

VPLIV MESTA CELJE NA PRIZEMNO CIRKULACIJO ZRAKA V ZIMSKIH MESECIH

INFLUENCE OF THE CITY OF CELJE ON GROUND LEVEL CIRCULATION IN THE WINTER MONTHS

Tone ZUPANČIČ, Boris ZUPANČIČ
Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

UDK 551.588.7

SUMMARY

The objective of this paper is research on the wind and temperature conditions in the Celje basin in wintertime. The basis for this study were hourly measurements of these two parameters at five points in the basin, measurements of temperature at Miklavški hrib, which lies 140 m above the floor of the basin on its south border, and some measurements of temperature in 25 localities in the basin. We analysed temperature inversions and the distributions of the hourly temperature data. On the basis of the measurements of the temperature in the basin, we estimated the horizontal gradient of temperature in the heat island. We also analysed the wind direction in the basin, and the influence of the heat island on the air circulation in cases when a temperature inversion was present.

POVZETEK

V tem prispevku smo prikazali vetrovne in temperaturne razmere v Celjski kotlini v zimskih obdobjih 1980/81, 1981/82. Osnova analizam so bile meritve urnih vrednosti teh dveh parametrov na petih merilnih mestih v kotlini, meritve temperature na Miklavškem hribu, ki leži 140 m višje na robu kotline ter dodatne, občasne terenske meritve temperature. Najprej smo naredili frekvenčno analizo temperaturnih inverzij po času pojavljanja in po jakosti ter analizirali porazdelitve urnih vrednosti temperature zraka. Na osnovi meritev v kotlini smo ocenili horizontalni temperaturni gradient v toplotnem otoku. V izbranih primerih smo analizirali vetrovne razmere ter vpliv toplotnega otoka na cirkulacijo zraka.

UVOD

Mesto Celje leži na južnem robu kotline z nadmorsko višino okrog 240 m. Kotlina je na mejnem območju med alpskim in panonskim svetom in se razprostira okrog 25 km v smeri vzhod-zahod in okrog 5 km v smeri sever-jug. Na južni in zahodni strani se teren dvigne od 800 do 1000 m nadmorske višine. Proti severu je položno hribovje do 600 m nadmorske višine in se nadaljuje v Paški Kozjak (1273 m). Proti vzhodu in severovzhodu se razprostira gričevje od 400 do 500 m nadmorske višine.

Velike koncentracije škodljivih snovi (Arhiv HMZ), ki se pojavljajo v Celjski kotlini, povzročajo precej nevšečnosti tamkajšnjemu prebivalstvu, zato so se lotili postopne sanacije

obstojećih razmer. Projekt „Model sanacije ozračja v urbanizirani kotlini“ je v šestih raziskovalnih nalogah celovito obravnaval to problematiko. V ta namen so bile opravljene nekatere dodatne meritve meteoroloških parametrov na območju Celjske kotline. V novembru 1980 smo na petih mestih pričeli z meritvami vetra in temperature, ki smo jih zaključili marca 1982. Razpoložljivi podatki so obdelani po urnih vrednostih. Merili smo na naslednjih mestih:

- 1 – Meteorološka postaja Lava
- 2 – Nova vas
- 3 – Pri Cinkarni
- 4 – Pod gradom
- 5 – Partizanska cesta

Na sliki 1 so razvidne lokacije teh postaj. Lokacije smo izbrali predvsem za ugotavljanje cirkulacije zraka, zato smo temperaturno polje ugotavljali še z občasnimi dodatnimi meritvami temperature zraka na 25 točkah v mestu in na periferiji.

V tem prispevku smo se omejili na prikaz rezultatov za hladno obdobje leta in upoštevali podatke za november, december, januar in februar v sezonah 1980/81 in 1981/82. Za ta čas smo obdelali tudi termograme z meteorološke postaje na Miklavškem hribu, da smo lahko ugotavljali temperaturno razliko med postajami v kotlini in na hribu.

