

## VÝVOJ EVAPOTRANSPIRÁCIE POČAS VEĽKÉHO VEGETAČNÉHO OBDOBIA VO VÝŠKOVOM PROFILE SLOVENSKA Z POHLĀDU MOŽNÉHO VÝVOJA KLÍMY

Bernard Šiška, František Špánik, Dušan Igaz

Abstract

**Dependence of evapotranspiration during long vegetative period on altitude profile of Slovakia from the point of view of possible climate impacts**

On the base of climatic data from 27 climatic stations on the territory of Slovak republic potential and actual evapotranspiration as well as evapotranspiration deficit are evaluated in dependence on altitude profile for period of years 1951-1980 (reference period of years), time horizons of years 2010, 2035 and 2075.

Evapotranspiration parameters are evaluated for vegetative period that is defined by occurrence of daily mean air temperature  $t \geq 5^\circ\text{C}$ . Significant changes in evapotranspiration were calculated especially towards higher altitude in more distanced time horizons.

key words: evapotranspiration. Slovakia, altitude

### Úvod

Evapotranspirácia ako významná zložka vodnej bilancie prostredia je vhodným ukazovateľom pre posúdenie vlhových 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.

Cieľom tohto príspevku je vyhodnotiť zmeny úhrnov potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie, ako aj evapotranspiračného deficitu vo výškovom profile Slovenska z pohľadu možného vývoja klímy počas veľkého vegetačného obdobia.

### Materiál a metódy

Modelový výpočet mesačných úhrnov potenciálnej ( $E_0$ ), aktuálnej evapotranspirácie ( $E$ ) a evapotranspiračného deficitu ( $E_0 - E$ ), vlhkosti pôdy ( $\bar{W}$ ) sa realizovali spoločným riešením rovníc energetickej a vodnej bilancie povrchovej vrstvy pôdy (TOMLAIN, 1978).

Potenciálna evapotranspirácia bola stanovená rovnicou prenosu vodnej pary v atmosfére, teplota vyparujúceho povrchu z rovnice energetickej bilancie (Tomlain, 1979) a aktuálna evapotranspirácia podľa vzťahu

$$E = E_0 \frac{\bar{W}}{W_0}, \quad (1)$$

kde  $\bar{W}$  je priemerná vlhkosť najvyššieho horizontu pôdy (bola stanovená z rovnice vodnej bilancie) a  $W_0$  je kritická vlhkosť pôdy.

Z rovnice (1) je zrejmé, že pri  $\bar{W} < W_0$  pomer  $\frac{E}{E_0} = \frac{\bar{W}}{W_0}$ , t.j.  $\frac{E}{E_0}$  je funkciou vlhkosti

pôdy. Vstupnými údajmi modelu, ktorý bol rozpracovaný na Katedre meteorológie a klimatológie Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK v Bratislave, sú teplota a vlhkosť vzduchu, oblačnosť, atmosferické zrážky a počet dní so snehovou pokrývkou, čo sú meteorologické prvky pravidelne merané v sieti meteorologických staníc.

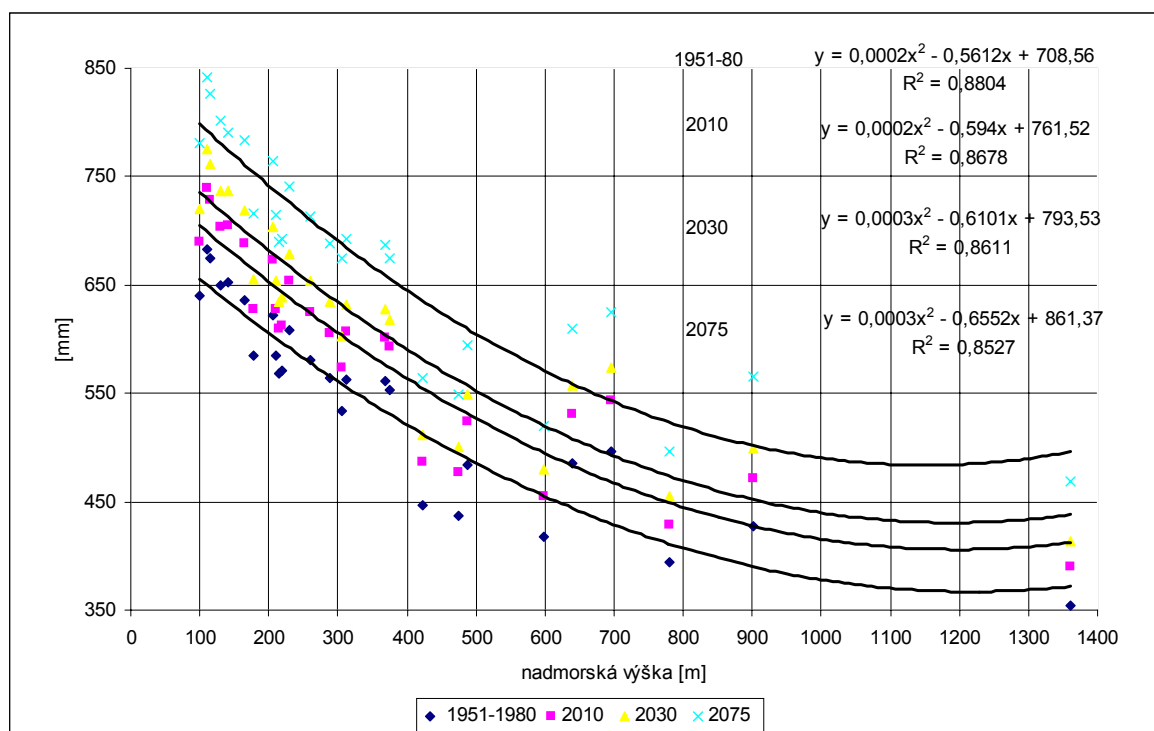
Prehodnotenie vývoja ukazovateľov evapotranspirácie boli využité meteorologické údaje z 27 klimatických staníc, ktoré reprezentujú územie v priestore Slovenska. Veľké vegetačné

