

PRILOG 4

ANALIZA PROGNOŠTIČKIH POLJA TEMPERATURE I VJETRA  
DOBIVENIH DINAMIČKIM MODELOM ZA OGRANIČENU  
OBLAST S OROGRAFIJOM

B. Lipovčić

1977.

## SAŽETAK

Izvršena je analiza prognoziranih polja temperature i vjetra nakon 24 "sata" integracije modela, na nivoima  $\nabla_2$  i  $\nabla_5$ , ostvarena pomoću modela za numeričku prognozu vremena, uz promjenu orografije modela.

Usporedbom rezultata analize pokazano je da izbor visine i oblika orografske prepreke ima odlučujući utjecaj na prognozu polja temperature i vjetra.

Rezultati su pokazali da u sadašnjem modelu i sa sadašnjom šemom integracije, orografska prepreka mora biti izglađena, jer suviše velik nagib dovodi do numeričke nestabilnosti.

1. Uvod	1
2. Analiza prognoziranih polja temperature i vjetra	2
2.1. Prognozirano polje temperature	2
2.2. Prognozirano polje zonalne komponente vjetra	3
2.3. Prognozirano polje meridionalne komponente vjetra	4
3. Zaključak	6

## 1. UVOD

MODEL 1 - bez orografije za numeričku prognozu vremena, pokazao je dobre rezultate u prognozi polja temperature i tlaka, te vjetra. Jedan od koraka u razvoju modela je uvođenje orografije tla. Izbor orografije za MODEL 2, prikazan je u radu Jurčec, Branković - Objektivna prognoza vremena, 1975.

U MODELU 2 izvršena su dva izbora orografske prepreke, ALPE 1 maksimalna visina prepreke 3000 m, i ALPE 2 kod koje je vrh reducirana za 1000 m, i Alpe su generirane s tri točke na 2000 m i nižim visinama.

Analiza polja temperature i vjetra izvršena je na sigma nivoima modela. U modelu je definirano pet sigma nivoa za vrijednosti  $\sigma = 0.15, 0.425, 0.650, 0.825, 0.950$ , u obzir su uzete i vrijednosti  $\sigma_s = 1.0$  na nivou orografije i  $\sigma_r = 0.0$  na gornjoj granici modela.

Za prizemni tlak 1000 mb, tlak na nivoima izgledao bi ovako:

$\sigma_r = 0$	100 mb
$\sigma_1 = 0.15$	235 mb
$\sigma_2 = 0.425$	483 mb
$\sigma_3 = 0.65$	685 mb
$\sigma_4 = 0.825$	843 mb
$\sigma_5 = 0.95$	955 mb
$\sigma_s = 1.0$	1000 mb.

MODEL 2 koristi antireducirani tlak na nadmorske visine točaka pomoću formule:

$$P_{or} = P_0 e^{\left( \frac{-9.8 H}{R (T_0 + t)} \right)}$$

$P_0$  prizemni reducirani tlak interpoliran na računске točke modela iz sinoptičkih podataka, H nadmorska visina točke u metrima, R plinska konstanta i t temperatura interpolirana na računске točke iz sinoptičkih podataka. Uvažavanje antireduciranog tlaka u MODELU 2 automatski povlači promjene visine sigma ploha modela. Promjena visine sigma ploha modela uzrokuje i promjene početnih vrijednosti elemenata na tim plohama.



## 2. ANALIZA PROGNOZIRANIH POLJA TEMPERATURE I VJETRA

Model za numeričku prognozu vremena primjenjen je na podatke motrenja na dan 21.07.1973.godine u 01 sat. Tražena je prognoza polja meteoroloških elemenata za dan 22.07.1973. u 01 sat.

Sinoptička situacija dana 21.07.1973. okarakterizirana je bezgradijentnim poljem povišenog tlaka, koje zahvaća zapadni i srednji Mediteran te Balkanski poluotok, i ciklonom sa središtem iznad južnog dijela Skandinavije. Slabo izražena frontalna zona proteže se od Holandije do Pirinejskog poluotoka.

