

HODNOCENÍ SUCHA ROKU 2003 NA ÚZEMÍ ČR EVALUATION OF DROUGHT IN 2003 ON THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

Radim Tolasz, Jaroslav Rožnovský, Jaroslav Valter, Mojmír Kohut, Ivan Kott

Summary

The year 2003, similarly as 2000, had a severe scarcity of precipitation and at the same time high air temperatures. With a view to this fact, 2003 can be legally viewed as very adverse for agriculture. High temperatures in the vegetation period, especially in June, were multiplied by a scarcity of precipitation already from the beginning of the vegetation period, so that the drought that was manifested was not only meteorological, but also but also agronomical or soil-wise. At the end of the vegetation period, by 30th September, values of moisture balance of under -400 mm were locally reached. The course of the air temperature in 2003 can be considered quite extraordinary. The rise in January temperatures resulted in the melting of the snow cover and the onset of the pressure high in February especially in these areas caused high temperature differences between day and night. A temperature antithesis was then the occurrence of high values of maximum air temperatures during the vegetation period, especially in June. Extraordinary therefore was the occurrence of tropical days, which reached the number of up to 39. From aerial evaluation of air temperatures by the Czech Hydrometeorological Institute it is obvious, that on almost the whole territory of the Czech Republic, there was a positive deviation of up to 2 °C. Here it is necessary to emphasize the lowering of this deviation by low temperatures in February, which were largely lower than the long-term averages by more than 3 °C.

Úvod

Naše podnebí, tedy přechodné podnebí středoevropské, je typické jednak variabilitou hodnot meteorologických prvků, zvláště teploty vzduchu a srážek, ale také nepravidelností výskytu jejich extrémů. Současně jsou naše nejteplejší části území podle klimatologického hodnocení řazeny do podoblastí suchých. Pro výskyt sucha jsou však důležité teploty vzduchu. V tomto pohledu měl rok 2003, podobně jako rok 2000, při vysokém

nedostatku srážek i vysoké teploty vzduchu. Hodnocení sucha je prováděno z několika pohledu, jde sucho nejen meteorologické, ale i agronomické či půdní. Vyhodnocení sucha roku 2003 je nutné nejen z hlediska klimatologického, ale též s ohledem na jeho dopady v naší krajině.

Literární přehled

Charakteristika sucha je však dosud méně přesně vyjádřena s tím, že pojem

Adresy autorů

Radim Tolasz, tolasz@chmi.cz

Jaroslav Valter, valter@chmi.cz

Ivan Kott, kott@chmi.cz

Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany,

Jaroslav Rožnovský, roznovsky@chmi.cz

Mojmír Kohut, mojmir.kohut@chmi.cz

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno,

sucho je mnohdy brán z různých pohledů. Nejčastěji se setkáváme s označením sucha atmosférického, agronomického, meteorologického, klimatologického, fyziologického, hydrologického, ale také např. nahodilého (Meteorologický slovník 1993). Suchost podnebí - aridita, v pojetí klimatologie vyjadřuje výrazně převažující výpar nad množstvím spadlých srážek. V klimatografii je období sucha vztahováno na část roku, kdy jsou takřka pravidelně velmi malé srážkové úhrny nebo se vůbec nevyskytují. Po tomto období nastupuje období dešťů. Jako suché období je často v klimatologické literatuře označováno období bezsrážkové. Tímto míníme vždy určitý počet po sobě jdoucích dnů (nejčastěji nejméně 5 dnů), kdy nebyly na stanici naměřeny srážky, případně byly srážky velmi malé (0,0 mm, výjimečně 1 mm) jak uvádí Nosek (1972). Z tohoto pohledu je nutné věnovat velkou pozornost variabilitě srážkových úhrnů a jejich trendu. Rozbory této problematiky uvádějí např. Groisman, Easterling (1994), Litschmann, Rožnovský (1993).

Zajištění dostatku vody v naší krajině je dáno pouze srážkami. Nejčastěji proto nacházíme v literatuře hodnocení vláhových poměrů podle výše srážkových úhrnů (Kurpelová a kol. 1975, Petr a kol. a další). V našich nejúrodnějších oblastech je dostatek vody limitujícím faktorem výnosů. Vymezení období sucha podle srážek uvádí Cablík (1951), který za hrubou hranici sucha považuje roční úhrny srážek 550 mm. Nedostatek půdní vláhy se potom projeví ve vegetačním období pokud srážkový úhrn nepřekročí 340 mm, v jednotlivých měsících, když úhrn srážek nedosáhne 50 mm. Agroklimatologické vymezení sucha pro Československo pomocí ukazatele zavlažení, vyjádřeného rozdílem potenciální evapot-

ranspirace a srážek za letní měsíce (VI až VIII) uvádí Kurpelová a kol. (1975).