TEMPERATURNE RAZMERE

Temperaturna inverzija, ki je vzrok za oblikovanje zaprtega sistema kotlinske atmosfere s posebnimi fizikalnimi zakonitostmi, je v Celjski kotlini pogost pojav. Stekanje in nato zadrževanje hladnega zraka nastaja pri sinoptičnih situacijah lepega vremena s šibkimi višinskimi vetrovi prek celega leta. Temperaturne inverzije smo v Celju merili v dveh etapah s temperaturno radiosondo, ki je bila pritrjena na vezan balon. Na ta način smo ugotavljali višino inverzije, trajanje inverzije in gradient temperature na posameznih višinah. Meritve so pokazale, da se močne temperaturne inverzije pojavljajo v vseh letnih časih, poprečna višina in trajanje pa je večje v hladnem delu leta. Meritve temperaturnega gradienta ne sovpadajo z obravnavanim obdobjem, zato smo si posredno pomagali s temperaturnimi podatki na meteoroloških postajah Lava in Miklavškem hribu, med katerima je 140 m višinske razlike. Primerjave temperaturnih razlik s podatki, dobljenimi z balonom, kažejo, da so temperaturne razlike zadovoljiv pokazatelj za statistične obdelave inverzij. Primerjava klimatoloških podatkov med Miklavškim hribom in postajo Lava za desetletno obdobje (Zupančič, 1982), je pokazala, da so višje plasti ozračja toplejše (1971–1980), temperaturne inverzije so bolj pogoste v jutranjih in večernih urah (termina ob 7. in 21. uri) in močnejše izražene v hladnem delu leta. Tako je bilo npr. za to obdobje v hladnem delu leta poprečno 1,8 dni, ko je bila temperatura na Miklavškem hribu za več kot 5°C višja od vrednosti na Lavi in 10,6 dni, ko je bila razlika več kot 1°C. Analiza urnih vrednosti temperature za ti dve postaji za hladno obdobje 1980/81 in 1981/82 je pokazala, da je bilo 15 dni, ko je trajala inverzija neprekinjeno 24 ur, medtem ko imamo kar 104 dni, ko je trajala inverzija 16 ur na dan ali več.

Ena od značilnosti večjih urbanih območij je toplotni otok – pojav, ko je mestni del toplejši od periferije. Poleti se toplotni otok pojavlja zaradi intenzivnejšega segrevanja naseljenih področij, pozimi pa je toplotni otok predvsem posledica ogrevanja. Značilna posledica tega pojava je cirkulacija zraka, vezana le na mesto in bližnjo okolico, kar predvsem pozimi negativno vpliva na kvaliteto zraka. Temperaturni gradient med centrom in okolico ima za posledico stekanje zraka in dviganje v sredini, zaradi temperaturne inverzije pa se nato razteka v višini in se spušča proti robu toplotnega otoka.

Primerjave temperaturnih podatkov na petih postajah s statističnimi testi (Cooley in Lohnes, 1971) in faktorsko analizo (Vukadinović, 1973) so pokazale, da so rezultati meritve na postajah Lava, Nova vas in Cinkarna en homogen vzorec, na postajah Pod gradom in na Partizanski cesti pa drug. Glede na to, da sta postaji Pod gradom in na Partizanski cesti bližje mestu, je takšna delitev povsem razumljiva. Glavna značilnost, ki jo kažejo ti rezultati, so velike standardne deviacije v januarju in decembru na vseh postajah, kar pomeni, da je spremenljivost temperatur v tem obdobju največja; to je povezano s pogostostjo pojavljanja in razkrajanja toplotnega otoka in z izrazitostjo tega pojava.

Zaradi obrnobe lege merilnih postaj smo temperaturne razmere v mestu in okolici ugotavljali še z občasnimi dodatnimi meritvami na 25 točkah, ki so bile izbrane v smeri sever–jug in vzhod–zahod. Opravili smo okrog 40 meritev v popoldanskih, večernih in jutranjih urah. Poprečne temperaturne razlike med središčem mesta in periferijo v primerih, ko je pihal šibak veter, so bile okrog 2 K. Pri spremembi sinoptične situacije, ko se je v višjih slojih pojavljal močan veter, so bile temperaturne razlike zanemarljive.

CIRKULACIJA ZRAKA

Smer in hitrost vetra smo merili z elektronskimi anemografi domače izdelave, ki imajo prag občutljivosti 0,1 m/s. Podatki so urne vrednosti poprečne hitrosti in prevladujoče smeri vetra. Upoštevali smo le tiste primere, ko imamo podatke na vseh petih postajah. Za naše obdobje razpolagamo s 1691 urnimi podatki. Pogostost vetra po smereh smo zaradi lažje prostorske predstave narisali na karto merila 1:50.000.

