

DANILO FURLAN

Meteorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

In basins, the probability of fog formation is greater when the relief conditions for the development of inversions near the ground are more favourable. Most frequently these are the lowest parts of basins, not permitting the outflow of the air. As a rule, in the same geographical unit the height above-sea level of the station and the frequency of days with fog are values with inverse proportion, but only in case when the accessibility for winds is equal for the entire basin. If not so, the differences in the number of days with fog could become considerable.

Dependency between the height above-sea level and frequency of days with fog is the same also in mountain valleys, but only up to the absolute height of approx. 500 m. Namely, cold air in valleys is not being accumulated, but flows out of the valley. The more the bottom of the valley is inclined, which is particularly the case in the upper part of the valley, the more intense is the outflow of the air, and the less frequent are the days with fog.

The turning-point in the relation between the absolute height of the bottom of the valley and the number of days with fog occurs at approx. 500 m, the reason probably being in low clouds, as the number of days with fog increases from this level upwards. Taking into account the relation between the number of days with fog in Bovec valley and the one by the source of Soča river, the same rule can be applied also for basins.

POVZETEK

V kotlinah je verjetnost za formiranje megle tem večja, čim ugodnejše so reliefne razmere za razvoj talnih inverzij, ki morajo zajeti dovolj debelo plast zraka. Najčešče so to najnižji deli kotlin, iz katerih zrak nima odtoka. V isti geografski enoti sta nadmorska višina postaje in pogostost meglenih dni praviloma obratno sorazmerni vrednosti, vendar le

v primeru, ako je stopnja dostopnosti za vetrove za vso kotlino enaka. Ako stopnja ni enaka, so razlike v številu dni z meglo lahko zelo velike.

Enaka je odvisnost med nadmorsko višino in pogostostjo dni z meglo tudi v dolinah gornje Soče in Save Dolinke, vendar le do absolutne višine cca. 500 m. V dolinah se namreč hladni zrak ne kopiči, ampak odteka. Čim bolj je dno doline nagnjeno, tako pa je zlasti v povirju, to je v gornjem delu doline, tem intenzivnejši je odtok zraka in tem redkejši so dnevi z meglo.

Do preloma v razmerju med absolutno višino dna doline in med številom dni z meglo pride na višini cca. 500 m. Od te višine navzgor se število dni z meglo veča. Vzrok so verjetno nizki oblaki, zlasti v hladni polovici leta. Zato raste tudi število dni z meglo, čim višje je dno doline. So-deč po razmerju med številom dni z meglo v Bovški kotlini in tistim ob izviru Soče velja isto pravilo tudi za kotline.

UVOD

Med značilnostmi klime alpskega sveta šteje tudi megla. Zapažanja kažejo, da je megla najčešča v zaprtih kotlinah, mnogo redkeje pa se pojavlja v dolinah. Tako stanje potrjuje tudi uradna meteorološka statistika. Vendar velja poudariti, da opazovalci, razen manjšega števila, niso poklicni meteorološki uslužbenci, torej ne taki, ki morajo spremljati razvoj vremena prek vsega dne. Le ob določenem času opišejo stanje vremena, njegov razvoj pa spremljajo le toliko, kolikor jim to dopušča čas. Opazovanja zato niso neoporečna, vsaj vsa ne!

Pri ocenjevanju razpoložljive dokumentacije velja poudariti, da se reliefne razmere vzdolž vodotokov, večjih, pa prav tako tudi manjših, naglo spreminjajo. Doline se ožijo in širijo, prehajajoč v kotline in kotlinice; s tem so spremenjeni pogoji za prezračevanje, kar pomeni, spreminjajo se tudi pogoji za nastanek megle. Zato tudi velike razlike v številu dni z meglo, čeprav že na kratke razdalje, niso dokaz o nezanesljivosti opazovanj.

V tem prispevku je obravnavana le letna pogostost megle, torej poprečno število dni v letu, v katerih je opazovalec ugotovil, da je vidnost v vodoravni smeri, v času, ko je spremljal razvoj vremena, vsaj prehodno padla pod 1 km /1/. Primeri megle so obravnavani enotno, brez delitve v 3 osnovne vrste: radiacijsko, frontalno in advektivno /2/.

