

VPLIV RELIEFA NA NUMERIČNO NAPOVEDAN DNEVNI HOD  
TEMPERATURE PRIZEMNE PLASTI ZRAKA

THE INFLUENCE OF RELIEF ON THE NUMERICALLY PREDICTED  
DAILY COURSE OF THE TEMPERATURE NEAR THE GROUND

551.524:551.509.333:681.177

Jože RAKOVEC, Andrej HOČEVAR  
FNT in BTF, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani

SUMMARY

Some extensions of a published model for numerical prediction of ground and surface-air temperature /8/ based on the energy-balance of the ground are presented. A new formulation of long-wave radiation has been introduced and a method for reduction of Wangara turbulence data has been developed, to make these data useful for simulations in other places and other seasons.

With such a model several numerical simulations were made, giving daily courses of the air temperature near the ground for various locations. Daily courses depend on astronomical, meteorological and topographical conditions. For example, in clear-sky conditions the daily temperature amplitude varies from 7°C in December to 18°C in August above a slope with an inclination of 10 deg., looking south east. The times of daily maxima and minima vary during the year, as well. The minimum in April is attained at 5 a.m., in June at 4 a.m. and than every later; in December at 8 a.m.. The maximum in April is reached at 3 p.m., in June at 4p.m. and than again sooner; in August at 3 and in October and December at 2 p.m..

Most attention was paid to differences among slopes. In April, in clear-sky conditions, for example, the predicted daily amplitude of air temperature above a horizontal surface was 17°C, though above slope with a 10 deg. inclination looking south it was 19°C and above a slope looking north 15°C. There are also differences between inclinations; the greater the angle of inclination, the greater the air-temperature amplitude. A slope with a 35 deg. inclination again in April, has an air-temperature amplitude of 20°C, that with 10 deg. has a 19°C amplitude, that with 5 deg. has an 18°C amplitude and above horizontal ground, as already mentioned, the amplitude is 17°C.

Wangara turbulence data were obtained at a particular location and at a particular time. To use them in present model they had to be reduced to

the location and time for which the simulations were done. They were reduced in such way, that they had been multiplied by scalar product of two unit vectors; that one normal from the ground and the one in the direction to the Sun. Only about midday the turbulence data were held constant, such as they were at 10 a.m.. The factor for reduction of the turbulence data is given by Eq. (2).

The results of the present model show that differences among air-temperatures above various slopes are considerable, but bearing in mind that advection is not incorporated into the model, they seem to be well simulated.

### POVZETEK

Prikazani so vplivi različnih nagibov tal na numerično napovedan dnevni hod temperature zraka 2 m nad tlemi. V numeričnem modelu so v primerjavi z že objavljeno verzijo /8/ izvedene nekatere spremembe: na novo je simulirano dolgovalovno sevanje in za prehod v naše geografske širine ter za različne letne čase so reducirani podatki Wangara o turbulenci.

Dnevni hodi kažejo precejšnjo odvisnost od letnega časa, tako glede amplitud kot glede časa nastopov minimalnih in maksimalnih vrednosti. Razlike so tudi med različno orientiranimi in nagnjenimi pobočji, in so glede na to, da v model ni vključena advekcija, dobro simulirane.

### UVOD

Napoved temperature zraka pri tleh je pomembna naloga meteorologije, saj poznavanje temperature pri tleh ni samo del splošne napovedi vremena, temveč temperatura zraka pri tleh močno vpliva na mnoga dogajanja v ozračju. Omenimo prosto konvekcijo, temperaturne inverzije pri tleh, z njimi povezane pozebe, roso in poledico, pa lokalne vetrove po pobočjih in še kaj.

Obstajajo najrazličnejše metode za napoved temperature zraka pri tleh: npr. izkustvena metoda sinoptikov na podlagi poznavanja napovedi v višjih plasteh ozračja, Bruntova /1/ metoda analitične rešitve difuzijske enačbe s konstantnimi koeficienti in Groenova /2/ z nekonstantnimi koeficienti. Mnoge moderne metode so statistične; povezujejo temperaturo pri tleh z rezultati modelov za numerično napoved stanja v višjih plasteh ozračja /3/. Tu bomo uporabljali metodo, ki jo je na osnovi izsledkov Bhumralkarja /4/ in Blackadarja /5/ jugoslovanskemu modelu za numerično napoved vremenskih kart priredil Rakovec /6/. Metoda je numerična, osnovana je

na enačbi energijske bilance tal in upošteva sončno obsevanje, dolgovalovno sevanje tal in atmosfere, tok zaznavne in latentne toplote ter tok toplote v tleh. Natančneje je opisana v /7 in 8/, tu pa bomo navedli spremembe, ki smo jih vpeljali v model za napoved temperature pri tleh po oddaji /8/ v tisk.

