

NÁVRH AGROKLIMATICKÝCH UKAZOVATEĽOV V PODMIENKACH MENIACEJ SA KLÍMY NA SLOVENSKU

DESIGN OF AGROCLIMATIC PARAMETERS FOR REGIONALIZATION OF SLOVAK TERRITORY IN CONDITION OF CHANGING CLIMATE

B. Šiška, F. Špánik

Department of biometeorology and hydrology, SAU Nitra, Hospodárska 7, Nitra
email: frantisek.spanik@uniag.sk, bernard.siska@uniag.sk

Energy and water sufficiency (balance) were evaluated for vegetative period limited by daily mean air temperature $T > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – *TS10*). Defined vegetative periods were characterized by photosynthetically active radiation (*PAR* in $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}$), daily mean air temperature sums (*TS* in $^{\circ}\text{C}$), precipitation totals (*R* in mm), potential evapotranspiration (E_0 in mm) and climatic index of drought. New agroclimatic regionalization (zonation) was proposed according to meteorological data from years 1960 - 1990. Climatic data from database of SHMI in Bratislava were used in this study.

Climatic stations used for GIS analyses in this study were selected both from the point of view of altitudes limiting plant production areas (up to 900 m a.s.l. – this altitude represents acreage 45 000 km^2) and spatial distribution. By the interpolation created surface is than possible to divide by reclassification to the zones, those determinate spatially the specific range of values.

From trend lines of onset and end of *TS10* period resulted, that the onset of the period is accelerated and end is delaying as compared with climate conditions of last normal period 1931-1960 that was used for agroclimatic regionalization [1].

This fact has serious effects on growing expansion of thermophilic crops especially for Maize variety with higher FAO number, but also for Sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Utilization of longer growing season has a potential effect on biomass production, because the *PAR* input is increasing.

High totals of potential evapotranspiration during so short time period as *TS10* period is (as compared with *TS5* period), can evoke conditions when drought will appear [2]. This fact should be considered in future in selection of proper varieties of field crops. Effective management of water resources and irrigation can reduce negative effect of increased evapotranspiration on yield production.

Key words: phenology, climate change, agroclimatic regionalization

Acknowledgement

This paper was supported by grant agency of Slovak republic – VEGA 1/1313/04 and aAV/1109/2004.

Úvod

Agroklimatické členenie územia Slovenskej republiky bolo naposledy spracované pre klimatický normál rokov 1931-1960. Klimatické podmienky posledných dekád 20. storočia však dokumentujú výrazné zmeny klimatických pomerov (Lapin et al., 2000)

Teória i prax produkčných procesov rastlín v posledných desaťročiach potvrdzujú, že počasie sa stáva jedným zo základných limitujúcich faktorov poľnohospodárskej všeobecnej i špeciálnej rastlinnej výroby a v budúcnosti sa bude tento vplyv ešte zvyšovať. Rast koncentrácie skleníkového aktívnych plynov v atmosfére ako zmena využívania krajiny ako dôsledky aktivít ľudstva následne

ovplyvňujú klimatický systém Zeme. Ako energetická tak aj vodná bilancia sa v závislosti od emisných scenárov bude takisto meniť (IPCC, 2001).

Zvyšovanie teplôt ovplyvňuje fenologické pomery rastlín (dĺžku vegetačných períód), produkčný potenciál, energetickú a vlhkovú zabezpečenosť a i.

V častiach Zeme, kde je limitujúcim faktorom produkčného potenciálu energia, sa predpokladá meridiálny posun hraníc poľnohospodárskej výroby. Pri zvýšení priemernej ročnej teploty o 1°C v stredných zemepisných šírkach severnej pologule sa tento posun udáva o 150 až 200km na sever a 150 až 200m do vyšších nadmorských polôh.

Klimatická zmena sa svojimi účinkami – hlavne extrémami ďalej premieta do podmienok prezimovania, vlhkového režimu pôd, biochemických, fyziologických, fytopatologických a iných procesov rastlinných spoločenstiev.

