

## **Predispozice výskytu sucha ve vybraných aridních oblastech České republiky**

Predisposition of drought in chosen arid areas of the Czech Republic

*Hana Středová<sup>1</sup>; Jaroslav Rožnovský<sup>2</sup>, Tomáš Středa<sup>1</sup>, Pavlína Krmelová<sup>1</sup>*

*Mendelova univerzita v Brně<sup>1</sup>; Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno<sup>2</sup>*

### **Abstrakt**

Predispozice výskytu sucha je založena na kombinovaném hodnocení nadnormálních teplot vzduchu a podnormálních srážkových úhrnů. Dle významnosti bylo vymezeno 5 stupňů predispozice k suchu. Hodnocena byla měsíční data Českého hydrometeorologického ústavu za vegetační období březen až září pro roky 1961 až 2012 ve dvou klimatologicky suchých oblastech (Břeclavsko, Kladensko). Hodnocení teplotní extremity je založeno na stanovení odchylky od normálu. Jednotlivé kategorie extremity srážek jsou vymezeny srovnáním s hodnotami percentilů. V okrese Břeclav bylo jako rizikových vyhodnoceno 34 měsíců, z toho 14 spadalo do stupně 3 a v okrese Kladno 36 měsíců, z toho 12 spadalo do stupně 4. Z hodnocení je patrný nárůst predispozice k suchu zejména po roce 1990.

**Klíčová slova:** sucho, extremita, vegetační období, srážky, teplota vzduchu

### **Abstract**

Predisposition to drought is based on a combined evaluation of above normal temperatures and below normal precipitation. Five degrees of drought predisposition was defined according to the significance of the combination. Monthly data of the Czech Hydrometeorological Institute at two climatologically dry areas (Břeclav and Kladno) of the growing season from March to September 1961 – 2012 were evaluated. Temperature extremity assessment was based on comparison with normal/average values. The categories of precipitation extremity were determined by comparing with the percentile values. As a high risk of drought were classified 34 months (14 within 3rd degree) at Břeclav district and 36 months (12 within the 4th degree) at Kladno district. The evaluation shows an increase of number of months predisposed to drought especially after 1990.

**Keywords:** drought, extremity, growing season, precipitation, air temperature

## Úvod

Úrodnost půd je významně snižována působením rozmanitých degradačních faktorů, mezi které patří i extrémní projevy počasí a změny klimatu. V posledních letech bylo na území České republiky zaznamenáno několik extrémních stavů počasí. Zejména se jedná a povodňové roky 1997, 2002 a 2010 a jarní povodně v roce 2006 způsobené rychlým táním mocné sněhové pokrývky. Kyselý, Kakos a Pokorná (2003) uvádí na základě analýzy dlouhodobé řady v Praze-Klementinu od poloviny 19. století do 80. let 20. století rostoucí trend výskytu vícedenních srážkových extrémů v letním pololetí. V zimním pololetí zaznamenali trend opačný. V posledních čtyřiceti letech uvádí trend nevýrazný, v zimě spíše rostoucí a v létě mírně klesající. V letech 2000, 2003 a 2007 byl naopak zaznamenán mimořádně nízký úhrn srážek a několikátýdenní bezsrážková období, která vedla k výskytu sucha. Oba tyto stavy, tedy povodně i sucho se podílí na rozvoji erozních procesů na zemědělské půdě a významně tak přispívají k její degradaci. Extrémní srážkové úhrny mají značný vliv také na pěstování zemědělských plodin. Dynamiku změn půdní vlhkosti v průběhu roku popisují např. Novák a kol. (2002). Pro úspěšné pěstování zemědělských plodin uvádí Antal a kol. (2000) udržení optimální vlhkosti v kořenové zóně v průběhu celé vegetace s důrazem na kritická (suchá nebo nadměrně vlhká) období. Výskyt sucha je z hlediska dopadů na polní produkci nejvýznamnějším extrémním jevem. Žalud a kol. (2009) na území České republiky (ČR) popisují rostoucí tendenci k suchu z historického pohledu i očekávaného vývoje klimatu. Jako perspektivní adaptační opatření s ohledem k aridizaci nižších, ale i středních poloh navrhuji šlechtění na rezistenci k suchu 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. Vymezení suchých částí území ČR lze z klimatologického pohledu nejjednodušeji vyjádřit průběhem izohyety průměrných ročních úhrnů srážek 500 mm. Projevy takto definované aridity, tj. aridity v klimatologickém pohledu se liší v závislosti na půdních podmínkách. S ohledem na vlastnosti půdy potom hovoříme o půdním suchu.

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, Štěpánek, 2000).

