

## Možný vplyv klimatickej zmeny na zásoby vody v pôde pri pestovaní bazy čiernej a jačmeňa jarného

Potential impact of climate change on soil water storage when growing  
Elderberry and Spring Barley

*Justína Vitková<sup>1</sup>; Vlasta Štekauerová<sup>1</sup>; Jana Skalová<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Ústav hydrológie Slovenská akadémia vied, Račianska 75, 831 02 Bratislava*

<sup>2</sup> *Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita,  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava*

### Abstrakt

Klimatická zmena, ktorú si v posledných rokoch uvedomuje čoraz intenzívnejšie, zasahuje do rôznych oblastí života. Jednou z nich je aj vodný režim pôdy. Ten je v značnej miere ovplyvnený meteorologickými podmienkami. Klimatické modely sa zhodujú na tom, že v budúcnosti by sa mala teplota vzduchu zvyšovať, ale pri úhrnoch zrážok to už nie je také jednoznačné. Niektoré modely predpokladajú nárast iné zase pokles úhrnov zrážok. Preto sa v príspevku zaoberáme, k akým zmenám v zásobe vody v pôde môže dôjsť, ak by sa meteorologické prvky vyvíjali podľa klimatického modelu CGCM 3.1 pri pestovaní dvoch druhov vegetácie, a to bazy čiernej a jačmeňa jarného na vybranej lokalite na západe Slovenska.

**Kľúčové slová:** klimatická zmena, klimatický model, zásoba vody v pôde, matematické modelovanie, vodný režim pôd

### Abstract

Ongoing climate change affects different areas of life. One of them is soil water regime. It is largely influenced by meteorological conditions. All climate models assume increase of air temperature in the future, but it is not so clear when it comes to simulate annual precipitation. Some of these models simulate increase and the other decrease of annual precipitation. In this paper we deal with changes in soil water storage if the meteorological characteristics are developed by CGCM 3.1 global climate model. The soil water storage changes were studied for two types of vegetation: Elderberry (*Sambucus nigra*) and Spring Barley (*Hordeum vulgare*).

**Keywords:** climate change, climate model, soil water storage, mathematical modeling, soil water regime

## Úvod

V posledných rokoch sme svedkami extrémov v počasi. Prekračovanie niekoľko desaťročných teplotných rekordov, zvyšujúci sa počet za sebou idúcich bezzrážkových dní a následné veľmi intenzívne zrážky s ničivými dôsledkami nás nútia venovať klíme väčšiu pozornosť. S vývojom počítačovej techniky sa začali využívať matematické modely na prognózovanie vývoja meteorologických prvkov. V súčasnosti existujú globálne aj regionálne klimatické modely. Tie sa zhodujú na tom, že v budúcnosti bude teplota vzduchu narastať, ale pri úhrnoch zrážok sa modely líšia. Kým v minulosti sa viac prikláňali ku klesaniu ročných úhrnov zrážok, posledné výskumy ukazujú, že budú pravdepodobne narastať aj úhrny zrážok, ktoré budú nerovnomerne rozdelené počas roka. Extrémy počasia majú, okrem iného, dopad aj na zásoby vody v pôde. Z monitorovaných hodnôt vlhkosti pôdy je možné predpovedať zmenu zásob vody aj pre kratšie časové úseky (Nagy, Brezianska, 2010). Cieľom tohto príspevku bolo porovnať zásobu vody v pôde v referenčnom období a vo vybraných troch časových horizontoch v budúcnosti pri dvoch druhoch porastu, a to baze čiernej (*Sambucus nigra*) a jačmeňa jarného (*Hordeum vulgare*). Ako referenčné obdobie bolo zvolené 30-ročie 1961-1990, ktoré bolo porovnávané s tromi časovými horizontmi v budúcnosti. Horizont 2010 predstavovali roky 1996-2025, časový horizont 2030 bol tvorený rokmi 2016-2045 a posledný horizont 2075 predstavovali roky 2061-2090.