Analiza prognoziranih polja temperature i vjetra vršena je za sva tri modela, svaka tri "sata" integracije. Ovdje su ukratko prikazani rezultati rada modela za  $T_0+24$  na nivoima  $\nabla_2$  i  $\nabla_5$ . Izbor nivoa je namjeran, nivo  $\nabla_2$  nalazi se u neposrednoj blizini izobarne plohe AT 500 mb, a nivo  $\nabla_5$  približno prikazuje raspored meteoroloških elemenata u prizemnom sloju atmosfere.

### 2.1. PROGNOZIRANO POLJE TEMPERATURE

MODEL 1 i MODEL 2-ALPE 2 daju slične rezultate prognoze polja temperature na nivou  $\nabla_2$  nakon 24 "sata" integracije modela. U oba slučaja dolazi do formiranja dva odvojena centra hladnog zraka, jedan sjeverno od Velike Britanije i drugi u području Danske. Nad srednjom i zapadnom Evropom izoterme su zonalno položene sa slabim gradijentom temperature nad Alpama. Gradijent temperature izraženiji je kod MODELA 2-ALPE 2.

Slika 2.1.1. prikazuje prognozirano polje temperature na nivou  $\nabla_2$  ostvareno pomoću MODELA 1, na slici 2.1.2. prikazano je polje temperature na istom nivou ostvareno pomoću MODELA 2-Alpe 2.

Rezultati integracije MODELA 2-ALPE 1, slika 2.1.3., ne uklapaju se u opću predodžbu o izgledu temperaturnog polja u slobodnoj atmosferi na visini 500 mb plohe. Nakon 24 "sata" integracije dolazi do formiranja zatvorenih izoterma, jezgara toplijeg i hladnijeg zraka, zonalno položenih u zavjetrini orografske prepreke. Prognozirani položaj centara ne odgovara opažanju, a formirana temperaturna razlika dovodi do pojavljivanja nerealno velikog horizontalnog gradijenta temperature.

Prognozirano polje temperature na nivou  $\nabla_5$  kod MODELA 1 i MODELA 2-ALPE 2 pokazuju sličnosti, slika 2.1.4. i 2.1.5., medju-

tim prognozirano polje temperature pomoću MODELA 2-ALPE 1, slika 2.1.6. ,znatno odstupa.

Kod MODELA 1 dolazi do formiranja gradijenta temperature u području sjevernog Jadrana i Alpi. Nad područjem Balkanskog poluotoka nalazi se termički greben.

MODEL 2-ALPE 2 daje mnogo izrazitiji gradijent temperature u području Alpa i sjeverozapadnih krajeva Jugoslavije. Termička dolina pomaknuta je više prema istoku, u odnosu na prognozirani položaj doline pomoću MODELA 1. Zapadni krajevi Jugoslavije nalaze se pod utjecajem prednje strane termičke doline i u području jakog gradijenta temperature. Termički greben nad Balkanskim poluotokom izraženiji je nego kod MODELA 1.

MODEL 2-ALPE 1 daje jak pad temperature ispred orografske prepreke, sjeverozapadno od Alpi formira se jezgra hladnog zraka, ( zatvorena izoterma  $5^{\circ}\text{C}$  ). Nad sjevernom Italijom dolazi do formiranja nerealno velikog gradijenta temperature. Utjecaj orografske prepreke "osjeća" se uzvjetar i očituje se u padu temperature, na zavjetrinskoj strani dolazi do manjeg pada temperature. Gradijent temperature najveći je nad orografskom preprekom.

