

NEKAJ UGOTOVITEV O NASTANKU RADIACIJSKE MEGLE NA LETALIŠČU LJUBLJANA-BRNIK
SOME FINDINGS ABOUT THE FORMATION OF FOG AT THE LJUBLJANA-BRNIK AIRPORT

551.575.2

MIRKO KOVAČ

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY:

In the first part of the paper the relative frequency of visibility less than 1000 m in 24 hours of a day and 12 months of a year is presented for Ljubljana-Brnik airport during the period 1964 to 1968.

Some suggestions for forecasting the formation of radiation fog a few hours ahead are given as well. They are based on measurements of temperature and relative humidity in the weather shelter (2m) and on the control tower of the airport (25 m). Formation of fog can be predicted a few hours in advance regarding temperature differences and relative humidity differences between the values in the weather shelter and on the control tower of the airport.

An important result is also the following one: fog with sky not discernible will not be formed for some hours as long as the two conditions are fulfilled viz. If the relative humidity on the control tower is less than 90% and the temperature difference between the control tower and the weather shelter greater than 5°C.

V letalskem prometu je megla skoraj nepremostljiva ovira. Do sedaj še ne poznamo ekonomskega sredstva za preprečevanje megle, zato jo moramo čim natančneje prognozirati. V veliki meri je radiacijska megla pogojena s stanjem tal in topografijo /1/. Radiacijska megla pogosto nastane v kotlinah. Letali-

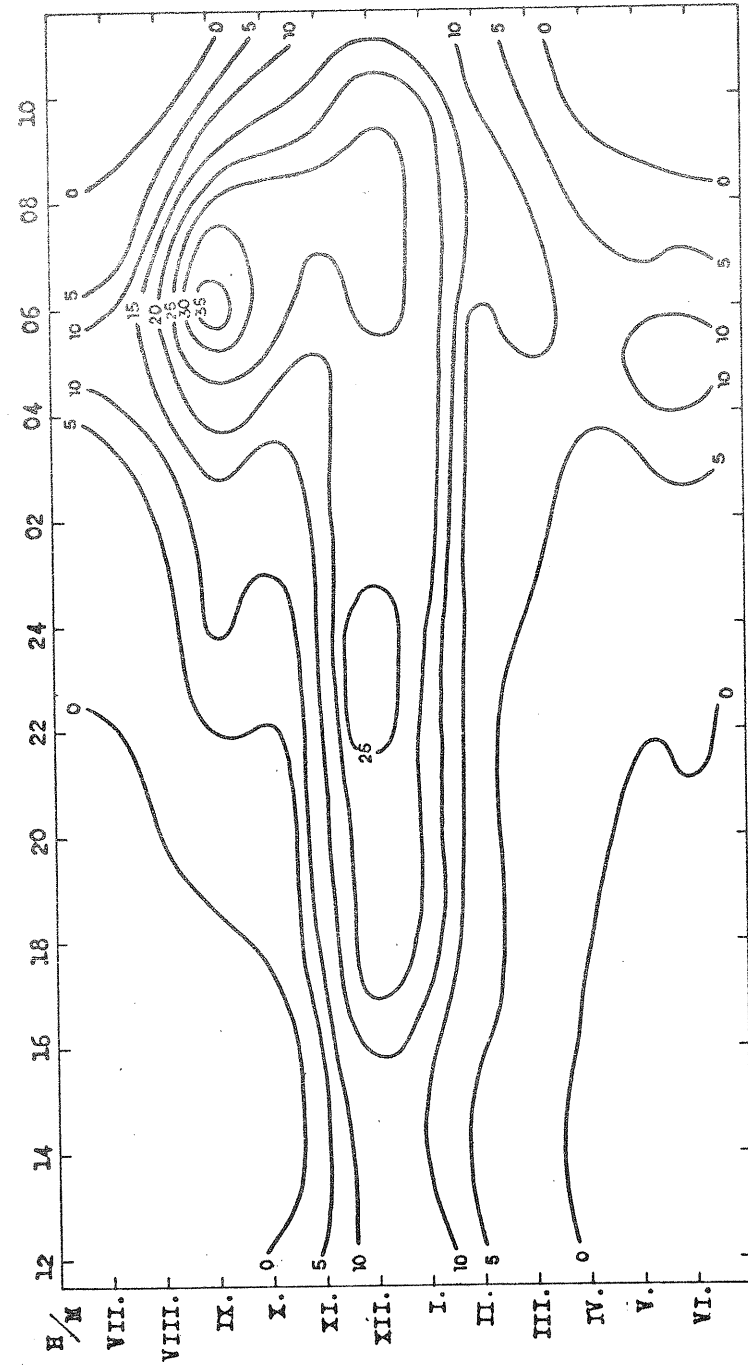
šče Brnik je v ljubljanski kotlini, zato ima predvsem radiacijsko meglo, ki so jo že preučevali razni avtorji /2,3,4/.

