

# POSUDZOVANIE SUCHA A VLHKA NA ÚZEMÍ SLOVENSKA

## ANALYSIS OF EXTREME DROUGHTY AND WET YEARS IN SLOVAKIA

J. TOMLAIN

### ABSTRACT

Paper brings the average, maximum and minimum monthly and annual totals of evapotranspiration deficit  $E_o - E$  in mm and relative evapotranspiration  $\frac{E}{E_o}$  in % ( $E_o$  – potential and  $E$  actual evapotranspiration) at selected stations of Slovakia for the period 1951-2000.

KEY WORDS: Evapotranspiration deficit, Relative evapotraspiration, Extreme totals

### ÚVOD

Efektívnosť atmosférických zrážok, ktoré sú prirodzeným zdrojom zásob vody v pôde, závisí tak od ich množstva a rozloženia počas roka, ako aj od energetických možností evapotranspirácie. Pri optimálnych podmienkach rastu poľných plodín aktuálna evapotranspirácia ( $E$ ) sa len málo líši od úhrnov potenciálnej evapotranspirácie ( $E_o$ ), a preto pomer  $\frac{E}{E_o}$  (relatívna evapotranspirácia) a tiež rozdiel  $E_o - E$  (evapotranspiračný deficit) umožňujú kvantifikovať nedostatok vody v koreňovej vrstve pôdy pre optimálny rast poľných plodín. Predkladaná štúdia prináša charakteristiku priemerných, maximálnych a minimálnych hodnôt  $\frac{E}{E_o}$  a úhrnov  $E_o - E$  za obdobie 1951 až 2000 na vybraných staniciach Slovenska.

### MATERIÁL A METÓDY

Experimentálne bolo zistené, že v prípade dostatočne vlhkej pôdy a v zime pri snehovej pokrývke evapotranspirácia závisí len od vonkajších meteorologických podmienok a rovná sa novej evapotranspirácii pri daných meteorologických podmienkach z dostatočne vlhkej povrchovej vrstvy pôdy. Pri vlhkosti pôdy menšej ako je jej kritická hodnota ( $W_o$ ) aktuálna evapotranspirácia sa znižuje úmerne s poklesom vlhkosti pôdy ( $\bar{W}$ ):

$$E = E_o \frac{\bar{W}}{W_o} \quad (1)$$

Úpravou rovnice turbulentného prenosu vodnej pary v atmosfére bol pre stanovenie mesačných úhrnov  $E_o$  použitý vzťah

$$E_o = \rho D (q_s - q_2), \quad (2)$$

kde  $\rho$  je hustota vzduchu,  $D$  - integrálny koeficient difúzie,  $q_s$  - merná vlhkosť vzduchu nasýteného vodnou parou pri teplote vyparujúceho sa povrchu a  $q_2$  - merná vlhkosť vzduchu v meteorologickej búde.

Priemerná vlhkosť pôdy  $\bar{W} = \frac{W_1 + W_2}{2}$  bola stanovená z rovnice vodnej bilancie

$$P = E + O + W_2 - W_1, \quad (3)$$

kde  $P$  je mesačný úhrn zrážok,  $O$  - odtok,  $W_1$  - vlhkosť pôdy na začiatku a  $W_2$  na konci mesiaca. Modelový výpočet  $\bar{W}$  sme robili metódou postupných priblížení.

Porovnanie hodnôt kritickej vlhkosti pôdy  $W_o$  s optimálnou vlhkosťou ( $W_{OPT}$ ) zabezpečujúcou normálny rast poľných plodín, t.j. normálnu aeráciu pôdy a zásobovanie rastlinných buniek vodou) ukázalo, že v priemere za vegetačné obdobie od vzchádzania do mliečnej zrelosti, sa  $W_o$  len málo líši od  $W_{OPT}$ . Hodnoty  $W_o$  na jar a na jeseň sú väčšie ako  $W_{OPT}$ . Počas základných fáz rastu rastlín  $W_o$  tvorí 70 až 90 % plnej vodnej kapacity. Spodná hranica optima vlhkosti pôdy pre koreňovú vrstvu pôdy v intervale maximálnej spotreby vody rastlinami tvorí v prípade hlinitých pôd 50 až 60 % poľnej vodnej kapacity. Horná hranica optima vlhkosti pôdy pri hlboknej hladine podzemnej vody sa v priemere len málo líši od poľnej vodnej kapacity a pri vyššej hladine vody je o niečo menšia.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najväčšie rozdiely medzi priemernými ročnými hodnotami  $E_o$  a  $E$  za obdobie 1951-2000 ( $\frac{E}{E_o} < 60\%$  a  $E_o - E > 300$  mm) pozorujeme na Podunajskej nížine, t.j. v oblasti charakterizovanej relatívne vysokými sumami celkovej bilancie žiarenia ( $B > 480$  kWh.m<sup>-2</sup>) a ročnými úhrnmi zrážok pod 550 mm. Na južnom Slovensku a Východoslovenskej nížine priemerné ročné úhrny  $E_o - E$  dosahujú okolo 250 mm a  $\frac{E}{E_o}$  je v intervale 63 až 65 %.