Na sliki 1 je prikazana pogostost vetra po smereh za zimi 1980/81 in 1981/82 (nov.–feb.). Vidimo, da se posamezne rože vetrov med seboj zelo razlikujejo, čeprav razdalje med posameznimi merilnimi mesti niso velike niti ni med njimi višjih ovir. Vzrok za to je lokacija samih merilnih mest. Postaje Lava, Nova vas in Cinkarna ležijo na samem obrobju toplotnega otoka, kjer se že poznajo zunanji vplivi, postaji Pod gradom in na Partizanski cesti pa sta pod vplivom bližine pobočij. Na vseh postajah so pogosteje zabeležene smeri, ki pomenijo stekanje zraka proti mestnemu središču, čeprav so bile v obdelavi zajete vse sinoptične situacije.

Na sliki 2 so narisane pogostosti vetra po smereh za hitrost vetra 2 m/s in več. Vidimo, da je pri večjih hitrostih vetra vpliv mesta praktično zanemarljiv. Število teh urnih podatkov je bilo med 262 v Cinkarni in 103 Pod gradom. Glede na majhno število močnejših vetrov ti le malo vplivajo na vetrovne razmere, prikazane na prvi sliki.

Na sliki 3 in 4 so prikazane pogostosti vetra po smereh za hitrosti pod 2 in pod 1 m/s. V obeh primerih je opazno izrazito stekanje zraka proti mestnemu središču. Stekanje je nekoliko bolj izrazito pri hitrostih vetra pod 1 m/s, bistvenih razlik med obema slikama pa ni, saj je v poprečju okrog 75% vseh hitrosti pod 1 m/s.

Veter smo obravnavali posebej za primere, ko je bila temperaturna inverzija. Za celodnevno inverzijo smo šteli dneve, ko je inverzija trajala 22 ali več ur na dan. Teh primerov je bilo v obravnavanem obdobju 37. Za dneve z delno inverzijo smo vzeli primere, ko se je inverzija pojavila v 16 do 21 urah in dneva in pri tem ni nastopila sprememba tipa vremena. Takih dni je bilo 67. Na sliki 5 so prikazane pogostosti vetra po smereh za primere s celodnevno inverzijo, na sliki 6 pa primeri z delno inverzijo. Stekanje zraka je izrazito v obeh primerih. Poprečne hitrosti vetra po posameznih smereh so bile v primerih celodnevne inverzije pod 1 m/s, v primerih z delno inverzijo pa okrog 1 m/s.

Dolgo obdobje stabilnega vremena je bilo od 17. 1. do 3. 2. 1981, ko so se v Celju pojavljale močne temperaturne inverzije. Žal za to obdobje nimamo vseh podatkov o vetru. 28. 1. je bila poprečna razlika temperature med Miklavškim hribom in Lavo 5,2 K. Iz sinoptične situacije je razvidno, da je bilo nad srednjo in južno Evropo ustaljeno območje visokega zračnega pritiska. Ob severnih vetrovih je nad naše kraje pritekel hladen zrak. Na 850 mb ploskvi je pihal veter s hitrostjo okrog 8 m/s. Temperatura zraka ob 7. uri je bila na Lavi -17,0°C in na Miklavškem hribu -9,8° C. Stekanje zraka je bilo izrazito, le v zgodnjih popoldanskih urah, ko se je razlika temperatur med Miklavškim hribov in Lavo zmanjšala na okrog 1 K, je prišlo do sprememb v smeri vetra.

ZAKLJUČKI

Mesto Celje ima zaradi pojavljanja toplotnega otoka močan vpliv na cirkulacijo zraka. Razlike med temperaturami v mestu in periferijo so pozimi ob mirnem vremenu v poprečju okrog 2 K, največje izmerjene razlike pa 5 K. Od 240 obravnavanih dni je bilo kar 104 dni, ko je bila temperatura na Miklavškem hribu vsaj 16 ur na dan višja od temperature na Lavi. Ob temperaturnih inverzijah so bile hitrosti vetra okrog 1 m/s in manj. Z izbranimi petimi merilnimi mesti smo lahko izmerili stekanje zraka, nismo pa mogli ugotoviti vplivnega področja mesta, kar bi bilo potrebno vedeti pri izbiri lokacij objektov, ki onesnažujejo zrak.