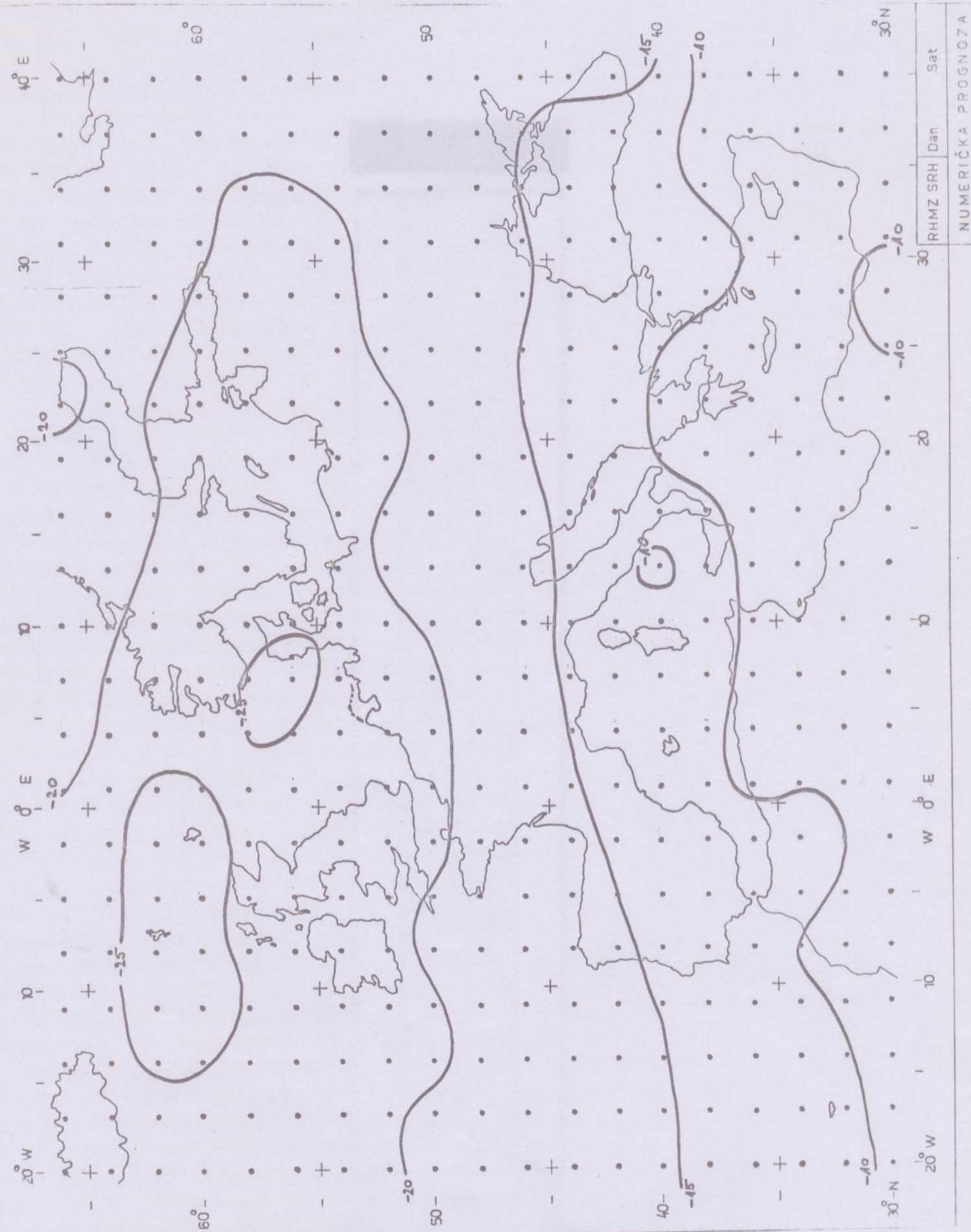
Promatranje i analiza temperature u MODELU 1 i MODELU 2-ALPE 2 na svim nivoima integracije i nakon svaka tri "sata" integracije, pokazala je da u prvom periodu integracije, do  $T_0+12$ , dolazi do porasta temperature u istočnom djelu oblasti integracije i do slabog pada temperature u zapadnom djelu oblasti integracije. Ta preraspodjela temperature pogoduje stvaranju termičkog gradijenta u oblasti Alpi. U drugom periodu integracije,  $T_0+24$ , dolazi do zahladjenja u cijeloj oblasti integracije, osim na rubovima područja, i do pomicanja izoterma prema jugu.

