

R A Z P R A V E
P A P E R S
V I I I

VSEBINA — CONTENTS:

- A. Hočevar: Globalno sevanje v Ljubljani
Global radiation at Ljubljana
- Z. Petkovšek: Vreme v Sloveniji in njegov razvoj po regionalnih vremenskih tipih
Weather in Slovenia and its development by regional weather types
- M. Vida: Nekatere značilnosti vremena v Sloveniji v ciklonih na poti V. b
Some characteristics of the weather over Slovenia in the cyclones on the track No. 5 b
- L. Žitnik: Prognoza megle na letališču Ljubljana na osnovi razporeditve pritiska pri tleh in cirkulacije na višini 700 mb ploskve
Forecast of fog on the Ljubljana airport on the basis of pressure distribution at the ground and circulation on 700 mb level
- J. Pristov: Neobičajna razporeditev orografskih padavin
Uncommon distribution of orographic precipitations
- M. Tovornik: Meteorološki pogoji zaledenitve letal
Meteorologic conditions of icing on aircraft

GLOBALNO SEVANJE V LJUBLJANI

GLOBAL RADIATION AT LJUBLJANA

Andrej Hočevar

551.501.721

551.521.12

SUMMARY :

In the present paper the data of global radiation are worked up for the period 1961 - 1965. The first instrument measuring global radiation at Ljubljana (299,4 m, $\varphi = 46^{\circ} 4'$, $\lambda = 14^{\circ} 31'$) was Robitzsch's actinograph (in use from 1952 till 1960), however the used data are taken from the period, when it was registred with better instruments - Stern pyranometer manufactured by P. Schenk (in use from 1960 till May 1963) and Moll - Gorczynsky solarigraph (in use from May 1963 on) manufactured by Kipp & Zonen.

The mean daily values of global radiation for separate months and years are given on table 4. The mean values for the period conserved are compared with the values for some other places viz. Beograd, Zagreb, Wiena and latitude belt $40^{\circ} - 50^{\circ}$. From the table 5 it is seen, that the values at Ljubljana are nearly always smaller than the values at the places compared. To give a thorough picture, the highest values of global radiation in separate months, (table 6) are added as well.

The known relationship between global radiation and duration of sunshine

is studied and the coefficients in linear regression equations are evaluated. It is found, that the coefficients in equation III. 1 are close to the values for Zagreb and rather different from the values for the other places (table 12). These differences can be explained with the specific properties of the atmosphere and different depth of clouds above our region.

Evaluation of the sum of global radiation for natural periods which differ from calendarian ones, is rather complicated. To overcome the troubles connected with it, we added the table with mean values for five days' periods (table 15) and the cumulative diagram (picture 5) from which the sum of global radiation can be roughly evaluated also for any vegetative period (from 2nd March and 1st November).

For a short and evident survey of global radiation at Ljubljana, picture 4 is very useful. On it we can graphically compare all important values viz: extraterrestrial direct solar radiation, the highest values of global radiation, mean month values of global radiation and the mean values for five days' periods.

Podatkov o količini sevanja, ki ga prejme zemeljska površina pri nas v Sloveniji, v literaturi ne najdemo podrobno obdelanih. Razlog za to je preprosto. Prvi instrumenti za merjenje globalnega sevanja so bili montirani pri nas v preteklem desetletju.

Prvi instrument, ki je beležil globalno sevanje v Ljubljani, je bil Robitschev aktinograf, ki je precej nenatančen. V uporabi je bil od leta 1952 do septembra 1960. Tedaj pa sta ga zamenjala natančnejša instrumenta; najprej zvezdni piranometer avstrijske izdelave (firma Schenk) do maja 1963, nato pa Moll-Gorczyński solarigraf holandske izdelave (firma Kipp & Zonen).

Registrirani trakovi so obdelani, dnevne količine globalnega sevanja pa objavljene v publikacijah Hidrometeorološkega zavoda SRS. Ti podatki, ki sami zase ne povedo mnogo, predstavljajo osnovni material za raziskavo tega za rastlinstvo še posebno pomembnega podatka.

Zakaj je za rastlinstvo prav globalno sevanje tako pomembno? Po definiciji je globalno sevanje vsota direktnega sončnega sevanja in razpršenega - difuznega - sevanja neba. Obe komponenti pa zavzemata približno isto območje valovnih dolžin, ki je za fotosintezo rastline pomembno. Razpršeno sevanje neba ni zanemarljivo majhno v primerjavi z direktnim sončnim sevanjem, ampak predstavlja znaten del globalnega sevanja. Po podatkih Saubererja (1959) predstavlja celo pri jasnem nebu razpršeno sevanje neba 16 do 21 % globalnega sevanja, pri povprečni oblačnosti pa sta obe komponenti; direktno sončno sevanje in difuzno sevanje neba, približno enaki (tabela 1).

O spektralni porazdelitvi globalnega sevanja vemo, da se ne razlikuje mnogo od spektralne porazdelitve direktnega sončnega sevanja pri jasnem nebu (Sauberer 1959). Globalno sevanje pri oblačnem nebu pa je enako difuznemu sevanju neba. To sevanje je v primerjavi z direktnim sončnim sevanjem koncentrirano nekoliko bolj pri srednjih valovnih dolžinah, medtem ko je jakost na skrajnih delih spektra, nekoliko manjša. Spektralno porazdelitev globalnega sevanja moramo omeniti zato, ker je znano (Van Wijk 1963),

da so za rastlino pomembne predvsem določene valovne dolžine.

Posamezne komponente sončnega sevanja kot so: neoslabljeno sončno sevanje na vrhu atmosfere, absorpcija v raznih plinih (ozon, CO_2 , vodna para), razpršitev na molekulah zraka in drugih delcih v zraku, so podrobno teoretično obdelali številni avtorji (Milanković, Fowle, Rayleigh, Mie in drugi). Prav tako so razni avtorji našli številne empirične zakone za razne kraje, ki dajejo zvezo med različnimi komponentami sončnega sevanja in drugimi meteorološkimi podatki.

V tem delu se bomo omejili. Obdelali bomo samo podatke o globalnem sevanju v Ljubljani in izračunali konstante, ki povezujejo globalno sevanje z drugimi meteorološkimi elementi, le za popolnejšo sliko bomo podali tudi krajše teoretične izpeljave. Na koncu bomo dodali metode za izračunavanje količine globalnega sevanja v raznih vegetacijskih obdobjih.

1. EKSTRATERESTRIČNO SONČNO SEVANJE IN PREHOD SKOZI ATMOSFERO

Pri vseh obravnavah sončnega sevanja nastopa kot osnova direktno sončno sevanje na vrhu atmosfere, oziroma kot ga krajše imenujemo ekstraterestrično sevanje. Za lažje razumevanje je zato primerno, da si ogledamo, kako ga lahko izračunamo. Milanković (1941) ga je izračunal na naslednji način.

Po Lambertovem zakonu je

$$I = I_0 \cos z \quad 1.1$$

kjer je : I jakost sončnega sevanja na horizontalni površini

I_0 jakost sončnega sevanja na ploskvi, ki leži normalno na smer žarkov

z zenitni kot

Enote v katerih merimo I in I_0 so kalorije na kvadratni centimeter na minuto $[\text{cal cm}^{-2} \text{min}^{-1}]$ oziroma longley - ji na minuto $[\text{ly min}^{-1}]$.

Količino direktnega sončnega sevanja v enem dnevu - samo ta nastopa pri ekstraterestričnem sevanju - dobimo tako, da enačbo 1. 1 integriramo po času. S časom pa se bistveno menja samo zenitna razdalja z .

$$z = z(\varphi, \delta)$$

kjer sta φ geografska širina

δ deklinacija sonca

S pomočjo sferme trigonometrije dobimo

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega \quad 1.2$$

kjer je ω časovni kot, ki je definiran z

$$\omega = \frac{2\pi}{T} t \quad 1.3$$

kjer je T obhodna doba (v našem primeru 24 ur).

Enačbo 1. 1 lahko zapišemo tudi nekoliko drugače

$$I = \frac{dQ}{dt} = I_0 \cos z \quad 1.4$$

V tej enačbi nam predstavlja $\frac{dQ}{dt}$ količino toplote, ki jo prejme horizontalna površina v časovnem intervalu dt . Če v enačbi 1. 4 zamenjamo I_0 , ki se z razdaljo od sonca menja, z izrazom

$$I_0 = \frac{S}{q} \quad 1.5$$

kjer je : S solarna konstanta

$q = \frac{r}{r_m}$ razmerje med dejansko razdaljo sonce - zemlja in povprečno razdaljo

lahko integral v enačbi 1. 6 izračunamo in dobimo izraz 1. 7 v katerem so vse količine znane.

$$Q = \frac{S}{4} \int_{\text{vzhod}}^{\text{zahod}} \cos z \, dt \quad 1. 6$$

$$Q = \frac{S \cdot 24}{q \cdot \pi} (\omega_0 \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_0) \quad 1. 7$$

kjer je ω_0 časovni kot zahoda oziroma vzhoda sonca, ki je definiran z izrazom

$$\cos \omega_0 = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta \quad 1. 8$$

Količina ekstraterestričnega sevanja Q zavisi torej samo od geografske širine in dneva v letu.

Za solarno konstanto vzemimo vrednost $2,0 \text{ ly min}^{-1}$, ki je po novejših raziskavah (Van Wijk 1963) bolj primerna kot stara vrednost $1,94 \text{ ly min}^{-1}$. Vrednost $2,0 \text{ ly min}^{-1}$ je porabil tudi Milanković (1941) v svojih kalkulacijah ekstraterestričnega sončnega sevanja. Dnevne količine ekstraterestričnega sončnega sevanja za določene dneve za geografski širini 40 in 50° severno po Milankoviću najdemo v tabeli 2. Z linearno interpolacijo dobimo za te dneve tudi vrednosti za geografsko širino 45° severno, ki se ne razlikuje mnogo od geografske širine Ljubljane ($46^\circ 4'$ N). Pri računanju empiričnih zvez bomo porabili kar vrednost za 45° severne širine, saj nam netočnost podatkov in drugi vplivi to prav gotovo dopuščajo.

S pomočjo diagrama lahko grafično dobimo dnevno količino ekstraterestričnega sevanja za srednji dan v mesecu. Te podatke najdemo za geografsko širino 45° severno v tabeli 3.

Ekstraterestrično sončno sevanje pri prehodu skozi atmosfero oslabi zaradi raznih procesov, ki nastopajo v ozračju. Naj omenimo, da po Houghtonu (1954) ostane 2% v stratosferi, ostala energija pa se razporedi tako: Pri jasnem nebu se reflektira 17 % nazaj v stratosfero, 20 % se absorbira v troposferi in 61 % se absorbira v tleh. Pri oblačnem nebu pa se reflektira 51 %, v troposferi se absorbira 19 in v tleh 28 %. Številke so povprečne za severno hemisfero.

Od procesov, ki nastopajo v atmosferi in slabijo sončno sevanje so najvažnejši; absorpcija v ogljikovem dioksidu, vodni pari in prahu v atmosferi, kakor tudi absorpcija v ozonski plasti ter razpršitev na molekulah zraka, na vodni pari in na prahu v atmosferi. Ker teh vrednosti pri nas ne poznamo, jih ne bomo podrobno obravnavali, ampak se bomo deloma povrnili nanje pri razlagi konstant, ki jih bomo dobili iz empiričnih zakonov.

11. GLOBALNO SEVANJE

Obdelali bomo podatke o globalnem sevanju v Ljubljani v obdobju 1961 - 1965. Globalno sevanje je najprej beležil zvezdni piranometer (firma Schenk), od maja 1963 dalje pa solarigraf (firma Kipp & Zonen). Instrumenta sta nameščena na strehi meteorološkega observatorija za Bežigradom v višini 14,5 metra nad zemeljsko površino. Dnevne količine globalnega sevanja so objavljene v publikacijah Hidrometeorološkega zavoda SRS (Mesečni pregled najvažnejših podatkov meteorološkega observatorija - Ljubljana).

Iz vsote dnevnikoličin globalnega sevanja dobimo srednjo dnevno količino

za posamezne mesece in leta (tabela 4). V letu 1961 manjkajo podatki za 14. 15. 16. in 17. oktober. Vrednosti za te dneve so interpolirane na osnovi enačbe.

$$Q = 24,6 I + 88$$

11. 1

kjer je Q globalno sevanje v $ly \text{ dan}^{-1}$ in
 I sončno obsevanje v urah

Enačbo smo dobili z metodo polovičnih srednjih vrednosti (Vujević 1956) na osnovi podatkov za drugo dekada oktobra vseh petih let.

Petletne srednje vrednosti globalnega sevanja za Ljubljano, ki jih najdemo v tabeli 4 primerjamo s podatki za bližnje kraje; kot so Zagreb, Beograd in Dunaj (Milosavljević 1963). Podatke za vse štiri kraje najdemo v tabeli 5, dodana pa je tudi srednja vrednost globalnega sevanja za širinski pas $40 - 50^{\circ} N.$ (Sauberer 1959).

Srednje vrednosti v tabeli 5 so podane za razna časovna obdobja, zato jih le težko primerjamo. Ugotovimo sicer lahko, da so vrednosti Ljubljane v vseh mesecih manjše od vrednosti Beograda in Zagreba in razen v avgustu tudi manjše od vrednosti Dunaja. Ta razlika pa lahko izhaja tudi iz različnih obdelanih obdobj. Podatki za Ljubljano so namreč mlajši in možno je, da so podatki drugih postaj, ki pa še niso objavljeni, v tem obdobju tudi nižji.

Zelo zanimiva je primerjava globalnega sevanja naštetih krajev s srednjo vrednostjo za širinski pas $40 - 50^{\circ} N.$ iz tabele 5 lahko ugotovimo, da so vrednosti globalnega sevanja v naštetih krajih v štirih mesecih, ki predstavljajo sredino letnih časov, znatno manjše od vrednosti globalnega sevanja v širinskem pasu $40 - 50^{\circ} N.$ Če nekoliko natančneje primerjamo vrednosti glo-

balnega sevanja v Ljubljani z vrednostmi v širinskem pasu $40 - 50^{\circ} N.$, vidimo, da nastopajo velike razlike. Relativne spremembe so zlasti velike pozimi in spomladi (63 oziroma 43 %) medtem ko so poleti in jeseni znatno manjše (24 oziroma 9 %). Ta rezultat lahko deloma razložimo z večjo oblačnostjo in predvsem meglo v zimskih in spomladanskih mesecih, medtem ko se jeseni oblačnost v Ljubljani verjetno približuje srednji oblačnosti obravnavanega širinskega pasu.

Razen povprečnih vrednosti nas zanimajo tudi maksimalne količine globalnega sevanja. Ker že pregled podatkov pove, da ni primerno izbrati samo jasne dni kot dneve z maksimalno količino globalnega sevanja uporabimo naslednjo metodo. Iz dnevni vrednosti v posameznih mesecih vzemimo 10 največjih in tvorimo srednjo vrednost. Prav tako poiščimo tudi absolutne maksimume v posameznih mesecih. Te podatke najdemo v tabeli 6. Primerjamo jih lahko z rezultati Saubererja (1959) za širinski pas $40 - 50^{\circ} N.$ in s podatki istega avtorja za Vzhodne alpe (1955) o globalnem sevanju pri jasnih dnevih. Vrednosti najdemo v tabeli 7. Na žalost Sauberer (1959) ob teh podatkih ne navaja za katera opazovalna obdobja veljajo ti povprečki.

Iz tabele 7 lahko kljub deloma nepravilni primerjavi srednje maksimalne vrednosti globalnega sevanja z vrednostjo ob jasnih dnevih (pri nas je teh dni malo) in različnih obravnavanih obdobju sklepamo naslednje.

Primerjava podatkov za širinski pas $40 - 50^{\circ} N.$ za jasne dni s srednjimi maksimalnimi vrednostmi globalnega sevanja za Ljubljano kaže, da so vrednosti v Ljubljani ves čas manjše. Zlasti velika je razlika pozimi (relativna sprememba 30 %), znatno manjša poleti (relativna sprememba 10 %), medtem ko jo spomladi in jeseni praktično ni.

Podobna primerjava s podatki za Vzhodne alpe (Sauberer 1959) pokaže, da so spomladi srednje maksimalne vrednosti globalnega sevanja v Ljubljani znatno večje (relativna sprememba 17 %) pozimi precej manjše (relativna sprememba - 15 %) kot v Vzhodnih alpah, razlike poleti in jeseni pa so neznatne. Te ugotovitve je težko razložiti, saj je faktorjev, ki vplivajo na količino globalnega sevanja, veliko število. Manjšo vrednost globalnega sevanja v Ljubljani od vrednosti v Vzhodnih alpah si lahko razlagamo z manjšimi vrednostmi transmisijskih koeficientov v Ljubljani. Večjo vrednost globalnega sevanja v Ljubljani od vrednosti v Vzhodnih alpah spomladi pa si lahko razlagamo samo s povečanjem komponente difuznega sevanja neba, oziroma na oblakih Cu večkrat reflektiranega direktnega sončnega sevanja, saj povečanje transmisijskih koeficientov nad mestom, ki je povrhu tega še v kotlini, ne prihaja v poštev. Ta razlaga se sklada z ugotovitvami Penzarja (1959), ki razlaga maksimalne vrednosti globalnega sevanja v Zagrebu na podoben način.

III. EMPIRIČNA ZVEZA MED GLOBALNIM SEVANJEM IN RELATIVNIM SONČNIM OBSEVANJEM

Podatkov o globalnem sevanju v splošnem ni za dosti krajev na razpolago. V Sloveniji jih imamo samo za Ljubljano. Več je podatkov o sončnem obsevanju, ki ga merimo s heliografom in izražamo s številom sončnih ur. Pri računanju raznih empiričnih zvez med globalnim sevanjem in sončnim obsevanjem je važno razmerje, ki ga tvori sončno obsevanje z astronomsko možno dolžino obsevanja. To razmerje imenujemo relativno sončno obsevanje.

Med količino globalnega sevanja in relativnim sončnim obsevanjem obstoji precej tesna zveza. Lahko napišemo znano linearno regresijsko enačbo (Van Wijk 1963)

$$Q = Q_0 \left(d + z \frac{n}{N} \right)$$

III. 1

kjer je Q količina globalnega sevanja
 Q_0 količina ekstraterestričnega sevanja
 $\frac{n}{N}$ relativno sončno obsevanje
 d, z empirični konstanti

Če nam bosta znani konstanti d in z , bomo s pomočjo podatkov o relativnem sončnem obsevanju za druge kraje zvedeli tudi nekaj o količini globalnega sevanja.

Konstanti d in z bomo izračunali na naslednji način.

1. S pomočjo podatkov o srednji dolžini sončnega obsevanja in astronomsko možni dolžini sončnega obsevanja, ki jih najdemo v tabelah 8 in 9, izračunamo najprej relativno sončno obsevanje, ki je podano v tabeli 10.

Pregled tabele 10 nam pove, da je imelo relativno sončno obsevanje maksimum v avgustu 1962 in 1964 (0,63) in minimum v novembru 1962 (0,03). Če pogledamo srednje vrednosti za posamezne mesce, vidimo, da se spreminjajo od 0,10 v decembru do 0,58 v avgustu.

Naj pripomnimo, da smo absolutni maksimum našli prav tako v avgustu. Pregled srednjih vrednosti relativnega sončnega obsevanja v odvisnosti od letnega časa nam podaja slika 1. Krivulja je nesimetrična z velikimi spremembami pozimi med januarjem in februarjem ter jeseni med oktobrom in novembrom.

2. Na osnovi podatkov o količini globalnega sevanja (tabela 4) in dnevni količini ekstraterestričnega sevanja za srednji dan v mescu (tabela 3)

izračunamo relativno količino globalnega sevanja, ki je definirana kot razmerje med količino globalnega sevanja in količino ekstraterestričnega sevanja. To naredimo za vsak mesec in za srednjo vrednost vseh petih mesev skupaj (tabela 11).

3. S pomočjo enačbe III. 1 in podatkov tabel 10 in 11 izračunamo končno z metodo polovičnih srednjih vrednosti (Vujević 1954) konstanti α in β , ki v enačbi nastopata; $\alpha = 0,11$ in $\beta = 0,63$ (slika 2).

Konstanti α in β nam povesta, da znaša količina globalnega sevanja pri oblačnem nebu samo 11 procentov ekstraterestričnega sevanja ter, da je globalno sevanje močno odvisno od relativnega sončnega obsevanja ($\beta=0,63$).

Primerjava dobljenih konstant s konstantami tujih avtorjev za različne kraje, ki jih navaja Van Mijk (1963) nam pokaže naslednje (tabela 12).

Konstanta α ima najmanjšo vrednost v Ljubljani. Torej propušča atmosfera pri oblačnem nebu v Ljubljani najmanjši del ekstraterestričnega sevanja do tal. Morda si lahko razložimo ta rezultat z domnevo, da je zaradi kotlinske lege Ljubljane oblačni sloj nad Ljubljano ob popolnoma oblačnem vremenu pogosto zelo debel. Konstanta β ima v Ljubljani in Zagrebu podobno vrednost, ki pa se znatno razlikuje od rezultatov drugih avtorjev. Razlaga za te razlike moramo iskati v specifičnih lastnostih atmosfere nad našim področjem (Penzar 1959). V Ljubljani in Zagrebu je torej globalno sevanje najbolj odvisno od relativnega sončnega obsevanja od vseh v tabeli 12 naštetih krajev.

Podobno enačbo, ki povezuje količino globalnega sevanja z relativnim sončnim obsevanjem je postavil Angström že 1927 leta. V njej nastopa samo

ena empirična konstanta, njena oblika pa je naslednja

$$Q = Q_b \left[\alpha + (1 - \alpha) \frac{n}{N} \right] \quad \text{III. 2}$$

kjer pomeni Q količino globalnega sevanja

Q_b količino globalnega sevanja pri jasnem nebu

α empirično konstanto

Izračunajmo konstanto α tudi za Ljubljano. Že kratek pregled podatkov pokaže, da je jasnih dni malo in da niso maksimalne vrednosti globalnega sevanja dosežene vedno pri jasnih dnevih. Zato vzemimo za računanje kot primernejše srednje maksimalne količine globalnega sevanja, ki smo jih navedli v tabeli 6. S pomočjo teh vrednosti dobimo za konstanto α v enačbi III. 2 vrednost 0,28 (slika 3). Podatki se zaradi enostavnejše enačbe - samo ena konstanta - seveda slabše prilagajajo premici kot na sliki 2. Vrednost konstante α se iz mesca v mesec nekoliko spreminja (tabela 13) in niha od 0,33 v decembru in januarju do 0,19 v marcu in avgustu. Vrednost v marcu je izredno nizka, prave razlage zanje pa ni. Ker predstavlja konstanta α v enačbi III. 2 del globalnega sevanja pri jasnem nebu, ki pride ob popolnoma oblačnem dnevu do zemeljske površine, si izredno nizko vrednost konstante α v tem mesecu lahko razlagamo s posebnimi lastnostmi oblačne odeje (povečana refleksija na gornji meji oblakov, povečana absorpcija v oblačnem sloju, ki nastopa zato ker je morda sloj debelejši kot navadno). Vrednost konstante α je v splošnem odvisna od stanja atmosfere (propustnosti) in od vrste oblakov.

Primerjava konstante α za Ljubljano s podatki drugih avtorjev nam kaže (tabela 14), da je vrednost za Ljubljano istega velikostnega reda. Interpretacija konstante α nam pove, da pride v Ljubljani v povprečju

28 procentov maksimalne količine globalnega sevanja do tal ob popolnoma oblačnem vremenu.

IV. GLOBALNO SEVANJE V VEGETACIJSKIH OBDOBJIH

Srednje količine globalnega sevanja v posameznih mescih, ki smo se z njimi ukvarjali v prejšnjih poglavjih, se pri študiju globalnega sevanja v raznih naravnih oziroma vegetacijskih obdobjih zelo neprimerne. Le redko se namreč naravna obdobja pokrivajo s koledarskimi obdobji - mesci. Prav tako se srednja mesečna vrednost globalnega sevanja zlasti v spomladanskih in jesenskih mescih že iz čisto astronomskih vzrokov močno razlikuje od dejanskih vrednosti globalnega sevanja v začetku ali na koncu mesca. V nekaterih koledarskih obdobjih obstoja tudi iz meteoroloških vzrokov (cirkulacija, ciklonska aktivnost itd.) določena tendenca k višjim ali nižjim vrednostim globalnega sevanja.

Iz navedenih vzrokov je primerno, da izračunamo srednje vrednosti globalnega sevanja za obdobja krajša od enega mesca. V literaturi so že uvedena ta obdobja in sicer dekade in pentade. Ker želimo imeti krajša obdobja, vzamimo pentade.

Iz naših podatkov izračunajmo srednje pentadne vrednosti globalnega sevanja na dan (tabela 15). Kljub temu, da so te vrednosti povpreček iz 25 števil, vrednosti ne rastejo spomladi in padajo jeseni enakomerno od pentade do pentade, ampak padajo ali rastejo zelo neenakomerno. Zato je zaradi lepše predstave podana letna razporeditev v obliki lomljene krivulje (slika 4).

Iz slike 4 lahko razberemo poleg letne razporeditve srednjih pentadnih vred-

nosti globalnega sevanja tudi srednje mesečno globalno sevanje, maksimalno globalno sevanje v posameznih mescih in ekstraterestrično sončno sevanje.

Pri vrednotenju ekoloških pogojev v določenem časovnem obdobju nastopa pogosto problem vsote globalnega sevanja v tem obdobju. Vsote globalnega sevanja so namreč v meteoroloških poročilih računane za posamezne mesce. S pomočjo podatkov o srednjem pentadnem globalnem sevanju (tabela 15) si lahko izračunamo pentadne vsote globalnega sevanja tako, da vrednosti množimo s faktorjem 5. S temi vsotami in srednjimi vrednostmi pa lahko izračunamo tudi vsote za vsako željeno obdobje.

Za enostavno in hitro vendar precej manj natančno kalkulacijo količine globalnega sevanja v posameznih vegetacijskih obdobjih pa lahko uporabimo kumulativni diagram (slika 5). Na abscisi sta nanešeni dve skali; pentade in datumi, na ordinati pa kumulativne vsote globalnega sevanja. Kumulativno vsoto začnemo tvoriti z 2. marcem oziroma z začetkom 13. pentade in jo končamo s 1. novembrom, oziroma s koncem 61. pentade. Med tema mejnima datumoma lahko torej s pomočjo tega diagrama izračunamo vsoto globalnega sevanja za katerekoli obdobje na naslednji način.