Pri pestovaní sa vychádza z odporúčaní pre rajonizáciu sformulovaných podľa podmienkach klímy neovplyvnenej výrazne antropogénnou činnosťou (KURPELOVÁ, COUFAL, ČULÍK 1975). To vedie spolu s inými faktormi k nedostatočnému využívaniu agroklimatického potenciálu krajiny, neefektívnemu využitiu vysokých investičných a prevádzkových nákladov i zo strany štátu (dotácií).

Aj keď niektoré aktuálne klimatické podklady použiteľné pre agroklimatickú rajonizáciu sú čiastočne spracované v rámci iných prác (ŠIŠKA, ŠPÁNIK, IGAZ, D., 2005, ŠIŠKA, ŠPÁNIK, TOMLAIN, 2000,), priestorové spracovanie pomocou moderných metód chýba. Obdobne aj fenologické údaje sú spracované len čiastočne v niektorých prácach (ŠIŠKA, ŠPÁNIK, 1999, ŠPÁNIK, HRICOVSKÝ, ŠIŠKA, 2003, ŠPÁNIK, ŠIŠKA, GÁLIK, 2004) a úplne absentujú priestorové štúdie.

Cieľom tohto príspevku je vyhodnotiť zmeny zabezpečenia veľkého vegetačného obdobia sumami priemerných mesačných teplôt vzduchu, ako aj úhrnov potenciálnej evapotranspirácie a zrážok na Slovensku pre klimatický normál rokov 1961-1990.

Evapotranspirácia ako významná zložka vodnej bilancie prostredia je vhodným ukazovateľom pre posúdenie vlhkových pomerov územia v časopriestorovom vyjadrení. Zatiaľ čo potenciálna evapotranspirácia môže byť využitá ako ukazovateľ pre stanovenie potreby vody pri maximálnej produktivite ekosystémov, presné stanovenie aktuálnej evapotranspirácie môže viesť k veľmi presným stanoveniam produkcie biomasy (STEINER *et al.*, 1986, NOVÁK, VIDOVIČ, 1985) a aj v otázkach modelovania je prospešné sa touto otázkou zaoberať detailnejšie. V podmienkach Slovenskej republiky boli vzťahy medzi produkciou biomasy a evapotranspiráciou rozpracované pre niektoré poľné plodiny ako ozimná pšenica, cukrová repa a kukurica (VIDOVIČ, NOVÁK 1985, ŠIŠKA, 1992, HUZULÁK, J., MATEJKA, F., 1985)

V porovnaní so zrážkami bola potenciálna evapotranspirácia tiež využitá ako ukazovateľ zavlaženia v krajinnom priestore (KURPELOVÁ, COUFAL, ČULÍK, 1975), resp. kritérium suchosti územia (TOMLAIN, 1997).

Evapotranspirácia je podmienená v priestore predovšetkým energetickou bilanciou aktívneho povrchu a podmienkami turbulentného prenosu vodnej pary z porastu do atmosféry. Z hľadiska rastlinného krytu a pôdneho prostredia je podstatná tiež dostupnosť vody k vyparovaniu.

Materiál a metódy

Klimatické údaje pre riešenie úlohy za rad rokov 1961 – 1990 boli získané z databázy SHMÚ v Bratislave. Energetická a vlhková zabezpečenosť a fenologické pomery boli zhodnotené pre hlavné vegetačné obdobie (HVO). Spočítané boli sumy priemerných denných teplôt vzduchu ($TS10$ v °C), úhrn atmosférických zrážok (R v mm) a potenciálna evapotranspirácia (E_0 v mm) a z nich odvodené charakteristiky.

Termíny nástupu a ukončenia HVO boli stanovené numerickou metódou podľa Noseka, (1972). Hlavné vegetačné obdobie (HVO) je ohraničené nástupom a ukončením priemernej dennej teploty $T \geq 10,0$ °C – $TS10$.

K analýzam vplyvu klimatickej zmeny na fenologické pomery HVO na Slovensku boli vytypované klimatické stanice tak, aby plošne rovnomerne pokrývali územie Slovenska do

nadmorskej výšky ohraničujúcej možnú poľnohospodársku výrobu – 900 m n.m. Tieto analýzy reprezentujú približne 45000 km² územia SR.