## **Metodika**

### ***Výběr lokalit:***

V práci je podrobně hodnocena extremita měsíčních srážkových úhrnů a měsíčních teplot vzduchu i jejich vzájemných kombinací ve dvou zájmových okresech, které patří do klimatologicky vymezených suchých oblastí. Okres Břeclav zastupuje jižní Moravu, Kladno střední Čechy. Vybrané oblasti mají přes rozdílnou polohu mnohé projevy podnebí shodné nebo velmi podobné. Okres Břeclav spadá podle klasifikace podnebí Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) do teplé oblasti A2 a A3. Oblast A2 je suchá teplá s mírnou zimou, kratší období slunečního svitu. Oblast A3 je mírně suchá, teplá, mírně suchá s mírnou zimou. 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.

Okres Kladno spadá podle klimatologické klasifikace do mírně teplé oblasti B1 a B2. Oblast B1 je suchá, mírně teplá s mírnou zimou. Oblast B2 je mírně suchá, mírně teplá, mírně suchá, převážně s mírnou zimou. Dle agroklimatické rajonizace náleží okres Kladno do teplé i mírně teplé makrooblasti. Oblasti sem zasahují poměrně teplá a poměrně mírně teplá oblast. Podoblasti okresu Kladno jsou převážně suchá i mírně suchá. Okres Kladno spadá do okrsku poměrně mírné zimy a mírně chladné zimy.

### ***Použitá databáze:***

Meteorologická pozorování, probíhají podle daných předpisů pozorování a měření v síti klimatologických stanic ČHMÚ. Staniční síť klimatologických stanic není dostatečně hustá, aby bylo možné reprezentativními měřeními beze zbytku podchytit proměnlivé podmínky na našem území. Pro analýzu klimatických podmínek zájmových lokalit byla proto použita data z vytvářené technické řady klimatických prvků, která vzniká na základě naměřených dat

staniční síť ČHMÚ. Jedná se o 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, Farda, 2008, Štěpánek, 2007). Z databáze technických řad byl pro oba hodnocené okresy vybrán reprezentativní gridový bod.

Hodnoceny byly údaje za období 1961-2012. Analýza extremity teploty vzduchu a srážek a predispozice výskytu sucha byla zpracována pro rozhodující období pro růst a vývoj hlavních zemědělských plodin, tedy pro měsíce březen až září.

### ***Hodnocení extremity teploty vzduchu:***

Hodnocení extremity teploty vzduchu je založeno na stanovení odchylky od normálu. 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 uvedené kategorie:

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	$\Delta > (-2) * s_{x61-90m}$

### ***Hodnocení extremity srážkových úhrnů:***

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. 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.

### ***Stanovení stupňů predispozice výskytu sucha:***

Na základě vyhodnocení kombinace klíčových faktorů tj. mimořádně/silně/podnormální srážky a mimořádně/silně/nadnormální teploty. Dle váhy jednotlivých kategorií extremity bylo stanoveno následujících pět stupňů predispozice výskytu sucha (1. stupeň představuje nejslabší riziko, 5. stupeň potom nejsilnější):

1. stupeň:

kombinace nadnormálních teplot a podnormálních srážek

2. stupeň:

a) kombinace nadnormálních teplot a silně podnormálních srážek

b) kombinace silně nadnormálních teplot a podnormálních srážek

3. stupeň:

a) kombinace silně nadnormálních teplot a silně podnormálních srážek

b) kombinace nadnormálních teplot a mimořádně podnormálních srážek

c) kombinace mimořádně nadnormálních teplot a podnormálních srážek

4. stupeň:

a) silně nadnormálních teplot a mimořádně podnormálních srážek

b) kombinace mimořádně nadnormálních teplota silně podnormálních srážek

5. stupeň:

kombinace mimořádně nadnormálních teplot a mimořádně podnormálních srážek

### **Výsledky**

Pro vlastní analýzu byly vybrány charakteristické body pro dané okresy. Pro okres Břeclav byl vybrán gridový bod 6138 (188 m n. m.) a pro okres Kladno gridový bod 8192 (261 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 okresů). Základní klimatologická charakteristika lokalit za dlouhodobé období 1961-2010 je následující:

Roční průměrná teplota vzduchu v okrese Břeclav je 9,6 °C a v okrese Kladno 8,5 °C u obou okresů je nejteplejším měsícem červenec (19,6 resp. 18,1 °C), nejchladnějším leden (-1,4 °C). Průměrný roční úhrn srážek v okrese Břeclav dosahuje 502 mm a v okrese Kladno 534 mm. V okrese Břeclav je srážkově nejbohatším měsíc červen (68 mm), srážkově nejchudším leden (24 mm). Srážkově nejbohatším měsícem okresu Kladno je červenec (71 mm) a srážkově nejchudším únor (24 mm).