Ve shodě s definicí mnoha autorů, např. Seeman a kol. (1979), Michalopoulou, Papaioannou (1991), Kott (1993) lze vyjádřit sucho agronomické jako nedostatek vody v půdě vyvolaný suchem meteorologickým, nejčastěji chápaným jako nedostatkem srážek, které se nevyskytují vůbec anebo jen v malých úhrnech. To znamená, že výskyt sucha je doslova limitován vlastnostmi půd, jejich hydropedologickými charakteristikami. Stejně úhrny srážek se v tomto pohledu budou projevovat různě. Zákonitě se při výskytu sucha uplatňuje vliv evaporace, v porostech potom evapotranspirace zvyšované vyššími teplotami vzduchu a většími rychlostmi větru.

Z literárních podkladů pro hodnocení území je zřejmé, že ačkoliv lineární trendy u průměrných teplot a úhrnů srážek vykazují tendenci potvrzující domněnku o postupné aridizaci našeho území (Litschmann, Rožnovský 1993) ukazuje se však, že tyto trendy nejsou na běžně používaných hladinách významnosti signifikantní.

V souvislosti s trendy je bohatě studována problematika možné změny klimatu. Jsou posuzovány vlivy možné změny na chod a dynamiku jednotlivých klimatických prvků, jak uvádějí Pittock, Fowler, Whetton (1991). Možné dopady změny klimatu na zemědělství jsou analyzovány v práci Brázdil, Rožnovský (1996).

Materiál a metody

Výsledky hodnocení sucha v roce 2003 vychází z databáze meteorologických prvků naměřených na klimatologických stanicích Českého hydrometeorologického ústavu a zpracovaných standardními postupy. Metoda výpočtu indexu

meteorologicky možného sucha vychází z metodiky autorů Květoň, Valter, Kott (2000), použité pro účely vyhodnocení sucha v roce 2000. Základem výpočtu indexu meteorologického sucha (IMMS) je bilanční forma výpočtu, v jejíž první fázi se v denním kroku načítají denní rozdíly mezi úhrny srážek a celkovou výparností dle Penmana, a to za období od 1. listopadu předchozího roku do 31. října roku následujícího. Tyto mezivýsledky označujeme termínem „bilance“. Ve druhé fázi probíhá vlastní výpočet IMMS, definovaného jako suma záporných bilančních hodnot za daný časový interval, budeme ho dále nazývat výpočetní období. Jako start výpočetního období IMMS byl zvolen 16. březen.

Základní vláhovou bilanci travního porostu (dále jen ZVB) rozumíme rozdíl mezi srážkovými úhrny a potenciální evapotranspirací travního porostu (dále jen PEVA), všechny údaje jsou uvedeny v mm. Pokud je výsledná vláhová bilance záporná, jedná se o nedostatek vláhy (PEVA převažuje nad srážkami), v opačném případě hovoříme o nadbytku vláhy (srážky převažují nad PEVA). Hodnoty PEVA pro soubor klimatologických stanic ČR jsou jedním ze základních výstupů agrometeorologického modelu AVISO.

Výsledky a diskuse

Rok 2003 byl typický nedostatkem srážek již v počátku roku, když na mnoha místech byly únorové srážky až nulové. Za období leden až září bylo na většině území ČR naměřeno méně než 500 mm srážek, což představuje méně než 80% průměrné hodnoty, velká část území zaznamenala méně než 60% dlouhodobého průměrného úhrnu srážek (obr. 1). Z rozložení průměrných teplot za stejné období do 30. září 2003 je vidět, že nejteplejšími oblastmi jsou na Moravě

Dyjskosvratecký a Dolnomoravský úval a v Čechách téměř celé střední Čechy, Polabí a okolí středního toku Vltavy. Odchylka průměrné teploty od dlouhodobého průměru 1961 – 1990 (obr. 2) indikuje, že téměř celá ČR vykazuje kladnou odchylku do 2°C.

Z mapy na obr. 3 je zřejmé, že v uvažovaném termínu oblast závažného a kritického sucha (tj. zelené a žluté plochy) pokrývá značnou část produkčně významných oblastí republiky. V Čechách takto kriticky postiženy všechny oblasti s výjimkou pohraničních hor a Českomoravské vrchoviny, na Moravě - jde o všechny níže položené, zemědělsky intenzivně využívané oblasti Brněnského a Olomouckého kraje, ale také Opavsko, Ostravsko a Novojičínsko.