## 2.2. PROGNOZIRANO POLJE ZONALNE KOMPONENTE VJETRA

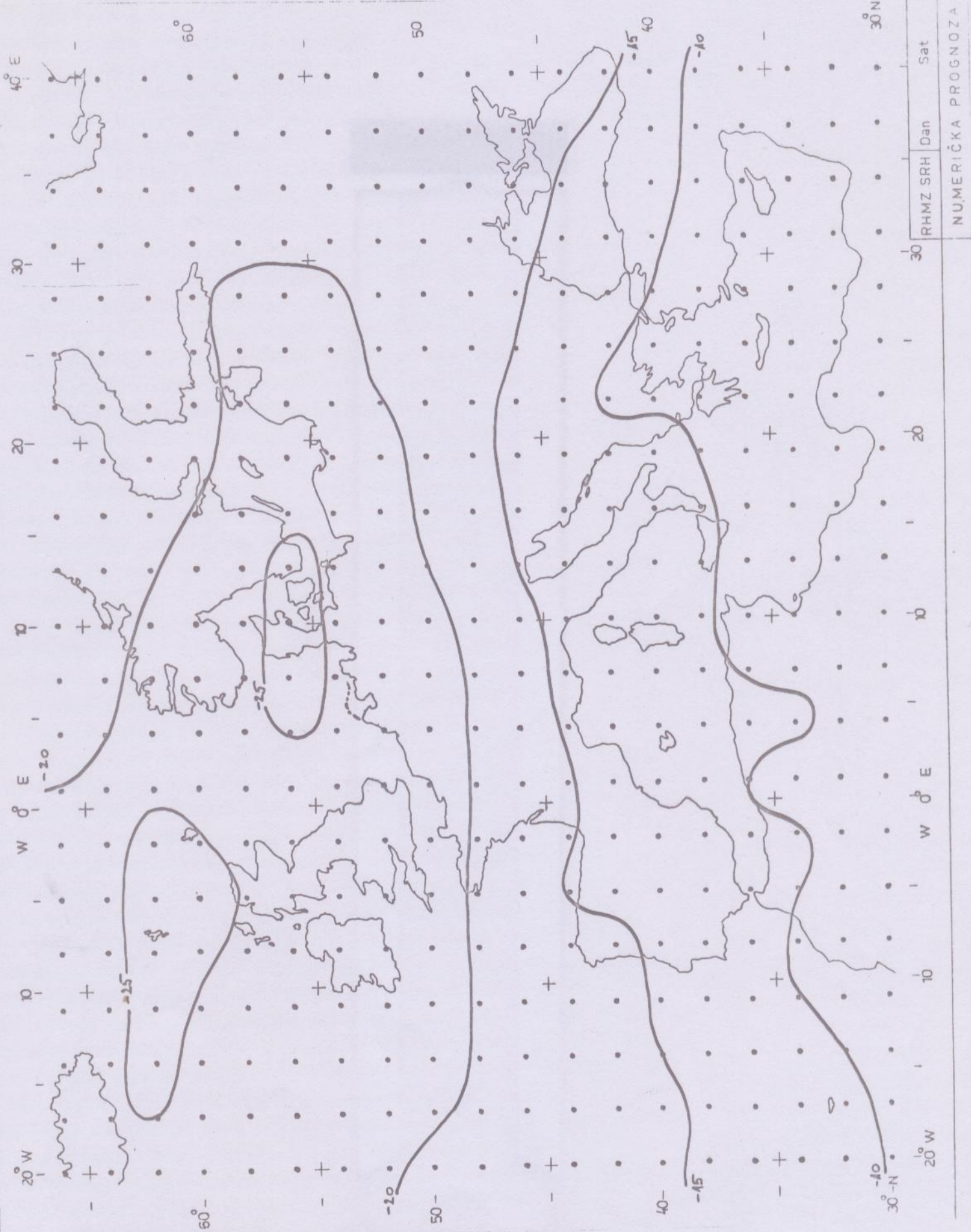
Kod analize prognoziranog polja zonalne komponente vjetrova pokazalo se da su polja vjetrova ostvarena MODELOM 1 i MODELOM 2-ALPE 2 međusobno usporediva, dok prognozirano polje MODELA 2-ALPE 2 odstupa od svih analiza.