POGOSTOST DNI Z MEGLO V SPODNJEM DELU LJUBLJANSKE KOTLINE

Praviloma je megla najčešča v nižjem delu kotline. Čim bolj se oddaljamo od tega področja, tem manjša je verjetnost za nastop megle, in na robu kotlin, kjer se vanjo stekajo doline, je število dni z meglo že občutno manjše. V spodnjem delu Ljubljanske kotline je situacija naslednja: Ljubljansko barje ima v svojem osrčju, Črni vasi in Notranjih Goricah, prek 250 dni z meglo. Ljubljana-Bežigrad jih ima "le" še 150, Brnik in Volčji potok pa blizu 135. Ako gremo še ven iz spodnjega dela kotline, na Gorenjsko, imajo v Lescah le še 60 dni z meglo letno /3/. Nadmorske višine naštetih postaj pa so, po istem vrstnem redu: 293 m, 295 m, 299 m, 360 m in 500 m (tabela 1). Razmerje med nadmorsko višino in številom dni z meglo je v tem primeru torej obratno sorazmerno.

Trditev, da je v isti kotlini pogostost megle odvisna samo od višine postaje, pa bi bila vendar prenačljiva. Tako ima, na primer, postaja Vrhnika zabeleženih le blizu 100 dni z meglo, Ljubljana-Bežigrad pa kar 50% več, čeprav sta absolutna in relativna višina praktično isti. Za primerjavo je koristen podatek tudi o Tomišlju, blizu začetka Iškega Vintgarja, z enako nadmorsko višino (299 m), dni z meglo pa ima blizu 120.

Primeri kot sta Vrhnika in Tomišelj, govoriča prepričljivo o tem, da odloča o številu dni z meglo več dejavnikov. Glavni dejavnik je stopnja zaprtosti kotline; prvič, zaprtost, ki preprečuje odtekanje hladnega zraka po dnu, in drugič, zaprtost za posredne učinke vetrov nad kotlino.

Neposredni vzrok za nastajanje megle in za njeno trajanje, je kopičenje hladnega zraka. V poznih popoldanskih /9/, nočnih in zgodnjih jutranjih urah se nabira hladni zrak na dnu kotlin. Tu se še dalje ohlaja, seveda v odvisnosti od radiacije zemeljske površine.

Reke in potoke, ki so si utrli pot, urezali struge iz kotlin nizvodno, spremljajo navadno le ozke doline. In ker hladni zrak ne teče kot voda, ampak le polzi kot viskozna tekočina /4/, je pri izrazitejši zožitvi doline odtok onemogočen ali vsaj močno oviran. Takšna je tudi situacija na vzhodnem zaključku Ljubljanske kotline. Odtekanje hladnega zraka proti mnogo nižji Panonski nižini preprečuje ozka dolina Save, vrezana v Posavsko hribovje. Zato večina doline Save ni znana po pogosti megli, medtem ko imamo v Ljubljanski kotlini, z večjo nadmorsko višino, tudi prek 250 meglenih dni.

Ako rečemo, da je vlaga, ki je potrebna za nastanek megle, v atmosferi /5/, in upoštevamo, da so najnižje temperature tiste, ki odločilno vplivajo na visoke vrednosti relativne vlage in s tem na formiranje megle, pogojene z relativno višino /6,7/, je pojav megle direktno odvisen

od nje. Dejstvo, da imajo postaje na dnu kotline, kot Vrhnika, Lipe na Barju, Volčji potok, Brnik, Lesce, različno pogostost megle, zahteva dodatno tolmačenje.

Stabilna stratifikacija preprečuje, da bi turbolenca, kot posledica vetrov nad kotlinami, redno prodrla do dna kotlin /8/. Posledica izostane ali vsaj oslabiljene turbulence je ta, da zdrkne v dovolj debeli plasti (pri talni megli je ta plast debela le dober meter) temperatura vsaj blizu rosišča /9/, ako ne pod rosišče, in že nastopi megla. Osnovni pogoj pa je dovolj debela plast hladnega zraka, kajti sicer se izločata le rosa ali slana.

