

## **Fenológia sucha na Slovensku v podmienkach klimatickej zmeny**

Drought phenology the territory of Slovak Republic in climate change conditions

*Bernard Šiška<sup>1</sup>, Veronika Zuzulová<sup>1</sup>, Matej Žilinský<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Katedra ekológie, Mariánska 10, 949 01 Nitra, Slovensko*

### **Abstrakt**

Dôsledky klimatickej zmeny na zmeny fenologických pomerov vo vegetačnom období a následné formovanie meteorologického sucha sú zhodnotené pre územie Slovenskej republiky. Pre toto zhodnotenie boli použité merané meteorologické údaje zo siete staníc SHMÚ (1961 – 1990) a meteorologické údaje generované podľa scenáru RCP 4.6. pre časový horizont 2071 – 2100. Meteorologické sucho je hodnotené v kontexte zabezpečenia rastlinnej výroby zrážkami, slnečnou energiou a teplotnou zabezpečenosťou počas vegetačného obdobia.

**KLúčové slová:** vegetačné obdobie, klimatická vodná bilancia, poľnohospodárske výrobné oblasti

### **Abstract**

There is evaluated climate change impact on phenology of growing season (onset and end) and drought intensity on the territory of Slovak Republic. There were applied measured meteorological data Of SHMI from series of years 1961-1990 and meteorological data generated according to RCP 4.6 scenario for time slice 2070-2100. Meteorological drought is related to plant production condition represented by precipitation totals, solar radiation input and temperature sums during growing season.

**Keywords:** vegetative period, climatic water balance, agricultural productive types

### **Úvod**

Pre územie Slovenskej republiky a jeho regióny bolo historicky spracovaných niekoľko fenologických štúdií týkajúcich sa poľných plodín ako aj ovocných a lesných drevín (Braslavská, 1996, Škvareninová a kol., 2009 a ďalší). Fenologické údaje sú uvádzané aj v rámci modelových hodnotení vplyvu klimatickej zmeny na agroklimatický potenciál poľných plodín ako pšenica letná forma ozimná, jačmeň siaty forma jarná a kukurica siata (Šiška, Špánik, 1999, Takáč, Šiška, 2008 a ďalšie). Keďže fenologické pozorovania sa najmä v poľnohospodárstve často vzťahujú na odrody poľných plodín, či záhradníckych kultúr, spracovanie fenologických pomerov numerickými metódami nadobudlo v minulosti tiež svoju popularitu.

Návrh agroklimatickej rajonizácie Slovenskej republiky sa zakladá tiež na hodnotení klimatických podmienok počas hlavného vegetačného obdobia s priemernou dennou teplotou vzduchu  $T > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  aj vo vzťahu k suchu (Kurpelová et al., 1975, Šiška, Špánik 2008). Veľké a hlavné vegetačné obdobie už bolo predmetom skúmania viacerých autorov (Šiška, Špánik, 2008, Šiška, Takáč, 2009).

Veľké vegetačné obdobie (VVO) je ohraničené biologickým teplotným minimom (denným priemerom teploty vzduchu  $T \geq 5,0\text{ }^{\circ}\text{C} - TS5$ ). VVO svojím trvaním determinuje aj obdobie vegetačného pokoja (OVP), ktoré ohraničuje priemerná denná teplota vzduchu nižšia ako biologické teplotné minimum ( $T < 5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). V tomto období sú pôvodné druhy rastlín ontogeneticky aktívne, avšak pre väčšinu druhov je potrebná na efektívne formovanie reprodukčných orgánov. V podstate je to obdobie celoročnej produkcie biomasy i hospodárskej úrody. Stotožňuje sa s produkčným obdobím trvalých trávnych porastov, viacročných krmovín na ornej pôde, na teplotu menej náročných ovocných stromov a ostatných trvalých kultúr.

Hlavné vegetačné obdobie (HVO) je ohraničené nástupom a ukončením priemernej dennej teploty  $T \geq 10,0\text{ }^{\circ}\text{C} - TS10$ . Je to teplota, ktorá vplýva na generatívnu fázu vývoja rastlín.

Prejavy sucha sú často hodnotené bez kontextu k fenológii vývinu poľných porastov a záhradníckych kultúr. Sucho vyvoláva špecifické prejavy počas vegetačného obdobia. Ak pripustíme, že sucho sa odohráva v ekosystéme, potom ho môžeme považovať ako odozvu ekosystému na podmienky prostredia a môžeme ho kategorizovať v zmysle intenzity, nástupu, ukončenia a teda má svoju gradáciu obdobnú s fenológiou jedincov, populácií či spoločenstiev organizmov. V tejto štúdií sme sa zamerali na klimatické sucho vyjadrené klimatickou vodnou bilanciou v dvoch časových intervaloch: referenčnom z rokov 1961 – 1990 a pre podmienky klimatickej zmeny v časovom horizonte rokov 2071 – 2100.

## **Materiál a metódy**

Klimatické údaje pre riešenie úlohy za referenčný rad rokov (pre úroveň koncentrácie  $1\times\text{CO}_2$ ) boli získané z databázy SHMÚ v Bratislave. Termíny nástupu a ukončenia VVO a HVO boli stanovené numerickou metódou podľa Noseka (1972).

Výber klimatických staníc pre hodnotenie zmien fenologických pomerov a zabezpečenia vegetačného obdobia poľných plodín klimatickými prvkami je uvedený v tab. 1. Stanice reprezentujú územie SR z hľadiska v súčasnosti definovaných výrobných typov poľnohospodárskej produkcie. K analýzam vplyvu klimatickej zmeny na fenologické pomery VVO a 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.

