

UDC
UDK 551.524.1 (497.12-18)

TEMPERATURNI OBRAT IN NAVPIČNI GRADIENTI V SLOVENJGRAŠKI KOTLINI

Ivan Gams*

Uvod

Ker zavzemajo vzpetine v Sloveniji dobre štiri petine ozemlja in je naša dežela na gosto posejana z dolinami in kotlinami, je za nas zelo pomembno poznavanje vzrokov in dejavnikov ter obsega temperaturnega obrata (= inverzije). Saj med drugim bistveno vpliva na onesnaženost zraka in nudi znanstveno podlago za njeno preprečevanje. V primerjavi s pomembnostjo pa je znanja o inverziji malo. Tuji klimatogeografski učbeniki jo skopo razlagajo (glej n. pr. Geiger, 1966, Blüthgen-Weisheit, 1980) in tudi v naši domovini so doslej raziskovali le nekatere njene prvine. Največ so ugotavljali lokalno inverzijsko temperaturno slojevitost (na primer na letališču na Brniku — Kovač, 1968, Hočevvar-Petkovšek, 1971). Z. Petkovšek (1969) skuša ugotavljati matematično-fizikalne zakonitosti pri razkroju jezera hladnega zraka. Nekaj tednov so z baloni ugotavljali višinske temperaturne in vetrovne razmere nad Ljubljano ter Hrastnikom (Furlan, 1974). Izračunali so prostornino jezer hladnega zraka v večjih kotlinah (Petkovšek-Hočevvar-Rakovec-Paradiž, 1973, Petkovšek et al., 1975, 1977) in v območju ljubljanskega naselja so s podrobnimi meritvami ugotavljali inverzijske razmere v času obstoja t. im. mestnega toplega otoka (istotam). V geografski literaturi pri Bernotu (1957) in zlasti pri Pučniku (1962, 1972, 1973) najdemo študije o pogostosti in obsegu obrata na podlagi primerjave različno visokih postaj (n. pr. Ljubljana-Šmarna gora-Bled-Planina). O reliefnih pogojih najdemo v literaturi dve razhajajoči se mišljenji. Po prvem pomeni globoka depresija večjo ugodnost za inverzijo (Furlan, 1965, 110), po drugem pa plitve depresije s položnimi pobočji in s prevlado suhih travnikov (Gams, 1972, 66). Slednje naziranje so dale meritve inverzije v vrtačah in kraških poljih.

* Dr., r. prof. Oddelka za geografijo, Filozofska fakulteta Univerze Edvarda Kardelja, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana

Da bi prispevale k razjasnitvi fizičnogeografskih dejavnikov pri nastajanju inverzije, so bile po letu 1976 zastavljene temperaturne meritve v Slovenjgraški kotlini.

Slovenjgraška kotlina nudi za tak študij dobre pogoje. Leta 1955 ustanovljena postaja Šmartno pri Slovenj Gradcu dobi (preračunano na dobo 1926—1965) 1118 mm padavin, ki med letom bolj kot drugod v Sloveniji naraščajo in upadajo z mesečno temperaturo (Gams, 1976). Na morsko gladino reducirana letna temperatura (7,6°) je za Babnim poljem najnižja v Sloveniji (Gams, 1972, 67). Srednja januarska temperatura (1925—1965) je -4,2°. Če ne upoštevamo zime 1929, presega šmarški absolutni minimum -30,8° v Sloveniji le še Babno polje (gl. Pučnik, 1980). Po opažanjih avtorja se spomladanska slana javlja še v prvih dneh junija približno enkrat na 8—12 let. Po viru »Vodnogospodarske osnove« nastopa prva jesenska slana povprečno 3. oktobra, kar je najprej v nižinah Slovenije. Po istem viru je imelo Šmartno v dobi 1951—1960 1930 ur sončnega sija. V kontinentalni Sloveniji ima več samo še Jeruzalem. Srednja oblačnost je 6,2/10 (1946—1970). Meglo so zabeležili v letih 1951—1970 (Arhiv) v 110,1 dneva, v letih 1956—1967 v 132 dneh (Petkovšek, 1969). Tudi to nakazuje pogosto inverzijo in precejšnjo kontinentalnost.

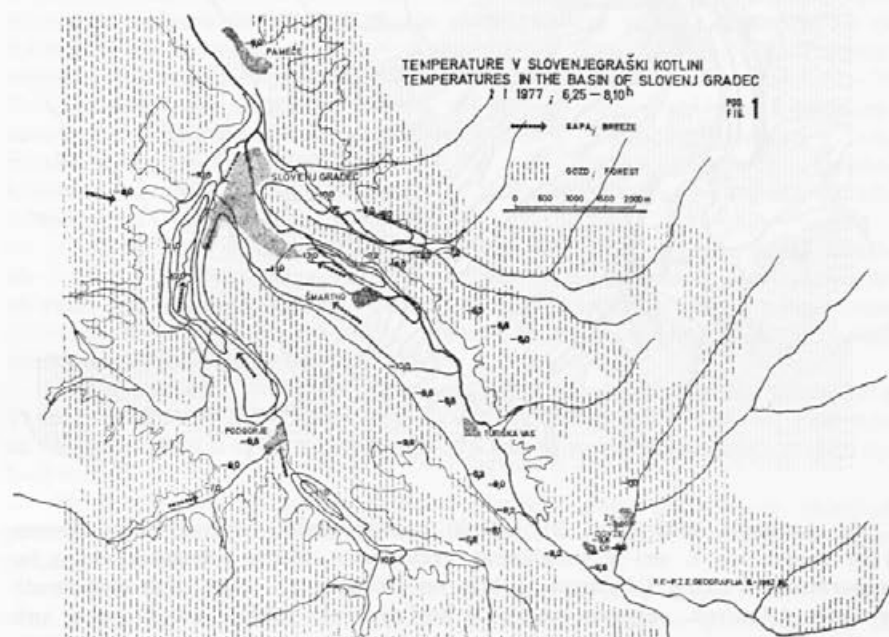
Vzroke za obrat lahko iščemo v naslednjih naravnogeografskih razmerah. Kotlina je trikotne oblike, z vzhodnim, višjim kotom pri kraju Dovže, kjer se zoži v končno Mislinjsko dolino. Od Dovž poteka severno pobočje karavanških (imenovanih tudi šentviških ali razborških) hribov proti zahodu, južno pobočje Pohorja pa proti severozahodu. Prevladujoče višine v južnem obrobju so okoli 800 m, na pohorskem razvodnem hrbtu med Črnim vrhom in Kopami med 1543 in 1370 m, zahodnjeje med 1000 in 1200 m. Najnižji je zahodni obod, kjer se začneja Hotuljsko podolje. Nad kotlino so tu vrhovi med 500 in 650 m in najnižji preval na cesti Slovenj Gradec — Kotlje — Ravne je v n. v. 512 m. Imenovali ga bomo Grajski klanec, po bližnjem naselju Grajska vas oziroma Gradu. Dno kotline razpada v tri doline, ki so jih s prodno-peščenimi naplavinami zasule reke Barbarški potok (= Legen), Mislinja in Suhadolnica. Mislinjska prodna terasa se zniža od Dovž s 520 m na okoli 400 m pod Slovenj Gradcem, kar daje 13 % padca. Nad mlajšimi terasami so višje, ki so gozdnate. Med njimi je najširša Dobrova s 15—35 m relativne višine. Kotlina, ki je ob zahodnem robu globoka povprečno 100—150 m, se pod Slovenj Gradcem odpira v Spodnjo Mislinjsko dolino s sotesko, ki je med Rahtelovim hribom (667 m) in Gradiščem (516 m) široka le 170 m. Na mlajših in nižjih prodnih terasah prevladujejo njive in travniki, na višjih pretežno iglasti gozd. Izkrčeni svet le za malenkost presega gozdnatega. Z okoli 32 km² dna sodi kotlina med manjše v Sloveniji pa tudi med plitvejše, saj se horizont nikjer ne dviga nad 10°.

Meritve inverzijskih temperatur s termistrom

Meritve so bile opravljene z baterijskim avtomatskim pokazateljem zračnih temperatur (termistrom) tipa Atkins, ki je bil nameščen nad sprednjim delom avtomobila z registrirno glavico 1,2 do 1,5 m nad tlemi.

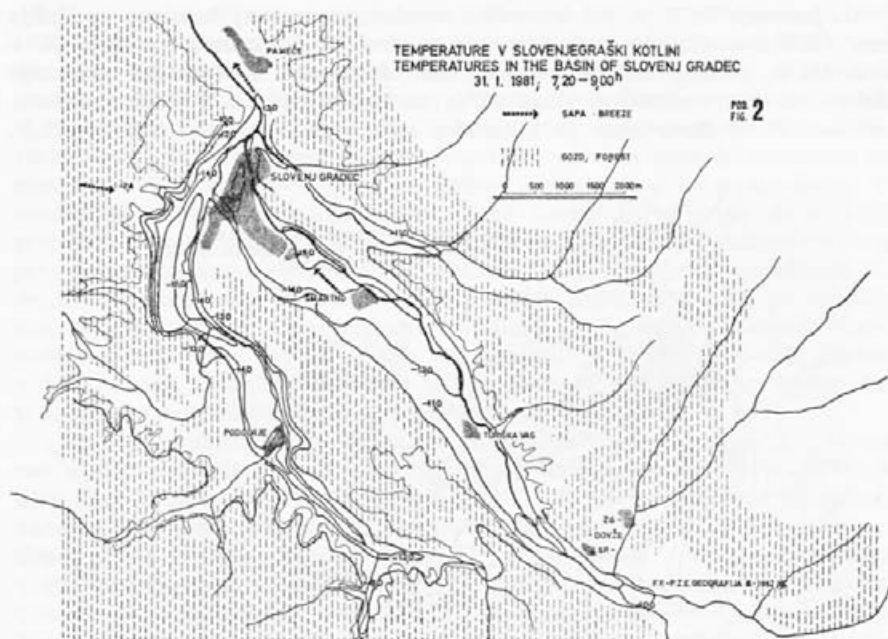
Merjenje je običajno potekalo po krožni cesti Šmartno — Slovenj Gradec — Podgorje — Dobrovska vas — Dovže — Šmartno. Pogosti odcepi so bili do Grajskega klanca, na Legen in na Rahtelov hrib. Iz zbranega gradiva so tu prikazane razmere za dva izbrana dneva.

