

Hodnocení rizika výskytu sucha na Břeclavsku v období 1961 – 2010

Evaluation of the risk of drought in district of Břeclav in the period 1961 – 2010

Pavλίna Thonnová¹, Hana Středová²

Agronomická fakulta MENDELU v Brně¹; Český hydrometeorologický ústav–pobočka Brno²

Abstrakt

Práce se zabývá rizikem výskytu sucha na Břeclavsku, které spadá do klimatologicky vymezené suché oblasti. Hodnoceny jsou měsíce vegetačního období (březen až říjen) od roku 1961 do roku 2010. Riziko výskytu sucha nastává především za podmínek současného výskytu nadnormálních teplot vzduchu a podnormálních srážkových úhrnů. Údaje o teplotě vzduchu jsou stanoveny jako odchylky od normálu. Srážkové úhrny jsou vymezeny srovnáním s hodnotami percentilů. Prokazatelný je vyšší výskyt teplotně nadnormálních a srážkově podnormálních úhrnů v rozmezí let 1991 – 2010.

Klíčová slova: srážky, teplota vzduchu, vegetační období

Abstract

This paper deals with the risk of drought in district of Břeclav. It falls under the climatologically defined dry areas. The months of growing season (March – October) are assessed from 1961 to 2010. The risk of drought occurs primarily when air temperature above the normal and precipitation below the normal at the same time appears. The air temperature is defined as deviations from the normal. The precipitation is defined as a comparison with the percentile values. In the period of 1991 – 2010 the higher rate of the air temperature above normal and the precipitation below normal were demonstrated.

Keyword: precipitation, air temperature, growing season

Úvod

Lidé byli vždy svázáni s přírodou, a tedy i s jevy a s procesy v ní probíhajícími. Z mnoha jevů vyskytujících se na Zemi mají na člověka patrně největší vliv ty atmosférické (respektive počasí, popřípadě jeho dlouhodobý režim – klima). K nejzávažnějším projevům počasí patří výskyty extrémních hodnot meteorologických prvků a s nimi spojené projevy. Právě takovým projevem je sucho, které řadíme mezi přírodní rizika. Odlišuje se však od ostatních přírodních rizik v několika směrech. Většina jich vzniká velmi rychle (někdy bez varování) a má rychlý průběh. Dopady sucha mohou být méně nápadné, zato postihují větší území než jiná přírodní rizika.

Neexistuje univerzální definice sucha. WILHITE a GLANTZ (1985) uvádějí přehled některých z více než sto padesáti publikovaných definic sucha. Většina autorů rozlišuje definice meteorologického, zemědělského, hydrologického a socioekonomického sucha. Socioekonomické sucho začíná tehdy, pokud faktory zapříčiňující meteorologické, zemědělské či hydrologické sucho ovlivní nabídku nebo poptávku po nějaké komoditě či službě. Zemědělství představuje první sektor hospodářství, který je zasažen suchem.

Jednou z možných definic sucha je ta, která říká, že sucho je výsledkem nedostatku dešťových srážek oproti dlouhodobému průměru během delší časové periody, což má ve výsledku dopad na životní prostředí nebo na různé lidské činnosti – zejména v zemědělství (WILHITE a BUCHANANSMITH, 2005). Nedostatek vody v kapalném skupenství znamená zpravidla nižší produkci biomasy, tedy nižší hmotnost celé biocenózy v určitém okamžiku. Sucho je unikátní v tom, že se může vyskytnout ve všech podnebných pásech a ve všech nadmořských výškách (TRNKA, 2003).

Problémy spojené se suchem budou nabývat na závažnosti i v budoucnu, takže zajištění dostatku vody pro obyvatelstvo, hospodářská zvířata a rostliny, jako i lesní ekosystémy a další společenství flóry a fauny je jednou z priorit pro lidskou civilizaci 21. století.

Opakovaná sucha v půdním prostředí snižují množství organických látek a zhoršují stabilitu půdních agregátů, případně dlouhodobě degradují struktury půdy a dostupnost živin. Dle SÁNCHEZE (2008) vědci v Mexiku tuto teorii podpořili vlastními experimenty na zemědělských půdách. Zde zjistili, že nepříznivé klimatické poměry snížily úrodnost půdy až o 30%. ANTAL (2000) uvádí, že pro úspěšné pěstování zemědělských plodin je důležité udržení optimální vlhkosti v kořenové zóně v průběhu celé vegetace s důrazem na kritická (suchá nebo nadměrně vlhká) období. Z hlediska dopadů na polní produkci je však nejvýznamnějším extrémním jevem výskyt sucha.

