

RAZPRAVE

**VPLIV RELIEFA NA OBLIKOVANJE NEKATERIH
MEZOKLIMATSKIH TIPOV V SLOVENIJI**

AVTOR

Matej Ogrin

Naziv: univerzitetni diplomirani geograf

Naslov: Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, Aškerčeva cesta 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: matej.ogrin@ff.uni-lj.si

Telefon: 01 241 12 58

Faks: 01 425 93 37

UDK: 551.584(497.4)

COBISS: 1.01

IZVLEČEK

Vpliv reliefa na oblikovanje nekaterih mikroklimatskih tipov v Sloveniji

V Sloveniji se na kratkih razdaljah menjavajo reliefni tipi, ki vplivajo na oblikovanje različnih mikroklimatskih in mezoklimatskih lastnosti. Članek prikazuje skupek vplivov nekaterih večjih reliefnih oblik v Sloveniji na njihovo klimo. Delo temelji na sintezi že znanih del, v nadaljevanju pa sledijo novi primeri preučevanja vpliva reliefa na klimatske lastnosti v okolici in umestitev novih dognanj v že odkrito. Sklepne ugotovitve kažejo, da je reliefa pomemben klimatski dejavnik v Slovenije, spreminjanje podnebja pa je v veliki meri odvisno ravno od razporeditve večjih reliefnih oblik.

KLJUČNE BESEDE

relief, mikroklima, mezoklima, součinkovanje, Slovenija, klimatogeografija

ABSTRACT

The influence of the relief on the formation of several microclimatic types in Slovenia

In Slovenia, diverse relief types alternate over short distances, and these cause the formation of different microclimatic and mesoclimatic features. This work describes the set of influences of several larger relief forms in Slovenia on the climate of their regions. It is based on a synthesis of existing works, the findings of which are presented, with some of them submitted to further critical evaluation. In subsequent sections, new examples of research on the relief's influence on climatic features in its surroundings are considered, and new findings are integrated with those previously made. The final conclusions indicate that the influence of the relief is an important factor in the climate in Slovenia, while climatic change depends, to a great degree, precisely on the disposition of larger relief formations.

KEYWORDS

relief, microclimate, mesoclimate, co-influence, Slovenia, climatology

Uredništvo je prispevek prejelo 12. decembra 2002.

1 Uvod

Relief je prav gotovo eden tistih dejavnikov, ki vpliva na ostale družbeno- in naravno-geografske elemente v prostoru. Tudi podnebje, zlasti pa mikroklima in mezoklima nekega območja, je med drugim vedno funkcija reliefne izoblikovanosti njegovega površja, delno tudi okolice. Stik sredozemskega, panonskega, dinarskega in alpskega sveta je na območju Slovenije povzročil pravi mozaik reliefne razgibanosti, nič manj pa ne zaostaja niti mikroklimatska in mezoklimatska pestrost. Ta je na prvi pogled precej manj opazna, pa vendar prisotna. Pri dejavnostih, njihovem širjenju in razmestitvi pa se ta vloga vse premalo upošteva, kar ima lahko na koncu tudi negativne ekonomske posledice.

Preučevanje vpliva reliefa na mikroklimo in mezoklimo posameznih območij v Sloveniji je znana tema iz preteklosti. Vendar se večina del ustavi pri depresijskih reliefnih oblikah, kot so na primer kotline, doline in kraška polja, kot logično nadaljevanje teh del pa se pogosto pojavijo razprave o razmerah v termalnem pasu. Tudi z gorskim podnebjem in vplivom gorskih pregrad na količino padavin ter vplivom dinarskih pregrad na burjo so se v preteklosti ukvarjali nekateri raziskovalci. Še vedno pa manjka skupno, lahko rečemo tudi sintezno delo za območje Slovenije, ki bi predstavilo tako povezave med večjimi reliefnimi enotami in podnebjem na teh območjih kot tudi raznovrstnost mikroklimo in mezoklime znotraj teh območij.

Namen moje raziskave je določiti tiste pomembnejše reliefne tipe v Sloveniji, ki vplivajo na podnebne značilnosti na svojem območju in v ožji okolici. Pri tem mi je bila v pomoč pestra zbirka raziskovalnih del o tej temi, ki sem jim dodal nova preučevanja in spoznanja.

Pri ugotavljanju vpliva reliefa na klimatske razmere manjših razsežnosti (mikroklimo in mezoklimo) sem na začetku določil podnebne tipe, ki pomembneje vplivajo na podnebne razmere v Sloveniji. O razsežnostih teh pojavov in o terminologiji zlahka pridemo do deljenih mnenj, zato moram poudariti, da gre po obsegu za različne razsežnosti, ki presega golo definicijo mikroklimo, pogosto pa tudi mezoklimo, ki je sicer manj eksplicitno določena. Vseeno pa nikakor ne moremo govoriti o globalnih klimatskih pojavih, saj so vezani na omejene in razmeroma majhne reliefne oblike.

Preučevanje vpliva reliefnih tipov na podnebne razmere teh območij zahteva obdelavo obstoječih podatkov »tipičnih« meteoroloških postaj in preverjanje dobljenih rezultatov z dejanskimi razmerami v naravi. Povprečne vrednosti pogosto ne kažejo dovolj nazorno intenzitete posameznih pojavov, ki nastopijo le ob danem meteorološkem položaju, v součinkovanju z reliefom. Zato je treba podatke vnaprej »očistiti«, kar pomeni, da odstranimo tiste vrednosti, v katerih omenjeni procesi ne nastopijo. Kako določiti kriterije, po katerih vemo, kdaj kakšen dan sodi med tipične oziroma netipične? V ta namen je treba postaviti kriterije, ki so kar se da natančni in nedvoumni. Glede na pojav ali proces ter glede na dostopno količino in kakovost podatkov pa je vedno treba postaviti tudi subjektivne kriterije, ki dobljene rezultate popačijo.

Tako na primer pri ugotavljanju temperaturnih gradientov ob anticiklonalnem tipu vremena v gorskem svetu lahko izhajamo iz podatkov meteoroloških postaj na Voglu in Kredarici, s predpostavko, da se vmes temperatura enakomerno spreminja. Ker pogosto to ne drži, si pomagamo z opisi vremena in tudi s kartami meteoroloških stanj, ki skupaj z drugimi meteorološkimi podatki (oblačnost, padavine, smer in hitrost vetra) dovolj natančno opišejo stanje vremena, da v nadaljnjem izboru zares upoštevamo dneve, za katere sklepamo, da sodijo v anticiklonalni tip. Če imamo opravka s temperaturno inverzijo v vmesni plasti, ta metoda seveda odpove. Da se izognemo preveliki napaki, take dneve odstranimo. Kot primer subjektivnega kriterija naj navedem, da sem odstranil vse dneve, ko je bila temperaturna razlika na profilu Kredarica–Vogel manj kot tri stopinje. Idealno pa bi v tem primeru seveda bilo, če bi z radiosondažno meritvijo opravili meritev za vsak primer in bi se točki nahajali druga nad drugo, sonde pa ne bi odnašal veter. Tu pa zaenkrat naletimo na še nepremostljive finančne ovire.

V raziskavi sem analiziral štiri podnebne tipe manjših razsežnosti, v nadaljevanju mezoklimatske tipe, ki jih opredeljujejo večje reliefne oblike v Sloveniji. Le pri gorskem reliefu gre za tolikšen splet dejavnikov in tudi večje razsežnosti, da sem ohranil že uveljavljen izraz »gorsko podnebje«. Tipi so:

- mezoklima kotlin, dolin in kraških polj,
- mezoklima termalnega pasu,
- mezoklima območij z burjo,
- gorsko podnebje.

2 Mezoklima kotlin, dolin in kraških polj

Kot prvo reliefno obliko, ki po mojem mnenju zelo pomembno vpliva na oblikovanje mikroklimne večjih površin v Sloveniji, sem izbral kategorijo doline in kotline. Vanjo sem izjemoma vštél tudi kraška polja, in sicer zaradi dejstva, da so nekateri procesi v teh reliefnih oblikah zelo podobni. Njihova intenzivnost pa je drugi razlog, zaradi katerega menim, da jih je smiselno omeniti.

Večina prebivalstva živi v tej reliefni kategoriji, zato je tudi njen vpliv na življenje in vedenje ljudi največji. Poleg tega je velika večina dejavnosti zgoščena v kotlinskih ekosistemih, današnji poselitveni in demografski tokovi pa kotlinsko in dolinsko koncentracijo le še pospešujejo. Večina prebivalcev Slovenije je tako podvržena vsaj občasnemu vplivu mikroklimatskih in mezoklimatskih značilnosti, ki jih povzročajo vpliv depresijskega reliefa. Najbolj izstopajoča lastnost je pojav radiacijske megle, zdravju najbolj škodljiva lastnost, onesnažen zrak, pa ostane čutilom mnogokrat prikrita. Že zaradi tega menim, da bi veljalo vplivom, ki jih imajo depresijske reliefne oblike na svojo klimo, zlasti pri načrtovanju prostorskega razvoja, posvetiti več pozornosti.