Na nivou  $\nabla_2$  kod MODELA 1 uočava se izraženo područje maksimalnog vjetrova, brzina veća od  $30 \text{ ms}^{-1}$ , nad Genovskim zaljevom s maksimalnim iznosom brzine  $33.1 \text{ ms}^{-1}$ , slika 2.2.1.



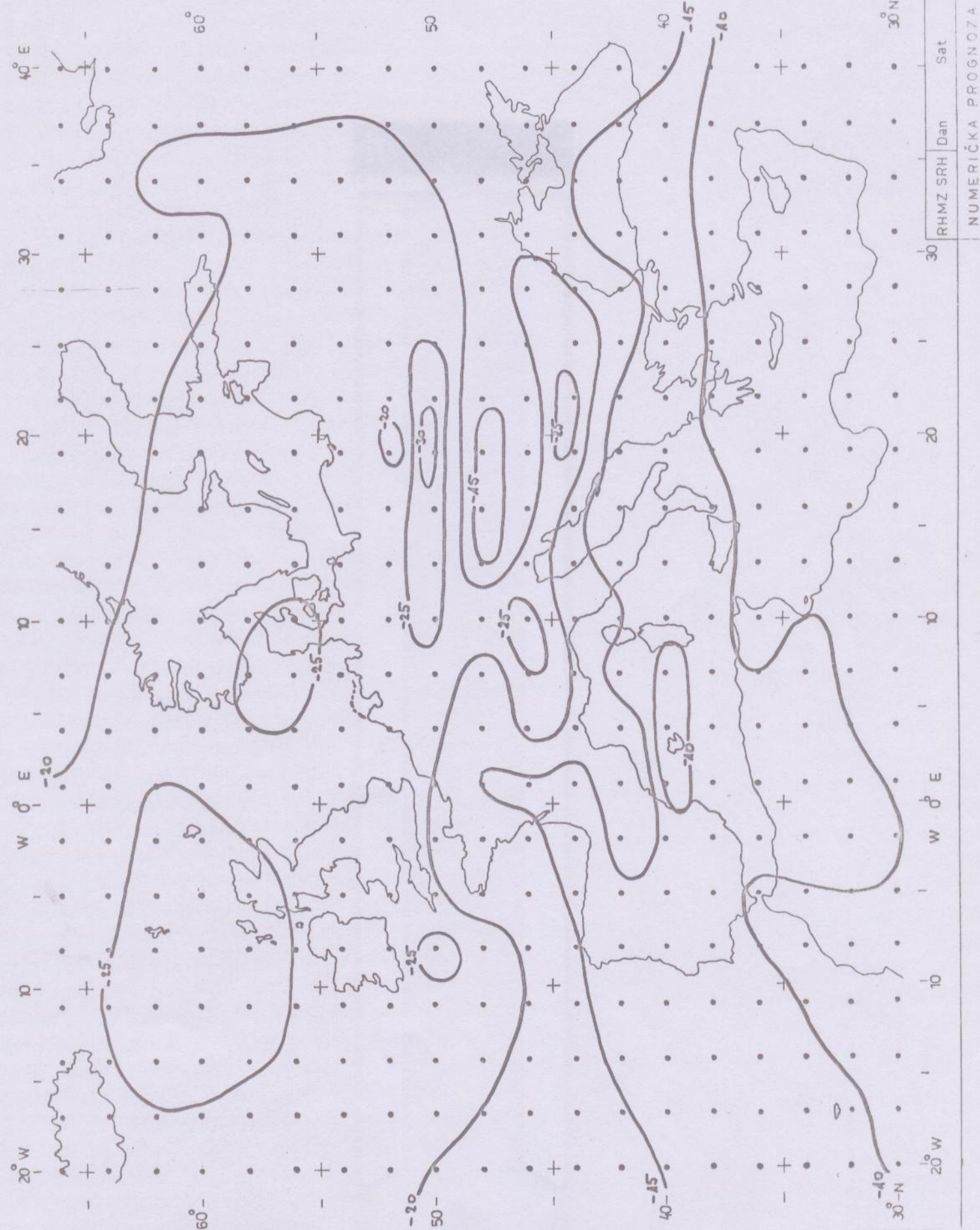


Sl. 2.1.1. temperatura,  $T_0+24$ ,  $G_2$ , MODEL 1

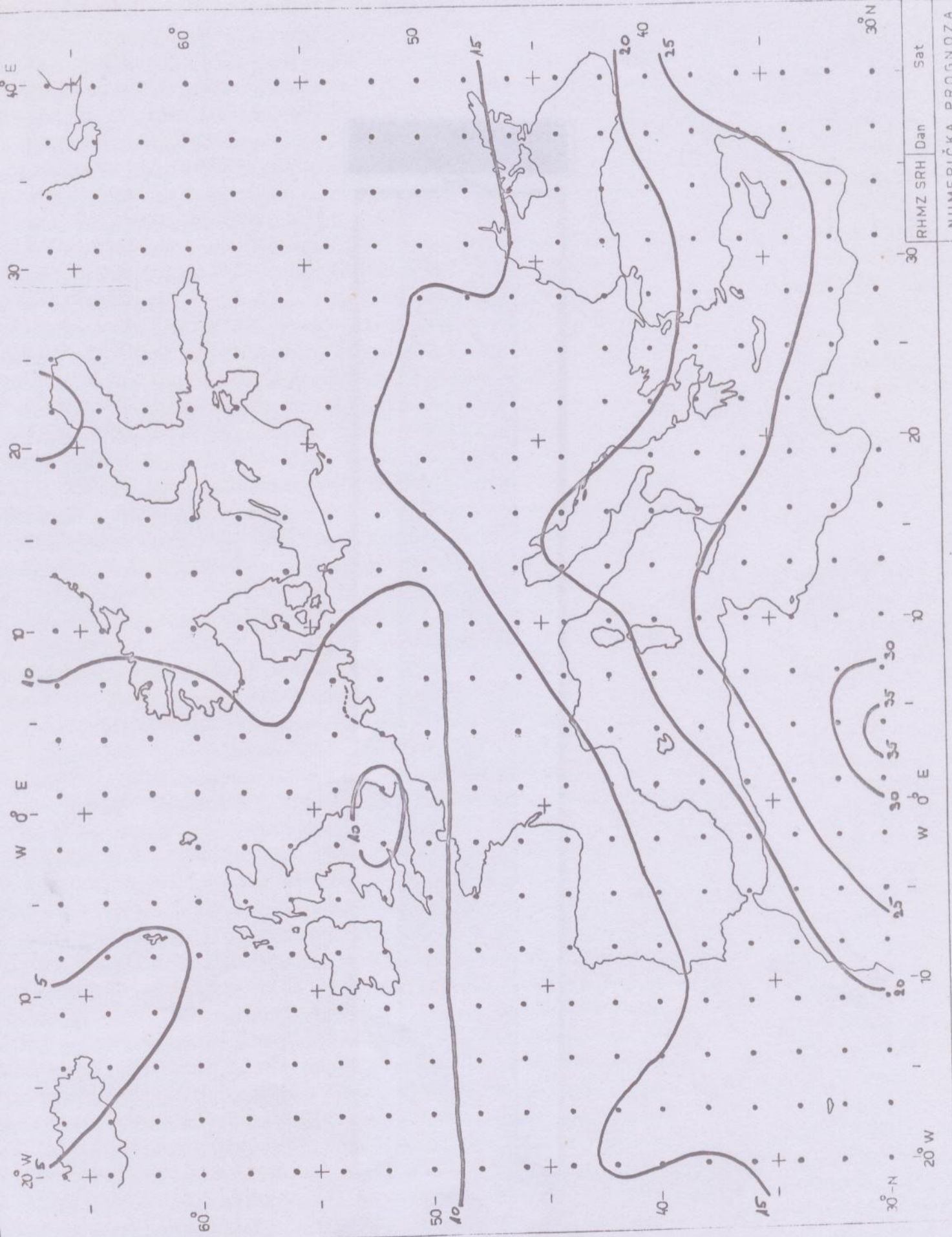