## Materiál a metódy

Zmeny v zásobe vody v pôde sa skúmali pri obci Kostolište na západe Slovenska, ktorá je vzdialená 1 km od mesta Malacky. Skúmané územie sa nachádza na rovinatej ploche a pôdny typ tvorí čiernica. Na tomto území sa od roku 2000 pestuje baza čierna. Ako druhá plodina bol vybratý jačmeň jarný, pretože patrí medzi najpestovanejšie obilniny na Slovensku. Zásoba vody v pôde bola simulovaná matematickým modelom GLOBAL (Majerčák, Novák, 1994). Hornú okrajovú podmienku v tomto modeli tvorí súbor denných hodnôt meteorologických prvkov (úhrn zrážok, teplota vzduchu, dĺžka trvania slnečného svitu, tlak vodných pár a rýchlosť vetra), dolnú okrajovú podmienku tvorí súbor denných hodnôt hladiny podzemnej vody, do modelu vstupuje aj súbor charakterizujúci porast (index listovej pokrývnosti, albedo porastu, hĺbka koreňového systému a drsnosť porastu) a súbor hydrofyzikálnych

charakteristik pôdy. Denné hodnoty meteorologických prvkov, ktoré vstupovali do modelovania v referenčnom období, boli zistené z nameraných údajov v meteorologickej stanici v Malackách. Meteorologické prvky vstupujúce do modelovania v troch časových horizontoch v budúcnosti boli nasimulované globálnym klimatickým modelom CGCM 3.1 (The Third Generation Coupled Global Climate Model, 2010) podľa dvoch emisných scenárov SRES A2 a SRES B1 (The Special Report on Emission Scenarios, 2000). Simulácie meteorologických prvkov boli pripravené podľa metodiky vyvinutej na Oddelení klimatológie a meteorológie Univerzity Komenského v Bratislave (Lapin, Melo, 2004; Lapin et al. 2006) a výsledky boli publikované Vitkovou et al. (2012).

### Výsledky

Pri skúmaní zásoby vody v pôde pri **baze čiernej** sa sledovala pôdna vrstva 0-150 cm, pretože koreňový systém bazy dosahuje hĺbku 150 cm. Zaujímavé bolo sledovať zmeny v zásobe vody najmä počas vegetačného obdobia (marec - september). Výsledky v tab. 1 ukazujú, že pokles zásoby vody oproti referenčnému obdobiu sa predpokladá iba v mesiacoch august a september v horizontoch 2030 a 2075, maximálne o 1 %, čo tvorí 5 mm pôdnej vody. V ostatných mesiacoch sa predpokladá nárast zásoby vody, najviac však mimo vegetačného obdobia, a to v mesiaci november.

Tab. 1 Rozdiely v priemernej mesačnej zásobe vody pre porast **bazy čiernej** v pôdnej vrstve **0-150 cm** pre emisné scenáre A2 a B1 vo všetkých časových horizontoch oproti referenčnému obdobiu 1961 – 1990 v lokalite Kostolište

mesiac	RO	A2						B1					
	1961-90	2010		2030		2075		2010		2030		2075	
	[cm]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]
I.	50.58	51.16	1.15	52.38	3.56	52.15	3.09	51.11	1.04	51.01	0.85	52.15	3.11
II.	54.45	55.11	1.21	56.64	4.02	56.20	3.22	55.00	1.00	54.90	0.82	56.81	4.33
III.	56.08	56.48	0.71	57.11	1.83	57.37	2.30	56.62	0.96	56.25	0.30	57.48	2.50
IV.	55.12	55.72	1.10	55.96	1.53	56.44	2.40	55.75	1.14	55.57	0.81	56.10	1.77
V.	53.54	55.18	3.06	55.23	3.15	56.03	4.65	55.36	3.39	55.01	2.73	55.46	3.57
VI.	51.82	52.35	1.02	53.37	2.99	54.14	4.48	53.38	3.01	52.46	1.23	53.09	2.45
VII.	49.14	49.31	0.35	49.63	1.00	50.63	3.04	50.51	2.79	49.50	0.73	49.56	0.84
VIII.	46.52	47.25	1.56	46.45	-0.16	46.76	0.52	48.15	3.49	47.20	1.45	46.05	-1.02
IX.	44.61	45.18	1.26	44.70	0.19	44.21	-0.90	46.46	4.15	45.18	1.26	44.39	-0.50
X.	44.35	45.61	2.86	45.72	3.10	45.20	1.92	47.60	7.34	45.98	3.69	45.90	3.50
XI.	47.25	48.81	3.30	49.25	4.23	49.77	5.32	50.94	7.81	49.75	5.29	50.15	6.14
XII.	51.84	53.33	2.88	53.79	3.76	54.41	4.96	54.69	5.50	54.40	4.94	55.01	6.12
Priemer za rok	50.44	51.29	1.70	51.69	2.43	51.94	2.92	52.13	3.47	51.43	2.01	51.85	2.73