V našich horských oblastiach pozorujeme dostatok zrážok počas celého roka a preto rozdiely

medzi  $E_0$  a  $E$  sú minimálne a  $\frac{E}{E_0}$  presahuje 90 %. V Telgárte  $E_0 - E$  je menšie ako 40 mm a

$$\frac{E}{E_0} = 91 \% \text{ (tab.1).}$$

Prehľad o časovom a priestorovom rozložení  $\frac{E}{E_0}$  a  $E_0 - E$  za mimoriadne vlhkých a suchých rokov za celé obdobie 1951 až 2000 prinášajú tab. 2 a tab. 3. Najmenšie ročné hodnoty v Hurbanove ( $\frac{E}{E_0} = 38 \%$  a najväčšie  $E_0 - E = 519$  mm) sa vyskytli v roku 1990, v Rimavskej Sobote ( $\frac{E}{E_0} = 37 \%$  a  $E_0 - E = 513$  mm) v roku 1993, v Somotore ( $\frac{E}{E_0} = 44 \%$  a  $E_0 - E = 441$  mm) v roku 1992, vo Vígľaši-Pstruši ( $\frac{E}{E_0} = 56 \%$  a  $E_0 - E = 314$  mm) v roku 1992, v Liptovskom Hrádku ( $\frac{E}{E_0} = 62 \%$  a  $E_0 - E = 241$  mm) v roku 1983 a v Telgárte ( $\frac{E}{E_0} = 72 \%$  a  $E_0 - E = 145$  mm) v roku 1952.

Mimoriadne vlhkým za vegetačné obdobie (IV-IX) na Podunajskej nížine, južnom Slovensku a Východoslovenskej nížine bol rok 1965, kedy hodnoty  $\frac{E}{E_0}$  tu boli v intervale 82 až 93 % a  $E_0 - E$  v intervale 35 až 89 mm. V roku 1965 vo Vígľaši-Pstruši relatívna evapotranspirácia dosiahla 98 % a  $E_0 - E$  len 10 mm a v Telgárte  $\frac{E}{E_0} = 99 \%$  a  $E_0 - E = 5$  mm. V Liptovskom Hrádku najvlhším bol rok 1970 s ročnou hodnotou  $\frac{E}{E_0} = 96 \%$  a  $E_0 - E = 19$  mm.

Nejednotnosť výskytu rokov s extrémnymi hodnotami  $\frac{E}{E_0}$  a  $E_0 - E$  svedčí o relatívne veľkej priestorovej a časovej premenlivosti poľa celkovej bilancie žiarenia, teploty vzduchu a atmosferických zrážok.

Ročné hodnoty indexu sucha podľa M.I. Budyka ( $\frac{E_0}{P}$ ) sa za obdobie 1951 až 2000 menili v Hurbanove od 0,81 do 1,98, v Rimavskej Sobote od 0,70 do 2,0, v Somotori od 0,86 do 1,98, vo Vígľaši-Pstruši od 0,58 do 1,51, v Liptovskom Hrádku od 0,54 do 1,19, a v Telgárte od 0,40 do 0,57. Oveľa väčšou premenlivosťou sa vyznačuje táto charakteristika za vegetačné obdobie: v Hurbanove 0,92 až 3,27, v Rimavskej Sobote 0,86 až 4,25, v Somotore

1,20 až 4,0, vo Vígľaši-Pstruši 0,71 až 2,84, v Liptovskom Hrádku 0,71 až 2,13 a v Telgárte 0,47 až 1,31.