Sl. 2.1.2. temperatura,  $T_0+24$ ,  $C_2$ , MODEL 2-ALPE 2



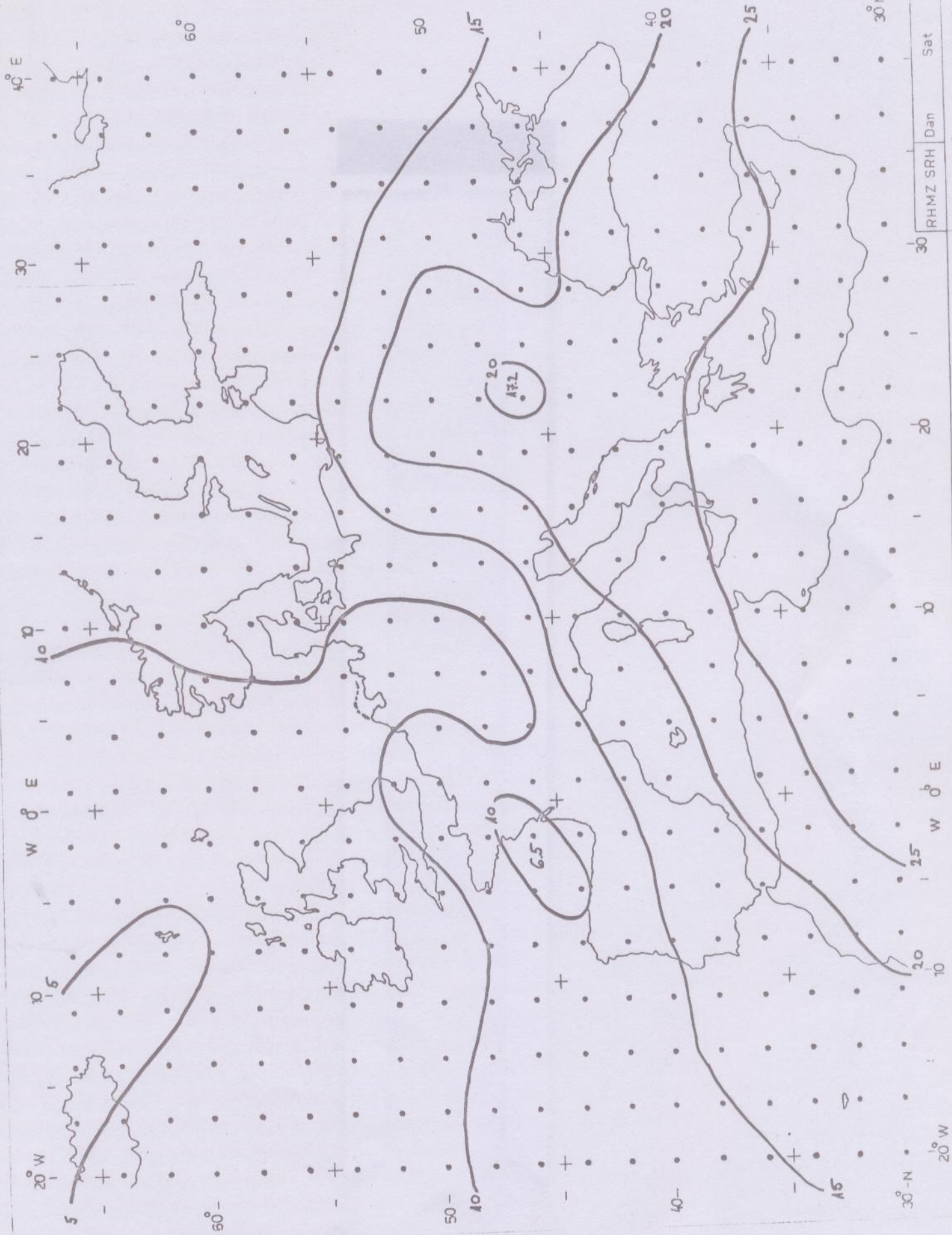


Sl. 2.1.3. temperatura,  $T_0+24, G_2$ , MODEL 2-ALPE 1