Kromě nedostatku srážek mají nepříznivý vliv na plodiny také vysoké teploty. Jak uvádí TRNKA et al. (2012), negativní účinky zvyšující se teploty a sucha na výnos zrna v České republice byl nejvýraznější v okresech, které jsou v současné době nejteplejší a nejsušší. Vysoká teplota doprovázena vysokými srážkami v kritických fázích zemědělských plodin (ovoce a zeleniny), jsou nebezpečné zejména kvůli vývoji jejich přirozených škůdců. Proto je současné hodnocení teplot i srážek důležité.

Hodnocení normality resp. extremity projevů počasí a klimatu je založeno na srovnání aktuálních hodnot meteorologických/klimatologických charakteristik s normálem nebo dlouhodobým průměrem. Odchylku od normálu nebo od dlouhodobého průměru lze vypočítat pro charakteristiky nabývající kladných i záporných hodnot (platí pro teploty). Procento normálu nebo dlouhodobého průměru je možno vypočítat pro charakteristiky nabývající pouze nezáporné hodnoty (např. srážkové úhrny). Pro oba typy klimatických charakteristik je vhodné kvalitativní hodnocení, při němž jsou vytvořeny kategorie, do kterých jsou jednotlivé hodnoty zařazovány. Jednotlivé kategorie extremity mohou být stanoveny dle hodnot percentilů (např. 1, 5, 10, 90, 95 a 99 %) teoretického rozdělení dané klimatologické charakteristiky. Volba kritických hodnot však vždy odpovídá zvolenému teoretickému rozdělení, takže získané výsledky se při použití různých typů rozdělení mohou lišit (BRÁZDIL a ŠTĚPÁNEK, 2000).

ŽALUD et al. (2009) popisují rostoucí tendenci k suchu na území České republiky z historického pohledu i očekávaného vývoje klimatu. Jako perspektivní adaptační opatření s ohledem k aridizaci nižších, ale i středních poloh navrhuje šlechtění na rezistenci k suchu, délku fenologických fází a na odolnost proti teplotnímu stresu a uplatňování zásad správné agrotechniky s cílem udržet vodu v půdě.

Aridita neboli suchost podnebí je typickou vlastností hlavně pro oblast jižní Moravy a středních Čech. Práce se proto zaměřila na okres Břeclav, který leží v teplé klimatické oblasti a patří k nejteplejším oblastem jižní Moravy. Území okresu je převážně nížinaté a rozkládá se v oblasti Dyjsko-svrateckého úvalu, Středomoravských Karpat a Dolnomoravského úvalu. Díky příznivým půdním a klimatickým podmínkám má na území okresu bohatou tradici zemědělství, které je zaměřeno na výrobu obilovin, okopanin a na pěstování teplomilné zeleniny, ovoce a také vinné révy (8,5 tis. ha¹). Zemědělská půda v okrese Břeclav zaujímá výměru téměř 70 tis. ha.

¹ Český statistický úřad - <http://www.czso.cz/xb/redakce.nsf/i/home>

Materiál a metody

Diskutovaným tématem je hodnocení such. Velmi problematické je splnění nároků, které jsou na hodnocení kladeny. V této práci je podrobně hodnocena extremita měsíčních srážkových úhrnů a měsíčních teplot vzduchu v období 1961 – 2010 (březen až říjen) zájmového okresu, který patří do klimatologicky vymezené suché oblasti. Okres Břeclav spadá podle klasifikace podnebí ČHMÚ do teplé oblasti A2 a A3. Oblast A2 je suchá teplá s mírnou zimou, kratší období slunečního svitu, lednová teplota nad $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, sluneční svit ve vegetačním období pod 1 500 hodin. Oblast A3 je mírně suchá, teplá, mírně suchá s mírnou zimou, lednová teplota nad $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dle agroklimatického členění náleží okres Břeclav do teplé makrooblasti. Zasahuje sem jak velmi teplá, tak i převážně teplá, dostatečně teplá a poměrně teplá oblast. Podoblasti okresu Břeclav jsou převážně suchá i mírně suchá. Okres Břeclav spadá do okrsku převážně mírné zimy, poměrně mírné zimy a mírně chladné zimy. Dlouhodobá průměrná roční teplota okresu dosahuje $9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Průměrný roční úhrn srážek je 519 mm.