## **SÚHRN**

Meteorologická a hydrologická literatúra obsahuje veľký počet rôznych postupov ako rajonizovať vlhkosť pomery pôdy v regionálnom i globálnom meradle (E. M. Oldekop, A. Meyer, J. Prescott, N.N. Ivanov, R. Lang, C.W. Thornthwaite, G.T. Sejaninov, W. Köppen, M. Konček a ďalší). Spoločným nedostatkom týchto návrhov je nezohľadnenie všetkých činiteľov, ktorí určujú vlhkosť charakteristiku pôdy. Prednosťou používania relatívnej evapotranspirácie a evapotranspiračného deficitu je skutočnosť, že tieto vyjadrujú funkcionálne závislosti medzi všetkými zložkami rovnice energetickej a vodnej bilancie danej lokality (celkovú bilanciu žiarenia, teplotu a vlhkosť vzduchu, turbulentný stav atmosféry, schopnosť atmosféry prijať určité množstvo vodnej pary, teplotu vyparujúceho povrchu, atmosférické zrážky, zmenu kritickej vlhkosť pôdy počas roka a tok tepla v pôde). Konanie priamych meraní úhrnov evapotranspirácie v konkrétnych poľných podmienkach umožní tieto modelové výsledky ďalej spresňovať.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** Evapotranspiračný deficit, Relatívna evapotranspirácia, Extrémne hodnoty

## **LITERATÚRA**

BUDYKO, M. I., 1974: Klimat i žizň. Gidrometeoizdat, Leningrad.

TOMLAIN, J., 1997: Modelový výpočet dôsledkov očakávanej zmeny klímy na obsah vody v pôde na Slovensku. NKP SR, N<sup>o</sup> 7, Bratislava, s. 68-83

ZUBENOK, L. I., 1976: Ispareníe na kontinentach. Gidrometeoizdat, Leningrad.

**Tab. 1 Priemerné mesačné a ročné úhrny  $E_0 - E$ , atmosferické zrážky (P) v mm, teplota vzduchu (T) v °C a  $E/E_0$  v % za obdobie 1951-2000.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	IV-IX
Hurbanovo														
T	-1,1	0,8	5,2	10,7	15,6	18,9	20,4	19,8	15,5	10,2	4,8	0,7	10,1	16,8
P	32	31	29	40	54	66	59	52	42	39	53	42	539	313
$E_0$	5	14	43	75	108	121	132	115	73	38	14	5	743	624
E	4	10	31	56	74	74	68	50	32	19	9	4	431	354
$E/E_0$	77	73	71	74	68	61	52	43	44	50	64	69	58	57
$E_0 - E$	1	4	12	19	34	47	64	65	41	19	5	1	312	270
Rimavská Sobota														
T	-3,3	-0,9	3,8	9,8	14,7	18,0	19,6	18,9	14,5	8,9	3,4	-1,2	8,8	15,9
P	30	31	35	46	66	85	67	60	46	41	56	40	603	370
$E_0$	2	9	38	72	102	117	126	109	68	33	10	2	688	594
E	1	7	28	55	78	83	77	56	35	18	7	1	446	384
$E/E_0$	82	79	72	77	76	71	61	52	52	55	71	82	65	65
$E_0 - E$	1	2	10	17	24	34	49	53	33	15	3	1	242	210
Somotor														
T	-2,7	-0,8	4,3	10,4	15,5	18,8	20,4	19,8	15,3	9,6	3,9	-0,6	9,5	16,7
P	28	30	29	43	57	74	68	65	44	40	44	42	564	351
$E_0$	2	9	40	72	105	118	127	108	70	36	12	4	703	600
E	2	7	29	55	78	78	72	55	37	19	8	3	44	375
$E/E_0$	91	77	71	76	74	66	57	51	53	55	64	78	63	62
$E_0 - E$	0	2	11	17	27	40	55	53	33	17	4	1	260	225
Víglaš-Pstruša														
T	-3,8	-1,5	2,9	8,4	13,1	16,3	17,8	17,3	13,2	8,1	3,0	-1,6	7,8	14,3
P	30	31	33	46	64	85	68	59	49	45	52	44	606	371
$E_0$	2	9	34	66	92	102	114	98	62	32	12	3	626	534
E	1	7	25	50	73	80	78	58	36	20	9	2	439	375
$E/E_0$	88	82	74	75	79	78	68	59	58	63	73	83	70	70
$E_0 - E$	1	2	9	16	19	22	36	40	26	12	3	1	187	159
Liptovský Hrádok														
T	-4,4	-2,9	1,1	6,4	11,6	14,9	16,2	15,5	11,5	6,8	1,8	-2,6	6,3	12,7
P	33	30	35	46	70	92	88	70	59	53	5	46	672	425
$E_0$	1	5	26	56	84	95	102	86	56	31	10	1	553	479
E	1	5	21	45	74	83	84	65	42	24	8	1	453	393
$E/E_0$	92	85	82	80	88	88	82	75	75	78	81	86	82	82
$E_0 - E$	0	0	5	11	10	12	18	21	14	7	2	0	100	86
Telgárt														
T	-5,1	-4,0	-0,7	4,5	9,6	12,9	14,5	13,9	10,1	5,7	0,4	-3,5	4,9	10,9
P	34	40	45	66	107	126	99	89	64	62	65	46	843	551
$E_0$	0,4	3	16	48	75	84	94	81	51	27	6	0,4	486	433
E	0,4	3	13	4	70	81	88	71	44	23	5	0,4	439	394
$E/E_0$	100	100	86	85	93	96	94	87	85	85	86	100	90	91
$E_0 - E$	0	0	3	8	5	3	6	10	7	4	1	0	47	39