Pri kotlinah kot tudi pri dolinah in kraških poljih gre za reliefno obliko, ki opredeljuje površine kot svet, relativno nižji od okolice. Na mejah tega področja se dvigajo vzpetine, ki so različno visoke. Ne samo površina relativno nižjega sveta, tudi višina okoliških vzpetin je zelo pomembna za oblikovanje mikroklimne kotlin in dolin.

Tako višina okoliških vzpetin vpliva na dolžino dneva (trajanje Sončnega sevanja), smer, pogostost in hitrost vetrov, na razporeditev padavin (pri večjih kotlinah) in na debelino jezer hladnega zraka ter s tem pojavom povezane lastnosti, kot so temperature zraka, trajanje snežne odeje, pojav poledice in požleda, pojav pozeb . . .

Prav z zadnjo lastnostjo je povezan pojav, ki mu ponavadi pripisujemo vodilno vlogo pri oblikovanju mikroklimne posameznih dolin ali kotlin. Gre za nastanek jezer hladnega zraka ob mirnih, jasnih nočeh in z njim povezan nastanek temperaturnega obrata ali temperaturne inverzije. Pogost pa je ob tem tudi pojav megle.

Prvi pogoj za nastanek jezer hladnega zraka je seveda reliefna depresija. Globlja in obsežnejša je, več hladnega zraka se lahko ujame vanjo. Če je površina tal konveksna, hladen zrak odteka. Tudi na ravninah se pojavi plast hladnega zraka, vendar je plitvejša.

Jezer hladnega zraka nastajajo ponavadi ponoči, ob mirnem in jasnem vremenu. Lahko pa se, zlasti če na tleh leži snežna odeja, tvorijo tudi podnevi. Nastanek takega jezera povzroči stekanje zraka ob pobočjih okoliških vzpetin, saj se ta hitreje ohlaja od okolice, zato je relativno težji, kar povzroči njegovo drsenje po pobočjih proti dnu reliefne depresije.

Tudi ko hladnejši zrak doseže ravninske dele, se še vedno počasi pomika proti najnižji točki, ki jo lahko doseže. Jezero hladnega zraka nastaja tako dolgo, dokler je odtok manjši od pritoka. To v praksi največkrat pomeni, dokler gladina hladnega zraka ne seže do tiste višine, na kateri se kotlina dovolj odpre, da je odtok enak pritoku (Petkovšek 1979).

Če je depresija, v katero se steka zrak, oblikovana tako, da ima tudi izhod, zrak ponavadi potuje skozi in v tem primeru hitremu padcu temperature v zgodnjih večernih urah sledi precej počasnejši padec proti jutru. Tak primer so naše alpske doline, ki imajo iztok zraka proti nižjim delom.

Če iztoka zraka ni, torej če je zrak ujet, pa se jezero debeli do jutra in tudi v drugem delu noči se ta zrak lahko hitro ohlaja. Tak primer so kotline in kraške depresije, kjer so tudi izmerjene absolutno najnižje temperature v Sloveniji.

Z ohlajanjem zraka pa je povezan še en pojav v atmosferi, to je rast relativne vlage.

Relativna vlaga narašča vse dotlej, dokler se zrak ohlaja in dokler ne doseže temperature, pri kateri je relativna vlaga 100 %. Tedaj pravimo, da je zrak nasičen.

Ko je zrak nasičen, relativna vlaga ne more več naraščati, zato se začne izločanje vodne pare v obliki drobnih, lebdječih kapljic. Posledica tega je sprva zmanjšana vidljivost, nato zamegljenost in končno megla. V Sloveniji je v obravnavanih reliefnih oblikah najbolj pogosta radiacijska megla.

Z jezeri hladnega zraka, katerih nastanek je odločilno povezan z depresijskimi reliefnimi oblikami, kot so doline in kotline ter kraška polja, so povezane naslednje tri bistvene lastnosti mikroklimete teh območij:

- nižje minimalne zračne temperature,
- pojav temperaturne inverzije,
- pojav megle.

Vsi trije pojavi so lahko precej povezani in večkrat nastopajo hkrati, ni pa nujno. Dejstvo je, da je pojav radiacijske megle vedno povezan z radiacijsko temperaturno inverzijo. Ni pa nujno, da vedno, kadar omenjena inverzija nastane, nastane tudi megla.

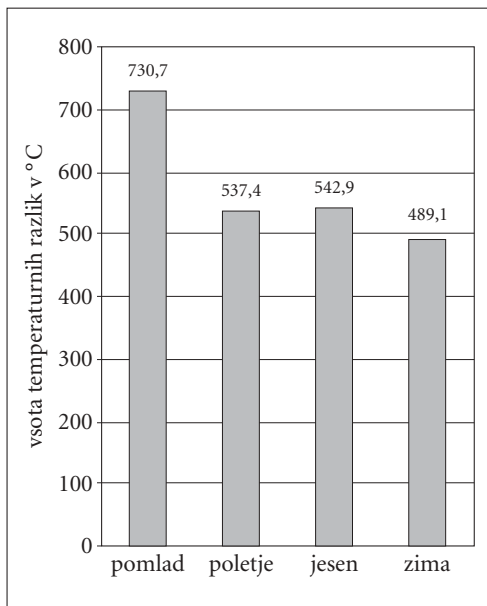
2.1 Inverzije v Ljubljanski kotlini

Na primeru inverzije v Ljubljanski kotlini me je zanimalo, kdaj so inverzije v Ljubljanski kotlini najpogostejše in kdaj so najbolj izrazite. Vzorčno obdobje je bilo obdobje 1995–1997. Pri tem sem postavil nekaj kriterijev, ki so bili osnova za izbiro karakterističnih dni, podatki pa so s postaj Brnik (362 m n. m.) in Topol Katarina (685 m n. m.):

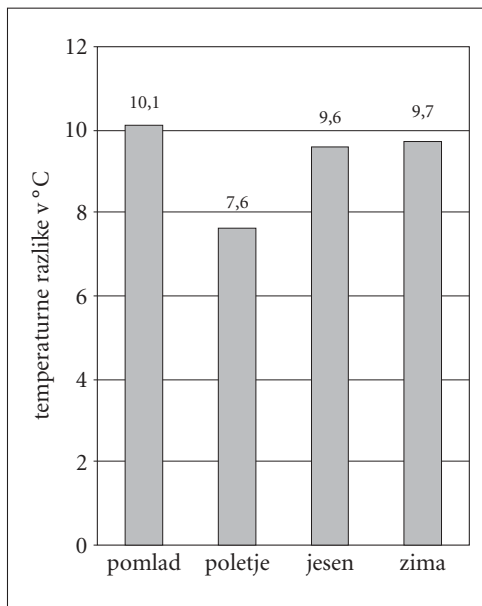
- Primerneje kot mesečne povprečke vseh dnevni vrednosti je pri ugotavljanju izrazitosti inverzije (s tem mislim temperaturnih razlik) upoštevati samo tiste dneve, v katerih se inverzija pojavi. Tako namreč ostali dnevi s tako imenovanim normalnim temperaturnim gradientom ne kvarijo dobljenih vrednosti.
- Vedno, kadar je minimalna temperatura zraka na Brniku manjša kot na postaji Topol, je to posledica inverzije.
- Če je bila temperaturna razlika $0,0^{\circ}\text{C}$, sem take dneve še vedno štel k temperaturni inverziji, ker temperatura z višino ne pada.
- Čim je bila minimalna temperatura na Brniku višja kot na postaji Topol, sem sklepal, da inverzije ni. V tem primeru se zavedam, da je tudi zelo majhen gradient lahko posledica vpliva stekanja hladnega zraka, vendar imam za kakršnokoli drugačno in bolj podrobno preučevanje posameznih plasti med tema dvema postajama odločno premalo podatkov.
- Zaradi premajhnega števila podatkov tudi nisem upošteval ostalih atmosferskih dejavnikov, kot na primer oblačnosti, vetra ..., vendar menim, da je temperaturni podatek najpomembnejši, saj noben od teh dejavnikov ne more povzročiti radiacijske inverzije prav pri tleh, kvečjemu jo oslabi ali razbije. To tudi pomeni, da v primeru, če na primer prevladuje vetrovno vreme, radiacijske temperaturne inverzije ni. Če je na primer oblačno vreme, se radiacijska inverzija ne tvori več, ni pa nujno, da kljub oblačnemu vremenu ne more trajati vsaj nekaj časa. Vendar pa je nastala vedno v razmeroma jasnem in mirnem vremenu.
- Predpostavil sem, da je postaja Topol nad inverzno plastjo. To potrjuje dejstvo, da je debelina jezera hladnega zraka v Ljubljanski kotlini večinoma manjša od 400 m, o tem pa nam govori tudi temperaturna razlika.