Meteorologická pozorování probíhají podle daných předpisů pozorování a měření v síti klimatologických stanic Českého hydrometeorologického ústavu. Staniční síť klimatologických stanic není dostatečně hustá, aby bylo možné reprezentativními měřeními beze zbytku podchytit proměnlivé podmínky na našem území. Proto byla pro analýzu klimatických podmínek zájmových lokalit použita data z vytvářené technické řady klimatických prvků, která vzniká na základě naměřených dat staniční sítě ČHMÚ. Výsledkem jsou homogenní a kompletně doplněné staniční řady, na základě kterých, byly vypočteny řady klimatických prvků v denním kroku pro gridové body vzdálené od sebe 10 km (ŠTĚPÁNEK, SKALÁK a FARDA, 2008; ŠTĚPÁNEK, 2007). Z databáze technických řad byl vybrán reprezentativní gridový bod. Pro okres Břeclav byl vybrán gridový bod 6138 (188 m n. m.). Hodnoty nadmořské výšky, zeměpisné šířky a délky těchto gridových bodů se nejvíce blíží průměrným hodnotám okresů (body se nachází zhruba v centru okresu).

Hodnocení extremity teploty vzduchu je založeno na stanovení odchylky od normálu (STŘEDOVÁ et. al, 2013). Pro normálové období 1961–1990 byly pro měsíce leden až prosinec určeny normálové (průměrné) měsíční teploty (\bar{x}_{61-90m}) a jejich směrodatné odchylky ($s_{x61-90m}$). Následně byl určen rozdíl průměrné měsíční teploty pro konkrétní měsíc (např. leden 1970, \bar{x}_m) a normálové měsíční teploty pro daný měsíc (leden).

$$\Delta = \bar{x}_m - \bar{x}_{61-90m}$$

Podle násobku směrodatné odchylky obsažené v tomto rozdílu byly vyčleněny kategorie, které jsou uvedeny v Tab. 1.

Tab. 1 Tabulka kategorií pro hodnocení extremity teploty

teplotně normální	$\Delta \langle (-1) * s_{x61-90m}; 1 * s_{x61-90m} \rangle$
teplotně nadnormální	$\Delta \langle 1 * s_{x61-90m}; 1,5 * s_{x61-90m} \rangle$
teplotně silně nadnormální	$\Delta \langle 1,5 * s_{x61-90m}; 2 * s_{x61-90m} \rangle$
teplotně mimořádně nadnormální	$\Delta > 2 * s_{x61-90m}$
teplotně podnormální	$\Delta \langle (-1,5) * s_{x61-90m}; (-1) * s_{x61-90m} \rangle$
teplotně silně podnormální	$\Delta \langle (-2) * s_{x61-90m}; (-1,5) * s_{x61-90m} \rangle$
teplotně mimořádně podnormální	$\Delta > (-2) * s_{x61-90m}$

Pokud absolutní hodnota odchylky průměrné měsíční teploty od normálové byla menší než směrodatná odchylka, byl tento měsíc hodnocen jako teplotně normální. Měsíce s odchylkou průměrné teploty vyšší než jednonásobek směrodatné odchylky byly hodnoceny jako teplotně nadnormální, vyšší než 1,5násobek jako silně nadnormální a vyšší než dvojnásobek jako mimořádně nadnormální. Měsíce s průměrnou teplotou nižší než jednonásobek směrodatné odchylky byly posouzeny jako teplotně podnormální, nižší než 1,5násobek jako silně podnormální a nižší než dvojnásobek jako mimořádně podnormální.

Hodnocení extremity srážkových úhrnů je stanoveno odlišně (STŘEDOVÁ et. al, 2013). Na základě denních srážkových úhrnů byly spočteny měsíční úhrny srážek, které tvoří základ hodnocení. Pro normálové období 1961–1990 byly pak pro měsíce leden až prosinec určeny hranice intervalů jednotlivých kategorií. Metoda předpokládá, že srážková data mají gama rozdělení – srážkové řady mohou být dobře popsány pomocí tohoto asymetrického rozdělení (pro každou měsíční řadu a stanici). Jednotlivé hodnoty technických datových řad (měsíční úhrny pro období 1961–1990) jsou porovnávány se získaným 2., 10., 25., 75., 90. a 98. percentilem. Srážkové úhrny nižší než 2. percentil jsou hodnoceny jako srážkově mimořádně podnormální, nižší než 10. percentil silně podnormální a nižší než 25. percentil srážkově podnormální. Obdobně jsou stanoveny kategorie nad 75., 90. a 98. percentil jako srážkově nadnormální až mimořádně nadnormální.