LITERATURA

ARHIV HMZ SR Slovenije

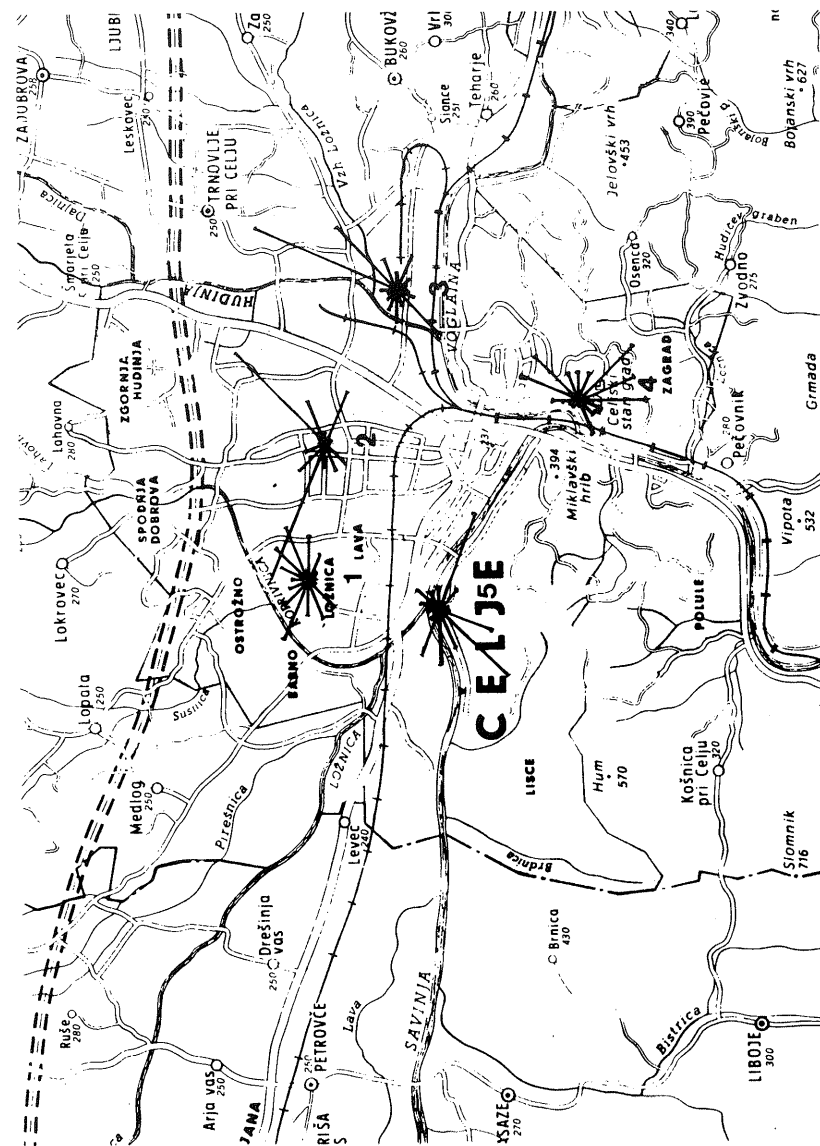
Zupančič, T., s sodelavci: Meteorološke značilnosti Celjske kotline I., II. in III. del Raziskovalne naloge HMZ 1980, 81, 82

Cooley, W. W., Lohnes, P. R.: Multivariate Data Analysis, New York 1971

Vukadinović, S.: Elementi teorije verovatnoče i matematične statistike, Beograd, 1973