Dnevi, kadar to ne velja, niso všteti. Vendar pa pogosto v takem primeru inverzija ni samo radiacijska, torej ni posledica zgolj stekanja hladnega zraka.

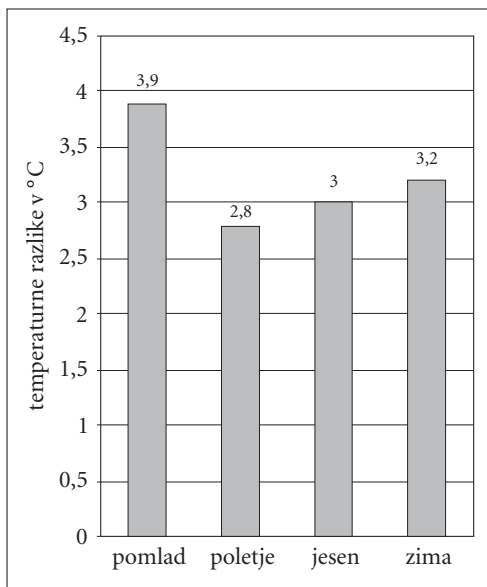
Slika 1 postreže z zanimivo informacijo, da se največje temperaturne vsote z očitno razliko nabe-rejo spomladi (šteje meteorološka pomlad). Sledijo z manjšimi medsebojnimi razlikami jesen, poletje in šele na zadnjem mestu zima. Razlog najdemo v dejstvu, da je bilo inverzij v obravnavanem obdobju



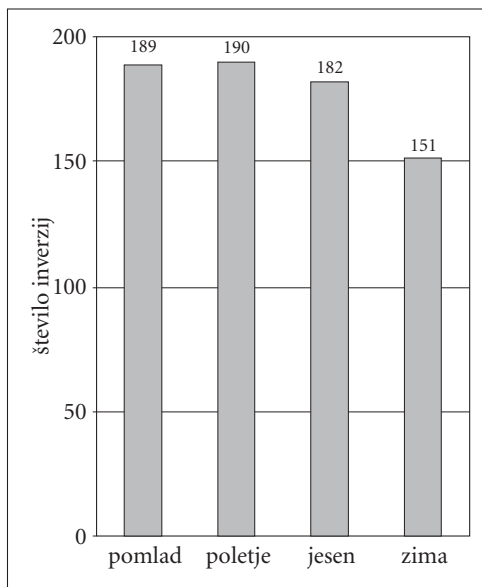
Slika 1: Vsote temperaturnih razlik minimalnih temperatur zraka med postajama Brnik (362 m n. m.) in Topol (685 m n. m.) v inverzijskih dnevih med letoma 1995 in 1997.



Slika 2: Največje temperaturne razlike ob inverzijskih dnevih med postajama Topol (685 m n. m.) in Brnik (362 m n. m.) med letoma 1995 in 1997.



Slika 3: Povprečna vrednost temperaturnih razlik v inverzijskih dnevih med postajama Topol in Brnik med letoma 1995 in 1997.



Slika 4: Število inverzij pomladi, poleti, jeseni in pozimi na meteorološki postaji Brnik med letoma 1995 in 1997.

ju pozimi najmanj, kar vidimo na sliki 4. Variabilnost vremena med leti je prevelika, da bi jo spravili v okvir treh let, zato slika 1 nikakor ni kazalec splošnih značilnosti inverznih primerov med obema postajama. Je pa lep primer triletnega obdobja, ko smo imeli inverzij pozimi manj, kot bi morda pričakovali.

Ne smemo pozabiti, da imamo v tem primeru opravka le s triletnim nizom, ki ne more biti osnova sklepanju o splošnih značilnosti. Pa vendar lahko izluščimo nekatere razlike med posameznimi letnimi časi. Očitno je, da ima poletje v primerjavi z drugimi letnimi časi najmanjše razlike. Mislim, da je to tudi smiselno, saj so poleti noči najkrajše, tla pa dovolj pregreta, da ne omogočajo tako močnega ohlajanja kot v ostalih letnih časih.

Bolj me preseneča dejstvo, da zima ne izstopa z večjimi razlikami. Niti ni na prvem mestu. Mogoče je, da bi v daljšem nizu dobili največje ekstreme, ki bi pripadali zimi, vendar pa omenjen triletni niz tega ne dokazuje.

Tudi pri povprečni vrednosti temperaturnih razlik se pojavlja podobna slika. Največja povprečna razlika je spomladi občutno (0,7; 0,9 in 1,1 stopinje) večja od ostalih letnih časov. Precej manjša, pa vendar tudi opazna, je razlika med zimo, jesenjo in poletjem, ko vrednosti proti zimi rastejo za 0,2 stopinje na letni čas.

Zakaj so temperaturne razlike tako pri povprečnih kot pri absolutnih minimalnih temperaturah večje spomladi kot pozimi?

Morda je to zato, ker je pozimi ohlajenost vseh nižjih slojev ozračja večja. Torej so tudi nad slojem ozračja, v katerem nastajajo dnevne radiacijske inverzije, temperature razmeroma nizke.

Spomladi pa je v nižjih plasteh ozračja, na primer pod 1000–1500 m, zrak že nekoliko ogret, po drugi strani pa ga močnejše nočno ohlajanje, ki se zlasti zgodaj spomladi zaradi hladnih tal in razmeroma dolgih noči še pojavlja, ne doseže. Tudi prevetrenost je v splošnem spomladi večja, kar prav tako »ogreje« plast nad kotlinsko atmosfero. Upoštevat pa je treba še dejstvo, da je zlasti pozimi inverzija v časih debelejša več kot 500 metrov, zato je postaja Topol ne seže vedno nad njo. Če bi daljši niz ovrgel trditev, da je spomladi ohlajanje enako ali celo večje od zimskega, pa po vsej verjetnosti ne bi uvrstil pomladi za jesen.

Močno spomladansko ohlajanje, ki je vsaj na začetku podobno kot pri zimi, manj ohlajene plasti ozračja nad inverzno plastjo ter tanjša plast hladnega zraka verjetno odločilno prispevajo k večjim razlikam med postajama Topol in Brnik spomladi, kot v obravnavanem obdobju pozimi.

Slika 4 pokaže presenetljivo informacijo, da je bilo v omenjenem obdobju največ inverznih dni poleti, z malenkostnim zaostankom (1 dan) je sledila pomlad, nato poletje (8 dni) ter na zadnjem mestu, s precej velikim zaostankom, zima (39 dni). Verjetno bi bili tudi v daljšem nizu jesen, zlasti pa pomlad uvrščeni pred zimo, saj je pozimi v splošnem več dni z oblačnostjo in neredko se zgodi, da po nižinah, na primer pod 1000 m n. m., več tednov prevladuje oblačno vreme.

Sicer pa gre po mojem mnenju za razlike, ki so posledica velike spremenljivosti vremena med posameznimi obdobji, zato menim, da iz dobljenih informacij ne moremo sklepati na splošno število inverznih dni posameznih letnih časov v daljšem obdobju. To ugotovimo tudi, če na primer v arhivu poiščemo podatke za zadnjih nekaj zim. Vidimo, da smo imeli tako zime s pogostimi prehodi, pogostimi vetrovi in nasploh burnim vremenskim dogajanjem (1995/1996, 2000/2001) kot tudi nemalo zim z dolgotrajnim ustaljenim in suhim vremenom, ko dolgo časa ni bilo pravega prehoda (na primer 1999/2000, 2001/2002).

2.2 Sklep

Na podlagi mojih ugotovitev o intenziteti inverzije ni sporno, da je pozimi inverzijska plast najdebelejša. Kdaj pa je inverzija najmočnejša, pa je drugo vprašanje. V triletnem obdobju so bile med postajama Topol in Brnik največje razlike spomladi, verjetne vzroke sem že navedel. Problematičnost metode je v tem, da nismo vedno segli nad inverzijo, pa tudi v tem, da so (vsaj teoretično) vštete tudi subsidenčne inverzije, ki segajo prek večine reliefnih ovir, s katerih se pozimi v Ljubljansko kotlino steka hladen zrak.