Modelový výpočet mesačných úhrnov potenciálnej (E_0) sa realizovali spoločným riešením rovníc energetickej a vodnej bilancie povrchovej vrstvy pôdy (TOMLAIN, 1978).

Vstupné údaje pre GIS analýzy tvorilo bodové pole predstavujúce sieť meteorologických staníc na území SR. Pomocou interpolačnej techniky boli vypočítané priestorové zmeny jednotlivých priemerných hodnôt klimatických údajov. Pri spracovávaní daných podkladov bola využitá interpolačná technika regularizovaný spline s tenziou a kriging. Na základe plošnej analýzy pomocou GIS bolo vyhodnotené plošné zastúpenie podľa vybraných kategórií klimatických parametrov územia.

Výsledky a diskusia

Hlavné vegetačné obdobie je ohraničené nástupom a ukončením priemernej dennej teploty $T \geq 10,0$ °C a je obdobím produkcie biomasy a tvorby úrody na teplotu náročných plodín ako kukurica siata (*Zea mays* L.), cukrovej repy (*Beta vulgaris* L.), ale tiež teplomilných rastlinných druhov.

Z priebehu trendových čiar nástupu a ukončenia HVO vo výškovom profile SR v rokoch 1961 – 1990 vyplýva, že výraznejšiemu rozptylu podliehali termíny nástupu HVO, keď v celom výškovom profile toto začínalo v priemere od 12. IV. v Hurbanove až po 23.V. v Oravskej Lesnej. Oneskorenie nástupu HVO v podhorskej poľnohospodárskej výrobnjej oblasti v porovnaní s kukuričnou výrobnou oblasťou predstavoval na hodnotených stanicích 42 dní.

Koniec HVO bol zistený najskôr na stanici Oravská Lesná (13. IX.), najneskôr na stanicích Hurbanovo a Nitra (15.X.). Ukončenie HVO teda prebiehalo v poľnohospodárskych výrobných podmienkach Slovenska o 34 dní skôr v podhorských podmienkach Oravy v porovnaní s Podunajskou nížinou.

Trvanie HVO v klimatickom normále rokov 1961 – 1990 vyplýva z tabuľky 1. V podmienkach Podunajskej nížiny trvalo HVO 6 mesiacov, zatiaľ čo v najchladnejších poľnohospodársky využívaných lokalitách to bolo menej ako 4 mesiace v roku. Trvanie HVO podstatnou mierou ovplyvňuje nielen výber poľných plodín vhodných pre pestovanie na území Slovenska. Termické podmienky tiež determinujú obdobie, kedy môžu rastliny zužitkovať slnečné žiarenie dostávajúce sa k porastu. Táto skutočnosť má závažné dôsledky pre rozšírenie pestovania na teplo náročnejších plodín, najmä odrôd kukurice siatej s vyšším FAO číslom, ale aj cukrovej repy (*Beta vulgaris* L.). Využitie dlhšieho vegetačného obdobia potenciálne ovplyvňuje tvorbu biomasy, nakoľko sa zvyšuje aj príkon PAR.