### Izboljšave modela

Že v /8/ je omenjeno, da je bil način, s katerim smo predstavili dolgovalovno sevanje v modelu, nekoliko nestabilen. Zato smo poiskali nov način. Ob oblačnem nebu še vedno računamo, da je prispevek, ki pride k tlom od oblakov, le tri desetine vsega sevanja oblakov: sedem desetih se na poti do tal absorbira v ozračju. Podoben razmislek velja tudi za sevanje ob jasnem nebu: v atmosferskem oknu gre od tal neovirano v vesolje tri desetine sevanja tal, drugo absorbira zrak blizu tal in izseva nazaj navzdol. Ker sta si absolutni temperaturi tal in zraka pri tleh različni za največ nekaj odstotkov, zanemarimo razlike v gostotah izsevanega toka iz tal in iz zraka pri tleh. Tako velja:

$$j_{R1} = 0.3 \sigma \epsilon_g \left[ -T_g^4 + \epsilon_c \frac{n}{N} T_c^4 \right] \quad (1)$$

kar nadomesti izraz (6) v /8/. Ob jasnem vremenu je seveda oblačnost  $n/N$  enaka nič.

Ob tako določeni gostoti dolgovalovnega sevanja moremo tudi zmanjšati tok zaznavne in latentne toplote v vertikalni smeri v zraku pri tleh. Sedaj lahko uporabljamo vrednosti, kot so bile izmerjene med 11. in 14. dnevom na ekspediciji Wangara, in kot jih podaja Yamada /9/. Pri prvih poskusih /8/ smo uporabljali približno trikrat manjše vrednosti, take, kot so bile npr. izmerjene 36. dne, ko je bila turbulentna izmenjava šibka.

Poprečne in izglajene vrednosti za dneve 11. do 14. popravljamo le toliko, da upoštevamo drug letni čas in drugo geografsko širino. Izberemo korekcijo z upoštevanjem vpadnega kota sončnih žarkov in okrog poldneva štiri ure konstantno intenzivnost turbulence:

$$k = \begin{cases} \vec{n} \cdot \vec{s}(t) & \text{za } |t - 12^h| > 2^h \\ \vec{n} \cdot \vec{s}(10^h) & \text{za } |t - 12^h| \leq 2^h \end{cases} \quad (2)$$

Tu je  $\vec{n}$  enotni vektor normale iz tal,  $\vec{s}$  pa enotni vektor proti soncu. Ta način je primeren pri različno orientiranih nagibih tal.

Razen omenjenih dveh sprememb, je model za računanje temperature tal in zraka pri tleh tak, kot je opisan v /8/; tudi temperaturo zraka določamo po Monteithu /10/, saj so tudi nadaljni poskusi pokazali, da je ta način ustrezen.

Poskusi, ki jih bomo opisali, so narejeni za primer povsem jasnih dni in sicer za različno nagnjena in orientirana pobočja. Lahko rečemo, da so to pobočja idealiziranih kotlin z različnimi nagibi. Ponovno poudarimo, da v modelu ni upoštevana advekcija, ki bi simulirane temperaturne razlike med lokacijami seveda zmanjšala.

#### VHODNI PODATKI

Model potrebuje za računanje temperature tal in temperature prizemne plasti zraka številne začetne podatke. Pri teh računih rabimo solarno konstanto ( $S_0$  je  $1353 \text{ W m}^{-2}$ ), podatek o zemljepisni širini, na kateri leži naša idealizirana kotlina ( $\varphi$  je  $45,5^\circ\text{N}$ ), in podatka o parcialnih transmisijskih koeficientih atmosfere glede na absorpcijo in glede na razpršitev ( $q_a$  in  $q_s$  sta 0,90). Prav tako moramo vedeti, za kateri dan v letu računamo to vrednost, saj sta z letnim časom povezana relativna odaljenost med soncem in zemljo in zenitni kot sonca, pa tudi albedo tal; vzamemo, da so vedno tla kopna z albedom okrog 0,20.

Gostoto toka dolgovalovnega neto sevanja računamo s temperaturo tal, ki jo v modelu računamo. Za emisivnost tal, ki nastopa v enačbi (1), smo privzeli konstantno vrednost (0,95). Vrednosti vodne vsebine tal, nasičenih z vodo, povzemamo po Matičiču /11/, pri čemer so le-te v naslednji zvezi z maksimalno vodno vsebino tal

$$x_s = 0,84 \cdot x_{\max} \quad (3)$$

V pričujočem prikazu uporabljamo vse leto konstantno vrednost vodne vsebine tal, ki je enaka 0,35 in predstavlja okoli 75% vodne vsebine tal nasičenih z vodo.