Vprašanje definicije inverzije pa je, kdaj je le-ta najpogostejša. Če štejemo že nekaj deset metrov debelo plast ohlajenega zraka, potem je inverzija bolj funkcija vremena kot letnega časa in je pole-

ti lahko enako pogosta kot v drugih letnih časih. Nedvomno pa je poletni najšibkejša in traja najkrajši čas.

Poudariti pa velja še delitev po letnih časih. Bolj smotrna se mi zdi uporaba meteoroloških letnih časov kot pa astronomskih, saj menim, da so na primer vremenske razmere med 1. in 21. decembrom v povprečju bolj zimske, kot pa med 1. in 21. marcem. Prav tako se mi zdi junij bolj poletni mesec kot september. Vseeno pa je vsaka meja bolj ali manj umetna ločnica.

3 Mezoklima termalnega pasu

Drugi mikroklimatski tip, ki je predmet raziskave, je termalni pas. To je območje, ki je vezano na relativno višino glede na nižje uravnave, ponavadi manjše ali večje kotline, doline ali ravnine. Ta tip leži neposredno nad območjem dolin, kotlin, ravnin ter kraških depresij in je z njimi neposredno povezan.

Termalni pas v Sloveniji igra pomembno vlogo, verjetno precej bolj, kot pa se nam zdi na prvi pogled. Omogoča kakovostno pridelavo vina, namenjenega trgu, prav tako bistveno izboljšuje pogoje rasti vsem vrstam sadja. Poleg tega pa je ta del pomemben zaradi boljših bivalnih razmer, kar izkoriščajo ljudje za gradnjo počitniških hiš, marsikdo pa se v starejših letih na to območje tudi preseli. Ob upoštevanju reliefne razgibanosti Slovenije in zgostitve dejavnosti v dolinah in kotlinah je razumljivo, da za prehod iz inverzijskega pasu v termalni pas večinoma ne potrebujemo več kot 30 minut (iz Ljubljanske kotline na Polhograjsko hribovje ali na Rašico, Kurešček, Orle ...), zato je vrednost tega območja toliko večja, saj z ugodnimi prometnimi povezavami ta razdalja ne predstavlja ovire. V prejšnjem poglavju sem opisoval razmere, ko se po reliefnih depresijah pojavi temperaturna inverzija. Nad območjem dosega te inverzije se torej razteza termalni pas. Čeprav je definicija termalnega pasu omejena tudi na nadmorsko višino, pa pojav, ko so najnižji deli depresijskih reliefnih oblik hladnejši od višjih, srečamo v vseh delih Slovenije, na vseh nadmorskih višinah. Le da v najtoplejšem delu Slovenije, obalnih in priobalnih delih Primorske, ta pas pri nas predstavlja najugodnejše območje za uspevanje oljke (Ogrin 1995), medtem ko na sredogorskih planotah alpskega in dinarskega sveta dno kotanj in uval marsikje predstavlja že klimatološko gozdno mejo.

Inverzija ni vedno in povsod enako debela, zato je tudi določitev natančne relativne višine termalnega pasu teoretično nemogoča. Pri tem pa nam je precej v pomoč funkcijski vidik, ki nam v praksi pokaže, do katere minimalne relativne višine še segajo toplotno zahtevnejše kulture, kot so češnje, marelice, breskve, oreh in seveda vinska trta. Nekateri klimatski dejavniki, ki se razlikujejo med območjem pogoste temperaturne inverzije in termalnim pasom, so namreč bistvenega pomena za uspevanje posameznih kultur in tako je raba tal lahko lep kazalec prehoda iz enega pasu v drugega.

S termalnim pasom so se ukvarjali že številni geografi ter meteorologi in je, čeprav manj kot temperaturna inverzija po reliefnih depresijah, v nekaterih delih precej natančno obdelan.

Definicije termalnega pasu pa so precej podobne, čeprav ne povsem enake:

- *»... 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 ...«* (Gams 1996, 6),
- *»... ugodnejše so razmere v termalnem pasu, ki se začinja nekaj deset metrov nad dnom kotlin, dolin in kraških depresij ter sega do 200 (300) m relativne višine ...«* (Ogrin 1996, 52).

Če primerjamo obe definiciji, lahko ugotovimo, da Gamsova ne govori o natančni spodnji niti o natančni zgornji meji. Bolj natančna je druga, Ogrinova, ki pa še vedno ne da povsem natančne meje.

Kot oba avtorja ugotovita v nadaljevanju svojih del, je preprosto nemogoče določiti točno zgornjo in spodnjo mejo, predvsem zaradi spremenljivosti inverzije glede na čas in kraj ter seveda tudi zaradi tega (to velja pri funkcijskem vidiku), ker imajo posamezne toploljubne vrste drugačne toplotne zahteve in torej uspevajo različno visoko nad dnom kotlin in dolin.

Pogosto se za indikatorja termalnega pasu med kulturnimi rastlinami navaja vinsko trto, zlasti tista območja, ki so namenjena pridelavi vina za prodajo. Dejstvo je torej, da je termalni pas najtoplejši pas v Sloveniji.

Vzrok temu pa niso kakšni posebni procesi, značilni za ta pas, pač pa je to posledica tega, da se v pasu pod njim, torej na dnu »dolin in kotlin« odvijajo procesi, ki omogočajo nastanek temperaturne inverzije.

Teoretično bi lahko celo rekli, da toplotnega pasu ni tam, kjer inverzijske celice ni povsem pri tleh. Vendar pa se pri tleh zrak ohlaja in segreva od tal. Vetrovnost pri tleh je v Sloveniji dovolj šibka, da omogoča nastanek debelejših plasti ohlajenega zraka. Zato nastane nad vsemi reliefnimi uravnavami, bodisi da gre za manjše ali večje kotline, doline ali ravnine, pri tleh inverzijska celica, na pobočjih nad njo pa toplotni pas. Vidimo torej, da nastanek toplotnega pasu omogoča šele nastanek inverzijske celice.

V splošnem pa je temperatura zraka v toplotnem pasu precej manj odvisna od neposrednega vpliva tal in bolj povezana s temperaturnim gradientom v »prosti atmosferi«. In ker v vseh ostalih pasovih, ki so nad toplotnim pasom, velja, da temperature z višino padajo, je razumljivo, da je ta pas najtoplejši. Če pa se ponoči po dolinah in kotlinah ne bi oblikovale celice hladnega zraka, bi bil pas dolin in kotlin toplejši. To je opazno v dneh in predvsem nočeh, ko imamo tako imenovani advektivni tip vremena, ko je torej vetrovno, oblačno, padavinsko ali nepadavinsko vreme. Tedaj temperatura z višino pada od najnižjih nadmorskih višin navzgor.

Zato tudi preučevanje razmer v toplotnem pasu pri nas pravzaprav pomeni preučevanje razmer v inverzijski celici in njihovo primerjavo z razmerami ob pobočjih nad njo, torej v termalnem ali toplotnem pasu.

3.1 Sklep

Pojav termalnega pasu v Sloveniji ni sporen. Določa ga nastanek inverzijskih celic pod njim, o katerih je že bilo govora. Bistveno vlogo prispeva relief, ki omogoča radiacijskim procesom nabiranje hladnega zraka le znotraj depresijskih reliefnih oblik. Nad njimi pa je advektivni moment dovolj močan, da ob ugodni konfiguraciji reliefa omogoča obstoj termalnega pasu. Nižje ko sega termalni pas, bolj ugoden je za gojenje toplotno zahtevnih kulturnih rastlin. Osnovni pogoj je le, da ga lokalna inverzija ne dosega. Ti procesi se torej odvijajo neodvisno od nadmorske višine, vprašanje pa je, ali lahko nad okoli 650 m nadmorske višine še govorimo o termalnem pasu, saj nad to višino temperatura zraka že dosega vrednosti, ki ne ustrezajo nekaterim toplotno zahtevnim kulturnim rastlinam.

4 Mezoklima območij z burjo

Kot tretji mikroklimatski dejavnik, ki je bistveno povezan z reliefom in vpliva na mikroklimo določenega dela Slovenije, sem izbral burjo. Vsakemu, ki vsaj enkrat občuti sunkovit in mrzel veter severovzhodne do vzhodne smeri, burja hitro postane poznana. Toliko bolj zato, ker za Slovenijo velja, da v splošnem ne sodi med prevetrene dežele, zato so mnoge nižine v hladni polovici leta zavite v meglo ali pa se nahajajo pod pokrovom nizke oblačnosti.

Burja je močan, sunkovit veter, ki piha iz vzhodnega kvadranta vzdolž jadranskega Primorja. V sunkih pogosto doseže hitrost 150 km/h, v ekstremnih primerih pa je hitrost še večja.