Tab. 1 znázorňuje teplotní extremitu, Tab. 2 srážkovou extremitu a Tab. 3 predispozice výskytu sucha v okrese Břeclav; Tab. 4 znázorňuje teplotní extremitu, Tab. 5 srážkovou extremitu a Tab. 6 stupně predispozice výskytu sucha v okrese Kladno za období března 1961 až září 2012. Barevnými políčky jsou naznačeny měsíce nadnormální resp. podnormální podle různého stupně intenzity a jednotlivé stupně predispozice výskytu sucha.

V okrese Břeclav byl během sledovaného období zjištěn výskyt čtyř měsíců spadajících do kategorie 1. stupně predispozice výskytu sucha, čtyř měsíců náležících do 2. stupně, čtrnácti měsíců náležících do 3. stupně, devíti měsíců náležících do 4. stupně a tří měsíců náležících do kategorie 5. stupně.

V okrese Kladno byl během sledovaného období zjištěn výskyt deseti měsíců spadajících do kategorie 1. stupně predispozice výskytu sucha, čtyř měsíců náležících do 2. stupně, sedmi měsíců náležících do 3. stupně, dvanácti měsíců náležících do 4. stupně a tří měsíců náležících do kategorie 5. stupně.

Legenda:

	teplotně normální		srážkově normální		1	1. stupeň
	teplotně nadnormální		srážkově nadnormální		2a	2. stupeň
	teplotně silně nadnormální		srážkově silně nadnormální		2b	
	teplotně mimořádně nadnormální		srážkově mimořádně nadnormální		3a	3. stupeň
	teplotně podnormální		srážkově podnormální		3b	
	teplotně silně podnormální		srážkově silně podnormální		3c	
	teplotně mimořádně podnormální		srážkově mimořádně podnormální		4a	4. stupeň
					4b	
					5	5. stupeň

Teplotní extremita (Tab. 1 a 4)

Srážková extremita (Tab. 2 a 5)

Stupně predispozice  
výskytu sucha  
(Tab. 3 a 6)

Tab. 1, 2, 3 Stupně predispozice výskytu sucha, teplotní a srážková extremita a března až září  
 1961–2012, Břeclav

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1961							4a
1962							
1963					2b		
1964							
1965							
1966							
1967							
1968							
1969							
1970							
1971		4a					
1972							
1973							
1974	4b					4a	
1975							3c
1976					4b		
1977							
1978							
1979							
1980							
1981							
1982							3c
1983					3c	3a	
1984							
1985							
1986	1						
1987							
1988							
1989							
1990						4b	
1991							
1992			1	2b			
1993			3c				
1994			2b	3c			
1995				3c			
1996				3c			
1997							
1998							
1999		3c	3c	2a			
2000							
2001							
2002			3c				
2003				5			
2004							
2005							
2006				1	3c		3a
2007	5	4a					
2008				3a		1	
2009	5					4a	
2010							
2011							
2012			4a				

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1961							
1962							
1963							
1964							
1965							
1966							
1967							
1968							
1969							
1970							
1971							
1972							
1973							
1974							
1975							
1976							
1977							
1978							
1979							
1980							
1981							
1982							
1983							
1984							
1985							
1986							
1987							
1988							
1989							
1990							
1991							
1992							
1993							
1994							
1995							
1996							
1997							
1998							
1999							
2000							
2001							
2002							
2003							
2004							
2005							
2006							
2007							
2008							
2009							
2010							
2011							
2012							

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1961							
1962							
1963							
1964							
1965							
1966							
1967							
1968							
1969							
1970							
1971							
1972							
1973							
1974							
1975							
1976							
1977							
1978							
1979							
1980							
1981							
1982							
1983							
1984							
1985							
1986							
1987							
1988							
1989							
1990							
1991							
1992							
1993							
1994							
1995							
1996							
1997							
1998							
1999							
2000							
2001							
2002							
2003							
2004							
2005							
2006							
2007							
2008							
2009							
2010							
2011							
2012							

Tab. 4, 5, 6 Stupně predispozice výskytu sucha, teplotní a srážková extremita a březem až září 1961–2012, Kladno

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1961	1						
1962							
1963							
1964				2a			
1965							
1966							
1967							
1968							
1969							
1970							
1971							
1972							
1973						1	4b
1974	1						
1975						4a	
1976				1			
1977							
1978							
1979							
1980							
1981							
1982					1		2a
1983					3c		
1984							
1985							
1986							
1987							
1988				4a			
1989							
1990	4a		4b			4a	
1991	1						4b
1992			4a				
1993		3a					
1994							
1995							
1996							
1997							
1998		3a	4b				
1999		1	1				
2000		2a				3a	
2001							
2002							
2003				3c		5	
2004		1					
2005		4a					
2006							5
2007	1	5					
2008							
2009		3c				2a	4a
2010							
2011		3c					
2012	4b						