Da imamo v spodnjem delu Ljubljanske kotline tako različno pogostost dni z meglo, med skoraj 300 in 100 dnevi, je vzrok predvsem različna dostopnost dna za vetrove nad kotlinino. Najbolj sta pred njimi zaščiteni postaji Notranje gorice in Črna vas na Barju, saj ju krijeta Krim in planota Pokojišča na jugu in jugozahodu, v nemajhni meri pa tudi Plešivica na severozahodu. Odtod največ dni z meglo na teh dveh postajah. Tolmačenje, da pomeni večja stopnja zaščitenosti pred vetrovi tudi povečano možnost za nastanek megle, je potrjena z opazovanji v dolini Radovne /12/.

Povsem drugače je s Tomišljem, Vrhniko in Volčjim potokom! Prvi leži na izteku doline Iške, Vrhnika na zaključku Logaškega podolja, Volčji potok pa na podaljšku podolja med Ljubljansko in Celjsko kotlinino, ki ju loči le Trojanski prag. V vseh treh primerih so postaje vetrovom dostopnejše (neposredno prek dinamične turbulence). Pogostost dni z meglo pa de zato tam približno na polovico od one v osrčju Barja.

POGOSTOST DNI Z MEGLO V DOLINAH GORNJE SOČE IN SAVE DOLINKE

Ljubljanska kotlina prehaja na severozahodu v dolino Save Dolinke. Obrobje alpskih dolin je praviloma višje kot pri kotlinah. Možnosti za turbulenco, pogojene z vetrovi nad dolino, in ki bi segla do tal, so torej manjše. Boljši pa so pogoji za odtok najhladnejšega zraka zato, ker je dno doline bolj nagnjeno v smeri dolinskega izteka. Hladni zrak, ki polzi po pobočjih proti dnu kotline, se zaradi zadostne nagnjenosti dolinskega dna ne ustavi, ampak polzi še naprej in nadaljuje svojo pot kljub manjšim zaprekam.

Tudi če pride v kasnih popoldanskih in naslednjih večernih urah, zaradi radiacijskega tipa vremena, do stabilizacije /7/, je plast najhladnejšega zraka preplitva za nastanek megle. Njegovo kopičenje prepreči namreč nastop nočnika, ki vznemiri plast stabiliziranega ozračja in ga odnaša

proti stečišču doline. Pri tem pride do mešanja različno ogretyh plasti, in v končni fazi dobimo normalno temperaturno razporedbo, vse do relativne višine od cca. 200 do cca. 400 m /7/. Tak primer kaže slika 1, ki je bila delana na osnovi meritev v dolini Save pri Hrastniku in ne v Savinem povirju.

Z ozirom na velikost padca doline in njene oblike pa ni vzroka, zaradi katerega gornje sheme ne bi mogli uporabiti za katerokoli ozko dolino. Pogoji za nastanek megle v dolinah torej niso enaki tistim v kotlinah.

Pogoj za močne ohladiitve v jasnih nočeh je odprto obzorje, ki omogoča neovirano sevanje dna, izključuje pa protisevanje pobočij /10/. Taka je situacija na dnu širokih kotlin, kot so Ljubljanska, Celjska in druge, enako kot tudi plitvih kraških polj in planot. V relativno ozkih dolinah tega pogoja ni in zato doline niso izrazita inverzna področja /6/, in je megle manj. Vsaka razširitev doline v večjo ali manjšo kotlinino pa ima za posledico zbiranje hladnega zraka in s tem povečano pogostost dni z meglo, kot je primer z Litijo.