Pri simulácii s **jačmeňom jarným** sa predpokladala hĺbka koreňového systému 70 cm, a že sejba prebehne na začiatku apríla a zber na začiatku júla. Preto bolo zaujímavé sledovať zásobu vody v jednotlivých mesiacoch podľa aktuálnej dĺžky koreňového systému. V mesiaci apríl dosiahnu korene hĺbku okolo 15 cm, v mesiaci máj okolo 50 cm a v júni dorastie koreňový systém do 70 cm. Preto sa zásoba vody v pôdnej vrstve 0-15 cm sledovala predovšetkým v mesiaci apríl (tab. 2), v pôdnej vrstve 0-50 cm v mesiaci máj (tab. 3) a vo vrstve 0-100 cm v mesiacoch jún a júl (tab. 4). Výsledky simulácií ukazujú, že v mesiacoch, kedy sa vyvíja hlavná časť koreňového systému jačmeňa jarného by sa mala zásoba vody oproti referenčnému obdobiu zvyšovať, maximálne o 7 %. Pokles zásoby vody sa predpokladá predovšetkým v najvrchnejšej pôdnej vrstve 0-15 cm v mesiacoch, ktoré nemajú prioritný vplyv na koreňový systém. Tento pokles tvorí najviac 7 % oproti referenčnému obdobiu, čo predstavuje 3 mm pôdnej vody.

Tab. 2 Rozdiely priemernej mesačnej zásoby vody pre **jačmeň jarný** v pôdnej vrstve **0-15 cm** podľa emisných scenárov A2 a B1 vo všetkých časových horizontoch oproti referenčnému obdobiu 1961 – 1990 v lokalite Kostolište

mesiac	RO	A2						B1					
	1961-90	2010		2030		2075		2010		2030		2075	
	[cm]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]
I.	4.30	4.63	7.57	4.77	10.98	4.80	11.75	4.64	7.84	4.59	6.78	4.83	12.22
II.	5.09	5.11	0.29	5.17	1.48	5.20	2.20	5.10	0.20	5.12	0.60	5.23	2.71
III.	4.85	4.83	-0.47	4.83	-0.37	5.00	3.12	4.91	1.31	4.80	-0.90	4.99	2.89
IV.	4.43	4.51	1.82	4.51	1.82	4.65	5.04	4.52	2.18	4.50	1.69	4.55	2.75
V.	3.57	3.89	9.07	3.76	5.25	4.07	14.10	3.97	11.34	3.88	8.84	3.91	9.55
VI.	4.12	3.94	-4.22	4.00	-2.92	4.42	7.40	4.23	2.78	3.97	-3.46	4.17	1.36
VII.	4.46	4.39	-1.49	4.31	-3.42	4.54	1.78	4.58	2.77	4.41	-1.06	4.47	0.34
VIII.	4.67	4.50	-3.68	4.34	-7.09	4.52	-3.23	4.60	-1.48	4.54	-2.70	4.46	-4.39
IX.	4.63	4.47	-3.52	4.57	-1.37	4.64	0.16	4.66	0.63	4.64	0.05	4.62	-0.26
X.	4.70	4.67	-0.52	4.71	0.31	4.74	0.90	4.73	0.74	4.74	0.95	4.78	1.83
XI.	5.05	5.08	0.59	5.17	2.34	5.26	4.13	5.10	0.96	5.23	3.52	5.25	3.90
XII.	5.24	5.31	1.28	5.31	1.39	5.40	3.08	5.36	2.24	5.38	2.68	5.37	2.56
Priemer za rok	4.59	4.61	0.56	4.62	0.70	4.77	4.20	4.70	2.63	4.65	1.41	4.72	2.95

Ako dokazujú simulácie pri oboch porastoch, v hlbších pôdnych vrstvách sa nepredpokladá pokles, práve naopak skôr nárast zásoby vody oproti referenčnému obdobiu, čo súvisí predovšetkým s predpokladaným nárastom ročných úhrnov zrážok.