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1961							
1962							
1963							
1964							
1965							
1966							
1967							
1968							
1969							
1970							
1971							
1972							
1973							
1974							
1975							
1976							
1977							
1978							
1979							
1980							
1981							
1982							
1983							
1984							
1985							
1986							
1987							
1988							
1989							
1990							
1991							
1992							
1993							
1994							
1995							
1996							
1997							
1998							
1999							
2000							
2001							
2002							
2003							
2004							
2005							
2006							
2007							
2008							
2009							
2010							
2011							
2012							

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1961							
1962							
1963							
1964							
1965							
1966							
1967							
1968							
1969							
1970							
1971							
1972							
1973							
1974							
1975							
1976							
1977							
1978							
1979							
1980							
1981							
1982							
1983							
1984							
1985							
1986							
1987							
1988							
1989							
1990							
1991							
1992							
1993							
1994							
1995							
1996							
1997							
1998							
1999							
2000							
2001							
2002							
2003							
2004							
2005							
2006							
2007							
2008							
2009							
2010							
2011							
2012							

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. Typickým příkladem je rok 2000. V okrese Břeclav se jednal o měsíce duben až červen (duben a květen: teplotně mimořádně nadnormální a srážkově podnormální, červen: teplotně mimořádně nadnormální a srážkově silně podnormální). V okrese Kladno pak teplotně

mimořádně nadnormální a srážkově silně podnormální měsíc duben a teplotně mimořádně nadnormální a srážkově podnormální měsíc srpen.

V roce 2003 bylo v okrese Břeclav zaznamenáno mimořádně podnormální množství srážek v březnu, květen byl z hlediska teplot hodnocen jako mimořádně podnormální a v červnu byl mimořádně podnormální výskyt srážek umocněn mimořádně nadnormálními teplotami. Teplotně nadnormální resp. silně nadnormální byly i letní měsíce červenec a srpen.

Situace v okrese Kladno se v roce 2003 vyvíjela analogicky. Po srážkově mimořádně podnormálních resp. podnormálních měsících březnu a dubnu nastal teplotně silně nadnormální květen. V červnu došlo k souběhu působení mimořádně nadnormálních teplot a podnormálních srážkových úhrnů. Červenec byl sice srážkově nadnormální a teplotně podnormální ale v srpnu byly mimořádně podnormální srážky doprovázeny výskytem mimořádně nadnormálních teplot.

### **Závěr**

Dlouhodobé výsledky dokládají, že existence sucha je typická pro naše území a jeho výskyt roste s proměnlivostí podnebí a je častější a intenzivnější. Vyhodnocena byla extremita měsíčních srážkových úhrnů a měsíčních teplot vzduchu za období březen až září 1961-2012 ve dvou zájmových okresech, které patří do klimatologicky vymezených suchých oblastí. Okres Břeclav zastupuje jižní Moravu, Kladno potom střední Čechy.

Hodnocení extremity teploty vzduchu je založeno na stanovení 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. Vyčleněny byly následující kategorie měsíců: normální, nadnormální, silně nadnormální, mimořádně nadnormální, podnormální, silně podnormální a mimořádně podnormální. Z hlediska predispozice výskytu sucha byly jako vysoce rizikové hodnoceny ty měsíce kdy nastala kombinace mimořádně/silně/podnormálních srážkových úhrnů a mimořádně/silně/nadnormálních teplot. Na základě těchto kombinací bylo definováno pět stupňů predispozice výskytu sucha - 1. (nejslabší) stupeň, 5. (nejsilnější). Celkově lze v okrese Břeclav z pohledu predispozice výskytu sucha jako rizikové hodnotit 34 měsíců a v okrese Kladno 36 měsíců.

### **Literatura**

Antal, J., Igaz, D., Špánik, F. Vplyv meteorologických faktorov na predvegetačnú pôdnu vlhkosť v rôznych pestovatelských systémoch. In *Seminár „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.

Kyselý, J., Kakos, V., Pokorná, L. 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, 2003. s. 6.

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

Štěpánek, P. ProClimDB – software for processing climatological datasets. CHMI, regional office Brno, 2007: <http://www.climahom.eu/ProcData.html>

Štěpánek, Skalák, Farda, RCM ALADIN-Climate/CZ simulation of 2020–2050 climate over the Czech Republic, 2008

Žalud, Z. a kol. Dopady změny klimatu a strategie adaptačních opatření v agrosektoru České republiky, *XIII. Seminář šlechtitelů, souhrny přednášek, Brno, 4. února 2009*, s. 7-13.

### **Poděkování**

Príspevek vznikl s podporou NAZV QJ1230056 Vliv očekávaných klimatických změn na půdy České republiky a hodnocení jejich produkční funkce.

### **Kontakt:**

Ing. Hana Středová, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 1

613 00 Brno

Tel: 545 132 408

Email: [hana.stredova@mendelu.cz](mailto:hana.stredova@mendelu.cz)