Večja možnost za ohranitev ali obnovitev normalnega temperaturnega gradienta in manjša možnost za zadostno ohladiitev na dnu so torej vzrok, zakaj je megla v gornjem toku Iške, Borovniščiice in Gradaščiice, po opazovanjih avtorja, mnogo redkejši pojav kot na istih višinah osamelcev Ljubljanskega barja, pa čeprav med naštetimi lokacijami ni nikakih orografskih preprek. Iz istega vzroka naj bi imela postaja Žaga v dolini Soče le 9 dni z meglo, Bovec v majhni kotlini, pa 20.

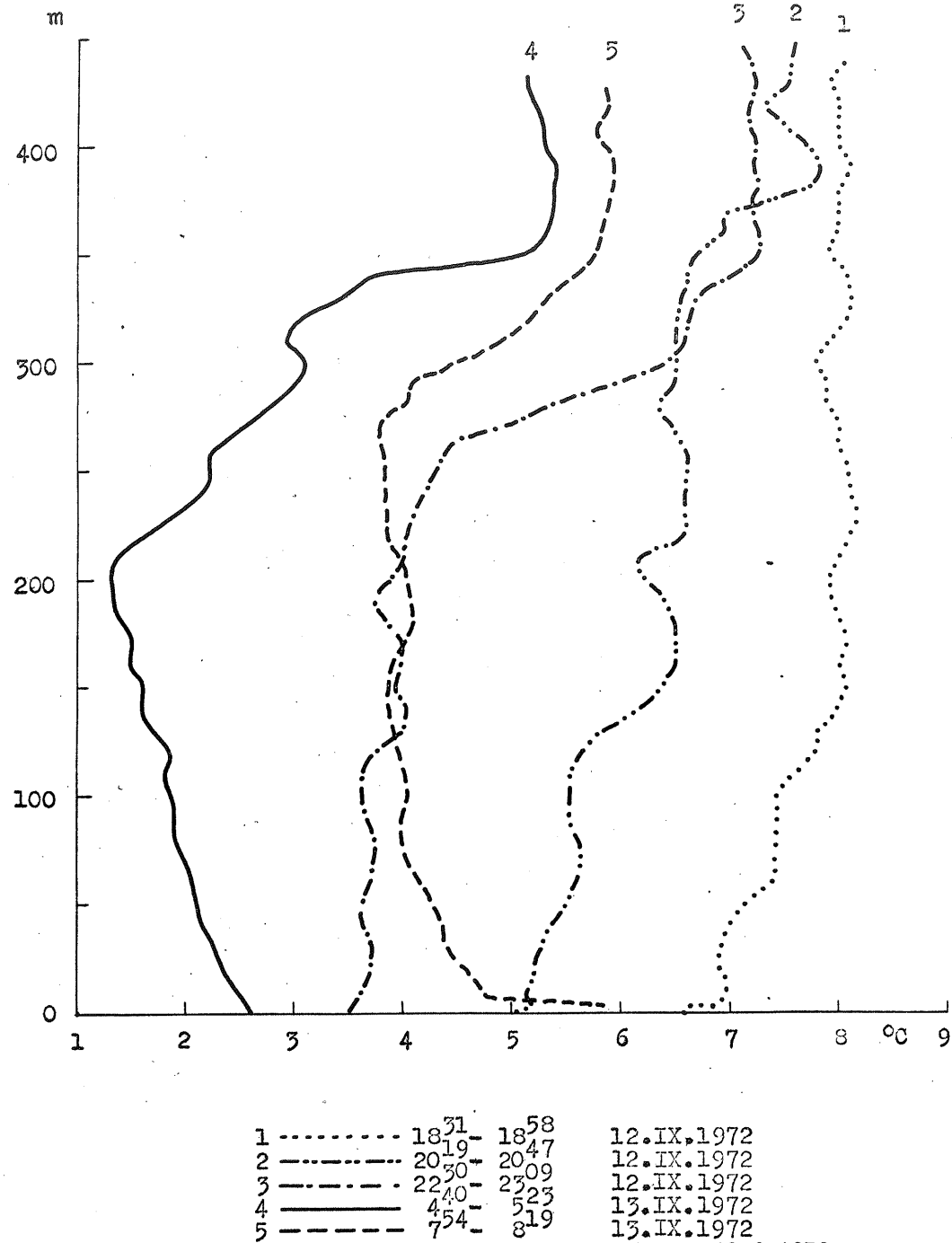
Strma pobočja in močno nagnjena dna dolin, in njihova izrazita ozkost so vse češči pojav, čimbolj se pomaknemo v povirno področje rek in potokov. To pa pomeni: čim višje leži dno doline, tem manjša je pogostost megle. Med nadmorsko višino in pogostostjo meglenih dni v ozkih dolinah naj bi torej bilo obratno sorazmerje, torej prav tako, kakršno je bilo za kotline in nižine v Sloveniji /11/.