Tab. 1 Klimatické stanice použité pre hodnotenie zmien fenologických pomerov (Stanice sú zaradené podľa výrobných oblastí)

Výrobná oblasť (agricultural productive type)	Klimatická stanica (Climatic stations)	Nadmorská výška (altitude in m) M
<b>Kukuričná</b>	<b>Somotor</b>	<b>100</b>
	<b>Hurbanovo</b>	<b>115</b>
	<b>Nitra</b>	<b>143</b>
	<b>Piešťany</b>	<b>165</b>
	<b>Kamenica n/C.</b>	<b>178</b>
<b>Repárska</b>	<b>Rimavská Sobota</b>	<b>214</b>
	<b>Prievidza</b>	<b>260</b>
	<b>Košice</b>	<b>230</b>
	<b>Sliač</b>	<b>330</b>
<b>Zemiakarská</b>	<b>Bardejov</b>	<b>304</b>
	<b>Červený Kláštor</b>	<b>474</b>
	<b>Liptovský Hrádok</b>	<b>640</b>
<b>Horská</b>	<b>Liptovský Hrádok</b>	<b>640</b>
	<b>Oravská Lesná</b>	<b>780</b>
	<b>Telgárt</b>	<b>901</b>

Klimatické údaje z vybraných klimatických staníc pre obdobie rokov s koncentráciou 2xCO<sub>2</sub> podľa scenárov klimatickej zmeny boli spracované podľa výstupov scenáru RCP4.6.

Meteorologické a fenologické dáta k riešeniu etapy boli hodnotené pre dve obdobia z definovanou koncentráciou CO<sub>2</sub> v atmosfére podľa tabuľky 2.

Tab. 2 Koncentrácie CO<sub>2</sub> pre hodnotené časové horizonty

Koncentrácia CO <sub>2</sub>		Časový horizont
1xCO <sub>2</sub>	330 ppm	1961 – 1990
2xCO <sub>2</sub>	660 ppm	2071 – 2100

Pre hodnotenie nástupu sucha boli vybrané atmosférické zrážky (*P*) a potenciálna evapotranspirácia (*ET<sub>0</sub>*). Tie boli potom v mesačnom kroku kumulatívne spočítavané ako

kumulatívna klimatická vodná bilancia  $CWB = P - ET_0$ . Kritériom pre nástup sucha bol výskyt kumulatívnej zápornej hodnoty k danému mesiacu. Intenzitu sucha sme hodnotili podľa extrémnej hodnoty v priebehu roka.

## Výsledky

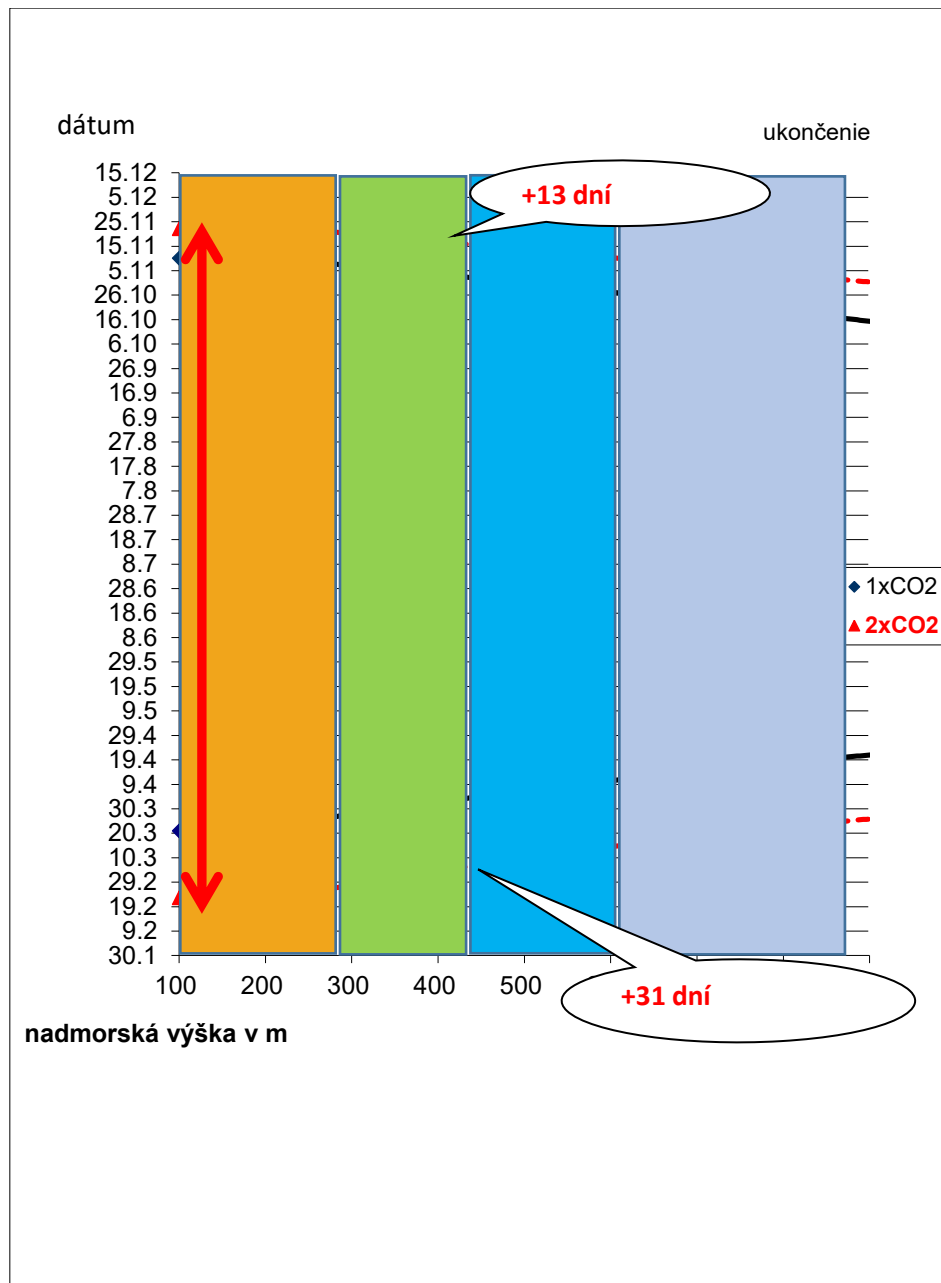
Z výsledkov vyplýva, že extrémny nástup, ukončenia a trvania VVO na území Slovenska ohraničujú podmienky veľkých nížin Slovenska. Tie sú zvyčajne reprezentované klimatickou stanicou Hurbanovo. Najvyššie položené polohy Slovenska sú v tejto štúdii reprezentované klimatickou stanicou Telgárt. Smerom na sever, hlavne vplyvom vzostupu nadmorskej výšky sa nástup VVO postupne urýchľuje, ukončenie oneskoruje a trvanie výrazne mení (Obr. 1).