V tem prvem odstavku bomo statistično prikazali pogostost vidnosti/manjše od 1000 m za dobo petih let. Nekaj primerov vidnosti pod 1000 m je bilo zaradi padavin, kar pa je v vseh takih primerih vidnosti opazovalec zabeležil meglo, je naknadno težko ugotoviti, zakaj je bila tako majhna vidnost. V statističnem prikazu vidnosti pod 1000 m bomo govorili kar o megli, ker je na Brniku vzrok majhne vidnosti predvsem megla. Upamo, da je doba petih let zadostna za pravilno sliko o pogostnosti megle. Vse pojave megle po urah in mescih smo sešteli in delili s številom dni petih let, tako da je pogostnost megle na sliki 1 podana v odstotkih.

Po priloženi sliki letalska družba lahko planira svoje lete na letališču Brnik, da se zagotovo ali pa z manjšim odstotkom tveganja izogne megli. Na sliki zasledimo najugodnejši čas, ko se megla sploh ni pojavila, med začetkom aprila in koncem avgusta med 10 in 20 uro. Tudi ostale ure v tem razdobju imajo zelo redko meglo, med 4 in 6 uro največkrat 3-krat na mesec, ostale ure pa še toliko ne. Največji odstotek pojava megle v celem letu je septembra med 4. in 8. uro zjutraj in to več kot 10 dni v mesecu.

V septembru je ob drugih urah megle zelo malo, popoldne in zvečer megle ni. Drugi, nekoliko manjši, sekundarni maksimum megle je v zimskih mesecih: november, december in januar in to v nočnem in dopoldanskem času. V omenjenih treh mesecih se pogosto megla zadržuje po ves dan ali celo nekaj dni skupaj. Na sliki zasledimo meglo opoldne tudi še v februarju in marcu, vendar nastopa v teh dveh mesecih megla v zvezi s padavinami, ko skozi hladni zrak padajo relativno toplejše deževne kaplje.

Pogostnost megle smo prikazali tako, da smo po vertikali začeli z julijem in končali z junijem, po horizontali pa od 12 do 11 ure. Tako podana megla nam ponazarja na sliki nekak križ megle z največjo pogostnostjo v jutranjih urah in zimskih mesecih.



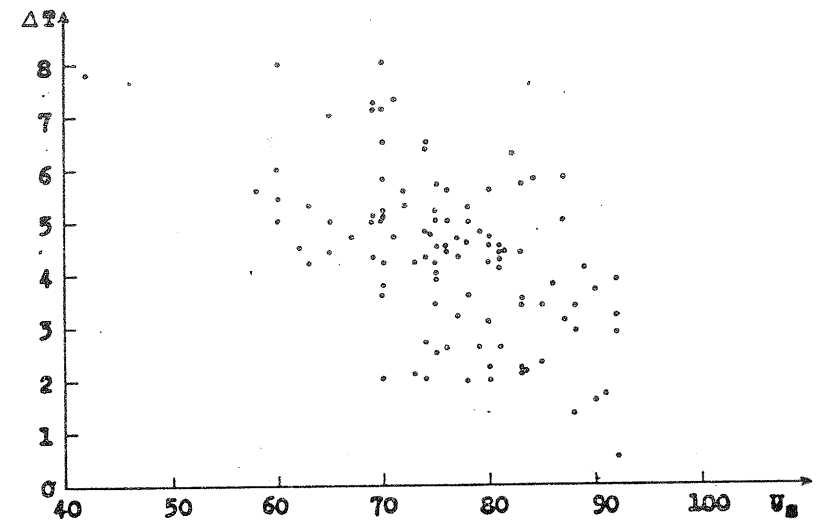
Slika 1 Relativna pogostnost vidnosti pod 1000 m na letališču Ljubljana-Brnik za obdobje 1964 - 1968