V dolini Save Dolinke pa potrdila za tak, čeprav logičen zaključek, ni. Iz slike 1 in tabele 1, v kateri so vnešene absolutne višine postaj in pogostost megle na njih, je razvidno, da sta letna pogostost dni z meglo in absolutna višina postaje premo in ne obratno sorazmerni spremenljivki. Rateče na višini 864 m imajo blizu 27 dni z meglo, Moste pri Žirovnici na višini 550 m pa le 4. Tudi vmesne postaje: Kranjska gora (26 dni), Mojstrana (18 dni) in Jesenice (8 dni) dobro podpro podmeno o naraščanju števila dni z meglo, vzporedno z naraščanjem nadmorske višine. Prav tako razmerje ugotovimo tudi za zgornjo Soško dolino, severno od Bovške kotline, pa čeprav je dolina ob izviru Soče dokaj razširjena in postaja Izvir Soče izstopa zaradi češče megle. Isto velja tudi za postajo Bovec, ki tudi leži v kotlini.

Ime postaje	Mes.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Letna vrednost
	HS	HS													
Zg. Radovna	750		3,3	3,8	2,2		2,4			0,3	2,2	1,6	2,7	3,0	21,5
Radovina - elektrarna	680		3,4	1,9	3,2		1,6			0,3	3,6	1,0	2,8	2,9	21,1
Vinčgar	510		2,7	0,7	0,2	0,1				0,2	1,7	2,2	2,9	2,0	12,7
Savica	530		11,6	8,6	7,6	6,4	6,5	7,2	13,1	16,1	18,1	16,7	11,5	14,7	138,1
Stara Fužina	547		7,2	8,1	10,3	4,9	3,8	5,8	7,2	10,0	14,1	13,7	7,8	11,2	104,1
Bohinjska Bistrica	507		3,9	3,2	2,4	2,3	2,3	3,4	5,2	9,0	12,7	12,1	4,6	3,8	64,9
Nomenj - soteska	480		1,0	2,1	2,6	3,4	2,3	8,5	2,9	5,2	12,4	7,9	3,4	3,8	55,5
Izvir Soče	800		4,0	3,1	3,1	3,2	3,9	4,8	2,8	3,3	4,5	5,8	7,0	3,7	49,2
Trenta	622		1,1	1,2	1,4	0,9	0,6	0,8	0,8	0,4	0,8	1,4	1,8	2,2	13,4
Soča	487		0,7	0,4	0,1					0,1	0,3	0,2	0,9	0,3	3,1
Lepena	480		0,2		0,2					0,1	0,3	0,1	0,6	0,3	1,4
Bovec	425		3,3	2,3	2,5	1,1	0,2	0,4	0,5	0,6	1,3	2,3	3,0	2,6	20,1
Žaga	353		0,6	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	1,0	0,6	1,2	2,5	1,0	1,0	9,4
Kobarid	263		3,2	2,6	2,2	1,9	4,4	4,4	6,0	7,8	10,3	9,4	4,4	3,4	60,0
Tolmin	180		9,5	17,0	6,3	10,5	8,1	10,9	11,2	19,1	17,4	14,1	13,1	12,9	150,1
Selca	480		8,4	8,0	7,5	7,1	7,6	5,4	6,4	13,4	17,2	16,1	8,8	10,6	116,5
Bukovščica	453		5,9	7,0	7,7	6,8	8,7	10,2	11,3	15,6	19,9	16,7	8,6	8,2	127,6
Zg. Besnica	480		1,2	0,7	0,8	0,8	0,6			0,6	2,6	3,0	1,9	2,0	13,6
Rateče	864		3,2	2,2	2,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	2,6	3,2	5,2	5,0	26,8
Kranjska gora	812		3,8	3,0	4,1	0,2	0,5	0,6	0,3	0,6	2,3	1,4	4,1	4,9	25,8
Mojstrana	660		3,0	1,8	1,7		1,2	0,6	0,3	0,1	1,5	1,2	4,0	3,0	18,4
Jesenice	573		3,4	1,5	0,5					0,1		0,2	0,5	2,1	8,3
Moste pri Žirovnici	550		1,2	0,7	0,1							0,4	0,2	0,9	3,6
Lesce	500		9,5	7,3	4,7	1,2	1,3	2,3	1,0	3,6	5,7	7,8	7,5	9,7	61,6
Brnik	371		13,9	12,2	7,7	4,5	5,3	6,2	6,5	13,3	17,3	13,2	12,1	17,7	129,9
Ljubljana	299		18,8	14,5	9,4	6,0	6,6	6,6	9,0	13,5	17,6	17,8	14,2	18,5	152,5
Notranje Gorice	297		25,2	26,4	21,7	20,3	17,6	15,6	20,1	22,8	25,5	23,0	19,7	24,8	295,8
Črna vas na Barju	289		22,9	21,6	23,7	16,0	19,1	15,7	20,1	26,1	27,2	25,5	20,2	23,9	262,0