V Sloveniji piha burja jugozahodno od sklenjene gorske verige, ki jo sestavljajo kraške planote Trnovskega gozda, Hrušice, Nanosa, Javornikov in Snežnika (Paradiž 1957). Pojavlja se na približno desetini slovenskega ozemlja (Masatoshi 1976) in močneje ali šibkeje jo občuti okoli 220.000 ljudi.

Burja predstavlja posebnost v mikroklimi Slovenije že zaradi tega, ker je ostala Slovenija, zlasti seveda nižine, v razmeroma mirnem ozračju s pogostim številom brezvetrij. Razmeroma pogosto brezvetrije je posledica reliefne zaščite, ki nam jo nudijo Alpe pred prevladujočimi vetrovi v naši širši okolici. To so zahodni in severozahodni vetrovi. Poleg tega je reliefna izoblikovanost Slovenije še dodaten dejavnik, ki v notranjosti slabi vetrove na svoji poti do nižin. Iz napisanega lahko sklepamo, da burja ni veter, ki bi imel izvorno območje daleč stran od tistih pokrajin Slovenije, v katerih se pojavlja. Vzroki njenega nastanka so v meteoroloških in reliefnih razmerah Primorske in njene neposredne okolice.

4.1 Nastanek burje

Nastanek burje je povezan z:

- ustreznim makrometeorološkim položaj in
- ustreznimi reliefnimi razmerami.

Na moč in hitrost burje vplivajo naslednji dejavniki (Masatoshi 1976):

- gradientna sila,
- geopotencial,
- vpliv trenja zemeljske podlage (Na vetrove na zemeljski površini vpliva tudi Coriolisova sila, vendar burja ne naredi dovolj dolge poti, da bi ta sila nanjo bistveno vplivala. Razlike se pokažejo šele, ko doseže obalne kraje. Vsekakor pa Coriolisova sila vpliva le na smer, ne pa na hitrost vetra.)

Prvi vzrok burje je prodor hladnega zraka v notranjost Slovenije s severovzhoda ali vzhoda. Hladen zrak zapolni nižine severovzhodno od dinarskih pregrad, medtem ko na jugozahodni strani ostane starejši, toplejši zrak. Dokler jezero hladnega zraka ne doseže vrhov dinarskih planot, se ne zgodi nič. Na jugozahodni strani je topel, redkejši in lažji zrak, na severovzhodni strani pregrad pa hladen, gostejši in težji zrak. Reliefne ovire izenačijo sile pritiskov, vse dokler jezero ne doseže vrhov teh planot, takrat ima hladen zrak neovirano pot za napredovanje naprej proti jugozahodu.

Trajanje burje pa bi bilo kratkotrajno, oziroma bi trajalo le toliko časa, dokler se pritiskovne in temperaturne razmere ne bi izenačile. To ponavadi traja le nekaj ur, iz izkušenj pa vemo, da lahko burja piha tudi več dni. To pomeni, da se morajo temperaturne in pritiskovne razlike vzdrževati. To je mogoče, kadar vedno hladnejši zrak priteka v notranjost Slovenije (kar nikoli ne traja tako dolgo), ali pa v primeru, da je hladnejši zrak, ki priteka na primorsko stran, vedno znova odvajan proč in zamenjan s toplejšim zrakom z južnega Jadrana ali drugih delov Sredozemskega morja. Taki primeri so pogosti in nastopijo takrat, ko se v Sredozemlju oblikuje ciklonsko jedro, nad celinsko Evropo pa se oblikuje anticiklonsko območje ali greben visokega pritiska. Vidimo torej, da je za dolgotrajno burjo nujen nizek pritisk nad Jadranskim morjem, lahko tudi nad srednjim Sredozemljem. Ta tvorba odnaša hladen zrak, ki ga anticiklon iznad celine pošilja nad morje. Če tega območja nizkega zračnega pritiska ni, se območje Tržaškega zaliva hitro napolni z novim, hladnejšim zrakom in burja preneha, ker ni več pritiskovnih in temperaturnih razlik.

4.2 Burja v Sloveniji v letu 1995

Za preučevanje burje v Sloveniji v letu 1995 sem izbral meteorološke postaje, ki ležijo jugozahodno od dinarskih pregrad. To so postaja Slap pri Vipavi (137 m n. m.), postaja Nanos Ravnik (915 m n. m.), ki je na vrhu ene od dinarskih pregrad, in postaja Vojsko (1067 m n. m.), ki morda ni najbolj tipična, vseeno pa njena lega ter nadmorska višina omogočata preučevanje položajev, ko v jugozahodni Sloveniji zapiha burja.

Za tipične dneve z burjo sem vzel tiste, ko je vsaj na dveh od treh postaj pihala burja ali veter z vzhodnega kvadranta, ne glede na meteorološki položaj. To pomeni, da so imeli na teh postajah v teh dneh v dveh od treh opazovalnih terminov veter iz smeri med vrednostjo 2 in 14 po vetrovni roži, ki velja za določitev smeri neba. Z drugimi besedami je to veter znotraj smeri sever-severovzhod ter jug-jugovzhod. Kadar v nadaljevanju govorim o šibki burji, so njene hitrosti med 2 in 5 m/s, za zmerno burjo velja, da je njena hitrost med 5 in 8 m/s, za močno burjo pa vrednosti nad 8 m/s.

Morda je meja malce nizka in lahko včasih upošteva tudi lokalno kroženje zraka, kar lahko velja za postajo Slap. Vseeno pa se mi zdi pomembnejši dejavnik kot hitrost dejstvo, da se pojavi vsaj na dveh od treh postaj v vsaj dveh od treh opazovalnih terminov.

Pojavljanje burje sem preučil tudi z vidika vremenskih tipov po Čadeževi klasifikaciji vremena (1973). Čadeževa klasifikacija predstavlja delitev vremenskih tipov glede na kriterije opazovanja. Temelji na stopnji pokritosti neba z oblačnostjo, prevladujoči smeri vetrov v plasti, kjer se nahaja oblačnost in na količini padavin v preteklih 24 urah. Upošteva tudi druge dejavnike, kot na primer konvektivnost, meglo

itn. Ne upošteva pa temperaturnih razmer. Določevanje tipov temelji na vidnem opazovanju in ne na merjenju parametrov, kar je slabost te metode, poleg tega pa se nanaša na vidni del neba (z mesta opazovanja). Opazovalni termini so trikrat dnevno, ponoči pa jih ni. To pomeni, da so določeni tipi, med katerimi ni velike razlike, lahko izrazita funkcija kraja. Vseeno pa je pri bolj splošnih tipih, kot so na primer anticiklonalni, ciklonalni, advektivni tip vremena, mogoče določiti osnovne značilnosti, po katerih lahko sklepamo tudi na širšo okolico kraja opazovanja. To naredimo tudi s pomočjo vremenskih dnevnikov in kart meteoroloških stanj, če so na voljo.

Preglednica 1: Pogostnost vremenskih tipov v Ljubljani leta 1995 ob burji na Primorskem (tipi so določeni po Čadeževi klasifikaciji (Čadež 1973)).

| vremenski tipi | A | CA | C | AC | AE | K | E | CE | N | AN | CK | KNC | W | KC | EC |
|----------------|----|----|----|----|----|---|---|----|---|----|----|-----|---|----|----|
| Ljubljana | 35 | 29 | 21 | 13 | 7 | 6 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 |

Preglednica 2: Pogostnost vremenskih tipov v Slapu leta 1995 (tipi so določeni po Čadeževi klasifikaciji (Čadež 1973)).

| vremenski tipi | AE | E | CE | EC | EK | KCE |
|----------------|----|----|----|----|----|-----|
| Slap | 75 | 39 | 12 | 6 | 3 | 1 |

Preglednici 1 in 2 pokazeta, kako se zgolj zaradi vpliva reliefa spreminjajo vremenski tipi ob enakem makrometeorološkem položaju. Pri tem je treba spomniti, da je določitev tipov vremena po Čadeževi tipizaciji (1973) izrazito opazovalna metoda in ni plod merjenj parametrov ali upoštevanja širšega meteorološkega položaja. To je morda nekoliko varljivo, saj se vreme spreminja zelo hitro, opis stanja pa temelji na trenutnem stanju v treh opazovalnih terminih. To velja zlasti za tabelo 2, saj sem meteorološke podatke za Slap dobil le za opazovalne termine (ob 7^h, 15^h, 21^h), medtem ko sem za Ljubljano poleg takih podatkov uporabil še vremenski dnevnik, ki podrobneje opisuje vreme za vsak dan.