Na absciso nanesemo datum začetka obdobja za katerega računamo vsoto globalnega sevanja ter s pomočjo kumulativne krivulje odčitamo ustrezno vrednost na ordinati v kilokalorijah na kvadratni centimeter. Prav tako naredimo tudi za datum konca obdobja. Obe vrednosti globalnega sevanja odštejemo in razlika predstavlja prav vsoto globalnega sevanja v obdobju med danima dvema podatkom. Če je datum začetka obdobja 2. marca, nam iskano vsoto globalnega sevanja predstavlja kar odgovarjajoča odčitana vrednost pri datumu konca obdobja.

Za tako direktno odčitavanje si lahko pripravimo podobne kumulativne diagrame z začetkom pri kakšnem drugem datumu, ki prihaja pri določenem delu pogosto v poštev. Dvakratno odčitavanje pa vsekakor ni tako nerodno, da bi bilo sestavljanje takih dodatnih diagramov tudi res potrebno.

V. ZAKLJUČEK

V delu smo podali nekatere rezultate o raziskavah globalnega sevanja v Ljubljani, ki smo jih primerjali tudi z rezultati tujih avtorjev za bližnje kraje. Ugotovili smo, da so v Ljubljani povprečne vrednosti globalnega sevanja skoro vedno manjše od vrednosti Zagreba, Beograda in Dunaja.

Primerjava konstant v raznih empiričnih enačbah, ki povezujejo sončno obsevanje (število sončnih ur) z globalnim sevanjem (kalorije na kvadratni centimeter na časovno enoto) je prav tako pokazala določene specifičnosti atmosfere nad našim ozemljem. Tako se konstante v linearni regresijski enačbi III. 1 ujemajo s konstantami, ki jih je dobil Penzar (1959) za Zagreb in razlikujejo od konstant drugih avtorjev za druge kraje.

Pri vrednotenju globalnega sevanja za določena naravna obdobja, ki se razlikujejo od koledarskih, naletimo večkrat na težave. Zato smo dodali tabelo pentadnih srednjih vrednosti, ki nam omogoča precej točno vrednotenje globalnega sevanja v takih obdobjih in diagram s katerim to vsoto hitro vendar manj natančno ocenimo v poljubnem obdobju med 2. marcem in 1. novembrom.

Delo je del raziskovalne teme " Globalno sevanje v vinogradih na Štajerskem in Primorskem " ter je bilo izdelano na Institutu za tla in prehrano rastlin Biotehniške fakultete v Ljubljani s sredstvi te fakultete.

LITERATURA

- | | | |
|---|-------------|--|
| Hidrometeorološki zavod
SR Slovenije | 1961 - 1965 | Mesečni pregled najvažnejših podatkov Meteorološkega observatorija Ljubljana |
| Houghton H. G. | 1954 | On the annual heat balance of the North Hemisphere, Journ. Met. 11 |
| Milanković M. | 1941 | Kanon der Erdbestrahlung, Königlich Serbische Akademie, Beograd |
| Milosavljević M. | 1963 | Klimatologija, Naučna knjiga, Beograd |
| Penzar I. | 1959 | Kakva je veza između globalne radijacije i trajanja insolacije u Zagrebu, Vesnik hidromet. službe, Beograd br. 3 - 4 |
| Sauberer F. - O. Härtel | 1959 | Pflanze und Strahlung, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K. - G. Leipzig |
| Van Wijk W. R. | 1963 | Physics of Plant Environment, North - Holland Publishing Company, Amsterdam |
| Vujević P. | 1956 | Klimatološka statistika, Naučna knjiga, Beograd |

TABELA 1

Difuzno sevanje neba pri jasnih dnevih in pri srednji oblačnosti v pasu 40 - 50° N. (v procentih globalnega sevanja)

TABLE 1

Scattered radiation in clear days and at mean cloudiness in latitude belt 40 - 50° N. (percentage of global radiation) After Sauberer (1959)

Oblacnost	Zima	Spomlad in jesen	poletje
0/10	21	16	17
4/10	61	49	47

TABELA 2

Dnevne količine ekstraterrestričnega sevanja po Milankoviću (za širino 45° interpolirano) v longley-jih na dan

TABLE 2

Daily amounts of extraterrestrial radiation after Milanković (1940) (for the latitude 45° interpolated) in ly per day

Datumi	21.3	6. 5.	22.6	8.8.	23.9	8.11	22.12	4.2.								
φ	13.4	29.5	15.7.	31.8	16.10	30.11	13.1	26.2								
50°	593	755	894	988	1020	983	886	747	586	427	295	210	181	211	298	432
45°	650	794	916	995	1021	990	908	785	642	495	369	285	254	286	373	501
40°	707	832	938	1002	1022	997	929	823	698	562	442	359	327	361	447	570

TABELA 3

Dnevne količine ekstraterrestričnega sevanja za srednji dan v mescu ($\varphi = 45^\circ$) v longley-jih na dan

TABLE 3

Daily amounts of extraterrestrial radiation for the middle day of the month ($\varphi = 45^\circ$) in ly per day

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
300	435	600	805	945	1010	990	865	690	495	340	260

TABELA 4

Srednje dnevne vrednosti globalnega sevanja v Ljubljani [ly dan⁻¹]

TABLE 4

Monthly means of global radiation at Ljubljana [ly per day]

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	52.4	107.0	219.5	243.2	320.4	376.8	371.9	364.5	251.6	111.5*	47.6	38.7
1962	36.6	118.0	212.6	287.9	354.7	397.4	385.4	367.7	233.7	137.5	44.7	48.4
1963	59.0	98.6	178.3	284.5	336.2	370.5	453.4	419.4	271.7	177.7	89.3	50.1
1964	77.0	138.0	141.5	358.8	460.1	522.4	506.8	419.4	302.2	129.4	95.5	37.8
1965	71.1	175.7	251.4	322.4	393.3	463.4	504.0	415.6	288.7	223.7	69.2	46.0
m	59.2	127.5	200.7	299.4	372.9	426.1	444.3	397.3	268.4	156.0	69.3	44.2

TABELA 5

Srednje dnevne vrednosti globalnega sevanja v različnih krajih po Milosavljeviću (1963) [1y dan⁻¹]

TABLE 5

Monthly means of global radiation at various places after Milosavljević (1963) in 1y per day

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Opazoval- no obdobje
Beograd	93	145	239	344	414	463	457	421	333	205	97	66	1947 - 61
Zagreb	79	153	273	342	447	472	492	447	319	183	87	57	1949 - 58
Ljubljana	59	128	201	299	373	426	444	397	268	156	69	44	1961 - 65
Wien	68	136	223	333	417	460	458	395	293	163	69	49	1938 - 56
Pas 40-50°	158	350					565		350				(Sauberer 1959)
$\frac{Lj-(40-50^{\circ})}{(40-50^{\circ})}$		-63 %	-43 %				-21 %		-9 %				

TABELA 6

Srednje maksimalne vrednosti (iz desetih podatkov) in absolutne maksimalne vrednosti globalnega sevanja v Ljubljani 1y dan⁻¹

TABLE 6

Mean maximum values (from ten data) and absolute maximum values of global radiation at Ljubljana (1y per day)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
\bar{M}_{10}	137	262	451	549	635	663	651	605	442	315	181	110
M_a	155	301	547	617	675	706	677	638	483	382	212	139
$\frac{M_a - \bar{M}_{10}}{M_a}$	13	15	21	12	6	6	4	5	9	21	17	26

TABELA 7

Srednje dnevne količine globalnega sevanja ob jasnih dnevih v pasu 40 - 50° N. in Vzhodnih alpah (Sauberer 1955 in 1959) in srednje maksimalne ter absolutne maksimalne vrednosti v Ljubljani 1y dan⁻¹

TABLE 7

Daily means of global radiation in clear days in latitude belt 40° - 50° N, in east Alps (Sauberer 1955 and 1959); mean maximum values and absolute maximum values at Ljubljana (1y per day)

	I	III	VI	VII	IX	XII
Širinski pas 40 - 50°, jasni dnevi	197	466		722	466	
Ljubljana \bar{M}_{10}	137	451	663	651	442	110
Ljubljana M_a	155	547	706	677	483	139
Vzhodne alpe višina 200 m jasni dnevi		386	691		446	130
$\frac{\bar{M}_{10} - (40 - 50^{\circ})}{(40 - 50^{\circ})}$		-30%	-3%		-10%	-5%
$\frac{\bar{M}_{10} - (Vzh.alpe)}{(Vzh.alpe)}$			17% - 4%		-1%	-15%

TABELA 8

Srednje sončno obsevanje v Ljubljani ure dan⁻¹

TABLE 8

Mean duration of sunshine at Ljubljana (hours per day)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	1,5	3,5	6,8	4,8	5,5	7,6	8,3	8,8	7,4	2,3	1,4	1,5
1962	1,2	3,8	2,2	5,3	6,3	7,1	7,5	8,9	5,3	4,2	0,3	1,2
1963	1,6	2,2	4,2	5,5	6,5	7,1	8,8	7,5	4,5	3,9	2,0	0,6
1964	1,6	3,3	1,6	5,7	7,2	8,6	7,5	8,9	6,0	2,0	2,0	0,3
1965	0,8	3,5	4,3	4,4	5,9	7,7	9,0	6,8	5,2	5,1	1,1	0,4
m	1,3	3,3	3,8	5,1	6,3	7,8	8,2	8,2	5,7	3,5	1,4	0,8

TABELA 9

Astronomsko možno sončno obsevanje v Ljubljani ure dan⁻¹

TABLE 9

The mean day length at Ljubljana (hours per day)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	9,1	10,3	11,9	13,6	15,0	15,7	15,4	14,1	12,6	11,0	9,5	8,2

TABELA 10

Relativno sončno obsevanje v Ljubljani

TABLE 10

Relative duration of sunshine at Ljubljana

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	0,16	0,34	0,57	0,35	0,37	0,48	0,54	0,52	0,59	0,21	0,15	0,18
1962	0,13	0,37	0,19	0,39	0,42	0,45	0,49	0,63	0,42	0,38	0,03	0,15
1963	0,18	0,21	0,35	0,40	0,43	0,45	0,57	0,53	0,36	0,35	0,21	0,07
1964	0,18	0,32	0,13	0,42	0,48	0,55	0,49	0,63	0,48	0,18	0,21	0,04
1965	0,09	0,34	0,36	0,32	0,39	0,49	0,58	0,48	0,41	0,46	0,12	0,05
m	0,14	0,32	0,32	0,38	0,42	0,50	0,53	0,58	0,45	0,32	0,15	0,10

TABELA 11

Relativna količina globalnega sevanja v Ljubljani

TABLE 11

Relative amount of global radiation at Ljubljana

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	0,17	0,25	0,37	0,30	0,34	0,37	0,38	0,42	0,36	0,23	0,14	0,15
1962	0,12	0,27	0,35	0,36	0,38	0,39	0,39	0,42	0,34	0,28	0,13	0,19
1963	0,20	0,23	0,30	0,35	0,36	0,37	0,46	0,48	0,39	0,36	0,26	0,19
1964	0,26	0,32	0,24	0,45	0,49	0,52	0,45	0,46	0,44	0,26	0,28	0,15
1965	0,24	0,40	0,42	0,40	0,42	0,46	0,51	0,48	0,41	0,45	0,20	0,18
m	0,20	0,30	0,33	0,37	0,39	0,42	0,44	0,45	0,39	0,31	0,21	0,17

TABELA 12

Vrednosti konstant α in β v enačbi $Q = Q_0 (\alpha + \beta \frac{n}{n})$

TABLE 12

Values of coefficients α and β in equation $Q = Q_0 (\alpha + \beta \frac{n}{n})$

α	β	Kraj	Geografska širina in dolžina	Opazovalno obdobje	Avtor
0,18	0,55	Rothamsted	51,8 N 0,4 W	1931 - 1940	Penman 1948
0,15	0,54	Gembloux	50,6 N 4,7 E	1939 - 1950	anonimen
0,23	0,50	Versailles	48,8 N 2,5 E	1935 - 1951	anonimen
0,11	0,63	Ljubljana	46° 4' N 14° 31' E	1961 - 1965	
0,16	0,64	Zagreb	45,8 N	1949 - 1958	Penzar 1959

TABELA 13

Vrednosti konstante d v enačbi $Q = Q_b \left[d + (1-d) \frac{n}{n} \right]$
za Ljubljano

TABLE 13

Values of constant d in equation $Q = Q_b \left[d + (1-d) \frac{n}{n} \right]$
at Ljubljana

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,33	0,24	0,19	0,27	0,29	0,31	0,32	0,19	0,27	0,27	0,28	0,33

TABELA 14

Vrednost konstante d v enačbi $Q = Q_b \left[d + (1-d) \frac{n}{n} \right]$

TABLE 14

Values of constant d in equation $Q = Q_b \left[d + (1-d) \frac{n}{n} \right]$ at
different places

Kraj	Geografska širina	višina			
Blue Hill	42,0° N	195 m	0,27	Haurwitz	1934
Ljubljana	46,1° N	314 m (inst)	0,28		
Zagreb	45,8° N		0,28	Penzar	1959
Wageningen	52,0° N	40 m	0,29	De Vries	1955

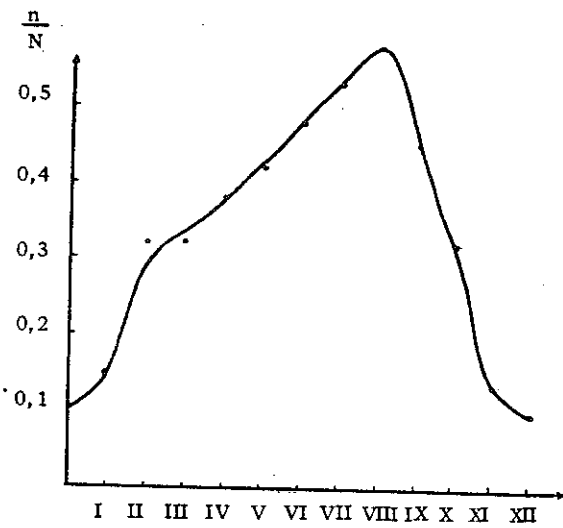
TABELA 15

Srednje pentadne vrednosti globalnega sevanja v Ljubljani (ly dan⁻¹)

TABLE 15

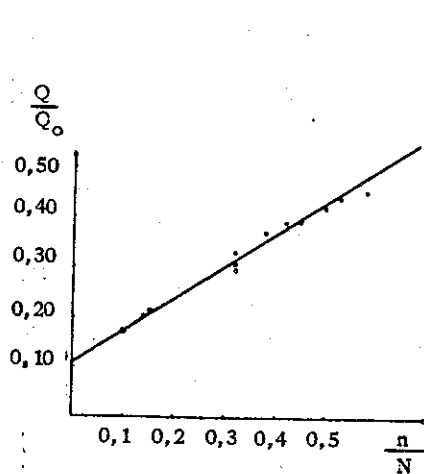
Five days' means of global radiation at Ljubljana (ly per day)

Datum	Pentada	Datum	Pentada	Datum	Pentada	Datum	Pentada
3. 1.	1. 40,1	3. 4. 19.	284,8	2. 7. 37.	470,0	30. 9.	55. 225,0
8. 1.	2. 40,2	8. 4. 20.	280,1	7. 7. 38.	456,7	5. 10.	56. 175,9
13. 1.	3. 47,0	13. 4. 21.	247,7	12. 7. 39.	421,8	10. 10.	57. 183,1
18. 1.	4. 75,4	18. 4. 22.	310,0	17. 7. 40.	459,3	15. 10.	58. 184,8
23. 1.	5. 81,6	23. 4. 23.	315,2	22. 7. 41.	446,9	20. 10.	59. 144,9
28. 1.	6. 82,3	28. 4. 24.	358,6	27. 7. 42.	445,7	25. 10.	60. 123,1
2. 2.	7. 92,6	3. 5. 25.	360,4	1. 8. 43.	409,6	30. 10.	61. 82,8
7. 2.	8. 118,0	8. 5. 26.	402,7	6. 8. 44.	490,4	4. 11.	62. 75,7
12. 2.	9. 125,6	13. 5. 27.	395,2	11. 8. 45.	408,2	9. 11.	63. 71,2
17. 2.	10. 121,4	18. 5. 28.	384,9	16. 8. 46.	373,2	14. 11.	64. 58,7
22. 2.	11. 164,6	23. 5. 29.	405,0	21. 8. 47.	386,3	19. 11.	65. 76,4
27. 2.	12. 137,2	28. 5. 30.	297,0	26. 8. 48.	380,0	24. 11.	66. 80,1
4. 3.	13. 142,1	2. 6. 31.	363,4	31. 8. 49.	300,2	29. 11.	67. 49,8
9. 3.	14. 188,0	7. 6. 32.	414,5	5. 9. 50.	293,5	4. 12.	68. 45,2
14. 3.	15. 178,2	12. 6. 33.	420,5	10. 9. 51.	272,2	9. 12.	69. 49,4
19. 3.	16. 194,5	17. 6. 34.	421,6	15. 9. 52.	300,2	14. 12.	70. 40,8
24. 3.	17. 263,5	22. 6. 35.	476,4	20. 9. 53.	241,6	19. 12.	71. 48,5
29. 3.	18. 249,2	27. 6. 36.	434,4	25. 9. 54.	246,5	24. 12.	72. 42,6
						29. 12.	73. 33,0



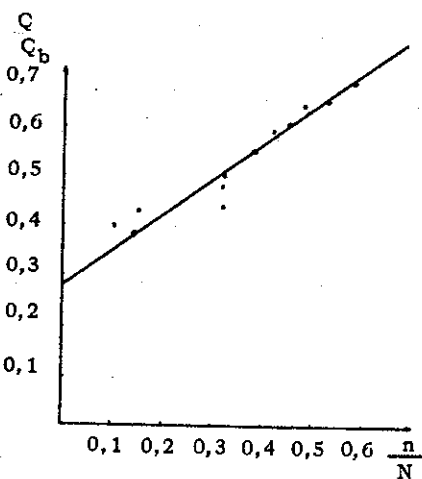
Slika 1
Letni potek relativnega sončnega obsevanja v Ljubljani (1961-1965)

Fig. 1
Annual course of relative duration of sunshine at Ljubljana (1961-1965)



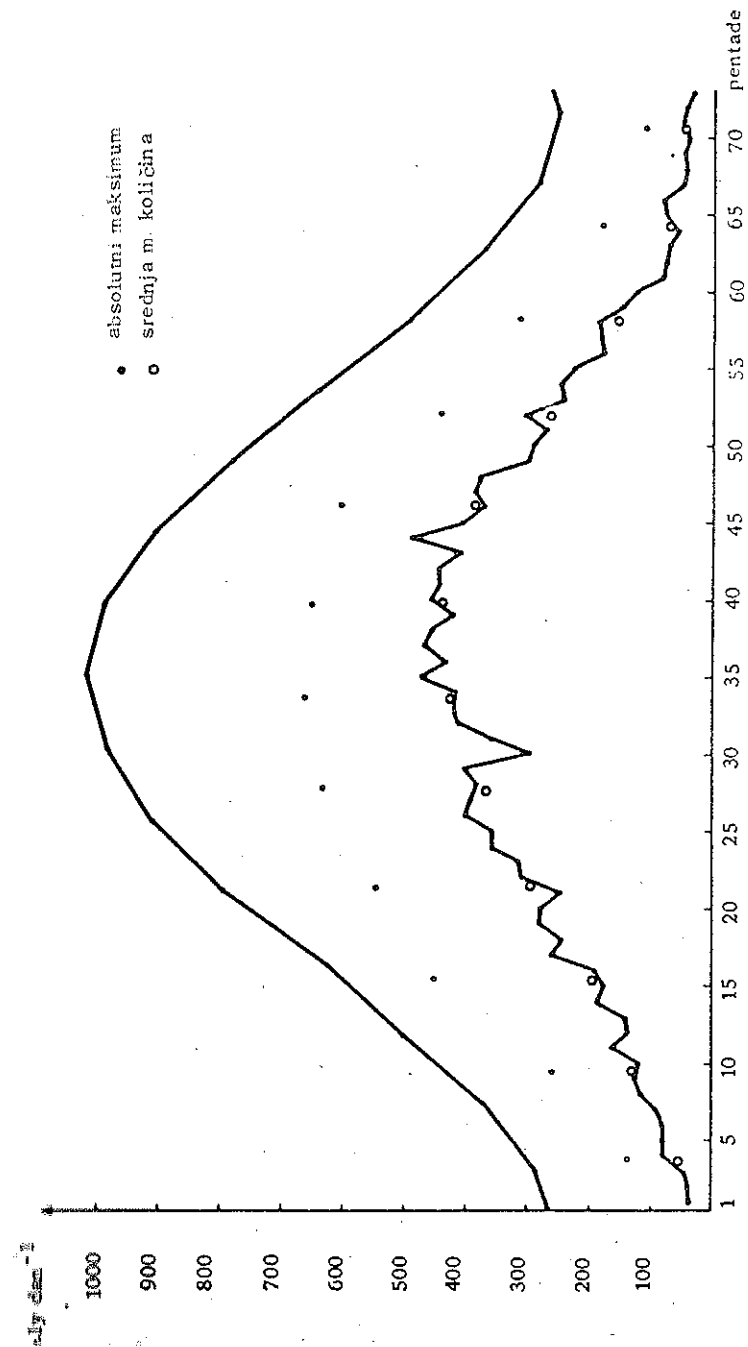
Slika 2
Relativna količina globalnega sevanja v odvisnosti od relativne dolžine trajanja obsevanja v Ljubljani (1961-1965)

Fig. 2
Relative amount of global radiation as a function of relative duration of sunshine at Ljubljana (1961-1965)



Slika 3
Relativna količina globalnega sevanja v odvisnosti od relativne dolžine trajanja obsevanja v Ljubljani (1961-1965)

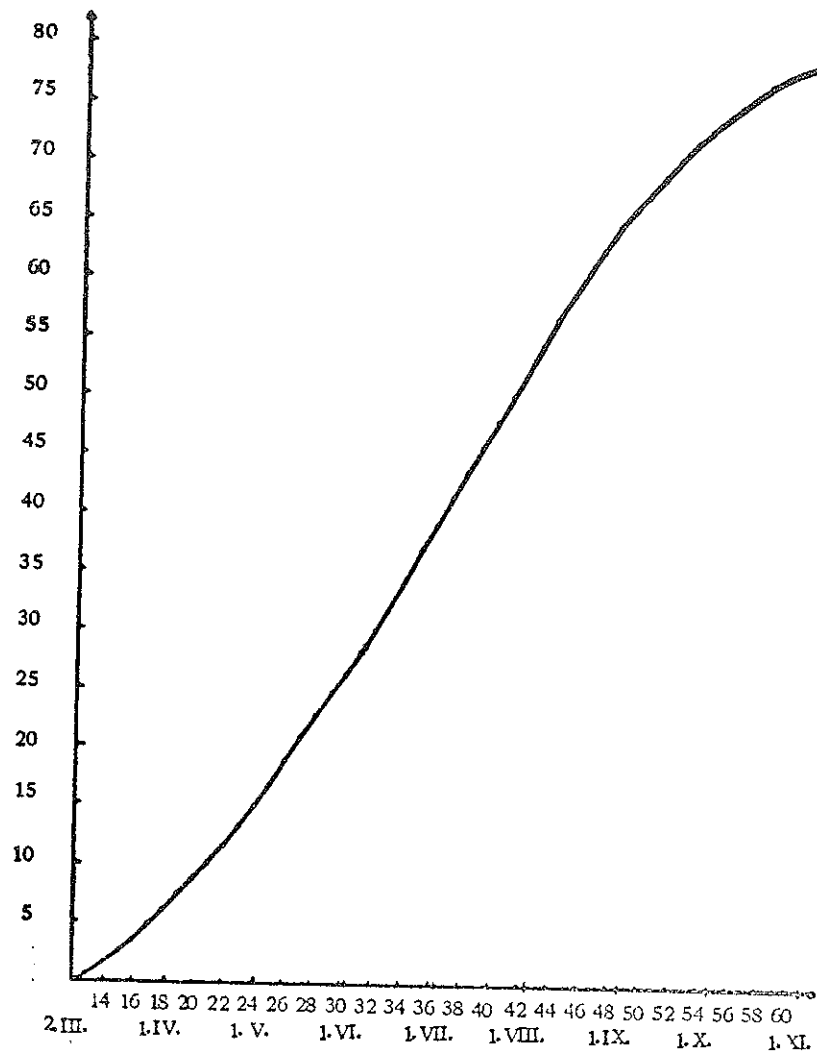
Fig. 3
Relative amount of global radiation as a function of relative duration of sunshine at Ljubljana (1961-1965)



Slika 4 Dnevne količine ekstraterrestrialnega sončnega sevanja na vrhu atmosfere ter absolutni maksimumi, srednje mesečne količine in srednje pentadne količine globalnega sevanja v Ljubljani (1961-1965) v ly na dan

Fig. 4 Daily amounts of extraterrestrial solar radiation on the top of the atmosphere and the absolute maxima, monthly means and five days' means of global radiation at Ljubljana (1961-1965) in ly per day

K cal cm⁻²



Slika 5 Kumulativni diagram globalnega sevanja v Ljubljani (1961 - 1965)

Fig. 5 Cumulative diagram of global radiation at Ljubljana (1961 - 1965)

VREME V SLOVENIJI IN NJEGOV RAZVOJ PO REGIONALNIH VREMENSKIH TIPIH
za petletno dobo 1955 - 1959

WEATHER IN SLOVENIA AND ITS DEVELOPMENT BY REGIONAL WEATHER TYPES
for the five year period 1955 - 1959

Zdravko Petkovšek

551.506,9
551.509.318

SUMMARY :

The significant weather for the district of Slovenia is presented by weather types as a continuation of paper (Petkovšek 1965.) The five years' period enables representative values and conclusions about climatic features and weather development using the weather types, i. e. on the most simple and rational manner.

Table 1 together with the similar table of the above mentioned paper, gives the weather presentation (calendar) for five years. Frequency of types that is given on table 2 shows great fluctuations by the types that occur rarely. Association of types in groups maintains greater and more representative numbers that will be seen on table 3 and 4. There are: A' - group of fair weather types, O' - cloudy weather, C' - rainy weather types, K - convective group (thunderstorms) and S', W', N', E' weather type groups with the circulation from the direction presented by the symbol.