Tab. 3 Priemerný dátum nástupu, ukončenia a trvania VVO pre jednotlivé poľnohospodárske výrobné oblasti a podmienky klímy 1xCO<sub>2</sub> a 2xCO<sub>2</sub>

Výrobná oblasť (Agricultural productive type)	Nástup VVO (Onset $T \geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ )		Ukončenie VVO (End $T \geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ )		Trvanie VVO (Duration $T \geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	
	1xCO <sub>2</sub>	2xCO <sub>2</sub>	1xCO <sub>2</sub>	2xCO <sub>2</sub>	1xCO <sub>2</sub>	2xCO <sub>2</sub>
Kukuričná (maize)	< 21.3	< 22.2	> 9.11	> 24.11	> 235	> 275
Repárska (sugar beet)	22.3-30.3	23.2-2.3	5.11-8.11	17.11-23.11	215-235	255-275
Zemiakarská (potato)	31.3-11.4	3.3-16.3	26.10-4.11	8.11-17.11	200-215	240-255
Horská (mountainous)	> 12.4	> 17.3	< 25.10	< 7.11	< 200	< 240

Na základe vyššie uvedených závislostí boli tiež stanovené pravdepodobné nástupy, ukončenia a trvania VVO v podmienkach klímy 1xCO<sub>2</sub> a 2xCO<sub>2</sub> aj pre jednotlivé poľnohospodárske výrobné oblasti.

Ako vyplýva z tab. 3 a obr. 1 trvanie VVO typického pre kukuričnú výrobnú oblasť v referenčnom období 1xCO<sub>2</sub> – 235 dní a viac reprezentovalo asi 34 % celkovej plochy výrobných oblastí, v podmienkach klímy 2xCO<sub>2</sub> sa bude vyskytovať prakticky na celej ploche, pričom trvanie VVO v najnižších polohách Podunajskej nížiny, Východoslovenskej nížiny a Záhoria presiahne v priemere 275 dní.



Obr. 1 Závislosť nástupu a ukončenia VVO od nadmorskej výšky pre podmienky klímy 1xCO<sub>2</sub> a 2xCO<sub>2</sub> vo výškovom profile SR

Predpokladané otepľovanie a následné predlžovanie vegetačného obdobia výrazne ovplyvní aj súčasnú regionalizáciu poľnohospodárskej výroby a pásmovitosť rozmiestnenia poľných i záhradníckych plodín. V južných, najnižšie položených častiach Slovenska sa TS5 (suma teplôt za veľké vegetačné obdobie) zvýši v podmienkach klímy 2xCO<sub>2</sub> (stanica Hurbanovo) o 22 %, smerom k vyššie položeným oblastiam Slovenska však relatívne zabezpečenie VVO teplotnými sumami rastie a dosahuje zvýšenie až o 45 %.

Slnéčné žiarenie fotochemickými účinkami vyvoláva v rastlinných orgánoch syntetické reakcie v procese fotosyntézy podmieňujúce tvorbu úrod a fyzikálnymi účinkami tieto procesy urýchľuje

alebo spomaľuje. Je však aj zdrojom energie pre vyparovanie vody, a tak vplýva aj na podmienky formovania sucha vo vegetačnom období. Predlžovanie VVO vplyvom skoršieho nástupu a neskoršieho ukončenia pravdepodobne spôsobí, že v južných, najnižších polohách Slovenska sa vstup slnečnej energie za VVO v podmienkach klímy  $2xCO_2$  zvýši asi o  $106 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ , t.j. o 10 %, v najvyšších poľnohospodársky využívaných polohách o  $130 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ , t.j. o 15 %.