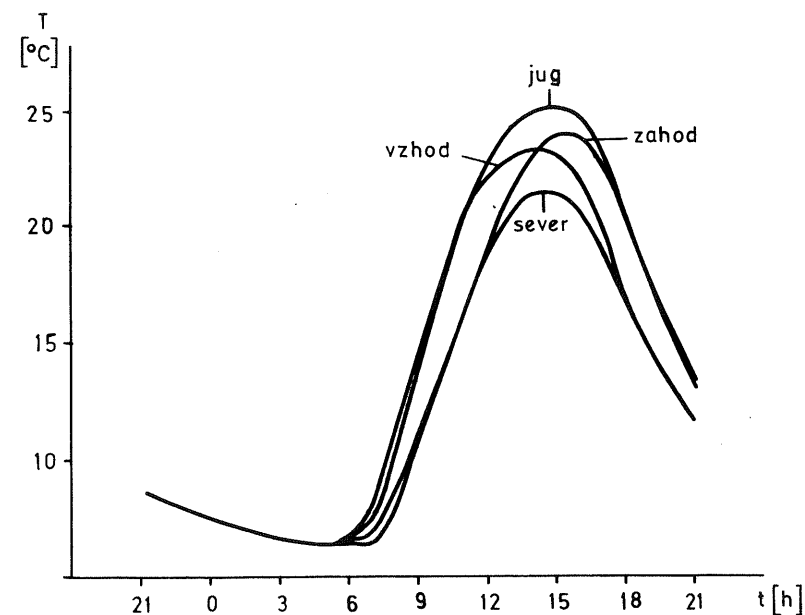
Pri računanju temperature tal uporabljamo mesečna poprečja temperatur tal ob 21. uri in mesečna poprečja dnevni temperatur tal, oboje v globini 2 cm. Te vrednosti so vzete iz opazovanj za Novo mesto za desetletno opazovalno dobo 1968-1977 /13/.

#### REZULTATI

Na opisani način smo izračunali dnevne poteke temperature prizemne plasti zraka na osmih različno orientiranih pobočjih kotline (štiri glavne in štiri

ri stranske strani neba), za šest različnih nagibov ( $0^\circ$ ,  $2,5^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $20^\circ$  in  $35^\circ$ ), za šest dni v letu (21. marec, 17. april, 17. junij, 17. avgust, 17. oktober in 17. december). Glede na obilico dobljenih rezultatov, med katerimi je neka podobnost, se bomo v našem prikazu omejili. Podrobneje bomo prikazali posamezne odvisnosti dnevnega poteka temperature prizemne plasti zraka: od orientacije, od letnega časa in od nagiba. Odvisnost od nagiba je za čas segrevanja prizemne plasti zraka še nekoliko podrobneje prikazana, in to za nekorigiran in korigiran tok zaznavne toplote, ki je povzet po ekspediciji Wangara.

Oglejmo si najprej odvisnost dnevnih potekov temperature prizemne plasti zraka od lokacije (slika 1). Razlike, ki se pojavljajo med lokacijami, bi sicer pojav advekcije zmanjšal vendar se kljub temu kar dobro skladajo z našimi merjenji /14/, pa tudi z merjenji drugih avtorjev /15/. Vrednosti so tudi v okviru izmerjenih amplitud v Sloveniji /12/.



Slika 1 Dnevni poteki temperature zraka pri tleh po modelu na pobočjih z nagibom  $10^\circ$  st., orientiranih proti štirim smerem neba za 17. april ob jasnem vremenu.

Fig. 1 Daily courses of air-temperature according to model above slopes with a  $10^\circ$  inclination, looking in four directions, for April 17 and clear-sky conditions.

Časi nastopov minimumov in maksimumov po modelu so na različno orientiranih pobočjih različni, kot je različna tudi amplituda. Minimalna temperatura prizemne plasti zraka je na pobočju, orientiranem proti vzhodu, dosežena ob 5. uri, maksimum pa ob 14. uri; na pobočju, orientiranem proti jugu, je minimum dosežen med 5. in 6. uro, maksimum, ki je najvišji na tem pobočju ( $25,3^{\circ}\text{C}$ ) pa ob 15. uri. Na pobočju, orientiranem proti zahodu, je minimum, ki je na tem pobočju najnižji ( $6,1^{\circ}\text{C}$ ), dosežen ob 7. uri, maksimum pa ob 16. uri.