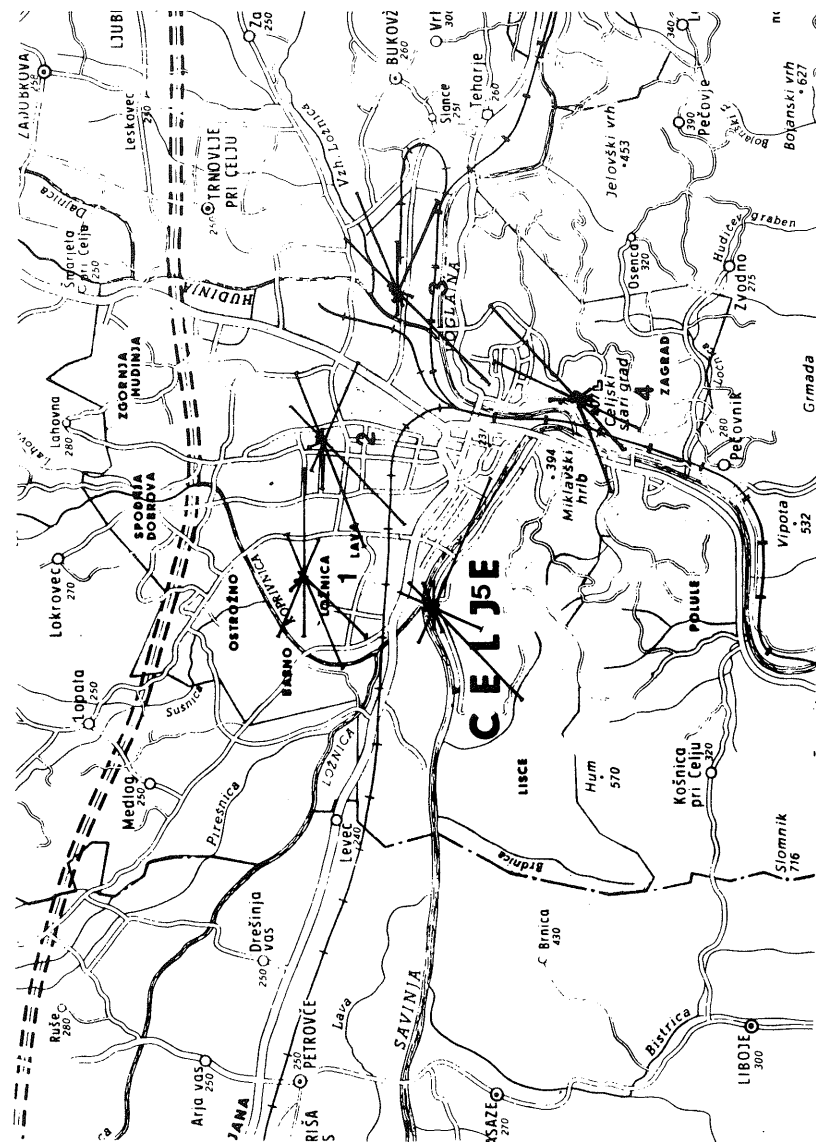
Petkovšek, Z., s sodelavci: Širjenje onesnaženja zraka v kotlinah, 1-4 faza, Ljubljana 1973-1979, FNT - Poročilo za ISS

Hočevnar, A., Petkovšek, Z.: Doprinos k poznavanju razmer v jezeru hladnega zraka v Ljubljanski