1. januarja 1977 je, po dnevnikih vremenskih postaj Šmartno in Uršlja gora (1698 m), vladalo anticiklonalno vreme. V Šmartnem (postaja je v n. v. 452 m, nedaleč od glavne ceste med Šmartnim in Tomaško vasjo) je znašala ob 7. uri relativna vlaga 92 %, na Uršlji gori pa 77 % ob temperaturi $-12,8^{\circ}$. V Šmartnem je bil nočni minimum 5 cm nad tlemi $-15,3^{\circ}$.



Ta dan je obhod med 6.25 in 8.10 uro našel največjo ohladitev, do -12° , na aluvialni ravnici ob Mislinji med Krnicami (Šmartnim) in Slovenj Gradcem in na njivski (würmski) prodni terasi pod Šmartnim ter v dolini Suhadolnice med Spodnjim Podgorjem in Slovenj Gradcem (pod 1). Jugo-vzhodno od Šmartnega je temperatura naraščala skladno z dvigom terase in je znašala ob Mislinji pod Dovžami med $-9,2$ in $-9,5^{\circ}$, na vrhu vršaja v naselju Dovže (560 m) $-8,6^{\circ}$. V Dobrovski vasi (520 m) in v bližnjem smrekovem gozdu je bila med $-5,5^{\circ}$ in $-5,0^{\circ}$. Na začetku ožje doline Suhadolnice nad Zg. Podgorjem je bilo zaznati rahlo sapo spremenljivih smeri s temperaturo med -7 in -8° . Ni pa bilo občutiti sape po dolini Mislinje iz kraja Mislinja proti Dovžam oziroma proti Slovenjegraški kotlini, ne po dolini Turičnikovega potoka s Pohorja, v kateri je bila nad Dovžami temperatura -7° , ne po dolini Barbarskega potoka ($-7,5^{\circ}$) izpod Kop. Na Grajskem klanecu (512 m) je pihala sapa od zahoda s temperaturo -6° .

Hladno prizemno sapo je bilo zaznati v smeri strmca teras po terasah Mislinje niže od Tomaške vasi in Suhadolnice niže od Sp. Podgorja. Najmočnejše in najbolj trajno je sapa pihala pod Slovenj Gradcem v tamkajšnji soteski.



31. januarja 1981 (pod. 2) je bilo anticiklonalno vreme, v Šmartnem 25 cm snega, ob 7. uri v meglenem vremenu s 100% relativno vlago in temperaturo $-13,9^{\circ}$. Istočasno je bilo na Uršlji gori $-4,0^{\circ}$, 1/10 oblačnosti ter veter 4,4 m/sek. severne smeri. V kotlini se je pričela megla po 8. uri tngati.

Tudi to jutro je meritev našla najnižje temperature v spodnjem koncu nižjih mislinjskih teras med Šmartnim in Slovenj Gradcem ($-15,2^{\circ}$) ter v spodnjem delu Podgorske doline (do $-15,0^{\circ}$). Temperaturni razpored v dolinah na Legnu, v Mislinjski in Podgorski dolini je bil podoben kot 1. januarja 1977. Tudi to pot sta pas najnižjih temperatur prekinili naselji Slovenj Gradec in Zgornje Podgorje, nad katerim se ob potoku Janini spet javljajo malo nižje temperature (ta dan do $-14,0^{\circ}$). Na robu terase Dobrove je bila pred domovi Dobrovske vasi temperatura $-8,2^{\circ}$ do $-9,2^{\circ}$, pri prvi domačiji $-7,5^{\circ}$ do $-7,9^{\circ}$, v isti višini v robnem iglastem gozdu med $-7,1^{\circ}$ in $-5,5^{\circ}$. Ob Mislinji navzgor je temperatura do zaselka Vovkarje (550 m, del naselja Mislinja) padla na $-8,7^{\circ}$ do $-9,5^{\circ}$. Ta dan sem s termistrom zasledoval tudi odliv hladnega zraka po Spodnji Mislinjski dolini. Na vsej cesti proti Dravogradu se je temperatura držala med -10° in -11° , tudi tu na odprtih travnikih nekaj nižje kot med skupinami domov. Po dimnem stebru iz dimnikov je bila spoznavna hladna sapa po dolini navzdol ter

odliv iz Mislinjske doline pri Bukovski vasi v dolino Selčnice, ki vodi proti Uršlji gori oziroma Karavankam. Drug, a manj izrazit odliv je bil iz doline pri Šentjanu proti vzhodu, v smeri najnižjih prevalov v tamkajšnjem razvodnem hrbtu Pohorja, ki se krajeveno zniža pod 700 m. Del dolinske sapa s temperaturo med -9° in $-10,5^{\circ}$ je pihal skozi Mežo proti Dravogradu, kjer je zavil ob Dravi navzdol proti vzhodu skupno z znanim obdravskim vetrom, ki prihaja iz Labotske doline. To jutro je pihala rahla sapa od zahoda čez Grajski klanec s temperaturo $-7,4^{\circ}$.

Meritve ob drugih inverzijah so našle podobno osnovno razporeditev najnižjih temperatur. 3. januarja 1978 je znašala ob 7. uri na Uršlji gori relativna vlažnost 58 %, pihal pa je severozahodni veter s hitrostjo 1,6 do 3,4 m/sek. ob temperaturi $-3,9^{\circ}$. V najnižjem delu kotline, pod Tomaško vasjo in niže od Spodnjega Podgorja, je takrat znašala temperatura okoli -7° . Tudi to pot je na Grajskem klanecu vel komaj zaznaven vetrič s temperaturo $-4,8^{\circ}$ od zahoda. Malo pod 500 m je bila v kotlini temperatura v Dobrovski vasi in pod Dovžami od -5° do -6° . Na severnem robu obsežne krčevine za slovenjegraško letališče v Mislinjski Dobrovi (477 m) je bila temperatura $-6,8^{\circ}$.

9. aprila 1978 je bila inverzija manj izrazita. V meglenem jutru je bilo ob 5.46^h v dnu kotline $-4,2^{\circ}$, na Grajskem klanecu med -3° in $-3,8^{\circ}$, ob rahli sapi iz raznih smeri. Više, na Rahtelovem hribu, je bila temperatura do vrha (650 m) $-1,7^{\circ}$. Po svetlejši barvi na krčevinah po pobočju je bilo videti, da je slana padla do okoli 700 m.

Primer poletne inverzije, ki ni redka, je bil zabeležen 22. julija 1978. V meglenem morju je bila v kotlini v n. v. 427 m ob 7^h $7,5^{\circ}$, ob 7.50^h $9,5^{\circ}$, na Grajskem hribu malo kasneje $11,8^{\circ}$. To pot je tu pihal vzhodnik s hitrostjo 2—3 m/sek.

20. aprila 1979 je po kotlinskih travnikih slana padla le v najnižjih predelih, ob Mislinji niže od 460 m, više pa le v pasovih. Nad Starim trgovom je bila izoterma 0° v n. v. okoli 450 m.

Zračno gibanje v času inverzije sem ugotavljal z anemometrom, milnimi mehurčki in odklonom sapa pri izdihavanju. Dober pokazatelj je bil odklon dimnega stožca iz dimnikov ter oblikovanost njegovega spodnjega oziroma zgornjega roba, po čemer sklepamo na inverzijo niže ali više (glej Geiger, 1966, 52). Po teh opazovanjih se hladni prizemni zrak odliva v smeri strmca teras proti sotočju Mislinje, Suhadolnice in Barbarskega potoka s hitrostjo do 1—2 m/sek. Ob izjemno močni inverziji rahlo valovi višja trava in pozimi vejice z neodpadlim listjem (igličevjem). Proti aluvialni ravnici ob Mislinji priteka, sodeč po dimu iz dimnikov, sprva nestalno sapa z vrhnje prodnate terase. Kasneje zajame odliv ohlajenega zraka vso širino travniško-njivskih mislinjskih teras. Večkrat se dim iz višjih dimnikov slovenjegraških hiš nestalno usmerja proti jugu in jugozahodu v smeri Štibuha, kjer ga nakazuje dim iz toplarne, ter v smeri Kozjega hrbta (prigorje Uršlje gore). Istočasno pa veje prizemna sapa po dolini Suhadolnice proti Trobljam.