Tab. 3 Rozdiely priemernej mesačnej zásoby vody pre **jačmeň jarný** v pôdnej vrstve **0-50 cm** podľa emisných scenárov A2 a B1 vo všetkých časových horizontoch oproti referenčnému obdobiu 1961 – 1990 v lokalite Kostolište

mesiac	RO	A2						B1					
	1961-90	2010		2030		2075		2010		2030		2075	
	[cm]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]
I.	14.42	15.00	4.09	15.49	7.48	15.67	8.69	14.98	3.93	14.86	3.10	15.65	8.59
II.	16.71	17.05	2.08	17.40	4.16	17.42	4.26	17.06	2.13	16.89	1.12	17.67	5.75
III.	16.76	16.77	0.08	16.91	0.92	17.29	3.14	16.99	1.35	16.78	0.12	17.33	3.40
IV.	16.21	16.25	0.22	16.33	0.74	16.63	2.59	16.33	0.73	16.26	0.31	16.51	1.87
V.	13.98	14.66	4.89	14.42	3.20	14.97	7.08	14.71	5.27	14.62	4.61	14.83	6.11
VI.	12.50	12.81	2.50	12.72	1.73	13.67	9.37	13.25	5.98	12.80	2.38	13.27	6.13
VII.	13.13	13.60	3.58	13.49	2.71	14.39	9.54	14.05	6.98	13.37	1.79	13.88	5.66
VIII.	14.11	14.84	5.17	14.06	-0.38	15.15	7.35	15.15	7.34	14.42	2.21	14.65	3.81
IX.	14.90	15.04	0.98	14.79	-0.72	15.65	5.08	15.70	5.38	15.04	0.98	15.45	3.71
X.	15.91	15.79	-0.77	15.83	-0.49	16.40	3.06	16.31	2.51	15.74	-1.06	16.36	2.79
XI.	16.94	16.95	0.03	17.19	1.50	17.66	4.26	17.20	1.54	17.25	1.82	17.63	4.05
XII.	17.69	17.78	0.52	17.92	1.33	18.20	2.91	17.97	1.59	18.10	2.34	18.01	1.83
Priemer za rok	15.27	15.55	1.95	15.55	1.85	16.09	5.61	15.81	3.73	15.51	1.64	15.94	4.47

Tab. 4 Rozdiely priemernej mesačnej zásoby vody pre **jačmeň jarný** v pôdnej vrstve **0-100 cm** podľa emisných scenárov A2 a B1 vo všetkých časových horizontoch oproti referenčnému obdobiu 1961 – 1990 v lokalite Kostolište

mesiac	RO	A2						B1					
	1961-90	2010		2030		2075		2010		2030		2075	
	[cm]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]	[cm]	zmena [%]
I.	31.23	31.81	1.86	32.51	4.08	32.75	4.86	31.77	1.72	31.69	1.45	32.78	4.94
II.	34.44	35.08	1.86	35.99	4.51	36.05	4.68	34.89	1.32	34.80	1.06	36.68	6.50
III.	35.56	35.70	0.41	36.17	1.72	36.66	3.11	35.94	1.07	35.56	-0.01	36.86	3.67
IV.	35.06	35.18	0.35	35.48	1.19	35.90	2.39	35.29	0.65	35.19	0.38	35.81	2.14
V.	32.65	33.45	2.44	33.35	2.14	34.02	4.21	33.55	2.76	33.43	2.40	33.95	3.97
VI.	30.46	30.91	1.48	30.88	1.37	31.96	4.92	31.40	3.08	30.96	1.64	31.55	3.57
VII.	30.81	31.45	2.08	31.45	2.10	32.35	5.03	31.94	3.68	31.17	1.17	31.77	3.12
VIII.	31.90	32.89	3.12	32.12	0.69	33.19	4.06	33.33	4.49	32.34	1.39	32.66	2.40
IX.	32.62	33.11	1.50	32.74	0.37	33.92	4.00	34.02	4.30	33.13	1.56	33.77	3.52
X.	33.98	34.07	0.28	34.05	0.21	35.13	3.40	35.04	3.14	34.16	0.55	35.15	3.46
XI.	35.57	35.74	0.48	35.99	1.18	37.01	4.06	36.23	1.85	36.14	1.60	37.06	4.17
XII.	37.01	37.49	1.28	37.62	1.66	38.26	3.38	37.68	1.81	37.95	2.54	37.83	2.22
Priemer za rok	33.44	33.91	1.43	34.03	1.77	34.77	4.01	34.26	2.49	33.88	1.31	34.65	3.64

