

Razprave

TERMALNI PAS V SLOVENIJI

Ivan Gams*

Izvleček

Približno sto meteoroloških postaj, razvrščenih na dnu reliefnih depresij in na vzpetinah, dokazuje, da je nad dnom dolin, kotlin in kraških kotanj povsod v Sloveniji, razen ob neposredni obali morja, razvit termalni pas do približno 160–220 m r. v., v visokogorskih Alpah pa še višje. V njem so ne le minimalne, ampak tudi povprečne temperature višje. Razmerje minimalnih, maksimalnih in povprečnih temperatur znotraj inverzijske celice najbolje pojasnjuje pet postaj med 0 in 165 m r. v. na profilu čez dolino Mure.

Ključne besede: termalni pas, inverzijska celica, vzpetina, reliefna depresija.

THERMAL ZONE IN SLOVENIA

Abstract

About one hundred meteorological stations, located so on the bottoms of depressions as on the slopes, prove that everywhere in Slovenia above the bottom of a valley, basin and karstic depression, except in the direct proximity of the sea coast, thermal zone is developed up to 160–220 m of relative height, and higher in the highmountainous Alps. In it, the temperatures are higher, not only the minimum but also the average temperatures. The ratio of the minimum, maximum and average temperatures within the inversion cell is presented the best with the five stations located between 0 and 165 m of relative height on the cross-section of the Mura valley.

Key words: Thermal zone, Inversion cell, Slopes, Depressions.

Uvod

Meritve v Celovški kotlini so že v drugi polovici preteklega stoletja dokazale, da so na kotlinskem dnu ne le nočne minimalne, ampak tudi srednje letne temperature ponekod nižje kot na malo višjih postajah (Conrad, 1913). Kljub temu se tam kot tudi pri nas izraz termalni (toplotni) pas še vedno ni povsem ustalil. Ne poznata ga Furlan (1963) in Meteorološki terminološki slovar (1990). Omenja ga slovar WMO.

* Akad., univ. prof. v pokoju, Ul. Pohorskega bataljona 185, 61 113 Ljubljana, Slovenija.

Z. Petkovšek (1978, 1979, 1980 a, 1980 b) je po reliefu in po višini megle ugotavljal višine zgornje ploskve hladnega zraka v 12 kotlinah (vmes so štete tudi Anhovska, Idrijska, Črnomeljska, Novomeška, Selška, Gorenjevaška in Vipavska dolina), prostornino kotlinskega ozračja kot osnovo za izmero emisijskega potenciala, pri nekaterih pa tudi povprečne naklone pobočij in odprtost kotanje. V slovenski klimatogeografiji se je termin termalni pas bolj udomačil (Gams, 1972 a, 1972 b, 1972c, 1982, 1996). Statistično je dokazano, da so v tem pasu bolj zgoščeni vinogradi v Srednjih Slovenskih gorinah (Žiberna, 1992) in v Mirnski dolini (Topole, 1995).

Na mnogo večjo ohladitev zraka na dnu dolin in kotlin kot na višjem pobočju je opozorilo dejstvo, da ima v območju celinskega podnebja vzhodne Sibirije postaja Oimekon na n. v. 740 m povprečno temperaturo $-16,5^{\circ}\text{C}$, dolinska in 603 m nižja postaja Verhojansk pa $0,9^{\circ}\text{C}$ manj. Da je temperaturna inverzija intenzivna tudi v majhnih kotanjah, na krasu tudi v vrtačah, so ugotovile meritve na Tržaškem Krasu (Polli, 1961) in v madžarskem pogorju Bükk (Wagner, 1970). V spodnjeavstrijski uvali Gstettner – Alm (Grünalp) pa so namerili doslej v Evropi najnižje temperature. Tudi v Sloveniji je najnižja izmerjena temperatura na kraškem Babnem polju – $34,6^{\circ}\text{C}$ (Arhiv) in ne na Kredarici.

Da nastanejo v posebnih vremenskih razmerah na Kredarici (2514 m) kdaj pa kdaj višje temperature kot v nižinskih kotlinah, izvemo iz dnevnih vremenskih poročil na RTV. V tem članku nas zanimajo pogoste temperaturne inverzije, ko imajo dolinske (kotlinske) postaje — tudi v dolgoletnem povprečju — nižje temperature kot nekoliko višje ležeče postaje na dolinskem (kotlinskem) pobočju.

Termalni pas nam pomeni toplejši pas od tega na dnu dolin in kotlin in od onega nad njim in je torej najtoplejši pas v državi. Vprašanje, kje je najtopleje, pa ne zadeva samo znanosti. Pomembno je v kmetijstvu. V termalnem pasu so vsi naši vinogradi, obilo sadovnjakov, češenj in orehov in velik del vikendov. Na dnu kotlin in dolin, kjer prebiva približno 3/4 vseh ljudi, je podnebje očitno manj ugodno za rastline, ki jih prizadene pozna spomladanska pozeba in večja zračna vlažnost. V celinskem podnebju praviloma ne gojijo breskev, marelic in malo je orehov.

Pri opredeljevanju termalnega pasu se opiramo v glavnem na objavljene tridesetletne povprečke v izdajah Hidrometeorološkega zavoda Slovenije.

Vir za obdobje 1961–1990 je objava Zračne temperature 1961–90 (1995). To je manjši elaborat, označen kot Arhiv. Podatki za dobo 1951–1980 so povzeti iz Klimatografije Slovenije, I. zvezek, HMZS, 1988. Ostali viri so sproti navedeni. Ker je v ospredju obravnave termalni pas, bodo postaje nad 1000 m abs.v. izpuščene. V tej razpravi uporabljeni izrazi so isti kot v objavah Hidrometeorološkega zavoda: povprečna dnevna temperatura pomeni četrtno seštevka terminskih meritev in na tej podlagi so dobljene povprečne temperature za sezone, mesece, leta in opazovalni niz. Minimalne in maksimalne temperature dnevno odčitavajo s posebnega termometra ob 7. oz. 19. uri ne glede na dejansko pojavitev teh temperatur v preteklih 24 urah. V članku ne omenjamo ocene točnosti uporabljenih vremenskih podatkov, ker so ti razvidni v navedenih virih.

Termalni pas v dolini Mure

Ker niso nikjer v Sloveniji pobočne postaje nameščene v premi črti s postajami na dnu doline/kotline, se moramo opreti na postaje, ki so kjer koli v isti reliefni obliki. Le v Murski dolini delujejo poleg postaje na dnu v Murski Soboti še štiri pobočne postaje. Zato in ker so njihove relativne višine ugodne, bomo njihove temperature podrobneje analizirali. Vnešene v tabelo št. 1 so vzorčni primer inverzijske celice.

Vzorčna postaja na dnu doline je murskosoboška, ki je na odprtem travniškem svetu v mestni okolici. V pošte v bi prišle še postaje Beltinci, Rakičan in Dolnja Lendava, za katere so znani podatki za niz 1925–1940 (Temperature ... 1952). Vendar naj bi bilo tedaj po tem viru na teh postajah precej topleje kot na primer v Murski Soboti v nizu 1931–1960 (Furlan, 1963) ali v nizu 1961–1990 (Arhiv). Velike razlike so tudi pri dveh bližnjih postajah Rakičan in Murska Sobota. Zato ostajamo pri nizu 1961–1990. Prva pobočna postaja je 18 m nad dnom iztekajoče se slovenskogoriške doline pri Gornji Radgoni. Je v prisojni legi in na n.v. 234 m (Žiberna, 1992, str. 72). Zanj navajata publikaciji Temperature zraka, 1988, str. 131, in Zračne temperature, 1995, str. 45, napačno absolutno višino 205 m. 30 m nad kvartarno ravnino je nad mestom Lendava postaja z imenom Lendava (n.v. 195 m) na jugozahodnem dokaj strmem pobočju Lendavskih goric. Zaradi take lege lahko pričakujemo nekoliko nadpovprečne temperature za to višino. Postaja Podgradje je na severnih obronkih Ljutomerskih goric in ima v vseh omenjenih publikacijah HMZ navedeno nadmorsko višino 217 m in ime po imenovani vasi v podnožju gričevja blizu Ljutomera. Od leta 1954 deluje ta postaja na vrhu proti severu usmerjenega slemena v podgrajskem zaselku Vardovščak na n.v. 272 m, kar je 92 m nad Mursko ravnino pri Podgradju. Ti številki navaja tudi Žiberna (1992). Naslednja višja postaja je Jeruzalem. Je na vrhu razmeroma strmega slemena v smeri S–J v Ljutomerskih gorinah. Nadmorska višina postaje je 345 m, kar je 165 m nad dnom Murske doline pri Podgradju (izraz relativna višina v tem sestavku pomeni vertikalno razliko med postajo in najbližjo ravnino na dnu doline in ne do dolinske postaje).

Povprečne **minimalne temperature** v nizu 1961–1990 (tabela 1, diagram 1) se od dna doline glede na postajo Murska Sobota zvišajo od 4,1 °C do 4,9 °C na postaji Gornja Radgona, na 5,3 °C nad Lendavo in na 6,1 °C v Podgradju in 6,1 °C v Jeruzalemu. Med 92 in 165 m n.v. je torej tista meja, nad katero se minimalne temperature začno zniževati. Pri 165 m r.v. so povprečne minimalne temperature še vedno za 2 °C višje kot na dnu doline. Nadpovprečne razlike so od avgusta do vključno oktobra in v januarju, najmanjše junija in novembra. Junija je največ padavin, za manjše razlike v juniju in novembru pa je verjetno vzrok tudi vetrovnost. Največje razlike med avgustom in oktobrom se ujemajo s časom, ko se pritlehni zrak v manj vetrovni dolini ponoči bolj ohladi kot na bolj vetrovni višji postaji.

Znižanje **maksimalnih temperatur** z višino ima nižjo prelomnico.

V letnem povprečju ima Sobota 14,5 °C, Gornja Radgona 14,8 °C in Lendava (30 m r.v.) 15,2 °C, Podgradje (Vardovščak) pa manj, 14,6 °C. V Jeruzalemu je povpreček že nižji kot v dolini (14,1 °C). Toda v decembru in januarju, ko traja inverzijsko stanje pogosteje po več dni, je 165 m nad dolino povprečna maksimalna temperatura malo višja. Višje maksimalne temperature na postaji Gornja Radgona in pri Lendavi (15,2 °C) kot na dnu doline pri Murški Soboti (14,5 °C) je mogoče razlagati s prisojno lego postaj, malo pa je verjetno, da veljajo tudi za osojna pobočja. Razlike med dolinskim dnem in Podgradjem so pri povprečni temperaturi štirikrat manjše (14,3 °C : 14,6 °C) kot pri minimalnih temperaturah (4,1 °C : 6,3 °C). Le poleti je v Podgradju približno enako toplo kot na dnu doline. Na dnu doline je 55 dni z najvišjo temperaturo +25,0 °C ali več, v Jeruzalemu pa 47.

Tabela 1: Temperature (v °C) vremenskih postaj v Murški dolini (1961–1990).

Table 1: Temperatures (in °C) of the meteorological stations in the Mura Valley (1961–1990).

| Mesec — Month | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1–12 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| Postaja, n. v., relativna višina — Station, altitude, relative height | | | | | | | | | | | | | |
| Povprečne temper. — Mean temperatures in °C | | | | | | | | | | | | | |
| Murška Sobota 184 m (0 m) | -2,4 | 0,5 | 4,8 | 9,7 | 14,5 | 17,7 | 19,2 | 18,3 | 14,7 | 9,4 | 4,1 | -0,6 | 9,2 |
| Gornja Radgona 234 m (18 m r. h.) | -1,7 | 1,1 | 5,4 | 10,1 | 14,6 | 17,7 | 19,3 | 18,6 | 15,2 | 10,0 | 4,4 | -0,2 | 9,5 |
| Lendava 195 m (30 m) | -1,1 | 1,5 | 5,9 | 10,6 | 15,3 | 18,1 | 19,7 | 18,9 | 15,6 | 10,4 | 4,9 | 0,5 | 10,6 |
| Podgradje 270 m (90 m) | -0,8 | 1,6 | 5,7 | 10,2 | 14,6 | 17,3 | 19,2 | 19,0 | 15,6 | 10,6 | 4,9 | 0,7 | 9,9 |
| Jeruzalem 345 m (165 m) | -1,1 | 1,3 | 5,4 | 10,1 | 14,7 | 17,7 | 19,6 | 18,9 | 15,7 | 10,7 | 4,8 | 0,5 | 9,9 |
| Maksimalne temp. — Maximal temperatures | | | | | | | | | | | | | |
| Murška Sobota | 1,5 | 5,0 | 10,4 | 15,5 | 20,3 | 23,4 | 25,4 | 24,7 | 21,2 | 15,6 | 8,3 | 2,9 | 14,5 |
| Gornja Radgona | 2,0 | 5,4 | 10,6 | 15,7 | 20,4 | 23,5 | 25,6 | 24,9 | 21,5 | 16,0 | 8,6 | 3,3 | 14,8 |
| Lendava | 2,5 | 5,6 | 10,8 | 16,1 | 21,1 | 24,0 | 26,0 | 25,3 | 21,8 | 16,1 | 9,0 | 3,9 | 15,2 |
| Podgradje | 2,6 | 5,4 | 10,1 | 15,2 | 20,0 | 23,2 | 25,2 | 24,6 | 21,0 | 15,7 | 8,9 | 4,0 | 14,6 |
| Jeruzalem | 2,0 | 4,8 | 9,7 | 14,7 | 19,5 | 22,6 | 24,5 | 23,9 | 20,6 | 15,1 | 8,3 | 3,3 | 14,1 |
| Minimalne temperature — Minimal temperatures. | | | | | | | | | | | | | |
| Murška Sobota | -6,4 | -3,6 | -0,3 | 3,8 | 8,1 | 11,6 | 12,9 | 12,4 | 9,2 | 4,4 | 0,4 | -4,0 | 4,1 |
| Gornja Radgona | -5,2 | -2,8 | 0,5 | 4,7 | 8,9 | 12,3 | 13,7 | 13,4 | 10,2 | 5,5 | 0,8 | -3,4 | 4,9 |
| Lendava | -4,5 | -2,2 | 1,1 | 5,2 | 9,2 | 12,5 | 13,9 | 13,6 | 10,4 | 5,6 | 1,2 | -2,7 | 5,3 |
| Podgradje | 4,1 | 1,7 | 1,9 | 6,0 | 10,2 | 13,4 | 15,0 | 14,6 | 11,5 | 6,7 | 2,0 | -2,0 | 6,2 |
| Jeruzalem | -3,7 | -1,6 | 1,7 | 5,7 | 10,0 | 13,1 | 14,9 | 14,6 | 11,7 | 7,1 | 1,9 | 2,0 | 6,1 |