Res je, da se po uporabljeni metodi vremenski tipi po krajih spreminjajo, vendar ocenjujem, da je smiselno podatke iz Slapa pri Vipavi prenesti na Primorsko, saj spada v isto klimatsko območje.

Ko primerjamo preglednici 1 in 2, opazimo, da je v dneh, ko na Primorskem piha burja, v notranjosti prisotnih več tipov vremena. Vendar je to verjetno tudi posledica nekoliko natančnejše metode opazovanja v Ljubljani, kar se nanaša na padavinske dneve, ko lahko še posebej določimo konvektivne dneve. O nevihtah in plohah kot posebnih vrstah padavin za Slap nisem imel podatkov in sem o njih lahko le sklepal, upoštevajoč letni čas in vreme v notranjosti. Za Ljubljano sem te podatke imel.

Vendar ta napaka ne vpliva ne drugo, po mojem mnenju pomembnejšo razliko. Tipov CA in AC, torej kombinacije ciklonalnega ter anticiklonalnega vremena, na Primorskem ob dneh z burjo v letu 1995 nisem ugotovil. Pri Ljubljani imamo 134 meritev, pri Slapu pa 136, ker se v enem dnevu lahko pojavijo do trije tipi. Torej lahko rečemo, da je število meritev približno enako.

V Slapu je bilo advektivno-anticiklonalnih dni kar 75, v Ljubljani pa anticiklonalnih 35. Kategoriji sta seveda primerljivi, saj gre za dneve z burjo in je razumljivo, da je v vseh tipih na Primorskem prisotna oznaka E. Tipa CA in AC v Ljubljani zavzameta skupaj 42 dni, v Slapu pa nobenega. V teh dneh je ponavadi na Primorskem tip E, kar pomeni, da ob enaki oblačnosti količina padavin v enem dnevu ne presega 0,9 mm, pač pa je prisoten veter (vzhodnik). Dni s tipom AC ali CA je bilo v Ljubljani 42, dni s tipom E pa v Slapu 39.

Tipov C, torej ciklonalnih s spremenljivo oblačnostjo, ki večino časa presega 5/10 pokritega neba in s količino padavin, večjo od 1 mm v opazovanem dnevu, je bilo v Ljubljani 21. K temu pa lahko prišteje-

mo še tip K (6 dni), CK (3) ter CE (3) in EC (1), tako da je padavinskih dni ob burji na Primorskem bilo v Ljubljani 34. Dni z enakimi kategorijami pa je bilo v Slapu le 22, in sicer: CE 12, EC 6, EK 3 in KCE 1.

Vse to potrjuje dejstvo, da je padavinskih dni z burjo razmeroma malo in da pogosto, ko v notranjosti ob razmeroma hladnem vremenu prevladuje spremenljivo padavinsko vreme, burja te zračne mase na poti čez dinarske pregrade osuši in nekoliko ogreje.

Razlike, ki nastopijo med obema krajema, so posledica več dejavnikov, ki delujejo hkrati, v součinkovanju. Gotovo pa je relief glavni »krivec« za sprostitev zračnega toka iz vzhodnega kvadranta proti morju.

Preglednica 3: Število dni z burjo na postajah Slap pri Vipavi (137 m n. m.), Vojsko (1067 m n. m.) in Nanos-Ravnik (915 m n. m.) leta 1995.

| postaje | šibka burja | zmerna burja | močna burja | skupaj |
|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------|
| Slap pri Vipavi | 53 | 9 | 7 | 69 |
| Vojsko | 91 | 19 | 4 | 114 |
| Nanos-Ravnik | 88 | 53 | 33 | 174 |

Zanimivo sliko nam nudi pogled na pogostnost in moč burje ali natančneje vzhodnega vetra. Razumljivo je, da je na Nanosu močna burja pogostejša kot na ostalih postajah, nasploh je tudi dni z burjo največ. Na Nanosu je bilo leta 1995 z burjo kar 105 dni več kot v Slapu. Zanimiv je podatek, da je pihala na Nanosu močna burja približno 4,5-krat pogosteje kot v Slapu ter približno 8-krat pogosteje kot na Vojskem, kar pomeni, da je bila v tem letu močna burja v Slapu pogostejša kot na Vojskem. To pa je gotovo značilnost prave burje, ki na Vojskem nima več enakih pogojev za svoj razvoj. Glede na lego obeh postaj to niti ne preseneča, saj Vojsko ni tipična postaja za burjo, ker je že nekoliko preveč pomaknjena na vzhod ter leži vzhodneje od dinarskih pregrad, od koder se zrak neovirano spušča proti morju.

Za burjo ne velja nujno, da proti tlom slabi. Preglednica 3 tega sicer ne potrjuje povsem, zlasti pri primeru Nanosa, vendar pa je Nanos hkrati tudi postaja do sedaj najmočnejšega sunka burje, zabeleženega pri nas.

4.3 Sklep

Burja, ki je sunkovit, razmeroma suh veter z vzhodnega kvadranta, ki ga poznajo predvsem kraji jugozahodno od dinarskih pregrad, je v enaki meri posledica reliefnega prehoda med celinsko in »primorsko« Slovenijo, kot posledica ustreznega položaja baričnih tvorb. Glavni proces pa je dinamično in sunkovito pretakanje zraka preko reliefnih ovir. Zračni tok ni posledica zgolj temperaturnih sprememb, pač pa je tudi posledica razlik zračnih pritiskov v zračnih masah na obeh straneh reliefnih pregrad.

V nasprotju z drugimi vetrovi v Sloveniji za burjo ni nujno, da z višino narašča, zlasti ne nekaj (okoli 100 m) nad višino reliefnih pregrad, kjer oslabi.

Pogosteje kot poleti se pojavlja pozimi, ko je tudi močnejša. Največje posledice povzročajo v tranzitnem prometu, in sicer pri tistih udeležencih, ki ne poznajo lokalnih značilnosti in hkrati ne upoštevajo opozoril za prepovedi ali omejitve prometa ob močni burji.

V pokrajinah z burjo prebiva v Sloveniji okoli 220.000 ljudi. Lokalno prebivalstvo je burje vajeno in se ji je prilagodilo, le v kmetijstvu se, zlasti ob močni burji poleti, občasno pojavi večja škoda.

5 Gorsko podnebje

Gorsko podnebje predstavlja skupek razmer, ki so v tolikšni meri drugačne od podnebnih razmer v svoji okolici, da predstavljajo svoj tip. Vse razlike glede na nižinske dele so posledica vpliva reliefa na meteorološke parametre, kot so hitrost vetra, temperature zraka, zračna vlaga ... Da poleg nadmorske

višine vpliva tudi izoblikovanost reliefa, in ne nazadnje tudi njegov obstoj, povedo razlike med lastnostmi teh parametrov na isti višini, vendar daleč od reliefnih ovir, v tako imenovani »prosti atmosferi«.

Eden od dejavnikov, ki vplivajo na lastnosti gorskega podnebja, je ekspozicija, oziroma nagnjenost površja glede na smeri neba. Prisojna pobočja v sončnih, mirnih dneh akumulirajo precej več toplote kot osenčena, osojna pobočja.

Z vidika prisojne in osojne lege je zanimiva tudi primerjava temperatur med postajama Krvavec (1740 m n. m.) in Vogel (1535 m n. m.). Krvavec je prisojna postaja, obdan s smučišči, pobočje pa se strmo spušča proti dnu Ljubljanske kotline pri Cerkljah. Vogel pa je postaja, ki leži na robu osojnega pobočja, z razmeroma oddaljenim grebenom na južnem obzorju. Ni izrazito senčna lega, vsekakor pa je obrnjen proti severu in, kar je tudi pomembno, leži nad razmeroma senčnim in globokim prepadnim pobočjem, za katerega pa velja, da je izrazito senčna lega. Seveda se mora poznati vpliv prisojne lege Krvavca tudi na temperaturah. Da se v sončnih dneh ob pobočjih tudi v resnici pojavlja sloj pregretega zraka, nam potrjuje dejstvo, da sta na pobočju Krvavca tudi dve vzletišči za jadralna padala, ki iščejo v zraku termiko, ki se pojavlja nad prisojami. Vprašanje pa je, koliko so temperature zaradi tega višje.

Za leto 1995 sem iz dnevnih podatkov o temperaturah in oblačnosti za postaji Vogel in Krvavec izbral sončne dneve in temperature, merjene ob 14. uri.

Za sončen dan sem upošteval tistega, ki je imel ob obravnavanem času, torej ob 14^h, manj kot 7/10 neba pokritega z oblaki. Ker je zgodaj popoldne oblačnost ob sončnih dneh največja, je po mojem mnenju upravičeno vzeti ta kriterij in ne na primer manj kot 5/10.

