

EVAPOTRANSPIRÁCIA Z RÔZNYCH POVRCHOV NA VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINE VO SVETLE KLIMATICKEJ ZMENY

EVAPOTRANSPIRATION FROM DIFFERENT SURFACES IN THE EASTERN SLOVAKIA LOWLAND AS A RESULT OF CLIMATE CHANGE

Tomlain, J.

Abstract

The average annual and monthly totals of evapotranspiration from the grass and forest in the Eastern Slovakia Lowland was calculated by means of a mathematical model developed at the Faculty of Mathematics and Physics of the Comenius University in Bratislava, for the period from 1951 to 1980, as well as in the time frame of 2075. The climate change scenarios was determined in accordance with model CCCM.

Table 1 Average monthly and annual totals of the net radiation of moist soil surface in $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ (B_o) and the annual values of radiative index of dryness $\left(\frac{B_o}{\lambda P}\right)$ for the period from 1951 to 1980 and in the time frame of 2075 according to the model CCCM.

Table 2 Average annual and monthly totals of potential evapotranspiration (E_o), real evapotranspiration (E), evapotranspiration from the forest (E_{forest}), precipitation (P) in mm for the period of 1951-1980 and in the time frame of 2075.

ÚVOD

Jednou zo základných úloh súčasnej meteorológie a hydrológie je získanie spoľahlivých informácií o obehu vody v prírode, pretože zásoby vody vzhľadom na množstvo a kvalitu sa môžu stať limitujúcim činiteľom ďalšieho rozvoja spoločnosti. Nedostatok priamych meraní evapotranspirácie z rôznych povrchov vedie k modelovaniu tejto základnej zložky rovnice vodnej bilancie vychádzajúc z pozorovania meteorologických a hydrologických staníc. Predložená práca prináša modelové výpočty mesačných a ročných úhrnov evapotranspirácie z lúky a lesnej cenózy na 5 lokalitách Východoslovenskej nížiny, tak za referenčné obdobie 1951-1980, ako aj k časovému horizontu roku 2075.

MATERIÁL A METODIKA

Pre výpočet evapotranspirácie bol aplikovaný matematický model rozpracovaný na Katedre meteorológie a klimatológie Matematicko-fyzikálnej fakulty UK v Bratislave, ktorý vychádza zo spoločného riešenia rovníc energetickej a vodnej bilancie povrchovej vrstvy pôdy pre stanovenie evapotranspirácie z lúky ($E_{lúka}$) [1] ako aj postupu S. P. Fedorova [2] a Ju. L. Raunera [5] pre výpočet evapotranspirácie z lesnej cenózy (E_{les}) na základe údajov o $E_{lúka}$, celkovej bilancii žiarenia vlhkého trávneho porastu (B_o) a atmosférických zrážok (P). Vstupnými modelovými údajmi sú teplota a vlhkosť vzduchu, oblačnosť, resp. Doba trvania slnečného svitu, atmosférické zrážky a počet dní so snehovou pokrývkou.

S. F. Fedorov a Ju. L. Rauner vyjadrili pomer $\frac{E_{les}}{E_{lúka}} = \beta_E$ ako funkciu radiačného indexu sucha $\beta_E = f\left(\frac{B_o}{\lambda P}\right)$, kde λ je merné skupenské teplo vyparovania [8].

V zimných mesiacoch pri výskyte snehovej pokrývky sme pre výpočet E_{les} použili vzťah P. N. Kuzmina [4]