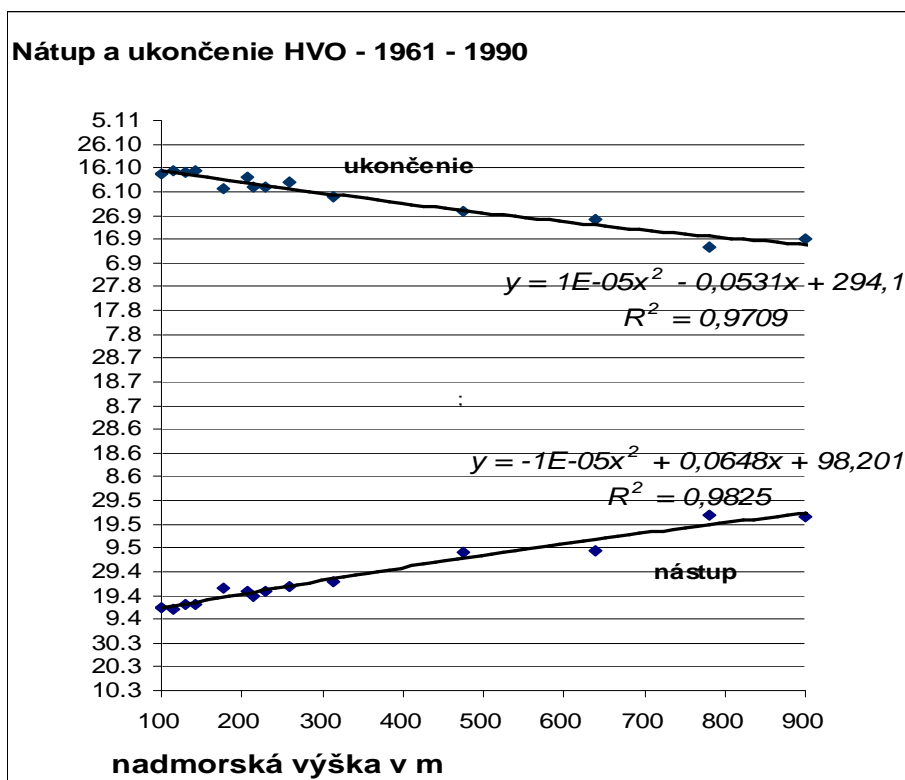
Zaujímavým zistením je, že nástup, ukončenia a trvanie HVO sa v hodnotenom klimatickom normále rokov 1961 – 1990 prakticky nelíšilo od údajov publikovaných Kurpelovou a kol. (1975).

Tab. 1. Nástup (n), ukončenie (u) a trvanie (d) hlavného vegetačného obdobia (HVO) pre klimatický normál rokov 1961 – 1990 pre vybrané stanice na území SR.

Onset (n), end (u) and duration (d) of main vegetative period (HVO) in climatic conditions of years 1961 – 1990 for selected stations located in SR.

Stanica	n.v.	N	U	D
Somotor	100	14.4.	13.10.	183
Hurbanovo	115	13.4.	15.10.	186
Bratislava, letisko	131	15.4.	14.10.	183
Nitra	141	15.4.	15.10.	184
Kamenica n./C	178	22.4.	7.10.	169
Kuchyňa - Nový Dvor	206	21.4.	12.10.	175
Rimavská Sobota	214	19.4.	8.10.	173
Košice, letisko	230	21.4.	8.10.	171
Prievidza	260	23.4.	10.10.	171

Sliach	313	25.4.	4.10.	163
Červený Kláštor	474	7.5.	28.9.	145
Liptovský Hrádok	640	8.5.	24.9.	140
Oravská Lesná	780	23.5.	13.9.	114
Telgárt	901	22.5.	16.9.	118



Obr. 1. *Závislosť nástupu a ukončenia HVO od nadmorskej výšky v rokoch pre klimatický normál rokov 1961 – 1990 vo výškovom profile SR.*
Dependence of onset and ending of HVO according to altitude in climatic conditions of years 1961 – 1990 in a vertical profile of SR.