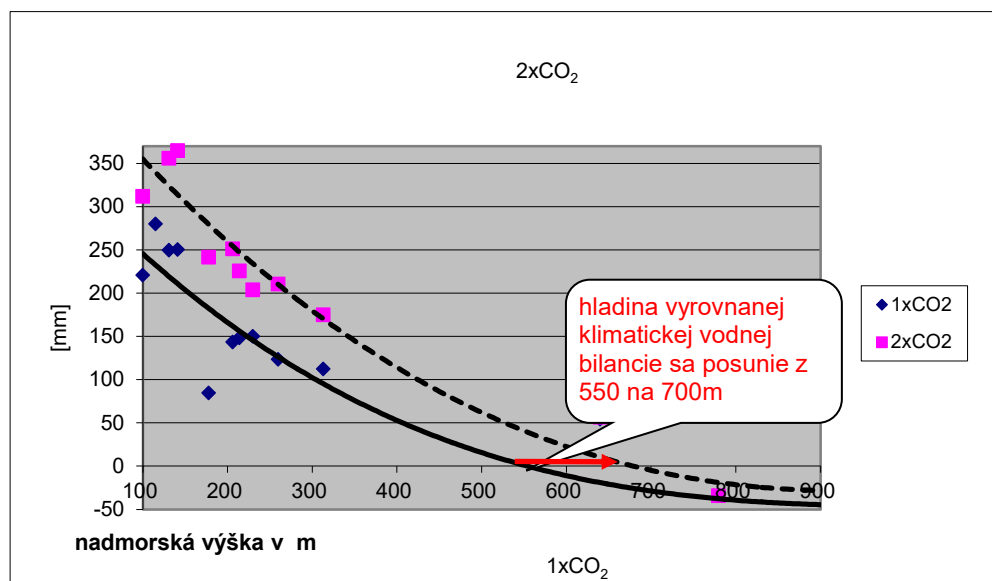
Podľa scenára RCP 4.6 predpoklady zmien zrážkových úhrnov jednotlivých mesiacov roka nie sú rovnaké. Rozdiely v úhrnoch zrážok sú tiež určené nadmorskou výškou hodnoteného územia. Pri hodnotení zrážkových úhrnov za VVO pôsobí však, podobne ako aj pri ostatných charakteristikách, faktor času. Za predlžujúce sa vegetačné periódy sa nahromadí vyšší zrážkový úhrn. V podstate platí na Slovensku vzrast zrážkových úhrnov pre podmienky klímy  $2xCO_2$ , na nížinách južného a východného Slovenska je to o 65 – 80 mm, t.j. o 15 – 20 % na severnom Slovensku o 65 – 128 mm, t.j. o 12 – 20 %. Zabezpečenie VVO zrážkami rastie a v podmienkach klímy  $2xCO_2$  by mali všetky výrobné oblasti dostávať atmosférické zrážky  $Z > 480 \text{ mm}$ . Táto skutočnosť by mala priaznivo ovplyvniť produkčný potenciál plodín využívajúci teplotné podmienky VVO (napr. hustosiate obilniny, krmoviny a trvalé trávne porasty).

Predpokladané zvyšovanie teploty vzduchu, ale aj predlžovanie VVO spôsobujú jednoznačne rast  $E_0$  v podmienkach klímy  $2xCO_2$  na celom území Slovenska. Na veľkých nížinách Slovenska vzrastie  $E_0$  za VVO o 150 mm, t.j. o 23 %, na severe až o 127 mm, t.j. o 30 % (Telgárt). Na celom poľnohospodársky využiteľnom území možno očakávať  $E_0 > 500 \text{ mm}$ , v najteplejších územiach SR (juh Podunajskej nížiny a najnižšie polohy Východoslovenskej nížiny) možno očakávať úhrny  $E_0$  prevyšujúce 800 mm. Tak vysoké úhrny  $E_0$  vyvolajú potrebu efektívneho hospodárenia s vodnými zdrojmi a budovanie závlah na väčšine územia SR, ak sa má eliminovať nepriaznivý dosah zvýšeného výparu na tvorbu úrod.

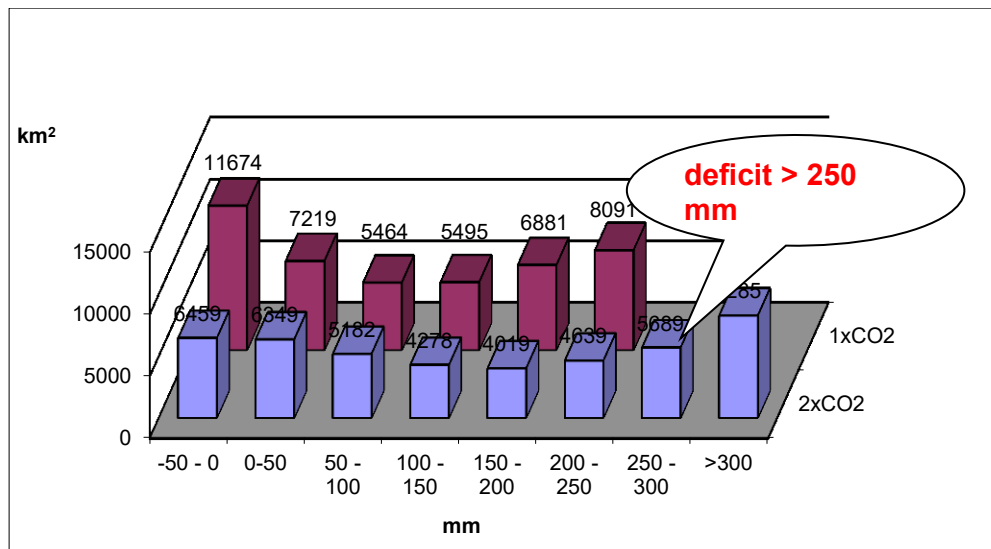
### ***Klimatická vodná bilancia***

Dostupnosť vody pre poľnohospodársku prvovýrobu v krajinnom priestore možno hodnotiť viacerými ukazovateľmi. V rámci agroklimatického členenia Slovenska bol pre účely agroklimatickej rajonizácie zavedený klimatický ukazovateľ zavlaženia (klimatická vodná bilancia), ktorý je rozdielom medzi potenciálnou evapotranspiráciou a zrážkami v troch letných mesiacoch (Kurpelová et al., 1975). Vzhľadom k skutočnosti, že v podmienkach meniacej sa klímy sa výskyt letných dní posúva v závislosti od nadmorskej výšky, ako v prípade jarných, tak aj jesenných mesiacov, rozdiel medzi potenciálnou evapotranspiráciou a zrážkami bol hodnotený počas celého trvania vegetačného obdobia. Tento ukazovateľ potom označujeme ako klimatickú