## Záver

Extrémy v počasi nás nútia čoraz viac sa zaoberať klimatickou zmenou a prijímať opatrenia na zmiernenie jej následkov. V príspevku sme skúmali k akým zmenám môže dôjsť v zásobe vody v pôde na lokalite v Kostolišti, ak by sa meteorologické prvky vyvíjali v budúcnosti podľa klimatického modelu CGCM 3.1. Pri porovnaní zásoby vody v pôde v referenčnom

období a v troch časových horizontoch v budúcnosti 2010, 2030 a 2075 sme zistili, že pri pestovaní oboch druhov porastu bazy čiernej aj jačmeňa jarného dôjde len k minimálnemu poklesu zásoby vody v pôde, a práve naopak, vo väčšine mesiacov sa predpokladá nárast zásoby vody v pôde. Súvisí to predovšetkým s predpokladaným zvýšením ročných úhrnov zrážok na tejto lokalite. Tieto zrážky budú ale nerovnomerne rozdelené počas roka, preto je potrebné prijať opatrenia na ich zadržiavanie v čase výdatných dažďov. Nakoľko výsledky preukázali vysušovanie vrchnej časti pôdneho profilu, je vhodnejšie v budúcnosti pestovať hlboko koreniace rastliny, pretože je tam predpoklad aj prísunu kapilárnej vody. Oba vybrané druhy porastu baza čierna aj jačmeň jarný, majú priaznivé podmienky na pestovanie v tejto skúmanej lokalite.

### Literatúra

1. Lapin M. - Melo M. - Damborská I. - Vojtek M. - Martini M.: 2006. Physically and statistically plausible downscaling of daily GCMs outputs and selected results. In *Acta Meteorologica Universitatis Comenianae*, Vol. 34, 2006, p. 35-57.
2. Lapin, M. – Melo, M.: 2004. Methods of climate change scenarios projection in Slovakia and selected results. In *Journal of Hydrology and Hydromechanic*, Vol. 52, 2004, No. 4, p. 224-238.
3. Majerčák, J. - Novák, V.: 1994. GLOBAL, one-dimensional variable saturated flow model, including root water uptake, evapotranspiration structure, corn yield, interception of precipitations and winter regime calculation. – Research report, Bratislava, p. 75.
4. Nagy, V. - Brezianska, K.: 2010. Soil profile moisture data mobilized for the soil water storage short – term forecast. In *Növénytermelés*, Vol. 59, 2010, p. 279-282.
5. The Special Report on Emission Scenarios: 2000. [2012-04-02]  
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=0>.
6. The Third Generation Coupled Global Climate Model: 2010. [2012-03-28]  
<http://www.ec.gc.ca/ccmac-cccma/default.asp?lang=En&n=1299529F-1>.
7. Vitková, J. - Skalová, J. - Pásztorová, M.: 2012. Development of the precipitation and air temperature due to climate change. In *Növénytermelés*, Vol. 61, 2012, p. 389-392.

### Pod'akovanie

Tento príspevok bol vytvorený realizáciou projektu ITMS 26240120004 Centrum excelentnosti integrovanej protipovodňovej ochrany územia, na základe podpory operačného

programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja, a tiež s finančnou podporou z projektov Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV-0139-10, APVV-0271-07 a Vedeckej grantovej agentúry VEGA 2/0083/11 a VEGA 1/0243/11.

**Kontakt:**

Ing. Justína Vitková, PhD.

Ústav hydrológie, Slovenská akadémia vied

Račianska 75, 831 02 Bratislava

00421-2-49268-302, [Justina.Vitkova@savba.sk](mailto:Justina.Vitkova@savba.sk)