Tabela 1 Srednje mesečno in letno število dni z meglo (≡, ≡) - opazovalni niz 1951-1970.

Table 1 Monthly and yearly mean number of days with fog (≡, ≡) - series of observations from 1951 to 1970.



Slika 1 Spreminjanje temperature z višino dne 12. in 13. 9. 1972 v Hrastniku.

Fig. 1 Changing of temperature with height on September 12 and 13, 1972, in Hrastnik.

Trend v obeh dolinah pa je dovolj jasen, da o utemeljenosti podmene ni mogoče dvomiti.

Ako pogledamo v tabeli 1, kako so dnevi z meglo razporejeni med letom, ugotovimo, da je maksimum v jeseni in pozimi, torej v času, ko nastopajo oblaki z zelo nizko bazo in tudi relativno tanki so, saj gre pogosto le za dvignjeno meglo. Zato je visokogorski svet neredko brez oblakov, doline in kotline pa imajo tudi po ves dan oblačnost 10. Razlika je lepo razvidna iz primerjave števila ur sončnega obsevanja na postajah Lesce in Kredarica /13/.

Tabela 2 Stopnja osončenja v Lescah in na Kredarici, izražena v mesečnih vsotah ur in v odstotkih (osnova Lesce), za opazovalni niz 1951 - 1970.

Table 2 Degree of solar insolation in Lesce and on Kredarica, expressed in monthly sums of hours and in percentage (basis Lesce), for the series of observations 1951 - 1970.