vodnú bilanciu. Vo vegetačnom období sa klimatická vodná bilancia vo výškovom profile SR výrazne mení, tak ako sa menia úhrny potenciálnej evapotranspirácie a atmosférických zrážok. V podmienkach klímy  $2xCO_2$  boli zistené rozdiely v náraste tohto ukazovateľa v teplejších podmienkach južného Slovenska v priemere o 70 mm (t.j. + 30 %). Nulové hodnoty klimatickej vodnej bilancie sa posunú z úrovne 550 na 650 m n. m. (Obr. 2). Ak v referenčnom časovom intervale rokov 1961 – 1990 boli nedostatkom vody postihované územia na ploche 21 300 km<sup>2</sup>, tak v podmienkach zmenenej klímy ( $2xCO_2$ ) sa takéto územia vyskytnú na ploche 30 300 km<sup>2</sup>, čo je nárast o 42 %. V podmienkach zmenenej klímy významná časť územia (8 800 km<sup>2</sup>) v poľnohospodársky najvýznamnejších oblastiach bude charakterizovaná priemerným deficitom  $E_0-R > 250$  mm (Obr. 6). Takéto deficity sa počas rokov 1961 – 1990 prakticky nevyskytovali. Ďalším dôsledkom klimatickej zmeny bude pravdepodobne rôznorodá odozva na ploche Slovenska. Zatiaľ, čo v referenčnom období rokov 1961 – 1990 sa na území Slovenska rozlišovalo pre potreby regionalizácie poľnohospodárskej výroby a stratégie využitia vody v krajine 6 oblastí, tak do konca 21. storočia by mali pribudnúť ďalšie 2, pričom tie najsuchšie sa vytvorili práve na úkor lokalít s dostatkom či prebytkom zrážok.



Obr. 2 Klimatická vodná bilancia vo výškovom profile Slovenska počas periód rokov 1961–1990 ( $1xCO_2$ ) a 2071–2100 ( $2xCO_2$ )



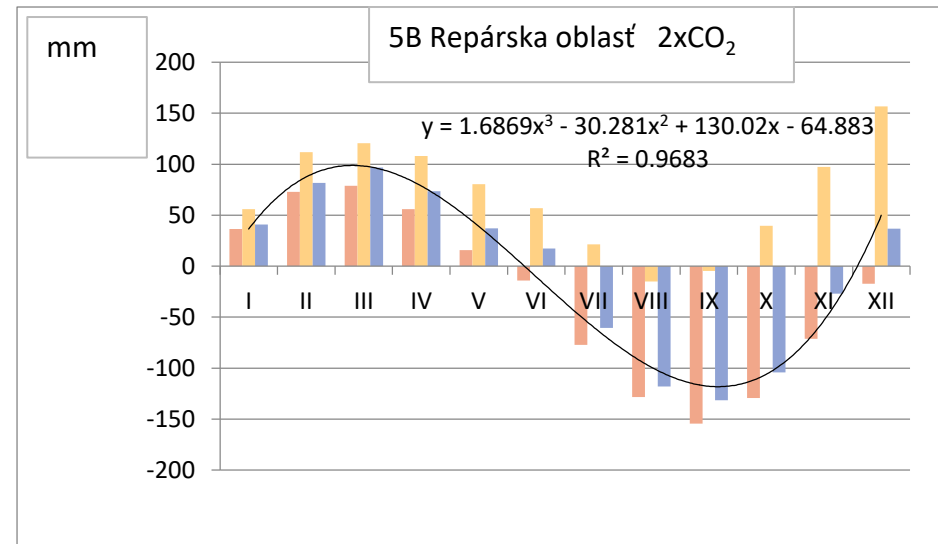
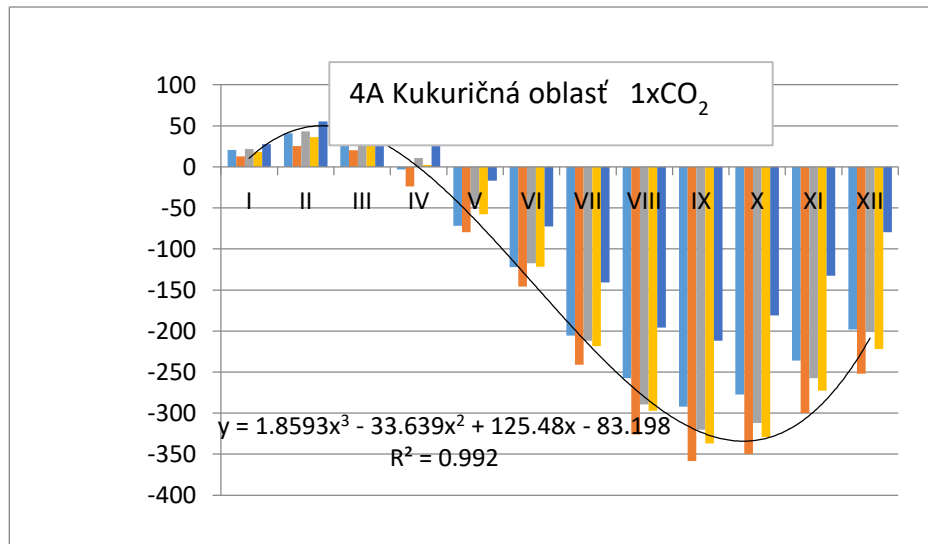
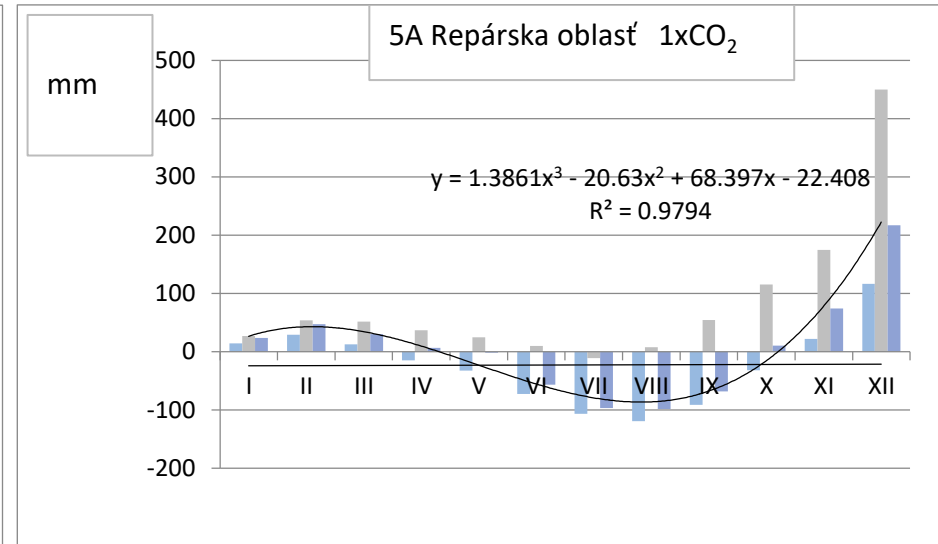
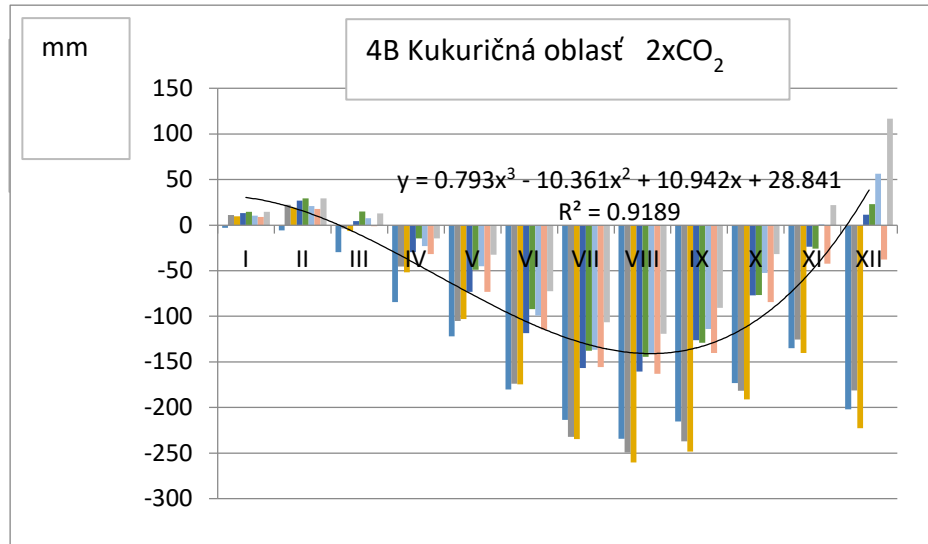
Obr. 3 Horizontálne rozloženie klimateckej vodnej bilancie vo výškovom profile Slovenska počas periód rokov 1961–1990 (1xCO<sub>2</sub>) a 2071 – 2100 (2xCO<sub>2</sub>)