Največkrat je bilo ugotovljeno dotekanje zraka v kotlini od zahoda. Pred nastopom nočne inverzije veje tudi v nižini največkrat veter od zahoda ali severozahoda. Ob dviganju inverzijske ločnice ga je zaznati samo še više, na terasi Dobrove in na Legnu, kasneje pa više na pobočjih kotline. Pri

izginevanju inverzije je slika obratna. Redkeje je bila v višjih legah ugotovljena sapa iz drugih smeri, severozahoda, severa ali jugovzhoda. Proti pričakovanju pa ni bilo nikoli ugotovljeno trajnejše dotekanje hladnejšega prizemnega zraka po dolinah iz okoliškega hribovja. Kadar je bilo mogoče tako sapa zaznati, je bila nestalna — po tem se hladnejši inverzijski odliv prizemnega zraka loči od vetrov više — in izzvana z višinskimi vetrovi (pričetek doline Mevlje, Suhadolnice nad Zg. Podgorjem). Naše merjenje ob inverziji je našlo na začetku teh gorskih dolin višje temperature kot niže v kotlini. Za pritekanje prizemnega zraka po dolinah torej ni pogojev. Možno pa je pritekanje zraka v višjih legah z gorskih pobočij kot nadomestilo odtekajočega prizemnega ohlajenega zraka. Od dotokov v višji legi smo mogli zabeležiti le tega od zahoda iz smeri Celovške kotline oziroma Podjune, kjer so nočni minimi običajno še nižji in kjer dno visi proti vzhodu.

Vloga dolinskih gozdov pri oblikovanju inverzije ostaja nejasna. Občasne istočasne meritve so našle ob inverziji v gozdu Dobrove le do ene stopnje višje temperature kot na sosednjem polju v isti višini. Temperature v travniških jasah v Dobrovi zaostajajo za odprtim svetom le za nekaj desetink stopinje. Zlasti zvečer ob uveljavljanju inverzije pa včasih dim iz dimnikov na robu gozda Dobrove nestanovitno in rahlo zavija proti gozdu, kar je morebiti posledica dviganja toplejšega gozdnega zraka. Nikoli pa nismo registrirali odliv ohlajenega prizemnega zraka iz gozda Dobrove vzdolž strmea gozdnih tal.

V naseljih so tem večje temperaturne razlike, čim večji je mraz in čim večje ter sklenjeno je naselje. Za kako desetinko višja temperatura je že med dvema domovoma in v sadovnjaku. Med gostejšimi hišami v Podgorju, Starem trgu in Šmartnem so bile ob naših meritvah temperature le do 1° višje kot v prosti okolici. Največje razlike so v Slovenj Gradcu. Od Lepe vasi dalje temperature naraščajo do viška na Glavnem trgu. Tu je bilo 20. aprila 1979 za 1,6° in 24. februarja 1979 za 2° topleje kot ob bližnji Mislinji in Suhadolnici (ta dan v Lepi vasi —9,0°, na Glavnem trgu med —7,2° in —7,0°).

Navpični temperaturni gradienti

Ob inverziji so gradienti največji tik pri tleh. Na polju v Šmartnem smo z ventiliranim termometrom (Asmann) ob inverziji našli: 31. januarja 1981 pri 10 cm nad tlemi —15,2°, pri 100 cm —14,9°, pri 300 cm —14,2°, pri 600 cm —13,9° C. Razpored 1. februarja 1981: pri 10 cm —11,7°, pri 100 cm —11,6°, pri 200 cm —11,5°, pri 300 cm —11,3°, pri 400 cm —11,2°, pri 500 cm —11,2°, pri 600 cm —11,1°.

Vremenska postaja v Šmartnem meri tudi nočne minime 5, 20, 50, 100 in 200 cm nad tlemi. Absolutna višina termometrov se spreminja z višino snežne odeje. Odčitavajo ob 7. uri zjutraj, vrednosti veljajo za dan odčitavanja, čeprav registrirajo termometri stanje od 21. ure prejšnjega večera dalje. Po Kovaču (1968) na brniškem letališču doseže prizemni zrak najnižje minime že eno uro po sončnem zahodu. V arhivu Hidrometeoro-

loškega zavoda v Ljubljani* za dnevne minime še nimajo izračunanih povprečkov. Izračunal sem jih za leta 1977—1981. V tej dobi so bili na voljo podatki za vse omenjene prizemne višine le v letu 1977. Takrat je znašal letni povpreček: 5 cm nad tlemi $1,4^{\circ}$, 20 cm $1,8^{\circ}$, 50 cm $2,2^{\circ}$, 100 cm $2,6^{\circ}$ in 200 cm nad tlemi $4,0^{\circ}$. Za vseh pet let (1977—81) so arhivski podatki za 5, 50 in 200 cm. Povprečki znašajo: 5 cm nad tlemi $0,61^{\circ}$, 50 cm $1,92^{\circ}$ in 200 cm nad tlemi $4,02^{\circ}$.

Gradienti se torej z višino zmanjšujejo in znašajo med 5 in 20 cm nad tlemi $0,26^{\circ}/10$ cm, med 100 in 200 cm pa le $0,14^{\circ}/10$ cm. Večji so pri večjem mrazu in to se pozna še v mesečnem povprečju. V hladnem januarju 1981 (s celomesečno snežno odejo) je mesečni povpreček dnevnih minimalnih temperatur pri 5 cm za $5,1^{\circ}\text{C}$ nižji kot pri 200 cm nad tlemi, v toplejšem januarju 1980 pa le za $2,1^{\circ}$. V omenjenih letih (1977—1981) so bile pri 5 cm nižje povprečne temperature od onih pri 200 cm: v januarju za $2,28^{\circ}$, v februarju $4,72^{\circ}$, v marcu za $2,25^{\circ}$, v aprilu za $2,78^{\circ}$, v maju za $2,48^{\circ}$, junija za $2,28^{\circ}$, julija za $2,14^{\circ}$, avgusta za $2,36^{\circ}$, septembra za $2,42^{\circ}$, oktobra za $2,68^{\circ}$, novembra za $2,34^{\circ}$ in decembra za $2,68^{\circ}$. Če bi bile meritve dolgotrajnejše, bi bil potek verjetno bolj izglajen. Že iz teh podatkov sledi, da se javlja talna inverzija vse leto, najbolj intenzivno pozimi, oktobra in aprila.

Ob večjem mrazu so naše meritve našle v spodnjem delu teras do 2° nižje temperature, kot jih beleži postaja v Šmartnem. To mora veljati tudi za prizemne nočne minimalne temperature 5 cm nad tlemi. Zato more nastopiti na nižjih terasah spomladanska slana, ko registrira postaja pri 200 cm temperaturo okoli $+2,5^{\circ}$ ali več. Zakaj ob anticiklonalnem vremenu so razlike pri nočnih minimih pri 5 in 200 cm nad tlemi večje, kar se pozna še pri mesečnih povprečkih.** Tako je imel april 1977 pri 5 cm za $4,3^{\circ}$ nižjo temperaturo kot pri 200 cm.

Tudi naša merjenja so našla znotraj jezera hladnega zraka neenake ali celo nasprotno gradiente v višjih legah, kar so z meritvami ugotovili tudi nad Ljubljano in Hrastnikom (Furlan, 1974). Višina inverzijske ločnice, nad katero zračne temperature kot običajno spet padajo z višino, je od stanja do stanja različna. To so ugotovila merjenja s termistrom na poti na Rahtelov vrh ali na Pungrat na Pohorju. Nekaj primerov: 21. 4. 1979: pri 410 m je bila temperatura $-0,6^{\circ}$ do $-0,1^{\circ}$, pri 450 m $0,0^{\circ}$, pri 540 m $+0,8^{\circ}$, pri 570 m $2,0^{\circ}$, pri 670 m $1,9^{\circ}$ — $2,0^{\circ}$. 24. 2. 1979: med 410 in 530 m izotermija okoli $-8,0^{\circ}$, pri 600 m $-7,5^{\circ}$, pri 670 m $-7,2^{\circ}$ (veter od severozahoda). 1. 2. 1979: 410 m (ob Suhadolnici) $-5,0^{\circ}$, 512 m (na Grajskem klancu) $-7,0^{\circ}$, pri 530 m na Rahtelovem hribu $-6,0^{\circ}$ do $-6,5^{\circ}$, pri 600 m $-6,8^{\circ}$, pri 650 m $-7,5^{\circ}$, pri 670 m $-5,6^{\circ}$. 1. februarja 1979 popoldne: med 400 in 600 m temperatura med 4° in 5° , med 600 in 900 m okoli 9° , med 900 in 1400 m med 3° in 4° . 20. januarja 1979: pri 460 m med -6° in -4°C , med 1100 in 1400 m med 4° in 2° . Po višini čadastega ali rahlo meglenega mirnega ozračja niže pa je vendarle soditi, da sega pozimi inverzijska ločnica največkrat do vi-

* Zahvaljujem se upravi Hidrometeorološkega zavoda za brezplačno nudenje podatkov iz arhiva, iz katerega je tu večina podatkov.

** Za enajst zadnjih dni januarja 1981 znašajo v Šmartnem povprečni minimalnih temperatur: 5 cm nad tlemi $-17,8^{\circ}$, 50 cm $-15,7^{\circ}$, 200 cm $-12,3^{\circ}$. Razlika med višinama 5 in 200 cm je znašala 28. dec. 1980 $6,5^{\circ}$ in 29. dec. $6,0^{\circ}$ (v razponih $-14,7^{\circ}$ in $-22,2^{\circ}$).