Podstatným zjištěním zde je, že území výskytu největších záporných odchylek je na celém území ČR s výjimkou pohraničních hor – znamená to, že právě ve všech nižších i středně položených, pro rostlinnou produkci nejvíce využívaných, oblastech byla i odchylka od středních („průměrných“) poměrů největší.

Po srážkově bohatém lednu a chladném únoru s nízkým výparem se počínaje březnem zásoby vláhy velmi rychle snižovaly. Sucho letos začalo první vlnou od 23.4. do 10.5., celkově odpovídající shora uvedené třídě 1 (mírné sucho), obsahující však navíc čtyřdenní periodu třídy 2 (od 6.5. do 9.5.). Po cca 20 dní trvajícím srážkově příznivém období (květen jako celek byl srážkově nadprůměrný měsíc) nastoupila druhá vlna sucha v období od 30.5. do 1.7. V zásadě sice rovněž odpovídala třídě 1, byla však delší a obsahovala hlavně několik period se suchem třídy 2 (5.6. až 13.6., 16.6. až 18.6., 22.6., 23.6. a 26.6.) a dokonce i třídy 3 (12.6., 27.6. až 1.7.). V této vlně se vyskytl rovněž první ze dvou

vrcholů letošního sucha (30. červen), kdy se kritické sucho vyskytovalo na 47 % území ČR, tj. postihovalo většinu pěstitelsky významných oblastí republiky. Po krátkém srážkově příznivém období spadajícím do první červencové dekády nastoupila třetí vlna sucha (9.7.až 24.7.), která byla kratší a mírnější. Přesto zahrnovala dvě periody charakterizované oblastním výskytem kritického sucha (třída 2), konkrétně 15.7. až 17.7. a 20.7. až 23.7. Následující vlhčí zhruba 10-denní interval přinesl vcelku jen mírné zlepšení vláhové bilance půd. Datem 4.8. začala čtvrtá vlna sucha, která trvala až do 11.9. a svou závažností je plně srovnatelná s druhou (červnovou) vlnou, zejména v tom smyslu, že

v širším rámci sucha třídy 1 se uplatnily periody se suchem třídy 2, konkrétně 7.8. až 9.8., 16.8. až 17.8., 23.8. až 26.8. a 30.8. až 31.8. a také třídy 3, a to 10.8. až 14.8., 18.8. a 27.8. až 29.8. Do této vlny spadá také druhý vrchol letošního sucha (13. srpen) s územním rozsahem 53 %, tedy ještě vyšším než u červnového vrcholu. Pátá vlna sucha začala 16.9. a pokračovala až do konce měsíce září. V rámci tohoto sucha třídy 1 se vyskytla celkem 2 období třídy 2, a to 7.9. až 8.9. a 22.9. až 23.9.

Prostorová analýza míry naplnění využitelné vodní kapacity půd v Česku pro jednotlivé kraje a oblasti působnosti podniků Povodí k 30. září 2003 je uveden v tabulce 1.

Tab. 1: Míra naplnění využitelné vodní kapacity v jednotlivých krajích k 30. září 2003 v %

<i>Kraj</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Průměr</i>	<i>Std</i>
<i>Jihočeský</i>	2.8	67.0	31.2	13.6
<i>Jihomoravský</i>	36.0	98.1	56.5	9.9
<i>Karlovarský</i>	5.7	77.4	32.7	13.3
<i>Královehradecký</i>	14.1	102.5	46.5	16.2
<i>Liberecký</i>	16.0	82.4	39.0	12.5
<i>Moravskoslezský</i>	48.7	103.1	77.4	11.5
<i>Olomoucký</i>	33.0	108.9	57.7	14.1
<i>Pardubický</i>	16.0	90.5	44.1	7.1
<i>Plzeňský</i>	4.2	49.0	23.1	7.5
<i>Praha</i>	3.0	60.0	18.5	9.7
<i>Středočeský</i>	1.9	71.2	25.2	12.8
<i>Ústecký</i>	0.8	36.5	11.0	6.5
<i>Vysočina</i>	11.9	63.0	36.4	8.1
<i>Zlínský</i>	57.0	101.1	81.3	9.2