$$E_{les} = 0,425 \cdot n \cdot d,$$

Kde n je počet dní so snehovou pokrývkou v mesiaci a d sýtostný doplnok v hPa v 2 m nad povrchom. V mesiacoch s nestálou snehovou pokrývkou úhrn E_{les} sa určuje ako súčet E_{les} z dní so snehovou pokrývkou a E_o bez snehovej pokrývky.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analýza výsledkov matematického modelovania ukázala, že ročné úhrny potenciálnej evapotranspirácie (E_o) sa podľa použitého modelu CCCM budú na všetkých použitých staniách postupne zväčšovať. K roku 2075 v porovnaní s obdobím 1951-1980 vzrastú v Somotori o 19 %, v Michalovciach o 21 %, v Čaklove o 22 %, v Kamenici nad Cirochou o 19 % a v Bardejove o 21 %. Za uvedené obdobie ročné úhrny aktuálnej evapotranspirácie vzrastú v Somotori o 3 %, v Michalovciach o 2,5 %, v Čaklove o 5 %, v Kamenici nad Cirochou o 5,5 % a v Bardejove o 2 %. V suchších oblastiach transpirácia je limitovaná zásobami vody v povrchovej vrstve pôdy. Rastom úhrnov zrážok pri dostatočných energetických možnostiach sa evapotranspirácia s nadmorskou výškou zintenzívňuje.

V súlade s modelovým výpočtom ročné hodnoty radiačného indexu sucha k roku 2075 v porovnaní s obdobím 1951-1980 vzrastú v Somotori z 1,43 na 1,53, v Michalovciach z 1,34

na 1,47, v Čaklove z 1,20 na 1,28, v Kamenici nad Cirochou z 1,06 na 1,11 a v Bardejove z 0,99 na 1,05 (tab. 1).

Ročný chod teploty vzduchu na uvažovaných stanicích za obdobie 1951-1980 je charakterizovaný zápornými mesačnými teplotami v decembri, januári a februári. Podľa scenárov modelu CCCM sa očakáva, že k roku 2075 budú priemerné mesačné teploty vzduchu v Somotori, Michalovciach, Čaklove a v Kamenici nad Cirochou kladné počas celého roku. Bardejov sa bude vyznačovať zápornými januárovými teplotami aj k roku 2075.

Ročný úhrn E_{les} za referenčné obdobie sa rovná 536 mm, čo je 93 % ročných úhrnov zrážok. V Michalovciach ročný úhrn E_{les} predstavuje 86 % zrážok. K roku 2075 ročný úhrn E_{les} slabo poklesne, čo je v súlade s očakávaným slabým poklesom zrážkových úhrnov. V Čaklove ročná hodnota $\frac{E_{les}}{P}$ za obdobie 1951-1980 dosiahla 90 % a k roku 2075 poklesne

na 87 %. Ročný úhrn E_{les} za obdobie 1951-1980 dosiahol tu 573 mm a k roku 2075 sa očakáva rast na 577 mm. V Kamenici nad Cirochou, kde sa očakáva rast ročných úhrnov zrážok k roku 2075 o 32 mm v porovnaní s obdobím 1951-1980, ročné úhrny E_{les} vzrastú zo 607 mm v referenčnom období na 626 mm k roku 2075. Ročné úhrny E_{les} v Bardejove vzrastú z 577 mm za obdobie 1951-1980 na 601 mm v roku 2075, pričom pomer $\frac{E_{les}}{P}$ sa zmení len nepatrne (tab. 2).

V chladnom polroku (X-III) sa podľa scenára CCCM predpokladá výraznejší rast teploty vzduchu, čo zapríčini zväčšovanie úhrnov E_{les} k horizontu roku 2075 na uvedených stanicích. Tento rast v Somotore v porovnaní s obdobím 1951-1980 sa predpokladá o 26 %, v Michalovciach o 29 %, v Čaklove o 20 %, v Kamenici nad Cirochou o 33 % a v Bardejove o 38 %.

Teplý polrok (IV-IX) sa bude vyznačovať postupným ubúdaním úhrnov zrážok, čo sa odrazí v znižovaní úhrnov E_{les} k roku 2075. Najvýraznejší pokles úhrnov E_{les} (o 25 mm) sa očakáva v južnej časti Východoslovenskej nížiny, v Čaklove o 14 mm, v Kamenici nad Cirochou o 11 mm a v Bardejove o 4 mm.

ZÁVER

Na Východoslovenskej nížine sa merania evapotranspirácie z rôznych povrchov pravidelne nerobia, preto informácie o priestorovom a časovom rozložení tejto základnej zložky rovnice vodnej bilancie môžeme pre toto územie získať len modelovým výpočtom

z pozorovaní meteorologických staníc. Veríme, že výsledky tu prezentované budú príspevkom k riešeniu tohto problému.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: Klimatická zmena, evapotranspirácia z lúky, evapotranspirácia z lesa, radiačný index sucha.