Absolutni minimi — Absolute minimal temperatures

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|-------|
| Murska Sobota | -17,2 | -12,7 | -8,0 | -2,7 | 1,1 | 5,5 | 7,3 | 6,5 | 2,6 | -3,2 | -7,7 | -14,4 | -20,1 |
| Gornja Radgona | -14,2 | -10,5 | -6,5 | -1,7 | 2,6 | 6,7 | 8,3 | 8,0 | 3,9 | -1,6 | -6,7 | -12,3 | -16,3 |
| Lendava | -14,0 | -10,1 | -6,1 | -6,0 | 2,7 | 6,9 | 8,9 | 8,3 | 4,5 | 1,7 | -6,2 | -11,6 | -16,3 |
| Podgradje | -13,2 | -8,9 | -4,7 | 0,4 | 4,4 | 8,3 | 9,9 | 9,9 | 6,5 | -0,1 | -4,9 | -10,0 | -15,0 |
| Jeruzalem | 13,9 | -10,8 | -7,6 | -2,6 | 1,7 | 5,6 | 8,0 | 7,5 | 3,9 | -1,8 | -6,8 | -10,9 | -15,4 |

Štev. dni z min. temp. 0,0° ali manj Number of days with minimal t. 0,0° or less

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
| Murska Sobota | 27,9 | 21,6 | 15,9 | 4,5 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 5,2 | 13,5 | 24,9 | 114,3 |
| Gornja Radgona | 27,4 | 21,3 | 13,1 | 2,4 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 3,2 | 14,4 | 25,0 | 105,2 |
| Lendava | 25,4 | 19,0 | 10,8 | 1,7 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 2,7 | 10,9 | 22,0 | 92,1 |
| Jeruzalem | 24,2 | 17,3 | 9,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 9,8 | 20,6 | 83,4 |

Minimalna temperatura 5 cm nad tlemi. — Minimal temperatures 5 cm above surface

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
| Murska Sobota | -8,0 | -5,1 | -2,5 | 1,2 | 5,4 | 9,2 | 10,8 | 10,3 | 7,1 | 2,4 | -1,4 | -5,7 | 1,9 |
| Razlika 5 cm: - 200 cm | 1,6 | 1,5 | 2,2 | 2,6 | 2,7 | 2,4 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 2,2 |
| Jeruzalem | -4,8 | -3,1 | -0,2 | 3,5 | 8,0 | 11,5 | 13,3 | 12,8 | 9,6 | 5,1 | 0,6 | -3,0 | 4,6 |
| Razlika 5 cm: - 200 cm | 1,1 | 1,5 | 1,9 | 2,2 | 2,0 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,0 | 1,3 | 1,0 | 2,1 |

Relativna vlaga v % — Air moistures in %

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Murska Sobota | 85,6 | 80,9 | 75,5 | 71,6 | 72,7 | 74,5 | 74,9 | 78,5 | 81,7 | 83,0 | 85,2 | 86,8 | 79,3 |
| Lendava | 84,9 | 80,7 | 75,4 | 73,9 | 75,6 | 77,7 | 77,4 | 80,3 | 83,5 | 84,6 | 86,2 | 86,6 | 85,0 |
| Podgradje | 81,9 | 79,3 | 73,1 | 68,2 | 71,5 | 73,3 | 74,2 | 76,7 | 79,0 | 80,8 | 82,3 | 83,0 | 85,7 |
| Jeruzalem | 83,5 | 79,8 | 73,2 | 69,9 | 72,5 | 74,9 | 73,6 | 76,6 | 79,1 | 80,8 | 83,9 | 85,0 | 77,7 |

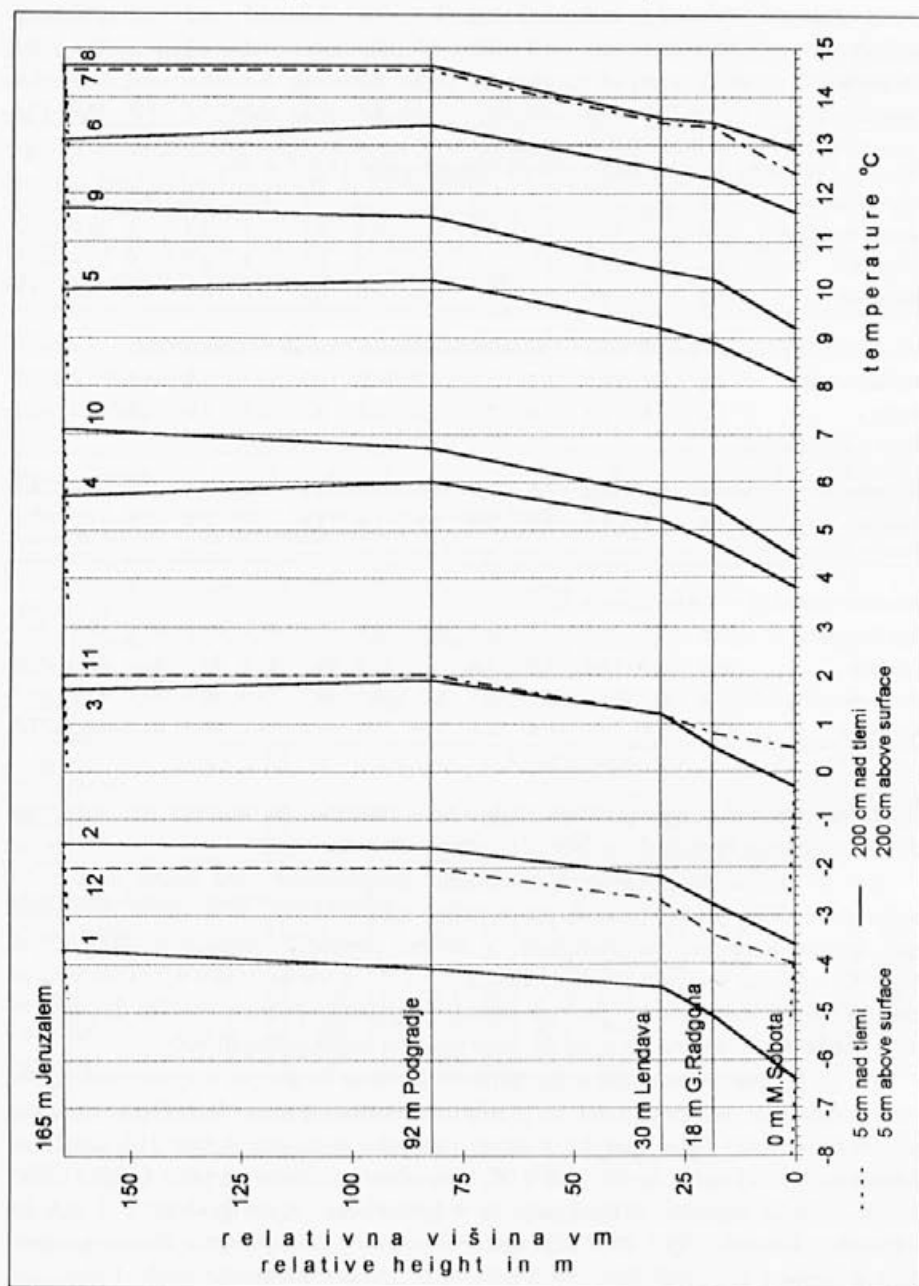
Temperature si v zgornji tabeli sledijo tako značilno, da ne more biti nobenega dvoma o obstoju inverzijske celice in o termalnem pasu v njej.

Ker so razlike pri povprečnih minimalnih temperaturah med dolino in pobočji večje kot razlike pri povprečnih maksimalnih temperaturah, se z višino zmanjšuje tudi dnevne temperaturne amplitude. V letnem povprečju znašajo na dnu doline 10,0 °C, v Gornji Radgoni 9,9 °C, v Lendavi 9,8 °C, v Vardovščaku 9,3 °C in v Jeruzalemu 8,0 °C. Amplituda je po vseh postajah najmanjša pozimi, narašča do julija in nato upada do decembra. Ta upad do zime pa je na nižjih postajah večji.

Ker se povprečne minimalne temperature z višino dvigujejo, z njimi vred upada proti Jeruzalemu tudi število dni, ko je **minimalna temperatura 0,0 °C** ali manj, kar se običajno ujema s številom dni s slano. Takih dni je na dnu doline 114. Do Jeruzalema se število zniža na 83. Pod 0 °C temperatura v dolini ne pade (1961–1990) junija, julija in avgusta. V Podgradju in v Jeruzalemu se jim pridružita še maj in september. Žiberna (1992, 80–83) je ugotovil podobno zmanjševanja dnevov s slano, roso in meglo v osrednjih Slovenskih gorah ter nakazal pomen za vinsko trto.

Diagram I: Minimalne temperature, Murska dolina, 1961–1990.

Diagram I: Minimum temperatures in °C in Murska dolina, 1961–1990.



Tudi njegove ugotovitve o zvezah med relativno višino in relativno vlago zraka so podobne tem v Murski dolini. Med Lendavo in Podgradjem je v letnem povprečku malo razlik (85,0 : 85,7 %). Nato relativna vlaga do Jeruzalema spet naraste na 88,6 %. Več je razlik pri relativni vlagi ob 7. uri. V Murski Soboti znaša 90,5 % in se znižuje do Podgradja (85,8 %) ter nato spet naraste do Jeruzalema na 88,6 % (Arhiv). Največja razlika pri vrhu gorice je jeseni, ko je manjša sušnost zraka ugodna za trto. Tudi v tem pogledu so relativne višine med 100 in 120 m najbolj ugodne za vinogradništvo.

Minimalne temperature so v Jeruzalemu od aprila do avgusta nižje kot v Vardovščku, septembra in oktobra pa za 0,2 oz. 0,4 °C višje. Še večja razlika je pri povprečnih **absolutnih minimalnih** temperaturah, ki so od marca do septembra v Jeruzalemu nižje kot v Podgradju. V letnem povprečku znašajo v Jeruzalemu -12,9, v Podgradju -15,0, v Lendavi -16,3, v Gornji Radgoni -16,3 in v Murski Soboti -20,1 °C.

Višinski porasti minimalnih temperatur, to je zviševanje na 10 m višine, z relativno višino upadajo. V najnižjem pasu (0–8 m) znašajo 0,7 °C, v naslednjem (18–30 m) 0,6 °C, med Podgradjem in Jeruzalemom (92–165 m) pa naraščajo po postopici 0,012 °C/10 m. Največji gradient je med 5 cm in 200 cm nad tlemi. Žal so dnevne minimalne temperature pri 5 cm nad tlemi znane le za Mursko Sobotu in Jeruzalem. V letnem povprečku, januarja in julija znašajo razlike med 5 in 200 cm:

- Murska Sobota (1961–1990), letno 2,2 °C, januarja 1,6 °C, julija 2,1 °C,
- Jeruzalem (1961–1990), letno 2,1 °C, januarja 1,1 °C, julija 1,6 °C.

Ker se torej z višino minimalne temperature zvišujejo — maksimalne so v prisojeh do malo čez 30 m r.v. — so **povprečne letne temperature** na naših postajah najvišje v Lendavi (10,0 °C), med 30 in 145 m r.v. pa 9,9 °C, kar je za 0,7 °C več kot na dolinskem dnu. Sobota in Jeruzalem imata enako mesečno temperaturo le junija. Pozneje se razlike povečujejo v prid Jeruzalema in dosežejo višek januarja z 1,3 °C.

Iz povedanega in iz tabele št. 1 je mogoče narediti naslednje sklepe o značilnostih termalnega pasu in inverzijske celice nasploh.

1. Osnovna značilnost termalnega pasu so višje minimalne temperature na dolinskem pobočju in so posledica tako pogoste temperaturne inverzije, da se kažejo v mesečnih in letnih povprečjih. Povprečne letne, povprečne absolutne in povprečne minimalne temperature ter negativni ekstremi imajo različno visoke mejnike, po katerih bi mogli določevati zgornjo mejo termalnega pasu.
 - 1.1 Temperaturni višinski gradienti upadajo z rastjo relativne višine in so največji med 5 in 200 cm nad tlemi. Razlika med minimi, izmerjenimi pri 5 in 200 cm, je na dnu doline v Murski Soboti (2,2 °C) večja, kot je med povprečnimi temperaturami v višini 200 cm med Mursko Sobotu in Jeruzalemom (2,1 °C).

- 1.2 Naraščanje povprečnih letnih minimalnih temperatur z višino se v Murski dolini zaustavi nekaj nad 100 m r. v. Ta višina avgusta in septembra presega 165 m relativne višine oz. abs. višino 345 m.
- 1.3 Čim nižje se spustijo nočne temperature, tem večje so razlike med 5 in 200 cm nad tlemi in tem večje so ponavadi razlike med dnom in termalnim pasom. Absolutne minimalne temperature so na r. v. 165 m v povprečju za 7,2 °C višje kot na dnu doline.
- 1.4 Za dva meseca daljša doba brez padcev nočnih minimov pod 0,0 °C, višji nočni minimi in manj rose pomenijo klimatsko prednost termalnega pasu za vinogradništvo pred dnom doline, kar je ugotavljal tudi Žiberna (1992) za osrednje Slovenske gorice.
- 1.5 V Jeruzalemu (165 m r. v.) znašajo povprečne minimalne temperature 5 cm nad tlemi 4,6 °C, v Murski Soboti pa znašajo celo 200 cm nad tlemi 4,1 °C. Prilehno ohlajeni zrak ne more z drsenjem z Jeruzalema niti teoretsko izpodrivati hladnega prizemnega zraka na dnu doline, ker se pri spustu v dolino adiabatično segreva. Lahko pa se malo nižje razteka vodoravno čez dolino. To velja za ves nižje na pobočju ohlajeni zrak.
2. Na prisojnih, južnih ali jugozahodnih pobočjih so vsaj do višin 30 m višji temperaturni maksimi kot na dnu doline. Ker se te temperature počasneje znižujejo z višino, kot rastejo minimalne temperature, so povprečne temperature v Jeruzalemu še vedno za 0,7 °C višje kot na dnu doline, le junija so izenačene. Pričakovati je hitrejše upadanje nad 165 m r. v., to je nad okoliškimi gričevnatimi slemenimi.
3. Na dnu doline so nižji povprečni minimi, nižji absolutni minimi in nižji ekstremi (slednji so v višini 200 cm v Soboti v letih 1961–1990 –31,0 °C, pri 2 m –32,6 °C, v Jeruzalemu –18,9 oz. –23,0 °C). To, večje dnevne temperaturne amplitude (10,5 : 8,0 °C) in večja amplituda relativne vlage zraka povzročajo na dnu doline bolj celinsko, v termalnem pasu pa bolj oceansko podnebje.

