

PAGAL ORO TEMPERATŪRĄ APSKAIČIUOTO POTENCIALIOJO SUMINIO GARAVIMO LYGINAMOJI ANALIZĖ

Julius Taminskas, Adomas Mažeikis, Lina Valiuškevičienė

Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223, Vilnius
El.paštas: julius.taminskas@geo.lt, adomas.mazeikis@geo.lt, valiuskeviciene@geo.lt

Taminskas J., Mažeikis A., Valiuškevičienė L. COMPARATIVE ANALYSIS OF POTENTIAL TOTAL TRANSPIRATION CALCULATED ACCORDING TO AIR TEMPERATURE. *Annales Geographicae* 41(1-2), 2008.

Abstract. The calculation results of potential total evapotranspiration (PET) according to air temperature in Lazdijai, Utena and Vėžaičiai are analysed. Two calculation techniques were used: *Thorntwaite* and *Blaney and Criddle*. The obtained values were compared with the values of analogical monthly measurements of evaporation from soil in warm season in Lazdijai, Utena and Vėžaičiai MS. The analysis showed the closest correlation between the PET values calculated by *Blaney and Criddle* method and measuring values of total evaporation from soil. Therefore the *Blaney and Criddle* equation is most suitable for PET calculations according air temperature under Lithuanian conditions.

References 12. Figs 4. Tables 5. In Lithuanian, summary in English.

Keywords: transpiration, evaporation from soil.

Received: 22 March 2008, accepted: 5 May 2008.

Įvadas

Vertikalieji vandens balanso elementai: krituliai, garavimas iš dirvožemio be augalinės dangos, garavimas iš augalo dalių – transpiracija ir garinimas iš vandens telkinių yra pagrindiniai vandens balanso elementai. Kartais vertikaliųjų vandens balanso elementų išlaidų dalis nustatoma kartu – tai suminis garavimas, kuris dar vadinamas hidrologiniu išgaravimu. Suminis garavimas gali būti nustatomas vandens balanso lygtimi, tiesioginiais matavimais ir išskaičiuojamas empirinėmis formulėmis. Vandens balanso lygtimi sunku tiksliau nustatyti trumpalaikį arba sezoninį suminį garavimą nedidelėse teritorijose. Tiesioginių matavimų metodas yra palyginti brangus, kartais ir techniškai sunkiai įgyvendinamas. Dėl to trumpalaikis ir (arba) nedidelių teritorijų suminis garavimas dažniausiai nustatomas empirinėmis formulėmis arba modeliuojant. Dažniausiai empirinėmis formulėmis apskaičiuojamas potencialusis suminis garavimas (PET).

Yra žinoma daug suminio garavimo įvertinimo metodų. Visus juos galima suskirstyti į penkias grupes: vandens balanso (Jablonskis ir Verzaitė, 1968; Guitjens, 1982), masių perdavimo (Harbeck, 1962), mišriuosius (Penman, 1948), radiacinius (Pistley and Taylor, 1972) ir nustatomus tik pagal oro temperatūrą (Thorntwaite, 1948; Blaney and Criddle, 1950).

Lietuvoje suminis garavimas iš sausumos buvo nustatytas vandens balanso (Jablonskis ir Verzaitė, 1968) ir Konstantinovo metodais (Lietuvos..., 1981). Garavimas iš vandenstelkinių buvo apskaičiuotas empirinėmis formulėmis (Печурсы..., 1969, Kilkus, 1975).

Naudojant empirines formules arba modeliuojant dažniausiai naudojama keletas meteorologinių rodiklių: garinančio paviršiaus temperatūra, oro drėgmė ir temperatūra, vėjo greitis ir kt. Kartais reikiamu tikslumu visus šiuos rodiklius nustatyti sunku arba tiesiog neįmanoma, o suminiam garavimui nustatyti naudojama mažiau matuojamų meteorologinių rodiklių. Patikimiausias ir lengviausiai nustatomas meteorologinis rodiklis yra oro temperatūra, todėl daugelyje empirinių formulių jis naudojamas kaip vienintelis arba pagrindinis matuojamas meteorologinis rodiklis.

Šiame darbe analizuojami metodai, apskaičiuojantys suminį garavimą pagal oro temperatūrą. Darbo tikslas – patikimiausio metodo, leidžiančio pagal išmatuotą oro temperatūrą apskaičiuoti suminį garavimą, parinkimas ir pritaikymas Lietuvos sąlygomis. Darbas suskirstytas į keletą uždavinių:

- metodų, skaičiuojančių suminį garavimą pagal oro temperatūrą, analizė;
- empiriniais metodais apskaičiuoto potencialiojo suminio garavimo palyginimas su meteorologinėse stotyse išmatuotu garavimu iš dirvožemio;
- tinkamiausio metodo, skirto suminiam garavimui apskaičiuoti pagal oro temperatūrą, atrinkimas.