Na základě vyhodnocení kombinace klíčových faktorů tj. mimořádně/silně/podnormální srážky a mimořádně/silně/nadnormální teploty v pěti dekadách (období 1961 – 2010, březen až říjen) byl sestaven čtyř kvadrantový diagram (STŘEDOVÁ, STŘEDA a ROŽNOVSKÝ, 2013). Tento diagram (Obr. 1) udává počty výskytu daných kombinací v měsících

jednotlivých letech. Dle váhy jednotlivých kategorií extremity bylo stanoveno pět stupňů rizika sucha (1. stupeň představuje nejslabší riziko, 5. stupeň potom nejsilnější).

počet		teplota							počet
vážnost		MP	SP	P		N	SN	MN	
srážky	MN	1	1	1	1	1	1	1	MN
	SN	2	2	2	2	2	2	2	SN
	N	3	3	3	3	3	3	3	N
	P	4	4	4	4	4	4	4	P
	SP	5	5	5	5	5	5	5	SP
	MP	6	6	6	6	6	6	6	MP
		MP	SP	P		N	SN	MN	vážnost
počet		teplota							počet

Obr. 1 Čtyř-kvadrantový diagram

Legenda:

SRÁŽKY		
1	MN	mimořádně nadnormální
2	SN	silně nadnormální
3	N	nadnormální
4	P	podnormální
5	SP	silně podnormální
6	MP	mimořádně podnormální

TEPLOTA		
	MN	mimořádně nadnormální
	SN	silně nadnormální
	N	nadnormální
	P	podnormální
	SP	silně podnormální
	MP	mimořádně podnormální

počet = součet měsíců v kvadrantu

vážnost = součet polí s přiřazenými váhami (1 až 5) v kvadrantu

Výsledky a diskuze

V Tab. 2 jsou znázorněny jednotlivé dekády a jejich počty normálních měsíců, teplotně nad/podnormálních měsíců a srážkové nad/podnormálních měsíců. V okrese Břeclav byla dekáda 2001 – 2010 s nejméně se vyskytujícími se normálními měsíci (19). Nejvíce normálních měsíců (35) bylo zaznamenáno v dekadě 1981 – 1990. Nejméně teplotně nadnormálních měsíců se vyskytlo v dekadě 1971 – 1980 (2 měsíce) a v této dekadě bylo i nejvíce srážkově podnormálních měsíců (16).

Tab. 2 Tabulka počtu měsíců teplotně a srážkově pod/nadnormálních, rozdělení podle dekád období 1961 - 2010

Dekáda/počet měsíců	Normální	TEPLOTNĚ		SRÁŽKOVĚ	
		Nadnormální	Podnormální	Nadnormální	Podnormální
1961 - 1970	24	6	5	16	13
1971 – 1980	23	2	12	11	16
1981 – 1990	35	6	5	13	10
1991 – 2000	23	11	5	15	10
2001 – 2010	19	15	1	12	6

Riziko výskytu sucha nastává především za podmínek současného výskytu nadnormálních teplot vzduchu a podnormálních srážkových úhrnů. Což znázorňuje 4. kvadrant diagramu (Obr. 2), tedy výskyt mimořádně / silně / podnormálních srážkových úhrnů a mimořádně / silně / nadnormálních teplot. Prokazatelný je vyšší výskyt teplotně nadnormálních a srážkově podnormálních úhrnů v dekádách 1991 – 2000 a 2001 – 2010. Typickým příkladem je dekáda 2001 - 2010. V této dekádě se sice vyskytlo nejvíce měsíců teplotně nadnormálních (15). Srážkově podnormálních měsíců bylo pouze 6. Což je nejméně v porovnání s ostatními dekádami. Avšak z hlediska výskytu sucha, kdy v měsíci nastala současně kombinace výskytu mimořádně / silně / podnormálních srážkových úhrnů a mimořádně / silně / nadnormálních teplot, lze dekádu hodnotit jako vysoce rizikovou (Obr. 2, poslední diagram), jelikož ve 4. kvadrantu je nejvyšší počet měsíců (13) a i přiřazené váhy dávají součtem nejvyšší vážnost (37).