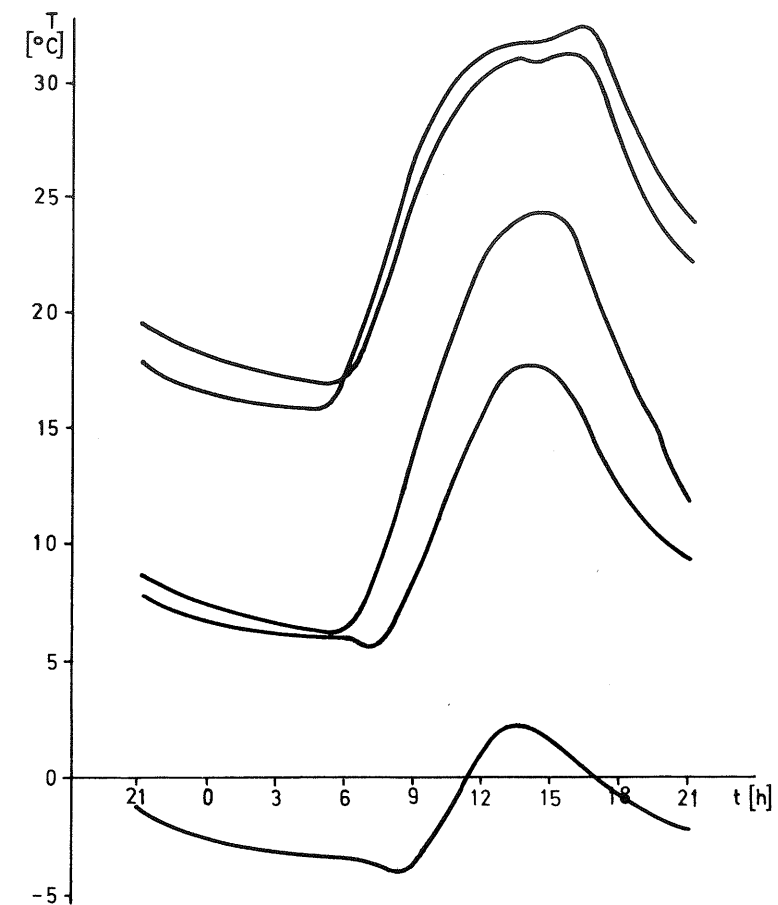
Spremembe dnevnih potekov temperature zraka pri tleh po modelu med letom bomo prikazali na naslednjem primeru. Izbrali smo pobočje, orientirano proti jugovzhodu, z nagibom  $10^{\circ}$  in zanj izračunali dnevne poteke za naslednje dneve: 17. april, 17. junij, 17. avgust, 17. oktober in 17. december (brez snežne odeje). Ti dnevni poteki so prikazani na sliki 2.

Ugotovimo lahko, da so simulirani poteki v okviru opazovanih vrednosti, s tem da so amplitude večje od tistih za poprečne razmere /12/. Skupna značilnost krivulj je, da se časa nastopov ekstremnih temperatur zraka iz meseca v mesec spreminjata (slika 3). Kvalitativno se letna poteka časa nastopa ekstremnih temperatur skladata z opazovanimi v Sloveniji /12/; nekoliko bolj časi nastopanja minimalnih temperatur, ki so vezani na vzhod sonca.

Letni hod amplitud po modelu je prikazan na sliki 4. Če amplitude po modelu primerjamo z izračunanimi iz srednjih mesečnih ekstremnih temperatur /12/, dobimo dobro ujemenje letnega hoda od avgusta do decembra; junija in aprila so po modelu izračunane amplitude večje od avgustovskih, po izmerjenih podatkih pa manjše. Tudi na splošno so izračunane amplitude nekoliko večje (za stopinjo ali dve) od tistih, ki so ocenjene po podatkih /12/. To je posledica tega, da smo imeli v modelu v poskusu, ki ga prikazujemo, jasne dni, v poprečju pa temu ni tako. V poskusih, ko smo vključili poprečno trajanje sončnega obsevanja so tudi po modelu izračunane amplitude manjše /16/. Omenimo spet, da v modelu nimamo advekcije, da je teren nagnjen, predvsem pa to, da smo imeli v pričujočem poskusu za vse mesece enako vodno vsebino tal. Ker smo pokazali /8/, da vodna vsebina tal zelo vpliva na dnevni potek temperature, smemo sklepati, da bi tudi aprilske in junijske amplitude približali onim po podatkih, saj bi se npr. aprilska bolj mokra tla tudi v modelu manj segrevala od avgustovskih bolj suhih (modificirani Walterjev diagram /17/).