1. Metodika

Galima rasti daug darbų, kuriuose analizuojamas potencialaus suminio garavimo klausimas. Tarp jų yra keletas darbų, aprašančių metodikas, leidžiančias įvertinti potencialųjį suminį garavimą (PET) pagal oro temperatūrą. Vienuose PET vertinamas tik pagal oro temperatūrą, kituose – temperatūra yra pagrindinis rodiklis. Šiame darbe potencialusis suminis garavimas apskaičiuotas trimis būdais, tačiau visais atvejais apskaičiavimui naudojama tik vidutinė oro temperatūra ir dienos trukmė.

Pagal C. W. Thornthwaite'ą (Thornthwaite, 1948) potencialusis suminis garavimas (E_{tp}) nustatomas empirine formule

$$E_{tp} = 16 \times \left[\frac{10T}{I} \right]^a \quad (1)$$

čia E_{tp} = mėnesio potencialusis suminis garavimas, mm;

T = vidutinė mėnesio oro temperatūra, °C;

I = šilumos indeksas, nustatomas (2) formule

$$I = \sum_{j=1}^{j=12} \left[\frac{T_j}{5} \right]^{1.514} \quad (2)$$

čia T_j yra vidutinė j -tojo mėnesio temperatūra, °C;

a = nuo teritorijos priklausantis koeficientas, nustatomas (3) formule

$$a = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 1.792 \times 10^{-2} I + 0.49239 \quad (3)$$

Tačiau kituose šaltiniuose (Papadopoulou ir kt., 2003) nurodama kiek modifikuota Thornthwaite'o lygtis

$$E_{tp} = 16 \times \left[\frac{10T}{I} \right]^a \times (\mu \times N) / 360 \quad (4)$$

Čia šilumos indeksas ir koeficientas „ a “ nustatomi taip pat kiek kitokiomis formulėmis (5 ir 6)

$$I_j = 0.09 \times (T_j)^{1.5} \quad (5)$$

$$a = 0.016 \times I + 0.5 \quad (6)$$

čia μ – mėnesio dienų skaičius, N – mėnesio vidutinė dienos trukmė.

Panaši formulė yra duota ir kitame darbe (Lu Jianbiao ir kt., 2005). Skaičiuojant mėnesio suminį garavimą (cm) taip pat naudojama vidutinė mėnesio dienos trukmė:

$$PET = 1.6 \times Ld \times \left[\frac{10T}{I} \right]^a \quad (7)$$

čia Ld – mėnesio vidutinė dienos trukmė, padalyta iš 12.

Mūsų darbe potencialusis suminis mėnesio garavimas pagal Thornthwaite'ą buvo skaičiuojamas dviem būdais (1 ir 7 lygtys), naudojantis 1986–1999 m. oro temperatūros matavimų Utenos, Vėžaičių ir Lazdijų meteorologinėse stotyse (MS) duomenimis.

Pagal Thornthwaite'ą (1 ir 7 lygtys), vėliau ir pagal Blaney'į ir Criddle'ą, apskaičiuotasis PET buvo palygintas su tais pačiais mėnesiais Utenos, Lazdijų ir Vėžaičių MS išmatuotu garavimu iš dirvožemio. Garavimas šiose MS buvo matuojamas garomačiu GGI-500, kurį sudaro du cilindrai. Vidiniame cilindre yra dirvožemio monolitas. Išorinis cilindras pastoviai laikomas dirvožemyje. Į jį įstatomas cilindras su monolitu, kurį periodiškai sveriant ir įvertinant kritulius, galima spręsti apie garavimo dydį (mm).

Antroje darbo dalyje buvo priimta prielaida, kad nustatyti atvejai, kai mėnesio garavimas iš dirvožemio viršijo PET, yra klaidingi – matavimų meteorologinėse stotyse klaidos. Tokie atvejai buvo atmesti, o iš likusių duomenų sudaryta analizuojamų duomenų matricos. Pagal šias matricas buvo apskaičiuotos priklausomybės tarp PET ir suminio garavimo iš dirvožemio. Taip pat apskaičiuotos skirtumo tarp išmatuoto suminio garavimo iš dirvožemio ir PET ribinės ir vidutinės reikšmės.