Fig. 1 Relative frequency of visibility less than 1000 m at Ljubljana-Brnik airport during the period 1964-1968

Samo s statističnim prikazom pogostnosti megle ne moremo biti povsem zadovoljni. Pogostnost megle se od leta do leta zelo menja. V letu 1965 je bilo samo 10 ur megle v celem februarju, leta 1968 pa kar 111 ur. Leta 1965 je bilo v decembru samo 33 ur z meglo, leta 1966 pa 121 ur. Naš namen je na čim bolj uspešen način natančno prognozirati meglo. V nadaljevanju bomo prikazali meritve, ki jih opravljamo na letališču že tretje leto ter izsledke uspešno uporabljamo pri prognoziranju megle. Zasedili smo, da je v jasnih in mirnih večernih relativna vlaga v hišici kmalu po sončnem zahodu višja od 90%, čeprav je bila ob 16 uri 50%. Opazili smo tudi, da se talna megla pojavi kmalu po sončnem zahodu, ki pa le redko preide v pravo meglo in to šele po polnoči ali proti jutru. Zanimal nas je gradient vlage in temperature v tanjšem prizemnem sloju zraka, zato smo uvedli redna merjenja obeh elementov 25 m nad tlemi, na kontrolnem stolpu letališča Brnik, da bi dobili vsaj približno sliko spreminjanja obeh elementov, ker nismo imeli možnosti za natančnejša gradientna merjenja.

Merjenja so kmalu pokazala zadovoljive rezultate. Absolutne temperaturne razlike v zimskih mesecih so včasih tudi večje od 10° ($10,7^{\circ}$, 11.1.1968). Po enoletnih sistematičnih opazovanjih smo se skušali dokopati do realnih sklepov. Podatek temperature na višini 25 m nam je v veliki meri prikazal, kako se zrak ohlaja od tal v višino po sončnem zahodu. Vzeli smo vse primere enega leta, ko je bila ob 16 uri relativna vlaga 60% ali manj. Ko pa je vlaga v hišici dosegla 95% smo jo primerjali z vlago na stolpu (U_s) in poiskali razliko temperatur ΔT med hišico in stolpom.

Na sliki 2 razberemo odvisnost U_s od ΔT , ko je bila vlaga v hišici 95%. Opozoriti moramo, da smo v hišici in na stolpu merili s klasičnimi instrumenti termografi in higrografi. Gotovo so pri obdelavi trakov nastale manjše napake, če pa trakovi niso bili povsem istočasno nastavljeni in odčitani, so lahko napake precej velike. Točke na sliki 2 so precej razmetane, kljub temu pa je



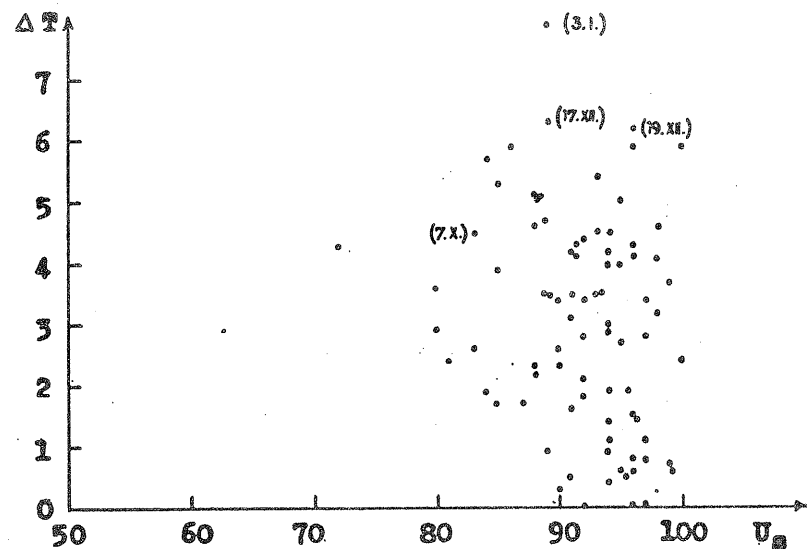
Slika 2 Relativna vlaga na stolpu in razlike temperatur na stolpu in v hišici, ko je bila relativna vlaga v hišici 95% (relativna vlaga v hišici ob 16^h je bila 60% ali manj)