From the relative values in the lowest line of table 3 it will be seen that besides the cloudy weather that occurs in Slovenia in 44 %, the fair weather is twice as frequent as the bad - i. e. rainy weather. On table 4 the appropriate mean values of frequency are given for each season. Many interesting features of weather in Slovenia can be extracted from these data.

Development of the weather is considered by the frequency of changes (transitions) of types - as presented on tables 5 and 6. As some transitions are rare, the types are associated in groups again. Changes of the weather on this manner are presented on table 7 and 8. Because the diagonal values present no change (transition of the type in the same type or group), they show the persistence of appropriate weather and give the objective measure for its persistence. Table 7c enables as well a direct statistical weather prediction for the district considered: Taking for instance that the weather of a day is of the type of group A^o (fair weather) the table gives probability of 57 % that the weather will be the same on the next day, and probability only 11 % that on the next day the weather will be bad - that of type C^o.

Predstava vremena z vremenskim tipom kaže mnoge prednosti pred klasično predstavo po elementih, posebej pa to velja tedaj, ko hočemo podati vreme in njegov razvoj nad nekim področjem in ne le v točki, kot se navadno opazuje. Moderna meteorologija v splošnem stremi za to, da bi točkovno opazovanje prešlo v prostorsko ali površinsko. Pri tem uporablja najnovejše tehnične pripo-

močko, ki to omogočajo, kot n.pr. radar, umetni sateliti, števci električnih praznenj itd. Za posamezne potrebe in pa za področja, kjer teh instrumentov nimamo ali ne moremo uporabiti, pa je mogoče doseči podobne rezultate kompleksnosti prav z regionalnimi vremenskimi tipi. Pri tem se uporabijo klasični in že zbrani podatki tudi iz dob, ko modernejših instrumentov še ni bilo.

Regionalni vremenski tipi v Sloveniji so bili obdelani za leti 1957/58 (Petkovšek 1965), vendar je bila dvoletna doba v marsikaterem pogledu prekratka, da bi lahko dobili reprezentativne vrednosti in izvedli zanesljive zaključke. Izkazalo pa se je, da se fluktuacije med posameznimi leti ponekod sorazmerno majhne in tako je petletna doba oz. obdelava te dobe potrdila večino prejšnjih ugotovitev in domnev.

Kriteriji klasificiranja in druge posebnosti so podrobno opisane v zgoraj omenjeni razpravi, v osnovi pa izhajajo iz Čadeževe klasifikacije lokalnih vremenskih tipov in njegovih poznejših obdelav (Čadež 1954, 1964) in na osnovi lokalnih vremenskih tipov (Hočevar 1965). Da bi omogočili neposredno razumevanje tega dela naj omenimo le nekatere najvažnejše podatke. Klasifikacija tvori 22 vremenskih tipov, s katerimi predstavimo vreme področja cele Slovenije vsakega dne posebej. Tipe tvorimo s 7 simboli, ki imajo vsak svoj pomen :

A - predstavlja anticiklonalno, t.j. komponento lepega vremena, jasno ali malo oblačno, mirno (brez stalnega vetra pri tleh in brez enotnega gibanja oblakov).

C - ciklonalno, t.j. oblačno vreme z izdatnimi padavinami, mirno.

K - pojavljajo se nevihte, mirno.

S, W, N, E so pravzaprav simboli smeri neba in jih često označujemo s skupnim simbolom D. Sami kot simboli pomenijo oblačno vreme z gibanjem oblakov oziroma z vetrovi iz smeri, ki jo predstavljajo. Ko nastopajo v kombinaciji s prejšnjimi tremi simboli, oropajo te za karakteristiko "mirno" in jim vsilijo svojo.

AC - naj omenimo posebej zato, ker predstavlja mirno in oblačno vreme in je sestavljen iz dveh nasprotujočih si simbolov, ki se v kombinaciji nevtralizirata.

Simboli sami ali pa v kombinaciji največ po dva skupaj podajajo glavne značilnosti vremena nekega dne.

PREDSTAVA VREMENA Z REGIONALNIMI TIPI

Osnovna tabela - tabela 1 - daje regionalno klasifikacijo vremena Slovenije za leta 1955, 1956 in 1959 (za leti 1957 in 1958 je dana v razpravi Petkovšek 1965). Ta nam na najkrajši možni način in v najbolj skrčeni, a kljub temu v zelo nazorni obliki poda vreme Slovenije za ustrezno dobo. Tako racionalni podatek, da z dvema črkama podamo vreme nekega dne za vremensko sorazmerno zelo pestro področje kot je Slovenija, je vsekakor nekaj edinstvenega in je važen prispevek k iskanju racionalnejših poti za predstavo vremena. Ta pa je v vse večjih potrebah po hitrem odgovoru bistvenega pomena zlasti pri bodočem operativnem delu in pri pomoči meteorologije raznim gospodarskim dejavnostim.

Znanje o bistvenih potezah vremena in posledicah v njegovem razvoju na področju Slovenije omogoča hitro koriščenje bogate zaloge dejstev in podatkov,

ki jih na prvi pogled tako skromna prezentacija kot sta dve črki, skriva v sebi. Oglejmo si n.pr. " vsebino " simbolične kombinacije oz. tipa AN. Poleg osnovne predstave, ki jo daje kombinacija simbolov A in N in ki pravi, da je bilo ta dan v Sloveniji pretežno lepo vreme ob severni cirkulaciji zraka pri tleh in (ali) v višinah, nam upoštevajoč še letni čas, pove mnogo več: severna cirkulacija pomeni za Slovenijo bolj ali manj močno fenizacijo zraka čez Alpe in s tem torej relativno suh zrak in zato veliko vidnost in majhno verjetnost za nastanek rose, slane ali megle. Če je to pozimi, vemo, da zagotovo ni bilo pojavov kot so: dež, poledica, odjuga, stratusna oblačnost itd. Poleti so izključene nevihte, pršenje, soparica, relativno visoke temperature za ta letni čas itd. Pričakujemo lahko, da je bilo ozračje labilno pri tleh, kar pomeni sorazmerno močno vertikalno izmenjavo in turbulenco, vendar pa vertikalno ne posebno močno razvitih oblakov in oblačnosti sploh malo. Glede na sinoptično situacijo, ki omogoča tak tip vremena s severnimi vetrovi, pa lahko nadalje zaključujemo, da ni verjeten nenaden prehod v nek diagonalno nasprotni tip, kot je to mogoče v obratni smeri - sicer pa nam bo o tem več pokazal pregled zaporednega nastopa tipov pozneje.

Iz osnovne tabele - tipizacije posameznih dni za petletno dobo lahko s preprosto statistiko dobimo neposredne klimatske značilnosti in nove zanimive karakteristike razvoja vremena v Sloveniji.

Najosnovnejše statistične podatke nam daje frekvenca posameznih tipov, ki je po posameznih letih in skupno za obravnavano dobo podana v tabeli 2. Čeprav omogoča primerjavo med posameznimi leti in s tem, podaja fluktuacije posameznih tipov po letih, ta tabela ni posebno pregledna in nas sama primerjava lahko zavede, ker meje med posameznimi tipi niso vedno dovolj ostre. N.pr. v

letu 1955 je tip W za faktor 2 večji od tipa AW, ki mu je precej soroden, v letu 1958 pa je ravno obratno; v celotni dobi pa vidimo, da sta oba tipa približno enako frekventna.

Za samo predstavo pogostnosti tipov je tipe bolje združiti v skupine in grupe, kot bomo videli pozneje. Nazorno predstavo frekvence posameznih tipov nam lahko poda njihova razporeditev po pogostnosti. Ustrezna grafična predstava je podana na sliki 1. Iz nje je razvidno, da je na prvem mestu mirni oblačni tip AC, ki je za Slovenijo, kot sorazmerno slabo vetrovno področje (za Alpami, kočlinska lega postaj itd.) značilno in potrjuje eno najbolj okvirnih karakteristik vremena Slovenije (Petkovšek 1960). Temu tipu sleda po pogostnosti kar trije anticlonaalni tipi, ki kažejo na veliko pogostnost sorazmerno lepega vremena. Ostale značilnosti bodo lepše razvidne iz nadaljnjih grupacij tipov. Tu naj opozorimo le na relativno veliko zglajenost krivulje, ki kaže, da je iz petletne dobe mogoče dobiti reprezentativno predstavo in so fluktuacije zanemarljive celo pri manj frekventnih tipih na samem desnem kraju krivulje.

Da bi lahko podali kratko sliko o povprečnem vremenu za obravnavano petletno dobo, grupiramo tipe v ustrezne skupine. " Povprečno vreme " je pravzaprav definicija za klimo, vendar pa moramo priznati, da je za strogo prazentacijo klime petletna doba prekratka in se temu izrazu tu raje izognemo. Če hočemo na kratko podati, koliko je bilo v tej petletni dobi " lepega " - pretežno sončnega vremena (A'), " srednjega " - zmerno do pretežno oblačnega vremena (O') in " slabega " - deževnega vremena (C'), lahko to lepo podamo s frekvenco glavnih treh grup tipov in sicer grupiranih tako, kot so po redu s spredaj opisanim vremenom podani v tabeli 3. V tej tabeli pa je posebej podana še

frekvenca vseh konvektivnih tipov in skupin tipov združenih po glavnih smereh. Z grupo konvektivnih tipov precej dobro podamo tudi stabilnost atmosfere nad Slovenijo v posameznih letih.

Sumarne vrednosti oz. ustrezni odstotki leve strani te tabele nam kažejo glavne značilnosti vremena v Sloveniji v zajeti petletni dobi. Iz teh je razvidno, da je v Sloveniji povprečno letno 160 dni ali 44 % dni nekako srednje slabega ali srednje dobrega vremena - zmerno do pretežno oblačno; da je letno povprečno 138 dni pretežno lepih, kar znaša 38 % vseh dni in le 68 dni letno ali 18 % dni je slabih, t.j. oblačnih z znatnimi padavinami. Vsekakor je to zanimiv podatek, ki je podan na tako preprost način kot ga ne omogoča noben drug prikaz vremena po posameznih elementih.

Ta tabela nam omogoča tudi primerjavo glavnih potez vremena v posameznih letih. Če primerjamo glede vremena ekstremno različni leti te dobe, t.j. leti 1950 in 1955, iz tabele hitro vidimo, da je bilo v letu 1958 ne le največ anticlonaalnih tipov lepega vremena (171), ampak tudi najmanj ciklonaalnih tipov (le 54), medtem ko je bilo leta 1955 od zajete petletne dobe največ ciklonaalnih tipov (74), največ oblačnih (198) in seveda zato najmanj anticlonaalnih (komaj 93).

Ne da bi se bilo treba spuščati v primerjave posameznih elementov (količine padavin, število padavinskih dni, temperatura, oblačnost itd.), kar je zelo zamudno, si z regionalnimi vremenskimi tipi tako hitro ustvarimo sliko v glavnih potezah vremena v posameznih letih in njegovega odklona od povprečij.

Nadaljnje dopolnilo slike vremena v nekem letu podane z vremenskimi tipi, nam omogoča frekvenca konvektivnih tipov v tabeli 3. Tudi iz teh podatkov je

razvidno, da je bilo vreme leta 1958 zares lepo in ozračje nad Slovenijo relativno močno stabilno, saj je v tem letu le v 28 dneh grmelo na dveh ali več krajih Slovenije istega dne. Nasprotno pa je s temi tipi najbogatejše leto 1959, ki jih ima kar dvakrat toliko kot leto 1958 in sicer 57. Ti tipi, kot bomo videli pozneje, nastopajo predvsem v poletnem času, zato lahko že iz tega ugotovimo, da je bilo vreme v poletju 1959 precej spremenljivo in nevihtno, medtem ko je bilo v celoti vreme tega leta lepše kot leta 1955 in 1956. Povprečje za celotno obdelano dobo znaša 43 dni s konvektivnimi tipi, kar je 12 % vseh dni. To je sorazmerno visoka vrednost, ki kaže, da je v Sloveniji nevihtna aktivnost sorazmerno zelo pogosta, kar nam potrjujejo druga proučevanja (Petkovšek 1964, Borko 1962, Čadež 1964).

Desni del tabele 3 nam predstavlja podatke, ki jih dobimo s grupacijo tipov po glavnih smereh zračnih tokov ob katerih nastopajo. Daje nam osnovo za sklepanje o prevladujočih vremenskih situacijah in preko tipov torej celo o glavnih potezah sinoptične vremenske slike. Iz končne vsote je razvidno, da zajemajo ti primeri z izraženo cirkulacijo nad polovico vseh dni obdelane dobe. Za vreme izven nje lahko iz tabele 1 ugotovimo, da za faktor večji od 2 prevladujejo anticiklonalni tipi in torej anticiklonalne sinoptične situacije nad ciklonalnimi. V desni polovici tabele 3 so torej podane grupe tipov združenih po smereh. Tako n.pr. grupni tip S' zajema tipe : AS, S, SC in SK in analogno velja za ostale grupne simbole smeri W', N' in E'.

Iz sumarnih vrednosti v spodnjem delu tabele je razvidno, da prevladuje severna komponenta, vendar pa je treba upoštevati več okoliščin, ki so vplivale na take rezultate ter jih zato ne smemo brez premisleka interpretirati.

V skladu s splošno cirkulacijo v zmernih širinah bi se v statistiki petletne dobe že morala kazati izrazita zahodna in zelo šibka vzhodna komponenta. Pri oceni tega pa je seveda treba biti previden zaradi vpliva Alp, ki kot je znano (Petkovšek 1958), povzročajo deformacije predvsem z vrtenjem v negativni smeri (od W na NW); na drugi strani pa prav Alpe vplivajo na nastanek sekundarnih ciklonov v severnem sredozemlju (Radinović - Lalić 1959). Ti cikloni pa ustvarjajo preko naših krajev vzhodno komponento vetrov. Glede na to je razumljiva slika, ki nam jo dajejo sumarne vrednosti ter kažejo, da je iz teh podatkov mogoče pravilno sklepati na makro - vremensko situacijo. Seveda v tem oziru nima pomena, da bi iz sumarnih vrednosti skušali dobiti nekakšno povprečno situacijo obdelane petletne dobe ali pogostnost situacij, ki bi jih vezali na posamezne skupine tipov; čeprav se n.pr. vsota povprečne frekvence E' in S' grup sorazmerno dobro ujema z vsoto dni ciklonalne aktivnosti v zahodnem Sredozemlju za to dobo (Radinović - Lalić 1959).

Bolj smiselna je primerjava med posameznimi leti. Pri njej bi sicer morali delati z relativnimi vrednostmi (odstotki) posameznih grup tipov združenih po smereh, vendar pa nam letne vsote v zadnji vertikalni koloni, ki se med seboj malo razlikujejo, kažejo, da je z 10 % natančnostjo mogoče delati tudi neposredno s številom tipov. Večja natančnost pa tu itak ni utemeljena. Tako nam kaže leto 1955 pogostno severno in zahodno in zelo redko nastopajočo južno in vzhodno komponento, iz česar bi lahko sklepali, da so šli glavni prodori hladnega zraka vzhodno od nas oziroma da so vzhodno od nas ležale osi višinskih dolin. Redke so bile v tem času verjetno tudi blokade, ki ustvarjajo možnost vzhodnih in južnih komponent cirkulacije. V naslednjih dveh letih (1956 in 1957) izrazitosti take razporeditve ni, a spet nastopa v nadalj-

njih letih 1958 in 1959. Primerjave s statistiko makrotipov bi bile vsekakor zelo zanimive in bi neposredno prikazale upravičenost tako širokih izvajanj, vendar pa ustreznih obdelav za to dobo nimamo - če sploh obstajajo.

Zanimiva je močna prevlada meridionalnih komponent nad zonalnimi leta 1957 kar bi lahko smatrali kot anomalijo, kljub temu pa vemo, da leto 1957 glede vremena ni bilo nič posebnega. Več o tem bi pokazala statistika makro - vremenskih situacij, ki pa jih kot rečeno, nimamo, samostojna klasifikacija pa bi presegla okvir tega proučevanja.

Po smereh združene tipe oz. njihove grupe podajamo tudi grafično na sliki 2, kjer lahko sumarno slike primerjamo z njenimi komponentami, ki tabelarično niso podane. Iz slike vidimo, da nastopa enako kot pri sumarni " roži " močno prevladujoča severna in zahodna komponenta tudi pri rožah grupe AD in DK; medtem ko je pri DC zahodna komponenta najšibkejša. To potrjuje znane ugotovitve, da je ciklonalni tip vremena pri nas skoro izključno vezan na sekundarno depresijo z jedrom nad severnim Sredozemljem ali kje drugje le severno od naših krajev ne. To lahko tudi pomeni, da centralne depresije, ki potujejo severno od Alp, ne vplivajo direktno na vreme pri nas, ampak le preko svojih frontalnih sistemov.

Združevanje podatkov tabele 1 po letnih časih nam daje novo možnost proučevanja vremena in njegovega razvoja po posameznih letnih časih in tudi primerjavo z njimi. Pogledimo si najprej vrednosti, ki jih za posamezne letne čase kažejo glavne skupine tipov združenih po vremenu, ki so podane v levem delu tabele 4. Iz teh je razvidno, da je skupina anticyklonalnih tipov pogostejša in približno enako močno zastopana poletni in v jeseni in je redkejša, a tudi precej enako zastopana pozimi in spomladi. Oblačnih tipov je v jeseni naj-

manj, v ostalih letnih časih pa približno enako. Iz obojega sledi, da je jesen sorazmerno lepa, kljub temu, da ni na zadnjem mestu pri ciklonalnih tipih. To mesto ji prevzema poletje, kar potrjuje skladnost z letno razporeditvijo pogostnosti sekundarnih ciklonov v severnem Sredozemlju.

Konvektivnih tipov je poletni skoro trikrat toliko kot v ostalih treh letnih časih skupaj, pozimi pa jih praktično ni (le dva dni v vsej petletni dobi). To kaže, da je pri nas za nevihtno aktivnost potreben dodatek termičnih vplivov in zadostne insolacije.

Pri proučevanju pogostnosti vremenskih tipov, združenih po smereh, nam kažejo vaute pogostnosti na skrajni desni strani, da je pomlad pri nas daleč najbolj razgiban in vetroven letni čas. Najmirnejša je jesen in še za njo zima, kljub kotlinski legi postaj in jezerom hladnega zraka pozimi, kar nas nekoliko preseneča.

Za primerjavo posameznih grup tipov, združenih po smereh, je zaradi večjih razlik med vsotami tu potrebno izračunati relativne vrednosti - odstotke in ti so podani v desnem delu tabele 4. Primerjava teh vrednosti nam kaže, da n.pr. pri grupi južnih tipov S' praktično ni razlik med posameznimi letnimi časi, pač pa so razlike velike pri vzhodni grupi E'. Značilnejše je, da je zahodnih tipov pozimi dvakrat toliko kot v jeseni in da je pri severnih razmerje obratno. Najbolj pa je značilna relativno in absolutno zelo majhna pogostnost vzhodnih tipov poletni. Lahko bi izrekli domnevo, da se v tem kaže vpliv evropskega monsuna, ki ga je sicer težko izluščiti in prezentirati.

Frekvenca posameznih tipov za razne letne čase pa je gotovo najprimerneje podati grafično. Analogno in v istem vrstnem redu kot na sliki 1 so podani na sliki 3. Tu pa smo na isti koordinatni sistem združili pomlad in zimo in na

drugi strani sistem poletje in jesen. Krivulji prve slike imata dokaj paralelen potek, medtem ko kažeta poletje in jesen predvsem zaradi konvektivnih tipov, a tudi oblačnega tipa AC, skoro pravo zrcalno sliko, saj jima je edino skupno to, da je, glede na tip A, razlika števil tipov AN sorazmerno majhna.

Iz vsega tega vidimo, da nam regionalni vremenski tipi poleg kratke, praktične in bogate prezentacije vremena dajejo tudi orise klimatskih značilnosti nekega področja in široke možnosti za iskanje zakonitosti razvoja vremena nad nekim področjem.

RAZVOJ VREMENA Z REGIONALNIMI TIPI

Poleg neposredne zgoščene predstave vremena in klimatskih potez, nam omogočajo tipi proučevanje razvoja vremena. Zaporedje tipov podaja ta razvoj sicer v skokih po en dan (ker je tip enoten za ta naravno opredeljen časovni interval), vendar sorazmerno velika vztrajnost vremena pri nas opravičuje tak postopek.

Osnovna tabela za proučevanje razvoja vremena z vremenskimi tipi zavzema polje kvadrata števila tipov, t.j. $(22)^2 = 484$ - tabela 5. Petletna doba daje s svojimi 1826 dnevi možnost za prav tolikšno število prehodov oziroma za ugotovitev nastopa zaporedja tipov. Povprečno število prehodov na element polja je torej približno 4, kar je očitno kljub petletni zajeti dobi še sorazmerno nizka vrednost. Toda ker nekateri tipi številčno močno izstopajo,

dobimo zanje polja izpolnjena s števili v katerih se tudi eventuelne večje fluktuacije izgleda in so zanje vrednosti reprezentativne. Pri številčno šibkih tipih fluktuacije prevladujejo in bi bili kakršnikoli zaključki nesmiselni. Druga možnost, da dobimo reprezentativne rezultate, pa je tudi tu - združevanje tipov izoroma njihovih prehodov v grupe. To nam daje spet večje - reprezentativno vrednosti, seveda pa zato brez detajlov za posamezne sestavine oziroma za posamezne tipe.

Za sama tabela 5, ki daje število prehodov tipov horizontalne vrste zgoraj v tip vertikalne vrste, nam omogoča, da pridemo do nekaterih zanimivih spoznanj. Glavna diagonalna vrsta (ki poteka od levega kota zgoraj na desno bavn dol) predstavlja prehod tipa v isti tip, kar pomeni da se je isti tip naslednjega dne ponovil. Z drugimi besedami, ta vrsta predstavlja stalnost posameznih tipov in o tem stalnost vremena, ki ga tipi predstavljajo. Glede na to lahko ločimo in imenujemo "stalne tipe" tiste, pri katerih je vrednost iz te diagonalne vrste večja ali enaka katerikoli vrednosti v isti vertikalni ali horizontalni vrsti; in "nestalne tipe", kjer katera izmed vrednosti v isti horizontalni ali vertikalni vrsti presega vrednost diagonalne vrste.

Po tej definiciji oz. delitvi lahko ugotovimo iz tabele 5, da je 15 tipov stalnih, kar pomeni dve tretjine vseh tipov. Med številčno šibkimi tipi oziroma njihovimi prehodi pa so fluktuacije tako velike, da to razmerje ni reprezentativno. Posebno veliko stalnost kaže tip A vendar pa daje pravo predstavilo o njegovi stalnosti šele relativna vrednost. Pri natančnejšem pregledu nestalnih tipov pridemo do zanimive ugotovitve, da severni in vzhodni tipi radi prehajajo v bolj anticiklonalne oziroma tipe s to komponento, medtem ko južni nestalni tipi v bolj ciklonalne.

Da se izognemo prevlade fluktuacij, se v naslednjem omejimo na 8 številčno najmočnejših tipov, ki jih zlahka dobimo iz frekvenčne razporeditve na sliki 1. Zanje izračunamo relativne vrednosti (odstotke) prehodov v druge tipe in sestavimo tabelo 6. Srednja vrednost vertikalnih vsot, ki se med sabo sorazmerno malo razlikujejo nam kaže, da je v tej tabeli zajetih 3/4 sli točneje 76 % vseh prehodov, čeprav zajema ta tabela le 13 % polj tabele 5. Tudi v tabeli 6 so posamezne vrednosti še po vplivom fluktuacij, vendar je teh zanemarljivo malo. Iz tabele 6 je razvidno, da ima največjo stalnost tip A saj v skoro polovici primerov preide sam vase. Pri drugih stalnih tipih je takih prehodov 1/5 do 1/3, sicer pa se vidi, da so prehodi postopni, saj je pri vseh sorazmerno zelo številen prehod v oblačni tip AC. Ta tip pa poleg prehoda sam vase izrazito češče prehaja le še v tip A, kar kaže, da često nastopa na poti k izboljšanju vremena.

Reprezentativne vrednosti prehodov dobimo kot rečeno tudi z združevanjem v " grupe prehodov ". Grupacija po glavnih skupinah glede na grobo oceno vrste vremena nam daje že znane tri grupe lepega (A'), slabega (C') in oblačnega vremena (D').

Pri tem zajemajo simboli :

A' : A, AS, AW, AN, AE in AK

C' : C, SC, WC, NC, EC in CK

D' : AC, K ter vse D in DK tipe oziroma prehode med njimi.

Taka grupacija nam omogoča sestavo tabele 7a, katere vsako polje nosi vsoto 36, 60 oziroma 100 polj iz osnovne tabele prehodov - tabele 5. Tabela 7a kaže stalnost grupe A' in D' in nestalnost grupe tipov C'. Sicer pa je glede na glavno diagonalo približno simetrična, kar je pri tem številu grup ra-

zumljivo. Vendar pa nam tabela sama ne daje jasne predstave o prehodih ter je boljše proučiti relativne vrednosti. Iz tabele 7a lahko namreč tvorimo dve tabeli relativnih vrednosti: glede na horizontalno in glede na vertikalno vsoto. Pri tem predstavlja tabela 7a (relativne vrednosti dobljene iz vsote horizontalnih vrst) v kolikih odstotkih je nastopil nek tip vertikalne vrste iz tipa v gornji horizontalni vrsti; medtem ko daje tabela 7b v kolikih odstotkih je nastopil prehod grupnega tipa horizontalne vrste v grupni tip vertikalne vrste. N.pr. le 9 % A' je nastalo oz. sledilo tipom iz C' (tabela 7b) - ker je tipov A' mnogo; toda 18 % tipov C' je prešlo v tip A' itd.

Pogledajmo si še nekaj zanimivosti, ki jih lahko izluščimo iz tabele 7c. Najprej ugotovimo, da sta in v koliki meri sta, grupi A' in D' stalni in koliko je grupa C' nestalna. Nadalje pa nam ta tabela daje osnovo za proučevanje možnosti statistične prognoze. Če imamo n.pr. danes v Sloveniji tip iz grupe A' (lepo vreme), je torej 57 % verjetnost, da bo jutri vreme lepo in 49 % verjetnost, da ne bo slabo - kar je zelo visok odstotek. V slučaju oblačnega vremena je očitno največja verjetnost, da bo vreme tudi jutri podobno današnjemu (53 %), sicer pa je večja verjetnost, da bo vreme naslednji dan boljše kot slabše. Zadnja vertikalna vrsta pa nam kaže, da nastane lepo vreme iz slabega vremena redko (v 18 %) neposredno naslednji dan, ampak večinoma sledi slabemu vremenu oblačen dan. Tako ima torej ta tabela kljub preprostosti in le grobi predstavi razvoja vremena svostveno prognozično vrednost.