Pro stanovení vláhová bilance naší krajiny jsme, jak je uvedeno v metodice, použili tzv. základní

vláhovou bilanci travního porostu (dále jen ZVB). Výpočty potenciální evapotranspirace (dále jen PEVA), v našem

případě standardního travního porostu, se realizují v denním kroku modifikovaným způsobem podle metodiky Penman-Monteith, která představuje racionální a fyzikálně podložený způsob výpočtu výdeje vody z rozdílných vypařujících se povrchů verifikovaný pro podmínky našeho podnebí. Je však nutné zdůraznit, že se jedná o potenciální, tj. maximálně možnou evapotranspiraci, kdy vstupem pro výpočet jsou základní meteorologické prvky (průměrná denní teplota vzduchu, průměrný denní tlak vodní páry, trvání slunečního svitu za den, průměrná denní rychlost větru). V úvahu se neberou vlhkostní podmínky půdy (předpokládají se optimální vlhkostní poměry), ale v průběhu roku (vegetačního období) se sledují časové změny nejdůležitějších fyto-metrických charakteristik (plocha listoví, výška plodiny, hloubka aktivního prokořenění apod.). Tímto jednotným způsobem určená ZVB mezi srážkami a PEVA je podle našich zkušeností vhodnou charakteristikou pro vyjádření klimatických podmínek pro území republiky.

V počátku vegetačního období, březen 2003, byl na našem území až na velmi ojedinělé výjimky dostatek vláhy. Oproti dlouhodobému průměru jsou však hodnoty nižší, protože měsíc únor v letošním roce byl hlavně v zemědělských oblastech srážkově až extrémně podnormální. Postupné zvyšování vláhového deficitu dané slabými srážkami způsobilo, že části území jako jižní a střední Morava a střední část Podkrušnohoří vykazují již záporné hodnoty ZVB. Plocha těchto území narůstá v průběhu dubna a na počátku května. Výskyt sucha se začíná projevovat v měsíci květnu, kdy ve většině zemědělských oblastí, mimo horské, jsou hodnoty ZVB záporné, např. na jižní Moravě pod -100 až -150 mm. Výrazný nástup sucha dokládá stav k 6.7.2003 (obr. 3). Vysoké

hodnoty PEVA byly hlavně ovlivněny extrémním nárůstem teplot vzduchu, které společně s nízkým úhrnem srážek zvýšily vláhový deficit. Červnové úhrny PEVA v roce 2003 převýšily na několika místech ČR hranici 120 mm až 130 mm (jižní a střední Morava, střední a severní Čechy). Záporné hodnoty ZVB v oblasti jižní a střední Moravy a střední části Podkrušnohoří místy překračují hranici -200 mm. Je to v podstatě stejná oblast, ve které se projevil záporný vláhový deficit již počátkem dubna. Pokračující výskyt vysokých teplot vzduchu a nerovnoměrný výskyt srážek způsobují prohlubování vláhového deficitu, rozšíření plochy se ZVB pod -280 mm a lokální poklesy až pod -400 mm. Meteorologická situace až do konce září vyvolávala další zvyšování vláhového deficitu na většině území ČR.

Kompletní plošné zpracování vlhkosti půdy v rámci ČR proběhlo pro vybraná data roku 2003. Stejně jako při hodnocení PEVA i zde ve všech případech uvažujeme pokrytí půdy standardním travním porostem, avšak s rozlišením půdy podle její využitelné vodní kapacity (dále jen VVK). VVK se zavádí vzhledem ke skutečnosti, že ne všechna půdní voda je pro rostliny využitelná. V praxi VVK je rozdíl mezi retenční vodní kapacitou půdy (dále jen RVK) a BV. Hodnoty VVK v rámci našeho území kolísají přibližně v rozmezí od 5 % do 25 % v závislosti na půdním druhu, struktuře a typu genetického půdního horizontu. Nejvyšší hodnoty VVK dosahuje v humusových hlinitých horizontech černozemí a hnědozemí, které u nás převládají (půdy středně těžké), nižší jsou všeobecně na půdách těžkých (půdy jílovitohlinité až jíly) a nejnižší na půdách písčitých až hlinitopísčitých (lehké půdy). Ve shodě s výše uvedeným model AVISO vyhodnocuje aktuální vláhový deficit travního

porostu (dále jen AVD) a další agrometeorologické charakteristiky pro VVK=70 mm (půdy lehké), VVK=120 mm (půdy těžké) a VVK=170 mm (půdy středně těžké) na 1 m půdního profilu. AVD přitom charakterizuje skutečné množství půdní vody v mm, které chybí k nasycení příslušného druhu půdy pokrytého travním porostem v daném stádiu na hodnotu RVK neboli polní vodní kapacity. Tou rozumíme půdní vlhkost, resp. maximální množství vody, které je daná půda v přirozeném strukturním uložení schopna trvaleji zadržet po nadměrném zavlažení vlastními silami téměř v rovnovážném stavu. Vlhkost půdy s travním porostem uváděná v mm je rozdíl mezi VVK a AVD.