Tabela 1
Table 1Mesečne srednje minimalne temperature
Monthly mean minimal temperatures (°C)

Postaja	n.v.m	Razdobje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	letno
Šmartno pri Slov. Gradcu	452	1926-1970	- 8,4	- 6,5	-2,2	1,7	5,8	9,7	11,0	10,7	8,0	3,7	0,4	- 5,8	2,3
Šentilj	593	1919-1938	- 5,7	- 5,3	-1,4	2,5	6,8	9,7	11,6	11,1	8,5	4,0	0,8	- 4,7	3,2
Ribnica na Pohorju	715	1919-1938	- 4,8	- 4,2	-0,7	2,9	8,0	(11,2)	(13,4)	(12,9)	(9,9)	(5,1)	1,3	- 3,8	(4,3)
Branik nad Muto	1041	1919-1938	- 5,5	- 5,1	-2,1	1,9	7,2	10,6	12,3	11,8	9,1	4,3	0,5	- 4,6	3,4
Uršlja gora	1698	1926-1970	- 8,2	- 7,2	-5,3	-1,5	2,7	5,8	7,7	7,2	5,5	1,1	-3,1	- 6,8	-0,2
Kredarica	2514	1931-1960	-11,9	-11,7	-9,2	-7,1	-1,7	1,1	3,4	3,0	1,8	-2,6	-7,0	-10,3	-4,3

Mesečne srednje maksimalne temperature
Monthly mean maximal temperatures (°C)

Postaja	n.v.m	Razdobje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	letno
Šmartno pri Slov. Gradcu	452	1926-1970	0,4	5,4	9,2	14,4	18,8	22,5	24,5	22,9	20,5	14,7	7,3	1,4	13,5
Šentilj	593	1919-1938	(1,3)	3,4	8,0	13,1	18,1	21,8	24,1	22,0	19,2	13,0	7,0	1,4	12,7
Šmartno na Pohorju	780	1926-1970	0,7	2,7	6,4	11,6	15,8	19,6	21,6	21,2	17,8	11,6	6,3	2,8	11,5
Branik nad Muto	1041	1919-1938	0,8	1,9	5,5	9,6	14,3	18,9	20,8	19,8	16,3	11,4	6,5	1,2	10,5
Uršlja gora	1698	1926-1970	- 1,8	- 1,4	0,9	2,1	9,5	14,2	15,3	14,4	11,7	7,5	3,4	- 1,5	6,2
Kredarica	2514	1931-1960	- 6,6	- 5,8	-4,1	-1,6	3,0	6,5	9,3	8,9	6,9	2,2	-1,8	- 5,5	0,9

šine 800—1200 m in pogosto je pri 900 m. S to višino inverzija presega južno gorato obrobje Slovenjgraške kotline za sto metrov in več, in zahodno precej več. Inverzija torej navadno ni omejena na kotlinu, je pa v njej najbolj intenzivna. V tem smislu tudi izraz jezero hladnega zraka često ni primeren.

Druga ugodnost pri ugotavljanju inverzije v Slovenjgraški kotlini je v precejšnjem številu vremenskih postaj, ki so v preteklosti delovale v raznih višinah v kotlini in v širšem sosedstvu. Na njihovi osnovi so v naslednjem prikazani navpični temperaturni gradienti. Težišče je v iskanju srednjih dnevnih minimalnih in srednjih dnevnih maksimalnih temperatur. Prve izdajajo temperaturno inverzijo in v času nihanja okoli 0° s pozno-pomladanskimi in zgodnjejesenskimi pozebami marekujejo izbor kulturnih rastlin. Maksimalne dnevne temperature pa tudi vplivajo na vegetacijski ritem (G a m s, 1981).

Presoja zbranega gradiva je pokazala, da se ne da z združenimi podatki za razdobje iz prve polovice tega stoletja (ali iz njih izvedenimi vrednostmi) ter podatki za novejša leta dobiti usklajenih smiselnih gradientov, niti tedaj, če skušamo spraviti obojne na skupno razdobje. Zato jih tu obravnavamo ločeno.

Osnovne podatke za starejše razdobje prikazujeta pod št. 3 in pod. 4.* Kar se jih nanaša na razdobje 1926—1970, so povzeti po F u r l a n u (1971). Upoštevajo postajo Šmartno, ki deluje od leta 1955 in je bila sprva v farnem naselju Šmartno v n. v. 435 m in nato na polju. Za niz 1926—1970 je imel D. F u r l a n z Uršlje gore (1698 m) podatke za čas od julija 1966 do konca 1970. Podatki za dobo 1919—1938 so povzeti po P u č n i k u, 1980. Postaja Šentilj je bila v n. v. 593 na vrhu vršaja ob južnem pohorskem pobočju. Vršaj visi rahlo proti jugu, proti 30 m nižji ravnici ob Mislinji, predno se njena dolina razširi v Slovenjgraško kotlinu. Po legi sodeč leži ob spodnjem robu toplotnega (termalnega) pasu.** Postaja Ribnica na Pohorju (715 m) je delovala na vrhu oblega slemena 120—230 m nad okoliškimi grapami in dolino Velke. S to višino predstavlja zgornji rob toplotnega pasu. Njene mesečne srednje minimalne temperature potekajo od novembra do maja dokaj skladno z omenjenima nižjima postajama, v ostalih mesecih pa odstopajo z višjimi vrednostmi in so podatki v tabeli 1 zato vpisani v oklepaju. Niso pa skladne z ostalimi postajami njene previsoke mesečne srednje maksimalne vrednosti. Zato so opuščene.

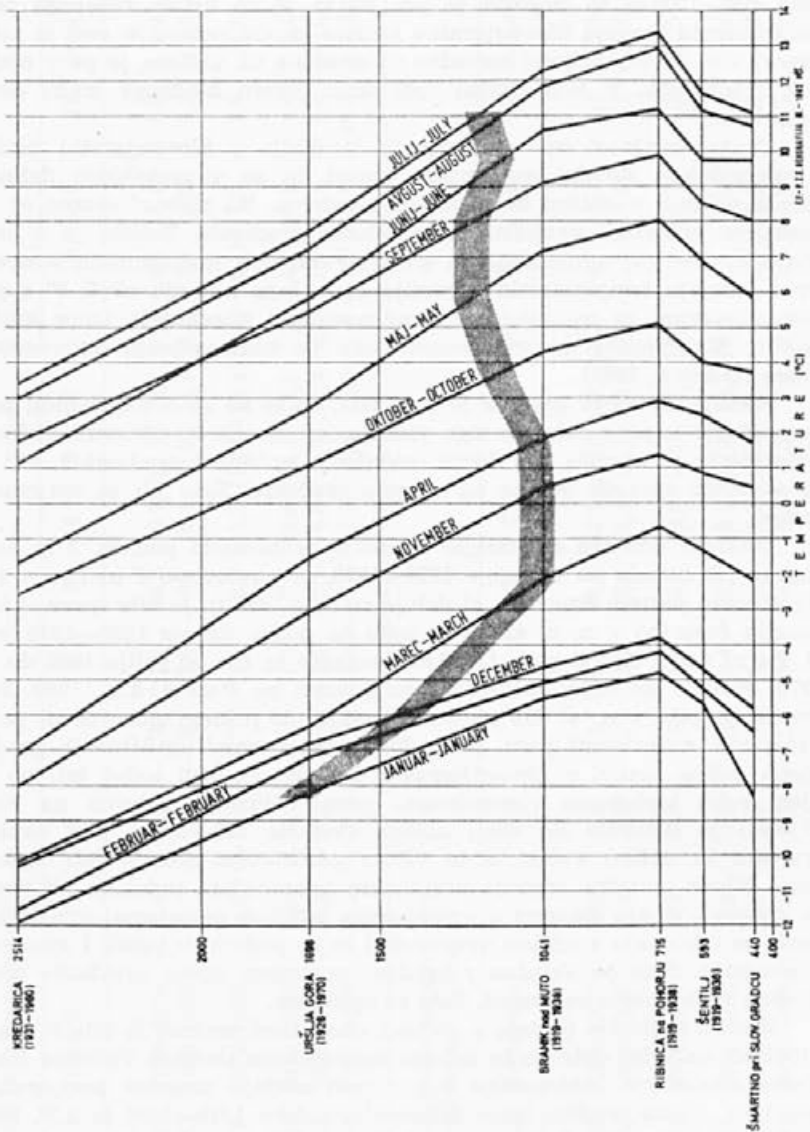
Kotlini najbližja postaja v višinah okoli tisoč metrov je bila v Šentjoštu (1064 m) na vrhu dolgega in ozkega apneniškega slemena Paškega Kozjaka. Njene minimalne, maksimalne kakor tudi srednje mesečne temperature so prenizke. Njena srednja letna temperatura dobe 1919—1938 je 5,3°, Branika nad Muto (staro ime Šentjerneje nad Muto, 1041 m) je 7,0° (P u č n i k, 1980), Preitenegga nad Labotsko dolino (1055 m) 5,7° (G a m s, 1970), Planine pod Golico na Gorenjskem (1053 m, 1931—1960), 6,1° (F u r l a n, 1965). Zato je bila ta postaja opuščena v prid bolj oddaljenemu Braniku nad Muto, ki je na oblem vrhu na slemenu 640 m nad dolino Bistrice in 240 m

* Senčni pas po sredi diagrama označuje iste temperature kot so pri postaji Šmartno

** O pojmu gl. G a m s, 1972

MESEČNE SREDNJE MINIMALNE TEMPERATURE – MONTHLY MEAN MINIMAL TEMPERATURES (°C)

POS. 3
FIG. 3



nad njegovim pritokom Vud. Pri starejših postajah so najbolj vprašljive maksimalne temperature, ki jih je morebiti dvigovalo direktno sončno obsevanje termometrov. Da pa maksimalne temperature Branika niso pretirano visoke, je soditi po postaji Šmartno na Pohorju. Nahaja se sicer na nasprotni strani Pohorja kot Slovenjgraška kotlina, vendar so temperature v njeni višini domnevno že po vsej Sloveniji dokaj izenačene. Njene vrednosti za 1926—1970 so povzete po Furlanu, 1971.