Za ugotavljanje stalnosti vremena se moremo vrniti k tabeli 7a. Razmerje med vsoto ponovitev (diagonalna vrsta) in vsoto vseh ostalih prehodov daje vrednost 52 %; torej nad 50 %, kar pomeni, da je v splošnem vreme v Sloveni-

ji malo bolj stalno kot nestalno. Tako smo preko tipov torej prišli tudi do objektivnega merila za ugotavljanje stalnosti vremena nad nekim področjem. Metodo bi lahko prenesli na lokalne vremenske tipe in ugotavljali oziroma primerjali stalnost vremena v posameznih krajih.

Grupiranje prehodov oziroma vsote števil prehodov iz tabele 5 za grupacije tipov združenih po smereh nam omogoča sestavo tabeli 8a, b, c. Vsako polje tabele 8a zajema vrednosti 16 polj tabele 5 n.pr. S' (iz horizontalne vrste) v W' (v vertikalni vrsti) - 25 - daje vsote polj prehodov AS, S, SC, SK v AW, W, SW in WK, številke same pa so zato velike in se fluktuacija izgube. Več kot same vsote nam spet povedo relativne vrednosti, zato podajamo tabele glede na horizontalne in vertikalne vsote števil tabele 8a, ne upoštevajoč ostale " mirne " tipe brez cirkulacije. Zato daje tabela 8b v kolikih odstotkih (samo glede na tipe smeri) je nastal nek tip vertikalne vrste iz tipov gornje horizontalne vrste. Tako so n.pr. tipi, ki spadajo v grupo tipov S' v 37 % nastali iz tipov, ki spadajo v grupo W' in le v 7 % iz tipov, ki spadajo v grupo N' ali E' ; največkrat (v 49 %) pa seveda iz tipov, ki spadajo v isto grupo S' . V vseh treh tabelah so vrednosti v glavni diagonali največje, kar spet kaže na tendenco vztrajnosti vremena.

Tabela 8c kaže prehode v normalni časovni smeri in bi spet lahko služila kot prognostični pripomoček, saj daje odstotke prehodov grupe horizontalne vrste v grupe vertikalne vrste. Pri tem je značilno n.pr. da le trije odstotki tipov s cirkulacijo iz grupe N' preidejo v tipe S' , medtem ko kar 22 % tipov iz grupe S' sledi v naslednjem dnevu kak tip iz grupe N' . Podobno, dani v manjši meri, velja to za prehode med grupama W' - E' , pri čemer pa seveda ne smemo pozabiti, da so to relativne vrednosti. Absolutne so, kot se vidi iz

tabela 8a, v zadnjem primeru praktično enake (31 : 32) zaradi majhnega števila v grupi E' glede na grupo N' .

Tabela 8a nam tudi statistično pove, da je vreme ob severni cirkulaciji sorazmerno zelo stalno, medtem ko je najbolj spremenljivo ob južni cirkulaciji zraka nad Slovenijo. Ta ugotovitev ima , gledano s prognostičnega vidika, tudi svojo vrednost in potrjuje naša spoznanja, ki nam jih kaže fizikalna proučevanja razvoja vremena v zvezi z razvojem ciklonov, njihovih frontalnih sistemov na severni hemisferi in gibanjem sistemov v tokovih splošne zahodne cirkulacije zmernih širin.

Dalo je del raziskovalne naloge " Proučevanje razvoja vremena v Sloveniji " in je bilo opravljeno na Katedri za meteorologijo FNT s sredstvi te fakultete.

LITERATURA

- Borša M. 1962 Wärmegewitter im slovenischen Alpengebiet. V. Int. Tagung für Alpine Met., Bled, SHMZ, Beograd
- Čadež M. 1956 Označba ljubljanskega vremena, Kronika slovenskih mest III, Ljubljana
- Čadež M. 1954 Analiza vremena u FNR Jugoslaviji u 1951 godini, SHMZ Rasprave i studije 5, Beograd
- Čadež M. 1964 Vreme u Jugoslaviji, Razprave - Papers 4, PMF - Meteorološki zavod, Beograd
- Hočevar A. 1965 Lokalni vremenski tipi v Sloveniji v letih 1957 in 1958, Razprave - Papers 5, DMS, Ljubljana
- Petkovšek Z. 1958 Der Einfluss der Alpen auf die Kaltfront - Bewegungen, Berichte d. Deutsch. Wetterd. Nr. 54
- Petkovšek Z. 1960 Poseben prikaz vremena v Sloveniji za leto 1957, Razprava FNT Univerza v Ljubljani
- Petkovšek Z. 1965 Gewitter an Kaltfronten im Ostalpengebiet, Carinthia II, 24 Sonderheft, Villach
- Petkovšek Z. 1965 Regionalni vremenski tipi Slovenije v letih 1957 - 1958, Razprave - Paper 5, DMS, Ljubljana
- Radinović - Lažić 1959 Ciklonska aktivnost u zapadnom Sredozemlju, Rasprave i studije 7, SHMZ, Beograd

TABELA 1

Osnovna tabela regionalnih vremenskih tipov - koledar vremena Slovenije - za posvetno dobo 1955 - 1959

TABELA 1

Regional weather types of Slovenia - calendar of weather - for each day of the years 1955, 1956 and 1959

	L e t o 1 9 5 5											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	E	S	EC	AC	A	AW	AW	A	NK	A	NC	AC
2.	A	SC	E	N	AK	NC	AW	WK	A	AN	AC	W
3.	W	W	AC	AE	CK	A	K	NK	A	AE	AC	W
4.	AC	AC	A	AN	A	WC	WK	NK	A	AW	AC	AW
5.	AC	W	AC	AN	N	C	CK	NK	A	W	AC	A
6.	AC	S	NC	N	W	AC	NK	AN	AC	W	AC	AC
7.	AC	N	C	A	WC	W	N	W	K	NC	AC	AW
8.	C	W	AC	WC	E	AW	NC	NC	K	NC	AC	AW
9.	AC	AW	AC	N	A	AW	NC	NC	SK	NC	S	W
10.	AC	WK	N	NK	AS	WK	NC	N	C	N	AC	W
11.	W	A	E	N	W	NC	W	N	NC	NC	NC	AC
12.	W	W	AC	N	EC	AC	NK	AC	AC	NC	AC	EC
13.	W	AC	AC	AN	A	WC	NK	W	CK	N	NC	E
14.	WC	N	AE	NK	W	AN	NK	K	CK	N	NC	C
15.	E	W	N	AN	WC	N	NK	W	CK	A	N	SC
16.	WC	AC	AW	N	AC	AN	EC	AC	AC	AC	AN	W
17.	W	C	WC	N	W	WK	AN	NC	AW	SC	AN	C

TABELA 1 (nadaljevanje)

Osnovna tabela regionalnih vremenskih tipov - koledar vremena Slovenije - za petletno dobo 1955 - 1959

TABLE 1

Regional weather types of Slovenia - calendar of weather - for each day of the years 1955, 1956 and 1959

L e t o 1 9 5 5												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
18.	C	SC	AE	N	W	AC	A	AC	AN	EC	N	AC
19.	A	EC	AW	N	NC	W	K	AC	AC	NC	N	E
20.	AC	SC	C	AN	AC	W	AK	K	A	W	AC	NC
21.	AC	AC	WC	AW	W	WK	K	AN	A	W	AC	AC
22.	AC	AW	W	AC	NC	NK	K	A	A	AW	N	A
23.	AC	EC	AW	AW	AW	NK	NC	A	A	A	AW	A
24.	AC	W	W	AK	AW	AC	K	NK	AC	NC	AW	S
25.	AC	NC	AC	E	AS	AN	W	E	A	N	AN	A
26.	AC	C	W	AE	W	NK	C	SK	A	AN	A	N
27.	W	NC	W	W	W	WK	C	A	AC	AC	A	AC
28.	W	EC	EC	A	EC	CK	WK	WK	N	W	A	AC
29.	AC		C	A	NC	N	NK	WK	N	AC	A	AC
30.	AC		E	A	AN	WK	N	WK	AN	AS	AC	SC
31.	W		E		AE		AN	WK		C		NC

L e t o 1 9 5 6

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	A	E	AW	S	N	CK	AS	AC	AS	A	C	E
2.	AC	AE	W	EC	N	CK	SK	W	A	A	EC	AC
3.	AC	AE	AC	A	N	AE	NC	CK	A	S	E	N
4.	A	E	AC	S	NK	AK	A	AK	AC	C	AN	N
5.	AC	AC	AC	C	NK	A	AN	AC	AE	C	AN	AW
6.	E	A	A	NK	A	A	A	A	AW	NC	AC	AC
7.	E	AN	W	N	A	A	AW	AW	S	WK	N	N
8.	AC	AC	AN	AN	A	SK	A	AE	AW	E	E	C
9.	S	EC	AN	AN	N	CK	AC	A	A	AN	E	AC
10.	C	EC	N	AC	CK	CK	SK	A	AW	AN	AC	A
11.	AW	NC	E	W	N	SC	SK	SK	K	A	E	AC
12.	S	AC	E	AW	AN	AS	E	WK	W	A	C	AW
13.	W	EC	E	W	N	AE	A	AW	W	A	C	W
14.	AC	AC	AC	S	AC	AS	SK	AW	AN	N	NC	S
15.	S	A	A	S	N	CK	WK	CK	A	A	NC	AW
16.	AW	A	A	S	AN	AC	CK	A	A	AC	N	A
17.	AW	A	AC	S	A	S	W	AW	AW	A	AN	A
18.	SC	NC	E	CK	W	EC	A	W	E	AC	AC	A
19.	SC	AC	E	C	S	N	AS	WK	A	N	E	A
20.	AC	AC	EC	C	NC	NK	SK	A	A	A	E	N
21.	AW	AC	EC	W	AC	NC	CK	WK	A	A	E	AC
22.	AW	AC	S	C	SC	N	AC	S	A	A	EC	C
23.	AW	A	S	AC	CK	C	K	CK	AC	A	NC	C
24.	W	AC	E	AC	CK	N	N	WK	AW	A	AC	AC
25.	AC	E	AC	C	CK	WC	AN	S	AS	A	A	AC
26.	A	EC	E	CK	AW	N	A	S	SC	SC	AW	A
27.	W	AC	NC	C	A	K	AS	AC	SC	C	AW	C
28.	AE	A	C	S	A	WK	AK	A	A	W	SC	E
29.	AC	AN	A	C	WK	WK	AS	S	AN	AC	NC	E
30.	E		A	NC	AK	AS	A	AN	A	EC	NC	E
31.	EC		S		AK		AC	AE		EC		C

Leto 1957

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	AC	AC	AN	AS	EC	AN	A	AN	AW	NC	A	AN
2.	S	AN	AN	AS	AE	A	K	AN	SK	N	S	AC
3.	AC	A	A	NC	AN	S	AK	A	C	AC	AC	NC
4.	AC	AC	AC	AE	A	S	AK	AN	N	AN	AW	AC
5.	AC	A	AW	A	NC	WK	A	A	AN	A	S	AC
6.	AC	AS	AN	A	C	AW	AK	A	AN	A	S	A
7.	AN	AW	W	WC	N	AS	A	A	A	S	SC	A
8.	AN	AS	NC	NC	AN	SK	AK	W	A	A	C	W
9.	A	AW	N	AC	AW	WK	WK	AS	A	A	AS	AW
10.	AC	AS	A	SC	AW	AS	SK	AW	AN	A	C	AW
11.	AN	AN	A	SC	A	S	NC	AC	AC	AS	EC	SC
12.	AC	S	A	NC	A	S	AN	AL	SC	A	N	SC
13.	AC	S	A	E	NK	AW	A	A	C	AN	N	SC
14.	NC	S	A	E	NK	AN	AK	SK	SC	A	AC	S
15.	NC	SC	AN	AN	A	A	EK	AS	AC	A	AN	NC
16.	N	SC	N	AN	K	A	NK	SK	AK	A	AC	AC
17.	N	AS	W	AN	NK	SK	WK	AW	AC	A	AC	E
18.	A	SC	W	N	AN	SK	AN	S	AW	A	E	AC
19.	A	AN	AN	AC	WK	AN	WK	N	AC	AS	E	AN
20.	A	SC	A	WC	NC	AN	WK	C	A	SC	E	AC
21.	A	NC	AW	NC	N	AC	SK	AN	AW	EC	AN	AN
22.	AC	A	AC	A	N	SK	NK	CK	A	C	AC	AC
23.	AC	A	S	AN	AS	S	NC	AC	W	S	AC	AC
24.	AC	W	S	AN	CK	SK	W	AW	W	A	A	AS
25.	AC	W	N	AN	EC	SK	NK	AS	C	AN	N	AW
26.	AC	A	AN	AW	EC	N	W	CK	WC	A	AN	A
27.	AC	N	A	AC	E	AN	S	AW	AN	AC	AC	A
28.	AN	AN	AC	AS	EC	A	WC	CK	N	E	A	C
29.	A		SC	AS	E	AN	A	AN	W	AC	AN	AC
30.	A		AC	S	AS	A	AN	AN	EC	A	AN	AC
31.	AN	E		S		AN	A			A		AC

Leto 1958

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	A	A	AN	AC	AN	A	AW	A	AE	SC	NC	AC
2.	A	AC	AN	W	AN	A	AW	A	E	C	AN	AE
3.	AC	AW	AC	W	AK	AC	CK	CK	E	AW	AC	AE
4.	AN	AW	AC	SC	WK	C	SK	AN	AN	W	AC	A
5.	SC	W	A	W	AC	AC	AN	A	A	AC	AC	A
6.	AC	W	A	C	WK	AN	K	A	A	AC	AC	A
7.	AW	W	EC	E	W	AC	AC	CK	A	AC	EC	A
8.	AW	W	C	E	W	AC	AN	AW	A	C	AC	A
9.	S	AW	AC	N	AN	WK	AC	A	AN	AC	AC	AC
10.	A	W	AC	WC	AW	C	A	AW	CK	AS	C	AW
11.	C	W	NC	E	AW	C	A	AK	NK	AC	AC	WC
12.	C	W	N	E	AS	C	A	AW	NK	AW	NC	AC
13.	C	AC	AN	N	AC	C	A	N	A	CK	EC	SC
14.	C	AN	AN	EC	AC	N	K	A	A	AW	AC	SC
15.	SE	AN	AE	C	W	AN	A	AN	A	AW	WC	AC
16.	AN	AW	A	S	WC	A	A	AK	A	CK	C	WC
17.	SE	WC	AC	NC	NC	A	SK	AW	AC	AN	C	SC
18.	AN	EC	E	E	A	A	AN	A	AC	AC	EC	W
19.	AW	AC	AE	AN	AN	WK	A	AW	AC	AN	EC	W
20.	SC	AC	AW	AN	AE	W	AC	CK	A	AC	AE	WC
21.	EC	W	NC	AW	AE	C	AC	S	AS	C	AC	S
22.	A	WC	N	AW	AC	C	CK	CK	WC	AC	AC	AS
23.	AC	AW	E	WC	K	S	AW	SK	AN	A	AC	C
24.	A	W	AC	AN	AW	S	EC	AC	N	A	AE	C
25.	A	W	AN	AS	A	AS	AC	AS	AW	A	AC	AC
26.	A	SC	SC	AC	AW	AS	A	K	C	AC	E	AC
27.	A	NC	S	WC	AW	CK	AW	AC	AN	AC	AE	AS
28.	A	E	AC	AN	S	C	AW	A	AN	AN	AE	AW
29.	A		AW	AN	A	AN	W	AC	A	AC	E	AC
30.	A		NC	AN	A	AN	EC	A	AN	AC	W	AC
31.	AC		N		WK		A	AN		AW		AW

Leto 1959

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	AW	C	A	E	SC	N	NK	K	AN	A	AC	SC
2.	AW	AC	A	AE	AC	NK	N	WK	A	A	E	AC
3.	C	N	AW	AN	NC	N	AN	AC	AC	A	NC	AC
4.	AC	AC	S	A	AW	N	N	A	AC	W	A	C
5.	AW	A	W	A	A	AC	AN	NK	E	N	AC	NC
6.	AW	AC	W	AW	A	A	A	AC	AE	AC	NC	AC
7.	C	AC	W	SK	A	A	NK	AN	N	AE	AC	AC
8.	WC	S	W	AS	A	AE	A	A	A	A	N	C
9.	AN	AC	AC	SC	AC	NK	A	AK	A	AE	AC	AC
10.	AC	AC	E	WC	EK	NC	A	A	A	AS	AC	WC
11.	A	AC	NC	WK	CK	N	A	WK	A	AC	CK	AC
12.	WC	E	AC	W	CK	NC	A	CK	A	A	AC	C
13.	A	AC	N	AW	AN	N	AK	AC	A	AN	EC	NC
14.	AC	A	E	S	AC	NC	NK	AN	A	AE	AC	E
15.	W	A	E	AW	EC	AC	CK	AK	A	A	EC	AC
16.	N	AN	E	AS	CK	WK	NK	C	AW	A	CK	AC
17.	AN	A	E	C	NK	AC	AN	C	CK	A	W	AC
18.	A	A	AC	WC	K	AK	AC	N	A	A	SC	AC
19.	A	A	AC	WC	K	NK	AC	EK	A	AW	A	AC
20.	W	A	AC	E	A	AK	NK	EK	A	AC	AC	AC
21.	W	AN	S	AE	AS	EK	NC	AK	AC	AW	AC	WC
22.	W	E	AC	N	NC	WK	K	AK	A	W	AC	NC
23.	W	W	AC	AN	N	NK	A	AK	AW	AN	AN	AC
24.	W	AW	S	NC	AE	AC	K	AK	CK	N	AS	C
25.	AN	A	AC	AC	AE	A	CK	A	AC	AW	AS	AC
26.	N	A	SC	S	A	WK	EK	A	C	AC	AC	S
27.	AN	A	NC	AC	K	CK	A	AK	C	SC	AS	C
28.	N	A	W	W	AC	AN	AN	WK	AC	SC	AC	NC
29.	AC		C	S	C	CK	WK	AC	AN	SC	S	AN
30.	A		NC	CK	NC	C	WK	NC	AN	AC	SC	AN
31.	A		EC		WK		CK	AN		AC		AC

TABELA 2

Pogostnost regionalnih vremenskih tipov po posameznih letih in njih povprečje.

TABELA 2

Frequency of individual weather types for each year and their mean values for the period 1955 - 1959

	A	AS	S	SC	AW	W	NC	AN	N	NC	AE	E	EC	AC	C	K	SK	WK	NK	EK	CK	AK
1955	30	3	4	6	22	45	10	20	31	28	6	11	10	67	14	9	2	13	16	0	6	3
1956	69	9	22	8	24	16	1	18	21	13	8	27	13	52	21	3	7	9	4	0	16	5
1957	70	10	20	15	19	12	4	56	19	15	2	10	7	52	9	2	11	7	6	1	4	6
1958	59	10	9	9	47	21	11	30	8	8	13	12	9	67	24	4	3	7	2	0	9	3
1959	67	7	9	9	15	17	7	25	19	17	9	12	4	75	16	6	1	10	11	5	14	10
Šrednja vrednota	60,1	12,8	25,4	6,6	19,6	7,6	8,6	16,8	4,8	7,8	9,8											
vrstnost	0,4	9,4	22,2	29,8	16,2	14,4	62,6	4,8	9,2	1,2	5,4											

TABELA 3

Pogostnost skupin regionalnih vremenskih tipov Slovenije za dobo 1955 in 1959.

TABELA 3

Frequency of groups of regional types for each year and their sums.

	A'	O'	C'	K	S'	W'	N'	E'
	AO	AC	DC	AK				
	AK	K	CK	DK				
		DK		CK				
1955	93	198	74	49	15	90	95	27
1956	133	161	72	44	46	50	56	48
1957	171	140	54	37	64	42	96	20
1958	162	133	70	28	31	86	48	34
1959	133	165	67	57	26	49	72	30
VSOTA	692	797	337	215	182	317	367	159
Rel. vred.	30	44	18%					

TABELA 4

Pogostnost skupin regionalnih vremenskih tipov Slovenije po posameznih letnih časih.

TABLE 4

Frequency of groups of regional types for each season.

	A'	O'	C'					
	A	D	C	K	S'	W'	N'	E'
	AD	AC	DC	AK				
	AK	K	CK	DK				
		DK	CK					
poletje	156	209	95	40	16	29	34	21
poletje	190	201	69	154	20	33	42	5
jesen	198	170	87	20	17	22	41	20
zima	148	217	86	2	19	41	24	16
					%	%	%	%

TABELA 5

Pogostnost prehodov regionalnih vremenskih tipov Slovenije iz enih v druge - tip horizontalne vrste v tipe vertikalne vrste, skupaj za petletno dobo (1955 - 1959).

TABLE 5

Five year frequency of transitions from one regional type to another - types from horizontal line into types of vertical column.

	A	AS	S	SC	AW	W	WC	AN	N	NC	AE	E	EC	AC	C	K	SK	WK	NK	EK	CK	AK
A	141	3	3	2	16	3	3	40	7	6	7	4	3	42	2	3	1	3	5	1	3	5
AS	0	4	2	2	9	1	0	2	1	0	3	2	0	8	1	0	2	2	0	0	0	1
S	7	3	13	2	7	7	1	1	0	0	0	0	13	4	0	1	2	0	0	1	0	
SC	1	6	4	10	6	3	1	2	0	0	0	1	9	3	0	0	0	0	0	2	0	
AW	20	6	4	0	27	11	1	6	6	2	5	0	0	21	3	1	1	4	0	0	6	2
W	12	2	2	4	13	31	2	2	5	4	1	2	1	19	2	3	0	4	0	0	2	0
WC	4	1	1	1	5	6	1	0	2	0	0	1	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0
AN	22	1	3	1	4	5	6	31	23	5	5	7	3	17	1	1	3	1	4	0	4	0
N	6	0	3	0	1	2	2	15	16	18	3	2	3	14	5	1	1	1	6	0	2	0
NC	2	1	3	7	3	6	4	1	5	10	0	6	4	7	14	1	2	1	2	0	0	0
AE	2	1	0	0	1	1	1	8	2	1	5	7	2	6	1	0	0	0	0	0	1	0
E	0	0	1	0	1	0	4	1	5	5	3	19	7	18	3	0	1	1	1	0	0	1
EC	1	0	3	4	2	4	1	0	1	3	0	5	6	8	3	0	0	0	1	0	1	0
AC	42	7	10	9	9	17	4	27	14	20	4	15	5	87	19	3	1	5	3	0	8	2
C	5	4	5	4	4	8	2	0	3	4	0	3	5	13	16	0	2	1	1	0	4	2
K	6	1	0	0	2	1	0	1	1	2	0	0	0	4	0	3	0	0	1	0	1	1
SK	6	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3	3	0	0	1	0
WK	6	0	2	0	4	2	1	4	1	2	0	0	0	3	1	3	3	6	2	1	1	3
NK	4	0	0	0	0	2	0	2	4	0	1	0	0	1	2	1	1	5	9	1	4	2
EK	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	2
CK	2	4	4	1	8	1	0	2	2	0	0	0	2	3	1	1	2	5	1	1	7	2
AK	7	1	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	2	0	2	0	1	1	1	1	5

TABELA 6

Relativna pogostnost prehodov osmih najštevilnejših regionalnih vremenskih tipov v teh osem tipov - horizontalne vrste v vertikalno vrsto - podano v odstotkih

TABLE 6

Relative frequency of transitions for the eight most frequent regional types (in percents)

	A	AW	W	AN	N	NC	AC	C
A	46	13	3	27	7	2	13	2
AW	7	21	10	4	6	2	7	4
W	4	10	28	1	5	5	6	2
AN	7	3	5	21	25	6	5	1
N	2	1	2	10	16	22	4	6
NC	2	2	5	1	5	12	2	17
AC	14	7	15	18	14	25	28	23
C	2	3	7	0	3	5	4	19

TABELA 7

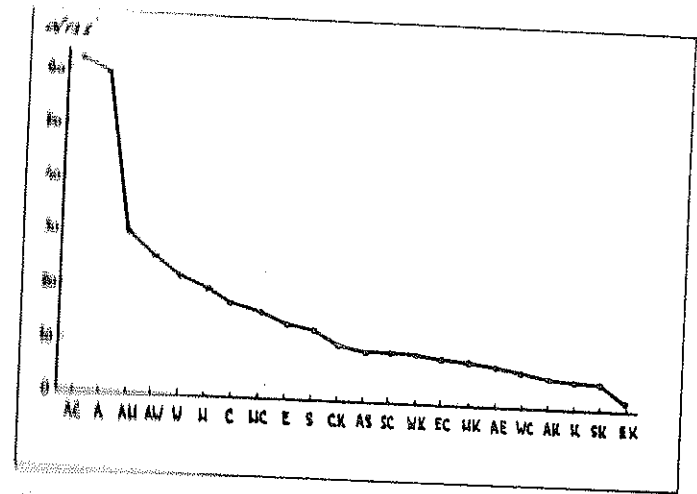
Absolutne in relativne pogostnosti prehodov glavnih grup regionalnih vremenskih tipov

TABLE 7

Transition frequency of main type-groups: a) numbers, b) relative val.-type of vertical column from type of horizontal line, c) relative val.-type of horizontal line into type of vertical column

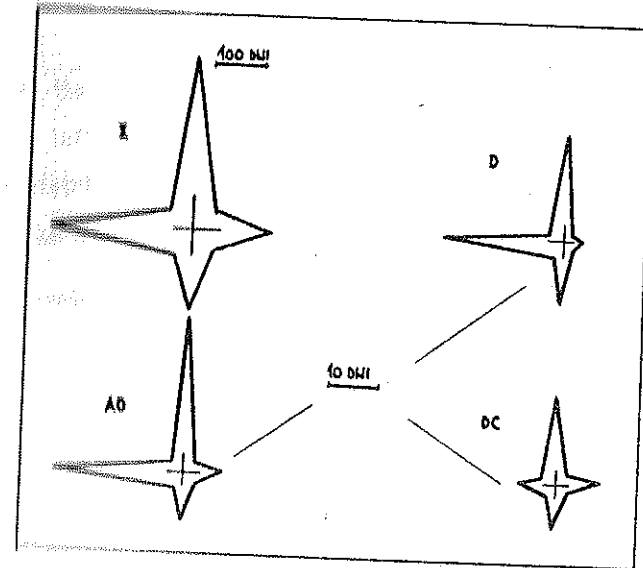
a)			b)			
A'	O'	C'	A'	O'	C'	
A'	403	225	61	58	33	9
O'	221	420	153	28	53	19
C'	76	144	127	22	41	37

c)				
A'	O'	C'		
A'	57	29	18	%
O'	32	53	45	%
C'	11	18	37	%



Sljka 1 Prekvenca tipov v razporeditvi glede na pogostnost

Fig. 1 Frequency of types settled by their size

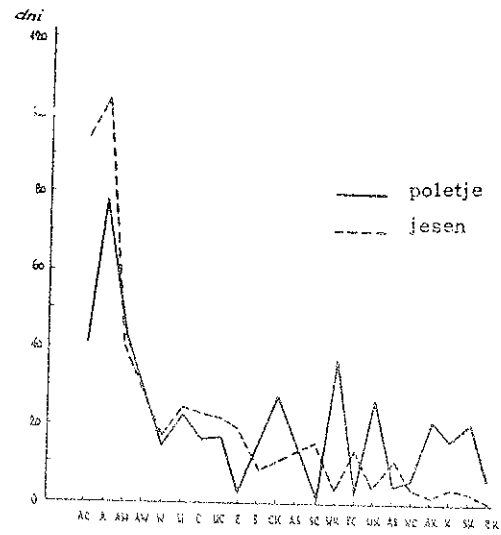
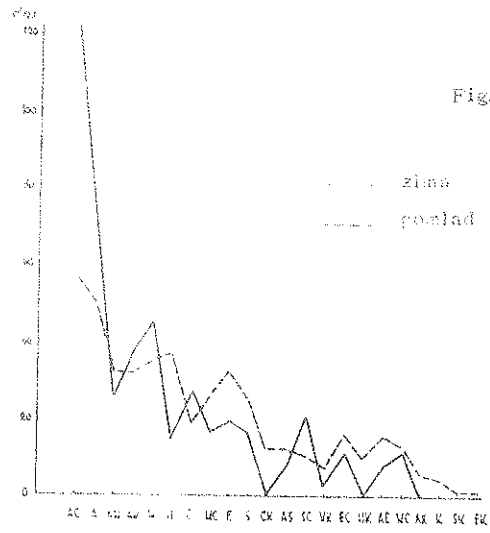


Sljka 2 "Rožo" pogostnosti vseh (Σ) in glavnih treh grup regionalnih vremenskih tipov

Fig. 2 "Roses" of frequency for some type - groups and their sum

Slika 3. Frekvence tipov po razporeditvi slike 1 za posamezne letne čase

Fig. 3. Frequency of types for each season, settled as on fig. 1



NEKATERE ZNAČILNOSTI VREMENA V SLOVENIJI V CIKLONIH NA POTI V. B.