obdobie je limitované nástupom a ukončením priemernej dennej teploty vzduchu  $\geq 5^\circ\text{C}$ .

### Výsledky a hodnotenie

V predloženej práci je graficky a štatisticky analyzovaná zmena úhrnov potenciálnej ( $E_0$ ) a aktuálnej evapotranspirácie ( $E$ ), ako aj evapotranspiračného deficitu ( $E_0 - E$ ) za veľké vegetačné obdobie (VVO;  $t \geq 5,0^\circ\text{C}$ ) v závislosti od nadmorskej výšky poľnohospodársky využívananej krajiny Slovenska k rokom 1951 – 1980 a k časovým horizontom rokov 2010, 2030 a 2075.

Obr. 1 Úhrny  $E_0$  za VVO referenčného časového radu rokov 1951-1980 a k časovým horizontom rokov 2010, 2030 a 2075



### Zmena úhrnu potenciálnej evapotranspirácie ( $E_0$ v mm)

Potenciálnou sa chápe maximálne možná evapotranspirácia pri daných meteorologických podmienkach a dostatočne vlhkej povrchovej vrstve pôdy. Rozloženie  $E_0$  podľa nadmorskej výšky na Slovensku vyplýva z obr. 1. Závislosť  $E_0$  od nadmorskej výšky k uvedeným časovým horizontom je matematicko-štatisticky vysoko preukazná; funkčné vzťahy najlepšie vyjadrujú rovnice kvadratickej paraboly.

Predpokladané zvyšovanie teploty vzduchu a v nadväznosti predlžovanie VVO spôsobujú jednoznačné zvyšovanie  $E_0$  k uvedeným časovým horizontom.

Pre nížinné – južné časti Slovenska (klimatická stanica Hurbanovo) platí zvýšenie  $E_0$ :  
 k roku 2010 o 55 mm, t.j. o 7 %  
 k roku 2030 o 87 mm, t.j. o 13 %  
 k roku 2075 o 153 mm, t.j. o 23 %

Pre vyššie položené – severné časti Slovenska (klimatická stanica Liptovský Hrádok) platí zvýšenie  $E_0$ :