Tabela 2
Table 2Srednje minimalne in maksimalne temperature višinskih postaj
Mean minimal and maximal temperatures of the highland stations

Postaja nadm. v. , doba	januar min. maks.	februar min. maks.	marec min. maks.	april min. maks.	maj min. maks.	junij min. maks.
Šentjošt, 1064 m 1919—1938	-6,0 -1,0	-6,0 0,1	-2,4 3,9	0,5 7,8	4,9 14,1	9,0 18,5
Ribniška koča 1507 m	-9,0 -2,9	-7,6 -1,0	-5,2 1,2	-1,2 5,7	2,6 9,9	6,1 14,6
1926—1970	-6,9 -1,2	-7,8 -1,6	-5,4 0,0	-2,3 3,2	1,4 9,5	4,5 12,6
1966—1980						
Uršlja gora 1698 m	-8,2	-7,2	-5,3	-1,5	2,7	5,8
1926—1970						

Postaja nadm. v. , doba	julij min. maks.	avgust min. maks.	september min. maks.	oktober min. maks.	november min. maks.	december min. maks.	leto min. maks.
Šentjošt, 1064 m 1969—1938	11,1 21,2	10,6 19,0	7,9 15,1	2,8 9,0	0,1 4,9	-5,1 -0,4	2,3 9,4
Ribniška koča 1507 m	7,6 16,7	7,9 16,1	5,4 13,0	1,0 7,8	-3,1 2,3	-6,3 -1,6	0,2 6,8
1926—1970	7,2 14,8	6,1 14,2	4,8 13,2	1,2 7,2	-2,0 0,1	-5,5 -1,5	0,1 5,9
1966—1980							
Uršlja gora 1698 m	7,7	7,2	5,5	1,1	-3,1	-6,8	-0,2
1926—1970							

Za višine okoli 1500 m prihaja v poštev postaja Ribniška koča (1507 m)*. Za naše določevanje gradienta v približno prosti atmosferi so njene temperature prenizke. Njena letna temperatura (1931—1960) je 3,6°, Komne v Julijskih Alpah (1520 m) 4,0°, višjega Obirja II (dobe 1851—1900, 1612 m, Pučnik, 1980) 3,7°. V letih 1926—1970 so srednje minimalne temperature januarja pri Ribniški koči nižje kot na skoraj dvesto metrov višji Uršlji gori. Ker je Pohorje bolj masivno gorovje, bi pričakovali višje temperature kot na osameli vzpetini Uršlji gori, na kateri je tudi klimatska gozdna meja razmeroma nizka (Gams, 1977). Poglavitni vzrok za hladno Ribniško kočo je domnevno v njeni legi. Postaja je delovala na severnem pobočju 1533 m visokega Malega Črnega vrha. Ker je pobočje nagnjeno za 7° proti severu, ozračje pri koči ohlaja polzeči ohlajeni prizemni zrak. Njene temperature bi mogle veljati za osojne lege v višinah okoli 1500 m, kjer tudi vegetacija občutno zaostaja za prisojami (Gams, 1959).

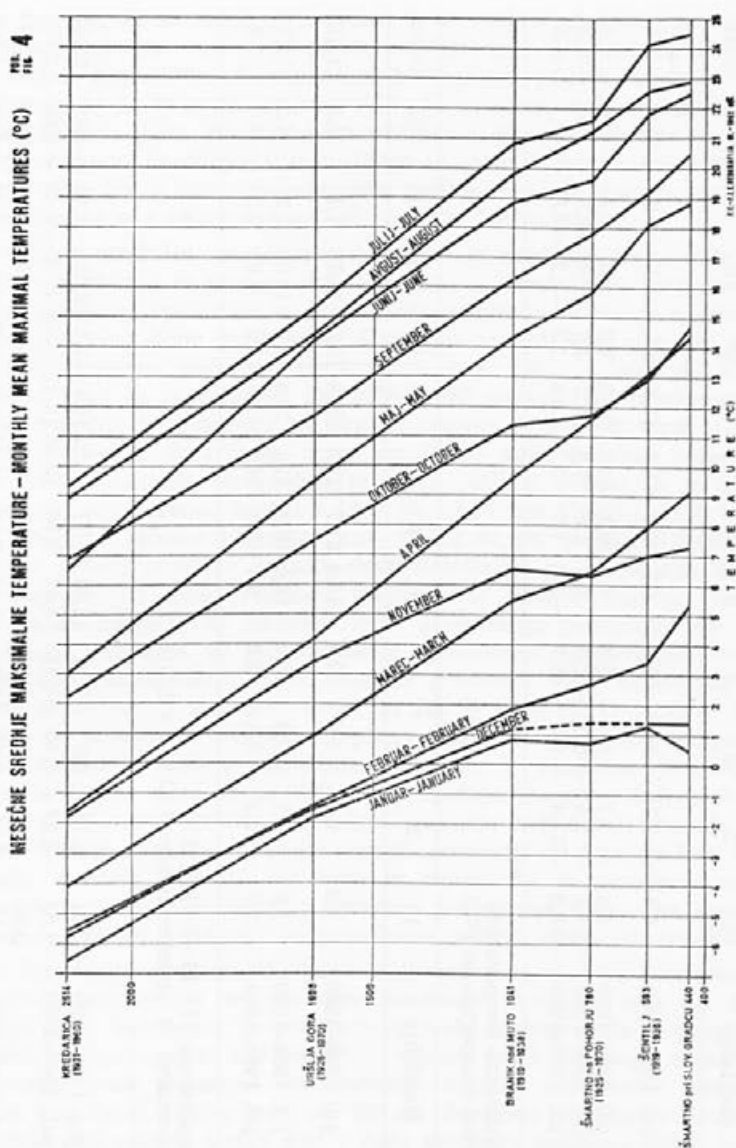
Da bi preverili, če niso prenizkih starejših temperatur Ribniške koče krive tehnične merske napake, so v tabeli 2 primerjane tri postaje. Ribniško kočo predstavljajo mesečne srednje minimalne in mesečne srednje maksimalne temperature v nizu 1926—1970 in za dobo julij 1966—1980. Postaja je v tej povojni dobi delovala brez prekinitev le leta 1966 in 1967, njene vrednosti pa so bile na vso dobo prirejene po postaji Uršlja gora. Razlike med predvojno in povojno dobo so predvsem pri srednjih dnevniških maksimalnih temperaturah (v letnem povprečju je povojna doba za 0,9° hladnejša).

V isti tabeli so tudi vnešeni podatki za Šentjošt. Gradient med Šentjoštom (1919—1938) in Ribniško kočo (1926—1970) je pri srednjih letnih minimalnih temperaturah 0,47°/100 m, med Ribniško kočo in Uršljo goro (1925—1970) pa 0,15°/100. Razlike so prevelike. Podobno kot pri Ribniški koči bi si razmeroma nizke temperature pri Šentjoštu mogli delno razlagati z lego postaje na vrhu dolgega in ozkega slemena vzhodno-zahodne smeri, kjer je precejšnja vetrovnost. Na podobnem slemenu na Olševi je razmeroma nizka klimatska gozdna meja, česar so verjetno krivi hladni severni vetrovi (Gams, 1976).

Na podobi 4 vidimo zanimive razlike v poteku zveznic, ki povezujejo dnevne maksimalne temperature med postajama v raznih višinah. Decembra in januarja so od dna kotline do n. v. 1041 m (Branik) dokaj izenačene temperature. Aprila in septembra se vzpostavi enak gradient od nižine do višine Kredarice (2514 m). Srednje dnevne maksimalne temperature so maja, junija in julija razmeroma nizke v višinah okoli 780 m (Šmartno na Pohorju). Oktobra in novembra imajo nižine (med 452 m 1041 m) razmeroma nizke viške, ki se domala ujemajo z marčevskimi oziroma aprilskimi.

V podrobnosti so te razlike zaradi možnih merskih napak vprašljive, vse pa kaže, da so v glavnem resnične, saj jih lahko smiselno raztolmačimo. Na razmeroma nizke nižinske dnevne maksime v januarju in februarju vplivajo celodnevne temperaturne inverzije. Oktobra in novembra, v manjši

* Meteorološki zavod Slovenije in po njem vsi drugi viri navajajo višino 1530 m. Na temeljnem topografskem načrtu 1 : 5.000 se dom nahaja le malo nad izohipso 1505 m.



meri še decembra, so višine bolj pod vplivom razmeroma toplejših zahodnih (oceanskih) vetrov kot nižine, kjer se še pojavljajo temperaturne inverzije.