SOME CHARACTERISTICS OF THE WEATHER OVER SLOVENIA IN CYCLONES ON THE TRACK
NO. 5 b

Majda Vida

551.515.12

SUMMARY :

For the period 1954 - 1959 the cases with the weather situations in Slovenia, influenced by cyclones on Van Bebbler's track No. 5 b, are studied viz. time distribution of precipitation, the amount of precipitation, intercyclonic clearings up and the temperature distribution at the ground.

Cyclones on the track No. 5 b which cause characteristic distribution of weather in Slovenia could be divided into the three groups.

A. Cyclones at first follow the track No. 5 a and later on take the track No. 5 b. In these cases the cold air spreads out over the East Atlantic ocean till Azores. Further on this high trough moves towards the north Mediterranean and the Alps. In Slovenia the precipitation begins at first in the region of Gorenjska (the northwest part of Slovenia) and Primorska (the southwest part of Slovenia) and then spreads further to the east.

The greatest amounts of precipitation in the cases with southwest winds fall in Julijske alpe, Posočje and Snežnik. They are strongly influenced by the orography. Therefore amount of precipitations are greater on all south - orientated slopes as well. In the northeast part of Slovenia the amount of precipitations is much smaller and is sometimes completely lacking.

B. Members of this group are cyclones which develop in the north Mediterranean - mostly over the Gulf of Genova - in connection with the intrusion of cold air over west Mediterranean to north Africa. Single centers of low pressure with their own frontal systems travel to the east following the track No. 5b. During the time between the two passages of the two successive single centres, significant phenomena occur. Clearings up lasting few hours spread from northeast Italy to Istria and then from the southwest into Slovenia. In the cases, when the centres of low pressure follow each other rather quickly, clearings up are shorter and don't include alpine region, they are observed in the south middle part of Slovenia only.

The amount of precipitations during 24 hours is - as usual - with the southwest circulation - under the influence of orography. The distribution of precipitations is similar to distribution at the group A. Temperature decreases from one day to another.

C. In this group cyclones are considered moving from north Africa towards northeast then they take the track No. 5b, when, at the same time the cold air advances into the north Mediterranean.

The weather over Slovenia is similar to the cases of group A, but the precipitations start with the south circulation over the whole region of Slovenia nearly at the same time.

V literaturi zasledimo mnogo statistično obdelanega gradiva o poteh ciklonov, med njimi tudi o ciklonskih poteh V b, ki jih je s tem simbolom prvi označil van Beber (1898). Za zahodno Sredozemlje je na podlagi desetletne statistike (1950 - 1959) skušal Radinovič (1959) dopolniti prvotno van Beberjevo shemo. Znano je, da lahko V b vremenska stanja povzročijo večdnevna obdobja deževnega vremena in znatne množine padavin, s tem pa tudi poplave. Že zaradi nevarnosti poplav lahko prognostik, ki dobro pozna procese vremena v omenjenih situacijah, mnogo koristi gospodarstvu.

Razporeditev baričnih tvorb v primerih, ko se uveljavljajo poti V b ciklonov, je naslednja: Ciklonsko območje zajema zahodno, srednjo in južno Evropo ali srednjo Evropo in Skandinavijo. Obdajajo ga anticiklonska območja na vzhodu in severu ali na severu in nad Atlantikom. Iz obdelanega gradiva vidimo, da je za nastanek omenjenega vremenskega stanja potrebna naslednja razporeditev:

- 1 blokirajoči anticiklon se zadržuje nad vzhodno Evropo ali nad Skandinavijo
- 2 hladni zrak mora zlasti v višjih legah prodrsti nad vzhodni Atlantik in nad zahodno Evropo, ali nad zahodno Sredozemlje vse do Afrike. Vseeno je, ali prodre hladni zrak od severa, severovzhoda ali severozahoda.

Zgoraj omenjeno razporeditev baričnih tvorb imenujejo tuji strokovnjaki (Scherhag 1948) "V b Wetterlage", kar bi lahko imenovali vremensko stanje ciklona na poti V b in "V b - ähnlichen Wetterlagen" ali stanje podobno vremensku stanju s ciklonom na poti V b. Prva skupina ima glavni ciklon nad Skandinavijo, sekundarni ciklon pa se pomika preko severnega Sredo-

zemlja po poti V b na severovzhod in nato v Severno morje. Druga skupina ima anticiklon nad Skandinavijo, glavni ciklon zajema srednjo Evropo tako, da prihajo prek severnega dela srednje Evrope severovzhodni vetrovi. Sekundarni ciklon se iz Genovskega zaliva pomika nad severni Jadran in nato po poti V b. Gibanje ciklonskega jedra po poti V b vodi ob jugovzhodnem obrobju Alp ali južneje, v smeri: Pulj - Zagreb - Vojvodina. Ta južnejša pot vodi vmes med potema V b in V c (po van Bebberju).

V delu so iz petletnega obdobja (1954 - 1959) izbrani primeri ciklonov, ki so se gibali po poti V b in so imeli karakteristični vpliv na vreme v Sloveniji. Delo ni namenjeno statistični obdelavi, ker je petletno obdobje oziroma 15 primerov premalo za dokončne statistične zaključke. Namen dela je, da bi se pri vremenskem stanju ciklona na poti V b raziskali pojavi kot so : interciklonalne razjasnitve, potek padavin, porazdelitev padavin itd., ki smo jih zasledili že v prognostični službi.

Tabela 1 poda primere ciklonov, ki so se gibali po poti V b v že omenjenem petletnem obdobju. Vidimo, da je bilo največ primerov v aprilu in oktobru, poletni primer je bil v juniju. V kasnejših letih je bilo največ poletnih primerov zabeleženih v mesecu juliju. V tabeli je za višinske vetrove podana smer in jakost vetra na dan pred (X-1), na dan ob prehodu ciklonskega jedra (X) in dan po prehodu (X+1). V primerih ko zasledimo na dan (X+1) vzhodna komponento vetra, se je po prehodu ciklonskega nižinskega jedra v višinah odcepilo jedro hladnega zraka in je tako pričel nov vremenski proces.

TABELA 1

Pregled primerov vremenskih stanj s cikloni na poti V b v obdobju 1954 - 1959

TABLE 1

The survey of the weather situations with cyclones on Van Bebber's track No. 5 b.

Štev. št.	Skupina	Datum: x - dan prihoda ciklon. jedra	Višinski veter nad Slovenijo v dneh: x-1, x in x+1												
			x-1			x			x+1						
			850	700	500	850	700	500	850	700	500				
1	A	27. VI. 1958	✓	↙	↙	✓	✓	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
2	A	5. X. 1956	↘	↘	↘	✓	✓	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
3	A	8. XII. 1959	↓	✓	↙	✓	✓	↓	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
4	B	26. X. 1956	↘	↘	↘	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	↓
5	B	28. X. 1959	✓	✓	✓	↘	↘	✓	↓	↘	↘	↘	↘	↘	↘
6a	B	3. IV. 1958	↘	✓	✓	✓	✓	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
6b	B	5. IV. 1958	✓	✓	✓	✓	↘	✓	↓	↘	↘	↘	↘	↘	↘
7	C	29. IV. 1956	✓	✓	↓	↓	✓	✓	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
8	C	10. IV. 1959	✓	✓	↘	↓	↓	✓	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
9a	B	6. XI. 1957	✓	✓	✓	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
9b	B	8. XI. 1957	✓	✓	↘	✓	✓	✓	↓	↘	↘	↘	↘	↘	↘
9c	B	10. XI. 1957													

Z ozirom na že zgoraj omenjene pojave v Sloveniji lahko opredelimo tista ciklonska jedra, ki potujejo po poti V b v naslednje skupine :

- A Ta skupina zajema ciklone, ki potujejo najprej po poti V a nato pa po poti V b. Prodor hladnega zraka se izvrši najprej nad vzhodni Atlantik.
- B V to skupino uvrstimo severnosredozemske in genovske ciklone, ki nastanejo ob prodoru hladnega zraka nad zahodno Sredozemlje in nad severno Afriko. Posamezna jedra nizkega zračnega pritiska potujejo kot samostojni robni cikloni s frontalnimi motnjami na vzhod po poti V b.
- C Ta skupina zajema ciklone, ki se iz severne Afrike pomikajo na severovzhod, ko se hkrati pomika hladna fronta preko Alp v severno Sredozemlje. Oba procesa se nato združita in v zahodnem Sredozemlju nastane ciklon, ki se usmeri na pot V b.

Primer iz skupine A je bil dne 5. X. 1956 : (slika 1)

Vremensko stanje :

Blokirajoči anticiklon je bil nad Rusijo, ciklonsko območje je zajemalo Skandinavijo in srednjo Evropo. Sekundarni ciklon se je iz Genovskega zaliva pomikal po poti V b. Prvotno je hladni zrak prodrl nad vzhodni Atlantik in se je nato višinska dolina (500 mb ploskev) pomikala preko Pirenejev in severnega Sredozemlja na vzhod. Jedro nizkega zračnega pritiska je prešlo Slovenijo 6. X. 1956 v zgodnjih jutranjih urah. Proces je bil hiter, ker se je tudi višinska dolina hitro pomikala na vzhod. Drugi primer pa je bil dne 26. VI. 1958 t.e., da se je tedaj višinska dolina počasi pomikala preko zahodne Evrope in, ko je dosegla Alpe, se je že odcepilo jedro hladnega zraka. Padavine so se nadaljevale še po prehodu V b ciklonskega jedra, ker se je kap-

lja hladnega zraka zadrževala zahodno od nas in so naši kraji prišli v območje obrobni procesov kaplje hladnega zraka. (slika 2)

V času vremenskega stanja pri gibanju ciklonov po poti V b ni hitrih temperaturnih sprememb, vendar se temperature od enega do drugega dne nižajo.

Časovni diagram padavin prikaže slika 3. Padavine pričnejo najprej v zahodni Sloveniji: na Gorenjskem in na Primorskem in se nato širijo na vzhod. Prenehajo najprej v vzhodni Sloveniji, vendar le prehodno, ker se 28. VI. padavine tu nadaljujejo kot obrobni proces kaplje hladnega zraka .

24 - urna množina padavin v Sloveniji je zelo različna. (slika 4)

Največ padavin dobijo pod vplivom orografije ob jugozahodnih vetrovih Julijske Alpe in Snežnik z ekstremnimi vrednostmi v vseh obdelanih primerih od 100 do 200 mm; tudi vsa južna pobočja gorovij dobijo večje količine padavin. V severovzhodni Sloveniji je padavin znatno manj, večkrat celo manj kot 5 mm (v 24 urah).

Primer iz skupine B je bil dne 26. X. 1956 (slika 5)

Na sliki 5 vidimo blokirajoči anticiklon nad južno in osrednjo Rusijo, pot V b ciklonskega jedra vodi iznad severnega Jadrana preko Slovenije proti Dunaju. Hladni zrak je prodrl preko zahodne Evrope nad Sredozemlje in nad severno Afriko. Preko naših krajev se krepi južna cirkulacija. Takšna vremenska stanja kažejo močno ciklonsko aktivnost v zahodnem Sredozemlju in podajo osnovo za večdnevno obdobje deževnega vremena v Sloveniji. Jedra nizkega zračnega pritiska, ki nastanejo v severnem Sredozemlju oziroma v Genovskem zalivu potujejo na vzhod in se kot samostojni robni cikloni pričnejo pomikati po poti V b. Medtem nastaja v Genovskem zalivu novo ciklonsko jedro, ki se tu-

di usmeri na vzhod. V zgornjem primeru, kjer je višinska dolina (500 mb ploskev) sorazmerno ozka in se iznad Sredozemlja le počasi pomika na vzhod, se je tudi drugo jedro nizkega zračnega pritiska usmerilo v pot V b.

V primeru z dne 5. IV. 1958 (slika 7) , je višinska dolina široka - zajema vzhodni Atlantik in Sredozemlje s srednjo Evropo in se hitreje pomika na vzhod. Tu se drugo ciklonsko jedro že usmeri po poti V c in je s tem V b - vremensko stanje zaključeno. V primeru z dne 26. X. 1956 pa se je V b - vremensko stanje zaključilo z nastankom kaplje hladnega zraka. Proces, ki sledijo so nastali pod vplivom kaplje.

Značilni pojav za ciklone, ki se gibljejo po poti V b in spadajo v skupino B, so nekajurne razjasnitve, ki se po prehodu ciklonskega jedra po poti V b, razširijo iz severovzhodne Italije v Istro in nato od jugozahoda v Slovenijo. V primerih, ko enemu robnemu ciklonu hitro sledi drugi, so razjasnitve kratkotrajne in alpskih krajev ne zajamajo, temveč le jugozahodno in srednjo Slovenijo. V večini primerov so razjasnitve najkrajše na Kredarici. Na sliki 6 vidimo, da so se razjasnitve razširile iz Kopra proti Ljubljani, nato v Maribor in se je ponovno oblačilo v isti smeri. V času razjasnitev se v višjih legah (850, 700 in 500 mb ploskev) nadaljuje jugozahodna cirkulacija.

Adiabatni papirji (kolikor jih je bilo na razpolago) prikažejo majhno inverzijo v določeni višini, vendar pa ne stabilne stratifikacije. Razjasnitve nastanejo v območju evropskega ciklona in jih lahko imenujemo interciklone razjasnitve. Praksa in obdelano gradivo prikažeta, da omenjene razjasnitve lahko zavedejo prognostika, da ne predvidi ponovnih padavin v zvezi z drugim robnim ciklonom. Nasprotno, bi morda z obdelavo nadaljnjih pri-

merov dobili nove zaključke in bo prognostik na deževni dan z večjo gotovostjo napovedal razjasnitve.

Časovna razporeditev padavin je v primerih skupine B naslednja (slika 8): Padavine pričnejo podobno kot v skupini A najprej v zahodni Sloveniji. Druga, desna skupina padavin (slika 8) je nastala ob prehodu drugega robnega ciklona. Tudi krajevna razporeditev padavin je podobna kot v skupini A.

Temperature se le postopoma nižajo od enega do drugega dne. Izrazitejšo ohladitev zasledimo v Mariboru 27. X. 1956 popoldne (slika 6). Zaradi močne južne cirkulacije hitrih ohladitev ne zasledimo, vsaj dokler traja V b - vremensko stanje. V primerih, ko se zadnji robni ciklon pomakne po poti V c, mu sledi ohladitev v nižinah od severovzhoda.

Skupino C predstavljajo cikloni, ki se iz območja severne Afrike pomikajo na severovzhod, ko hkrati prehaja Alpe hladna fronta. Oba procesa se združita in v zahodnem Sredozemlju nastane ciklon, katerega jedro se pozneje pomika po poti V b. Tudi v teh primerih sega višinska dolina preko zahodnega Sredozemlja v severno Afriko, le da se pomika na vzhod in so procesi hitri.

Veter obdrži južno komponento še po prehodu V b ciklonskega jedra. Časovna porazdelitev padavin prikaže v zgornjem primeru, kakor v primeru z dne 29. IV. 1956, da padavine pričnejo ob južni cirkulaciji skoro istočasno po vsej Sloveniji ali nekoliko preje na Gorenjskem. Končajo padavine najprej v zahodni Sloveniji. Padavinske kartice prikažejo vpliv orografije na količino padavin tako kot v primerih obeh prejšnjih skupin.

Z ozirom na višinsko cirkulacijo bi primer skupine C lahko vključili v skupino B, ker prodre tudi tu hladni zrak v zahodno Sredozemlje in nad severno Afriko. Ker pa so procesi pri afriških ciklonih hitrejši in v zahodnem ne zasledimo nastajanja robnih ciklonov, tudi ni že omenjenih interciklonalnih razjasnitev. Potek vremena je podoben primerom iz skupine A.

RESUME :

Na podlagi petletne statistike (1954 - 1959) in kasnejših primerov V b - vremenskega stanja, so oddelane : časovna razporeditev padavin, množine padavin, interciklonalne razjasnitve in potek temperature v nižinah, za območje Slovenije.

Cikloni, ki se gibljejo v poti V b in povzročijo karakteristični potek vremena v Sloveniji lahko razdelimo v skupine:

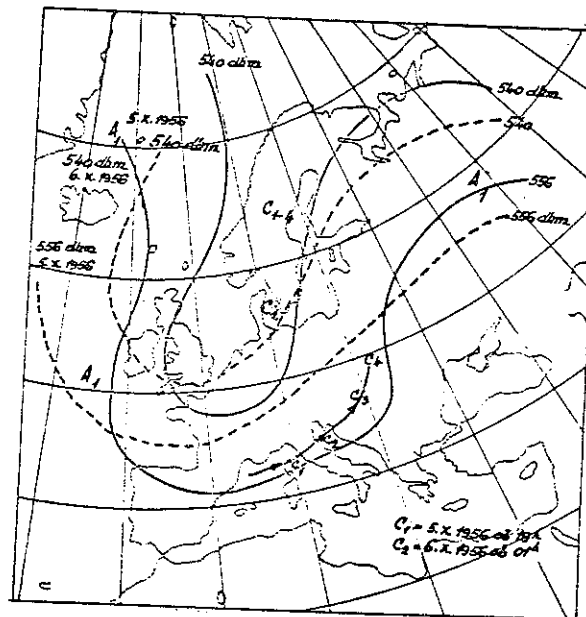
A: Zajema ciklone, ki potujejo po poti V a in se nato vključijo po poti Vb, hladni zrak prodre prvotno preko vzhodnega Atlantika do Azorov in se nato višinska dolina (500 mb ploskev) pomika proti severnem Sredozemlju in Alpam. V Sloveniji pričnejo padavine najprej na Gorenjskem in na Primorskem in nato širijo na vzhod. Največ padavin dobijo v Sloveniji pod vplivom orografije, ob jugozahodnih vetrovih, Julijske alpe, Posočje in Snežnik z ekstremno vrednostjo med 100 in 200 mm v 24 urah. Večje količine padavin dobijo tudi vsa južna pobočja gorovij. V severovzhodni Sloveniji je padavin znatno manj, včasih padavin tam soloh ni.

B: Predstavljajo tisti V b cikloni, ki nastanejo v severnem Sredozemlju ali v Genovskem zalivu, ko je hladni zrak prodrl preko zahodnega Sredozemlja nad severno Afriko. Posamezna jedra nizkega zračnega pritiska potujejo na vzhod in se kot samostojni robni ciklon s frontalnim sistemom pričnejo pomikati po poti V b. Značilne za to skupino so nekajurne razjasnitve, ki nastanejo v presledkih med prehodi posameznih jeder nizkega pritiska in se iznad severovzhodne Italije razširijo v Istro in nato od jugozahoda v Slovenijo. V primerih, ko robnemu ciklonu naglo sledi drugi, so te razjasnitve kratkotrajne in alpskih krajev ne zajamejo, temveč le južno in srednjo Slovenijo. Množine padavin v 24 urah so kot vedno pri jugozahodni cirkulaciji pod vplivom orografije, podobno kot v skupini A. Ozračje se le postopoma ohlaja.

C: Predstavljajo cikloni, ki se iz severne Afrike pomikajo na severovzhod, ko hkrati prodre v zahodno Sredozemlje hladni zrak in se nato gibljejo v poti V b. Potek vremena je podoben primerom iz skupine A, vendar pričnejo padavine pogosto ob južni cirkulaciji skoro istočasno po vsej Sloveniji.

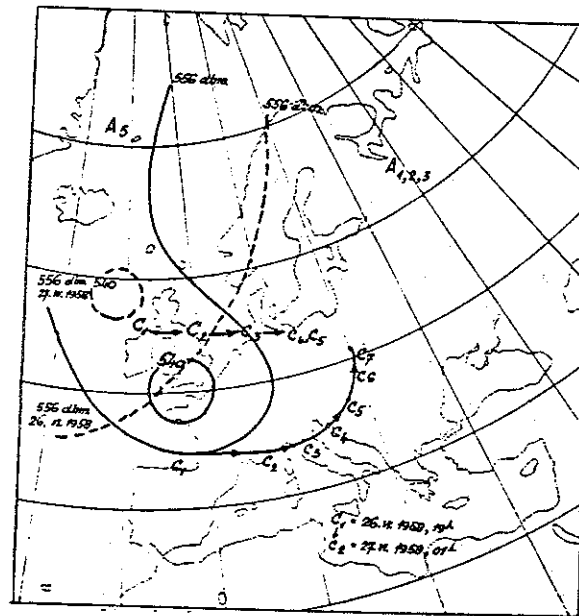
LITERATURA

- Van Bebber J. Die Wettervorhersage (1898)
- Scherhag R. Wetteranalyse und Wetterprognose (1948)
- Flohn und Huttary Über die Bedeutung der V b Lagen für das Niederschlagsregime Mitteleuropas (Met. Rundschau 7./ 8 1950)
- Maede H. Tiefkern, V b - zyklonale Ost - und Südlagen im Raum der südlichen Ostsee und des angrenzenden Flachlandes in klimatologischer Beobachtung (Zeitschrift für Meteorologie 1953/3)
- Radinović - Lalić D. Ciklonska aktivnost v Zahodnem Sredozemlju (Beograd 1959)
- Manohin V. Wienerbeckeneffekt in den Südostalpinenländern (Carinthia, 1964)
- Schwarzl S. Die Häufigkeit von V b Lagen (Carinthia 11, 1964)



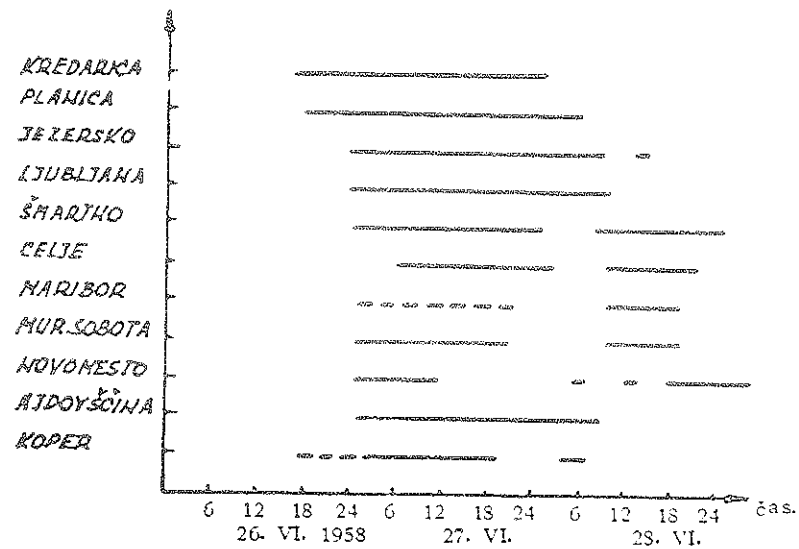
Slika 1
Pomik višinske doline (500 mb ploskev) in pet ciklona C 5. in 6. oktobra 1956

Fig. 1
The movement of the high trough (500 mb surface) and the way of the cyclone C during 5th and 6th of October 1956



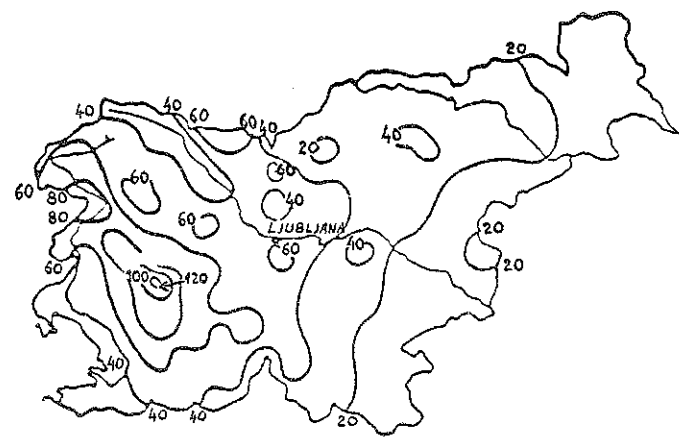
Slika 2
Pomik višinske doline (500 mb ploskev) in pot ciklona C dne 26. in 27. junija 1958

Fig. 2
The movement of the high trough (500 mb surface) and the way of the cyclone C during 26th and 27th of June 1958



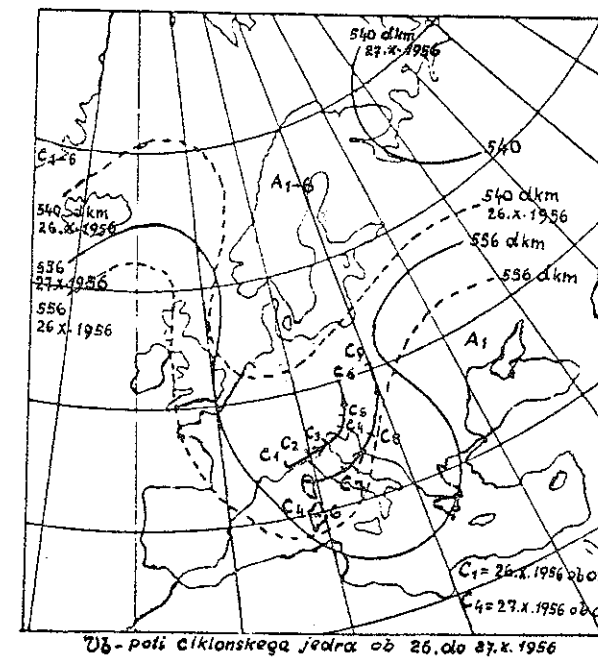
Slika 3 Časovna razporeditev padavin v Sloveniji od 26. do 29. junija 1958

Fig. 3 The time distribution of the precipitation in Slovenia during 26th and 29th of June 1958



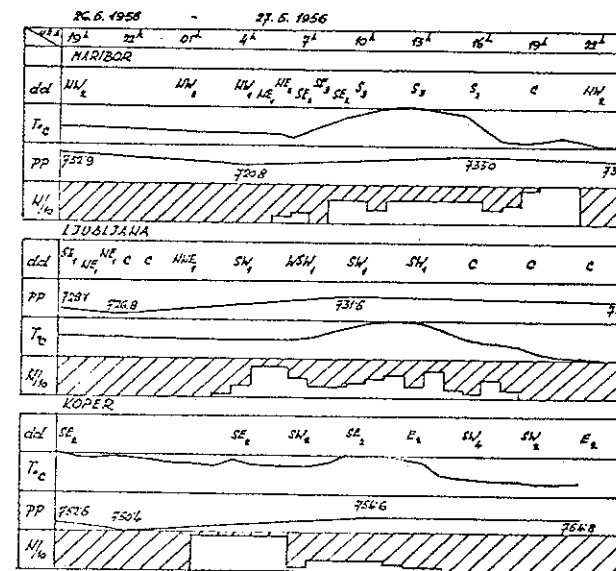
Slika 4 Količine padavin v Sloveniji v času od 27. do 28. junija 1958 od sedme do sedme ure zjutraj

Fig. 4 The amounts of precipitation in Slovenia during 27th and 28th of June 1958 from 7 a. m. till 7 a. m. till 7 a. m.



