 80-89139-05-1.

SLABÁ N., 1972: Návod pro pozorovatele meteorologických stanic ČSSR. 2., přeprac. vyd, česky, Hydrometeorologický ústav / Sborníky předpisů Hydrometeorologického ústavu v Praze, Sv. 7, Praha, 222 stran.

ŽÍDEK, D., LIPINA, P., 2003: Návod pro pozorovatele meteorologických stanic ČHMÚ. Metodický předpis č. 13. ČHMÚ, Ostrava, 90 s.

### **Poděkování**

Príspevek vznikl s podporou projektu Národní agentury pro zemědělský výzkum (NAZV) QJ1220054 Vliv změny klimatických faktorů na rozvoj procesů větrné eroze, koncepční řešení opatřeními pozemkových úprav.

### **Kontakt:**

Ing. Bronislava Spáčilová, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně, Ústav aplikované a krajinné ekologie

Zemědělská 1, Brno 61300

+420 545 132 476, [bronislava.spacilova@mendelu.cz](mailto:bronislava.spacilova@mendelu.cz)