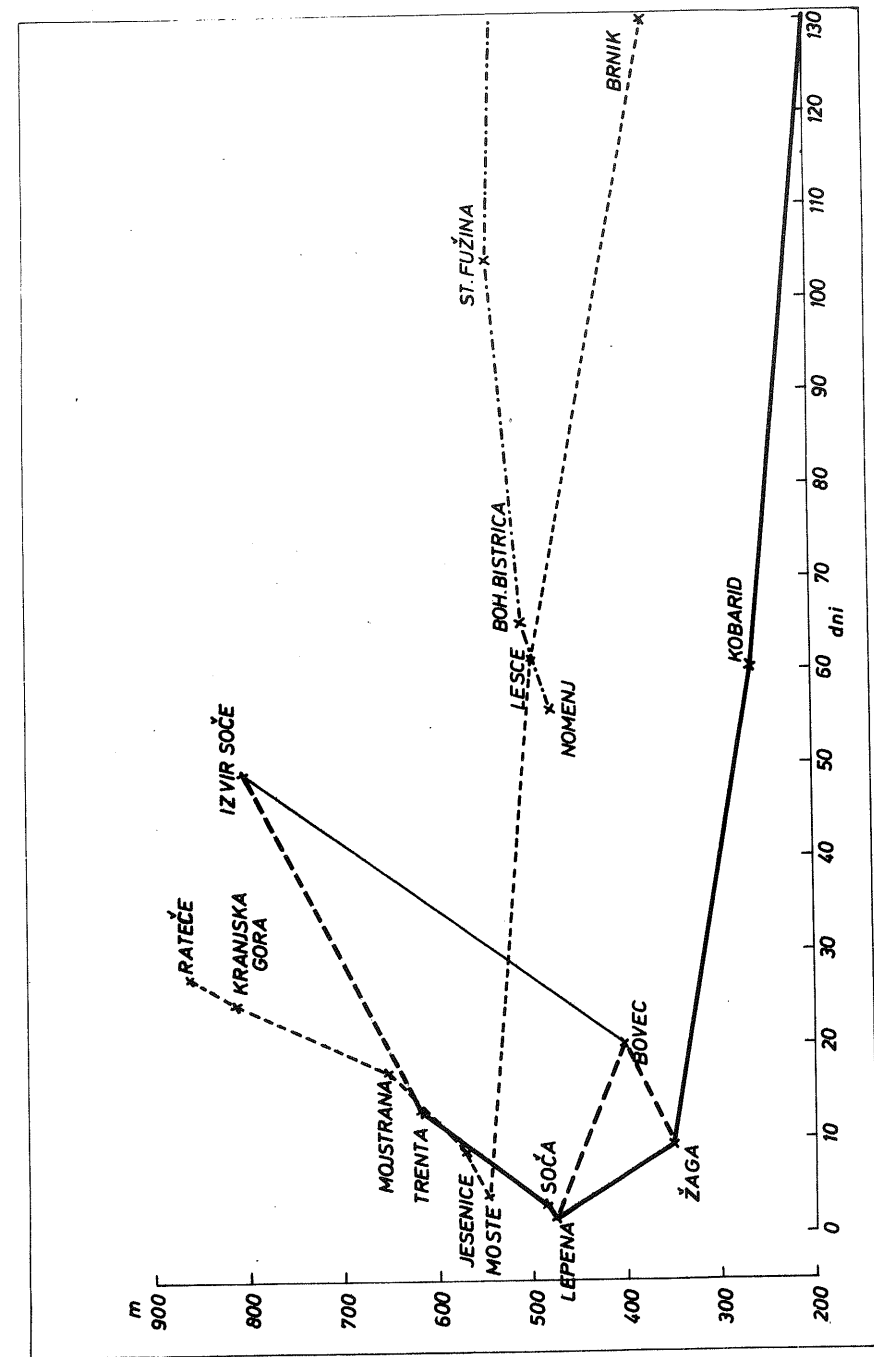
mesec				
postaja	november	december	januar	skupno
1. Lesce	79	55	76	210
2. Kredarica	93	97	114	304

% (2 : 1)	118	176	150	144

V analiziranih 3 mesecih ima Kredarica skoraj 50% več sonca kot Lesce in zelo verjetno gre naraščanje števila dni z meglo, ob vsprejdnem naraščanju nadmorske višine postaje, na račun nizke oblačnosti, odnosno dvignjene megle.

Iz podatkov v tabeli 1 in enako iz slike 2 sledi, da velja gornja ugotovitev za obe dolini, vendar le, če je njuno dno na višinah nad cca. 500 m. Te višine pa ni mogoče uporabiti brez pridržkov tudi za kotline. V našem alpskem svetu, ki se po obsegu in višinah ne more primerjati, postavimo, s Centralnimi Alpami, so v višjih legah kotline plitve. Njihova dna so zato pristopnejša za vetrove. Potrebne so dodatne analize o tem, v koliki meri pogosto učinkovanje vetra izravna posledice pogostih primerov nizke oblačnosti, ki preplavi tako kotline, kot tudi doline.