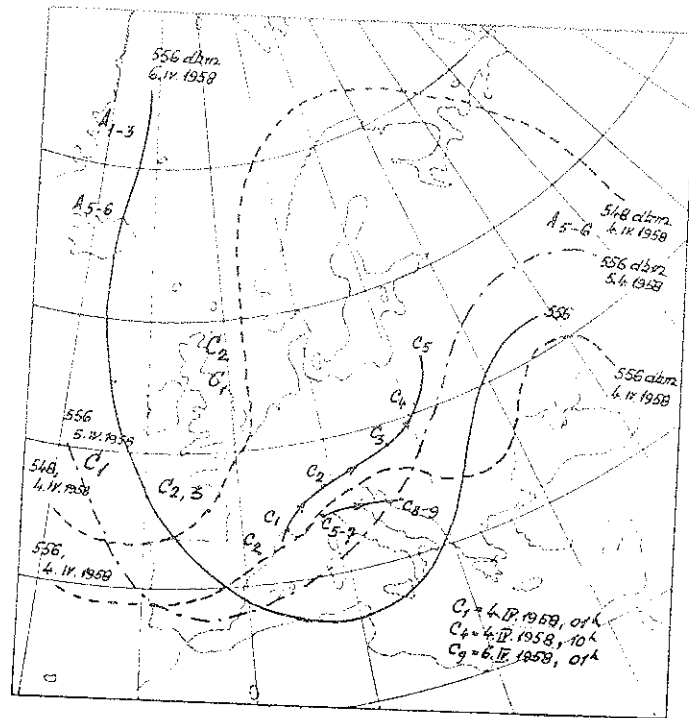
Slika 5 Pomik višinske doline (500 mb ploskev) in pot ciklonov C₁₋₆ ter C₄₋₉ v času od 26. do 29. oktobra 1956

Fig. 5 The movement of the high trough and the way of cyclones (C₁₋₆ and C₄₋₉) during 26th and 29th of October 1956



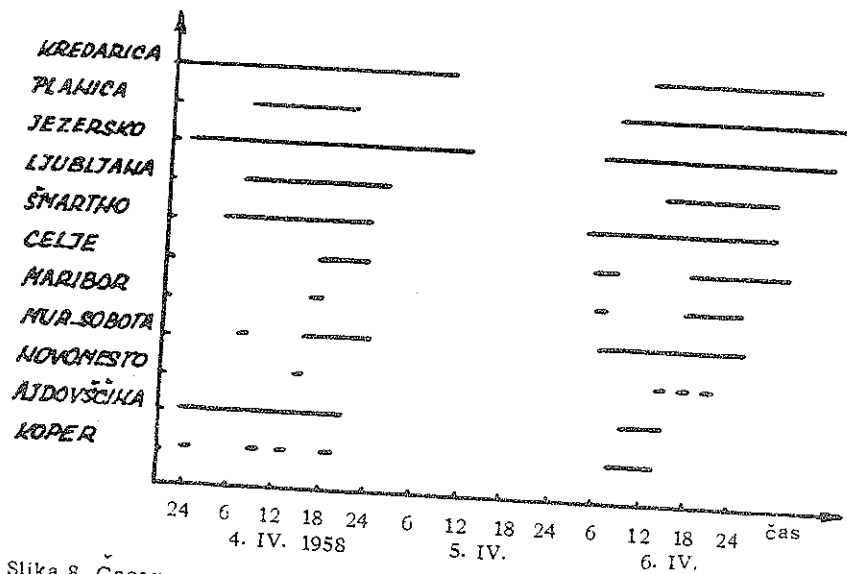
Slika 6 Smer vetra, temperatura, zračni pritisk in oblačnost v času interciklonalnih razjasnitev v Mariboru (SV Slovenija), Ljubljani in Kopru (JZ Slovenija) dne 26. in 27. maja 1956.

Fig. 6 The wind direction, temperature, air pressure and cloudiness during intercyclonic clearings up at Maribor (NE part of Slovenia), Ljubljana and Koper part of Slovenia) on 26th and 27th of May 1956



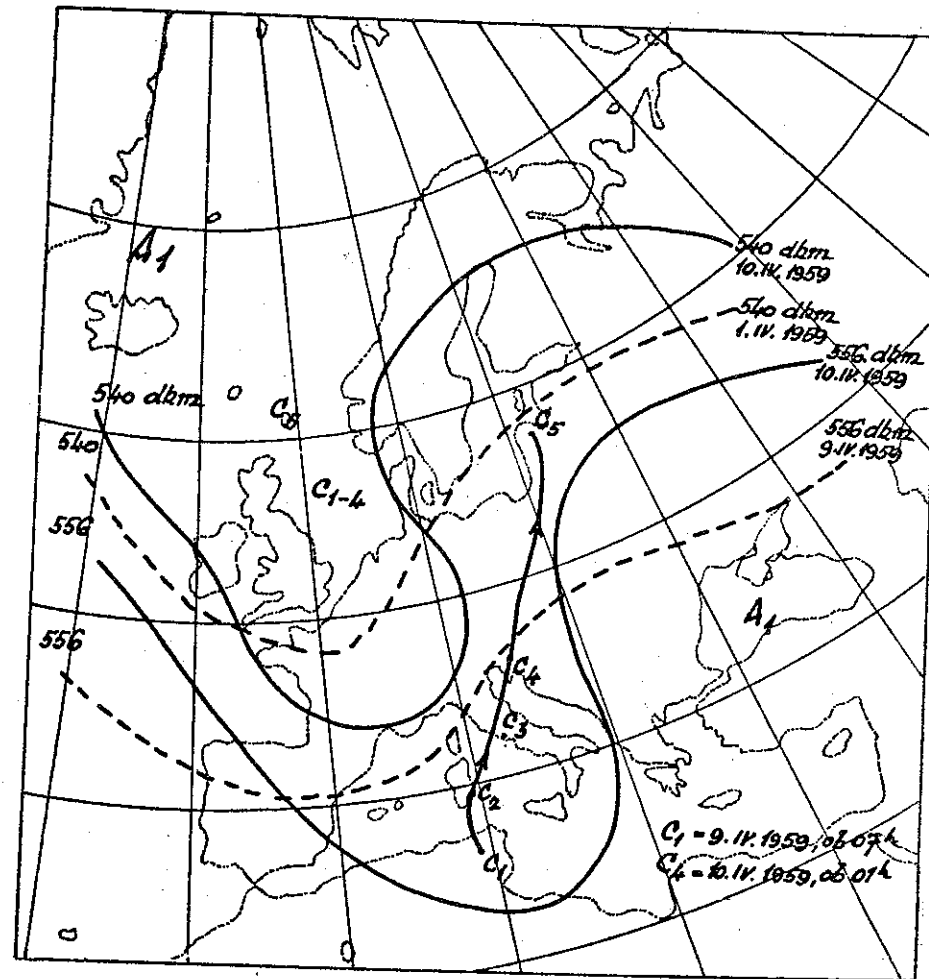
Slika 7
Pomik robnih ciklonov C₁₋₅ in C₅₋₉ ter pomik višinske doline (500 mb ploskev) v času od 4 do 6 aprila 1958

Fig. 7
The displacement of cyclones (C₁₋₅ and C₅₋₉) and the movement of high trough (500 mb surface) during 4th and 6th of April 1958)



Slika 8 Časovna razporeditev padavin v Sloveniji v času od 4. do 7. aprila 1958

Fig. 8 The time distribution of precipitation in Slovenia during 4th and 7th of April 1958



Slika 9 Pomik višinske doline (500 mb ploskev) in pot ciklona C₁₋₅ dne 9. in 10. aprila 1959

Fig. 9 The movement of high trough (500 mb surface) and the way of the cyclone C₁₋₅ during 9th and 10th of April 1959

PROGNOZA MEGLE NA LETALIŠČU LJUBLJANA NA OSNOVI RAZPOREDITVE PRITISKA PRI
TLEH IN CIRKULACIJE NA VIŠINI 700 mb PLOSKVE

FORECAST OF FOG ON THE LJUBLJANA AIRPORT ON THE BASIS OF PRESSURE DISTRIBU-
TION AT THE GROUND AND CIRCULATION ON 700 mb LEVEL

Vlado Žitnik

551.509.325

SUMMARY :

In the present paper the author tries by the means of the pressure distribution at the ground and the circulation on 700 mb level to define the conditions for development of fog on the Ljubljana airport.

In the cases with anticyclonic pressure distribution or with the weak pressure gradients at the ground he gets the following result : When the direction of wind on 700 mb level is from 260° to 010° the fog is observed, and with directions 010° - 130° the fog is not observed.

Result concerning the pressure distribution at the ground can be formulated this way: the fog doesn't occur, if the pressure difference between two defined points exceeds 4 mb with the high pressure to the North, and fog doesn't occur as well, if the pressure difference exceeds 3 mb with high pressure to the South.

Zelo pogosto je megla obdelana statistično ali na klimatološki način. Za potrebe letalstva pa moramo meglo prognozirati. Želimo hitro in enostavno metodo, ki temelji le na sinoptičnem materialu. Večkrat je potrebno prognozirati pojav megle tudi za nekaj dni vnaprej. Torej naj bi metoda vsebovala tudi možnost orijentacijske napovedi nastanka megle.

Izkazalo se je, da sta za grobo določitev megle iz sinoptičnega materiala uporabna: porazdelitev pritiska pri tleh in smer vetra na 700 mb ploskvi. Porazdelitev pritiska je razvidna iz nižinske karte. Smer vetra na višini 700 mb ploskve je vzeta od radiosondažnega vzpona v Udinah, ki je najbližja sondažna postaja. Obdelava je sorazmerno kratka, saj obsega le dobo pol leta od 1. decembra 1965 do 1. junija 1966. Kljub kratki dobi se je metoda dobro obnesla v praksi in s tem pokazala, da sta parametra dobro izbrana. Porazdelitev pritiska pri tleh kaže na pretok zraka v nižjih plasteh, medtem ko iz smeri vetra na karti 700 mb ploskve lahko sklepamo na določeni vremenski tip.

Pri porazdelitvi pritiska nas zanima takozvano območje vzhodnih Alp, ki ga izberemo na naslednji način: severno in južno ga omejujeta 45° in 49° geografske širine, vzhodno in zahodno pa 15° in 10° geografske dolžine. V tem rajonu nas zanima smer gradienta pritiska, ki ga lahko preberemo iz kart, saj so izobare izvlečene na vsaka 2 milibara. Natančnost ni večja kot 1 milibar, to pa zadošča za našo oceno. Zanimivi so anticikloni v vzhodnih Alpah, ki imajo najbolj pogosto lego med 46° in 48° geografske širine ter 12° in 15° geografske dolžine. To so prehodni, dan ali dva trajajoči anticikloni, ki so za nas zanimivi zaradi radijacijske megle.

Niz podatkov ni popoln, saj so odpadli nekateri dnevi zaradi tehničnih razlogov. Obdelali smo vse dneve z meglo in brez nje. Obravnavamo samo radijacijsko

sko meglo, ki traja več kot eno uro, kajti te so v primerjavi z drugimi tipi megle, v večini.

Najprej si bomo ogledali primere, kadar je na območju vzhodnih Alp slabo gradientno polje pritiska, anticiklon, ali pa greben visokega zračnega pritiska, ki se širi od zahodnih nad vzhodne Alpe. V diagramu 1 so primeri z meglo, v diagramu 2 pa primeri brez megle. Pri pregledu diagramov vidimo, da glede jakosti ni nobenih posebnih porazdelitev, vidna pa je značilna porazdelitev smeri vetra na 700 mb ploskvi. V dnevih z meglo je zabeležena cirkulacija v intervalu od 260° do 010° z izpadom enega samega primera. Primer, ki je izpadel, je bil dne 23. decembra 1965, ko je bilo nad vzhodnimi Alpami izrazito anticiklonalno polje. Tega dne je megla trajala do 7 ure zjutraj. Smer vetra na 700 mb ploskvi je bila iz 100° . Če bi bila smer vetra zahodna, bi bilo trajanje megle precej daljše. V diagramu 2 so dnevi brez megle, cirkulacija na 700 mb ploskvi pa je v intervalu od 010° do 130° . Izven tega intervala sta le dve točki. Iz vsega tega lahko naredimo kratek zaključek: v primerih, ko je pri tleh slabo gradientno polje ali anticiklon, je za nastop megle važna cirkulacija na 700 mb ploskvi. Odločilna je smer vetra medtem, ko za jakost ni opaziti nobene specifičnosti.

Megla se ne pojavlja v primerih gradientnega polja pri katerem je zlasti važna smer gradienta pritiska. Za naše potrebe bomo uporabljali le dve glavni smeri; sever in jug, torej kot da potekajo izobare v smeri vzhod - zahod. Razlika pritiska med točkama na dveh različnih vzporednikih nam v tem primeru že predstavlja neko mero za gradient. Najprej si oglejmo dve grupi anticiklonalno ukrivljenih izobar s smerjo gradienta pritiska proti jugu. V prvi grupi so primeri z šibkejšimi vetrovi in v drugi primeri z močnejšimi vetro-

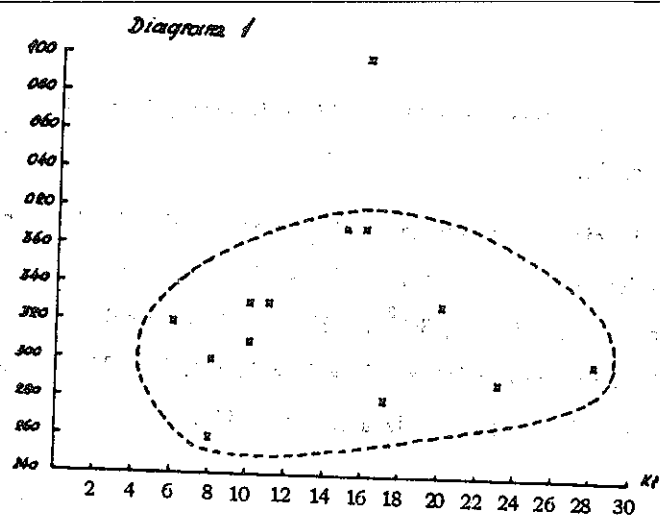
vi na 700 mb ploskvi. Razlika pritiska od 4 do 8 mb se pojavlja med 45° in 47° geografske širine, pri večjih vrednostih - okrog 10 mb - pa med 45° in 49° geografske širine. V primerih diagramov 3 in 4 se megla ne pojavlja. Razlika pritiska je večja od 4 mb in zavzema interval od 4 do 10 mb. V diagramu 4 (močnejši vetrovi) je smer vetra zabeležena v ozkem intervalu od 350° do 080° . V diagramu 3 (slabši vetrovi) pa je smer vetra precej nehomogena. Analiza obeh grup pokaže značilen rezultat, da je razlika pritiska v obeh diagramih večja od 4 mb. Primeri v diagramu 4, kjer je hitrost vetra od 15 do 35 vozlov, imajo smer, ki se le malo razlikuje od diagrama 2, kjer je značilno brezgradientno polje ali anticiklon. Iz primerjave obeh diagramov lahko sklepamo, da cirkulacija s smerjo med 010° in 130° ni ugodna za nastanek megle ne glede na nižinsko porazdelitev pritiska.

Oglejmo si sedaj še primere, ko je gradient pritiska usmerjen proti severu in megla prav tako ne nastopa. Največja razlika pritiska je najbolj pogosto med 46° in 49° geografske širine. Razlika pritiska je od 3 do 6 mb. Ker je gradient pritiska usmerjen proti severu prevladuje tedaj v naših krajih visok zračni pritisk. Center tega je najbolj pogosto med 43° in 44° geografske širine in med 7° in 11° geografske dolžine. Smer cirkulacije pa je precej homogena z vrednostjo od 230° do 310° in hitrostjo od 15 do 35 vozlov.

Z gornjimi ugotovitvami se ne skladajo nekateri primeri, ki jih bomo skušali razložiti. Tako megla ni nastopila v primerih, ko je bila smer vetra na višini 700 mb ploskve iz 270 in hitrostjo 17 vozlov, smer 270 in hitrostjo 22 vozlov in smer 280 s hitrostjo 35 vozlov. Pri tleh pa je bilo slabo gradientno polje pritiska. Meritve so pokazale nizko vlago pri tleh, iz česar lahko sklepamo na vpliv fena. Geografska dolina je proti zahodu precej odprta, za-

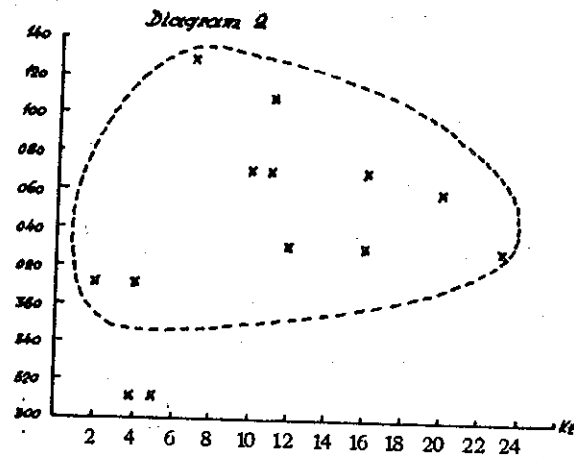
to močna zahodna cirkulacija prebije morebitne inverzije in zmanjša verjetnost nastanka megle.

V naslednjih primerih gradientnega polja se megla pojavlja. Gradient pritiska je usmerjen proti jugu, razlika pritiska je 4 mb, smer vetra na 700 mb ploskvi pa je po vrsti 340° , 350° in 360° , pri četrtem primeru je razlika pritiska 6 mb, smer vetra na 700 mb ploskvi pa je 340° . Pojavljanje megle v teh primerih si razlagamo z močno izraženo inverzijo.



Primeri z meglo, ko je pri tleh slabo gradientno polje ali anticiklon.
(na ordinati je smer vetra, na abscisi pa jakost vetra na 700 mb ploskvi)

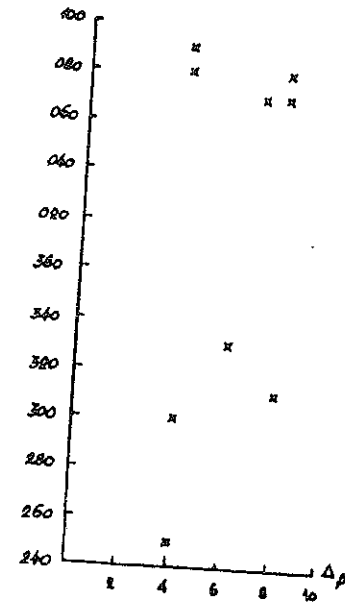
Cases with fog, at the ground weak pressure gradient or anticyclone
(The ordinate - the wind direction and the abscissa - wind speed, both on 700 mb surface)



Primeri brez megle, ko je pri tleh slabo gradientno polje ali anticiklon.
(na ordinati je smer vetra, na abscisi pa jakost vetra na 700 mb ploskvi)

Cases without fog, at the ground weak pressure gradient or anticyclone
(The ordinate - the wind direction and the abscissa - wind speed, both on 700 mb surface)

Diagram 3



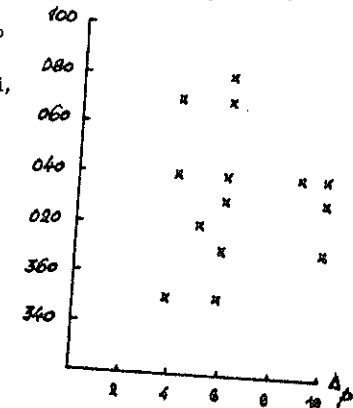
Primeri brez megle - jakost vetra na 700 mb ploskvi do 15 kt.
(na ordinati je smer vetra na 700 mb ploskvi, na abscisi pa je razlika pritiska pri tleh.)

Cases without fog, wind speed on 700 mb surface under 15 knots
(ordinate - wind direction on 700 mb surface and abscissa-difference of air pressures at two defined points at the ground with high pressure to the north)

Primeri brez megle - jakost vetra na 700 mb ploskvi je 15 do 35 kt.
(na ordinati je smer vetra na 700 mb ploskvi, na abscisi pa je razlika pritiska pri tleh.)

Cases without fog - wind speed on 700 mb surface from 15 to 35 knots
(ordinate - wind direction on 700 mb surface and abscissa - difference of air pressures at two defined points at the ground with high pressure to the north)

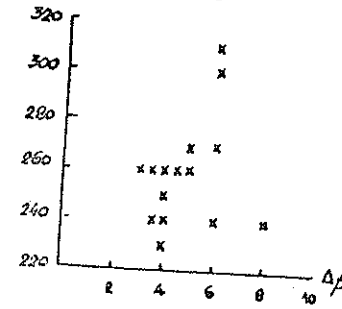
Diagram 4



Primeri brez megle - jakost vetra na 700 mb ploskvi je 15 do 35 kt.
(na ordinati je smer vetra na 700 mb ploskvi, na abscisi pa je razlika pritiska pri tleh, gradient pritiska pa je usmerjen proti severu.)

Cases without fog - wind speed on 700 mb surface from 15 to 35 knots (ordinate - wind direction on 700 mb surface abscissa - difference of air pressures at two defined points at the ground with high pressure to the south)

Diagram 5



NEOBÍČAJNA RAZPOREDITEV OROGRAFSKIH PADAVIN

UNCOMMON DISTRIBUTION OF OROGRAPHIC PRECIPITATIONS

Janko Pristov

551.577.21

551.577.51

SUMMARY :

Slovenija is a mountainous country, so the distribution of precipitations is very much influenced by the orography. This influence is especially remarkable at the cases with southwest winds, when the southwest orientated slopes of mountain barriers get plenty of precipitations.

In the case treated, we don't study such common distribution, but present an uncommon one with three sharply bordered areas with great amount of precipitations. Two of these areas are found on the lee side of the mountain barriers. The third area is found at the foot of mountains and stretches over the plain before them. From the 325 situations with precipitations (period 1955 - 1959) this is the only case with heavy orographic precipitations on the lee - side of the mountain barriere.

The first two areas with great amount of precipitations could be explained in the following way: over the whole plain of Lombardy a lake of cold air was laying, so the boundary surface between the cold and warm air was nearly

horizontal. We suppose, the boundary surface was curved over the mountains which nearly reached this surface. On these convex parts of the boundary surface, waves must have been formed with the main upward component of the circulation behind the mountain barrier, what causes great amount of precipitations. Between both areas with the great amount of precipitations only lower plateaus were found, so on their lee sides precipitations were not observed. The precipitations were in the liquid form, only over the altitude of 1 000 m it was snowing.

The third area of the great amount of precipitations was on the windward side of the mountains. Another supposition must be taken into account for its explanation. At the mountain barrier the cold air was damed up and the boundary surface was inclined, so the great amount of precipitations fell on the windward side. The phenomenon - the rain changed into snow 700 m lower than on first two areas of great amount of precipitations - could be explained this way. The cold, damed up calm air at the foot of the mountain barrier cooled down owing to the melting of snow. Because of ample precipitations, this cooling was sufficient to cause such sink of 0° C isothermal surface, that snow fell at the altitude of 300 m.

Slovenija je zelo hribovita dežela in meji na svojem jugozahodnem delu na Jadransko morje. Topli in vlažni jugozahodni vetrovi, ki pihajo iznad Sredozemlja in Jadrana dosežejo v zahodni Sloveniji prvo večjo gorsko prepreko.