Termalni pas v submediteranskem podnebj

Zaporedje dolinske in treh bližnjih višjih postaj z različno relativno višino najdemo še na Krasu in na Goriškem. V kraškem svetu imajo podolja pri kopičenju ohlajenega zraka podobno vlogo kot doline v erozijskem reliefu. Tako podolje je v severnem podnožju hrbta z državno mejo z Italijo, ki se najvišje dvigne v Volniku (546 m). Severno od podolja se počasi dviguje Komenski ravniki. Nekajdnevne meritve v mesecu juniju so v tem podolju, in sicer v vrtačah pri Krajni vasi, že prej

ugotovile nižje temperature (Gams, I., Lovrenčak, F., Ingolič B., 1971) in obenem na daljšem prečnem profilu smeri S–J čez vse podolje (Petkovšek, Z., Gams, I., Hočevar, A., 1969). Vzhodneje od tod deluje na dnu podolja na n. v. 295 m postaja Godnje, ki je glede na višino hladna in dokaj "celinska" kljub bližini morja (povprečne minimalne 6,0, dnevna amplituda 10,6 °C). 2 km vzhodneje je na robu ravnika v letih 1961–1980 v Šepuljah, večidel pri pršutarni, delovala postaja okoli 40 m nad dnom že omenjenega podolja. 11 km proti SZ stoji oddaljena postaja Komen na rahlo napetem površju, ki se počasi znižuje za okoli 70 m proti Volčjemu Gradu, še počasneje pa proti vzhodu in jugozahodu. Po nadmorski višini je podobna Godnjam, ker je pod njo globlji Brestoviški dol. 7 km od Komna je oddaljena postaja Novelo pri Temnici. Je na n. v. 350 m na vrhu slemena, ki je vzporedno glavnemu hrbtu Fajtji hrib – Trstelj (643 m). Med obema slemenoma je suha dolina, ki se pogloblja proti zahodu in je pod Novelom približno 20 m globoka. Od Novela se pobočje hitreje znižuje za okoli 100 m proti jugojugozahodu, v ostale strani pa počasneje, tudi proti brestoviški suhi dolini, katere dno je več kot 250 m nižje od postaje. Naklon kraškega površja, kjer so naše postaje, je manjši kot v erozijskem reliefu.

Maksimalne temperature si po imenovanih postajah sledijo: 16,0, 16,0, 16,3 in 15,5 °C, minimalne temperature pa 5,8, 6,1, 7,7 in 8,3 °C. V isti smeri se zmanjšujejo temperaturne amplitude: 10,2, 9,9, 9,6 in 7,2 °C. Razlike med postajami so večje, kot so med že navedenimi pomurskimi postajami. 52 m višje od Novela je v vzhodnejši, 2 km oddaljeni vasi na vrhu istega slemena 7 let delovala postaja Temnica. Njene srednje letne temperature je Furlan (1965) interpoliral za niz 1931–1960 in dobil 11,3 °C, kar je za 0,4 °C več, kot ima Novelo v letih 1961–1990.

Drug niz s štirimi postajami je nad soško-vipavsko ravnico ob spodnji Soči. Na končni vipavski ravnici je vremenska postaja Bilje (53 m n. v.). V Brdih stoji 40 m nad ravnino postaja Vipolže, severneje pa je 100 m nad bližnjo dolino na vrhu slemena postavljena postaja v Vedrijanu. Tri za inverzijo pomembne temperaturne prvine, minimalne in povprečne ter amplitudo za letne čase in leto, prikazuje tabela 2 (Temperatura zraka 1961–1990, 1995).

V višjem termalnem pasu so nadpovprečno topli jesenski meseci in avgust, kar je posledica toplejših vetrov z oceana oz. morja (glej diagram št 2 in 3). Zaradi nejasnosti z višino postaje Šepulje izotermija med njo in hladnimi Godnjami v aprilu, maju in juniju ni povsem dokazana, čeprav je verjetna, saj prihaja tedaj v Brestoviškem podolju do zelo poznih spomladanskih pozeh in je verjetno nižji inverzijski zračni sloj debelejši (glej Gams, Lovrenčak, Ingolič, 1971, Petkovšek, Gams, Hočevar, 1969). Na postaji Vedrijan (okrog 100 m r. v.) je vse mesece višja minimalna temperatura in vse letne čase tudi povprečna temperatura kot na postaji Bilje, letni minimi pa so za 2,9 °C višji. To je precej več kot pri približno isti relativni višini v Murski dolini. K temu prispeva tudi večji vpliv morja v jesenskih in zimskih mesecih.

Tabela 2: Postaje iz termalnega pasu v submediteranski Sloveniji.

Table 2: Stations in the thermal belt in the submediterranean climate.

| Postaja, nadm. in r. v. Met. station, s. l. and rel. h. | Zima Winter | Pomlad Spring | Poletje Summer | Jesen Autumn | Leto Year |
|--|----------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| MINIMALNE TEMPERATURE — MINIMUM TEMPERATURES in °C | | | | | |
| Godnje, 295 m, 0 m | -1,5 | 4,8 | 13,3 | 6,6 | 5,8 |
| Šepulje, 320 m, 40 m | -1,0 | 4,9 | 13,3 | 7,3 | 6,1 |
| Komen, 289 m, 70 m | 0,3 | 6,8 | 15,0 | 8,7 | 7,7 |
| Novelo, 350 m, 100 m | 0,9 | 7,3 | 15,9 | 9,4 | 8,4 |
| POVPREČNE TEMPERATURE — MEAN TEMPERATURES | | | | | |
| Godnje | 2,4 | 9,9 | 18,9 | 11,1 | 10,6 |
| Šepulje | 2,9 | 10,7 | 19,7 | 12,0 | 11,3 |
| Komen | 3,3 | 10,9 | 19,9 | 12,3 | 11,6 |
| Novelo | 3,6 | 10,8 | 20,2 | 12,5 | 11,7 |
| AMPLITUDA — AMPLITUDE | | | | | |
| Godnje | 8,4 | 10,6 | 11,8 | 10,2 | 10,2 |
| Šepulje | 7,6 | 10,5 | 12,0 | 9,5 | 9,9 |
| Komen | 7,4 | 8,9 | 10,6 | 8,5 | 8,7 |
| Novelo | 5,7 | 7,4 | 8,5 | 6,8 | 7,1 |
| MINIMALNE TEMPERATURE — MINIMUM TEMPERATURES | | | | | |
| Bilje, 55 m, 0 m | -1,2 | 5,5 | 13,8 | 6,7 | 6,2 |
| Vipolže, 98 m, 35 m | 0,1 | 6,7 | 15,5 | 8,2 | 7,6 |
| Vedrijan, 285 m, 100 m | 1,7 | 8,1 | 16,4 | 10,2 | 9,1 |
| POVPREČNE TEMPERATURE — MEAN TEMPERATURES | | | | | |
| Bilje | 3,5 | 11,3 | 20,4 | 12,2 | 11,8 |
| Vipolže | 4,0 | 11,8 | 20,9 | 13,0 | 12,4 |
| Vedrijan | 4,3 | 11,7 | 20,6 | 13,3 | 12,5 |
| AMPLITUDA — AMPLITUDE | | | | | |
| Bilje | 9,5 | 11,9 | 13,3 | 11,9 | 11,7 |
| Vipolže | 8,6 | 10,6 | 11,6 | 10,7 | 10,4 |
| Vedrijan | 6,0 | 8,2 | 9,3 | 7,5 | 7,8 |

Opomba: Za profil Bilje – Vipolže – Vedrijan bi prišla v poštev tudi postaja Nova Gorica, ki pa je v robnem mestu in kot taka pretopla za našo primerjavo. To se kaže tudi v pretoplih zemeljskih temperaturah, merjenih na vrhu 10 m visokega griča (Gams, 1989, 17). — Relativna višina postaje Šepulje, ki je delovala od leta 1961 do 1980, je nejasna. Dolgo je bila ob pršutarni v vasi, kar je malo nad 350 m n. v. ali ok. 50 m nad dnom tamkajšnjega podolja čez Šmarje, in to na robu ravnika. V publikaciji Temperature zraka 1961–1990 ima n. v. 330 m.

Diagram 2: Minimalne temperature na Krasu, 1961–1990.

Diagram 2: Minimum temperatures in °C on the Kras, 1961–1990.

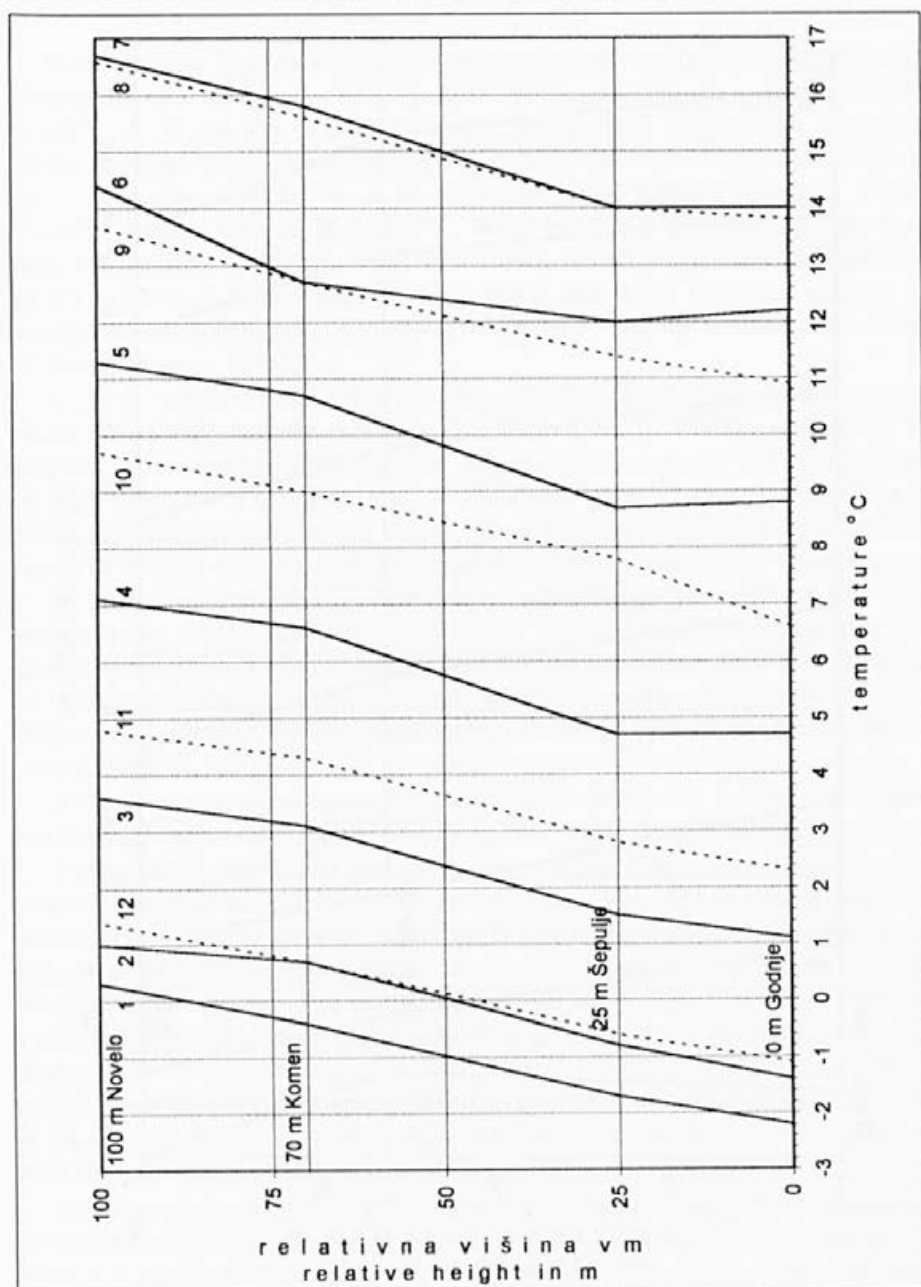
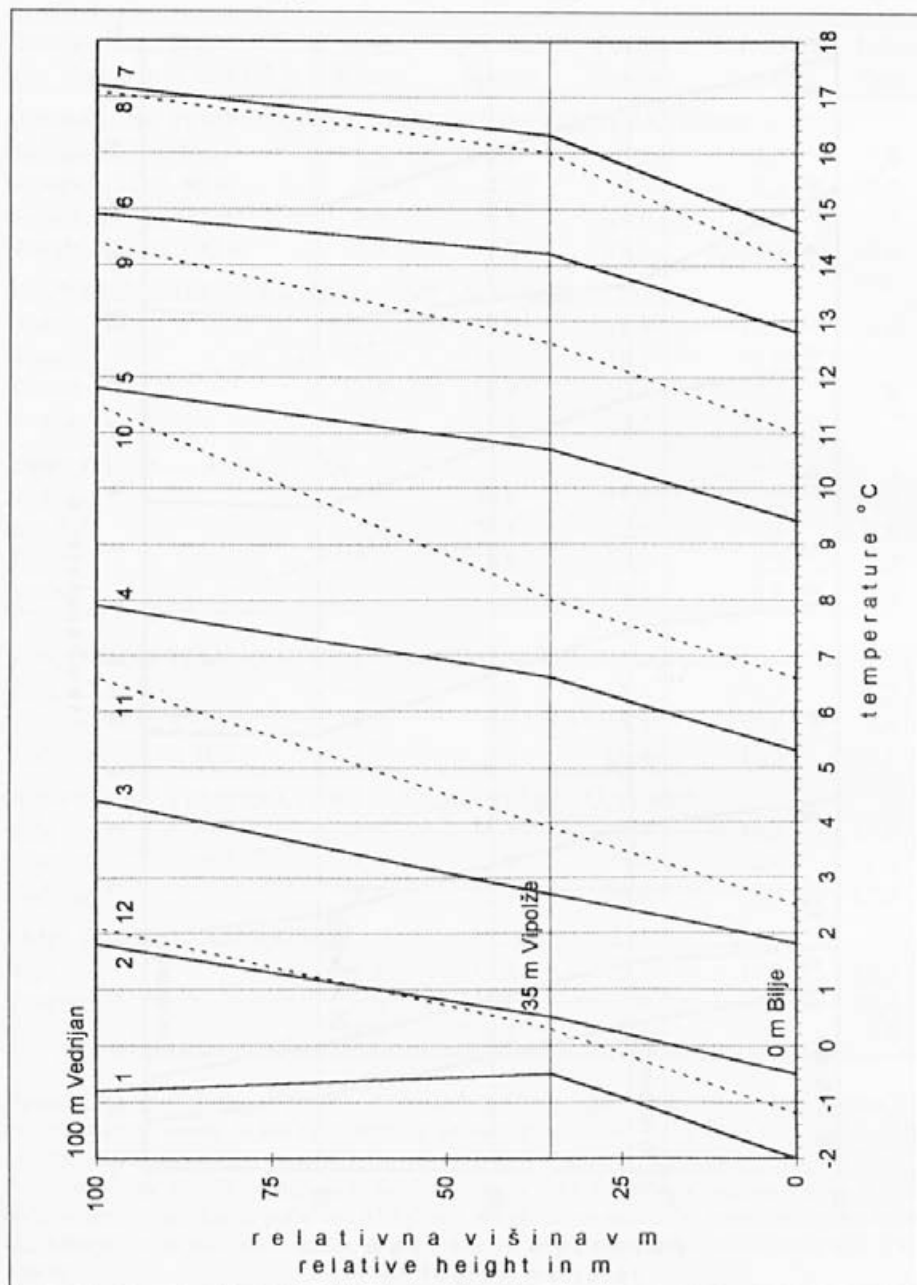


Diagram 3: Minimalne temperature na Goriškem, 1961–1990.
 Diagram 3: Minimum temperatures in °C in Goriško, 1961–1990.