Odvisnost dnevnega poteka temperature zraka pri tleh od nagiba, ki jo bomo prikazali za pobočje, orientirano proti jugovzhodu za 17. april, ima naslednje značilnosti. Z večanjem nagiba pobočja se viša maksimalna temperatura zraka, čas njenega nastopa pa se pomika vse bolj proti poldnevu (slika 5), medtem, ko se minimalna temperatura in čas njenega nastopa praktično ne spreminjata. Model pokaže, da je na ravnini dosežena maksim-

alna temperatura prizemne plasti zraka ( $23,0^{\circ}\text{C}$ ) ob 15. uri, na pobočju nagnjenem za  $35^{\circ}$  pa  $25,6^{\circ}\text{C}$  ob 13. uri.

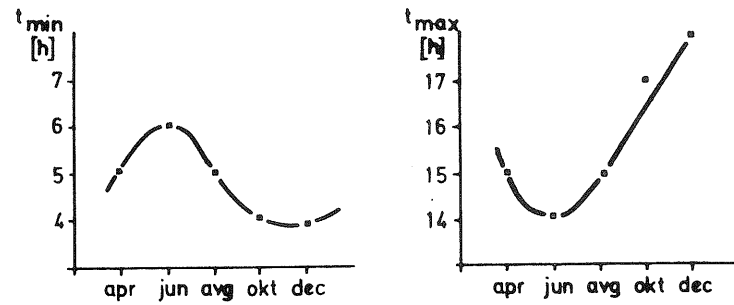


Slika 2 Dnevni poteki temperature zraka pri tleh po modelu na pobočju z nagibom 10 st., orientiranem proti jugovzhodu za različne dni v letu ob jasnem vremenu.

Fig. 2 Daily courses of air-temperature according to model above a slope with a 10 deg. inclination, looking south east, for different days and clear-sky conditions.

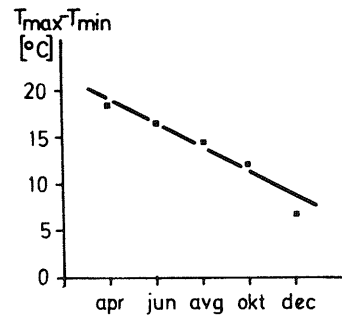
Odvisnost dnevnega poteka temperature zraka pri tleh od nagiba bomo za čas segrevanja prikazali podrobneje za nekorigiran in korigiran dnevni potek toka zaznavne toplote povzetega po ekspediciji Wangara. Ta del dnevnega poteka bomo namreč rabili za računanje odvodov temperature prizem-

ne plasti zraka po času, ki so uporabni pri simulaciji lokalnih vetrov. Za čas simulacije bomo izbrali enakonočje - 21. marec - za orientacijo pa pobočje, orientirano proti jugovzhodu.



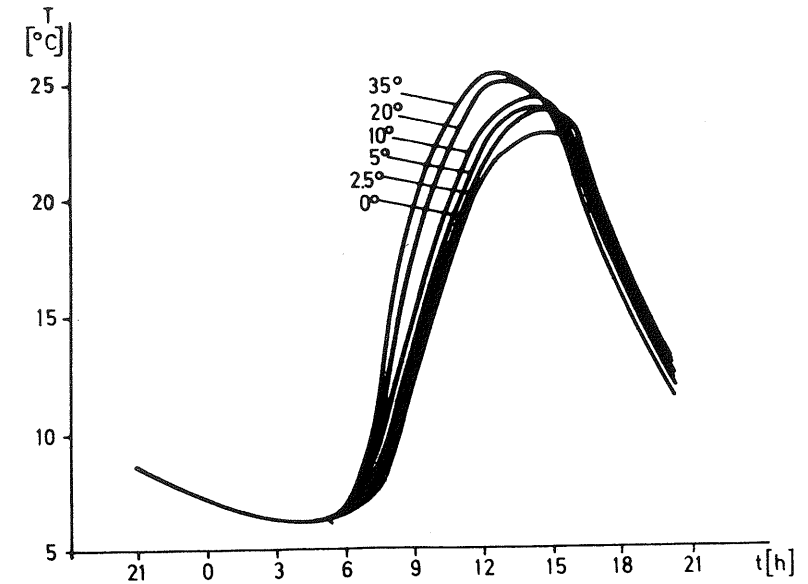
Slika 3 Čas nastopa maksimalne in minimalne temperature zraka za pogoje, kot pri sliki 2.

Fig. 3 The time of appearance of maxima and minima of air temperature for conditions as in Fig. 2.



Slika 4 Velikost amplitude temperature zraka za pogoje, kot pri sliki 2.

Fig. 4 The air-temperature amplitude for conditions as in Fig. 2.