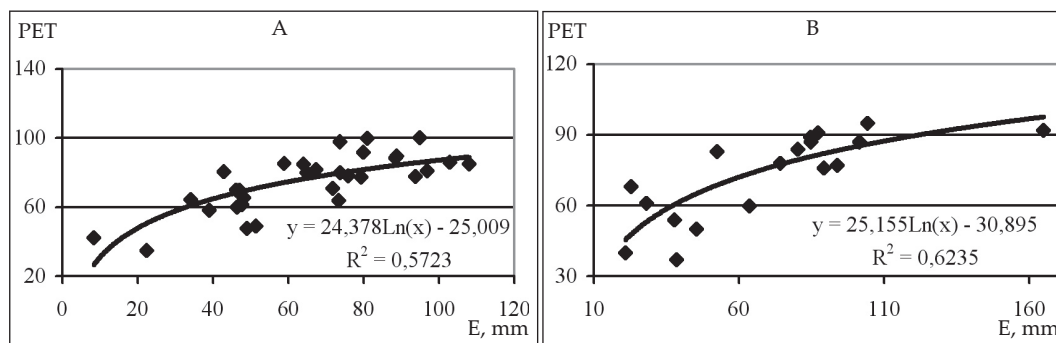
Pagal Blaney'į ir Criddle'ą, potencialusis suminis garavimas nustatomas empirine lygtimi

$$PET = 0,254 \times kc \times p \times (32 + 1.8 \times T) \quad (8)$$

čia kc – sezoninis pasėlių koeficientas, p – procentais išreikštas santykis tarp vidutinės mėnesio dienos trukmės ir visų metų dienos valandų skaičiaus. Mūsų darbe $kc = 0,5$, nes toks jis siūlomas miškingoms teritorijoms (Papadopoulou ir kt, 2003).

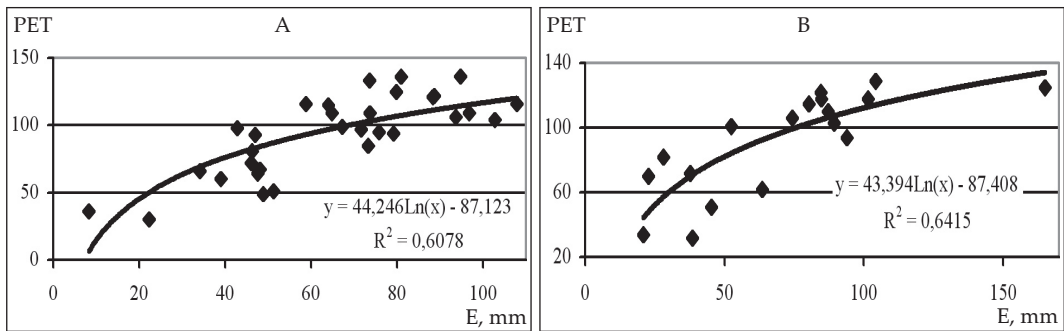
2. Pagal Thornthwaite'ą apskaičiuotasis potencialusis suminis garavimas

Palyginus Utenos MS (V–X mėn.) išmatuotą suminį garavimą iš dirvožemio ir pagal Thornthwaite'ą (1) apskaičiuotąjį tų pačių mėnesių potencialųjį suminį garavimą, gauta gana glaudi priklausomybė (1 pav., A). Dar glaudesnė priklausomybė (2 pav., A) gauta potencialųjį suminį garavimą apskaičiavus papildyta Thornthwaite'o lygtimi (7). Panašios priklausomybės gautos naudojantis Lazdijų MS (1 pav. ir 2 pav. B dalys) bei Vėžaičių MS ($R = 0,814-0,872$) duomenimis.



1 pav. Ryšys tarp apskaičiuotojo Thornthwaite'o metodu (1) potencialiojo suminio mėnesio garavimo (x) ir išmatuotojo garavimo iš dirvožemio (y): A – Utenoje, B – Lazdijuose