Pokud se porovnají vážnosti ostatních dekád, které jsou 6 (1961 - 1970), 11 (1971 - 1980), 12 (1981 – 1990), tak tyto nedosahují ani dvojnásob vážnosti dekády 2001 – 2010. Naproti tomu vážnost dekády 1991 – 2001 je 31. Zde je vidět, že větší výskyt suchých období můžeme datovat právě do období od roku 1991. Jak potvrzuje i studie POTOP (2010), v letech 2000, 2003 a 2007 byl zaznamenán mimořádně nízký úhrn srážek a několikátýdenní bezsrážková období, která vedla k výskytu sucha.

V diagramech jednotlivých dekád se v 1., 2., 3. i 4. kvadrantu nachází alespoň jeden měsíc, kdy se daná kombinace vyskytla. Výjimku tvoří dekáda 1991 – 2000. Kdy se ve 3. kvadrantu kombinace podnormálních srážek a podnormálních teplot nevyskytla ani jednou.

1961 – 1970

7	teplota							3	
13	MP	SP	P		N	SN	MN		
srážky	MN			2				MN	
	SN		1	3	3			SN	
	N		1	2	11	1	1	1	N
		1	4	24	3	2	1		
	P			7	1	1			P
	SP		1	2	5				SP
	MP				1	1			MP
	MP	SP	P		N	SN	MN	6	
3	teplota							3	

1971 – 1980

6	teplota							1	
15	MP	SP	P		N	SN	MN		
srážky	MN		1	1				MN	
	SN	1		2	2			SN	
	N		1	1	8	1		N	
		6	6	23	2				
	P		1	3	7		2	1	P
	SP				4	2			SP
	MP				5				MP
	MP	SP	P		N	SN	MN	11	
4	teplota							5	

1981 – 1990

2	teplota							2	
3	MP	SP	P		N	SN	MN		
srážky	MN			1				MN	
	SN		1	5				SN	
	N		1	7	2			N	
		2	3	35	3	3			
	P		1	9	1		2		P
	SP		1	1	1	1			SP
	MP								MP
	MP	SP	P		N	SN	MN	12	
2	teplota							5	

1991 – 2000

2	teplota							3	
4	MP	SP	P		N	SN	MN		
srážky	MN			5				MN	
	SN			2	1			SN	
	N	1		1	8	1	1	N	
		1	2	2	23	4	3	4	
	P				7	1	1	5	P
	SP				3	1		1	SP
	MP					1	1		MP
	MP	SP	P		N	SN	MN	31	
0	teplota							11	

2001 – 2010

5	teplota							8	
14	MP	SP	P		N	SN	MN		
srážky	MN		4	3	1	1	1	MN	
	SN			7				SN	
	N	1		2	4	1		N	
		1	1	19	7	5	3		
	P		1		2	3	2	2	P
	SP				2		3		SP
	MP				2			3	MP
	MP	SP	P		N	SN	MN	37	
1	teplota							13	

Obr. 2 Diagramy jednotlivých dekád období 1961 - 2010

Závěr

Sucho je nejzávažnější činitel v procesu degradace půdní úrodnosti. Sucha se objevovala vždy, ale jejich vliv na člověka stále více roste. Vznikají nejen přirozenou proměnlivostí srážek, ale také nehospodárným zacházením se zdroji vody. Závislost úrody na dostatku vody zde byla, je a bude i v budoucnu. Uživatelé půdy budou muset pro minimalizování následků sucha modifikovat způsob využití půdy a racionálněji využívat vodu v suchých obdobích.

Bylo hodnoceno riziko výskytu sucha na Břeclavsku v dekadách období 1961 – 2010 (měsíce březen až říjen). Toto riziko nastává za podmínek současného výskytu nadnormálních teplot vzduchu a podnormálních srážkových úhrnů. Údaje o teplotě vzduchu jsou stanoveny jako odchylky od normálu (1961 - 1990). Při hodnocení extremity srážek byly měsíční úhrny pro období 1961–1990 porovnávány se získaným 2., 10., 25., 75., 90. a 98. percentilem. Z hlediska výskytu sucha lze jako vysoce rizikové hodnotit ty měsíce, kdy nastala kombinace výskytu mimořádně / silně / podnormálních srážkových úhrnů a mimořádně / silně / nadnormálních teplot. V dekádě 2001 - 2010 nastala tato kombinace, tedy riziko výskytu sucha, s nejvyšším počtem měsíců ve 4. kvadrantu (13) a nejvyšší vážností (37).

Literatura

Antal, J., Igaz, D., Špánik, F. 2003: Vplyv meteorologických faktorov na predvegetačnú pôdnu vlhkosť v rôznych pestovateľských systémoch. In *Seminář „Mikroklima porostů“*, Brno, 26. března 2003. Ed. Rožnovský, J., Litschmann, T. ČBKs a ČHMÚ, 2003. s. 15-22. ISBN 80-86690-05-9.