V povojni dobi se je število postaj za ugotavljanje višinskih gradientov v kotlini skrčilo na dve, na Šmartno pri Slovenj Gradcu in na Uršljo goro.

Mesečne srednje minimalne temperature
Monthly mean minimal temperatures (°C)

Postaja	n.v.m	Razdobje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	letno
Šmartno pri Slov. Gradcu	452	jul. 1966-1980	-6,1	-3,7	-0,9	1,6	6,2	9,8	11,2	12,2	8,1	3,1	-0,9	-5,6	2,9
Šmartno na Pohorju	875	jul. 1966-1980	-5,1	-2,7	0,4	2,8	7,5	10,3	12,7	12,2	9,3	3,4	0,9	3,6	4,0
Uršlja gora	1698	jul. 1966-1980	-7,5	-7,5	-5,0	-2,6	2,4	5,8	7,3	7,2	4,8	1,5	-3,1	-6,6	-0,3
Kredarica	2514	jul. 1956-1975	-10,8	-11,4	-9,8	-6,8	-2,4	1,0	3,1	3,4	1,3	-2,2	-6,6	-9,7	-4,2

Mesečne srednje maksimalne temperature
Monthly mean maximal temperatures (°C)

Postaja	n.v.m	Razdobje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	letno
Šmartno pri Slov. Gradcu	452	jul. 1966-1980	1,3	4,7	9,4	12,4	18,9	21,7	23,5	22,8	19,5	13,7	7,1	1,2	13,1
Šmartno na Pohorju	875	jul. 1966-1980	1,8	3,7	7,2	10,6	16,0	18,9	21,1	20,4	17,1	14,0	7,8	1,3	11,7
Uršlja gora	1698	jul. 1966-1980	-2,2	-2,3	0,4	2,8	9,1	12,3	14,2	13,8	11,0	6,8	2,3	-1,0	5,8

Srednje mesečne temperature ($7+14+2 \times 21^b$):5
Monthly mean temperatures (4 measurements: $7+14+2 \times 21^b$):5

Šmartno pri Slov. Gradcu	440	jul. 1966-1980	-2,38	0,16	3,5	7,17	12,79	15,77	17,29	16,47	13,16	8,08	2,61	-2,41	7,61
Uršlja gora	1698	jul. 1966-1980	-4,85	-4,92	-2,46	-0,18	+5,44	8,76	10,48	10,21	7,65	4,33	-0,48	-3,05	2,57
Gradient 9/100 m			0,20	0,40	0,47	0,59	0,56	0,56	0,54	0,50	0,44	0,31	0,25	0,05	0,40
Kredarica	2514	jul. 1966-1980	-8,19	-8,66	-6,44	-4,85	-0,44	2,96	5,45	4,95	3,37	0,0	-4,04	-6,81	-1,89
Gradient			0,14	0,46	0,49	0,57	0,72	0,71	0,62	0,64	0,52	0,53	0,44	0,46	0,54

Za vse postaje, ki so vnešene v tabelo 3, so podatki dobljeni iz Arhiva in preračunani na isto dobo, to je dobo delovanja postaje na Uršlji gori (julij 1966—dec. 1980). Za pomoč so pritegnjeni podatki postaje Šmartno na Pohorju, ki je delovala do leta 1977, da bi imeli vsaj eno postajo blizu vrha termalnega pasu. Razlike s Šmartnim pri Slovenj Gradcu so podobne kot v predvojnem razdobju: v n. v. 780 m so srednje minimalne temperature celo leto višje kot v dnu Slovenjegraške kotline, srednje dnevne maksimalne temperature pa se z višino mnogo bolj 'pravilno' znižujejo.

Gradienti srednjih mesečnih minimalnih in srednjih maksimalnih temperatur v predvojni in povojni dobi ne potekajo med letom smiselno skladno, kar zastavlja vprašanje o pravilnosti podatkov. Zato je verjetno več vzrokov. Povojno dobo predstavlja štirinajst in pol letni niz, na katerega še vplivajo izjemne enoletne temperature. Leti 1969 in 1980 sta bili nadpovprečno topli in zato je ves niz 1966—1980 toplejši kot predhodna doba. Srednje mesečne temperature za zimske mesece so s predvojnih $-2,4^{\circ}$ porasle na $-1,54^{\circ}$ v Šmartnem, manj na Uršlji gori. Poletni meseci pa so postali rahlo hladnejši. Povpreček za junij, julij in avgust se je v Šmartnem pri Slovenj Gradcu znižal s $16,8^{\circ}$ na $16,5^{\circ}$ (na Uršlji gori z $10,66^{\circ}$ na $9,80^{\circ}$). Podobno poletno ohladitev smo videli že pri postaji Ribniška koča. Tu naj bi januar postal v zadnjih dveh desetletjih za 2° toplejši kot računajo za predvojno dobo. Podobne tendence so opazne tudi pri Kredarici, kar bi kazalo na povečan termični vpliv atlantskega podnebnja.* Če je to le kratkotrajna oscilacija ali gre za daljše spremembe, bo pokazalo nadaljnje klimatološko raziskovanje. Tudi zvečani gradienti med nižinskimi in višinskimi postajami v povojnih letih, ki jih je razbrati iz tabel 1 in 3, so posledica že omenjenih zimskih otoplitev. Kako se pri višjih temperaturah zvečajo gradienti, kažeta naslednja primera: V hladnem januarju 1978 je beležila Uršlja gora le za $0,2^{\circ}$ nižjo srednjo mesečno temperaturo kot Šmartno pri Slovenj Gradcu, v toplem januarju 1980 pa je znašala ta razlika kar $6,9^{\circ}$. Na splošno kolebajo zimski gradienti od leta do leta bolj kot v ostalih mesecih. Najvišji so maja in junija, ko je zemlja v nižini že segreta, bolj oceanskim zračnim grotam podvržene višine pa razmeroma še hladne. Poletni gradienti so praviloma enkrat večji od zimskih.

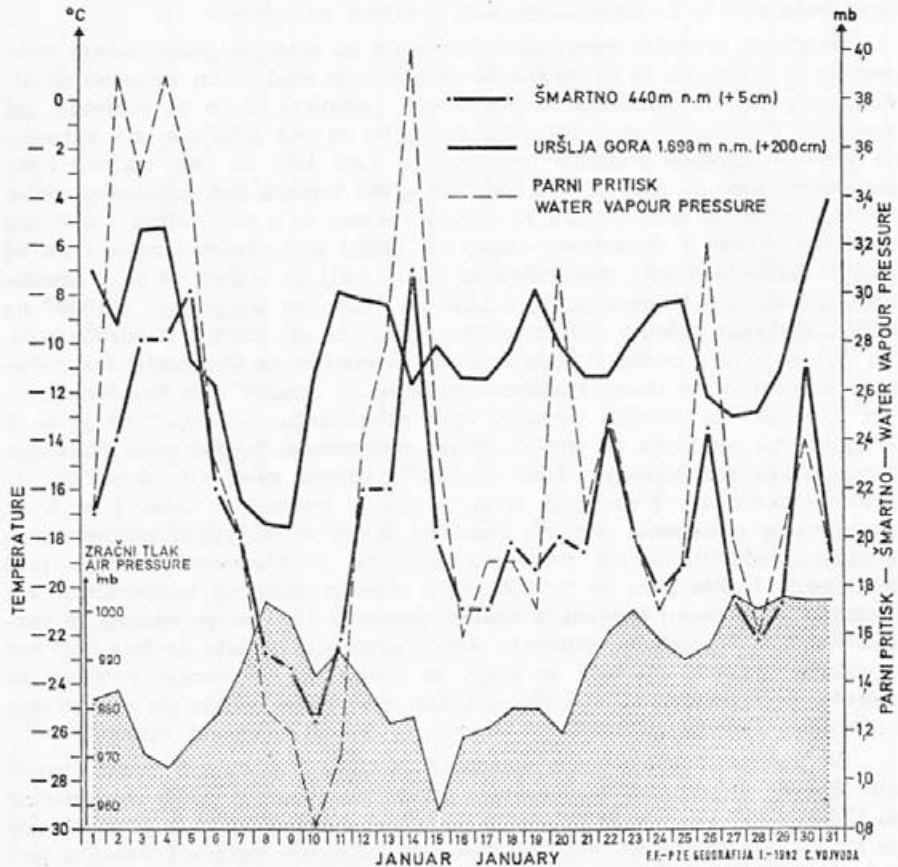
Za ilustracijo gradientnih spremenljivosti so v podobi 5 vrisane srednje dnevne minimalne temperature hladnega januarja 1981 za Šmartno in Uršljo goro. Ves mesec je zemljo prekrivala snežna odeja in prevladovalo je anticiklonalno vreme, kar izpričuje vrisani potek zračnega tlaka in pritiska vodne pare. Šmartno predstavljajo dnevne minimalne temperature pri 5 cm nad tlemi, Uršljo goro pri 200 cm. Šmarške minimalne temperature se spustijo pod one na Uršlji gori v času visokega zračnega tlaka, ko je nizek tudi pritisk vodne pare v zraku. Primerjava hitrega narasta zračnega tlaka med 6. in 10. januarjem 1981 z visokim tlakom med 21. in 31. dnevom pokaže pomembno značilnost: ob hitrem narastu tlaka zdrknejo minimalne temperature v kotlini za okoli 7° niže (na -25° 10. januarja) kot pri pri-

* Za to govori tudi spremenjeno razmerje med julijsko in avgustovsko srednjo mesečno temperaturo Kredarice: v razdobju 1930—60 (Furlan, 1965) je avgust hladnejši za $0,1^{\circ}$, v dobi 1966—80 pa toplejši.