Vlhkost půdy s travním porostem byla v průběhu roku 2003 územně zpracována s ohledem na kritický vláhový deficit travního porostu (dále jen KVD) a bod vadnutí (dále jen BV). KVD vyjadřuje hranici poklesu půdní vláhý v mm na hodnotu, kdy travní porost začne omezovat výdej vody přivíráním průduchů a tím i příjem oxidu uhličitého z ovzduší. Tato charakteristika vyjadřuje vlhkost půdy, která je velmi blízká bodu snížené dostupnosti (lentokapilární bod, je lokalizován přibližně v 1/3 mezi RVK a BV) a vyjadřuje stav půdní vlhkosti ležící na rozhraní energetických kategorií lehce a hůře dostupné půdní vody pro travní porost. Při dosažení, resp. krátkodobém překročení kritické vlhkosti ještě u travního porostu nedochází k přímému poškození porostu. KVD se v modelu AVISO počítá v denním kroku jako součin hloubky aktivního prokořenění travního porostu (kořenová zóna roste lineárně od minimální po maximální hloubku v závislosti na teplotních poměrech daného místa a vybraných fyto-metrických charakteristikách), VVK a tzv. stress-koeficientu. BV je mezní

hodnota vlhkosti půdy v mm, při níž travní porost je trvale nedostatečně zásoben půdní vodou. Intenzita absorpce vody kořeny je podstatně nižší než intenzita transpirace a tím dochází k vadnutí.

Analýza je zahájena stavem k 2.3. Vzhledem k relativně nízké PEVA, přetrvávajícím zásobám půdní vláhý udržující se ještě ze zimního období a nízké hodnotě kritické vlhkosti půdy s travním porostem je poměrně vysoký nadbytek půdní vody. Celé území ČR se vyznačuje nadbytkem půdní vody ještě k 6.4., a to za předpokladu všech tří analyzovaných typů půd. Vzhledem k VVK nejvyšší nadbytek půdní vody byl na půdách středně těžkých (dne 2.3. kolem 150 mm, dne 6.4. již jen kolem 60 mm, v pohraničních oblastech ještě kolem 150 mm) a těžkých (analogické hodnoty k oběma datům přibližně 100 mm a 30 až 50 mm), nejnižší na půdách lehkých (analogické hodnoty k oběma datům kolem 60 mm a 10 až 30 mm). Počínaje květnem, resp. červnem na většině území ČR začíná převažovat nedostatek půdní vody, tzn. aktuální vlhkost půdy pokryté travním porostem je rovna nebo nižší než kritická hodnota vlhkosti půdy s travním porostem. Tato skutečnost se nejdříve projevuje na půdách lehkých a přetrvává až do 30.9., u půd těžkých a středně těžkých se převaha nedostatku půdní vody projevuje později (u půd těžkých a středně těžkých až od června). Pro druhou polovinu léta a pro začátek podzimu je prakticky pro celé území ČR typický nedostatek půdní vody, který se na všech typech půd blíží nebo je roven BV. Poněkud menší nedostatek půdní vody a jen velmi ojedinělý nadbytek sledujeme pouze v okrajových a výše položených partiích ČR.

V další fázi byla provedena jednoduchá četnostní analýza, kdy k

závěrečnému dni 30.9. uvádíme četnosti výskytu dní s vlhkostí půdy s travním porostem nižší nebo rovnající se její kritické hodnotě a rovnající se jejímu BV (obr. 4). Budeme-li brát v úvahu oba případy, nejvyšší četnosti na většině území ČR sledujeme u půd lehkých s nejnižší VVK (četnosti kolísají kolem 140 až 160 dní, resp. kolem 10 až 50 dní), u ostatních půd s vyšší VVK (těžší půdy) jsou četnosti nižší (většinou 100 až 140 dní, resp. 10 až 40 dní, mnohdy ještě méně). Pro všechny typy půd jsou charakteristické vyšší četnosti výskytu dosažené v oblastech jižní Moravy a středních a severních Čech, naopak nejnižší v okrajových horských partiích Čech a Moravy (Krkonoše, Jeseníky, Beskydy, Šumava).