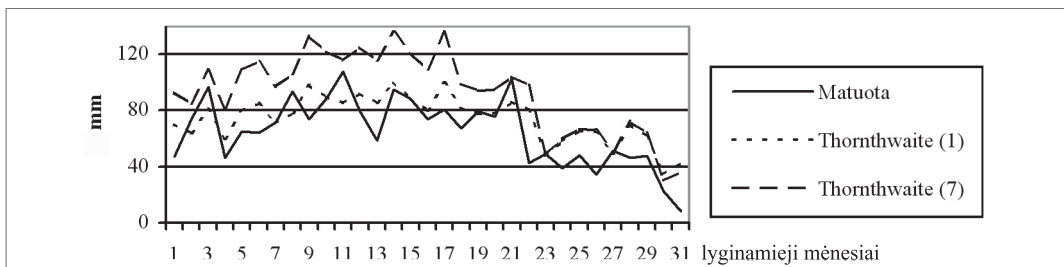
Fig. 1. Correlation between potential total monthly transpiration (x) calculated by Thornthwaite method (1) and measured evaporation from soil (y) in: A – Utena and B – Lazdijai



2 pav. Ryšys tarp apskaičiuotojo Thornthwaite'o metodu (7) potencialiojo mėnesio suminio garavimo (x) ir išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio (y): A – Utenoje, B – Lazdijuose

Fig. 2. Correlation between potential total monthly evapotranspiration (x) calculated by Thornthwaite method (7) and measured evaporation from soil (y) in: A – Utena and B – Lazdijai

Iš matavimų Utenoje V–X mėn. PET vidurkis yra 14% (1) ir 44% (7) didesnis už išmatuotąjį suminį garavimą iš dirvožemio, Lazdijuose atitinkamai 12% ir 40%, o Vėžaičiuose 32% ir 61%. Nors papildyta Thornthwaite'o lygtimi apskaičiuotojo PET ir išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio ryšys yra glaudesnis, skirtumas tarp išmatuotojo suminio garavimo ir PET gautas mažesnis skaičiuojant Thornthwaite'o lygtimi (1) (3 pav.).



3 pav. Utenos MS stotyje išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio ir PET apskaičiuotojo Thornthwaite'o lygtimis kaita

Fig. 3. Dynamics of total evaporation from soil measured in the Utena MS and PET calculated using Thornthwaite equation

Visose MS buvo nustatyta atvejų, kai suminis mėnesio garavimas iš dirvožemio viršijo PET. Tokie atvejai dažniausi pavasario pabaigoje, vasaros pradžioje arba rudenį, esant didelei garinančio paviršiaus drėgmei ir, matyt, palyginti stipriam vėjui (1 ir 2 lent.). 1992 metų gegužę Lazdijuose garavimas iš dirvožemio buvo net 58% (155 mm) didesnis už PET. Tuo tarpu vasaros pabaigoje ir rudenį beveik visais atvejais PET buvo didesnis. Didžiausias skirtumas (99 mm, PET 343% didesnis už išmatuotąjį garavimą iš dirvožemio) nustatytas Utenoje 1992 metų liepą. Tačiau, atsižvelgiant į tokį mažą liepą išmatuotojo garavimo iš dirvožemio dydį (28,8 mm), yra didelė tikimybė, kad šį mėnesį garavimas iš dirvožemio buvo išmatuotas klaidingai.

Lyginant V–X mėn. išmatuotojo garavimo iš dirvožemio sumą su Thornthwaite'o lygtimi (1) apskaičiuotuoju to paties laikotarpio PET, matyti, kad garavimas iš dirvožemio kartais (28% visų atvejų) taip pat viršija PET. Vėžaičiuose šis skirtumas siekė iki 5%, Utenoje – 3,4%, o Lazdijuose – net 47% (1992) išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio. Matyt, tokiu būdu apskaičiuotasis PET yra per mažas. Tuo tarpu (7) lygtimi apskaičiuotasis metinis PET visais atvejais viršijo išmatuotąjį garavimą iš dirvožemio. Skirtumas tarp PET ir išmatuotojo suminio garavimo Vėžaičiuose buvo nuo 19% iki 137% (vidurkis 78%), Utenoje nuo 19% iki 122% (vidurkis 50%), o Lazdijuose – nuo 19% iki 50% (vidurkis 25%).

1 lentelė. Skirtumas (mm) tarp mėnesio išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio ir PET, apskaičiuotojo Thornthwaite'o lygtimi (1)

Table 1. Difference (mm) between monthly measured total evaporation from soil and PET calculated using Thornthwaite equation (1)

Mėnuo Month	Vėžaičiai			Utena			Lazdijai		
	min.	maks./max	vid./mean	min.	maks./max	vid./mean	min.	maks./max	vid./mean
V	-13,4	25,5	10,0	-22,6	37,2	14,5	-33,4	91,3	3,4
VI	-38,1	44,2	-20,0	-55,6	26,5	-11,6	-4,1	14,4	5,0
VII	-71,9	7,0	-48,0	-6,0	22,6	-14,0	-4,8	72,8	18,8
VIII	-62,0	1,0	-43,0	-57,2	16,7	-28,6	-31,0	16,6	-6,0
IX	-53,0	-20,0	-37,0	-36,3	2,2	-21,7	-45,2	3,0	-15,6
X	-34,0	-17,0	-28,0	-34,1	6,7	-20,9	-18,7	1,6	-8,6
XI	-12,0	5,0	-4,0						