Termalni pas v spodnjem delu Ljubljanske kotline

Nad kvartarno ravnino v spodnjem delu Ljubljanske kotline je najstarejša ljubljanska postaja. Na njej so v obdobju 1961–1990 namerili povprečno temperaturo je 9,8 °C. To je več, kot so postaje namerile na katerikoli drugi ravnini v celinski Sloveniji. Zaradi mestnega podnebja je ta postaja za naše namene neuporabna. Njeno mestno podnebje pride do izraza ob primerjavi s podeželskimi postajami v širši okolici Ljubljane: Lipe na Barju 8,8 °C, Volčji potok 8,6 °C, Ljubljana-Polje (pri tedanjem letališču, po Furlanu 1965, 1931–1960) 9,0 °C. Za termalni pas prideta v poštev še postaji Lipoglav (524 m), ki je 224 m nad robno barjansko ravnino, in postaja na vrhu Šmarne gore, n. v. 668 m (r. v. okoli 350 m, vse za dobo 1961–1990. Temperature zraka, 1995).

Če bi za postajo Vrhnika držala navedba o absolutni višini 310 m (Zračne temperature 1961–1990), bi lahko tudi njo uporabili za ilustracijo termalnega pasu, saj bi bila slabih 10 m nad barjansko ravnino v Vrhniku. Dejanska n. v. je 301 m in je začela delovati na Cesti v Močilnik (hišna št. 1) na robu mestnega naselja, a se je kmalu znašla obdana z enonadstropnimi hišami. Njeno letno temperaturo 9,1 °C lahko razlagamo kot odraz mestnega podnebja in jo primerjamo s temperaturo večjega mesta — Ljubljana-Bežigrad (9,8 °C). Za primerjavo s Šmarno goro bi prišla v poštev tudi postaja Brnik, a ima v nizu 1951–1980 za 1,0 °C nižjo povprečno temperaturo kot postaja Volčji potok. Ker so jo kasneje s travnika na nasprotnem robu letališke steze premaknili tik k letališki stavbi, se je minimalna temperatura v desetletju 1981–1990 dvignila za 1,7 °C nad najnižjo temperaturo v desetletju 1971–1980 (Zračne temperature, 1995, str. 257).

V tabeli št. 3 so izbrane postaje opremljene še z nekaterimi, za naše namene pomembnimi temperaturnimi podatki (vse za niz 1961–1990, Temperature zraka, 1995).

Temperature Lipoglava so glede na relativno višino videti nizke. Njegove minimalne temperature so za 0,9 °C nižje kot na postaji Jeruzalem, katerega absolutna višina je za 121 m in relativna višina za 59 m manjša. Postaja se je nahajala na zahodnem robu naselja Mali Lipoglav, nekaj metrov pod vrhom plečatega slemena na njegovi južni strani, in to okoli 30–50 m nad dnom dveh vzporednih pritokov Gobovška. Nižje ob ostrem zavoju pritoka se glavna dolina v gozdnatem območju močno zoži. Tja se steka s površja okoli Malega Lipoglava ponoči ohlajeni zrak, zastaja in oblikuje pravo mrazišče. Dolinasto površje iz dolomita, izkrčeno za njive in travnike, je okoli obeh naselij dokaj planotasto, na planotah pa so temperature nižje kot na strmejšem pobočju, ki imajo enake nadmorske višine.

Mali Lipoglav z zložnim reliefom spominja na hladno postajo Veliki Dolenci na severnem Goričkem. Večino let je delovala na vrhu plečatega slemena iz terciarnih kamnin v zaselku Šoštarin Breg pri Vel. Dolencih na n. v. 359 m in ok. 30 m nad

severno in južno gozdnato dolino. Sleme je dokaj zložno. Povprečna minimalna temperatura znaša 4,4 °C. Podobno višino, kot ima ta postaja nad pritoki Velike Krke, ima nad mursko ravnino postaja Lendava z minimalno temperaturo 5,3 °C, 165 m nad isto ravnino v Ljutomerskih gorica pa Jeruzalem s 6,1 °C. Postaja Veliki Dolenci se je pozneje preselila v bližnji zaselek Kutušov Breg, ki je del Šalovcev, vendar je naklon pobočja malo pod vrhom slemena v rahlo osojni legi podoben. To so vzroki za nizke temperature te postaje, ki še vedno nosi ime prvotnega naselja.

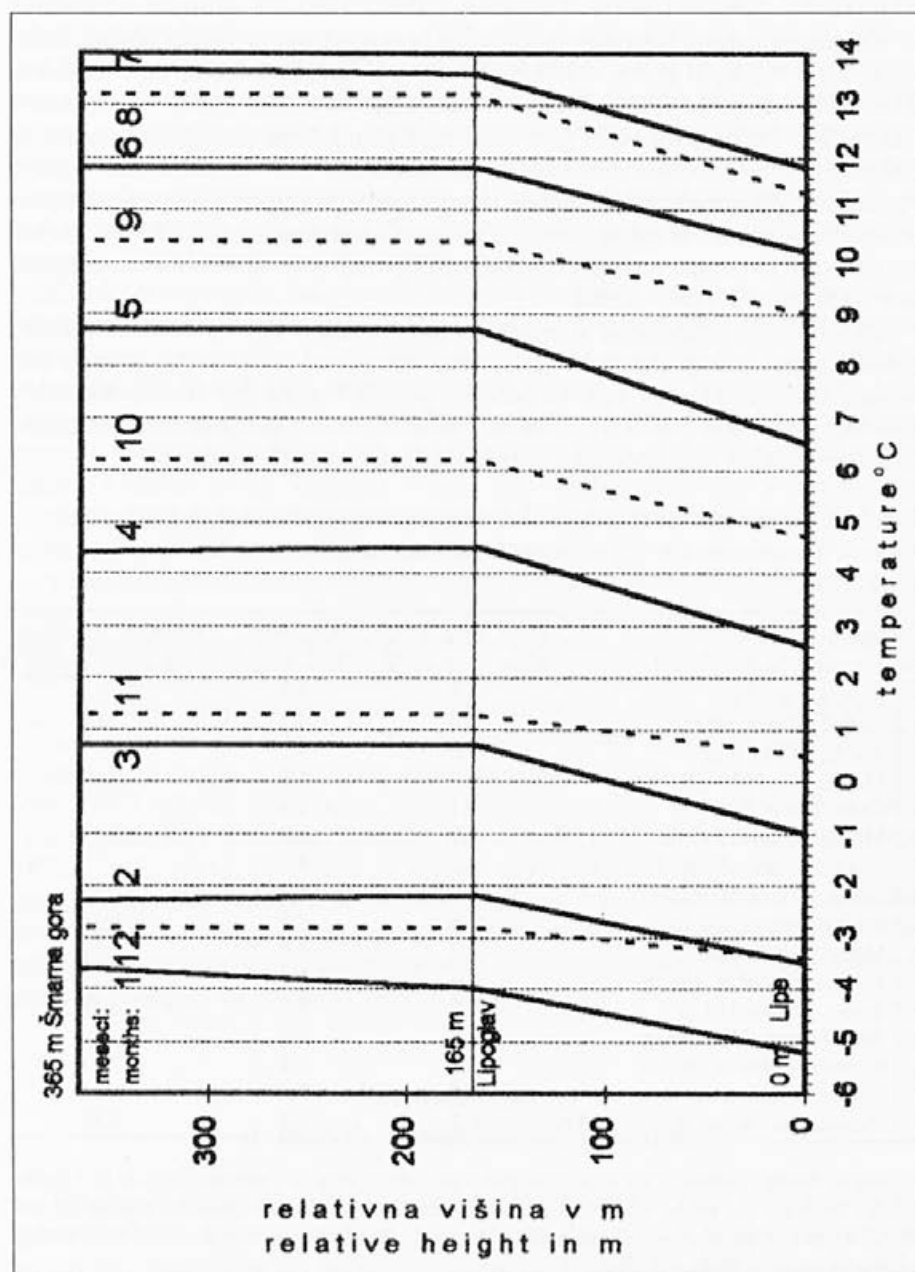
Tabela 3: Temperature obravnavanih postaj v Ljubljanski kotlini 1961–1990 v °C.

Table 3: Temperatures of the met. stations in Ljubljana basin 1961–1990 in °C.

| Postaja, n. in rel. viš. Station, altitude, r. h. | Zima Winter | Pomlad Spring | Poletje Summer | Jesen Autumn | Leto Annual |
|--|----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| MINIMALNE TEMPERATURE — MINIMUM TEMPERATURES | | | | | |
| Lipe, 290 m, 0 m | −4,0 | 2,7 | 11,1 | 4,8 | 3,7 |
| Lipoglav, 524 m, 224 m | −3,0 | 4,6 | 12,9 | 6,0 | 5,1 |
| Šmarna gora, 665 m, 350 m | −2,7 | 4,6 | 13,0 | 6,4 | 5,3 |
| POVPREČNE TEMPERATURE — MEAN TEMPERATURES | | | | | |
| Lipe | −0,5 | 8,7 | 17,5 | 9,4 | 8,8 |
| Lipoglav | 0,2 | 8,8 | 17,6 | 9,7 | 9,0 |
| Šmarna gora | −0,3 | 8,2 | 16,9 | 9,3 | 8,5 |
| AMPLITUDE — AMPLITUDES | | | | | |
| Lipe | 7,0 | 12,3 | 13,6 | 10,1 | 10,7 |
| Lipoglav | 5,8 | 8,9 | 10,0 | 7,9 | 8,2 |
| Šmarna gora | 5,4 | 8,7 | 9,6 | 8,4 | 7,8 |

Temperaturni profil Lipe (sredi Ljubljanskega barja) — Mali Lipoglav – Šmarna gora sega z nadmorskimi višinami (290, 524, 665 m) in relativnimi višinama (224 in 350 m) višje kot prej obravnavani profili v dolini Mure in v Primorju. Zato je primerjava obeh območij glede na letni čas lahko vprašljiva, vendar poučna. V Ljubljanski kotlini je med dnem in termalnim pasom (postaji Lipe in Lipoglav) pri minimalni temperaturi največja razlika spomladi (1,9 °C) in poleti (1,8 °C), v Murski dolini pa jeseni (2,7 °C) in pozimi (2,0 °C). Ponuja se razlaga, da je vzrok razlik v večjem številu jasnih dni v severovzhodni Sloveniji, kjer je tedaj manj padavin. V termalnem pasu pa je med postajo Lipoglav in 179 m nižjo postajo Jeruzalem največja razlika poleti (2,3 °C v prid Jeruzalema), sledi pa pomlad (1,2 °C); najmanjša je pozimi (0,6 °C). V višji poletni temperaturi Jeruzalema se odraža bolj ogreta celinska Panonija.

Diagram 4: Minimalne temperature na profilu Lipe – Šmarna gora, 1961–1990.
 Diagram 4: Minimum temp. in °C on the profile Lipe – Šmarna gora, 1961–1990.



Termalni pas drugod po Sloveniji, dokazljiv z manj številnimi postajami

Ob jugozahodnem robu Slovenskih goric je postavljena ravninska postaja Dravskega polja Starše, ki je z n. v. 309 m na nizki ježi nad aluvialno ravnico ob Dravi. 7 km daleč od nje je postaja Mestni vrh pri Ptujju 60 m nad dolino na slemenu s smerjo S–J. Po relativni višini je v sredi med pomurskima postajama Lendava in Podgradje. S povprečnimi minimalnimi temperaturami (5,8 °C) pa je blizu višjega Jeruzalema. Z visokimi temperaturami izstopa tudi v primerjavi z drugimi postajami v Slovenskih goricah (Žiberna, 1992). S povprečno temperaturo (10,0 °C) jo v celinski Sloveniji uvrščamo med devet najtoplejših postaj v termalnem pasu s temperaturo 10,0–10,4 °C. (1961–1990).

Za minimalne temperature v termalnem pasu prideta v Zgornjesavski (Jeseniški) dolini v poštev postaji Rateče, ki je le nekaj metrov nad dnem doline na rahlo prisojnjem zemljišču na robu vasi, ter pobočna postaja Planina pod Golico. Razlika v absolutni višini (864 in 970 m) je 106 m, v relativni višini (nad Dolino pri Jesenicah) pa 390 m. Spada v nižji gorski pas (terminologija Gams 1972 b in 1996).

Tabela 4: Temperature (v °C) dveh ali treh postaj v isti kotlini/dolini, 1961–1990.

Table 4: Temperature (in °C) of two or three stations in the same basin/valley, 1961–1990.

| Postaja, n. v., rel. višina Station, altitude, Rel. height | Povp. temp. v °C Mean temp. in °C | Min. temp. Min. temp. | Gradient °C/100 m Temp. lapse °C/100 m |
|---|--------------------------------------|--------------------------|---|
| 1.1 Žeje, 427 m, 0 m | 8,5 | 4,2 | |
| 1.2 Golnik, 500 m, 60 m | 9,4 | 5,2 | 1,67 |
| 2.1 Starše, 240 m, 0 m | 9,6 | 4,5 | |
| 2.2 Mestni vrh, 332 m, 80 m | 9,9 | 5,8 | 1,6 |
| 3.1 Celje, 244 m, 0 m | 9,1 | 3,8 | |
| 3.2 Miklavžev hrib, 385 m, 135 m | 9,3 | 4,9 | 0,15 |
| 4.1 Gornji Lenart, 150 m, 0 m | 9,7 | 4,6 | |
| 4.2 Pišece, 230 m, 60 m | 9,8 | 5,1 | 0,83 |
| 4.3 Sremič, 360 m, 180 m | 10,3 | 5,9 | 0,44 |
| 5.1 Mirna, 260 m, 0 m | 9,3 | 4,0 | |
| 5.2 Malkovec, 400 m, 160 m | 9,4 | 5,2 | 0,75 |
| 5.3 Sevno, 515 m, 215 m | 9,0 | 5,7 | 0,79 |
| 6.1 Stara Fužina, 547 m, 0 m | 7,6 | 2,7 | |
| 6.2 Koprivnik, 980 m, 365 m | 6,7 | 2,8 | 0,03 |
| 7.1 Rateče, 864 m, 0 m | 5,7 | 0,7 | |
| 7.2 Planina pod Golico, 970 m, 380 m | 6,2 | 2,1 | 0,37 |

Pojasnila: Postaja Golnik je na prisojnjem pobočju. Primerjamo jo s postajo Žeje, ki je v dolini Tržiške Bistrice, po kateri včasih piha hladni nočnik iz Karavank. Golniška postaja je približno 45 m nad bližnjo ravnico ob potoku Parovnik. Ker loči dolini le do 20 m višja terasa, navajamo višinsko razliko do Žej.

