

Sucho 2000 – výpočet klíče pro poskytnutí náhrad

*KOTT I.
KVĚTOŇ V.
VALTER J.*

ÚVOD

Je třeba konstatovat, že případ sucha 2000, jakkoli se nesporně jedná o extrémní fenomén, nebyl dosud z agroklimatologického hlediska vyhodnocen. Nechceme to nyní podrobněji rozebírat, avšak důležitou okolností je zde fakt, že se dosud nenašel objednatel takové studie. Značná pracnost a rozsah takového díla při neexistující zakázce totiž znemožnila ČHMÚ tento úkol kapacitně pokrýt. Podrobné charakteristiky sucha 2000 nebylo tedy možné odborné veřejnosti poskytnout v aktuálním termínu. Na druhé straně určitá, i když neukončená jednání mezi ministerstvem zemědělství ČR a ČHMÚ přece jen proběhla; jednalo o následné aplikaci metodiky, kterou dále popíšeme, na čtyřicetileté období 1961 až 2000.

Vzhledem k tomu, že aktuální aspekt v užším slova smyslu již pominul, je vhodné nyní o suchu uvažovat v širších souvislostech; nejvíce chybí moderně koncipovaná studie orientovaná na odhad pravděpodobnosti výskytu sucha a na analýzu dlouhodobějších trendů v recentní časové řadě, jak výše naznačeno. Pomineme-li problematiku bází dat, klíčovým problémem takové studie je zvolit, resp. najít takovou definici sucha, která si ponechá určitou jednoduchost, nezbytnou pro územní pohled na problém (jinými slovy – jde o aplikovatelnost na všechny klimatické oblasti ČR) a na druhé straně nezploští prostorovou diferenciaci sucha ani jeho případné časové trendy ukryté v podstatě ve vlastnostech polí použitých vstupních dat. Snad nebude nadbytečná poznámka, že tento výrok akcentuje primární význam kvality a úplnosti těchto datových polí a že – prakticky vzato - uvažovaná studie by proto měla věnovat velkou pozornost přípravě dat, včetně prostudování statistických vlastností příslušných souborů a vyšetření citlivosti zvolené, sucho kvantifikující funkce vůči jednotlivým vstupním prvkům.

V tomto kontextu si žertem dovoluujeme učinit malou filipiku proti modelofilům (za které jsme ovšem sami považováni) a zdůraznit naše přesvědčení, že klimatologické nasazení dostupných současných modelů vláhové bilance a půdní vlhkosti je spojeno s nevýhodou příliš sofistikovaných a na příliš mnoha okolnostech závislých výsledných charakteristik, které mohou být nesporně přínosem pro plodinové komodity, například pro odhad výnosů, rajonizaci odrůd, upřesňování závlahových režimů, výzkum ekologie plodin, ale neumožňují právě onen potřebný generalizační proces, nezbytný u klimatologických metod. Konkrétně neí dobrý jít až na úroveň plodin, neboť jsou to právě ekofyziologické parametry s jejich odrůdovou a ontogenetickou podmíněností, jež znemožňují dospět s výstupními charakteristikami modelů k dobře definovaným geografickým polím.

Metodika použitá pro poskytování náhrad za škody způsobené suchem v roce 2000, jakkoli vznikla v časové tísní, má podle našeho názoru některé rysy, jež ji činí v naznačeném smyslu použitelnou. Máme na mysli zejména to, že se vychází z jednoduché, pro odbornou veřejnost plně srozumitelné koncepce, postavené na kombinaci vědecky ověřených a obecně přijímaných vztahů. Přitom rovněž věcná struktura vstupních dat plně respektuje reálný stav našich meteorologických a pedologických databází. Na druhé straně ovšem stávající výpočetní postup není ani zdaleka propracován natolik, aby bez dalšího umožnil aplikaci na víceleté reprezentativní, např. tzv. normální období. Pro dnešek nemáme větší cíl, než tuto

učenou společnost seznámit s obsahem metody. Nechceme přitom zastírat, že o jejím využití pro uvažovanou studii o pravděpodobnosti výskytu sucha v ČR skutečně přemýšlíme.

METODIKA VÝPOČTŮ

Vstupní data a výpočetní období

Jako vstupní data (viz příloha 1) jsou zvoleny právě takové prvky, resp. charakteristiky, které jsou součástí disponibilníchází dat v ČHMÚ a ve VÚMOP. Časová a prostorová hustota těchto dat přitom buď už přímo má úroveň odpovídající požadovanému gridu 1 x 1 km, jak je tomu u hydro-pedologických dat, anebo alespoň statistické parametry příslušných polí umožňují bez nepřijatelného zkreslení výpočet gridu z řídkší reálné sítě bodů.

Výpočetní období bylo po rozboru předběžných hodnot meteorologického sucha (přesněji: meteorologicky možného sucha) konkretizováno tak, aby na všech výpočetních místech zahrnuje všechny dvou a vícedenní epizody se zápornou hodnotou bilance. Jako start výpočetního období byl zvolen 10. duben, neboť toto datum ukončovalo všechny předchozí výskyt významnějších srážek advektivního charakteru. Další srážky zaznamenané po tomto datu až do 29. června měly až na výjimky konvektivní povahu, tj. šlo o převážně místní bouřkové přeháňky.