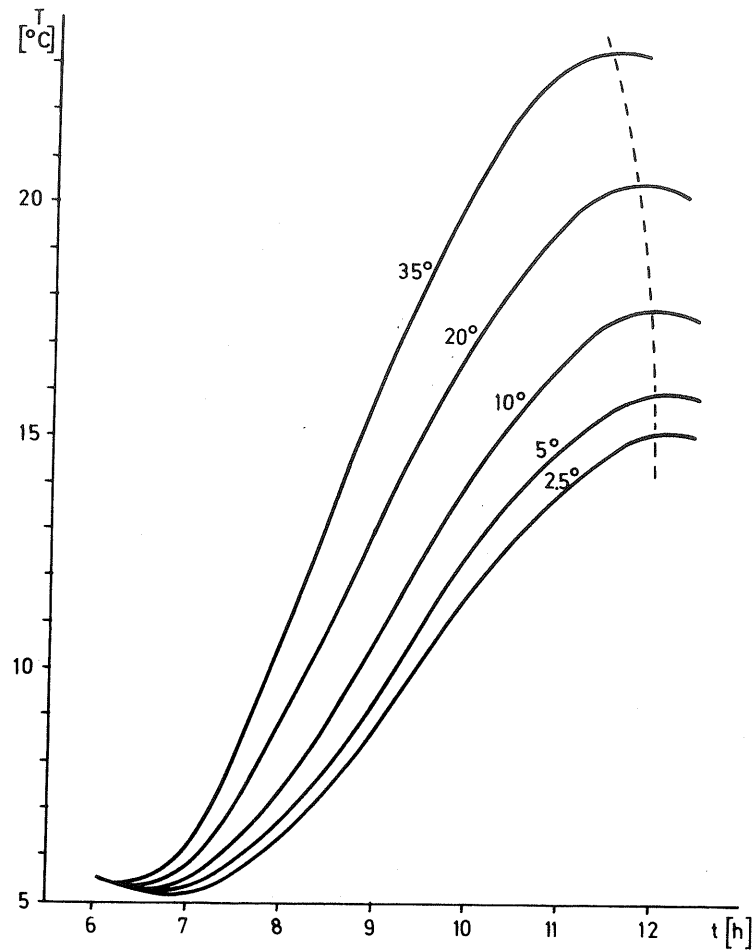
Slika 5 Dnevni poteki temperature zraka pri tleh po modelu na pobočju orientiranem proti jugovzhodu, za različne nagibe, za 17.april ob jasnem vremenu.

Fig. 5 Daily courses of air-temperature according to model above slopes looking south east with different inclinations, for April 17 and clear-sky conditions.

Pri prvem načinu Wangara podatkov o toku zaznavne toplote nismo nič korigirali. Najintenzivneje izmerjena turbulanca je bila ob 13. uri in 30 minut. Tako dobljeni deli dnevnih potekov temperature zraka (slika 6) imajo naslednje značilnosti: Temperaturni minimum se pojavlja na vseh nagibih praktično ob istem času, prav tako tudi temperaturni maksimum. Od nagiba je odvisna le temperaturna amplituda, ki raste z večanjem nagiba. (Pri nagibu 0° je enaka 9,2°C, pri nagibu 35° pa 17,8°C). Če aproksimiramo ta del dnevnega poteka temperature zraka s sinusno funkcijo in izračunamo odvod temperature po času, dobimo naslednjo funkcijo:

$$\frac{\partial T}{\partial t}(t, \beta) = (6,66 - 15,47\beta) \times 10^{-4} \text{ K s}^{-1} \times \cos[(1,58 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}) t - 5,14] \quad (4)$$