**Tab. 2 Mesačné a ročné úhrny  $E_0 - E$ , atmosférické zrážky (P) v mm, teplota vzduchu (T) v  $^{\circ}\text{C}$  a  $E/E_0$  v % v extrémne suchých rokoch obdobia 1951-2000.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	IV-IX
1990														
Hurbanovo														
T	0,1	5,1	8,6	10,2	17,1	18,7	19,7	21,1	13,8	11,0	5,9	-0,1	10,9	16,6
P	9	30	11	60	6	57	37	8	40	68	54	42	422	208
$E_0$	7	28	59	71	128	122	146	146	67	45	13	2	834	680
E	3	13	27	37	64	45	50	26	15	24	9	2	315	237
$E/E_0$	43	46	46	52	50	37	34	18	22	53	69	100	38	35
$E_0 - E$	4	15	32	34	64	77	96	120	52	21	4	0	519	443
1993														
Rimavská Sobota														
T	-2,0	-2,7	3,3	10,1	17,8	18,7	19,3	20,9	14,2	10,3	0,9	1,6	9,4	16,8
P	10	14	12	12	20	55	20	24	40	76	65	56	404	171
$E_0$	1	4	36	88	140	143	138	139	78	30	7	5	809	726
E	1	4	22	54	59	48	38	25	21	17	4	3	296	245
$E/E_0$	100	100	61	61	42	34	28	18	27	57	57	60	37	34
$E_0 - E$	0	0	14	34	81	95	100	114	57	13	3	2	513	481
1992														
Somotor														
T	-3,4	-0,3	4,8	11,1	15,7	20,4	21,8	24,7	15,0	8,7	4,3	-1,7	10,1	18,1
P	8	12	12	21	33	40	26	11	41	110	50	30	394	172
$E_0$	0	4	48	73	118	127	143	151	76	29	12	0	781	688
E	0	4	38	59	76	57	40	23	16	16	11	0	340	271
$E/E_0$	100	100	79	81	64	45	28	15	21	55	92	100	44	39
$E_0 - E$	0	0	10	14	42	70	103	128	60	13	1	0	441	417
1992														
Vígľaš-Pstruša														
T	-1,6	1,1	3,3	8,8	13,5	17,4	18,4	22,1	12,9	7,2	3,3	-2,8	8,6	15,5
P	6	4	66	44	29	49	46	4	45	75	34	57	459	217
$E_0$	1	21	38	65	107	104	128	144	69	29	13	0	719	617
E	1	19	35	58	81	66	69	36	16	14	10	0	405	326
$E/E_0$	100	90	92	89	76	63	54	25	23	48	77	100	56	53
$E_0 - E$	0	2	3	7	26	38	59	108	53	15	3	0	314	291
1983														
Liptovský Hrádok														
T	0,0	-3,9	2,8	8,8	13,8	15,3	18,5	16,3	13,0	6,6	-1,4	-3,3	7,2	14,3
P	65	37	56	22	64	41	36	38	60	57	22	28	526	261
$E_0$	6	2	30	60	91	108	130	97	70	31	2	0	627	556
E	6	2	22	50	75	78	63	37	32	19	2	0	386	335
$E/E_0$	100	100	73	83	82	72	48	38	46	61	100	100	62	60
$E_0 - E$	0	0	8	10	16	30	67	60	38	12	0	0	241	221
1952														
Telgárt														
T	-4,6	-4,5	-5,1	7,0	7,7	12,7	16,5	16,2	8,9	4,6	-0,7	-3,7	4,6	11,5
P	69	74	58	31	69	52	24	38	156	130	135	84	920	370
$E_0$	0	4	6	57	62	90	133	101	42	22	4	1	522	485
E	0	4	6	44	56	82	89	42	27	22	4	1	377	340
$E/E_0$	100	100	100	77	90	91	67	42	64	100	100	100	72	70
$E_0 - E$	0	0	0	13	6	8	44	59	15	0	0	0	145	145