Ob njej se mora zrak dvigati preko gorskih grebenov in zato izloči velike količine padavin (Čadež 1964). Pretežni del padavin pade v Sloveniji ob zahodni in jugozahodni cirkulaciji (Pristov 1965) in se zato vpliv orografije močno pozna tudi pri letnih padavinskih kartah (Reya 1946, Furlan 1954).

Orografske padavine so odvisne od relativne in absolutne vlage, ter od smeri vetra z ozirom na gorsko pregrado (Pristov 1965). Dviganje zraka je odvisno vsekakor tudi od hitrosti vetra, vendar se je pokazalo, da so dobile Julijske Alpe že pri zelo slabih vetrovih (na 850 in 700 mb ploskvi nad Ljubljano pod 10 kts; n.pr. 11. julija 1957 in 15. julija 1959 (od 60 do 100 mm padavin v 24 urah. Pri hitrostih 15 kts, kar je tudi razmeroma slab veter, pa je že več primerov, ko pade zaradi orografije od 100 do 200 mm padavin v 24 urah (n.pr. 1. novembra 1955 in 10. januarja 1956). V teh primerih dobijo največ padavin kraji, kjer je gorska pregrada visoka, kot n.pr. Julijske Alpe, Snežnik, Kamniške Alpe in velikokrat tudi Trnovski gozd (Pristov 1965).

Vremensko situacija 13. in 14. januarja 1956 obravnavamo kot izjemen primer. Od 325 padavinskih situacij, ki smo jih obdelali za obdobje 1955 - 1959 je to edini primer, ko so bile močne orografske padavine na odveterni strani gorske pregrade. Od 14 sinoptičnih meteoroloških postaj, ki javljajo podatke vsak dan, je imela le Ajdovščina 24 mm dežja. Vse druge postaje so imele pod 5 mm padavin ali pa so ostale celo brez dežja. Padavinska karta nam pokaže, da so v teh dnevih obstojala območja, kjer je padlo nad 500 mm padavin, za katere prognostik ob analizi vremena sploh ni vedel.

SINOPTIČNA SITUACIJA

11. januarja 1956 je bila nad Srednjo Evropo še dolina hladnega zraka in smo imeli v Sloveniji zračni pritisk okoli 1008 mb. Globok ciklon (968 mb) z jedrom nad Veliko Britanijo se je pomikal proti severovzhodu. V zvezi z njegovo cirkulacijo je pričel dotekati v višinah proti Alpam toplejši zrak. Zračni pritisk v Ljubljani je porasel od 11. na 12. januar za 14 mb. Na 500 mb ploskvi se je že otoplilo nad Slovenijo od -28 na -23° C. Advekcija toplega zraka je bila ob slabi zahodni cirkulaciji.

13. januarja zjutraj je nastal nad Lyonskem zalivom val na hladni fronti in se je zato advekcija toplega zraka še okrepila. Otoplilo se je tudi na 700 mb ploskvi od -9 na -4° C. Severno od Alp so se tudi na 850 mb ploskvi prehodno dvignile temperature na 5° , dočim je ostala na južnem obrobju Alp temperatura ves čas okoli ničle. Nad nami je prevladovala še vedno slaba zahodna cirkulacija, severna Italija pa je že prešla v območje jugozadnih vetrov. Ob južnem pobočju Alp se je zaradi zaježitvenega procesa zadrževal hladen zrak in to celo nad višino Alp, saj je imel Milano na 700 mb ploskvi še vedno temperaturo -9° , dočim so imele vse okolišne postaje za 4 do 5° višjo temperaturo.

Isti dan popoldne je nastalo nad vzhodnim Atlantikom že novo globoko področje nizkega zračnega pritiska, zaradi česar je nastopila ponovna močna advekcija toplega zraka nad zahodno Evropo ob istočasnem porastu zračnega pritiska. Slabotna dolina, ki je ostala za prvim ciklonom, je ostala severno od Alp in se je polnila. Polnitev te višinske doline je povzročila, da se je tudi veter nad severno Italijo obrtnil v zahodno smer. Ob spremembi vetra na južni strani Alp od jugozahodne v zahodno smer se je zato, ker je zaježitveni proces oslabil, tudi v Milanu otoplilo na 700 mb ploskvi za 3° . Nad Slovenijo se je veter za-

radi tega le malenkostno okrepil. Smer cirkulacije se v bistvu ni spremenila, temveč je ostala zahodna.

Tudi novi ciklon se je pomikal proti južni Skandinaviji, za njim pa se je preko zahodne Evrope gradilo področje visokega zračnega pritiska vendar še vedno v razmeroma toplen zraku. S tem je bila prekinjena močna jugozahodna advekcija toplega zraka nad zahodno Evropo. Tudi nad našimi kraji se je cirkulacija spremenila v severozahodno, kar je bilo vzrok za prekinitev močne odjuge.

VREME V SLOVENIJI

12. januarja je bilo v Sloveniji spremenljivo oblačno, oblaki so prihajali od zahoda. Popolnoma oblačno je imela le Primorska, vendar padavin ni bilo. 13. januarja se je pooblačilo tudi v osrednji in severozahodni Sloveniji, vmes so bile že padavine, dočim je vzhodna polovica Slovenije imela sprva še spremenljivo oblačno vreme. Tu se je pooblačilo 13. januarja popoldne. Tudi ta dan so se gibali oblaki od zahoda.

Padavine :

Pršenje ali slab dež je pričel 13. januarja najprej na Jezerskem ob osmi uri, nato na Primorskem okoli enajste ure, v osrednji Sloveniji okoli štirinajste ure in v vzhodni Sloveniji šele 14. januarja zjutraj. Na sinoptičnih postajah je bilo večinoma pršenje, le v Ajdovščini je v presledkih deževalo.

Bolj zanimivi kot trajanje padavin, za kar imamo podatke le od sinoptičnih postaj, sta razporeditev in množina padavin v 24 urah, za kar imamo na voljo

veliko število padavinskih postaj. (slika 1).

Celotna vzhodna in jugovzhodna Slovenija je dobila manj kot 5 mm padavin, več postaj v vzhodni Sloveniji pa padavin sploh ni zabeležilo. V osrednji in severozahodni Sloveniji so tri padavinska jedra, ki so bolj ali manj ostro ločena med seboj. Dvoje glavnih padavinskih jeder je na vzhodni strani gorske pregrade in jih najdemo nad Komno, ter nad področjem okoli Idrijske Bele. Tretje padavinsko področje je s svojim jedrom vezano na južno podnožje Kamniških Alp, vendar sega daleč proti jugu in jugozahodu na ravninski svet. Zanimivo je, da je dobila Kamniška Bistrica (višina 610 m) v 24 urah 56 mm padavin, dočim je dobil zelo blizu ležeči Krvavec (višina 1 472 m) le 5 mm padavin.

Zaradi močne advekcije toplega zraka, čemur lahko rečemo prava odjuga srednjega januarja, je večinoma deževalo. Dež je prešel v sneg le v območju Komne in Kamniške Bistrice, kakor tudi v ravninskem svetu med Ljubljano in Kamnikom ter dalje do Kamniške Bistrice (Češenik 315 m), kjer so bile močne padavine. Rahlo je snežilo tudi v območju zgornje Savinjske doline, vendar je bila množina padavin neznatna (pod 1 mm).

Razporeditev padavin v okolici Trnovskega gozda nas ne preseneča toliko, kot velika količina padavin med Šmarno goro in Kamniško Bistrico. Primerov, ko dobi območje Trnovskega gozda več padavin kot Julijske Alpe, je namreč pri zahodni cirkulaciji veliko (Pristov 1965). V našem primeru je razlika v tem, da so najmočnejše padavine šele na vzhodni strani gorskih preprek. Te močne padavine se pojavljajo pri Komni, kjer so zahodno od nje približno 500 m višji hribi, kot sta Bogatin in Lanženica. Še bolj do izraza pa pride maksimum padavin v Idrijski Beli (višina 420 m) in Črnem vrhu (višina 683 m). Obe pada-

vinski postaji sta na vzhodni strani Trnovskega gozda, čigar najvišje planote presegajo 1 500 m. Celotno območje Trnovskega gozda in Julijskih Alp je dobilo nad 10 mm padavin, dočim so vzhodnejše ležeče Karavanke, kakor tudi Zgornjesavska dolina, ostale skoro brez padavin.

Glavno presenečanje pri razporeditvi padavin je padavinsko območje z jedrom v Kamniški Bistrici, ki se razteza preko ravninskega sveta vse do Šmarne gore in na vzhodu do Motnika (višina 422 m). Kot smo že omenili je dobil Krvavec le 5 mm padavin in v podnožju Krvavca ležeče Cerklje le 2 mm. Običajno dobi ob takšnih padavinskih situacijah padavine tudi Jezersko. V tem primeru je dobila sinoptična postaja Jezersko samo 1 mm, nekoliko višje ležeča postaja pa je ostala celo brez padavin. Pri tem padavinskem področju je značilno še posebno to, da je zelo ostra meja v intenziteti padavin in to med kraji, ki so dobili nad 30 mm padavin in onimi, ki so dobili manj kot 5 mm padavin.

TEMPERATURNE RAZMERE

V našem primeru nam pri temperaturnih kartah niso pomembne dejanske temperature, ki so močno odvisne od nadmorske višine, temveč nas zanima razporeditev zračnih mas. Pri vseh postajah smo zato reducirali temperature na morski nivo in smo pri tem upoštevali temperaturni gradient $0,5^{\circ}$ C na 100 m. Pri obdelavi smo se odločili za maksimalne in minimalne temperature, ker smo hoteli istovrstno dobiti temperaturno amplitudo, ki je močno odvisna od insolacije.

12. januarja zapazimo pri maksimalnih temperaturah tri področja s hladnejšim zrakom : Tolminsko z Brdi (Tolmin $4,9^{\circ}\text{C}$), Slovenjgraška kotlina (Dravograd $3,1^{\circ}\text{C}$) in ne toliko izrazito, a še vedno hladna Gorenjska (okoli $5,5^{\circ}\text{C}$). Drugod je bilo več ali manj enakomerno temperaturno polje s temperaturami povsod nad 8° , v skrajno jugovzhodnih krajih (Slovenske Gorice) celo nad 12°C .

Iz slike 2 vidimo, da se je v nekaterih kotlinah še vedno zadrževal hladni zrak. Za področji Tolminske in Brd predvidevamo, da sta bili še v sklopu jezera hladnega zraka, ki se je zadrževalo nad celotno Padsko nižino.

V noči od 12. in 13. januarja so se nekateri kraji vzhodne Slovenije močno ohladili. Nastale so namreč razjasnitve in to na bizeljskem in v skrajno severovzhodni Sloveniji. Severna Primorska je bila kljub oblačnemu vremenu znatno hladnejša kot osrednja Slovenija, ki je imela celo deloma jasno noč. (slika 3).

Maksimalne temperature se 13. januarja, ko so bile padavine, ne razlikujejo dosti od prejšnjega dne. Razlika je v vzhodni Sloveniji, kjer se je temperaturna razlika med Slovenjgraško kotlino in Mariborom povečala na $13,5^{\circ}\text{C}$. Prav tako je še vedno nizka temperatura na Goriškem in Vipavskem, pa tudi Primorje ima znatno nižje temperature kot vzhodna in tudi osrednja Slovenija. V območju gorskega sveta je zrak relativno toplejši, posebej še na vzhodni strani, takoj za gorsko pregrado. Pri maksimalnih temperaturah v jugovzhodnih krajih,

kjer so dosegle reducirane vrednosti do 16° , se pozna, da ni bilo ves čas oblačno in je zato poleg advekcije toplejšega zraka in slabega fena, vplivala tudi na njihove vrednosti insolacija. (slika 4).

Temperaturna sprememba se je izvršila 14. januarja, ko ne zasledimo več prejšnjih hladnih območij. Otoplila se je tako Slovenjgraška kotlina, kakor tudi Primorska. (sliki 5 in 6).

Ko smo si ogledali vremenske razmere, ki so vladale v teh padavinskih dneh, nas zanimajo vzroki, ki so povzročili tako nenavadno razporeditev padavin.

S pomočjo radarja so ugotovili, da so padavine ob hladni fronti sestavljene iz posameznih padavinskih celic, ki niso enakomerno razporejene vzdolž fronte. Takšne padavinske celice nastajajo, se pomikajo s cirkulacijo naprej in ponovno izumirajo. Pred njimi nastajajo nove celice in se tako proces ponavlja. Podobne padavinske celice, kot so ob hladni so tudi ob topli fronti, vendar ne tako izrazite. Za oboje je značilno to, da se pomikajo vzdolž fronte.

Tudi v našem primeru imamo posamezne padavinske celice, ki pa so skoro stacionarne. V našem primeru o fronti skoro ne moremo govoriti, vsaj ne v smislu klasične predstave o fronti. V višinah je bil ves čas tople zrak, relativno hladnejši se je zadrževal le v posameznih kotlinah in v ravninskem svetu na južni strani Alp (Padska nižina). Tudi v našem primeru pa lahko govorimo o frontalni površini, vendar je ta skoro vodoravna. Sklepamo, da so zaradi takšne mejne površine izpadle močnejše orografske padavine v severozahodni Sloveniji, posebno še padavine ob zahodnih pobočjih gorskih prepek.

Predpostavimo, da je meja med hladnim in toplim zrakom skoro horizontalna, da pa je nad gorskimi grebeni, ki segajo skoro do višine mejne plasti, nekoliko izbočena. Najvišji vrhovi v Julijskih Alpah segajo že nad mejno površino med hladnim in toplejšim zrakom. Vremenske razmere se skoro ves čas, ko so trajale padavine, niso spremenile. Na teh izboklinah nad gorskimi grebeni nastajajo skoro stacionarni valovi, ki so razmeščeni tako, da nastane najmočnejše dviganje zraka šele za gorskim grebenom. S takšno predpostavko, bi bilo mogoče razložiti jedra maksimalnih padavin v območju Komne in Idrijske Bele. Med obema padavinskima jedroma so gorski grebeni, ki potekajo od severozahoda proti jugovzhodu, znatno nižji in zato ni prišlo do intenzivnega izcejanja padavin. V podaljšku tega področja z manj intenzivnimi padavinami proti vzhodu je tretje področje padavin z jedrom v Kamniški Bistrici. Sklepamo, da je bila nad Komno in Idrijsko Belo vkljub slabim vetrovom, cirkulacija še tolikšna, da se nižje plasti niso toliko ohladile, da bi dež prešel v sneg pod višino 1 000 m. Snežilo je na Komni, dočim nižje ležeče postaje niso imele snežnih padavin.

Padavine v Kamniški Bistrici in v ravninskem svetu pred njo, si razlagamo s trajnejšim dviganjem zraka, vendar ne s takšnimi valovi, kot na Komni in na vzhodni strani Trnovskega gozda. Tu so bile namreč padavine na priveterni strani. Predstavljam si, da je v nižinah prav tako plast hladnega zraka, vendar je ta bolj nagnjena kot zahodno od trnovskega gozda, kjer je hladni zrak tudi nad Padsko nižino. Tu menimo, da se je hladni zrak zajezil ob zahodnem pobočju gorskih prepek in je segal daleč na ravninski svet proti Ljubljani. Gorenjska in Karavanke v tem procesu niso zajete, ker so zahodno od njih Julijske Alpe in je prišlo do fenizacije. Zajezen hladni zrak je bil skoro stacionaren, dočim je nad njim dotekal relativno toplejši zrak od slabih zahodnih vetrovih.

Padavine so bile intenzivne. Zrak v nižinah se je zaradi izgube toplote, ki je potrebna za taljenje snežnih padavin, postopoma ohlajal in je tako dež prešel v sneg celo do višine 300 m. Tudi v tem tretjem primeru si moramo razlagati padavine z nekečnim stacionarnim valom, ki je omogočal, da se je zrak dvigal le na ozkem področju, kajti le v tem primeru si moremo razložiti ostro mejo med močnimi padavinami in skoro brezpadavinskim področjem.

V vzhodni Sloveniji je segala topla advekcija vse do nižin (razen v Slovenjgraški kotlini, ki je obdana od vseh strani z gorskimi preprekami). V teh krajih zaradi tega niso bili ugodni pogoji za intenzivnejše padavine.

LITERATURA

Čadež M.

Vreme u Jugoslaviji, Beograd 1964

Furlan D.

Padavinska karta Slovenije 1925 - 1940,
Ljubljana 1954

Pristov J. s sodelavci:

M.Borko, Nardin G.,

Kovač M., Paradiž M.,

Vida M. in Žitnik L.

" Količinska kratkoročna napoved padavin "
Poročilo Skladu Borisa Kidriča, Ljubljana 1965

Reya O.

Padavinska karta Slovenije, Ljubljana 1946

Slika 1 Padavinska karta Slovenije za 14. januar 1956 v mm

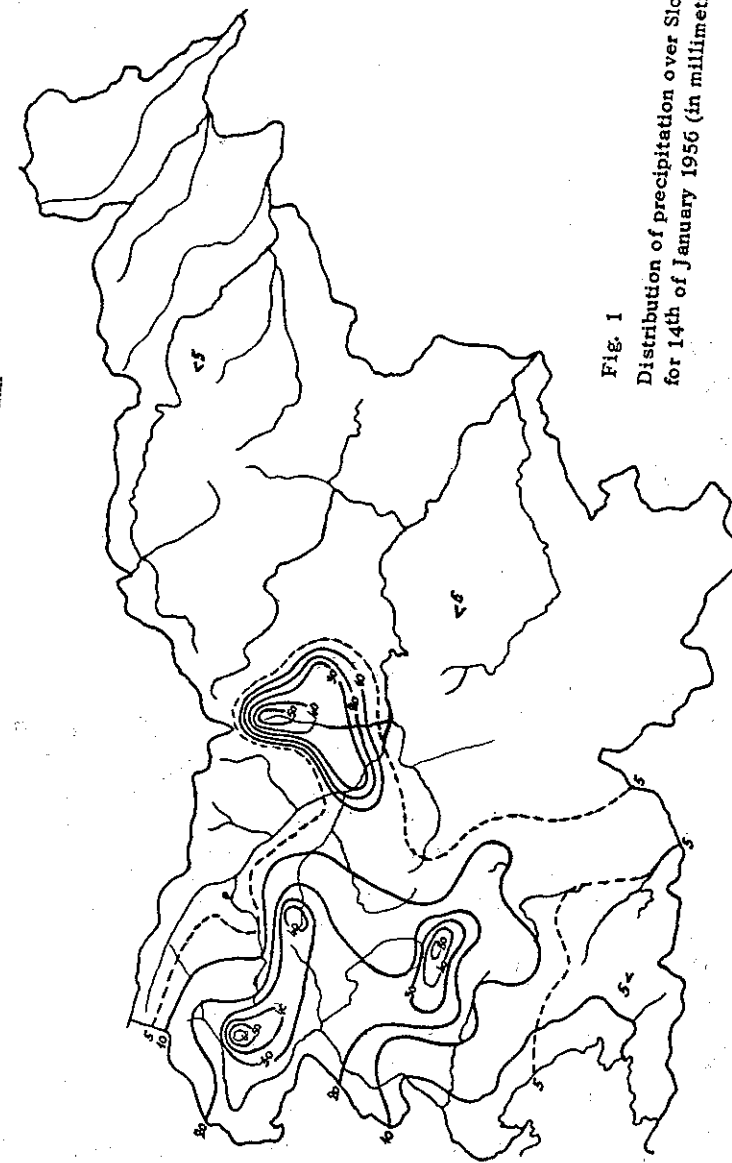


Fig. 1
Distribution of precipitation over Slovenia
for 14th of January 1956 (in millimetres)

Slika 2 Maksimalne temperature reducirane na morsko gladino
12. januarja 1956

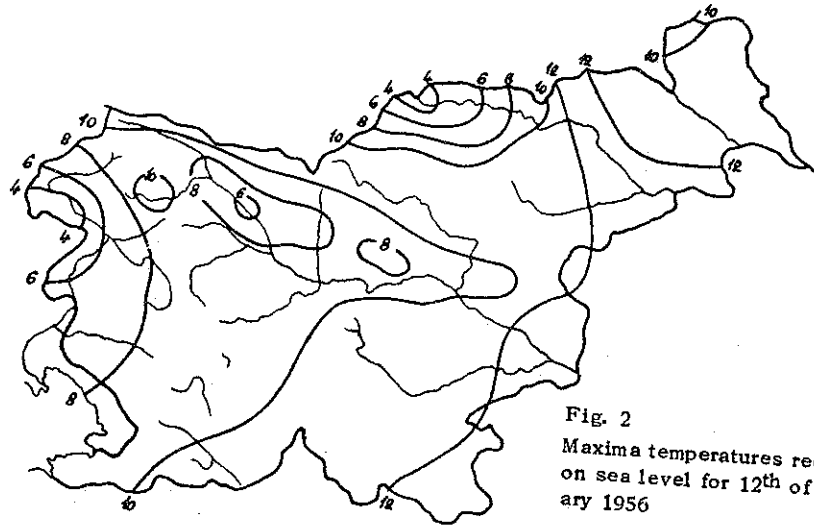


Fig. 2
Maxima temperatures reduced
on sea level for 12th of January
1956

Slika 3 Minimalne temperature reducirane na morsko gladino
13. januarja 1956

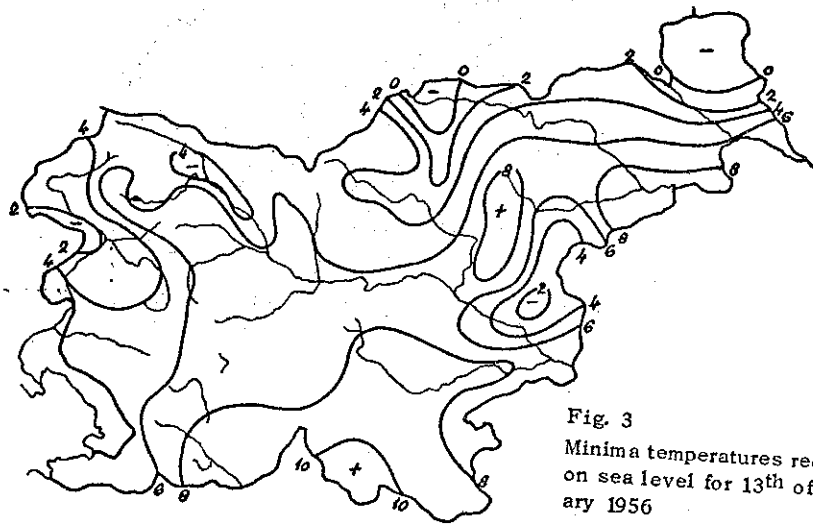


Fig. 3
Minima temperatures reduced
on sea level for 13th of January
1956

Slika 4 Maksimalne temperature reducirane na morsko gladino
13. januarja 1956

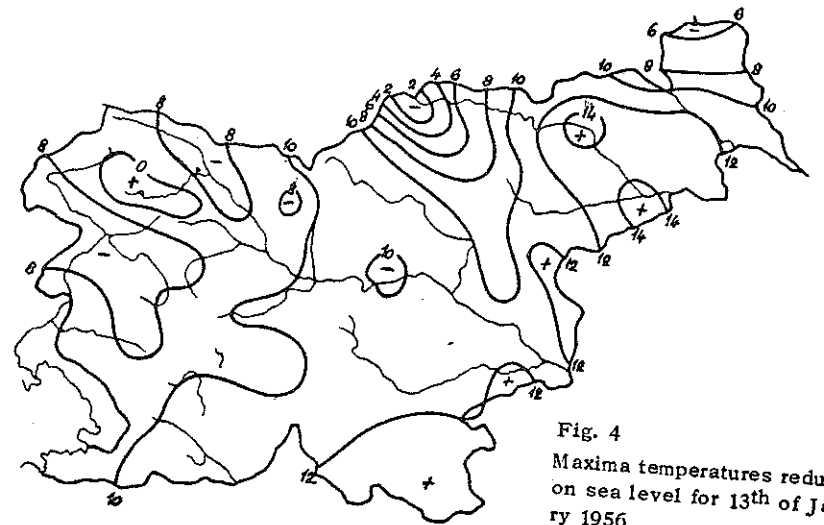


Fig. 4
Maxima temperatures reduced
on sea level for 13th of January
1956

Slika 5 Minimalne temperature reducirane na morsko gladino
14. januarja 1956

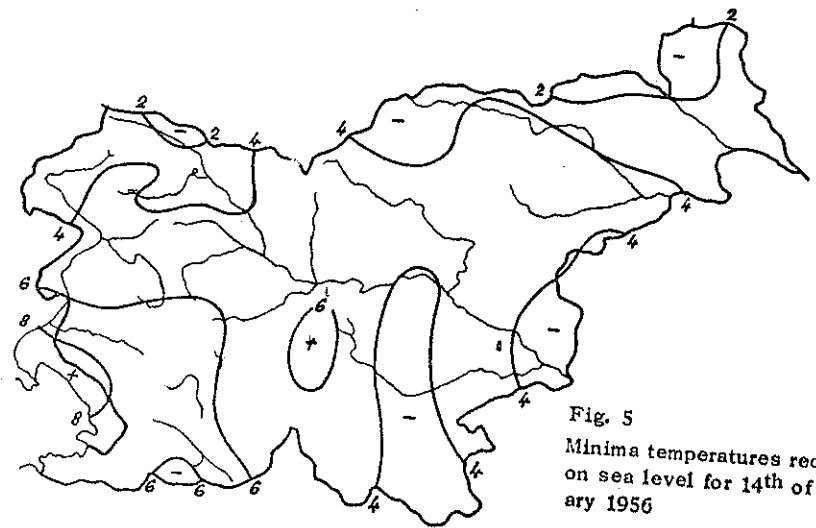
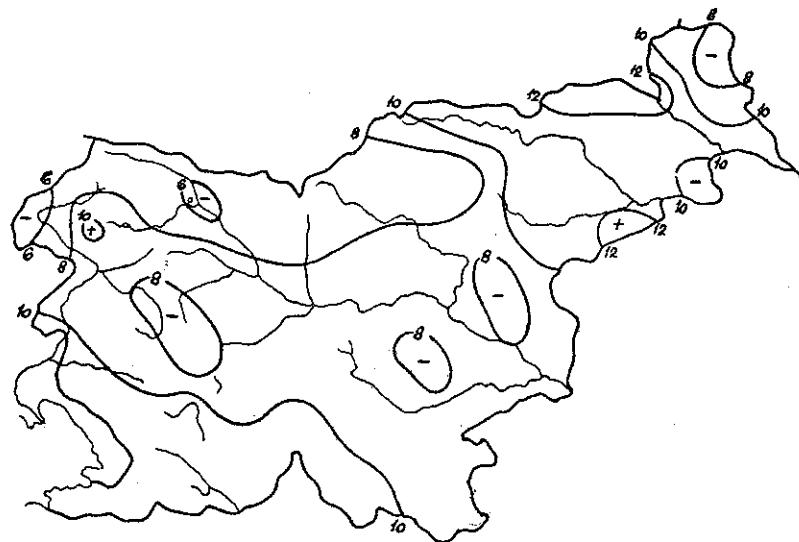


Fig. 5
Minima temperatures reduced
on sea level for 14th of January
1956



Slika 6 Maksimalne temperature reducirane na morsko gladino 14. januara 1956

Fig. 6 Maxima temperatures reduced on sea level for 14th of January 1956

METEOROLOŠKI POGOJI ZALEDENITVE LETAL *

METEOROLOGIC CONDITIONS OF ICEING ON AIRCRAFT

Mile Tovornik

551.574.7

SUMMARY :

The author gives a short review of the problem of iceing on aircraft. With this problem a forecaster as well as a flyer must be acquainted.