V podmienkach klímy 2xCO<sub>2</sub> boli zistené rozdiely v náraste tohto ukazovateľa v teplejších podmienkach južného Slovenska v priemere o 90 – 110 mm ( t.j. +32 – 45 %). Nulové hodnoty ukazovateľa sa posunú z úrovne 550 na 700 m n. m.

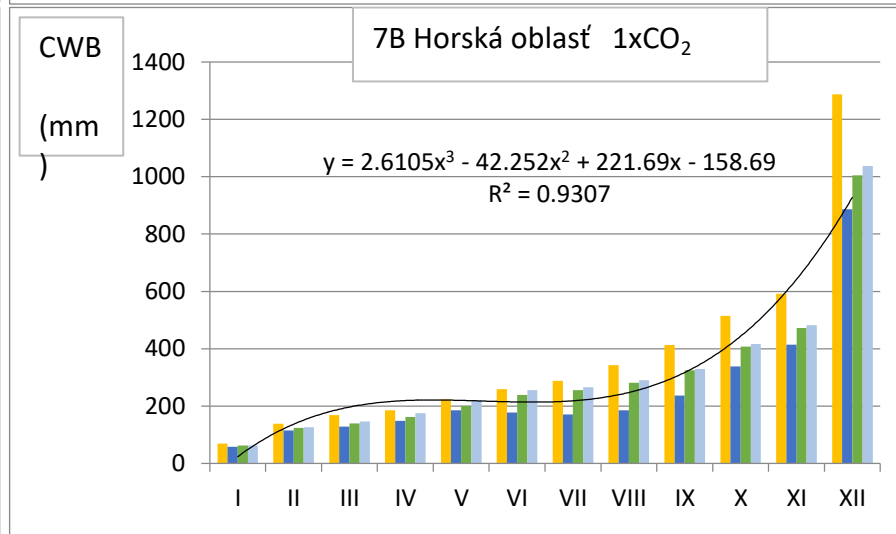
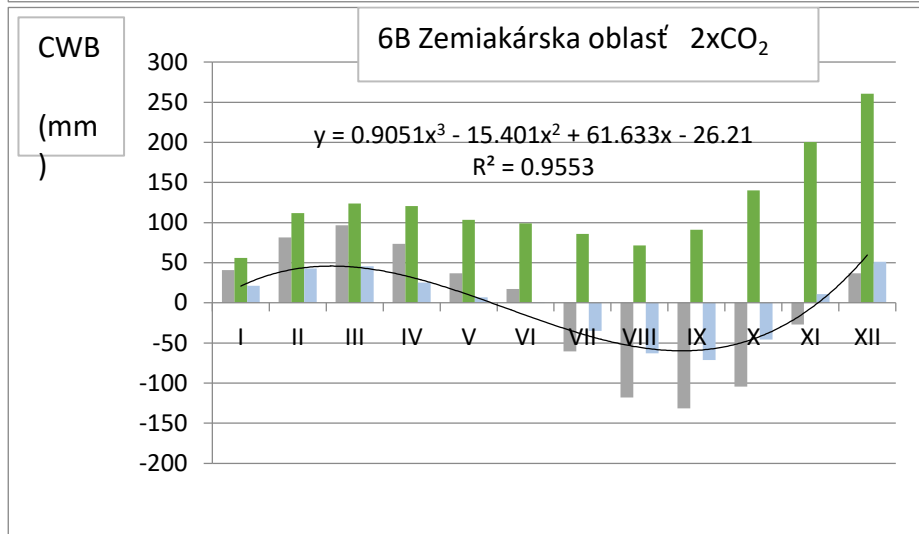
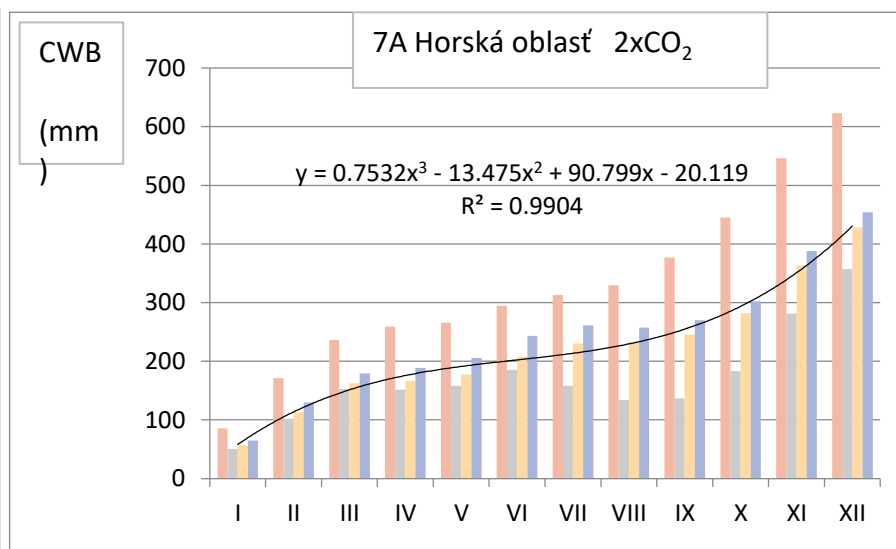
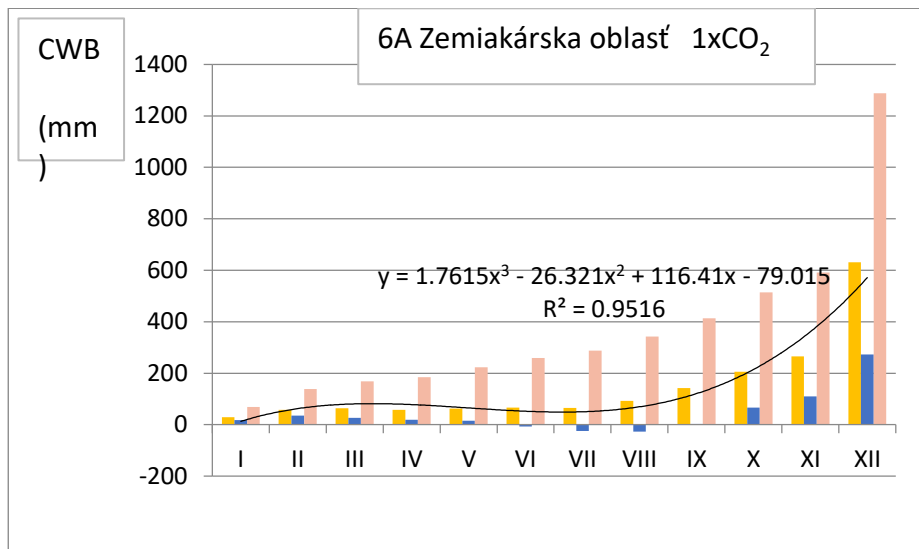
### ***Fenológia sucha v poľnohospodárskych výrobných oblastiach Slovenska***

Nástup sucha a jeho intenzita sa v jednotlivých výrobných oblastiach výrazne mení. V referenčnom klimateckom období 1961 – 1990 bol charakteristický prebytok vody v agroecénózach na začiatku kalendárneho roka v období vegetačného pokoja. V najteplejšej kukuričnej výrobnej oblasti sa však hneď po nástupe vegetačného obdobia situácia prudko mení, keď prebytkové úhrny prechádzajú do nedostatku vody už okolo 10. marca a kumulatívna klimatecká vodná bilancia nadobúda maximálne hodnoty nedostatku vody vyjadrenej CWB = -120 – -200 mm v auguste (Obr. 4A). Vyrovnanú kumulatívnu klimateckú vodnú bilanciu na nížinách Slovenska pozorujeme znova až ku koncu roka. Tento trend je nápadný aj v repárskej výrobnej oblasti (Obr. 5A), keď sucho začíname pozorovať o niečo neskôr, a to v prvých dňoch mája s vrcholom nedostatku vody v auguste. Tu však kumulatívna vodná bilancia predstavuje nedostatok len na úrovni asi CWB = -100 mm a vyrovnaná úroveň CWB sa dosahuje už koncom októbra. V zemiakarskej a horskej výrobnej oblasti sa v referenčnom časovom období záporné hodnoty CWB neobjavovali (Obr. 6A a 7A).