Fig. 2 Relative humidity on control tower and differences of temperatures on control tower and in weather shelter, relative humidity was 95% in weather shelter (at 0400 p.m. in weather shelter relative humidity had been 60% or less)

videti obratno odvisnost razlike temperatur (ΔT) od relativne vlage na stolpu (U_s).

ΔT nam tudi podaja koeficient mešanja zraka z višino. Če je mešanje zraka z višino veliko je ΔT majhen in obratno, če je mešanje malenkostno, je ΔT velik. S pomočjo navedenih podatkov se lahko lotimo prognoze radiacijske megle šele po sončnem zahodu. V dobi reaktivnih letal nam to popolnoma zadostuje, saj so vsa letališča v Evropi oddaljena drug od drugega le za nekaj ur poleta.

V naslednjih dveh slikah 3 in 4 bomo prikazali postopek, po katerem naj se ravna prognostik pri izdajanju nekaj urnih prognoz za letališče Brnik. Za dobo enega leta smo izbrali vrednosti U_s in ΔT dve uri pred nastankom megle z vidnim nebom (slika 3) in dve uri pred nastankom megle z nevidnim nebom (slika 4). Točke na sliki 3 so zelo gosto posejane med U_s 90% in 95%, znatno manj pa med 80% in 90% ter med 95% in 100%. Vsekakor je tako razpotegnjeno točkovno polje premalo natančno.

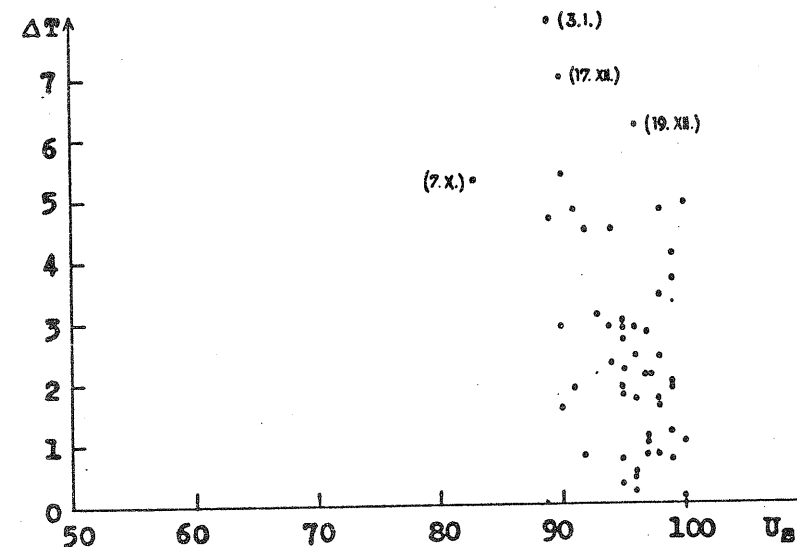


Slika 3 Relativna vlaga na stolpu in razlike temperatur v hišici in na stolpu dve uri pred nastankom megle z vidnim nebom

Fig. 3 Relative humidity on control tower and differences of temperatures in weather shelter and on control tower two hours before formation of fog with discernible sky