Physical conditions are discussed for freezing of supercooled water droplets. It is emphasised that such droplets freeze by degrees. The time such droplet needs for a complete freezing is a function of atmospheric conditions that one must know for an estimation of iceing on aircraft.

The most dangerous iceing occurs, when the supercooled water droplets need much time for complete freezing and there is a steady flow of water droplets. Less dangerous is iceing in the clouds with small concentration of water droplets and low temperatures.

* Izjemoma objavljamo tudi prispevek, ki na osnovi razne literature obravnava zaledenitve na letalih ker je omenjeni problem zelo aktualen.

cloud consists only of supercooled water droplets, one expects moderate iceing. When the cloud is a mixture of ice crystals and supercooled water droplets, one gets with steady flow of moisture the heaviest iceing. The intensity of iceing very much depends on the clouds genera. These connections are treated in uniform air masses and at fronts separately. The author also emphasises the influence of orography on iceing on aircraft.

For a flyer it is especially important to resolve about the composition of the clouds, and so indirectly about the iceing on aircraft, by the means of local sigus.

Letala se v vseh letnih časih gibljejo v prostoru v katerem lahko pride do nabiranja ledu na njih, to je do tako imenovane zaledenitve. Ta pojav lahko v večji ali manjši meri vpliva na njihove letalske sposobnosti : zmanjša jim hitrost gibanja, zmanjša hitrost dviganja, otežkoči in zmanjša njihovo vodene, zmanjša vidnost iz letal, poslabša ali onemogoči delovanje motorja in v ekstremnih primerih prisili da letala prekinejo let ali da celo strmoglavijo. Vsa moderna letala so zato opremljena z boljšo ali slabšo opremo, za mehansko, toplotno ali kemično borbo proti zaledenitvi. Vedeti moramo, da je pomen te tehnične zaščite tudi v primeru kadar je najboljše le drugotnega pomena in da je glavni način borbe proti zaledenitvi ta, da leti letalo v tistem delu zračnega prostora, kjer ni meteoroloških pogojev za zaledenitev, oziroma je verjetnost te najmanjša. Zato mora vsak, ki se želi uspešno bo-

riti proti zaledenitvi pravilno oceniti kje so meteorološki pogoji taki, da je verjetnost zaledenitve najmanjša.

Eden glavnih vzrokov zaledenitve je v tem, da imamo tudi pri temperaturi pod 0° vodo v tekočem stanju - tako imenovano podhlajeno vodo. Ker imamo v bodoče v našem primeru opraviti izključno z deževnimi kapljami in kapljicami, ki sestavljajo oblak, bomo za podhlajeno vodo uporabljali izraz podhlajene kapljice.

Podhlajena kapljica vode je torej nestabilna kapljica tekoče vode pri temperaturi nižji od ledišča. Ta nestabilna oblika kapljice je obstojna delj časa zato, ker ji manjka kondenzacijsko jedro, ki je eden od pogojev za zmrznjenje. Vodni kapljici pravimo nestabilna zato, ker se sprememba agregatnega stanja izvrši takoj, ko izpolnimo gornji pogoj to je, ko ji dodamo kondenzacijsko jedro. Tako kondenzacijsko jedro je lahko leden kristal ali kakršenkoli trden predmet, ki pride s kapljico v stik. V našem primeru je kondenzacijsko jedro katerikoli del letala, ki pri gibanju skozi zrak udari v podhlajene kapljice. Sam proces zmrzovanja teh kapljic je za nas zelo važen, zato si ga bomo ogledali natančneje.

Pri vsakem zmrzovanju in tako tudi pri zmrzovanju podhlajenih kapljic se sprošča latentna toplota, to je tista toplotna energija, ki smo jo morali dodati ledu, da se stopi. En gram vode nam tako odda pri zmrznenju 80 kalorij toplote. S to toploto lahko segrejemo gram tekoče vode za 80° C. Tako dobljena latentna toplota nam bi torej morala pri temperaturi podhlajene vode, če je ta višja od -80° segreti led, ki je nastal pri zaledenitvi na temperaturi višjo od 0° C; vemo pa, da to ni mogoče, ker led pri teh temperaturah ni več obstojen. Posledica tega pojava je da zmrzne le del kapljice, medtem ko

se ostali tekoči del kapljice s pomočjo sproščene latentne toplote segreje na temperaturo 0° . Kolik del kapljice nam pri tem zmrzne, lahko izračunamo tako, da izenačimo latentno toploto Q , ki jo dobimo pri spremembi agregatnega stanja, s toploto Q' , ki jo uporabimo za segretje tekočega dela kapljice na 0° C. Naj bo m' del mase kapljice, ki je zmrznjen in m del mase, ki je v tekočem stanju, L_s specifična latentna toplota, c specifična toplota vode, T temperatura vode pred začetkom zmrzovanja in $T_0 = 0^{\circ}$ C = 273° K. Iz relacije $Q = Q'$ če vstavimo za $Q = c m \Delta T$ in $Q = L_s m'$ in upoštevamo, da je $\Delta T = T_0 - T$ in če uvrstimo za $c = 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ st}^{-1}$ in $L_s = 80 \text{ cal g}^{-1}$, sledi da je razmerje med maso, ki je zmrznjena in ono, ki je v tekoči obliki :

$$\frac{m'}{m} = \frac{1}{80} \Delta T.$$

Iz gornjega razmerja vidimo, da nam za vsako stopinjo pod lediščem zmrzne $\frac{1}{80}$ del mase kapljice, ostali del kapljice pa se segreje na 0° . Del kapljice, ki se je segrela z latentno toploto postane tako toplejši od okolice. Ob dotiku z okolico in z oddajanjem toplote zgubi del kapljice višek toplote in njegova temperatura se zniža tako zopet pod 0° ; to povzroči, da del kapljice zopet zmrzne, preostali del se ponovno segreje odda toploto in delno zmrzne. To se ponavlja dokler ne zmrzne celotna kapljica. Iz povedanega zaključimo, da celotna kapljica ne zmrzne trenutno temveč da za zmrzovanje porabi nek določen čas. Ta čas je odvisen od številnih pogojev, zmrzovanje bo trajalo dalj časa, če je kapljica velika kajti v tem primeru bo oddajanje dobljene latentne toplote počasnejši in to zaradi manjšega stika kapljice z okolico in večje toplotne kapacitete kaplje (v primerjavi z majhnimi kapljicami). Drugi prav tako pomemben pogoj za hitrost zmrzovanja, je temperatura kapljice; čim višja bo ta temperatura v tem manjših enotah bo kapljica zmrzovala, ter bo za

celotno zmrzovanje porabila tem daljši čas. Na hitrost zmrzovanja podhlajenih kapljic vpliva tudi koncentracija vode v oblakih. Pri veliki koncentraciji se kapljice potem ko so se segrele zaradi dobljene latentne toplote, le počasi ohlajajo; zaradi velikega števila kapljic je namreč odvod toplote majhen. Zmrzovanje je zato pri velikih koncentracijah vode v oblaku precej počasno. Podobno vpliva na hitrost zmrzovanja tudi hitrost letala.

Pri povečani hitrosti letala se zviša število trkov v enoti časa in na ta način se poveča količina latentne toplote, ki se v enoti časa sprosti. Zaradi tega dotoka toplote je proces zmrzovanja počasnejši.

Od hitrosti zmrzovanja, ki je lahko - kakor smo videli - zelo različna odvisi na katerih mestih letala se bo led najbolj nabiral in tudi kakšna bo struktura ledu. Za ekstremna primera, t.j., kadar je zmrzovanje kapljice zelo počasno ali zelo hitro, dobimo dve zelo različni obliki zaledenitve. V primeru počasnega zmrzovanja podhlajenih kapljic, t.j. če so kapljice velike, njihova temperatura visoka, koncentracija vode v oblaku velika in hitrost letala velika, se nam nabira na letalo prozoren led, ki je razporejen enakomerno od prednjega roba letala precej daleč nazaj, nekako do $\frac{2}{3}$ globine. Ta oblika ledu je najnevarnejša. Spremeni nam obliko profila krila in zelo obremeni letalo. Druga ekstremna oblika nastane kadar leti letalo z majhno hitrostjo skozi oblak, ki ima majhno koncentracijo vode, nizko temperaturo in male kapljice. V tem primeru kapljice zelo hitro zmrzujejo. Led se nam nabira kot podaljšek sprednjega roba letala. Zaradi porozne strukture teža ledu sedaj ni zelo velika, vendar pa zaradi velikih aerodinamičnih deformacij lahko bistveno vpliva na let letala.

Pri spremembi kateregakoli navedenih faktorjev lahko dobimo zaledenitve

vmesnih oblik z bolj ali manj izraženimi karakteristikami enega ali drugega spredaj navedenih ekstremnih primerov. Nevarnost zaledenitve je v vsem temperaturnem območju, v katerem dobimo v naravi podhlajene kapljice, t.j. pri temperaturah med 0° i -40° C. Meja -40° C ni točno določena, kajti v posameznih primerih lahko dobimo podhlajene kapljice še pri nižjih temperaturah. Pri merjenju temperatur moramo upoštevati, da nam termometer letala ne kaže prave temperature na površini letala. Prav tako moramo upoštevati, da površina letala nima povsod iste temperature kot zrak v katerem se giblje in da je temperatura na raznih delih letala različna. Termometer nam kaže samo temperaturo enega teh mest. Pri gibanju letala skozi zrak nastanejo na letalu pomembne spremembe temperature. Iz aerodinamike nam je znano, da dobimo na različnih delih letala različne hitrosti obtoka zraka in zato tudi različne pritiske. Na mestih, kjer je hitrost manjša se zrak komprimira in zato adiabatno segreva. Ta mesta na letalu bodo imela zato višjo temperaturo. Na mestih, kjer je hitrost obtoka zraka velika, se zrak zaradi širjenja hladi, vendar se zaradi povečanega trenja na površini letala tudi ta mesta lahko segrejejo. Oba omenjena vpliva, ki nam zaradi gibanja zvišujeta temperaturo površine letala imenujemo kinetično gretje. Povečanje temperature letala zaradi kinetičnega gretja pri različnih hitrostih dobimo iz tabele :

v (km/h)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000
T ($^{\circ}$ C)	04	06	35	62	96	139	190	246	312	387

Tabela velja le, če se letalo dvigne v suhem zraku, t.j. vlažno nenasičenem. V primeru ko se letalo giblje skozi oblak ali podavine, bodo vodne kapljice na njegovi površini zaradi povečane temperature izhlapevale in zaradi poraba latentne toplote se bo temperatura površine letala znižala. Tako nam kinetično

gretje pri letenju skozi oblake in padavine ne more bistveno zvišati temperature letala in zato ne more zmanjšati zaledenitve. Izhlapevanje na krilu letala nam v veliki meri zmanjša uspešnost razledenitve letala z gretjem njegove površine; večji del toplotne energije se namreč porabi za izhlapevanje v dele s površine letala.

Do zaledenitve pri letenju skozi oblake bo prišlo v primeru če so podhlajene kapljice. Intenzivnost zaledenitve je zato odvisna poleg vseh goraj navedenih faktorjev tudi od strukture oblakov. V oblakih, ki so sestavljeni samo iz kapelj podhlajene vode - to so oblaki v temperaturnem območju med 0 in -10° C - lahko pričakujemo srednje močne in močne zaledenitve. Ti oblaki so v splošnem v spodnjem delu atmosfere (od tal do 3 000 m). Izjema pri tem so lahko oblaki cumulus congestus, ki so sicer sestavljeni samo iz podhlajenih kapljic, segajo pa lahko do precejšnjih višin in v njih imamo podhlajene kapljice do temperature -30° C. V oblakih, ki so sestavljeni iz zmesi podhlajenih vodnih kapelj in ledenih kristalov, lahko imamo zelo različne intenzivnosti zaledenitve. V slojastih oblakih, v katerih nimamo večjih vertikalnih tokov (hitrost dviganja je le nekaj cm/sek) nam zaradi različnega parnega pritiska nad ledenimi kristali in vodnimi kapljicami le - te izhlapevajo in sublimirajo na ledenih kristalih, ki se tako večajo in padajo kot padavine iz oblakov. Število kapelj se nam na ta način zmanjšuje in s tem tudi zaledenitev. Zaradi povedanega je mnogokrat v slojastih oblakih s temperaturo vsaj -12° C - t.j. pogoj za nastoj ledenih kristalov - zaledenitev minimalna.

V primeru ko imamo v oblakih nenehen hiter prirastek vlage, se nam v njih, ne glede na zgoraj omenjeno tvorbo kristalov in padavin, tvorijo velike kap-

lje podhlajene vode. Tak oblak je potem sestavljen iz manjšega števila ledenih kristalov in velikega števila podhlajenih kapelj zelo različnih velikosti. Taka mešanica je obstojna do zelo nizkih temperatur (-40°C ali celo nižje). Tak oblak je za zaledenitev najnevarnejši. Hiter in stalen prirastek vlage in omenjeno zmes ledenih kristalov in podhlajenih kapelj lahko dobimo v oblakih, v katerih se zrak hitro dviga (nekaj m na sek.). In to zato, ker se zaradi adiabatnega ohlajanja zelo hitro večja relativna vlaga in s tem kondenzacija vodne pare. V oblakih, ki so sestavljeni samo iz ledenih kristalov ne nastopa zaledenitev v primeru, če letijo z manjšimi hitrostmi.

Pri temperaturah pod 0° so oblaki sestavljeni navadno tako: stratus in nimbostratus samo iz kapljic podhlajene vode. Stratocumulus iz podhlajene vode ali iz mešanice ledenih kristalov in podhlajene vode do temperature najnižje -16° .

Cumulus je navadno sestavljen samo iz podhlajenih vodnih kapljic do temperature najnižje -23°C . Cumulonimbus je sestavljen iz podhlajenih vodnih kapljic do temperature -14° . Pri nižjih temperaturah do -30° , izjemoma tudi do -40° ali še nižje, je sestavljen iz mešanice kapljic in kristalov. Pri temperaturah, ki so nižje od -30° oziroma -40°C je ta oblak sestavljen iz samih ledenih kristalov. Altocumulus je sestavljen do temperature -10° iz kapljic, od te temperature pa do -30°C je lahko sestavljen iz kapljic podhlajene vode ali mešanice kapljic in kristalov. Oblak altostratus je navadno sestavljen iz ledenih kristalov, vendar so lahko v njem tudi podhlajene kapljice. Cirrus je sestavljen iz ledenih kristalov in le majhne količine vodnih kapljic.

Taka sestava oblakov je seveda samo v povprečju, kajti sestavine istih vrst oblakov so od primera do primera različne. Posebej velja to za oblake,

ki so sestavljeni iz mešanice vodnih kapelj in ledenih kristalov. Medsebojno razmerje teh je lahko v istem oblaku zelo različno in se spreminja v istem oblaku in na isti višini.

Najprikladnejše določevanje intenzivnosti zaledenitve letal je merjenje debeline ledu, ki se v minuti nabere na površini letala. Ta intenzivnost se izpreminja za letala, ki letijo s hitrostjo okoli 300 km na uro med 0 mm in 6 mm na minuto. Maksimalna dopustna debelina ledu je n.pr. za letalo DC - 3 20 do 30 mm.

Odvisnost med intenzivnostjo zaledenitve in različnimi oblačnimi sistemi si bomo pogledali posebej za oblačne sisteme enorodnih zračnih mas in za oblačne sisteme v zvezi s frontalnimi površinami.

Prevladujoči vrsti oblakov v enorodni zračni masi sta v hladni polovici leta nad kontinentom stratus in stratocumulus. Pojavljata se v anticiklonu in v toplim sektorju ciklona, ter sta vedno povezana s temperaturno inverzijo. Največkrat sta sestavljena samo iz podhlajenih kapelj, redkeje iz mešanice kapelj in kristalov ter le zelo redko iz samih ledenih kristalov. V teh dveh oblakih moramo vedno računati na nevarnost zaledenitve. V primeru da sta omenjena oblaka brez padavin je zaledenitev majhna. Najmočnejša zaledenitev je pri vrhu oblakov, v bližini inverzije in sicer je tu intenzivnost od 0,6 do 1 mm ledu na min. V kolikor padajo iz omenjenih oblakov padavine je zaledenitev nekoliko intenzivnejša in sicer 1 do 2 mm na minuto. Najmanjša zaledenitev je tedaj kadar padajo velike snežinke. V teh oblakih je zaledenitev odvisna tudi od vertikalnega temperaturnega gradienta; kadar je ta majhen ali imamo inverzijo od samih tal, takrat je navadno vidljivost zaradi meglenosti zelo slaba, vendar je tudi zaledenitev majhna (0,1 do 0,4

mm na minuto). Pri velikem temperaturnem gradientu ($0,8$ do 1° na 100 m) in pri dobri vidljivosti, posebej pa še močnejšem vetru je zaledenitev običajno več kot 1 mm na minuto. Vrhovi teh oblakov so največkrat na višini manj kot 1500 m, zato je najboljšje leteti nad njimi. V kolikor so vrhovi oblakov višji in ni mogoče leteti nad njimi, potem se mora letalec gibati v čim nižjih slojih, kar bo zaledenitev tam najmanjša. V primeru, če pri dviganju v takem oblaku naletimo na zelo intenzivno zaledenitev pomeni, da smo blizu inverzijske plasti in da bomo pri nadaljnjem dviganju kmalu prišli nad oblak. Mnogokrat sta nad tem oblačnim slojem še eden ali dva sloja altostratusnih oblakov, ki sta prav tako povezana s temperaturnimi inverzijami in navadno ne pokriva ta vsega neba. Razmere glede zaledenitve v teh višjih slojih so podobne kot v spodnjem sloju.

Konvektivni oblaki enorodnih zračnih mas se pozimi po obliki precej razlikujejo od onih poleti. Cumulus in cumulus congestus spominjata na slojaste oblake, prav tako cumulonimbus, ki je pozimi navadno sestavljen iz več posameznih celic. V primeru, če je konvekcija močna tvorijo konvektivni oblaki nad nekim področjem popolnoma zaprto plast oblakov, z gornjo mejo okoli 4000 m. Zaledenitev v teh oblakih je precej močna. V nižjih slojih je intenzivnost zaledenitve $0,6$ do 1 mm na minuto. Z višino pa intenzivnost narašča in je na višini nad 2500 m vsaj 1 do 2 mm na minuto, v izjemnih primerih celo 3 do 6 mm na minuto. Največkrat imamo to oblačnost v hladnem sektorju ciklona. Zaradi raztrganosti tega oblačnega sistema je zaledenitev pri letanju skozi njega le kratkotrajna in zato kljub večji intenzivnosti ni bolj nevarna od one pri slojasti oblačnosti. Kadar smo blizu centra ciklona ali nad večjimi gorskimi masivi dobimo kompakten sloj konvektivne oblačnosti in zato postane zaledenitev zelo intenzivna in za letenje zelo nevarna. V takih pogojih se letenje ne pri-

poroča, saj lahko že prebijanje nad oblake, oziroma pod nje, letalo zaledeni preko dopustne mere.

Zaledenitve v topli fronti in okluziji toplega tipa so lahko zelo različne. Na izrazito topli fronti, ki jo najdemo največkrat blizu centra ciklona in za katero je značilna močna razlika temperatur med toplim in hladnim sektorjem, imamo zelo debel nepretrgan sloj oblakov od zemlje do višine 8 km. Tako fronto lahko ugotovimo po zelo močnem padu zračnega pritiska in sicer pred fronto. V teh oblakih imamo navadno tudi zelo močne padavine in snežne meteže. Zaledenitev je pri tem oblačnem sloju navadno precej majhna. Na drugi strani imamo možnost zelo hudih zaledenitev pri slabo izraženih in počasnih toplih frontah z majhno temperaturno razliko in majhnim padom ali celo porastom zračnega pritiska pred njimi; oblačnost je v teh primerih največkrat razdeljena na več plasti in daje le zelo slabe padavine, največkrat rahlo sneženje. Intenzivnost zaledenitve je tu od 1 do 3 mm na minuto. Frontalni sistemi te vrste so precej široki, zato je letenje skozi njih nemogoče. Višina oblakov v teh počasnih frontah, ki so običajno na zunanji strani ciklona ali v območju anticiklona, je okrog 3000 m.

Za razliko od slojaste oblačnosti enorodnih zračnih mas je zaledenitev v slojastem oblačnem sistemu front najmočnejša v spodnjem sloju ter se proti vrhu počasi zmanjšuje.

V področju tople fronte imamo še eno resno nevarnost zaledenitve. V primerih velikih temperaturnih razlik med obema sektorjema ciklona in kadar so temperature v toplim sektorju nad lediščem, dobimo v hladnem sektorju podhlajen dež. Zaledenitev v tem podhlajenem dežju je izredno intenzivna, več mm v minuti. Poleg tega je pa nevarna cona široka 200 do 300 km; letenje skozi ta

sektor zato ni mogoče. Pri podhlajenem dežju je na večjih višinah, navadno že nad 500 do 1 000 m plast zraka s temperaturo nad lediščem, oblačni sistem pa običajno tudi ni debelejši od 3 000 m. Pri podhlajenem dežju moramo zato vedno umikati navzgor.

Zaledenitev v oblakih hladne fronte je vedno zelo intenzivna. V frontah prvega roda (tu je oblačni sistem podoben obrnjeni topli fronti) je zaledenitev najintenzivnejša, kadar so padavine slabe. V hladnem sektorju ciklona pa bo zaledenitev najmočnejša tam, kjer pada podhlajen dež. Zaledenitev v frontalnih cumulonimbusih je podobna kot v cumulonimbih enorodnih zračnih mas. Nevarnost je tu večja, ker so ti oblaki mnogo bolj razviti in ker zavzemajo zelo veliko področje.

Splošno lahko rečemo, da vse orografske zapreke povečujejo intenzivnost zaledenitve. Na teh zaprekah se mora zrak dvigati, ter se adiabatno ohlajati. Iz njega se izloča večja količina vlage, v zvezi s tem se tvorijo večje množine velikih kapelj podhlajene vode. V tem primeru torej pri zraku, ki se je zaradi dviga adiabatno ohladil so intenzivne zaledenitve tudi takrat, kadar padajo iz njih zelo močne padavine. Zelo močne zaledenitve imamo na priveterni strani gorskih grebenov v vseh vrstah oblakov, slojastih in konvektivnih, ne glede na to ali so iz frontalnega oblačnega sistema ali iz enorodne zračne mase in ne glede na padavine. Intenzivnost zaledenitve se spreminja od 2 do 6 mm na minuto. Večja je zaledenitev, kadar je veter močnejši in kadar je zračna masa maritimna. V oblačnih sistemih na odveterni strani gorskih grebenov je zaledenitev zelo majhna ali je sploh ni. Področje tako zvečane ali zmanjšane intenzivnosti zaledenitve je široka 1 do 2 km na vsako stran gorskega grebena.

Posebno močne zaledenitve v cumulonimbu imamo tedaj, kadar se hladna fronta približa večjemu gorskemu grebenu. Tedaj se topli zrak, ki je zajezen med hladni zrak in gorski greben, zelo hitro dvigne, kondenzacija je zato zelo intenzivna in zaledenitev v takem oblaku utegne preseči 6 mm na minuto. Na snečo traja taka situacija le krajši čas in zato je nekoliko manj nevarna.

Pri letenju v pogojih pri katerih lahko pride do zaledenitve moramo upoštevati še nekatere stvari. Termometer na letalu nam zaradi kinetičnega gretja pri letenju izven oblakov kaže višjo temperaturo od prave. Zato lahko pride do občutne zaledenitve takoj potem, ko letalo, ki je letelo zunaj oblaka, pri stanju termometra nad 0° prileti v oblak; zaradi izhlapevanja bo kinetično zvišanje temperature namreč odpadlo.

O sestavi oblakov skozi katere bo letalo letelo, lahko sklepamo po nekaterih optičnih znakih. Če vidimo okoli mesca ali sonca korono (to so barvni obroči, rdeči na notranji in modri na zunanji strani) pomeni, da je oblak sestavljen iz vodnih kapljic. Prav tako vemo, da je oblak iz vodnih kapljic tudi tedaj kadar letimo nad njim in se okoli sence našega letala napravi barvni obroč, takoimenovana glorijska. Nekaterne važneje informacije o zaledenitvi lahko dobimo tudi takrat, kadar se na letalu že prične nabirati led. V kolikor je struktura ledu porozna, oziroma v obliki iglic, ter počasi raste v smeri strujnic, potem navadno ni pričakovati resnejše zaledenitve. V tem primeru lahko letalo leti dalje na isti višini. Čim opazimo na letalu gladek amorfni led, katerega debelina opazno raste, je nujno takojšnje ukrepanje. Led ali ivje sta zelo dobra podlaga za nadaljnjo zaledenitev zato je potrebno pri letalih, ki v mrzlih dnevih parkirajo na prostem skrbno odstraniti ves led, ki se je na njih nabral in to preden poletijo.

Navedeni podatki kažejo, da morata tako meteorolog prognostik tako letalec dobro poznati splošne sinoptične pogoje in pa posebej strukturo oblačnih sistemov, da se letalo izogne nevarnim področjem zaledenitve. Težava je v tem, ker ni zadostnih podatkov o sestavi in drugih razmerah oblačnih sistemov in moramo na te podatke sklepati iz poznavanja splošnih vremenskih razmer, razširjenosti oblačnega sistema, količine in vrste padavin in podobnega.