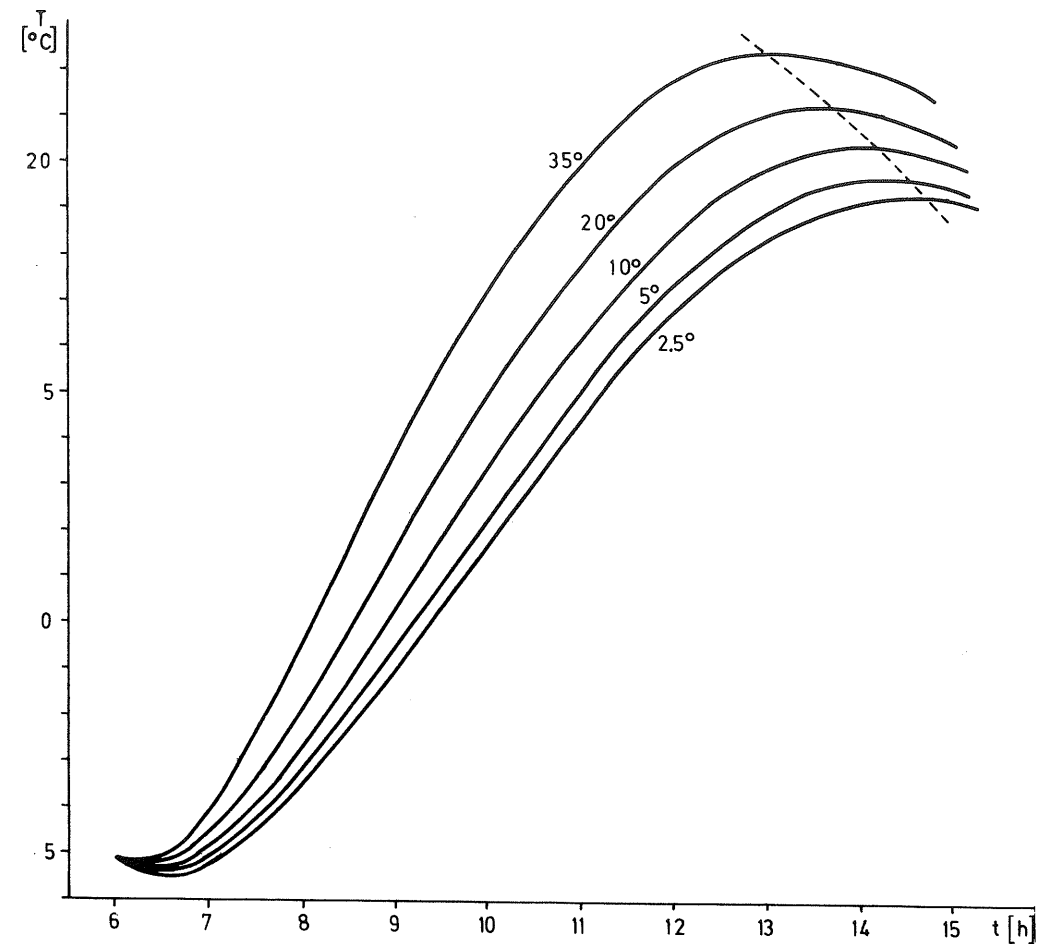
Čas  $t$  začnemo pri tem šteti po lokalnem času,  $\beta$  pa je kot nagiba tal.



Slika 6 Naraščanje temperature zraka pri tleh po modelu na pobočju orientiranem proti jugovzhodu, za različne nagibe ob pomladanskem enakonočju brez redukcije Wangara podatkov.

Fig. 6 The rise of air-temperature according to model above slopes looking south east with different inclinations, for spring equinox and without reduction of Wangara data.

Način korekcije podatkov Wangara je tak, kot smo ga že opisali z enačbo (2): štiri ure okrog poldneva je turbulenca enaka, sicer pa je jakost simetrična glede na lokalno poldne ter je reducirana z  $\hat{n} \cdot \hat{s}$ . S takšno korekcijo toka zaznavne toplote imajo dobljeni deli dnevnih potekov temperature pri



Slika 7 Naraščanje temperature zraka pri tleh po modelu na pobočju orientiranem proti jugovzhodu, za različne nagibe ob pomladanskem enakonočju z redukcijo podatkov Wangara.

Fig. 7 The rise of air-temperature according to model above slopes looking south east with different inclinations, for spring equinox and with reduction of Wangara data.

tleh naslednje značilnosti (slika 7): temperaturni minimum se pojavlja na pobočjih z različnim nagibom praktično ob istem času. Močno pa sta od nagiba odvisna čas nastopa temperaturnega maksimuma in temperaturna amplituda. Tako se pojavlja temperaturni minimum okrog 6. ure 30 minut, maksimum pa na pobočju z nagibom  $2,5^\circ$  ob 14. uri 45 minut, na tistem z nagibom  $35^\circ$  pa ob 13. uri. Temperaturna amplituda se večja z nagibom: pri nagibu  $2,5^\circ$  ja  $14,8^\circ\text{C}$ , pri nagibu  $35^\circ$  pa je  $17,9^\circ\text{C}$ .

Aproksimacija tega dela dnevnega poteka temperature prizemne plasti zraka s sinusno funkcijo in njeno odvajanje po času nam da naslednjo funkcijo:

$$\frac{\partial T}{\partial t}(t, \beta) = (20,42 + 1,94 \times 10^{-3} \beta) \text{Ks}^{-1} \times \frac{\pi}{8,30 \times 10^4 - 8,73 \beta} \times \cos \frac{\pi (2,78\text{s}^{-1}) t - 5,41\beta - 10,65 \times 10^4}{8,30 \times 10^4 - 8,73 \beta} \quad (5)$$

Dobljeni odvisnosti spremembe temperature zraka pri tleh po enačbah (4) in (5) lahko pri naših približkih obe z enako natančnostjo porabimo pri računanju lokalnih gibanj zraka, če ostajamo v časovnem intervalu, ko se zrak pri tleh segreva in pri ne prevelikih nagibih. (Pri nagibu  $10^\circ$  bo amplituda funkcije  $\partial T/\partial t$  po enačbi (4) enaka  $9,34 \times 10^{-4} \text{Ks}^{-1}$ , po enačbi (5) pa  $8,19 \times 10^{-4} \text{Ks}^{-1}$ .