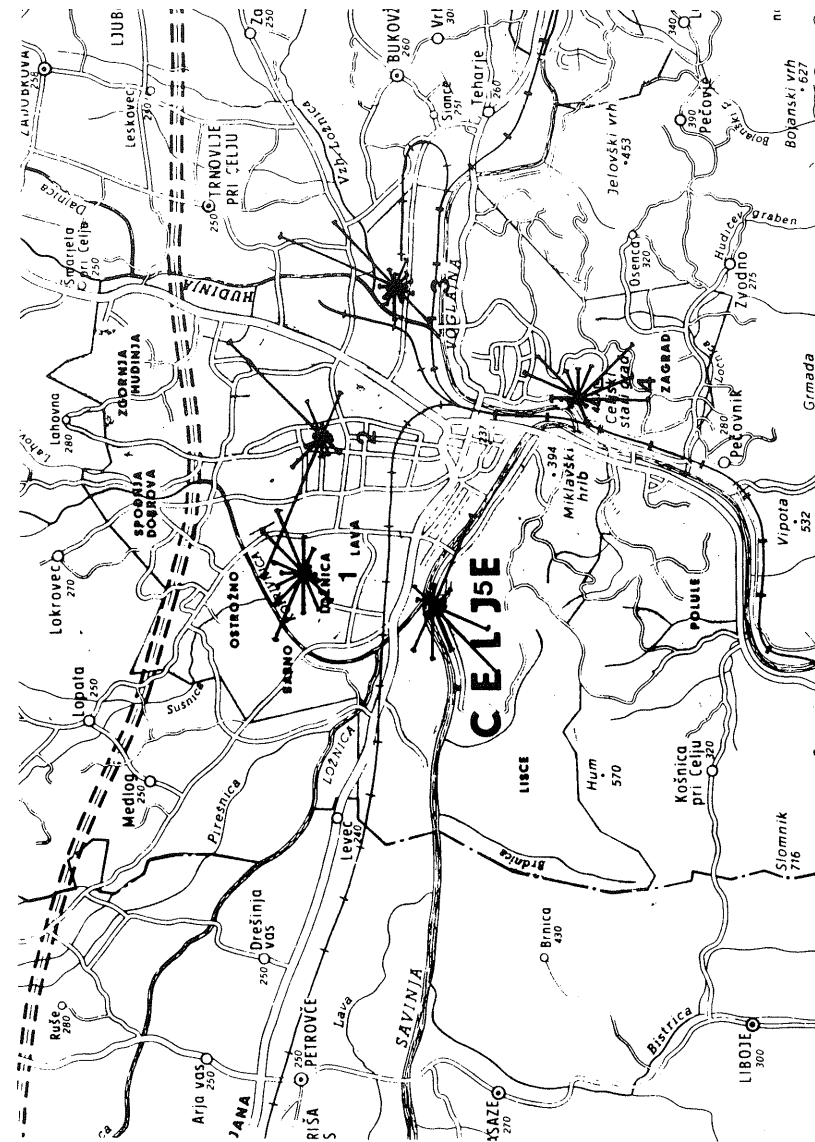


Slika 1 Pogostost vetra po smereh za zimi 1980/81 in 1981/81 (nov.-feb.)

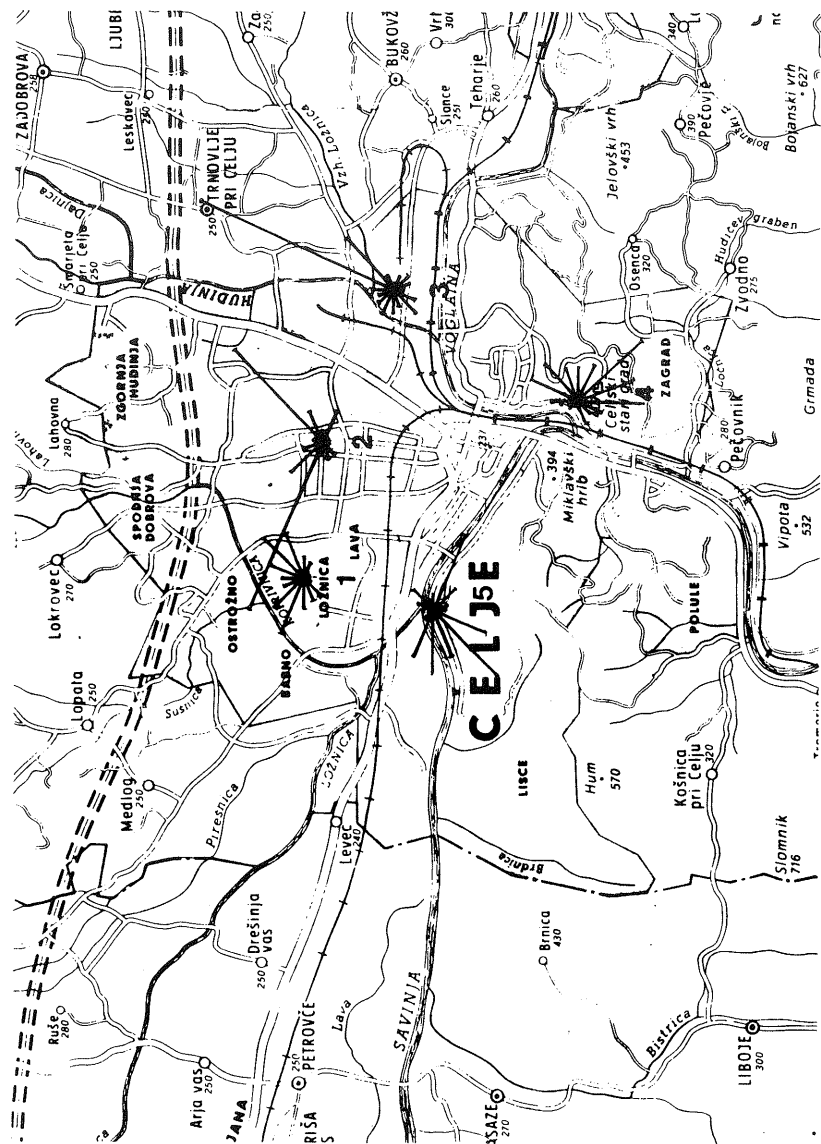
Fig. 1 Wind direction frequency for the winters 1980/81 and 1981/82 (Nov.-Feb.)