Závěr

Hodnocení sucha za rok 2003 byla vypracováno pro období od ledna do 30. září 2003. Takto stanovené období pokrývá celé vegetační období tohoto roku, ale není schopno postihnout a stanovit nutnou dobu, po kterou se bude krajinný systém v oblasti zásob vody v jednotlivých částech systému doplňovat.

Z pohledu klimatologického a agroklimatologického bylo v průměru období od ledna do konce září významně teplejší, odchylka průměrné teploty od dlouhodobého průměru 1961 - 1990 téměř na celém území ČR vykazuje kladnou odchylku do 2 °C.

Poděkování

Dosažené výsledky jsou součástí řešeného projektu QF 3100 Národní agentury zemědělského výzkumu České republiky.

Literatura

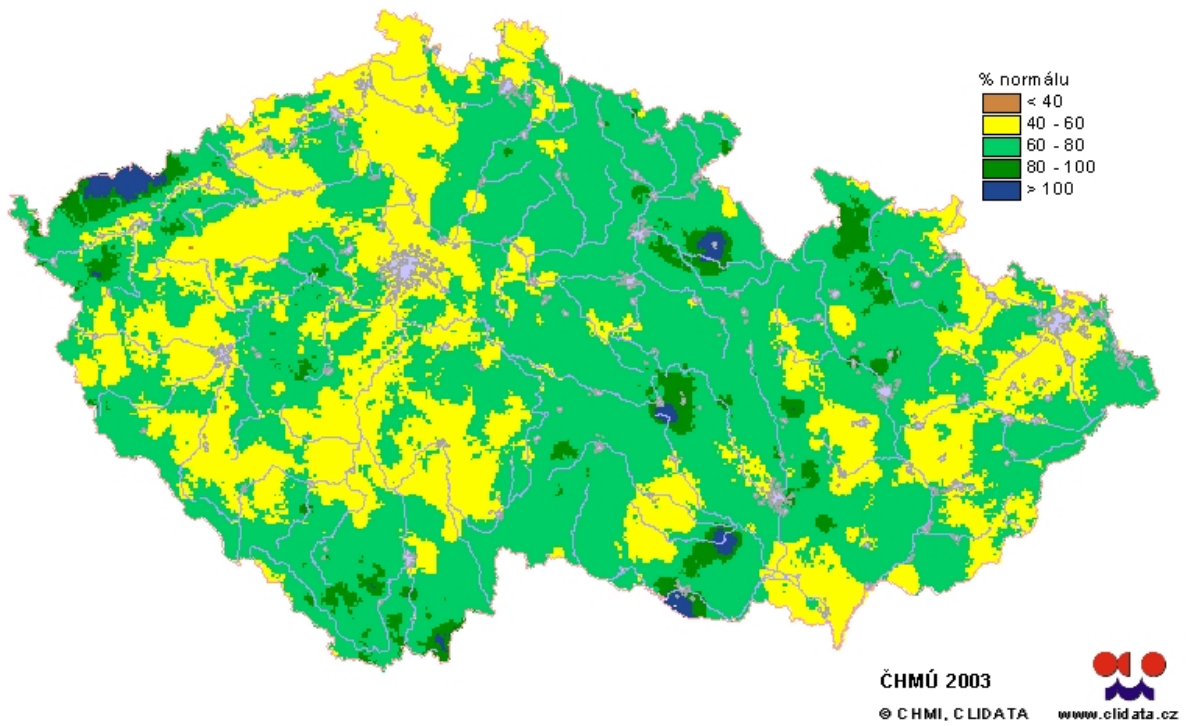
- BRUTSAERT, W.: Evaporation into the Atmosphere. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht 1982, 269 s.
- KOHUT, M., ROŽNOVSKÝ, J.: Dynamika potenciální evapotranspirace podle Penmana-Monteitha. In: Krajina, meliorace a vodní hospodářství na přelomu tisíciletí. Dům techniky, Brno 1999, s.143-148, ISBN 80-02-01304-2.

Vyskytl se nedostatek srážek, příznivější vláhová situace byla pouze v okrajových částech ČR, naopak nepříznivá až výrazně nepříznivá byla ve všech zemědělsky produkčních oblastech, a to nejen ke konci září, ale průběžně ve všech letních měsících.