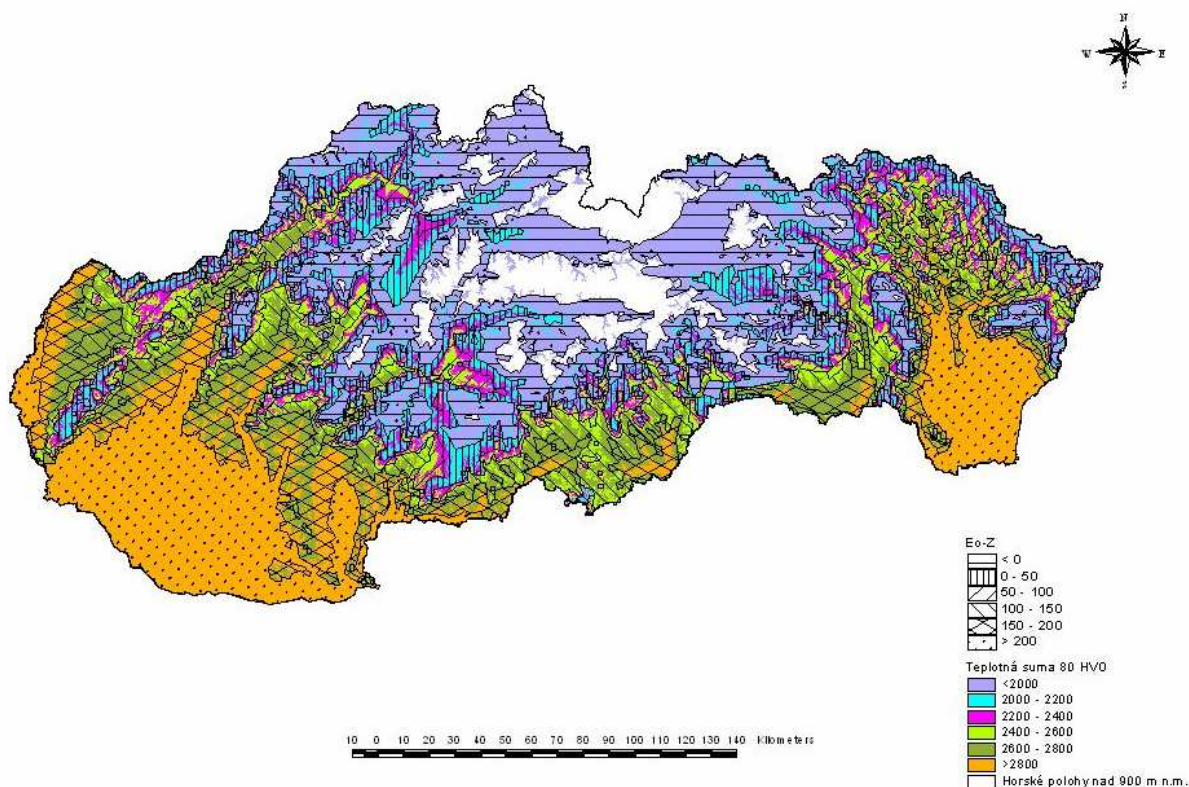
Pre hodnotenie vlhkostných pomerov územia bolo pre podmienky agroklimatického členenia v rokoch 1931 – 1960 použité kritérium rozdielu potenciálnej evapotranspirácie a zrážok v 3 letných mesiacoch (Kurpelova et al., 1975). V tomto príspevku navrhujeme uplatniť uvedený klimatický ukazovateľ pre celé trvanie HVO. Uvedený návrh vychádza zo skutočnosti, že podmienky pre nadmerný výpar sa formujú aj skôr ako len počas letných mesiacov a najmä v podmienkach meniacej sa klímy bude vhodnejšie aplikovať tento prístup. Na základe uvedeného predpokladu bola spracovaná priestorová analýza pomocou GIS. Z analýzy vyplynulo, že záporné hodnoty ukazovateľa zavlaženia (prevaha úhrnu atmosférických zrážok nad potenciálnou evapotranspiráciou) sa v našich podmienkach vyskytujú v polohách s nadmorskou výškou nad 550 m. Z hľadiska poľnohospodárskej produkcie teda reprezentujú horskú výrobnú oblasť. Z hľadiska teplotného táto spadá do makrooblasti chladnej, ktorá je charakterizovaná $TS_{10} < 2000$ °C. Hodnoty ukazovateľa zavlaženia v rozpätí 0 – 50 mm sú charakteristické pre severoslovenské kotliny a reprezentujú zemiakarskú výrobnú oblasť charakterizovanú $TS_{10} = 2000 - 2400$ °C, čo pokrýva makrooblasť mierne teplá. Repárska a kukuričná výrobná oblasť spadajú do makrooblasti teplej $TS_{10} = 2400 - 3100$ °C. Teplotné pomery tejto makrooblasti dominujú v poľnohospodársky využiteľných polohách Slovenska (plocha väčšia ako 28000 km²). Hodnoty klimatického ukazovateľa zavlaženia možno charakterizovať 4 stupňami

v 50 mm odstupoch, pričom nachádzame dobrú zhodu medzi oblasťami makroblasti teplej a jednotlivými stupňami (tab. 2 obr. 2).