V naslednjem koraku sem ugotovil dneve, ki na obeh postajah ustrezajo temu kriteriju, saj ni mogoče ugotavljati razlik, ki naj bi bile posledice prisojne lege, če je na eni postaji oblačno. V letu 1995 so bili 104 dnevi, ki so ustrezali pogoju manj kot 7/10 oblačnosti na obeh postajah.

Naslednji »filter« je bil izločiti dneve z močnim vetrom, saj močan veter sproti odnaša pregret zrak iznad pobočij ter tako slabi ali povsem izniči vpliv neposrednega sončnega sevanja. Upošteval sem hitrost vetra, manjšo od 6 m/s ob določenem terminu. Meja se mi ne zdi previsoka, saj se kot veter pojavlja tudi vzgornik, ki je v bistvu tok toplega zraka ob pobočju. Glavni namen »vetrovnega filtra« je bil odstraniti dneve z močnim vetrom.

Pogosto se tudi v višjih slojih pojavlja temperaturna inverzija, v anticiklonalnem vremenu je to velikokrat subsidencečna, ali pa preprosto na različnih slojih pihajo različni vetrovi, ki prinašajo različno topel zrak. Seveda je v takih primerih ugotavljanje temperaturnih razlik kot posledice prisojne ali osojne lege na različno visokih postajah nesmiselno. To se da le v primeru, ko je padec temperature z višino kolikor toliko enakomeren. Zato sem odštel tudi dneve, ko je bila temperatura na Kredarici višja od temperature na Krvavcu ali Voglu, dodal pa sem še dneve, ko je bila razlika Vogel–Kredarica manjša od treh stopinj, saj sem v tem primeru predpostavljal, da je med postajama inverzna plast. Na koncu mi je ostalo 83 dni.

Ker postaji Vogel in Krvavec ne ležita na enaki nadmorski višini, je bilo treba čim bolj upoštevati in v rezultatih izničiti razliko, ki bi nastala kot posledica druge nadmorske višine. Pri tem je treba upoštevati temperaturni gradient v atmosferi na tej višini. Takega podatka seveda ni med meritvami, ki jih opravlja meteorološka služba v Sloveniji. Lahko bi sicer vzel povprečni temperaturni gradient ob lepem vremenu, ki znaša $-0,65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, ali pa podatke vertikalne sondaže nad Ljubljano ob šestih zjutraj. Vendar je ocena dejanskega gradienta na podlagi obeh metod vprašljiva. Prva je preveč splošna, druga pa ne upošteva dviganja zraka nad gorskim svetom.

Zato sem ocenil, da ne morem vzeti standardnega temperaturnega gradienta. Odločil sem se za metodo, da sem za vsak »ustrezen« dan izračunal temperaturni gradient na podlagi razlik temperatur med Kredarico in Voglom. Pri tem vetra in oblačnosti na Kredarici nisem preverjal, saj sem ocenil, da je postaja Kredarica na dovolj odprtem prostoru, da je vpliv obeh dejavnikov na temperaturo zelo majhen ali zanemarljiv. Pri tem seveda nastanejo majhne napake, vsekakor pa manjše, kot če bi iz prisojne postaje Krvavec sklepal na temperaturni gradient v ozračju ter s tem na temperature na Voglu.

Ko sem za vsak »ustrezen« dan izračunal temperaturni gradient med Kredarico in Voglom, sem iz temperatur na Voglu s pomočjo gradienta izračunal temperaturo na Krvavcu ter dobljene rezultate primerjal z izmerjenimi temperaturami ob isti uri.

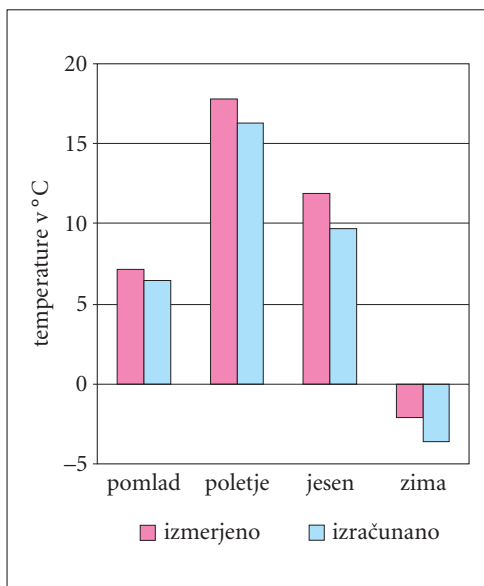
Povprečni gradient je v izbranih dneh znašal $-0,7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, kar je približno $0,1^{\circ}\text{C}$ več od standardnega gradienta v anticiklonalnem vremenu, ki znaša približno $-0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, to pa zato, ker sem načrtno izločil dneve z manjšim gradientom ali celo inverzijo.

Nato sem izračunal za Krvavec temperaturo, ki bi »morala biti«, sodeč po temperaturnem gradientu v tistem dnevu in če bi imel Krvavec podobno lego kot Vogel, oziroma če ne bi ležal na izraziti prisoji.

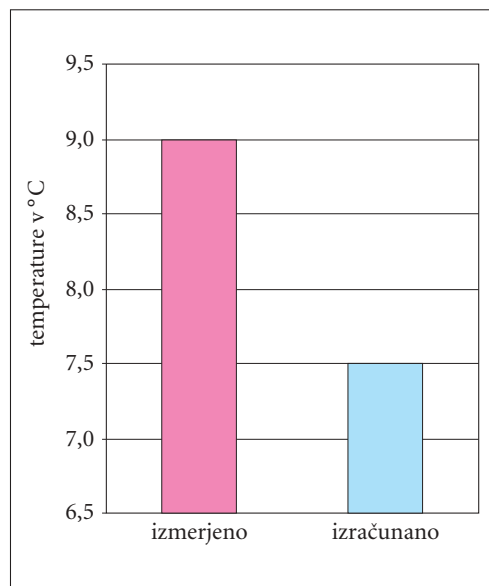
Preglednica 4: Primerjava izračunanih ter izmerjenih vrednosti temperature ob 14. uri v mirnih in sončnih dneh na Krvavcu leta 1995.

| | izmerjene vrednosti T_K | izračunane vrednosti T_K' | $\Delta T (T_K - T_K')$ |
|---------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| pomlad | $7,2^{\circ}\text{C}$ | $6,5^{\circ}\text{C}$ | $0,7^{\circ}\text{C}$ |
| poletje | $17,8^{\circ}\text{C}$ | $16,3^{\circ}\text{C}$ | $1,5^{\circ}\text{C}$ |
| jesen | $11,9^{\circ}\text{C}$ | $9,7^{\circ}\text{C}$ | $2,2^{\circ}\text{C}$ |
| zima | $-2,1^{\circ}\text{C}$ | $-3,6^{\circ}\text{C}$ | $1,5^{\circ}\text{C}$ |

Sliki 5 in 6 lepo kažeta razliko, saj so v vseh primerih izmerjene temperature višje od izračunanih. Ker se nanašajo na mirne, sončne dneve, ocenjujem, da je največji del razlike posledica prisojne lege Krvavca. Krvavec in Vogel nista blizu drug drugemu, saj horizontalna razdalja med njima znaša približno 56 km, zato je nekaj razlike verjetno tudi posledica druge lokacije. Vendar pa ne morem z gotovostjo trditi, ali ta podatek razlike manjša ali večja. V izbranih dneh je bila povprečna temperatura



Slika 5: Primerjava izračunanih in izmerjenih vrednosti temperature zraka ob 14. uri v mirnih in sončnih dneh na Krvavcu leta 1995 (modre vrednosti so izračunane, rdeče pa izmerjene).



Slika 6: Razlike med izračunanimi in izmerjenimi temperaturami zraka ob 14. uri v mirnih in sončnih dneh na Krvavcu leta 1995 (modre vrednosti so izračunane, rdeče pa izmerjene).

ob 14^h na Krvavcu za 1,5° C višja, kot bi sicer »morala biti«. Po letnih časih pa znaša največja razlika jeseni, in sicer kar 2,2° C, nato sledita poletje in zima z 1,5° C ter na zadnjem mestu pomlad z 0,7° C.

Ali je ta slika tipična za daljše obdobje ali ne, iz enoletnega niza ne morem trditi z gotovostjo. V letu 1995 je bilo obravnavanih dni pozimi 19, spomladi 18, poleti 19 in jeseni 27. Zlasti jeseni je izstopalo dolgo, jasno ter povsem mirno in toplo obdobje v oktobru. Ostali trije letni časi so skoraj povsem enako zastopani. Za natančnejši prikaz dejavnikov, ki vplivajo na razlike med letnimi časi, je treba vzeti precej daljši niz, raziskavo pa razširiti tudi na druge postaje.