Opozoriti moramo, da so tla pri stolpu 18 m višja kot pri hišici, stolp in hišica sta še 2 km vsak sebi. Megla z vidnim nebom se pogosto zadržuje le

okoli hišice, stolp oziroma pol pristajalne steze je zunaj območja megle. Pri taki megli je pristajanje letal možno, ker so svetlobna telesa na stezi dovolj močna, da prebijejo tako meglo. Žal ne moremo postreči s statističnimi podatki, kolikokrat je v megli samo polovica steze, ker pri stolpu ne opravljamo rednih opazovanj. Potrebno pa bi bilo začeti s takimi opazovanji, da bi lahko ugotovili, kakšne razsežnosti ima takrat megla. Letališče je v gozdni jasi in je od zahoda proti vzhodu nagnjeno, na vzhodni strani je umetna kotlina. Če bi gozd proti vzhodu izsekali, bi tako "kotlini" izginila in bi zrak lahko odtekel. Preden bi tak načrt uresničili bi morali izvesti natančna geodetska in meteorološka merjenja. Vrednosti U_s in ΔT dve uri preden je bila pri hišici megla z nevidnim nebom so podane na sliki 4. Tukaj so točke mnogo bolj skupaj in osredotočene na ozek pas med 90% in 100% ter ΔT med 0 in 3°. Točke, ki so



Slika 4 Relativna vlaga na stolpu in razlike temperatur v hišici in na stolpu dve uri pred nastankom megle z nevidnim nebom

Fig. 4 Relative humidity on control tower and differences of temperatures in weather shelter and on control tower two hours before formation of fog with sky not discernible

višje od 6° , padejo v zimske mesece, pri tako visokih razlikah megla ni trajala dolgo. V sliki 2 je prikazanih 106 primerov, ko je bila vlaga v hišici 95%, niti en primer nima istočasno tako visoke U_s in komaj 7 jih ima U_s 90% do 92%. Iz slike 4 pa razberemo, da mora biti dve uri pred nastankom megle z nevidnim nebom U_s vsaj 90%, zato lahko trdimo, da so meritve, ki smo jih uvedli na stolpu, v veliko pomoč pri prognozi megle.

V tabeli 1 prikazujemo v ilustracijo podatke o relativni vlagi na stolpu, temperaturni razliki med stolpom in hišico, parni pritisk v hišici in potek megle med 16 in 10 uro. Vsi podatki so izbrani za tri zaporedne dneve.

TABELA 1

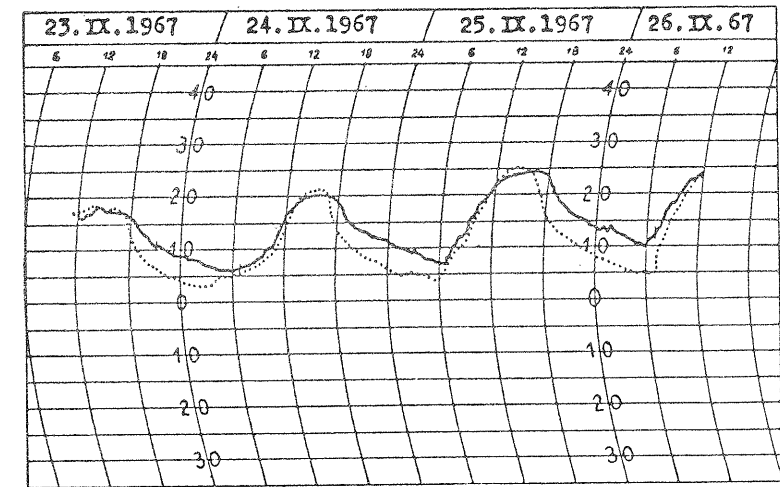
Relativna vlaga na stolpu (U_s), razlike temperatur na stolpu in v vremenski hišici (T), pritisk vodne pare in pojavi megle

TABLE 1

Relative humidity on control tower (U_s), differences of temperatures on control tower and in weather shelter (T), vapor pressure (e) and types of fog