Sodeč po legi (slika 2) postaj Bovec in Izvir Soče, ki ležita v razširjenih delih, v kotlinah, doline Soče, je vpliv nizke oblačnosti večji od vpliva turbulence, pogojene z vetrom nad dnom doline. Podobno kot pri dolinah,



Slika 2 Odvisnost števila dni z meglo od nadmorske višine v alpskih dolinah in kotlinah.

Fig. 2 Dependence of number of days with fog on the height above-sea level in alpine valleys and basins.

raste tudi v omenjenih dveh majhnih kotlinah število dni z meglo, vzporedno z naraščanjem absolutne višine postaje. Do katere višine? Če je upoštevanje postaje Izvir Soče upravičeno, potem velja še prek 800 m absolutne višine. Upoštevanje postaje Izvir Soče je za obravnavani problem sporno zato, ker je dolina globoka in je dostop vetra močnejše oviran. Kotlini z dnom na višini nad 800 m in visokim obrobjem pa so v Sloveniji prej izjema, kot pa pravilo.

Zaključki, na osnovi analize razmer v samo dveh alpskih dolinah, so vsekakor tvegani. To še celo zato, ker je bilo z analizo razmer v celotni Sloveniji, torej ne na močno utesnjenem prostoru, ugotovljeno, da imajo od 400 m nadmorske višine navzgor kotlini in nižine tem manj megle, čim večja je njihova nadmorska višina /11/.

Dopolnilo:

V tabeli 1 so prikazani poprečki 20-letnega niza 1951-1970, dobljeni s pomočjo redukcije neredko zelo kratkih opazovalnih nizov. Verjetno bodo kasnejši, iz daljših nizov dobljeni poprečki, drugačni. Vsekakor pa razlike ne bodo bistvene.

Na sliki 1 sta v dolini Soče postaji Trenta in Izvir Soče povezani s prekinjeno in neprekinjeno črto. Vzrok: Izvir Soče leži v dokaj razširjeni dolini in je število dni z meglo za ozko dolino nereprezentativno. Isto velja za primer Bovca in ga zato debela neprekinejna zveznica obide.

LITERATURA

- /1/ Začasno navodilo za delo na klimatoloških postajah. Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana, 1958.
- /2/ Hann J.: Handbuch der Klimatologie, B X. Allgemeine Klimalehre. Stuttgart, 1952.
- /3/ Megla v Sloveniji niz 1951-1970. Arhiv meteorološkega zavoda SRS.
- /4/ Geiger R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1942.
- /5/ Meritve temperaturne razporedbe v Ljubljani in Hrastniku v letih 1972 in 1973. Arhiv Meteorološkega zavoda SRS.
- /6/ Furlan D.: Temperature v Sloveniji. SAZU, Ljubljana, 1963.
- /7/ Furlan D.: Informacija o dnevnoj temperaturnoj razpodeli u dolinama i kotlinama za vreme različitih sinoptičkih situacija. IX. savetovanje klimatologa Jugoslavije, Beograd, 1974.
- /8/ Furlan D.: L'influence du relief sur la repartition des temperatures. VI. Internacionalni kongres za alpsko meteorologijo, Beograd, 1962.

- /9/ Kovač M.: Temperature 300 meterske prizemne plasti zraka v Ljubljanski kotlini. Razprave X, Ljubljana, 1968.
- /10/ Furlan D.: Megla v Ljubljani. Letno poročilo meteorološke službe za leto 1955, HMZ SRS, Ljubljana, 1957.
- /11/ Petkovšek Z.: Pogostost megle v nižinah in kotlinah Slovenije. Razprave XI, Ljubljana, 1969.
- /12/ Pristov J., Trontelj M.: Megla v nekaterih slovenskih alpskih dolinah glede na višinske vetrove in na posamezne vremenske situacije. Razprave XVII, Ljubljana, 1975.
- /13/ Dokumentacija o sončnem obsevanju. Arhiv Meteorološkega zavoda SRS.