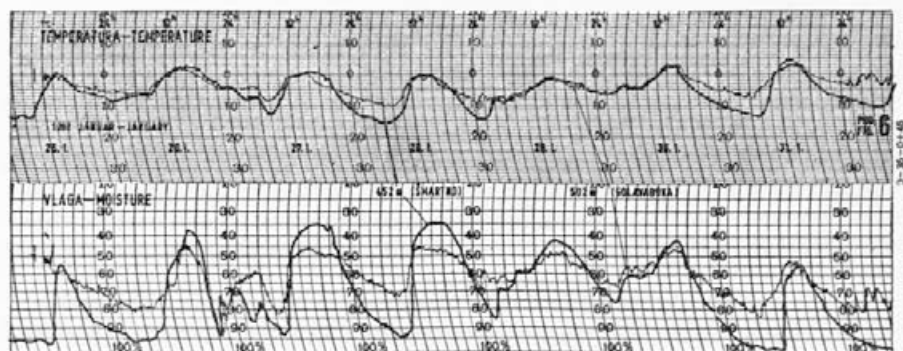
bližno enakem a dolgotrajnem pritisku (po 22. dnevu s srednjo minimalno temperaturo okoli -18°).

DNEVNE MINIMALNE TEMPERATURE — JANUAR 1981
DAILY MINIMAL TEMPERATURES — JANUARY 1981

POD. FIG. 5



Inverzijsko podobo dopolnjuje termohigrografski zapis med 25. januarjem in 1. februarjem 1981 (pod. 6). Termohigrograf je bil postavljen v višini 2 m v Golavabuki pri kmetiji Gampret v n. v. 592 m, torej nekoliko više, kot je zahodno obrobje kotline in 140 m nad šmarško meteorološko postajo. Istočasni potek šmarške temperature in relativne vlage je vrisan na skupni trak. Zapis iz termalnega pasu je mnogo bolj razgiban zaradi pogoste sape, ki je pihala večidel od zahoda in hipoma zviševala temperature. Tiste dni so bili dnevni nižki v Šmartnem do 6° nižji kot v Golavabuki. Nastopili so v drugi polovici noči, trikrat med 6. in 8. uro zjutraj.



28. januarja zjutraj je bila temperatura na šmarški postaji (452 m) $-15,5^{\circ}$, v n. v. 512 m (Grajski klanec, ob zahodni sapi) $-12,5^{\circ}$, v n. v. 592 m -10° , na Uršlji gori okoli $-12,5^{\circ}$. Še večje kot temperaturne razlike med kotlino in termalnim pasom so pri zračni vlagi. V dnu kotline je bila vlaga te dni ponoči večja, podnevi nekoliko manjša. Pri nižjih so bile razlike med šmarško postajo in Gampretom 15 %, pri dnevnih višjih 6 %. Podobno kot temperatura je tudi nižek vlage navadno proti jutru.

Ob tem je razumljivo, da je rosa oziroma slana v dnu kotline mnogo pogostejša kot na višjih pobočjih. Dodatna vlaga, ki jo v kotlini prispeva traviščem slana, je opazna zlasti ob suši.

Povzetek in kritika rezultatov

Po zaslugi vremenske postaje višjega reda Šmartno pri Slovenj Gradcu, je Slovenjgraška kotlina v naši javnosti znana po močnih temperaturnih padcih ob anticiklonalnem, inverzijskem vremenu. Toda pri hudem zimskem mrazu so nočni minimi v spodnjem koncu kotline za dve ali celo več stopinj nižji, slana pa pogostejša tudi zaradi nižjih nočnih minimov pri 5 cm nad tlemi, kjer so, po podatkih šmarške postaje, za $2,6^{\circ}$ celo v letnem povprečku nižji kot pri 200 cm. Ponoči ohlajeni zrak odteka s hitrostjo do 1—2 m/sek. proti spodnji Mislinjski dolini. Njega pa ne nadomesti priliv po okoliških gorskih dolinah. Trajnejši dotok v višji legi je po Hotuljskem podolju, verjetno iz Celovške kotline. Iz te pa ne priteka hladnejši zrak preko Labotske doline in enako usmerjene Spodnje Mislinjske doline. Po slednji se ponoči ohlajeni zrak iz Slovenjgraške kotline usmerja proti Meži, a le delno doseže Dravsko dolino.

Kot delni vzrok za toplejše zime v zadnjih petih letih lahko smatramo večjo zazidanost kotlinskega dna. Zaradi nje je občasno ob inverziji zrak že občutno onesnažen. Skladno z ugotovljeno zračno cirkulacijo ob inverziji je potrebno ohraniti dolinsko ožino pod Slovenj Gradcem nepozidano in nepogozdeno, da kraj ne bi bil še večje ozko grlo za odlivanje onesnaženega zraka iz kotline. Da ne bi onesnaževala mestnega ozračja, bi kazalo bodočo industrijo locirati niže od Slovenj Gradca.

Največji hlad ob inverziji ne nastopa na legenski terasi, proti kateri se odpira največ pohorskih dolin, temveč ob Mislinji in Suhadolnici. Verjetno je vzrok v različnem strmcu površja. Ob Barbarskem potoku niže od Spola znaša na Legnu v povprečju 32 promil, ob Mislinji niže od Dovž 13 in ob Suhadolnici niže od Spodnjega Podgorja 7 promil. Ob večjih strmcih se polzeči zrak verjetno občutneje adiabatno ogreva. Iz tega razloga najintenzivnejša inverzija v Sloveniji ne nastopa v globokih kotlinah s strmimi pobočji (Bohinj, Globodol), temveč v odprtih kotanjah (Babno polje — Gams, 1972). Centralno alpski relief, v katerem je naša kotlina, je videti v tem pogledu ugoden. Zaradi poznih spomladanskih pozeb v dnu kotline ne gojijo češenj in orehov, ki rastejo in rodijo višje.

Za ugotavljanje višinskih temperaturnih gradientov nudi slovensko vremenoslovje precej podatkov postaj iz raznih višin v kotlini in okolici. Vendar je za predvojno dobo zanesljivost njihovih podatkov zmanjšana zaradi drugačne merske opreme kot je sedaj, v obeh dobah pa zaradi kratkih nizov. Prirejanje na daljši niz pa je zlasti v hribih vprašljivo. Da bi dobili smiselne in medsebojno vsklajene gradiente, so bili podatki in postaje prebrani. Zato sta izpadli postaji Šentjošt in Ribniška koča, ki je značilna za osojno pobočje. Nekaj razlik med starejšim in novejšim nizom izhaja iz toplejših zim v dobi 1966—1980, ki so povečale gradiente. V celem torej podatki niso povsem zanesljivi, vendar nudijo oporo za podrobnejšo opredelitev izraza toplotni (termalni) pas, ki je bil zapažen prav pri klimi Pohorskega Podravja (Gams, 1959). Botrovalo mu je opažanje kasnejših pozeb spomladi v nižinah kot na višjih pobočjih. Te razlike pa so prav v Slovenjgraški kotlini najbolj izrazite.

Minimalne nočne temperature, ugotovljene z meritvami med 5 in 200 cm nad tlemi na postaji Šmartno, pričajo, da nastopa inverzija v prizemni plasti tako pogosto in izrazito, da določuje mesečne povprečke med celim letom, čeprav je inverzija pretežno nočni pojav ob jasnem, anticiklonalnem vremenu brez močnega vetra. Zaradi te pogostosti se srednje dnevne minimalne temperature tudi v mesečnih povprečkih zvišujejo večino leta navzgor do nadmorskih višin med 780 m (Šmartno na Pohorju) in 1041 m (Branik). Razlika med zimo in ostalim letom je predvsem v tem, da sonce čez dan večino leta jezero hladnega zraka razkroji. Zato mesečni povprečki srednjih dnevnih viškov z višino padajo, v nižjih legah $0,3^{\circ}$ — $0,7^{\circ}/100$ m, nad tisoč metri $0,6^{\circ}$ — $0,7^{\circ}/100$ m. Decembra in januarja pa traja večdnevna neprekinjena inverzija tolikokrat, da se to odrazi tudi v mesečnih povprečnih dnevnih maksimalnih temperatur, ki so decembra dokaj enake ali višje do višine Branika, januarja pa celo nekaj nad tisoč metrov nadmorske višine. Anketiranje kmetov na slovenjgraškem Pohorju je pokazalo, da v prisojnih legah cvetenje češnje, datum košnje in žetve žita ne zaostaja za dolino do okoli 900 m n. v. (Razprava o hribovskih kmetijah na Pohorju v slovenjgraški občini je v pripravi za tisk.)

Ako termalni pas opredeljujemo s srednjimi mesečnimi temperaturami (kot srednjimi vrednostmi med srednjimi minimalnimi in maksimalnimi temperaturami), ugotovimo iz naših tabel njegov obstoj novembra do višine 780 m (postaja Šmartno na Pohorju), decembra in januarja do višin 800—1000 m. Ako vrednosti v teh višinah primerjamo z izvenkotlinskimi

temperaturami, je gornja meja tako določenega obrata nižja. Septembra in oktobra vladajo dokaj izenačene temperature do višine 780 m, ker so takrat dnevne minimalne temperature v kotlini toliko nižje.