Postaji Malkovec in Sevno sta na razvodju Mirne, postaja Mirna pa je v vmesni kotlinici. Z obeh postaj na razvodju se lahko zrak preliva v sosednji dolini. Obe sta v vinorodnem območju. Par Stara Fužina – Koprivnik, zadnja postaja je v uleglini na robni planoti Pokljuke, se opira na niz 1918–1938 (Pučnik, 1980, str. 304–30). 380 m nad Jesenicami so na postaji Planina pod Golico povprečne in minimalne temperature še vedno višje kot na dolinski postaji Rateče. Najgloblja visokogorska kotlina Bohinj, v katero bi se glede na relief lahko do kotlinskega dna stekal ohlajeni pritlehni zrak z do pol leta zasnežih osojnih pobočij Bukovskih gora in z zaledja Komne, nima intenzivnega temperaturnega obrata. 117 m višja dolinska postaja Rateče, če so naši podatki pravilni, ima za le 1 °C nižjo povprečno in za 2,0 °C nižjo minimalno temperaturo kot Stara Fužina, ki je naselje na dnu Bohinja.

Celjska postaja se je, žal, preselila iz Levca na severni rob mesta. Kljub temu je razlika v minimalni temperaturi z 141 m višjo in toplejšo postajo na Miklavževem hribu v letnem povprečju 1,1 °C. Največja razlika je pozimi (1,6 °C) in najmanjša poleti (0,6 °C). V letih 1851–1880 so namerili v mestu 9,7 °C povprečne letne temperature, na isti n. v. v okolici pa 8,8 (Pučnik, 1980, str. 289). Če bi bila enaka temperatura v mestu tudi zdaj, bi bilo na Miklavškem hribu za 0,4 °C hladneje, v primerjavi z okolico pa 0,5 °C topleje. V nizu 1961–1990 je povprečna temperatura na griču, ki je tik nad mestnim središčem, le za 0,2 °C višja kot na postaji Celje, kar je lahko vpliv nad mestom se dvigajočega toplega zraka.

Gradienti, vnešeni v našo tabelo, potrjujejo podatke iz doline Mure, da se minimalne in s tem tudi povprečne temperature najhitreje dvigajo z višino v najspodnejšem pasu termalnega pasu. Z visokim gradientom izstopata dvojici postaj Žeje – Golnik (1,6 °C otoplitve na 100 m) in Starše – Mestni vrh (1,6 °C/100 m).

S hkratnimi krajšimi meritvami na prečnem profilu je bila inverzijska celica s termalnim pasom vred dokazana v zahodni Krški (Novomeški) kotlini, Babnem polju, Slovenjgraški kotlini in Koprskem Primorju (Gams, 1972 a, 1972 b, 1972c, 1982, 1990), 1971 a, 1989, 1990, Ogrin, 1995), s primerjavo dveh ali več bližnjih neenako visokih postaj pa v novomeški pokrajini, slovenjgraški ter v mariborski okolici (Gams, 1972c, 1982, 1986). Ob tržaški in koprski obali sicer ni kotlin in so temperature precej odvisne od oddaljenosti od obale. Toda na dnu rečnih dolin so nižji nočni minimi ponekod tako pogosti (glej Ogrin, 1995, str. 99), da zmanjšujejo povprečne temperature (primer postaje Domjo na ustju Glinščice), razlike v povprečni temperaturi med postajami na ravnici in višje pa so malenkostne.

Termalni pas na dolinskih in vzpetinskih postajah

Diagram št. 5 preverja trditev, da sta inverzijska celica in z njo vred termalni pas splošena pojava, ki nista omejena le na reliefne depresije. V diagram so vnešene povprečne, maksimalne in minimalne temperature glede na njihovo nadmorsko

višino, postaje pa so deljene na tiste na dnu dolin, kotlin ali kraških polj ter na tiste na vzpetini (v nadaljnjem besedilu: dolinske in vzpetinske postaje). Upoštewane niso mestne postaje Maribor -Kmetijski zavod, Maribor-Tabor, Vrhnika, Ljubljana-Bežigrad in Nova Gorica, saj na njih vpliva mestno podnebje. Če višja kvartarna terasa zavzema večino dolinskega dna, je postaja na njej prišteta h kotlinskim (primer: Radlje, Lesce). Posebej so zaznamovane postaje v submediteranskem podnebju. Vir podatkov je publikacija Zračne temperature (1995), za delitev postaj pa topografske karte in osebno poznavanje lege nekaterih postaj.

Na diagramu izstopajo postaje v submediteranskem podnebju (sem ni prišteta Ilirska Bistrica) s približno 2 °C višjimi temperaturami. Edino pri maksimalnih temperaturah so dolinske in vzpetinske postaje tako strnjene ob povezovalni poševni črti, da se med seboj skoraj ne razlikujejo. Vtis, da je nad 800 m n. v. vezna črta prekinjena, lahko izvira iz premajhnega števila postaj.

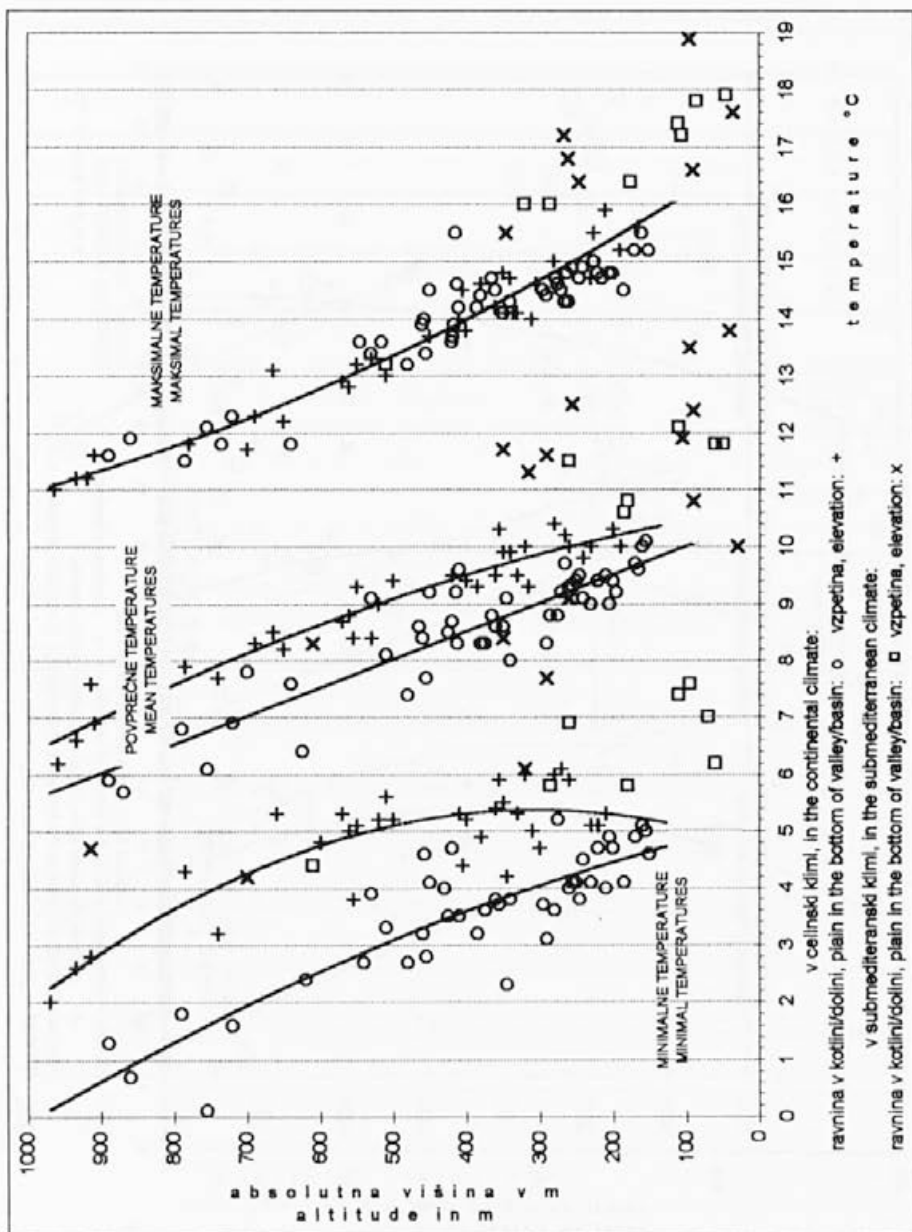
Največja razlika med dolinskimi in vzpetinskimi postajami je pri minimalnih temperaturah. Na nadmorskih višinah med 250 in 400 m postanejo minimalne temperature vzpetinskih postaj bolj razpršene, podobno je tudi nad n. v. 800 m. Domnevni vzrok je v razlikah med prisojami in osojami in v že zabeleženi trditvi, da prevladuje pod 660 m n. v. glede minimalnih temperatur skoraj tristo metrov debela homoterma plast. Vtis je, da so pri minimalni temperaturi največje razlike v višinah med 400 in 700 m in da se niže zmanjšujejo. Zmanjševanje razlik v nižjih legah je verjetno posledica nizkih in gostih postaj v subpanonski Sloveniji. Povprečne razlike minimalnih temperatur med dolinskimi in vzpetinskimi postajami so približno dve stopinji, razlike pri povprečnih temperaturah pa so polovico manjše.

V diagramu št. 6 so dolinske in vzpetinske postaje razvrščene glede na **relativno višino** nad dnem najbližje ravnine v dolini, kotlini ali kraškem polju. Podatki so pozeti po publikaciji Temperatura zraka 1961–1990 (1995). Izjeme so navedene sproti. Dolinske postaje so razvrščene na abscisi, le malo nad njo pa postaje na kvartarnih terasah. Čeprav je vzpetinskih postaj premalo za zanesljivejšo določitev poteka zveznice, nastaja vtis, da se slednja pri minimalnih temperaturah v spodnjem delu zakrivlja podobno kot na diagramu št. 5. Ker je nadmorska višina glavni vzrok za višino vseh treh vrst temperatur, imajo dolinske postaje na abscisi velik razpon.

V diagramu št. 7 so vnešene in enako razvrščene le tiste postaje, ki so bile doslej omenjene v besedilu ali vpisane v tabele. Izpisane so pri sledečem diagramu. Izjemoma so povezane s črto tudi submediteranske postaje. Razlike med dolinskimi in vzpetinskimi postajami so le malo večje kot na diagramih št. 5 in 6.

Diagram 5: Temperature in nadmorska višina.

Diagram 5: Temperatures and altitudes.



Vir: Temperatura zraka, 1995.

Source: Air Temperature, 1995.

Diagram 6: Temperature in relativna višina, 1961–1990.

Diagram 6: Temperatures and relative heights, 1961–1990.

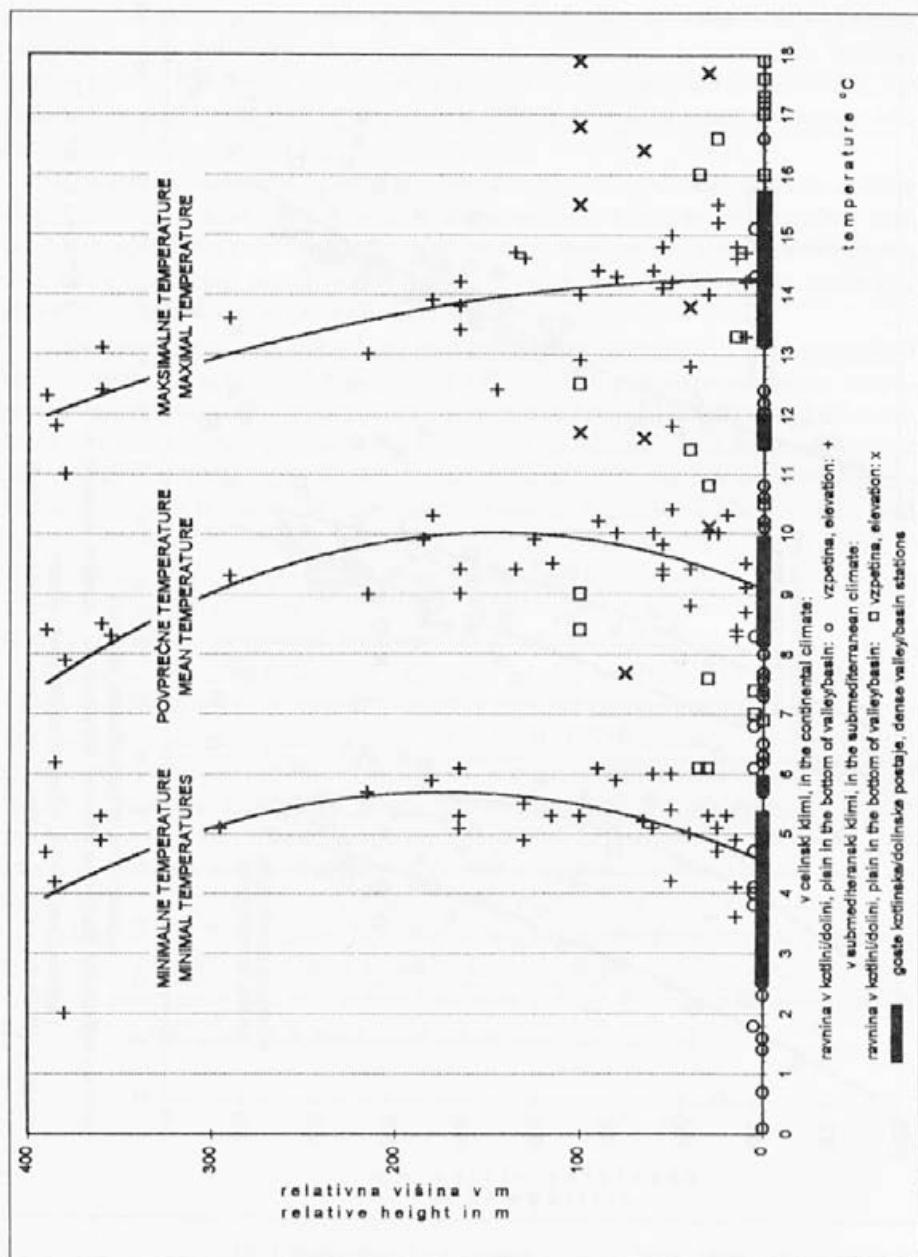
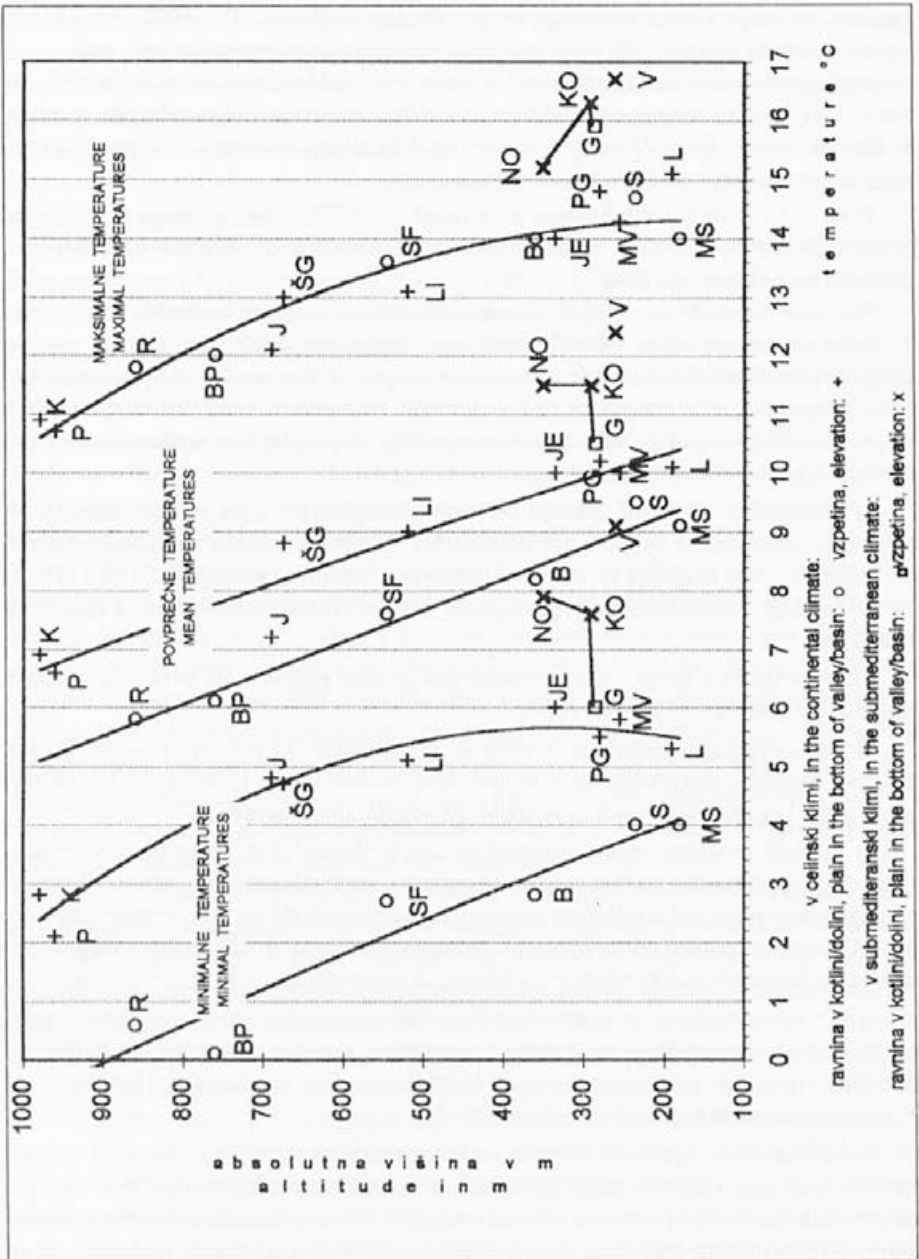