LITERATÚRA

- [1] BUDYKO, M. I., 1974: Klimat i žizň. Gidrometeoizdat, Leningrad.
- [2] FEDOROV, S. F., 1977: Issledovanije elementov vodnogo balansa v lesnoj zone evropejskoj territorii SSSR. Gidrometeoizdat, Leningrad.
- [3] HRVOL, J., 1996: Modelové výpočty dôsledkov očakávaného oteplenia na zmeny globálneho slnečného žiarenia a celkovej radiačnej bilancie zemského povrchu. Projekt Country Study SR, Katedra meteorológie a klimatológie MFF UK, Bratislava.
- [4] KUZMIN, P. N., 1974: O rasčetnom i experimentalnom sposobach opredelenija isparenija s poverchnosti snežnogo pokrova. Trudy, Zak. NIGMI, vyp. 56.
- [5] RAUNER, Ju. L., 1972: Teplovoj balans rastiteľnogo pokrova. Gidrometeoizdat, Leningrad.
- [6] LAPIN, M., NIEPLOVÁ, E., FAŠKO, P., 1995: Climate Scenarios for Air Temperature and Precipitation Change in Slovakia. National Climatic Programme of the Slovak Republic, N° 3, Bratislava.
- [7] LAPIN, M., FAŠKO, P., 1996: Regionálne inkrementálne scenáre zmien klimatických charakteristík na Slovensku. Vybrané výsledky scenárov relatívnej vlhkosti vzduchu a snehovej pokrývky. Pracovné podklady N° 8. Slovak Republik Country Study. Element 2, SHMÚ, Bratislava.
- [8] TOMLAIN, J., 1999: Dôsledky klimatickej zmeny na evapotranspiráciu z lesnej cenózy na vybraných staniach stredného Slovenska. Atmosféra 21. storočia, organizmy a ekosystémy. Technická univerzita Zvolen, s.11-13.

Kontaktná adresa: Katedra meteorológie a klimatológie, Matematicko-fyzikálna fakulta UK
Mlynská dolina, pav. F1
842 48 Bratislava

Tab. 1 Priemerné mesačné a ročné sumy celkovej bilancie žiarenia vlhkého trávneho porastu v kWh.m⁻² (B_o) a ročné hodnoty $\frac{B_o}{\lambda P}$ za obdobie 1951-1980 (a) a k časovému horizontu roku 2075 (b). P – atmosférické zrážky

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	B _o /λP
Somotor (φ = 48° 24', λ = 21° 49', h = 100 m)														
a	-12	-1	41	76	99	109	106	84	57	22	0	-10	571	1,43
b	-5	9	43	76	104	112	109	85	59	22	1	-8	607	1,53
Michalovce (φ = 48° 45', λ = 21° 57', h = 112 m)														
a	-13	-2	31	74	97	110	104	85	57	21	0	-13	551	1,34
b	-5	8	42	74	102	113	109	86	60	21	0	-7	603	1,47
Čaklov (φ = 48° 54', λ = 21° 38', h = 133 m)														
a	-14	-6	30	73	97	106	102	84	56	21	-2	-14	535	1,20
b	-5	8	43	73	100	108	107	85	58	21	0	-8	590	1,28
Kamenica nad Cirochou (φ = 48° 56', λ = 22° 00', h = 178 m)														
a	-14	-3	30	73	94	105	100	85	56	21	-2	-14	531	1,06
b	-6	7	42	72	97	107	107	86	57	21	0	-9	581	1,11
Bardejov (49° 17', λ = 21° 16', h = 305 m)														
a	-15	-7	30	74	94	108	102	81	53	20	-3	-14	523	0,99
b	-12	7	42	72	99	110	108	85	57	20	0	-9	579	1,05

Tab. 2 Priemerné mesačné a ročné úhrny potenciálnej evapotranspirácie (E_o), aktuálnej evapotranspirácie z lúky (E), lesnej cenózy (E_{les}) a atmosférických zrážok (P) za obdobie 1951-1980 a v časovom horizonte roku 2075 podľa modelu CCCM