Tab.2 Návrh škály agroklimatických oblastí odvodených od klimatického ukazovateľa zavlaženia a TS10

Design of scale for definitions of agro climatic regions derived from TS10 and climatic parameter of drought.

	Makroblast'	Oblasť	TS10	E₀-R
1	Chladná	-	< 2000	< 0
2	Mierne teplá	-	2000 – 2200	0 – 50
3	Teplá	Pomerne teplá	2200 -2400	50 – 100
4		Dostatočne teplá	2400 – 2600	100 – 150
5		Prevažne teplá	2600 – 2800	150 – 200
6		Veľmi teplá	> 2800	> 200



Obr. 2 Návrh agroklimatickej rajonizácie zhotovenej podľa TS10 a E₀-Z pre územie SR

Design of agroclimatic regionalization realized according to TS10 and E₀-Z for territory of SR

Závery

Na základe analýzy teplotných ($TS10$) a vlhkosných pomerov (E_0-R) bolo zistené, že pre agroklimatické členenie územia by stačilo vychádzať z teplotného členenia navrhovaného Kurpelovou (1975) a v prípade teplej makroblasti doplneného charakteristikou odvodenou od klimatického zavlaženia územia. Tento ukazovateľ je však vhodné počítať pre obdobie definované nástupom a ukončením priemernej dennej teploty vzduchu $T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uvedený návrh agroklimatickej rajonizácie by tak jednoduchšie popisoval teplotno-vlhkostné pomery územia a odpovedal by lepšie aj poľnohospodárskym výrobným oblastiam definovaným na územií Slovenska.

Pod'akovanie

Tento článok vznikol vďaka podpore grantovej agentúry SR – VEGA 1/1313/04 a Štátneho programu výskumu a vývoja aAV/1109/2004.

Literatúra

- KURPELOVÁ, M., COUFAL, L., ČULÍK, J.: Agroklimatické podmienky ČSSR, Bratislava, Príroda, 1975, 1 – 267.
- STEINER, J.L. – SMITH, R.C.G. – MEYER, W.S. – ADENEY, J.A., 1985: Water use, foliage temperature and yield of irrigated wheat in SE Australia. Australian Journal of Agricultural research, 36, 1985, 1-11.
- ŠIŠKA, B.: Aktuálna a potenciálna evapotranspirácia vo vzťahu k potenciálnej produkcii ozimnej pšenice v Západoslovenskom kraji. Kandidátska dizertačná práca, VŠP Nitra, 1992, 100 s.
- TOMLAIN, J., 1979: Metódy určovania potenciálneho a skutočného výparu z povrchu pôdy. Meteorologické zprávy, 32, 1979, 2, 72-79
- TOMLAIN, J., 1997: Modelový výpočet dôsledkov očakávanej zmeny klímy na obsah vody v pôde na Slovensku. NKP SR, N°7, Bratislava, s. 68-83.
- TOMLAIN, J. – ŠPÁNIK, F. – VALŠÍKOVÁ, M.: Relatívna evapotranspirácia – vhodný agroklimatický ukazovateľ hodnotenia vodného režimu poľnohospodárskej krajiny. (Relative evapotranspiration – a suitable indicator of water regime evaluation of the agricultural landscape.) Acta horticulturae et regiotecturae. Vedecký časopis pre záhradníctvo, krajinné inžinierstvo a ekológiu. SPU v Nitre, ISBN 1335-2563, 2003, roč. 6, s.32-35.
- VIDOVIČ, J., - NOVÁK, V.1987: Závislosť úrody kukurice od evapotranspirácie porastu. Rostlinná výroba 33, 1987, 6,663-670.