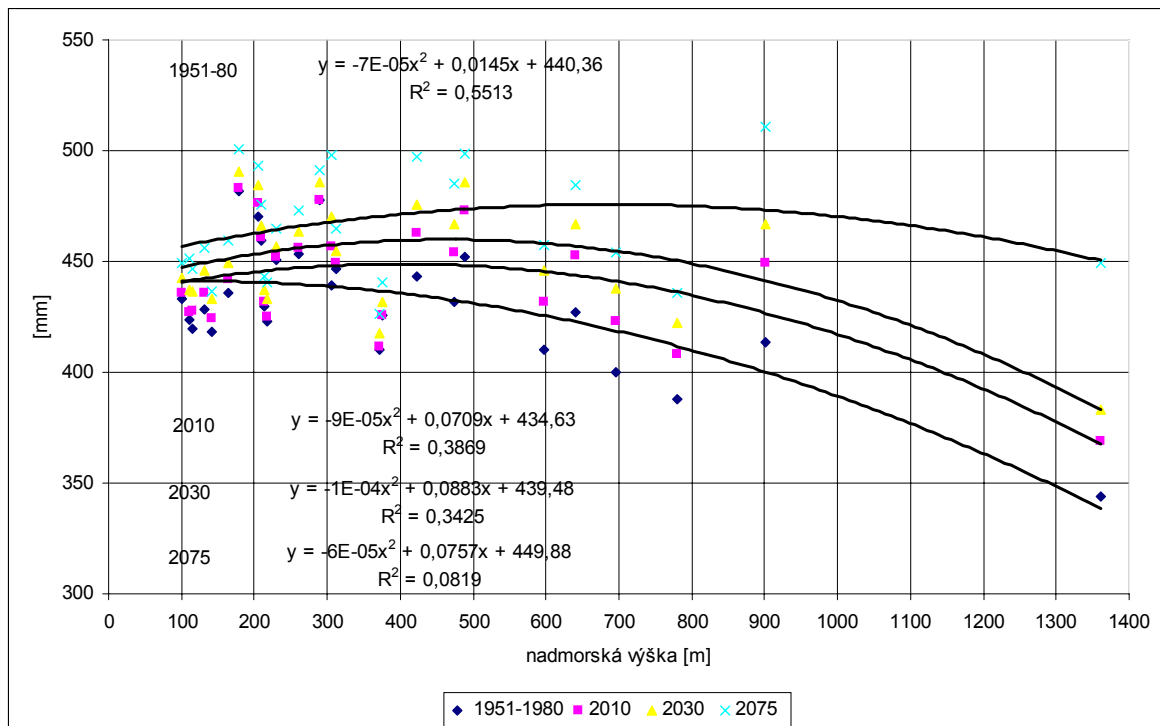
k roku 2010 o 45 mm, t.j. o 9 %

k roku 2030 o 72 mm, t.j. o 15 %

k roku 2075 o 123 mm, t.j. o 25 %

### Zmena úhrnu aktuálnej evapotranspirácie ( $E$ v mm)

Aktuálna – skutočná evapotranspirácia pred-



Obr. 2 Úhrny  $E$  za VVO referenčného časového radu rokov 1951-1980 a k časovým horizontom rokov 2010, 2030 a 2075

Pre nížinné – južné časti Slovenska (klimatická stanica Hurbanovo) platí zvýšenie  $E$ :

k roku 2010 o 7 mm, t.j. o 2 %

k roku 2030 o 17 mm, t.j. o 4 %

k roku 2075 o 27 mm, t.j. o 6 %

Pre vyššie položené – severné časti Slovenska (klimatická stanica Liptovský Hrádok) platí zvýšenie  $E$ :

k roku 2010 o 26 mm, t.j. o 6 %

k roku 2030 o 40 mm, t.j. o 9 %

k roku 2075 o 57 mm, t.j. o 13 %

### Zmena úhrnu evapotranspiračného deficitu ( $E_0 - E$ v mm)

Rozdiel medzi potenciálnou a aktuálnou evapotranspiráciou charakterizuje dostatok či

stavuje množstvo vody vyparené z pôdy pokrytej vegetáciou pri danom stave pôdnej vlhkosti. Je silne ovplyvňovaná fyzikálnymi charakteristikami prostredia, v ktorých dominuje nadmorská výška stanovišťa. Rozloženie  $E$  podľa nadmorskej výšky na Slovensku podáva obr. 2. Závislosť  $E$  od nadmorskej výšky je vyjadrená exponenciálnymi rovnicami, vzťah však už nie je taký tesný ako pri  $E_0$ .

nedostatok vody v pôde pre optimálny rast plodín. Rozloženie  $E_0 - E$  podľa nadmorskej výšky na Slovensku podáva obr. 3. Funkčné vzťahy  $E_0 - E$  od nadmorskej výšky sú matematickoštatisticky vysoko preukazné najlepšie vyjadrené logaritmickými rovnicami.

Z hľadiska vodnej bilancie podmienenej úhrnom zrážok, teplotou vzduchu, vlhkosťou vzduchu i ďalších faktorov, predpokladá sa zvyšovanie ročného deficitu evapotranspirácie.