Výpočetní postup

První fází je výpočet potenciální evapotranspirace dle Penmana (viz příloha 2). Tato charakteristika se pak v dalším postupu bilancuje proti spadlým srážkám podle vzorce 1 (viz příloha 3); jde o denní vláhovou bilanci v jejím nejjednodušším, čistě meteorologickém pojetí. Vzorec 2 určuje způsob výpočtu tzv. meteorologicky možného sucha, který je založen na integraci hodnot bilance podle času pro dny, kdy platí, že $b_p < 0$.

S ohledem na to, že rozdílná citlivost různých půd vůči suchu je do značné míry dána jímavostí půdy, je vhodné hodnotu D zvážit využitelnou vodní kapacitou půdy (VVK); tato váha použitá jako dělitel normalizuje veličinu D a umožňuje tak s nutnými nepřesnostmi porovnání lokalit s různými půdními podmínkami; ty jsou v této metodice definovány příslušností k HPJ. Tato výsledná charakteristika, označená jako index sucha (I_D), byla vypočtena dle vzorce 3; umožňuje jednoduše porovnat intenzitu sucha v pedologicky různě disponovaných lokalitách. Index sucha může nabývat hodnot od 0 (žádné sucho) teoreticky až do 2,7 (největší sucho). Tato horní mez byla vypočtena dle vzorce 3 dosazením D pro $e_t=4$ a D_x pro HPJ 1 (je nejvíce vysušná); průměrný denní celkový výpar 4 mm je, klimatologicky vzato, extrémně vysoká hodnota, která však je ještě reálně možná. Vyplývalo to nepřímo právě ze situace na jaře 2000 - hodnoty I_D kolem 2,7 byly skutečně nalezeny. Velká většina hodnot I_D se v zemědělsky využívaných regionech ČR ovšem pohybovala v intervalu od 0 do 2.

Předpokládali jsme, že hodnoty I_D bude možno v závěrečném kroku ještě násobit nějakými indexy vyjadřujícími citlivost hlavních druhů plodin vůči suchu. Na to však již nedošlo, mj. proto, že korektní odvození takovýchto indexů je teoreticky problematickou záležitostí, kterou by se měli zabývat spíše fyziologové, a na kterou navíc tehdy nebylo dost času.

Škála indexu sucha

- Třída 1 : $I_D \leq 0$; Z logické konstrukce použitých vzorců vyplývá, že záporné hodnoty I_D jsou ve skutečnosti zásobou vláhy. Všechny tyto případy byly vřazeny do třídy 1, které nepřislouží náhrada. Do této třídy díky zaokrouhlování na desetinu fakticky patří i případy s hodnotou $I_D = 0 - 0.049$.

- Třída 2 : $0.050 < Id \leq 1.049$; hodnoty v tomto oboru představují postupné narůstání vláhového deficitu prakticky až k bodu vadnutí.
- Třída 3 : $Id > 1.049$; zahrnuje případy, kdy vláhový deficit formálně převýšil využitelnou vodní kapacitu půdy.

Zpracovateli pedologických podkladů byli Ing. Pavel Novák, Csc., Ing. Pavel Spitz, Csc., Ing. Karel Mašát, Doc. Ing. Miloslav Janeček, DrSc. a Dagmar Vetišková (všichni VÚMOP).

Souhrn:

Referát přináší informace o řešení problému objektivizace poskytnutí peněžních náhrad za škody způsobené v zemědělském sektoru suchem v roce 2000 . Popisované řešení, které vzniklo na základě naléhavé objednávky ze strany MZE ČR, bylo věcí meziresortní spolupráce Českého hydrometeorologického ústavu a Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd v situaci, kdy nejen samotný projekt, ale i výpočty bylo nutno uvést v život během cca 6 týdnů. Volbu metody bylo nezbytné vedle čistě technických aspektů věci podřídit i potřebě určité logické přehlednosti a srozumitelnosti zvolených postupů. Na druhé straně byl kladen velký důraz na schopnost metody diferencovat intenzitu aktuálního sucha na úrovni jednotlivých katastrů s ohledem na jejich specifické klimatické a pedologické podmínky. Vedlo to k logicky komplikované a pracovníě náročné zakázce, jejímž zpracovatelem byl ČHMÚ. Partneři z VÚMOP se podíleli na volbě metody a poskytli mj. velmi důležité soubory hydro-pedologických parametrů výpočtu.

Základem se konkrétně stala bilanční forma výpočtu, v jejíž první fázi se načítaly denní rozdíly mezi úhrny srážek a celkovou výparností dle Penmana, a to za období od 11.dubna do 29.června 2000 (80 dní), které bylo na základě předběžné analýzy nalezeno jako interval, v němž leží všechny významné epizody se zápornou denní hodnotou bilance. Ve druhé fázi byl proveden výpočet tzv. meteorologického sucha, definovaného jako suma záporných bilančních hodnot za daný interval. Ve třetí fázi byl vypočten index sucha, tj. poměr mezi záporně vzatou hodnotou meteorologického sucha a maximálně možným deficitem definovaným jako součin využitelné vodní kapacity půdy a délky výpočetního období. Všechny popsané výpočetní kroky byly prováděny v GIS na síti bodů 500 x 500 m a výsledky pak přepočteny na katastrální území.