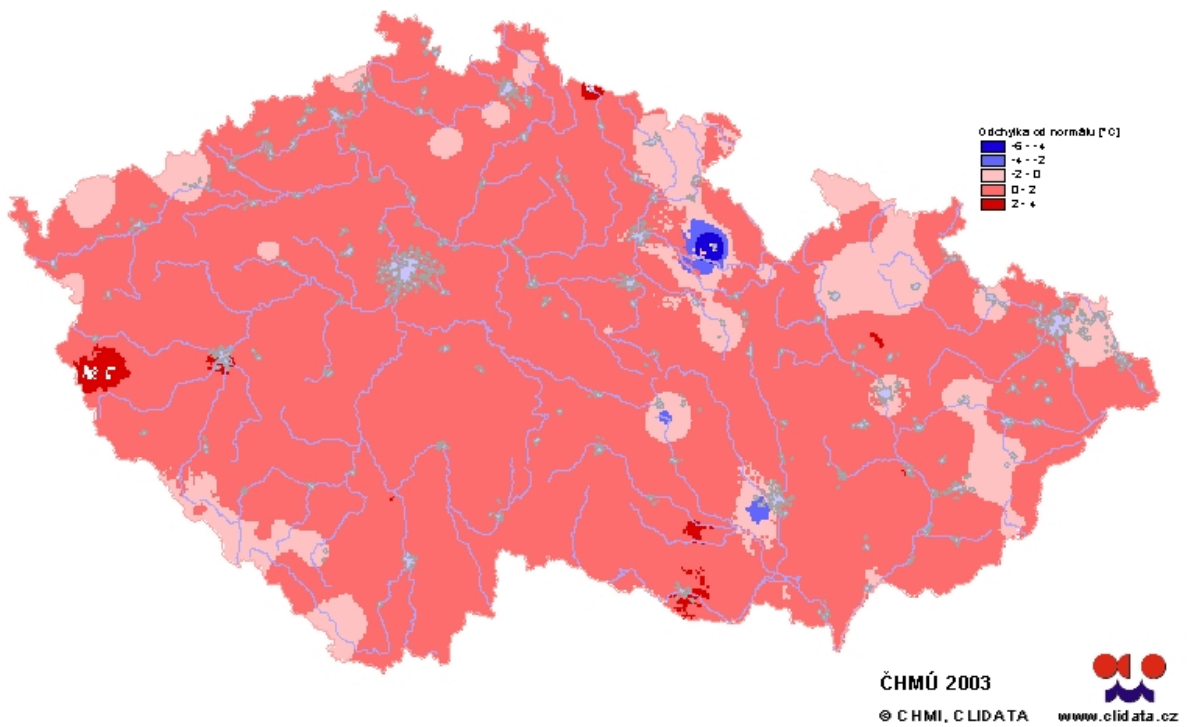
Nižší vlhkost vzduchu s vysokými teplotami vyvolala jeho vysokou "vysoušecí schopnost". Proto byly hodnoty potenciální evapotranspirace v hodnoceném období roku 2003 podstatně vyšší než je jejich dlouhodobý průměr 1992-2002, naopak zákonitě byla vlhkost půdy nižší než zmíněný dlouhodobý průměr. S tím souvisí i vyšší výskyt počtu dní, kdy aktuální deficit dosáhl či překročil hodnotu kritického vláhového deficitu. Největší záporné odchylky indexu meteorologického sucha se vyskytovaly na celém území ČR s výjimkou pohraničních hor. Výskyt sucha měl dosud 5 vln, se dvěma výraznými vrcholy. První proběhl v červnu, kdy se kritické sucho vyskytovalo na 47 % území ČR, tj. postihovalo většinu pěstitelsky významných oblastí republiky. Druhý, v podstatě srpnový, se vyskytl na 53 % území a byl tak rozsáhlejší než červnový.

Zjištěné výsledky dokládají, že v období leden až září roku 2003 se na území ČR vyskytovalo sucho všech forem, tedy meteorologické, půdní, tedy i agronomické.