Diagram 7: Temperature izbranih postaj v kotlinah in na vzpetinah.

Diagram 7: Temperatures of selected met. stations in the basins and elevations.



Poskus razlage ugotovljenih razlik

Razlaga zgoraj nakazanih različnih višinskih gradientov zadeva razlago temperaturne inverzije, katere nastajanje je po mnenju Mellveena R. (1992, str. 131) še vedno predmet diskusij. Ta razprava nima namena, da bi iz razlik med našimi postajami opredeljevali delež različnih vrst inverzije. Te Meteorološki terminološki slovar (1990) deli na dvignjeno, frontalno, subsidenčno, turbulentno, višinsko in talno. F. Bernot (1957), ki je ugotavljal razlike med Ljubljano in vrhom Šmarne gore pri različnem vremenu, govori o treh vrstah inverzije.

Prva je z meglo čez vrh Šmarne gore (gradient $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$), druga je s toplejšo Šmarno goro in tretja, ko se inverzija začne šele v nočnih ali zgodnjih jutranjih urah in izniči v opoldanskem času.

Nas zanima predvsem skupni učinek vseh vrst inverzije na podnebje in s tem na višinsko pasovitost, saj je glavni namen tega članka opredelitev termalnega pasu in njegov vpliv na okolje, ne pa sam proces inverzije. Pri tem upoštevamo samo dolgotrajne povprečke, ki so rezultanta zelo različnih vremenskih stanj, ko temperature z višino naraščajo, upadajo ali vlada homotermija. Pri razlagi se naslanjamo na naslednja dejstva, ki izvirajo iz doslej navedenih podatkov:

a) Vrsta pobočnih postaj odstopa od posplošenega pravila, da so minimalne, povprečne in maksimalne temperature premočrtno skladne z rastočo nadmorsko višino. To nakazuje z več diagrami za vse vrste temperatur v svoji disertaciji D. Furlan (1963) in na podlagi nediferenciranih postaj tudi objava Temperature zraka 1961–1990 (1995, str. 13).

b) Inverzija in z no povezan termalni pas je tako pogosta, da pride do izraza v dolgoletnih temperaturnih povprečjih.

c) Pri upoštevanju nadmorskih višin so pri postajah, ki poznajo izrazito temperaturno inverzijo, povprečne letne temperature na dnu kotlin in dolin, za dobro stopinjo nižje kot pri enako visokih postajah na vzpetinah (Diagram 5).

d) Višinski gradienti med postajami na dnu kotlin/dolin in pobočnimi postajami nad isto kotlino/dolino so različni v subpanonski, submediteranski in gorati Sloveniji ter v glavnem pogojeni z reliefom oziroma z gričevnatim ali goratim svetom. Razlike so tudi v letnem poteku teh temperatur. Jesenske razlike so v submediteranski Sloveniji večje kot v celinski klimi, tu pa v Murski dolini večje kot v Ljubljanski kotlini.

e) V termalnem pasu so z rastočo višino najbolj skladne samo maksimalne temperature. Najvišje naraščajo minimalne temperature. Kot kaže, na to višino vpliva tudi višina vzpetin, in je višja med gorami (Ljubljanska kotlina, Julijske Alpe) ter nižja v subpanonskem in submediteranskem nižavju.

Doslej nakazane razlike je mogoče najlaže razložiti s prevlado radiacijske temperaturne inverzije. Ta začne nastajati v prizemnem zraku, ko dolgovalovno sevanje iz tal prevlada insolacijo (vsevanje sončne energije). To so pokazale tudi urne enoletne meritve na brniškem letališču. Razlika med postajo na letališču in toplejšim 25 m

visokim opazovalnim stolpom začne januarja hitreje naraščati po 16/17. uri in se povzpne do 4,1 °C opolnoči. Med 10. in 16. uro so tedaj razlike v obsegu 1,3 do 2,8 °C. Julija je dnevni potek drugačen. Med 10. in 18. uro je bilo v stolpu hladneje (0,1 do 0,9 °C), nato pa topleje, med 23 in 5. uro do 3,1 °C. V primerjavi s temperaturami v 25 m visokem stolpu so bile tedaj na vrhu Šmarne gore (667 m) višje temperature le v zimskih mesecih, a še tedaj je inverzija bila za nekaj ur prekinjena v popoldanskih urah (Kovač, 1968). Sklepi so v glavnem podobni našim iz Murske doline, le da je meja, ki je na Brniku pri 25 m višine, v Pomurju višja. Vendar pa dolgoletne minimalne temperature postaj Lipoglav in Šmarna gora dokazujejo višjo mejo, kot jo navaja g. Kovač.

Razlike minimalnih temperatur, ki so izmerjene v vremenski hišici 200 cm in 5 cm nad tlemi (Arhiv), so podobne na dnu Murske doline in na njenih pobočjih. Največje razlike med minimalnimi temperaturami pri 5 in 200 cm pa so v termalnem pasu v submediteranskem podnebnju. Pri postaji Murska Sobota znaša povprečna letna razlika 2,2, v Jeruzalemu 2,6, v Vedrijanu v Brdih 2,0, na postaji Beli Križ (Portorož), ki je bila na terasastem vrhu flišnega slemena, pa 4,2 °C. Pri omenjenih primorskih postajah so največje razlike julija, avgusta in septembra. Pri tem so na Krasu in v Brdih razlike med zimo in poznim poletjem večje kot v Portorožu (tu znaša temperatura pri 5 cm januarja -0,9 in februarja -0,3, decembra pa 0,7 °C, v Novelu -1,1 °C) (Arhiv). Vzroki niso povsem jasni.

Pri tleh na vzpetinah ohlajeni težji zrak lahko drsi po pobočju zaradi adiabskega segrevanja le tako dolgo, da doseže njegova temperatura temperaturo prostega ozračja. Pri drsenju se zmanjšujeta njegova absolutna in relativna vlaga, kar je pomembno za dodatno pospeševanje dolgovalovnega nočnega sevanja tal. Ker je v poletnih in jesenskih mesecih relativna vlaga manjša, je tudi dnevna amplituda temperature približno enkrat večja kot pozimi. Pomembno je, da znaša povprečna razlika med minimalnimi temperaturami na dnu dolin in kotlin ter tistimi na pobočju v termalnem pasu približno toliko, kolikor je med minimi, izmerjenimi pri 5 cm in 200 cm nad tlemi. Ta razlika je v submediteranskem podnebnju večja kot v celinskem, pa tudi razlika med zemeljskimi in zračnimi temperaturami (Gams, 1989).

Ker visoka megla ob inverziji v kotlinah in dolinah zavira dolgovalovno izgubljanje toplote iz tal, imajo izrazitejšo inverzijo in nižje nočne minime plitve kotanje s položnimi travnatimi pobočji. Slednja trditev izvira iz primerjave oblike kotlin z nizkimi temperaturnimi minimi. Po takih so znane postaje Babno polje, Šmartno pri Slovenj Gradcu, Brnik in Murska Sobota. Vsem je skupno, da je postaja na samem dnu. V širši okolici Slovenjgraške kotline se nahaja postaja na Ravnah na Koroškem na starejši kvartarni terasi 10 in v Radljah 25 m nad aluvialno ravnico. Povprečni minimi na Ravnah so 3,6, v Radljah 3,7, v Šmartnu pa 2,8 °C. Od omenjenih kotlin je bilo beleženo odtekanje ohlajenega zraka ob večji inverziji po Mislinjski dolini (Gams, 1982) in iz Babnega polja proti Loškemu polju (Gams, 1972 b). V prvem primeru je strmec dolinskega dna tak, da ob večji inverziji in zlasti po bolj gladki snežni odeji še dovoljuje odtekanje ohlajenega zraka v smeri proti Otiškemu vrhu,

hkrati pa se sapa pri drsenju manj adiabatno segreva (strmec med 500 in 350 m n. v. je ob Mislinji 6 m na 1 km). Ohlajeni megleni zrak iz Babnega polja se odteka po suhi dolini prek le nekaj metrov višjega prevala pri Jermendolu. Na pobočju Loškega polja se megleni slap razpusti. Četudi se mora zrak povzpeti čez gozdno drevje v tej suhi dolini, je zaradi odtoka zraka megla v Babnem polju plitva in ne more močneje zavreti nočnega ohlajevanja. Odtekajoči zrak nadomešča sapa, ki polzi po blagem dolomitnem in travniškem pobočju Debelega vrha. V več sto metrov globoki kotlini Bohinja, iz katerega otežuje odtekanje ozka in dolga soteska ob Bohinjski Bistrici, namerijo na postaji v Stari Fužini (547 m) povprečno minimalno temperaturo 2,8 °C, kar je 2,7 °C več kot je v Babnem polju (0,1 °C). V Bohinju bi pritlehno ohlajeni zrak lahko drsel z do pol leta zasneženih dvatisočakov do dna kotline, če se ne bi spotoma adiabatno ogreval. Absolutna najnižja temperatura je v Babnem polju -34,5 °C (5 cm nad tlemi -36,5 °C) in v Bohinju -26,3 °C (pri 200 cm). V primerjavi s hladnim Babnim poljem ima dolensko kraško polje Globodol, nad katerim se dvigajo gozdnata pobočja sklenjeno do ok. 100 m, zaradi vlažnih tal in slabe vetrovnosti izredno pogosto in visoko meglo in malo temperaturne inverzije (Gams, 1972 b).

Tudi v vrtačah in uvalah so hladnejša dna v plitvih travniških kotanjah (Gams 1972 b, Martinčič, 1977). Že uvodoma omenjena uvala Gstettneralm ima zložna travniška pobočja. Podobni plitvi kotanji na Notranjskem sta kraški polji Rakitna (minimalna 1,8 °C) in Bloke (postaja nekaj metrov na dnem z minimalno temperaturo 1,4 °C).

Hladne so tudi postaje na ravnih jasah na planotah: povprečna temperatura take postaje v Rudnem polju na Pokljuki (1931–1960, 1340 m) je 2,6 °C, kar je 1,4 °C manj kot na 180 m višji postaji pri Domu na Komni na pregibu planote v Bohinjsko kotlini. Postaja Rovtarica na Jelovici, ki je bila prav tako na jasi, ima na n. v. 1120 m le 4,8 °C (Furlan, 1965).

Od talnih dejavnikov, ki ob inverziji v kotlinah in dolinah vplivajo na zračne temperature pri 5 in 200 cm, je na vidnem mestu sestava tal. Zaradi boljše prevodnosti toplote skale, kot jo ima prst, in hkrati zaradi adiabatnega segrevanja pri drsenju po strmih skalnatih pobočjih se v kotanjah s strmimi skanatimi pobočji zrak ponoči manj ohlaja. Ratečani vedo, da piha v hladnih jasnih nočeh proti sredi Planice mrzla sapa s karavanške strani, kjer je pobočje sklenjeno pokrito z rušo in na travnikih ter pašnikih tudi s travo. Podobna hladna sapa piha od centralnoalpskega dela Mežiške doline ob Meži navzgor v apneniški kanjon v smeri proti Žerjavu. V hladnih depresijah so tudi velike razlike med dnevnimi maksimi in minimi. Od postaj iz niza 1951–1980 presega amplitudo 10 °C 27 postaj. Po padajoči vrednosti si sledijo Babno polje (11,9 °C), Rateče in Brnik (11,3), Celje (11,1), Rogaška Slatina, Nova vas na Blokah, Šmartno pri Slovenj Gradcu (10,7 °C) itd. Nadpovprečne amplitude imajo tudi primorske postaje, in to tudi na vzpetinah. Tam so nadpovprečne razlike jeseni, ko so precejšnje tudi razlike med temperaturo morja in zraka (Ogrin, 1995, 113). V Primorju so največje razlike med zračno in zemeljsko temperaturo v globini 5 cm (Gams, 1989).

Terenske občasne meritve nizkih nočnih temperatur v Babnem polju in v Slovenjgraški kotlini (Gams, 1972 b, 1982) ugotavljajo vpliv strnjenelega gozda. V njem se v višini krošenj ob t.i. dejavnostni meji (nemško: Tätigkeitsgrenze) ohlajeni zrak med krošnjo ugreza proti gozdnatim tloom, na katerem pa tudi na nagnjenem površju podrast in drevje zavirajo polzenje zraka.

Problem določitve spodnje in zgornje meje termalnega pasu

Za določevanje zgornje meje moramo v Sloveniji v upoštevanju predvsem višino, nad katero se ob inverziji minimalne temperature spet znižujejo, ali pa višino, na kateri so enake povprečne temperature kot na dnu doline/kotline.