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Somotor ($\varphi = 48^\circ 24'$, $\lambda = 21^\circ 49'$, $h = 100$ m)														
E	1951-1980	2	6	27	59	77	76	76	61	40	21	9	4	458
	2075	6	13	40	60	80	75	68	55	40	21	10	4	472
E_{les}	1951-1980	5	8	38	70	86	87	86	70	46	23	12	5	536
	2075	9	17	46	67	86	85	74	63	45	23	15	5	535
P	1951-1980	31	31	28	38	55	82	69	69	40	39	47	42	571
	2075	40	32	32	40	47	68	55	71	36	43	55	51	570
E_o	1951-1980	2	6	40	70	100	113	122	103	68	34	12	4	674
	2075	8	17	51	78	114	125	147	121	83	38	15	7	804
Michalovce ($\varphi = 48^\circ 45'$, $\lambda = 21^\circ 57'$, $h = 112$ m)														
E	1951-1980	0	6	22	50	73	82	76	61	39	21	8	1	439
	2075	5	12	36	59	78	68	69	54	37	21	9	2	450
E_{les}	1951-1980	3	7	30	55	82	93	87	69	45	23	10	3	507
	2075	8	16	41	65	85	76	77	61	42	21	9	3	504
P	1951-1980	34	34	31	37	57	74	79	59	46	45	49	46	591
	2075	44	35	36	38	48	61	62	61	42	50	57	56	590
E_o	1951-1980	0	6	31	65	94	110	113	96	63	32	10	1	621
	2075	7	16	46	72	107	119	139	116	77	37	12	3	751

Tab. 2 – pokračovanie

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Čaklov ($\varphi = 48^{\circ} 54'$, $\lambda = 21^{\circ} 38'$, $h = 133$ m)														
E	1951-1980	1	5	23	52	78	88	85	68	45	23	8	2	478
	2075	7	12	36	60	85	81	84	63	40	21	10	4	503
E _{les}	1951-1980	6	8	28	65	89	101	98	79	52	31	10	6	573
	2075	10	16	40	68	96	94	94	72	46	22	13	6	577
P	1951-1980	30	33	28	46	70	84	84	76	49	44	49	42	635
	2075	40	39	28	51	66	83	74	66	43	52	62	57	661
E _o	1951-1980	1	5	31	65	92	102	111	94	62	31	10	2	608
	2075	9	16	46	72	106	116	136	114	74	34	13	5	741
Kamenica nad Cirochou ($\varphi = 48^{\circ} 56'$, $\lambda = 22^{\circ} 00'$, $h = 178$ m)														
E	1951-1980	1	7	24	56	79	92	91	76	49	28	12	2	517
	2075	7	13	38	67	88	86	88	69	45	26	13	6	546
E _{les}	1951-1980	5	9	29	67	90	104	106	90	58	30	13	6	607
	2075	10	16	44	74	99	100	101	78	52	28	15	9	626
P	1951-1980	36	37	38	47	69	96	93	86	56	53	55	52	718
	2075	48	43	38	52	65	95	82	75	49	63	70	70	750
E _o	1951-1980	1	7	31	67	91	104	110	96	62	34	13	2	618
	2075	9	16	46	74	105	116	130	109	72	37	15	7	736
Bardejov ($\varphi = 49^{\circ} 17'$, $\lambda = 21^{\circ} 16'$, $h = 305$ m)														
E	1951-1980	1	2	21	52	81	99	98	76	49	24	10	0	513
	2075	4	11	35	62	87	87	90	67	44	23	10	3	523
E _{les}	1951-1980	5	5	22	60	86	105	109	88	56	27	10	4	577
	2075	8	12	40	68	99	101	104	77	51	24	12	5	601
P	1951-1980	44	39	37	47	78	99	106	85	61	55	55	55	761
	2075	58	46	37	52	73	98	93	74	53	65	70	74	793
E _o	1951-1980	1	2	25	60	86	103	109	88	56	27	10	0	567
	2075	4	13	41	68	100	114	128	103	68	32	12	3	686