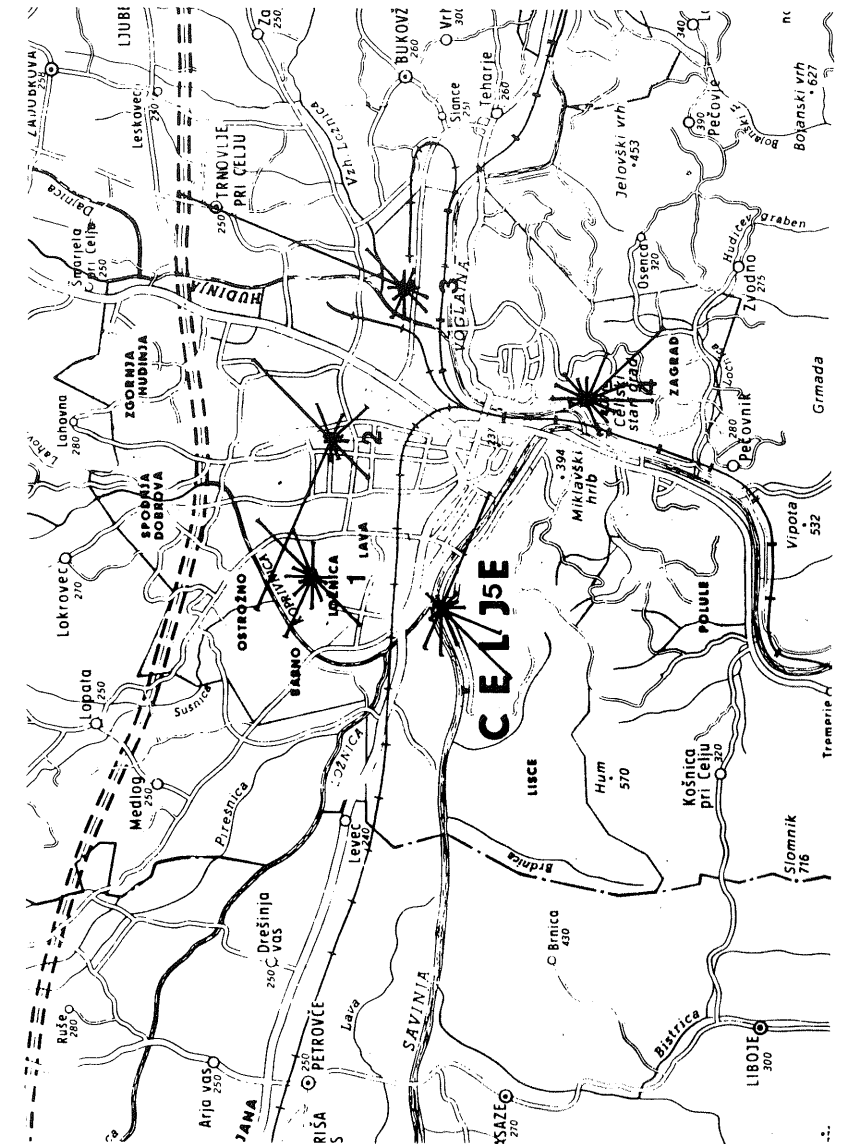
Slika 2 Pogostost vetra po smereh za zimi 1980/81 in 1981/82 (nov.–feb.).
 Hitrost vetra ≥ 2 m/s
 Fig. 2 Wind direction frequency for the winters 1980/81 and 1981/82 (Nov.–Feb.).
 Wind speed ≥ 2 m/s