Příloha 1:

Vstupní data

A. Meteorologie:

- srážky - denní úhrny dle standardního srážkoměru
- teploty - termíny 7, 14, 21 v budce 2 m nad zemí
- globální záření - denní výkon dle solarimetru
- sluneční svit - počet h v desetinách za den dle slunoměru
- rychlost větru – průměrná v 6m dle anemometru
- parciální tlak vodní páry – dle psychrometrických tabulek na základě termínových hodnot suché a vlhké teploty

B. Pedologie:

- Hodnoty využitelné vodní kapacity (VVK) pro 4 skupiny hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy v digitalizované mapě ČR.
- Digitální mapa katastrálních území ČR.
- Procentické zastoupení ploch jednotlivých skupin HPJ pro 75 okresů ČR.

Hodnocené období:

a. výpočetní období: 11.IV. – 29.VI.2000 (80 dní)

b. období pro stanovení výchozí hodnoty vláhové bilance:

16.III. – 10.IV.2000

Příloha 2: Potenciální evapotranspirace dle Penmana

$\Delta = (25031 / \sqrt{TM + 237.3}) * \exp(17.7 * TM / (TM + 237.3));$
sklon křivky napětí vodní páry při dané teplotě pro nasyceně vzduch

$EA = 6.11 * \exp(17.27 * TM / (TM + 237.3));$
tlak nasycených par při TM, Clapeyronova - Clausiova rovnice

$RA = 10 + 6.77 * \sin(0.986 * (d - 81) / 180 * 3.1415926);$
výkon záření na horní hranici atmosféry

$RI = RA * (0.18 + 0.55 * \text{svit} / \text{DSD});$
globální záření

$\sigma = 2.02 * 10^{-9}$
Stefanova - Boltzmannova konstanta

$RB = \sigma * \sqrt{\sqrt{TM + 273.16}} * (0.56 - 0.092 * \sqrt{\text{ED}}) * (0.1 + 0.9 * \text{svit} / \text{DSD});$
dlouhovlnné vyzařování Země, Stefanův - Boltzmannův zákon

$\gamma = 0.66;$
psychrometrická konstanta

$ALB = 0.27;$
celková odrazivost ("albedo") standardního trávníku

$HT = RI * (1 - ALB) - RB;$
bilance záření, "NET RADIATION"

$EAT = (0.35 + 0.123 * \text{vítr}) * (EA - ED);$
výsušnost atmosféry

$ET = (\Delta / 0.66 * HT + EAT) / (\Delta / 0.66 + 1);$
potenciální celkový výpar podle Penmana

Příloha 3: Výpočetní postup

- A. Kontrola dat a vytvoření vstupních souborů s meteorologickými daty
B. Výpočet bilance v denním kroku dle vzorce

$$\mathbf{b}_p = \sum_{i=1}^p (\mathbf{R}_i - \mathbf{e}_{ti}), \quad [1]$$

(kde $p = 1, \dots, 106$ je pořadové číslo hodnoceného dne počínaje 16.III. a konče 29.6.2000),
 \mathbf{R}_i je denní úhrn srážek.

- C. Určení nejnižší hodnoty bilance (\mathbf{b}_p) a data výskytu

- D. Určení začátku a konce suchého období podle kritérií:

1. (začátek) datum prvního dne se zápornou hodnotou \mathbf{b}_p po kterém přitom následuje rovněž záporná hodnota
2. (konec) datum pro které platí, že hodnota \mathbf{b}_p (tj. vodní bilance) stoupla v dané lokalitě alespoň na poloviční hodnotu absolutního minima (\mathbf{b}_p) zjištěného před tímto datem.

- E. Výpočet velikosti meteorologicky možného sucha dle vzorce

$$\mathbf{D} = \sum_{t=27}^{106} (\mathbf{b}_p < 0), \quad [2]$$

- F. Výsledný index sucha je potom dán vztahem

$$\mathbf{I}_D = \frac{-\mathbf{D}}{\mathbf{D}_x} \quad [3]$$

přičemž

$$\mathbf{D}_x = \mathbf{VVK} * 80 \quad [3a]$$

VVK je využitelná vodní kapacita půdy v litrech na metr čtvereční při jednotné hloubce půdy 60 cm a 80 dnech výpočetního období.

Skupina HPJ 1 (velmi výsušné půdy)	VVK= 10	$\mathbf{D}_x = 4\ 800$
Skupina HPJ 2 (výsušné půdy)	VVK= 15	$\mathbf{D}_x = 7\ 200$
Skupina HPJ 3 (slabě výsušné půdy)	VVK= 18,5	$\mathbf{D}_x = 8\ 880$
Skupina HPJ 4 (hydromorfní půdy)	VVK= 21	\mathbf{D}_x (konvenčně) = 10 080