Za določevanje zgornjega obrata **minimalne temperature** je na razpolago malo postaj. V območju Dravskega polja ima podobne minime kot kotlinska postaja Pragersko (251 m, 4,1 °C) Šmartno na Pohorju (785 m, 4,3 °C). Po njej bi sklepali na mejo pri približno 800 m n.v. ali ok. 500 m relativne višine. V visokogorskih kotlinah in dolinah v SZ Sloveniji sta dvojici postaj Rateče (864 m) (0,7 °C) in Planina pod Golico (970 m, 365 m r.v., 2,0 °C). V Bohinju ima postaja Stara Fužina (547 m) 2,1 °C, Koprivnik (980 m) pa 2,8 °C, kar navaja na mnenje o meji na podobni r.v. okoli 500 m. Domnevno je visoka tudi nad notranjskimi planotami. Tam ima Babno polje (756 m) 0,1 °C in postaja Poljane nad Loško dolino (1030 m) 3,6 °C. Vendar je postaja Babno polje izredno hladna. V spodnji Ljubljanski kotlini so minimalne temperature na postaji Lipe na Barju 3,7 °C, postaji Brnik 3,2 in Volčji potok 3,7 °C, na vrhu Šmarne gore v r.v. 350 m pa 5,3, kar dopušča mejo pri 500 m r.v. Pri določevanju točnejše meje si ne moremo pomagati z gradientom, ker je pod r.v. 350 m skoraj tristo metrov debela plast s podobnimi letnimi minimalnimi temperaturami.

Ker je v tej klimatogeografski razpravi v ospredju funkcijski vidik, se bomo pri ugotavljanju zgornje meje termalnega pasu raje naslonili na višino, kjer so enake **povprečne temperature kot na dnu dolin**. Z našimi diagrami št. 1, 2 in 3 te višine nismo dosegli. Laže si pomagamo s termičnim profilom Mirna (260 m, povprečna temperatura 9,3 °C) – Malkovec (400 m oz. 160 m r.v., 9,4 °C) – Sevnjo (215 m r.v., 9,0 °C). Podobna povprečna temperatura kot na dnu doline je torej pri okoli 180 m r.v., na n.v. 420 m. Zgornja meja sklenjenih vinogradov je v tem območju malo višja, a tam pridelujejo vino pretežno za domačo porabo (Topole, 1995). Naša zgornja meja termalnega pasu bi se tam približno ujemala s pridelovanjem vina za prodajo. Ker je na bizeljski postaji Sremič (360 m n.v., 180 m r.v.) povprečna temp. 10,3 °C, na postaji Pišece (230 m, r.v. 60 m) 9,8 °C in na kotlinski postaji Gornji Lenart (150 m n.v.) 9,7 °C, smemo v rahlo višjem ozemlju (Sremič je nad ozko prebojno dolino Save nad Krškimi) sklepati na to mejo pri rel. v. nekaj nad 220 m.

Do podobne višine pridemo po primerjavi povprečne zračne temperature postaje Lipe z ok. 220 m višjo postajo Lipoglav, ki je za 0,2 °C toplejša. V Škofjeloškem

hribovju je ta meja višja. 215 m nad dolino Sore je prisojna postaja Javorje (695 m n. v.), ki je za 0,9 °C toplejša kot kotlinska postaja Žiri. Ta pa je glede na svojo višino zelo hladna. V zahodnih Alpah je dvojica Rateče in Planina pod Golico. Slednja je s 380 m r. v. nad Dolino pri Jesenicah za 0,9 °C toplejša.

Na vzhodnem in južnem obrobju Slovenije se lahko pri določevanju zgornje in spodnje meje termalnega pasu naslonimo tudi na zgornjo mejo intenzivnega vinogradništva. Višine med 80 in 120 m nad dnom nižjih dolin veljajo v severovzhodni Sloveniji za najboljše. Na Dolenjskem gojijo trto malo više, do 450–500 m n. v., v Mirnski dolini do 550 m, krajevno celo več (Topole, 1995).

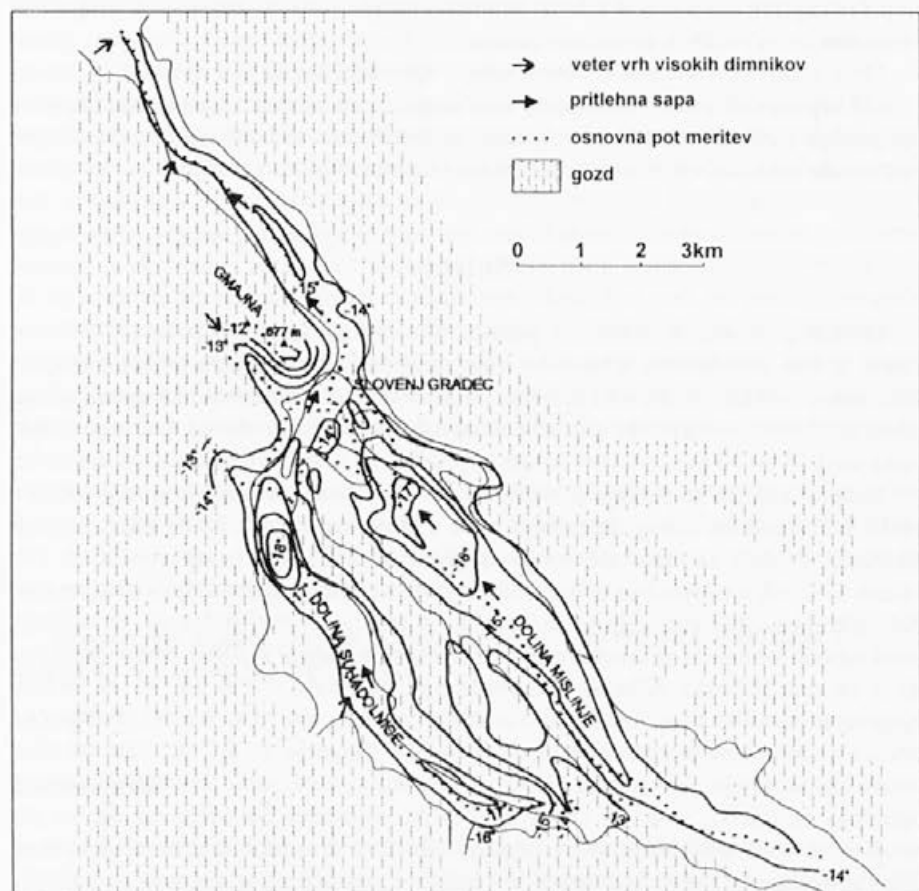
Kritika rezultatov

Izhodišče za ugotavljanje temperaturne inverzije in višine termalnega pasu je v naših primerih dolinska/kotlinska postaja. Na dnu dolin so večja krajevna odstopanja. To dokazujejo minimalne temperature 10. februarja 1966 v Slovenjgraški kotlini.

To kotlino sestavljajo tri doline, v katerih so nad aluvialno ravnico višje kvartarne terase. Najvišje leži terasa spodnjega Legna na pohorski strani, kjer je podolžni strmec največji. Spodnjo dolino Suhadolnice in najširšo dolino, Mislinjsko, loči približno 30–40 m visoka široka starokvartarna terasa Dobrova, na vrhu katere uspevajo na primer češnje in orehi, ki ju v dolinah nekdanje niso gojili.

9. in 10. februarja 1996 je vreme v Sloveniji določevalo področje visokega zračnega pritiska s središčem nad Vzhodno Evropo. Ob zračnem pritisku med 1020 in 1030 mb je bilo jasno vreme z zvezdnato nočjo. 10. februarja ob 6. uri je bila po radijskih poročilih temperatura na Rogli –10 °C in in na postaji v Šmartnu –15 °C. Meritve so bile opravljene v glavnem na krožni, na skici prikazani poti z avtomobilom, na katerem je bil nad sprednjim koncem 1,4 m nad tlemi pritrjen digitalni termometer. Na podlagi registriranih temperatur med 6 in 8. uro so vrisane v skico izoterme, ki so zunaj poti v glavnem interpolirane po relativnih višinah oz. drugod v teh višinah izmerjenih temperaturah. Razpored je podoben kot 31. 1. 1981 (Gams, 1982). Najnižja temperatura –18 °C je bila registrirana v najširšem travniškem delu doline Suhadolnice, med Štubuhom, Starim trgov in Radušami. Temperaturo –17 °C sta krajevno dosegla odseka doline ob zgornjem pritoku Janina in ob Mislinji med Trebuško vasjo in začetkom naselja Slovenj Gradec, kjer je negozdnata ravnina najširša. Nad omenjenimi odseki se dviga gričevje oz. terasa Dobrova. Na tej 40 m visoki terasi pri naselju Mislinjska Dobrova je bila temperatura med –13 in –14 °C, –13 °C je znašala temperatura tudi na najnižjem gričevnatem obodu kotline pri Grajski vasi na vrhu klanca za Ravne na približno isti nadmorski višini (510 m). Tako kot ob prejšnjih meritvah je tam tudi to pot pihala sapa od zahoda. Ob cesti na 470 m visok Rahtelov hrib (677 m n. v.) se je od doline do vrha temperatura zvišala na –11 °C, sapa pa je tam pihala izmenoma od Z in SZ. Ker je bil to zimo ta dan prvi večji mraz, je termometer med vožnjo skozi naselja (razen v središču Šmartna okoli cerkve) zabeležil večji porast kot ob prejšnjih meritvah, v severnem koncu starega

slovenjgraškega mesta krajevno do -13°C . Ob cesti skozi smrekov gozd od Starega trga skozi dolinico pritoka in do skupine novih hiš v Gmajni na poti za Rahtelov hrib in na cesti skozi gozdnato Dobrovo pri zaselku Mislinjska Dobrava se temperatura pri vzponu ali spustu za več deset metrov ni spremenila. Ker se je v zadnjih desetletjih mestno naselje razširilo po vsem končnem delu kotline, na cesti skozi njega ni bilo čutiti gibanje zraka po Mislinjski dolini v taki meri kot ob prejšnjih meritvah. Sapa v smeri strmca aluvialne ravnice ob Mislinji je bila v Spodnji Mislinjski dolini merljiva vse do okoli Šentjanža. Dim iz visokih dimnikov tovarne iveric se je tam usmerjal proti vzhodu. Po višjem dimniku je bila ta smer zaznavna tudi v Bukovski vasi, v Podgorju pa je visoki dim zavijal proti severovzhodu. Na izteku gorskih dolin v nižini ni bilo čutiti sape v smeri Slovenjgraške kotline.



Slika 1: Temperature med 6. in 8. uro, 10. 2. 1996 v Slovenjgraški kotlini.

Fig. 1: Temperatures between 06 and 08 hrs, February 10, 1996, in the Slovenjgraška kotlina basin.

Merjenje minimalnih temperatur v Slovenjgraški kotlini je ponovno razkrilo velike razlike minimalnih temperatur na dnu razmeroma majhne kotanje, v kateri so nočne temperature najnižje v najširših travniških delih aluvialne ravnice.

Čim hladnejša je postaja na dnu doline/kotline, tem večje temperaturne razlike dobimo po naši primerjalni metodi s termalnim pasom. Na dnu Ljubljanske kotline na primer deluje med n. v. 290 (Lipe) in 515 m (Lesce) sedem postaj. Če prezremo pretoplo ljubljansko mestno postajo (z minimalnimi temperaturami 1961–1990 5,5 °C), so njihove minimalne temperature v razponu med 3,3 °C (Lesce) in 3,2 °C (Brnik), povprečne temperature pa med 8,2 °C (Lesce, toda 8,7 °C na Bledu v letih 1931–1960) in 8,2 °C (Lipe). Maksimalne temperature dosledno sledijo nadmorski višini postaje. Med najtoplejšo in najhladnejšo postajo je pri povprečni temperaturi razlika 1,6 °C in pri minimalni temperaturi 2,3 °C. Približno toliko znašajo razlike med temperaturo na dnu dolin/kotlin in termalnim pasom.

Drug pomislek v točnost izračuna vzbuja vpliv lege postaj na vzpetinah.

Od vzpetinskih postaj, omenjenih v tej razpravi, so na izrazitem prisojnem pobočju postaje Golnik, Javorje nad Poljansko dolino, Pišcece in Lendava. Tam so temperature zato nekoliko višje in višina termalnega pasu nekoliko vprašljiva.

Sklepi

Dosedanje znanje o termalnem pasu na Slovenskem ni bilo popolno. Dokumentirano je bilo z občasnimi terenskimi meritvami in s primerjanjem redkih postaj na dnu doline/kotline z bližnjo na pobočju. V gričevnatem vzhodnem in jugozahodnem obrobju Slovenije je termalni pas od nekdanj nakazoval vinogradniški pas, ki je praviloma med 15 do 30 m nad dnom doline in približno 450 do 550 m n. v.

Razprava skuša na podlagi podatkov s približno 100 vremenskih postaj (objave HMZ RS) ugotoviti obseg termalnega pasu v vodoravni in vertikalni smeri po vsej Sloveniji. Postaje na vzpetinah imajo za približno 2 °C višjo minimalno in za približno 1 °C višjo povprečno temperaturo kot tiste z enako nadmorsko višino na dnu doline/kotline. Diferenciacijo podnebnih prvin znotraj inverzijskega oz. termalnega pasu najbolj omogoča primerjava petih vremenskih postaj v dolini Mure. Nad postajo na dnu (Murska Sobota) so pobočne postaje na r. v. 18, 30, 92 in 165 m, njihove minimalne temperature pa naraščajo za 2,2, 0,8, 0,4, 0,0 °C. Povprečne dnevne maksimalne temperature se do 30 m r. v. dvignejo za 0,7 °C, nato pa se z višino zmanjšujejo. Povprečne letne temperature med temi postajami najprej narastejo za 0,8 °C, med 92 in 165 m r. v. pa so enake. Še večje razlike so pri povprečnih absolutnih minimih (v razponu od –20,1 do –15,4 °C). Na dnu so brez slane trije, na r. v. 165 m šest mesecev. Gradienti minimalnih temperatur so največji med 5 in 200 cm nad tlemi (1,13 °C/1 m) in v prvih 30 m nad dolinsko postajo (0,4 °C/10 m) ter se nato hitro zmanjšujejo. Žal ne razpolagamo v nobeni drugi reliefni depresiji s podatki štirih pobočnih postaj. Primerjava z manjšim številom

postaj pa potrjuje mnenje, da so znotraj depresijskih oblik drobne razlike v razporeditvi temperatur. 165 m nad dnom doline Mure je za 2,0 °C, nad dolino Mirne za 2,2 °C, 325 m nad Ljubljanskim barjem za 1,2 °C in pri 350 m r. v. za 1,6 °C višja minimalna temperatura. Po zbranih podatkih večine postajnih dvojic najnižje temperature spet upadajo na relativnih višinah nad 500 m. Po večjem gradientu v nižjih legah izstopa zaledje Tržaškega zaliva, kjer je nad Brestoviškim podoljem na Krasu minimalna temperatura že pri 70 m r. v. za 1,9 °C, pri 110 m za 2,6 °C in nad Soško ravnino pri 100 m r. v. za 2,9 °C višja zaradi dotoka toplejših gmot s Sredozemskega morja in Atlantskega oceana.