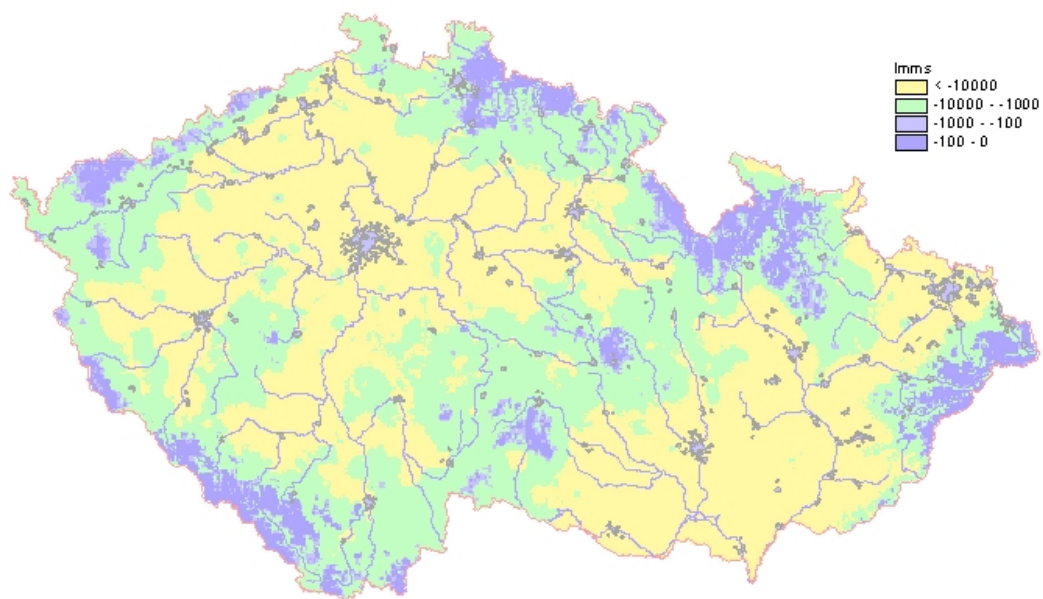
- KOTT, I.: Vláhová bilance na území České republiky v letech 1974-1990. Sborník prací ČHMÚ 1992, sv. 42, 125 s.
- KRŠKA, K.: K vymezení nejsušší jihomoravské oblasti na základě průměrných ročních úhrnů srážek. Meteorol. Zpr., 33, 1980, č. 1, s. 12-18.
- KVĚTOŇ, V., VALTER, J., KOTT, I.: Metodika hodnocení sucha na území ČR v období IV.– VI. 2000. Interní zpráva Českého hydrometeorologického ústavu Praha, 2000.
- LITSCHMANN, T., ROŽNOVSKÝ, J.: Proměnlivost měsíčních a ročních úhrnů srážek v normálovém období 1961 až 1990. In.: Klimatické změny a lesní hospodářství. Brno, Československá bioklimatologická společnost 1993, s. 28-34.
- NOVÁK, V.: Vyparovanie vody v prírode a metódy jeho určovania. Bratislava, Veda 1995, 260 s.
- ODUHURY, B. J., MONTEITH, J. L.: A four layer model for the heat budget of homogeneous land surfaces. Q. J. R. Meteorol. Soc., 114, 1988, 373-398.
- PAVLÍK, J., NĚMEC, L., TOLAZS, R., VALTER, J.: Mimořádné léto roku 2003 v České republice. Met. Zprávy, 2003, 56, 161-165.
- ROŽNOVSKÝ, J.: Agroklimatická studie výskytu srážek. Bratislava, Slovenská bioklimatologická společnost 1989, Štúdia VI., s. 93-97.
- ROŽNOVSKÝ, J.: Zabezpečení srážkových úhrnů v kritických obdobích obilnin. In: Intenzifikace rostlinné výroby a ochrana venkovské krajiny. Brno, Vysoká škola zemědělská 1989, s. 86.
- ROŽNOVSKÝ, J.: Dynamics of occurrence of dry periods in the region of south Moravia and possible reduction of the effect of drought in agriculture. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun. (Brno), 1998, XLVI, No. 3, 63-68.
- SEEMANN, J., CHIRKOV, Y., I., LOMAS, J., PRIMAULT, B.: Agrometeorology. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag 1979, 324 s.
- TRACHTULEC, J.: Srovnání roku 1983 se suchými roky 1947 a 1976 z hlediska zásoby půdní vláhy na Znojemsku. Meteorol. Zpr., 37, 1984, č. 6, s. 172.
- VITÁSEK, F.: K otázce nejsušší oblasti na Moravě. Sborník České spol. zemědělské, 47, 1942, č. 7-8, s. 132.



Obr. 1 Úhrn srážek v procentech dlouhodobého průměru 1961 – 1990 za období od 1. ledna do 30. září 2003



Obr. 2 Odchylka průměrné teploty vzduchu od dlouhodobého průměru 1961 – 1990 za období od 1. ledna do 30. září 2003



ČHMÚ 2003

© CHMI, CLIDATA



www.clidata.cz

Obr. 3

Index meteorologicky možného sucha k 30. září 2003