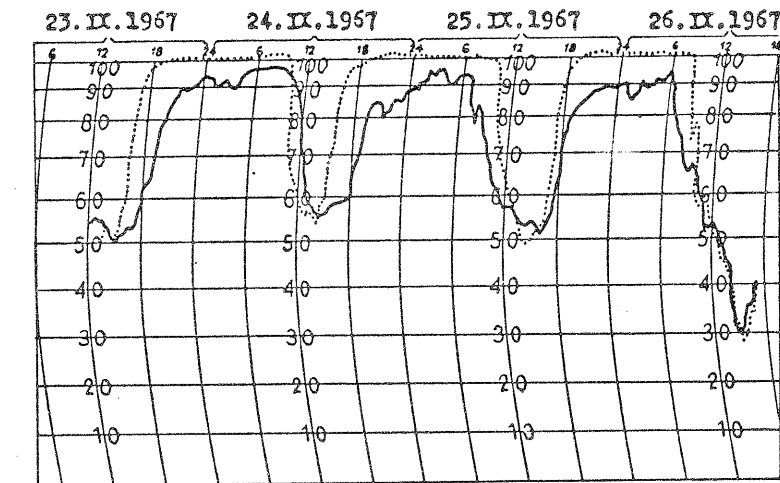
23. in 24. IX. 1967																			
URA	16	17	18	19	20	21	22	23	24	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Ust	72	71	77	90	91	96	95	98	97	94	92	93	98	100	99	99	99	97	92
ΔT	-3,0	-1,8	1,8	3,5	4,0	4,1	4,2	3,6	3,8	3,9	4,0	3,7	1,6	1,1	0,8	0,5	0,6	0,9	1,7
e	8,5			9,8			7,1			6,2			6,4			7,0			8,4
24. in 25. IX. 1967																			
Ust	58	59	67	79	87	83	86	88	93	93	98	96	95	94	96	97	92	77	74
ΔT	-1,0	-0,1	2,8	4,8	4,5	4,2	4,6	4,7	4,9	5,5	4,6	4,0	3,8	3,3	3,8	1,0	2,9	1,2	0,4
e	10,8			9,9			8,6			7,1			6,5			6,7			10,1
25. in 26. IX. 1967																			
Ust	54	53	63	79	84	84	88	88	90	85	87	89	93	93	98	82	72	68	62
ΔT	-0,1	0,9	5,3	5,4	4,0	3,3	3,5	4,0	4,2	4,9	5,2	5,1	4,6	4,6	4,7	3,8	2,7	2,3	1,8
e	13,6			12,5			9,7			8,3			7,1			7,0			

- = meglica = light fog
- = talna megla = shallow fog
- = megla z vidnim nebom = fog, sky discernible
- = megla z nevidnim nebom = fog, sky, not discernible



Slika 5 Poteka temperatur na stolpu in v hišici v času od 23. do 26. septembra 1967

Fig. 5 Courses of temperatures on control tower and in weather shelter between 23 - 26 September 1967 (dotted curve - temperature in weather shelter)



Slika 6 Poteka relativnih vlag na stolpu in v hišici v času od 23. do 26. septembra 1967

Fig. 6 Courses of relative humidities on control tower and in weather shelter between 23 - 26 September 1967 (dotted curve - relative humidity in weather shelter)

Prvo noč se je razvila najprej talna megla, nato megla z vidnim nebom in končno megla z nevidnim nebom. Drugo noč je bila talna megla in megla z vidnim nebom, tretjo noč pa le talna megla. Za iste tri dni so priloženi tudi termogrami in higrogrami za vrednosti v hišici in na stolpu (sliki 5 in 6).

LITERATURA

- /1/ Handbook of Aviation Meteorology, Her Majesty's Stationary Office, London 1960
- /2/ Kovač M.: Obdelava megle v zvezi z letališčem Brnik, Kidričev sklad 1968 v rokopisu.
- /3/ Žitnik V.: Prognoza megle na letališču Ljubljana na osnovi razporeditve pritiska pri tleh in cirkulacije na višini 700 mb ploskve, Društvo meteorologov Slovenije, Razprave-Papers VIII, Ljubljana 1967
- /4/ Kovač M.: Temperatura 300 metrske plasti zraka v Ljubljanski kotlini, Društvo meteorologov Slovenije, Razprave-Papers X, Ljubljana 1968