Brázdil, R., Štěpánek, P. 2000: Hodnocení extremity řad měsíčních úhrnů srážek. Výzkumná zpráva projektu VaV/740/1/00: *Výzkum dopadu klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na Českou republiku*, Brno, 20 s.

Hrádek, F., Kuřík, P. 2002: Hydrologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická fakulta, Praha. Skriptum. 271 s. ISBN 80-213-0950-4.

Kyselý, J., Kakos, V., Pokorná, L. 2003: Povodně a extrémní srážkové úhrny v ČR a jejich časová proměnlivost. In *Bioklimatologické pracovní dny. Funkcia energetickej a vodnej bilancie v bioklimatologických systémoch, Račková Dolina, 2.-4.9.2003*. Ed. Šiška, B., Igaz, D., Mucha, M. SPU v Nitre, Nitra, s. 6.

Novák, P. et al. 2002: Monitorování sezónních změn půdní vlhkosti metodou pulzní reflektometrie. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2002*. Česká geologická služba, s. 199-200. ISBN 80-7075-610-1.

- Potop, V, et al. 2010: Drought episodes in the Czech Republic and their potential effects in agriculture. *Theoretical and applied climatology*,99.3-4: 373-388. (POTOP, 2010)
- Sánchez, J. M. 2008: Droughts: Causes, Effects and Predictions. Nova Science Publishers Inc, New York, 358 s, ISBN 978-1-60456-285-9.
- Sklenář, J. 2007: Povodně na území České republiky a povodňová měření. Spisy Zeměpisného sdružení, vol. 17, no. 1. Dostupné z: http://www.sweb.cz/spizem/cislo1_2007.htm.
- Středová, H. et. al. 2013: Predispozice výskytu sucha ve vybraných aridních oblastech České republiky. In ROŽNOVSKÝ, J. -- LITSCHMANN, T. -- STŘEDOVÁ, H. -- STŘEDA, T. *Voda, půda a rostliny*. 1. vyd. Praha: ČHMÚ, s. 1--10. ISBN 978-80-87577-17-2.
- Středová, H., Středa, T. Rožnovský, J. 2013: Temperature/precipitation method for meteorological classification. In *Environmental Changes And Adaptation Strategies*. 1. vyd. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, s. 1--2. ISBN 978-80-552-1066-7.
- Štěpánek, P. 2007: ProClimDB – software for processing climatological datasets. CHMI, regional office Brno. <http://www.climahom.eu/ProcData.html>
- Štěpánek, P., Skalák, P., Farda, A. 2008: RCM ALADIN-Climate/CZ simulation of 2020–2050 climate over the Czech Republic,.
- Trnka, M. et al. 2003: Selected methods of drought evaluation in South Moravia and Northern Austria. *XI International poster day. Transport of water, chemicals and energy in soil–crop atmosphere system*, Institute of Hydrology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia.
- Trnka, M. et al. 2012: Could the changes in regional crop yields be a pointer of climatic change? *AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY*, AMSTERDAM, NETHERLANDS: ELSEVIER SCIENCE, 2012, roč. 166, 15.12.2012, s. 62-71. ISSN 0168-1923. doi:10.1016/j.agrformet.2012.05.020.
- Wilhite, D. A., Buchanan-Smith, M. 2005: Drought as Hazard: Understanding the Natural and Social Context. In: *Drought and Water Crises: Science, Technology and Management Issues*. Boca Raton: Taylor & Francis, s. 3 – 29. ISBN 0-8247-2771-1.
- Wilhite, D. A., Glantz, M. H. 1985: Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. *Water international*, 10(3), 111-120. ISSN 1941-1707.
- Žalud, Z. et. al. 2009: Dopady změny klimatu a strategie adaptačních opatření v agrosektoru České republiky, *XIII. Seminář šlechtitelů, souhrny přednášek, Brno, 4. února 2009*, s. 7-13.

Poděkování

Tato práce vznikla s podporou projektu NAZV QJ1230056 "Vliv očekávaných klimatických změn na půdě České republiky a hodnocení jejich produktivních funkcí".

Kontakt:

Ing. Pavlína Thonnová

Ústav aplikované a krajinné ekologie,

Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně

Zemědělská 1, 613 00 Brno

Tel.: 545 132 480

email: thonnovapavlina@seznam.cz