Na tem mestu lahko z gotovostjo trdim le to, da so na Krvavcu popoldne izmerjene temperature zraka ob sončnih in mirnih dneh očitno višje zaradi prisojne lege, in sicer za približno stopinjo in pol.

5.1 Sklep

Nagnjenost površja glede na smer neba je v sončnem vremenu v gorah izrazit dejavnik, ki vpliva na lokalne podnebne značilnosti. Ne glede na to, da so razlike vidne vsak dan, tako v rastju, prsti in nenazadnje v trajanju in debelini snežne odeje na pobočjih, so pri nas temperaturne razlike med posameznimi postajami, pa tudi širšimi območji, v odvisnosti od ekspozicije površja, slabo raziskane. Zgornja primerjava temperatur na Krvavcu v vzorčnem letu 1995 ob »mirnem sončnem vremenu« je opis razmer v tem letu in ne nudi splošnih ugotovitev glede na velikost temperaturnih razlik, čeprav te nedvomno obstajajo. Naj bo predvsem namig, da bi bilo tej temi v prihodnje treba posvetiti več pozornosti, tudi v luči aplikativnih raziskav.

6 Sklepni povzetek

Slovenija nudi zelo pestro paleto mikroklimatskih in mezoklimatskih razlik med posameznimi območji, ki so najpogosteje posledica drugačnih reliefnih razmer v svoji ožji pa tudi širši okolici. Preučevanje teh razmer ni novo, še vedno pa je veliko lokalnih razlik, ki so posameznim raziskovalcem sicer znane, vendar do danes niso bile predmet podrobnejših raziskav, ali pa rezultati niso bili deležni pozornosti, ki bi si jo zaslužili. S poznavanjem teh lokalnih razlik še bolj spoznavamo značilnosti Slovenije, hkrati pa dobimo odgovor na številna vprašanja, povezana z biotsko pestrostjo in tudi s kulturno in naravno dediščino, ki je odsev preteklih družbenih in naravnih razmer na Slovenskem.

Spremembe v družbi ter uvajanje drugačnih proizvodnih dejavnosti, kot so jih poznale prejšnje generacije, vodijo tudi v nove odnose med človekom in okoljem. Zato ponovno preučevanje določenih sinergijskih zvez, ki jih poznamo iz preteklosti, ne pomeni odkrivanja že odkritega, temveč ponovno raziskovanje, z namenom spremeniti nekatere vedenjske vzorce, ki so nastali kot prilagoditev nekemu spletu okoliščin, ki jih danes ne najdemo več, ali vsaj ne v tolikšni meri. Obravnavanje onesnaženosti ozračja v luči dušikovih oksidov in ne žveplovega dioksida ali trdih delcev, upad števila meglenih dni v mestih, povečane amplitude v količini padavin in povečane skrajne vrednosti padavin naj bodo le nekateri od primerov, ki dokazujejo, da bodo preučevanja teh součinkovanj tudi v prihodnje še nujna.

7 Viri in literatura

Čadež, M. 1973: Meteorologija. Beograd.

Gams, I. 1996: Termalni pas v Sloveniji. Geografski vestnik 68. Ljubljana.

Ogrin, D. 1995: Podnebje slovenske Istre. Annales 11. Koper.

Ogrin, D. 1996: Podnebni tipi v Sloveniji. Geografski vestnik 68. Ljubljana.

Masatoshi, M. Y. 1976: Local winds bora. Tokyo.

- Paradiž, B. 1957: Burja v Sloveniji. Diplomsko delo, Oddelek za fiziko Fakultete za naravoslovje in tehnologijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Petkovšek, Z. 1979: Širjenje onesnaženja zraka v kotlinah, IV. faza. Elaborat, Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani. Ljubljana.

8 Summary: The influence of the relief on the formation of several microclimatic types in Slovenia

(translated by the author)

The article shows us an interaction between relief shapes and atmosphere phenomena, which indicates in micro and meso climate conditions in Slovenia. It concentrates on four mesoclimatic types and is a part of a wider research, that was made in year 2002. These mesoclimatic types are:

- mesoclimate of basins, valleys and karst fields,
- mesoclimate of thermal belt,
- mesoclimate of areas with bora wind,
- mountainous climate.

The methods, that are represented in the article show us interaction of relief shapes on its own mesoclimate. Influence of the first type listed above is obvious in the lower air temperatures, temperature inversion and appearance of radiation fog. I used the data from two meteorological stations. Brnik (362 m a. s. l.) is a typical basin station, it is situated on the bottom of Ljubljana basin. The second station, which was used as a source of data was station Topol Katarina (685 m a. s. l.), which lies on a small hilly ridge on Polhograjsko hribovje. Research of temperature inversions during 1995–1997 shows, that the strongest inversions appeared in spring (all seasons are meteorological seasons), and the weakest inversions appeared in summer. But the number of inversions was the highest in summer (190 days), while spring took second place (189 days), then came autumn (182 days) and winter (151 days).

Mesoclimate of thermal belt is defined with the conditions in an inversion cell below. There are no specific processes in this belt. Thermal belt starts at the lowest point, which lies high enough, so that thermal inversions don't reach it. And because in the rest of the troposphere temperature falls with height, it is obvious, that the lowest part (which is also the first part above inversion) has the highest air temperatures.

Mesoclimate of areas with bora wind represents us the climate of high dinaridic plateaus of southwestern Slovenia and in the areas further southwest towards the Adriatic sea. It is very important factor that affects life and physiognomy of the area.

The article indicates characteristics of bora wind and the further research is based on three very different meteorological stations. Station Nanos (915 m a. s. l.) lies on the summit of typical dinaridic plateau where the highest speed of bora wind ever measured in Slovenia was detected, therefore it is a typical station for researches of bora wind.

Station Vojsko (1067 m a. s. l.) lies also on the plateau, but is already moved towards north, away from the main area, where bora wind is very common. It also lies northern from the high dinaridic plateaus, so it is not a specific station for bora wind. Nevertheless the data from this station are good to compare with station Nanos and with station Slap pri Vipavi (137 m a. s. l.). Slap pri Vipavi is the third station, used in this research. It lies on the bottom of Vipava valley.

In the year 1995, the strong bora appeared most frequently on Nanos (33 times) then in Slap pri Vipavi (7 times) and on the last place came Vojsko (4 times). This results indicate an interesting characteristic of bora, this is the fact, that bora doesn't necessarily increase with height. This is result of a fact, that bora is a wind, which grows because of affecting geopotential force and as a result of baric differences between continental and submediterranean Slovenia.

Bora is also very dry wind. This is because of descending from dinaridic plateaus towards the sea. That is why appearance of bora is mostly connected with clearing of sky or stopping the rain. The results showed us that at the same days, the submediteranian climate compared with continental climate (station Ljubljana) had more anticyclonic types of weather (75:35) and less cyclonic types (6:21) in year 1995.

Climate conditions in the mountains are so different from those in the lowlands, that they represent a different climate type on a larger dimensions, also because the mountain chains are big relief shapes, and as one knows they can easily go beyond the very long distances or even beyond continents. It is not only the different height, it is also a specific shape and configuration of relief, that makes differences in air temperature, wind velocity, sun radiation, etc.

In the chapter about climate in the mountains, I have compared stations Krvavec (1740 m a. s. l.) and Vogel (1535 m a. s. l.). The comparison was made on the air temperatures. Krvavec lies on the southern slope of mountain, on the other hand Vogel lies on a not very steep northern side of the slope. How does the different exposition show in daily air temperatures? To solve this problem, it was necessary to avoid some circumstances:

- the difference in air temperature because of different height, therefore was made a correction: for each day I used the temperature gradient of that day, so this mistake was minimized;
- if the sky was covered with more than 6/10 of clouds, I eliminated that day;
- I also eliminated days with temperature inversions between Vogel and Kredarica (2515 m a. s. l.) and also the days with temperature difference less than 3 degrees Celsius;
- windy days were also eliminated (velocity over 6 m/s).

After using this »filters« I compared air temperatures in sunny days at 2:00 p. m. (1 p. m. in winter time). The results showed us, that Krvavec has 1,5 degree Celsius higher air temperature as Vogel. The difference could be explained with the different exposition of the both slopes.

Conclusions of the article show us relations and connections between relief shapes and their own mesoclimatic types. Influence of human on the nature is growing every year. This is the reason why some relations, that were discovered many years ago, need to be studied again, because at the time, those connections were discovered, some impacts of human on the nature were much smaller than today or they even didn't exist.