Obr. 4 a 5 Kumulatívna vodná bilancia (CWB) pre kukuričnú (Obr.4) a repársku výrobnú oblasť (Obr.5) v časovom horizonte rokov 1961 – 1990 (1xCO<sub>2</sub>) a 2071 – 2100 (2xCO<sub>2</sub>) na Slovensku



Obr. 6 a 7 Kumulatívna vodná bilancia (CWB) pre zemiakársku (Obr.4) a horskú výrobnú oblasť (Obr.5) v časovom horizonte rokov 1961 – 1990 (1xCO<sub>2</sub>) a 2071 – 2100 (2xCO<sub>2</sub>) na Slovensku

K dynamickým zmenám v zmysle použitého scenára klimatickej zmeny dochádza nielen z pohľadu prehlbovania deficitu CWB, keď tento postihuje od júna aj zemiakársku výrobnú oblasť a relatívne stabilná by z hľadiska dostupnosti vody mala byť na Slovensku len horská výrobná oblasť nad 700 m n. m.

Vzhľadom k skutočnosti, že v zimnom období sa predpokladajú podľa modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry vyššie úhrny atmosférických zrážok, záporné hodnoty CWB v kukuričnej a repárskej výrobnej oblasti sa dajú očakávať v porovnaní s referenčným časovým obdobím rokov 1961 – 1990 asi o 12 dní neskôr.

### **Záver**

Na základe analýzy jednotlivých rokov vyplýva, že ku koncu hodnoteného obdobia môže v podmienkach Podunajskej nížiny veľké vegetačné obdobie pretrvávať aj počas celej zimy. Táto skutočnosť môže nepriaznivo ovplyvniť podmienky produkčného procesu, keď v kombinácii so zvýšeným výparom a nedostatkom zrážok sa vyskytlo sucho už aj na štatisticky definovanom období vegetačného pokoja. Toto obdobie v kombinácii s výskytom mrazov, ktoré sa pre dlhé trvanie noci v porovnaní s dňom bude vyskytovať s veľkou pravdepodobnosťou, sa tak môže stať kľúčovým pre prezimovanie poľných plodín a niektorých ovocných drevín.

Z analýzy vyplynulo, že výraznejším zmenám budú podliehať nástupy VVO, keď v celom výškovom profile možno očakávať v podmienkach klímy  $2xCO_2$  skorší nástup asi o 28 dní v porovnaní s podmienkami klímy  $1xCO_2$ .

Rozdiel medzi potenciálnou evapotranspiráciou a zrážkami vo VVO sa vo výškovom profile SR výrazne mení tak ako sa menia úhrny  $E_0$  a  $R$ . V podmienkach klímy  $2xCO_2$  boli zistené rozdiely v náraste tohto ukazovateľa v teplejších podmienkach južného Slovenska v priemere o 70 mm (t.j. + 30 %). Nulové hodnoty ukazovateľa sa posunú z úrovne 550 na 650 m n. m.

Vzhľadom k skutočnosti, že v zimnom období sa predpokladajú podľa modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry vyššie úhrny atmosférických zrážok, nástup sucha hodnotený podľa CWB v kukuričnej a repárskej výrobnej oblasti sa dá očakávať, v porovnaní s referenčným časovým obdobím rokov 1961 – 1990, asi o 12 dní neskôr, ale celková negatívna hodnota CWB sa zvýši až o 40 % na  $CWB = -350$  mm.

Sucho podľa tohto ukazovateľa by sa nemalo vyskytovať v horských polohách nad 700 m.

Výraznejším zmenám bude pravdepodobne podliehať nástup vegetačných období v porovnaní s ich ukončením.

Predpokladané otepľovanie a následné predlžovanie vegetačného obdobia výrazne ovplyvní súčasnú regionalizáciu poľnohospodárskej výroby a pásmovitosť rozmiestnenia poľných i záhradníckych plodín.

## **Literatúra**

Braslavská, O., Kamenský., 1996: Fenologické pozorovanie lesných rastlín. SHMU, 22s.

IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

Kurpelová, M., Coufal, J., Čulík, J., 1975: Agroklimatické podmienky ČSSR, Príroda, Bratislava  
Nosek, M., 1972: Metody v klimatológii. Academia, 433 s.

Šiška, B., Špánik, F., 1999:

Šiška, B., Špánik, F., 2008: Agroclimatic regionalization of slovak territory in condition of changing climate. Meteorologický časopis, 11(1-2), 61-64.

Šiška, B., Takáč, J., 2009: Drought analyses of agricultural regions as influenced by climatic conditions in the Slovak Republic. In *Időjárás : Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. - Budapest : Hungarian Meteorological Service, 2009, vol. 113, no. 1-2, pp. 135-143.

Škvareninová, J. a kol., 2009: Fenológia rastlín v meniacich sa podmienkach prostredia.

Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 103 s. 8,24 AH., 9,06 VH, ISBN 978-80-228-2059-2.

Šiška, B., Takáč, J., 2008: Klimatická zmena a poľnohospodárstvo Slovenskej republiky. Dôsledky, adaptačné opatrenia a možné riešenia. Štúdiá Slovenskej bioklimatologickej spoločnosti SAV XXIV, roč. XXI, SBkS, Zvolen, 69 s

## **Pod'akovanie**

Práca je parciálnou časťou riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0767/17 : Regionálne dôsledky klimatickej zmeny na ekosystémové služby vinohradnícky využívanej krajiny -- zmena funkcií v adaptačný potenciál.

## **Kontakt:**

prof. RNDr. Bernard Šiška, PhD.

Katedra ekológie

Mariánska 10, 949 01 Nitra

+421 37 641 5634, [bernard.siska@uniag.sk](mailto:bernard.siska@uniag.sk)