Obstoj višjih srednjih mesečnih temperatur aprila v Šmartnem na Pohorju, kot so izmerjene v Šentilju in v kotlinskem Šmartnem pri Slovenj Gradcu, bo moralo osvetliti nadaljnje vremensko merjenje. Prav tako bo potrebno ugotoviti, ali in v koliko so sorazmerno majhni gradienti pri dnevni minimalnih temperaturah ($0,3\%/100\text{ m}$) v dolgoletnem povprečju v višinskem pasu 780—1041 m pogojeni v naravi ali pa izhajajo iz merskih napak.*

Isto velja za potek marčevskih in aprilskih oziroma oktobrskih in novembrskih srednjih maksimalnih temperatur (pod. 1): v nižinah so si podobne, v višinah pa so jesenske znatno višje, verjetno zaradi toplih zahodnih vetrov.

Literatura

- Arhiv Hidrometeorološkega zavoda, HMZ SRS, Ljubljana.
- Bernot, F., 1957, Temperaturni obrat v spodnjem delu Ljubljanske kotline. 10 let Hidrometeorološke službe, Ljubljana.
- Blüthgen, J. — Weischet, W., 1980, *Allgemeine Klimatographie*. Berlin — New York.
- Furlan, D., 1965, Temperature v Sloveniji. Dela Inštituta za geografijo SAZU, 10, Ljubljana.
- Furlan, D., 1971, Rezultati meteoroloških opazovanj v Zgornji Kapli 1967—1970. Tipkopis. Knjižnica Hidrometeorološkega zavoda, Ljubljana.
- Furlan, D., 1974, Informacija o dnevni temperaturni raspodeli u dolinama i kotlinama za vreme različnih sinoptičkih situacija. IX. savetovanje klimatologa Jugoslavije. SHMZ, Beograd.
- Gams, I., 1959, Pohorsko Podravje. Dela Geografskega inštituta SAZU, 5, Ljubljana.
- Gams, I., 1970, Geomorfološke in klimatske razmere v Jugovzhodni Koroški. V: Jugovzhodna Koroška, Ljubljana.
- Gams, I., 1972, Prispevek h klimatogeografski delitvi Slovenije. Geografski obzornik XIX, št. 1, Ljubljana.
- Gams, I., 1972, Prispevek k mikroklimatologiji vrtač in kraških polj. Geografski zbornik, 13, Ljubljana.
- Gams, I., 1976, Hidrogeografski oris porečja Mislinje s posebnim ozirom na poplave. Geografski zbornik, XV, Ljubljana.
- Gams, I., 1977, O zgornji gozdni meji na Jugovzhodnem Koroškem. Geografski zbornik, 16, 1966, Ljubljana.
- Gams, I., 1981, Pokrajinsko-ekološka sestava Gorenjske. V: Gorenjska. 12. zborovanje slovenskih geografov Kranj — Bled, Ljubljana.
- Geiger, R., 1966, *The Climate near the Ground*, Cambridge-Massachusetts.
- Hočevar, A. — Petkovšek, Z., 1971, Doprinos k poznavanju razmer v jezeru hladnega zraka v Ljubljanski kotlini. Razprave. Društvo meteorologov, XIII, Ljubljana.
- Kovač, M., 1968, Temperature 300 metrske prizemne plasti v Ljubljanski kotlini. Razprave, X, Društvo meteorologov, Ljubljana.
- Petkovšek, Z., 1969, Pogostost megle v nižinah in kotlinah Slovenije. Razprave, XI, Društvo meteorologov, Ljubljana.

* Manjše gradiente v višinah 700—1000 m so ugotovili tudi v avstrijskih Vzhodnih Alpah (*Klimatographie von Oesterreich*. Oesterr. Akad. Wiss., Wien 1960).

- Petkovšek, Z., Hočevar, A., Rakovec, J., Paradiž, R., 1973, Širjenje onesnaženosti zraka v kotlinah. I. faza. Tipkopis. SBK 784/269-72. Knjižnica FNT, Ljubljana, Aškerčeva ul.
- Petkovšek, Z., v sod. Rakovec, J., Hočevar, A., 1975, 1977. Širjenje onesnaženega zraka v kotlinah. Tipkopisa. II. faza: 1975. III. faza: 1977. Istitam.
- Pučnik, J., 1962, Temperaturinversion in der Blejska kotlina. VI^e Congrès de Meteorologie Alpin, Bled, Beograd.
- Pučnik, J., 1972, Temperaturne inverzije v Ljubljanski kotlini. Razprave, XIV, Društvo meteorologov, Ljubljana.
- Pučnik, J., 1973, Temperaturne inverzije v Ljubljanski kotlini. Razprave, XIV, Društvo meteorologov, Ljubljana.
- Pučnik, J., 1980, Velika knjiga o vremenu, Ljubljana.
- Temperatura, veter i oblačnost u Jugoslaviji. Rezultati osmatranja za period 1924—1940. Hidrometeorološka služba FNRJ, Beograd, 1952.

TEMPERATURE INVERSION AND LAPSE RATE IN THE BASIN OF SLOVENJ GRADEC

Ivan Gams

(Summary)

The basin of Slovenj Gradec with its 32 km² of bottom in the altitude of 520—400 m is situated on the border of the Central Alps in NE Slovenia (Yugoslavia). On the border of the basin the highest peaks rise up to 1542 m in Pohorje Mts. and 1698 m (Uršlja gora) in the Eastern Karavanken Mts. At the bottom nearly a half of the surface is covered by woods and the rest by meadows and fields.

The temperature during the inversion have been measured at the sunrise time by means of electric thermometer mounted on the car 1,2—1,5 m above the ground. The lowest temperatures in the basin were found on the gravel and sand terraces used for meadows and fields (fig. 1 and 2). From there the cold breezes with a maximal speed of 1—2 m/sec drain the cold near-to-ground air from the basin into the Lower Mislinja valley along the surface inclination. The most important findings are that the air inflow into the basin during the inversion is not deriving from the mountain valleys. There higher temperatures were established than at the basin bottom. The only inflow of air was stated about one hundred metres above the basin bottom crossing the lowest, western border. According to the author the terrace gradient (7—13 m pro 1 km) is the best for the temperature inversion since a steeper gradient causes an adiabatic warming of descendant air. This is the reason why in Slovenia the coldest basins are not the deepest one and with the steepest slopes (Bohinj, Globodol) but the shallow one and with gentle inclination taken by dry meadows (Babno polje, Slovenj Gradec).

The frequent night temperature inversion controls the means lapse rate of the daily minimal temperatures measured at the weather station of Šmartno (452 m, in the basin) at 5,50 and 200 cm above the ground and checked at 7^h in the morning. The five years average of the minimal temperatures at 5 cm above the ground is 0.62°, at 50 cm 1.92° and at 200 cm 4.02°. Due to the different predominant weather in a month, there are significant variations from one month to another and from one year to another:

in the cold January 1981 the daily minimal temperature at 5 cm has been for $5,1^{\circ}$ lower than that at 200 cm above ground. In January 1980 the same difference mounts to $2,1^{\circ}$ C. The lapse rate between 5 and 200 cm above the ground is in winter months higher ($1,62^{\circ}/\text{m}$) than during the rest of the year ($1,39^{\circ}/\text{m}$). When the anticyclonic weather prevails the lapse rate decreases even in other seasons (April 1977: $2,2^{\circ}/\text{m}$).

In the table 1 (shown in the sketch 1 and 2) the data of the meteorological stations were grouped into two periods: for the first half of this century mostly and for the postwar time mostly. In the older times the daily minimal temperatures of the winter months were the same at the basin bottom as in the altitude of 1400—1800 m, in the rest of the year slightly above 1000 m (sketch 3). The lapse of the average maximal daily temperatures is normal and feeble in the thermal belt (Table 1). Due to the daily minimal temperatures the average monthly temperatures in the thermal belt are higher all the year round than at the basin bottom. The winters in the period 1966—1980 were warmer in the lowland as well as in the high mountains (Kredarica, 2514 m). As the summer temperatures of these years are slightly lower, the author believes a trend of the »atlantisation« is existing.

In the figure 5 there are shown the daily minimal temperatures for the basin station Šmartno (452 m) at 5 cm above the ground, and mountain station Uršlja gora (1698 m), at 200 cm above ground for the cold January of 1981, when the snow cover and anticyclonic weather prevailed. The rapid increase of air pressure at 6th January was followed by a daily (-25° C) temperatures lower for 7° C than in the last ten days of the month at the same air pressure (-18°).

The figure 6 shows the differences in the daily course of the temperature and humidity at the basin station Šmartno and 130 m higher (altitude 592 m).

The main conclusion is as followed. The high temperature inversion which is mostly intensified during the anticyclonic calm weather is so frequent during all the year that the mean daily minimale temperatures at the bottom basin are lower than in the higher altitudes, up to 1100—1800 m (the last one in January). Sunshine during the day normally breaks the inversion stratification. Therefore the daily maximal temperatures are normally diminishing with higher altitudes ($0,4-0,7^{\circ}$ C/100 m). Only in December and January the inversion stratifications last for many days and cause nearly the same daily maximal temperatures in the altitudes of 452 m (basin station) to 1000 m.

Due to the late spring frosts cherries and nuts are absent at the basin bottom.