Pre nížinné – južné časti Slovenska (klimatická stanica Hurbanovo) platí zvýšenie:

k roku 2010 o 47 mm, t.j. o 18 %

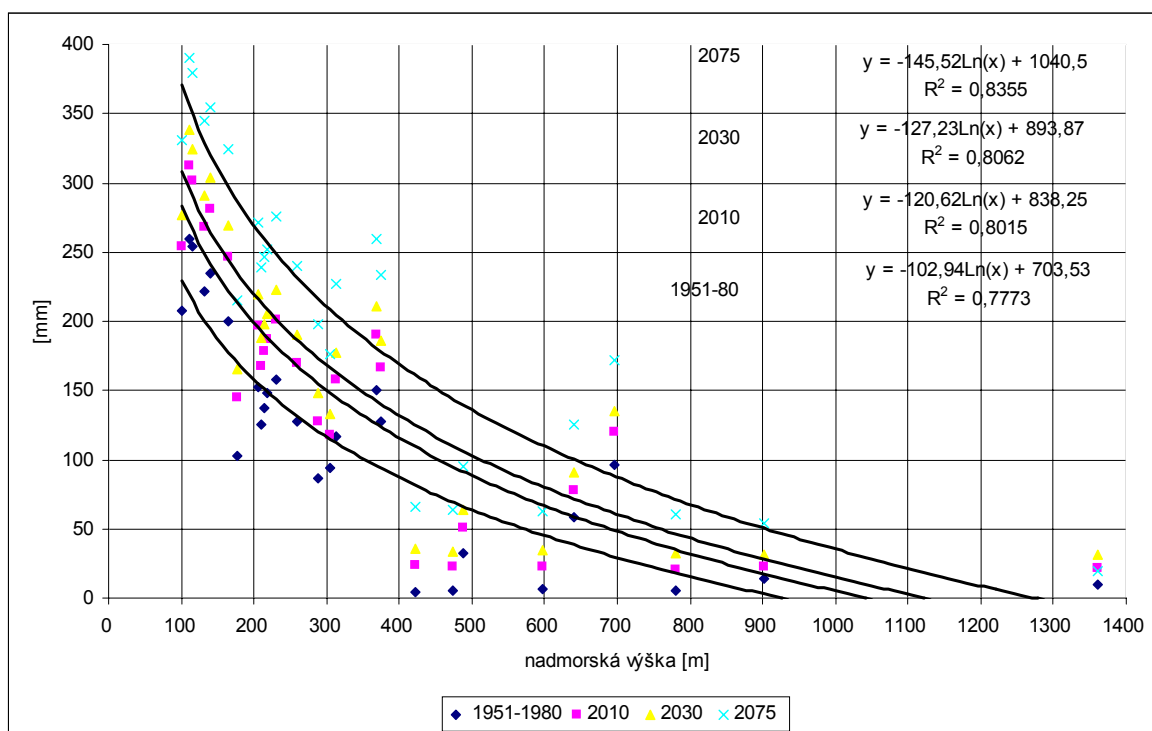
k roku 2030 o 70 mm, t.j. o 28 %

k roku 2075 o 126 mm, t.j. o 50 %

Pre vyššie položené – severné časti Slovenska (klimatická stanica Liptovský Hrádok) platí zvýšenie:

k roku 2010 o 19 mm, t.j. o 32 %  
k roku 2030 o 32 mm, t.j. o 54 %

k roku 2075 o 66 mm, t.j. o 111 %



Obr. 3 Úhrny  $E_0-E$  za VVO referenčného časového radu rokov 1951-1980 a k časovým horizontom rokov 2010, 2030 a 2075

### Závery

Potenciálna a aktuálna evapotranspirácia a evapotranspiračný deficit boli na území Slovenska vyhodnotené na základe údajov z 27 klimatických staníc vybraných so zreteľom na výškový profil Slovenska.

Výsledky boli zhodnotené k časovým horizontom rokov 1951-1980, 2010, 2030 a 2075 pre vegetačné obdobie definované výskytom priemernej dennej teploty vzduchu  $\geq 5^\circ\text{C}$ .

Významné zmeny boli zaznamenané hlavne vo vyššie položených lokalitách Slovenska a vzdialenejších časových horizontoch

### Literatúra

- HUZULÁK, J. - MATEJKA, F.: Analýza mikroklimy porastu. Bratislava 1985, s. 1 – 256.
- KURPELOVÁ, M. - COUFAL, J. - ČULÍK, K., 1975: Agroklimatické podmienky ČSSR, Bratislava, 1975
- LAPIN, M., DAMBORSKÁ, I., MELO, M. (1999): Modifikované GCMs scenáre časových radov teploty vzduchu a zrážok pre Slovensko. In: Atmosféra 21. storočia, organizmy a ekosystémy, Bioklim. prac. dni, Zvolen, 207-214
- 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.

VIDOVIČ, J., - NOVÁK, V.1987: Závislosť úrody kukurice od evapotranspirácie porastu. Rostlinná výroba 33, 1987, 6,663-670