Zaradi debele izotermne plasti v zgornjem delu inverzijske celice je lažje in smiselneje, zgornjo mejo termalnega pasu iskati tam, kjer je enaka povprečna temperatura kot na dnu dolin/kotlin. V subpanonskem in submediteranskem gričevju ni dovolj postaj za njeno točnejšo ugotovitev. V srednjem dolenskem gričevju in v ljubljanski okolici je pri okoli 200 m. Verjetno je v visokogorskih dolinah višja.

Naše določevanje zgornje meje termalnega pasu s primerjavo temperatur na postajah na dnu doline/kotline ima metodično sporno izhodišče, saj so znotraj dna temperaturne razlike. Razlike v mikroklimah nastajajo ne le zaradi drobnega reliefa, ampak tudi drugih dejavnikov. Med njimi je po mnenju avtorja v klimatogeografiji zamenjarjen vpliv vegetacijske odeje in razmerje med skalnatimi in neskalnatim površjem. Kotanje s skalnatimi in strmim pobočjem imajo manj temperaturne inverzije kot plitve in široke ter porasle s travo na suhih zemljiščih. Ker vseh teh prvin ni mogoče izraziti v številkah, je v tej razpravi nakazana shema inverzijske celice in termalnega pasu okvirna. Ne more pa biti dvoma, da velja v Sloveniji povsod tam, kjer je inverzijsko stanje tako pogosto, da vpliva na letne povprečke ne le minimalnih, ampak tudi povprečnih temperatur v termalnem pasu, ki je del inverzijske celice. Izjema so delno priobalne ravnice.

Zgornjo mejo termalnega pasu je bolj kot po minimalnih temperaturah smiselno določevati po povprečnih temperaturah, ki so enake kot v reliefnih depresijah okoli 200 do 250 m nad njihovim dnom, v višjih gorah pa domnevno višje. Vendar je za ugotavljanje drobnih razlik premalo postaj.

Zahvaljujem se univ. prof. dr. J. Rakovcu za več nasvetov za izboljšanje besedila in doc. dr. D. Ogrinu za pregled teksta.

Literatura

Arhiv Hidrometeorološkega zavoda Slovenije v Ljubljani. Podatki v tipkopisu z naslovom *Temperature v Sloveniji 1961–1990* v knjižnici Oddelka za geografijo FF, Ljubljana.

Bernot, F., 1957: Temperaturni obrat v spodnjem delu Ljubljanske kotline — 10 let Hidrometeorološke službe. HMZ LR Slovenije, str. 15–28.

- Conrad, V., 1913: *Klimatographie von Kärnten*. Wien.
- Furlan, D., 1963: *Temperature v Sloveniji*. Dela 7 Inštituta za geografijo SAZU, IV. r. SAZU, Ljubljana, str. 166.
- Gams, I., 1962: *Klima Krške kotline*. — *Dolenjska zemlja in ljudje*. DZ Novo mesto, 1968, str. 68–91.
- Gams, I., 1972 a: *Prispevek k mikroklimatologiji vrtač in kraških polj*. Geografski zbornik, 13, Ljubljana.
- Gams, I., 1972 b: *Prispevek h klimatogeografski delitvi Slovenije*. Geografski obzornik, 19, Ljubljana.
- Gams, I., 1972c: *Vprašanje klimatogeografske rajonizacije severovzhodne Slovenije*. Geographica Slovenica, 11, Ljubljana.
- Gams, I., 1982: *Temperaturni obrat in višinski gradienti v Slovenjgraški kotlini*. Geografski vestnik, 54, Ljubljana.
- Gams, I., 1987: *Dnevne maksimalne in dnevne minimalne temperature na Notranjskem*. Notranjska, zbornik 14. zborovanja slovenskih geografov. Zveza geografskih društev Slovenije, Postojna, str. 109–130.
- Gams, I., 1989: *Zemeljske temperature v Sloveniji in njihovo odstopanje od zračnih*. Geografski zbornik, 29, Ljubljana.
- Gams, I., 1990: *Klima Koprškega Primorja*. Primorje, zbornik 15. zborovanja slovenskih geografov. Zveza geogr. društev, Portorož, str. 35–42.
- Gams, I., 1996: *Geografija Slovenije*. MK, Ljubljana.
- International Meteorological Vocabulary, WMO, No 182, 1992. Geneve, str. 784.
- Kovač, M., 1968: *Temperatura 300 metrske prizemne plasti zraka v Ljubljanski kotlini*. Razprave Društva meteorologov Slovenije, X, str. 37–46.
- Klimatographie von Oesterreich*. 1960: *Temperaturen*. Wien.
- Martinčič, A., 1977: *Prispevek k poznavanju ekologije mrazišč v Sloveniji* — Botanično-ekološka skica. Razprave IV r. SAZU. Ljubljana.
- McIlveen, R., 1992: *Fundamentals of Weather and Climates*. Chapman & Hall, London, str. 131.
- Meteorološki terminološki slovar*. 1990: Slovenska akademija znanosti in umetnosti in Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana.
- Ogrin, D., 1995: *Podnebje Slovenske Istre*. Knjižnica Annales, 11, Koper, str. 381.
- Petkovšek, Z., Gams, I., Hočevar, A., 1969: *Meteorološke razmere v profilu Drage*. Zbornik Biotehnične fakultete, Ljubljana.
- Petkovšek, Z., 1978: *Relief and Meteorological Relevant Characteristics of Basins*. Zeitschrift fuer Meteorologie, B. 28, zv. 6, Berlin., str. 333–340.
- Petkovšek, Z., 1979: *Emisijski potencial SO₂ za večino kotlin Slovenije*. Razprave Društva Meteorologi Slovenije, 23, Ljubljana, str. 37–49.
- Petkovšek, Z., 1980 a: *Additional Relief Meteorologically Relevant Characteristics of Basins*. Zeitschrift für Meteorologie, 6B, 30, Berlin, str. 379–381.
- Petkovšek, Z., 1980 b: *Globine jezer hladnega zaka v kotlinah*. Savetovanje o vremenu i klimi. RHMZ Srbije, str. 104–114.

- Polli, S., 1961: Il clima delle doline del Carso triestino, Atti del XVIII. congresso geografico Italiano. Trieste, 4.–9. aprile 1961.
- Pučnik, J., 1980: Velika knjiga o vremenu. CZ, Ljubljana.
- Sauberer, F., Dirnhirn, I., 1953: Ueber die Entstehung der extremen Temperaturminima in der Doline Gstettner — Alm bei Lunz. Wetter und Leben, Jg. 8, Wien.
- Temperatura, vetar i oblačnost u Jugoslaviji, 1952: Rezultati osmatranja za period 1925–1940. Prilog poznavanju klime Jugoslavije, I: Hidrometeorološka služba FNR Jugoslavije. Beograd.
- Temperature zraka 1951–1980. Klimatografija Slovenije, prvi zvezek, Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana 1988.
- Temperature zraka 1961–1990. Klimatografija Slovenije, Hidrometeorološki zavod SR Slovenije., Ljubljana 1995, str. 356.
- Topole, M., 1995: Geoekološki pogoji za kmetijstvo in poselitev v Mirnski dolini. Doktorska disertacija, tipkopis. Oddelek za geografijo FF v Ljubljani
- Wagner, R., 1970: Kaltluftseen in den Dolinen. Acta climatologica, T. IX, f. 1–4, Szeged.
- Žiberna, I., 1992: Vpliv klime na lego in razširjenost vinogradov na primeru Srednje-slovenskih goric. Geografski zbornik, 32, SAZU, Ljubljana.

Summary

Unfavourable for the development of temperature inversion in Slovenia are rather large quantities of annual precipitations (on the average 1500 mm) and the related relative humidity of air; favourable are the lee locations on the southeastern margins of the Eastern Alps, and the numerous deep valleys and basins. In the Dinaric Karst, a similar role is assigned to numerous sinkholes, ouvalas, poljes and dry valleys. The statements on the existence of thermal zone occurring in the higher parts of an inversion cell were established in the climatogeographic literature in Slovenia on the basis of periodic cross-section measurements in sinkholes, poljes and, exceptionally, also basins. The purpose of this study is to confirm or reject the thesis on the existence of thermal zone on the entire territory of Slovenia, and concurrently, to extend the knowledge about temperatures in inversion cells. Applied were the tables on the minimum, maximum and average temperatures for the 1961–1990 period, as had been published by the Hydrometeorological Institute of the Republic of Slovenia. These are the average values in which different types of temperature inversions are included, as well as weather situations without temperature inversions, i.e., with the normal decrease in temperature with the rising altitude.

In the first part, the minimum temperatures, above all, from several stations at different heights on the slope of the same valley/basin are compared with those from the station at the bottom of that same valley/basin. The most perfect is the cross-sec-

tion of the Mura valley in the hilly region of northeastern Slovenia, belonging to the subpannonian climate. The temperatures and their differences between stations in all the tables and in the text are stated in the Celsius degrees, and heights in meters.

- Valley bottom
- The slope — relative height above the bottom (in meters)
- Minimum temperatures — 5 cm above the ground
- Daily minimum temperatures
- Average absolute minimums
- Number of days with minimum temperatures 0.0 °C or less
- Number of months without temperatures 0.0 °C or less
- Maximum temperatures
- Daily amplitude
- Average temperature
- Relative humidity of air in %

The minimum and the average temperatures increase parallel with the increase of relative height, while the maximum daily temperatures increase only up to 30 m of relative height, then they start decreasing; on the entire cross-section, the average absolute minimums decrease upwards, while the relative humidity start decreasing only from 92 m of relative height upwards. Temperature gradients at minimum temperatures are the greatest between 5 and 200 cm above the ground (at this height, the instruments are installed in Stevenson screens, where temperatures are regularly read; the average temperatures are calculated according to the formula: $07 \text{ hrs} + 14 \text{ hrs} + 2 \times 21 \text{ hrs} / 4$), and they rapidly decrease with the growth of the relative height. Most of the foregoing parameters manifest more favourable climatic conditions for the growing of grapevine which is not grown at the bottoms of the plains. Vineyards having bottom edges about 20–30 m above the bottoms of the valleys, and extending up to about 450–550 m of the absolute height are a general phenomenon in the marginal hills of Slovenia, and also an indicator of thermal zone.

In the submediterranean climate of Slovenian Littoral the data are analysed from the stations on two depression cross-sections in the hinterlands of the Trieste Gulf. In the first cross-section, the annual averages of minimum temperatures follow one another in the upwards direction as follows: the bottom of depression, 5.8 °C; at the relative height of 40 m, 6.1 °C; at 70 m, 7.7 °C; and at 100 m, 8.4 °C. In the second cross-section, the temperatures at the stations were as follows: at the relative height 0 m, 3.5 °C; and at 100 m, 6.2 °C, 7.6 °C and 9.2 °C. Differences are the greatest in autumn when the night cooling already reduces the temperature of soil in depressions, while the temperature of the higher atmosphere is less reduced because of the influence of winds from the Mediterranean and the Atlantic. Owing to the same cause, the temperature differences between the bottoms of depressions and the thermal zone are the greatest in Slovenian Littoral.

At three stations located 160–180 m above the bottoms of three basins in the medium-high mountains, in the continental climate, the minimum temperatures are higher than those at the bottoms: by 1.4 °C in the Ljubljanska kotlina basin, by 1.3 °C in the Krka valley near Krško, and by 1.2 °C in the Mirna valley. Since the temperatures at the bottoms of mountainous basins are lower, too, the minimums on the slopes are also correspondingly lower. In the surroundings of Ljubljana, a layer occurs between 275 m and 360 m of relative height, where the average annual temperatures are similar, yet, at the relative height of 360 m, the minimums in winter are higher than those at the level bottom. It proceeds from these comparisons that, in details, differences in inversion cells occur between individual landform units. However, thermal zone is present in all the examples of agitated landforms, except on the direct coast of the Trieste Gulf in the Koper Littoral, where the proximity of the sea is the prevailing factor.

In the second part of the paper, about 100 meteorological stations in Slovenia extending over 20,256 sq km (stations in towns are not taken into account), are presented with two diagrams. In the first one, the stations in the valleys and on the slopes (elevation stations) are ranked according to their altitude above sea level, and in the second one, they are ranked by their relative heights above the bottom of the nearest valley/basin/dry valley. It is evident that the stations on the slopes have by 1.5 °C to 2.0 °C higher minimum temperatures than those at the bottoms of the valleys/basins of the same altitude above sea level. In the annual average, this difference is smaller by a half at the average temperatures, and it is not discernible at the maximum temperatures, which evenly decrease with the altitude. These two diagrams confirm the existence of thermal zone in the entire continental Slovenia. The next diagram includes the minimum, maximum and average temperatures only for the stations which are discussed in detail in the text. Here, the minimum temperatures of the elevation stations are by 2.5 °C higher than those at the same altitude above sea level but located on the bottoms of the valleys/basins. In all the diagrams deviate the specially marked warmer stations in the submediterranean part of Slovenia.

Rather intense data deviations of the stations in the diagrams result from the fact that the stations on the slopes are compared with the station in a valley, the temperatures of which are modified by the microlocation in larger or smaller area of grassland, the proximity of a settlement or location in it, the settling density, and the landforms. Less explicit temperature inversion occurs in deep, high-mountainous basins with steep, rocky slopes (an example: the Bohinj valley with over 1000 m high slopes), and the most explicit inversion occurs in shallow, gently sloping depressions which are overgrown with dry grass. In one of such karst poljes (756 m above sea level, only several tens of meters deep), the absolute minimum temperature in Slovenia (–34.5 °C) was registered during an inversion, and not at the station located at the altitude of 2514 m. On the other hand, the temperatures registered on slopes are modified up to approx. 1 °C by the sunny or sunless side location of a station. However, all the modifying factors could not be quantified.

To illustrate the extent of microlocation influence on the minimum temperature, a sketch of the Slovenjgraška kotlina basin is published in the study, with the minimum temperatures measured with a digital thermometer 1.5 m above the ground during an inversion. The lowest registered temperatures were by 3 °C lower than those registered in the nearby weather station at the height of 200 cm above the ground. After the gained experiences with the registration of minimum temperatures in the Globodol, the sinkoles, and the Slovenjgraška kotlina, the author believes that the influence of vegetation cover (grass, fields, coniferous, deciduous woods) is underrated in the existing climatological literature.

The upper limit (above which the minimum temperatures start decreasing again with the increase in height), mainly between 400 m and 500 m of relative height, lies on top of a thick air layer with the similar temperature, and it is rather difficult to be determined. Therefore, proposed for the upper limit is the relative height where the average temperatures are equal to those at the bottom of a valley/ basin. According to the assessment made on the basis of several stations, this limit in the continental climate of Slovenia lies in the relative height of about 220–250 m above the bottoms of valleys and basins, and it lies higher in the high-mountainous landforms. In the lower hilly margins of Slovenia, this limit approximately coincides with the winegrowing zone, but not in the areas where the bottoms of the valleys/basins, where vineyards do not occur, lie at the altitude of 250–300 m above sea level.