2 lentelė. Skirtumas (mm) tarp išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio ir PET, apskaičiuotojo Thornthwaite'o lygtimi (7)

Table 2. Difference (mm) between monthly measured total evaporation from soil and PET calculated using Thornthwaite equation (7)

Thornthwaite'o metodu (7)/by Thornthwaite method (7)									
	Vėžaičiai			Utena			Lazdijai		
	min.	maks./max	vid./mean	min.	maks./max	vid./mean	min.	maks./max	vid./mean
V	-32,2	3,6	-11,0	-46,2	8,5	-6,4	-23,6	-18,3	-21,1
VI	-69,0	14,9	-48,0	-88,8	-0,9	-41,0	-31,4	-27,2	-29,8
VII	-104,0	-24,0	-81,0	-98,8	-8,1	-46,7	-34,1	-31,3	-32,7
VIII	-81,0	-15,0	-61,0	-86,4	-1,4	-46,6	-19,0	-16,2	-17,6
IX	-55,0	-21,0	-39,0	-51,0	0,8	-27,3	-2,0	-1,5	-1,8
X	-28,0	-14,0	-23,0	-28,2	12,7	-20,1	5,2	5,5	5,4
XI	-7,0	5,0	-1,0	-	-	-	-	-	-

Iš pataisytos duomenų matricos nustatyta, kad Vėžaičiuose PET vidutiniškai 43% (Thornthwaite'o lygtis (1)) ir 49% (Thornthwaite'o lygtis (7)) viršija išmatuotąjį suminį garavimą, Utenoje – atitinkamai 24% ir 39%, o Lazdijuose 23% ir 39%. Skaičiuojant pataisyta matrica, gautas šiek tiek didesnis koreliacijos koeficientas (3 lent.).

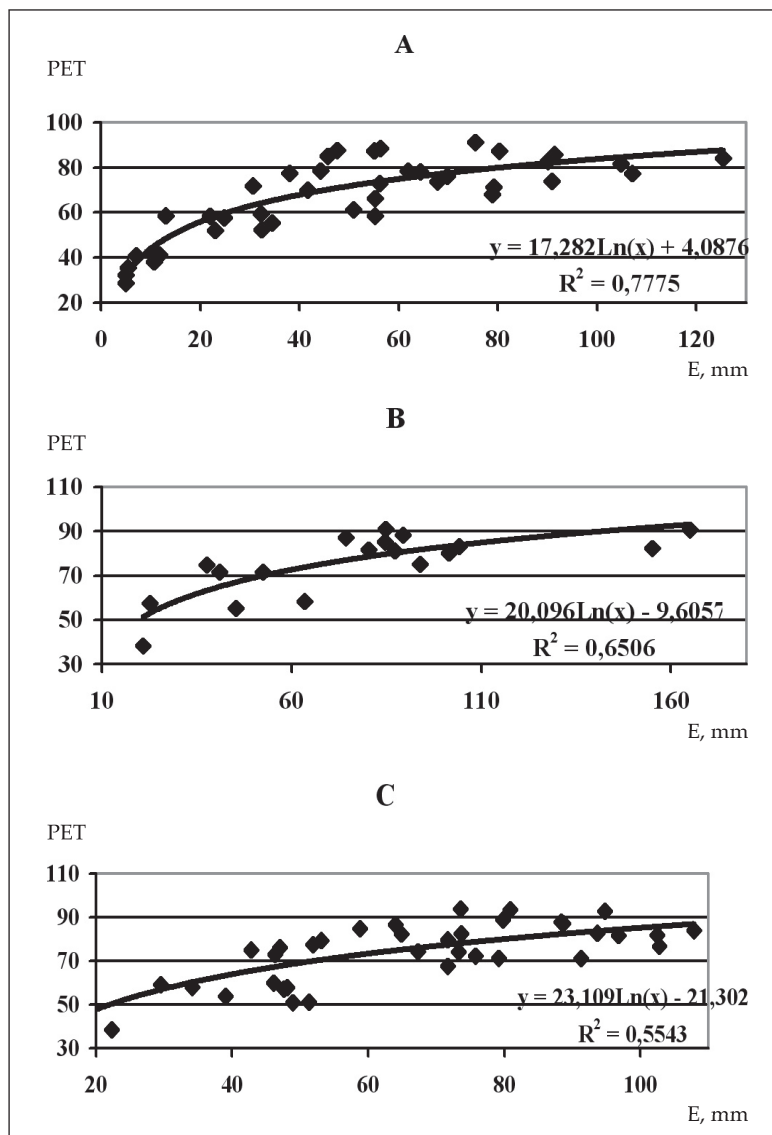
3 lentelė. Pataisyta matrica nustatytos priklausomybės tarp PET ir išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio