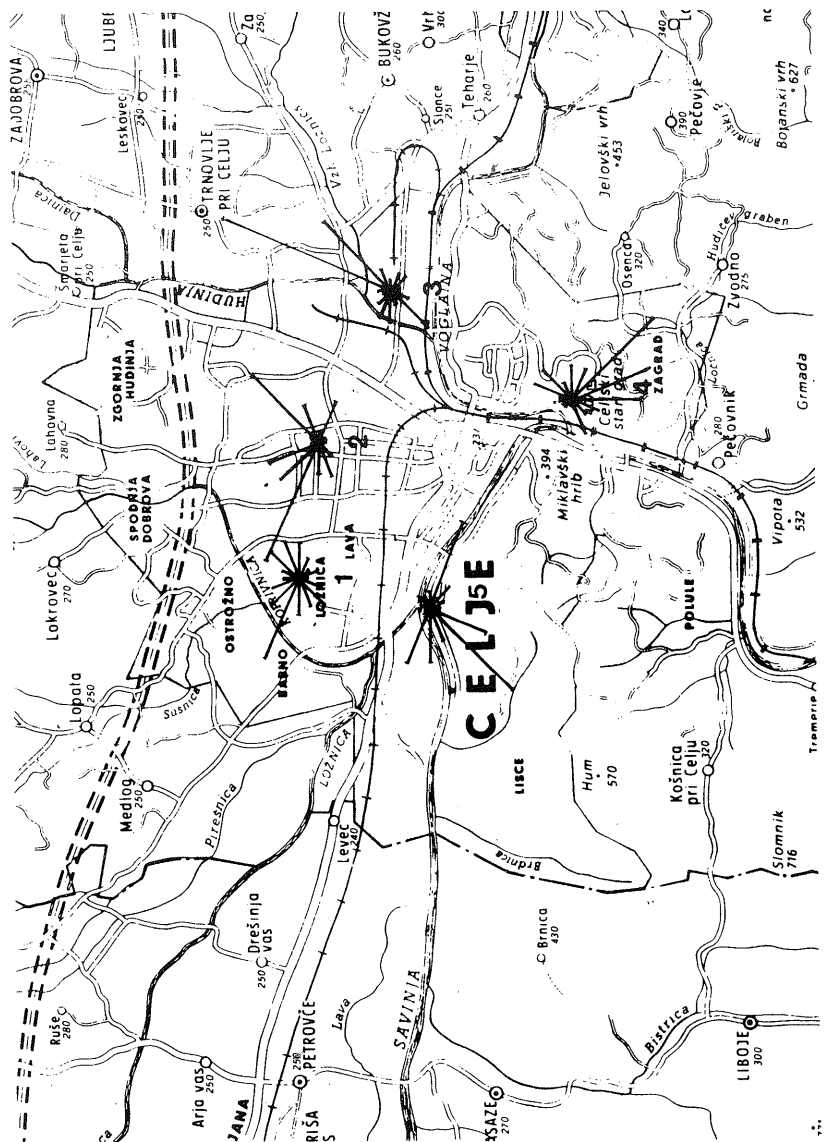
Slika 3 Pogostost vetra po smereh za zimi 1980/81 in 1981/82 (nov.–feb.).
 Hitrost vetra < 2 m/s
 Fig. 3 Wind direction frequency for the winters 1980/81 and 1981/82 (Nov.–Feb.).
 Wind speed < 2 m/s



Slika 4 Pogostost vetra po smereh za zimi 1980/81 in 1981/82 (nov.–feb.)
 Hitrost vetra < 1 m/s
 Fig. 4 Wind direction frequency for the winters 1980/81 and 1981/82 (Nov.–Feb.)
 Wind speed < 1 m/s



Slika 5 Pogostost vetra po smereh za zimi 1980/81 in 1981/82 (nov.–feb.)
 Primeri s celodnevno temperaturno inverzijo.
 Fig. 5 Wind direction frequency for the winters 1980/81 in 1981/82 (Nov.–Feb.)
 Cases with daylong vertical temperature inversion.



Slika 6 Pogostost vetra po smereh za zimi 1980/81 in 1981/82 (nov.–feb.).
Primeri z delno inverzijo.

Fig. 6 Wind direction frequency for the winters 1980/81 and 1981/82 (Nov.–Feb.)
Cases of vertical temperature inversion with 15 to 21 hours duration.