Pri računanju drugih obravnavanih odvisnosti smo glede na bolj izgajene dnevne poteke temperature prizemne plasti zraka povsod uporabljali že opisani način korekcije po enačbi (2) dnevnega poteka toka zaznavne toplote, ki ga dajejo podatki Wangara.

#### SKLEP

Z enačbo enegijske bilance tal smo z nekaterimi znanimi parametri in nekaterimi privzetimi vrednostmi numerično simulirali dnevne poteke temperature zraka pri tleh v odvisnosti od astronomskih meteoroloških, geografskih in topografskih parametrov, posebej glede na nagib in orientacijo pobočij.

Te simulacije so dovolj dobre, če jih primerjamo z opazovanji temperature prizemne plasti zraka v Sloveniji. Razlike med temperaturami zraka nad posameznimi lokacijami so sicer nekoliko velike, vendar povsem razumljive, če se spomnimo, da v modelu ni upoštevana advekcija. To pa moramo upoštevati v sklopu obravnave lokalnih gibanj zraka.

#### LITERATURA

- /1/ BRUNT D.: Physical & Dynamical Meteorology. Cambridge, The Univ. Press, 1944, p. 138 - 142.
- /2/ GROEN P.: citiran v Haltiner i Martin, Dinamičeskaja i fizičeskaja meteorologija (prev. iz angl.) Moskva, MIL, 1960, na str. 131.
- /3/ CARTER G.M. and H.R. GLAHN: Objective prediction of cloud amount based on model output statistics. Mon. Wea. Rew. 104 (1976), 1565 - 72.
- /4/ BHUMRALKAR C.M.: Numerical experiments on the computation of ground and surface temperature in an atmospheric general circulation model. J. Appl. Meteorol. 14 (1975), 1246 - 58.
- /5/ BLACKADAR A.K.: Modelling the nocturnal boundary layer. Am. Meteorol. Soc., Third Symp. on Atmospheric Turbulence, Diffusion and Air Quality, October 19 - 22, 1976, Raleigh, N.C., 46 - 49.
- /6/ RAKOVEC J.: Jednodimenzionalni model za odredjivanje prizemne temperature. Poročilo za ZHMZ, 19-3555/1. Ljubljana, VTOZD Fizika FNT, 1978, v+24+xxx str.
- /7/ HOČEVAR A. in J. RAKOVEC: Simulacija ekoloških razmer na pobočju in v dnu idealizirane kotline ob jasnem vremenu. Zbornik Biotehn. fakultete Univ. v Ljubljani 31 (1978), 27 - 39.
- /8/ RAKOVEC J.: Numerična napoved temperature tal in zraka pri tleh. Razprave-Papers DMS 23 (1979), 5 - 18.
- /9/ YAMADA T.: On the similarity functions A, B and C of the planetary boundary layer. J. Atmos. Sci. 33 (1976), 781 - 93.
- /10/ MONTEITH J.L. (editor): Vegetation and the Atmosphere, Vol. 1, Principles. Academic Press, London, New York, San Francisco, 278 str. (1975).
- /11/ FURLAN D.: Temperature v Sloveniji. Slovenska Akademija znanosti in umetnosti, dela 15, Institut za geografijo, 7, Ljubljana, 166 str. (1965).
- /12/ MATIČIČ B.: Vodnoretencijske lastnosti nekaterih tal v Sloveniji. Zbor. Biotehn. fak., zvezek XVII, 67 - 76 (1970).
- /13/ Arhiv meteorološkega zavoda SR Slovenije.

- /14/HOČEVAR A.: Kvantitativna ocena sončnega obsevanja in temperaturnih razmer v razgibanem reliefu.  
Poročilo za RSS, BTF, 1972, str. 7 + priloge.
- /15/HARTMANN F.K., J. V. EIMERN und G. JAHN, citirani v R.GEIGER:  
Das Klima der bodennahen Luftschicht, na str. 445  
- 448. Braunschweig, Vieweg, 1961, xii+646 str.
- /16/RAKOVEC J.: Vpliv tal v numeričnem modelu atmosfere.  
Poročilo za RSS, G-784/8217-78. Ljubljana,  
VTOZD Fizika FNT, 1979, 99. str.
- /17/HOČEVAR A. in Z. PETKOVŠEK: Meteorologija, Ljubljana,  
Partizanska knjiga, 1977, 219. str.