Table 3. Correlations between PET and measured total evaporation from soil determined based on corrected matrix

Skaičiavimo metodas Calculation method	Vėžaičiai	Utena	Lazdijai
Thornthwaite'o lygtis (1) Thornthwaite equation 1	$y=22,695\ln(x)-10,969$ (R=0,858)	$y=25,621\ln(x)-28,738$ (R=0,779)	$y=26,958\ln(x)-33,205$ (R=0,830)
Thornthwaite'o lygtis (7) Thornthwaite equation 7	$y=36,956\ln(x)-47,136$ (R=0,887)	$y=46,182\ln(x)-92,868$ (R=0,800)	$y=45,568\ln(x)-87,199$ (R=0,856)

3. Pagal Blaney'į ir Criddle'ą apskaičiuotasis suminis garavimas

Tarp apskaičiuotojo pagal Blaney'į ir Criddle'ą PET (8) ir išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio Vėžaičiuose, Lazdijuose bei Utenoje taip pat gaunamas glaudus ryšys (4 pav.). Jis šiek tiek glaudesnis, negu pagal Thornthwaite'ą apskaičiuotojo PET.



4 pav. Ryšys tarp Blaney'io ir Criddle'o metodu apskaičiuotojo potencialiojo mėnesio suminio garavimo (x) ir išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio (y): A – Vėžaičiuose, B – Lazdijuose, C – Utenoje
Fig. 4. Correlation between potential total monthly evapotranspiration (x) calculated by Blaney and Criddle method and measured evaporation from soil (y) in: A – Vėžaičiai, B – Lazdijai, C – Utena

Skaičiuojant PET Blaney'io ir Criddle'o metodu, visose MS taip pat nustatyta atvejų, kai mėnesio garavimas iš dirvožemio viršijo PET. Tokie atvejai dažniausi pavasario pabaigoje ir vasarą (4 lent. – teigiamas maksimumas, kai kur teigiamas ir vidurkis). 1991 metų liepą Lazdijuose garavimas iš dirvožemio buvo net 45% (165 mm) didesnis už PET. Didžiausio skirtumo variacija tarp išmatuotojo garavimo iš dirvožemio ir PET, apskaičiuotojo Blaney'io ir Criddle'o metodu, stebima gegužę–birželį: Vėžaičiuose – nuo -39,9 iki 41,5 mm, Utenoje – nuo -88 iki 20,6 mm, Lazdijuose – nuo -37,1 iki 72,8 mm (4 lent.).

4 lentelė. Skirtumas tarp išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio ir PET, apskaičiuotojo Blaney'io ir Criddle'o metodu (mm)

Table 4. Difference between measured total evaporation from soil and PET calculated by Blaney and Criddle method (mm)

	Vėžaičiai			Utena			Lazdijai		
	min.	maks./max	vid./mean	min.	maks./max	vid./mean	min.	maks./max	vid./mean
V	-28,4	23,1	-0,8	-29,2	21,8	3,2	-37,1	72,8	-11,3
VI	-39,9	41,5	-10,5	-88,0	20,6	-22,8	-12,7	21,3	2,1
VII	-34,3	7,4	-16,9	-61,1	24,0	-9,9	-6,1	74,4	22,2
VIII	-41,2	8,0	-9,7	-51,9	26,1	-17,9	-19,2	18,8	1,9
IX	-45,6	-10,4	-27,8	-37,5	0,2	-15,7	-34,7	5,1	-13,1
X	-33,7	-27,5	-30,2	-32,8	7,2	-17,9	-17,6	-1,2	-9,4
XI	-27,1	-23,6	-25,3	-	-	-	-	-	-

Lyginant per visą matavimų laikotarpį (V–X mėn.) išmatuotą suminį garavimą iš dirvožemio, kuris kito nuo 230 iki 424 mm, ir šio laikotarpio PET, apskaičiuotą Blaney ir Criddle metodu (nuo 245 iki 443 mm), gauname, kad viso matavimų laikotarpio suminis garavimas iš dirvožemio taip pat kartais (18% visų atvejų) viršija PET. Lazdijuose garavimas iš dirvožemio PET viršijo iki 32% (1992 m), Utenoje iki 6,9% (1994 m), o Vėžaičiuose tokių atvejų nepasitaikė. Atmetus šiuos atvejus, kaip klaidingus, gauname, kad PET už garavimą iš dirvožemio yra didesnis: Lazdijuose nuo 17,1 iki 18,4% (vidurkis 17,7%), Utenoje nuo 0,5 iki 70% (vidurkis 29%), Vėžaičiuose nuo 4,3 iki 58% (vidurkis 32%).

Iš pataisytos duomenų matricos nustatyta, kad Vėžaičiuose PET vidutiniškai 71% viršija išmatuotą garavimą iš dirvožemio, Utenoje –40%, o Lazdijuose 44%. Pagal pataisytą matricą gautas geresnis koreliacinis ryšys (5 lent.).

5 lentelė. Pataisytą matricą nustatytos priklausomybės tarp PET (y) ir išmatuotojo suminio garavimo (x)

Table 5. Correlations between PET (y) and measured total evaporation from soil (x) determined based on corrected matrix

Skaičiavimo metodas Calculation method	Vėžaičiai	Utena	Lazdijai
Blaney'io ir Criddle'o lygtis Blaney and Criddle equation	$y=19,888\ln(x)-2,8143$ (R=0,905)	$y=23,962\ln(x)-20,638$ (R=0,834)	$y=30,29\ln(x)-45,333$ (R=0,874)

Apibendrinimas

Koreliacijos koeficientas tarp pagal Thornthwaite'ą apskaičiuotojo PET ir išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio Utenos, Lazdijų bei Vėžaičių MS kinta nuo 0,757 (Utenoje, PET skaičiuota lygtimi (1)) iki 0,872 (Vėžaičiuose PET skaičiuota lygtimi (7)). Visose stotyse šiek tiek didesnis koreliacijos koeficientas gaunamas PET skaičiuojant pataisytą Thornthwaite'o lygtimi (7), tačiau skirtumas tarp PET ir garavimo iš dirvožemio visais atvejais mažesnis skaičiuojant Thornthwaite'o lygtimi (1).

Pataisytą matricą apskaičiuotieji koreliacijos koeficientai kinta nuo 0,779 (Utenoje, PET skaičiuota lygtimi (1)) iki 0,887 (Vėžaičiuose PET skaičiuota lygtimi (7)).

V–X mėn. PET suma dažniausiai buvo didesnė už per tą patį laikotarpį išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio, tačiau Thornthwaite'o lygtimi (1) apskaičiuotasis PET keliais atvejais buvo mažesnis už suminį garavimą iš dirvožemio. Taigi PET skaičiavimams geriau tinka Thornthwaite'o lygtis (7), kuria apskaičiuotoji V–X mėn. PET suma visais atvejais buvo didesnė už išmatuotąjį suminį garavimą iš dirvožemio.

Koreliacijos koeficientas tarp apskaičiuotojo Blaney'io ir Criddle'o metodu PET ir išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio Vėžaičiuose, Lazdijuose bei Utenoje yra šiek tiek didesnis, negu PET, apskaičiuotasis Thornthwaite'o metodu. Jis kinta nuo 0,744 (Utenoje) iki 0,882 (Vėžaičiuose). Pataisytą matrica apskaičiuotieji koreliacijos koeficientai kinta nuo 0,834 iki 0,905.

Iš analizės rezultatų matyti, kad glaudžiausias ryšys yra tarp Blaney'io ir Criddle'o metodu apskaičiuotojo PET ir išmatuotojo suminio garavimo iš dirvožemio. Taigi iš aptartų trijų lygčių, Blaney'io ir Criddle'o lygtis geriausiai tiktų PET skaičiuoti pagal oro temperatūrą. Tačiau kai kuriais atvejais, ypač pavasarį ir vasaros pradžioje, matyt, dėl didelio drėgmės kiekio garinančiame paviršiuje, PET, apskaičiuotasis aukščiau aptartais metodais, gali būti net mažesnis už suminį garavimą iš dirvožemio.

Literatūra

- Blaney H. F., Criddle W. D.** 1950. Determining water requirements in irrigated area from climatological irrigation data. US Departamento f Agriculture, Soil concervation service. Tech. Pap., No. 96, 48 p.
- Guitjens J. C.** 1982. Models of Alfalfa Yield and Evapotranspiration. Jornal of the Irrigation and Drainage Division. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, 1008 (IR3), p. 212–222.
- Harbeck Jr. G. E.** 1962. A practical field techninique for measuring reservoir evaporation utilizing Mass-transfer theoty, U.S. Geol . Surv., Paper 272-E, p. 101–105.
- Jablonskis J., Verzaitė R.** 1968. Suminis garavimas Lietuvos ir Kaliningrado srities upių baseinuose. *Hidrometeorologiniai straipsniai*, t. 1 , p. 267–281.
- Kilkus K.** 1975. Garavimas iš vandens paviršiaus ir jo įtaka upių nuotėkiui. *Hidrometeorologiniai straipsniai*, t. 7, p. 103–107.
- Lietuvos TSR atlasas.** 1981. 216 p.
- Lu Jianbiao, Sun Ge, McNulty Steven et al.** 2005. A comparison of six potential evapotranspiration methods for regional use in the Southeastern United States. *J. of American Water Resources Association*, No. 41(3), p. 621–632.
- Papadopoulou E., Varanou E., Baltas E. et al.** 2003. Estimating potential evapotranspiration and its spatial distribution Greece using empirical methods. *8th International Conference on Environmental Science and Technology*, 198, Lemons Island. Greece, p. 650–658.
- Penman H. L.** 1948. Natural Evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc., Royal Soc., London* 193, p. 120–145.
- Pistley C. H. B and Taylor R. J.** 1972. On the assessment of the surface heat flux and evaporation using large-scale parametres. *Monthly weather review*, 100, 81–92.
- Thorntwaite C. W.** 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Grog. Review*, Vol. 38, p. 55–94.
- Ресурсы** поверхностных вод СССР. 1969. Том 4. Прибалтийский район, вып. 3. Литовская ССР и Калининградская область РСФСР, с. 506.

Comparative Analysis of Potential Total Transpiration Calculated According to Air Temperature

Summary

The article contains a comparative analysis of the method for calculation of total evapotranspiration according to air temperature based on the monthly soil evaporation values from Utena, Lazdijai and Vėžaičiai meteorological stations. The pursued aim is to find the most reliable method allowing calculating total evapotranspiration according to measured air temperature and to adapt it for Lithuanian conditions. The main implemented tasks were: analysis of the methods applied for calculation of total evapotranspiration according to air temperature, comparison of empirically calculated potential evapotranspiration (PET) with evaporation from soil measured in meteorological stations (MS) and selection of the most reliable method for PET according to air temperature.

For comparison, two equations were chosen: Thornthwaite ((1) and (7)) and Blaney and Criddle (8). The PET values, calculated using these equations, were compared with the measured values of evaporation from soil in Utena, Lazdijai and Vėžaičiai meteorological stations. The second part of the study is based on an assumption that the cases when monthly evaporation from soil exceeded the PET values were erroneous. They were rejected and corrected matrixes of analysed data were made based on the remaining data. These matrixes were used for recalculation of the interdependence between the PET values and total evaporation from the soil.

The obtained results show that the closest relationship exists between the PET values calculated by Blaney and Criddle equations and measured total evaporation from soil. Out of the discussed three equations, the one suggested by Blaney and Criddle would suit best for PET calculation according to air temperature. The correlation coefficient between the PET calculated by Blaney and Criddle equation and measured total evaporation from soil in the chosen MS ranges from 0.744 (Utena) to 0.882 (Vėžaičiai). The correlation coefficients calculated using the corrected matrix range from 0.834 to 0.905.

The correlation coefficient between the PET value obtained using Thornthwaite equation and measured total evaporation from soil in Utena, Lazdijai and Vėžaičiai MS ranges from 0.757 (in Utena MS, PET was calculated using equation 1) to 0.872 (in Vėžaičiai MS, PET was calculated using equation 7). The correlation coefficients calculated using the corrected matrix range from 0.779 (in Utena MS, PET was calculated using equation 1) to 0.887 (in Vėžaičiai MS, PET was calculated using equation 7).

In months 5 to 10, the total PET usually exceeded the measured value of total evaporation from soil yet in a few cases the PET values obtained by Thornthwaite equation 1 were lower than the total evaporation from soil. In individual cases, especially in spring and beginning of summer, presumably due to large amounts of moisture in the evaporation surface, the values of PET obtained by the above discussed methods may even be lower than the total evaporation from soil.