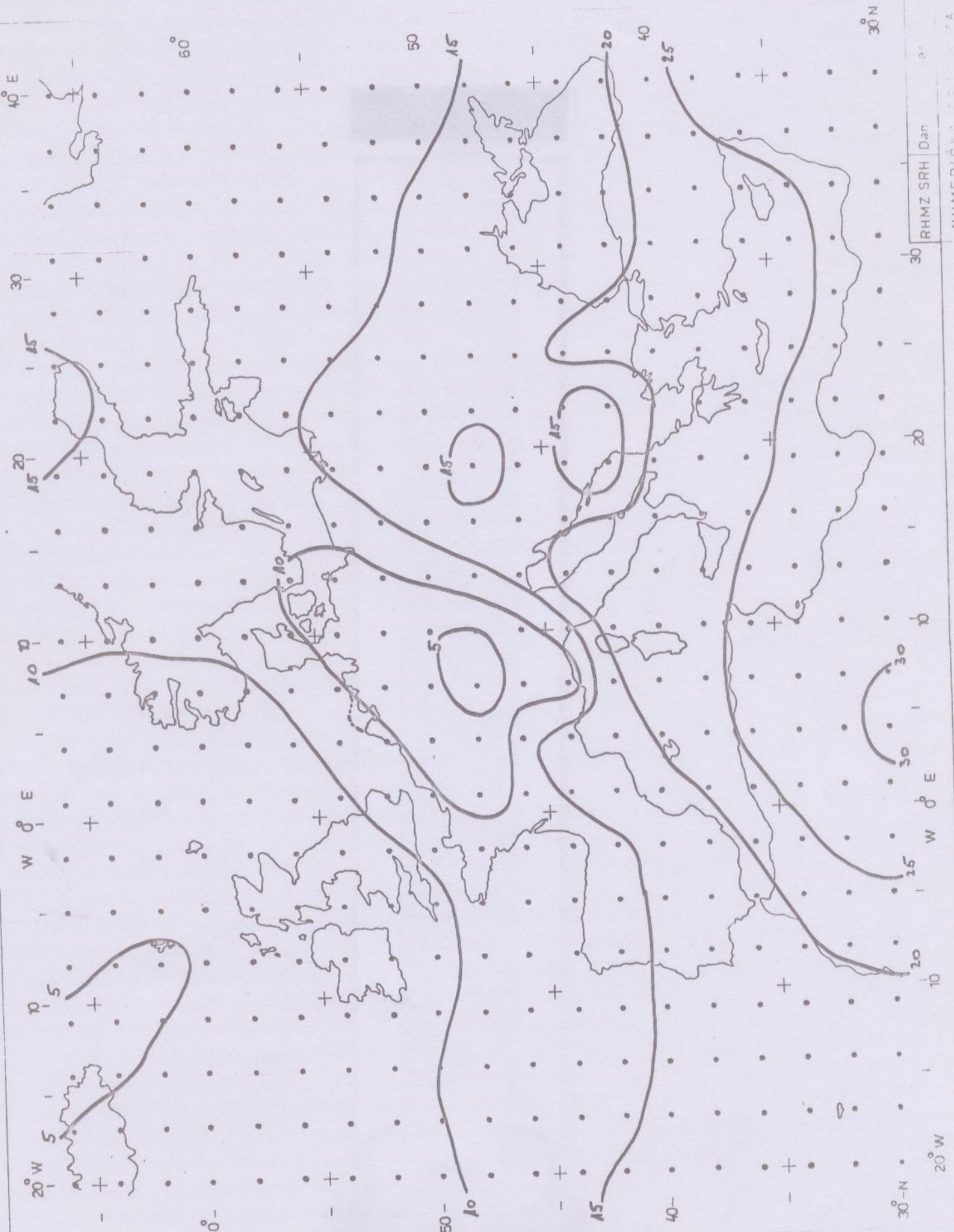
Sl. 2.1.4. temperatura,  $T_0 + 24, G_5$ , MODEL 1





Sl. 2.1.5. temperatura,  $T_0+24$ ,  $G_5$ , MODEL 2-ALPE 2





RHMZ SRH | Dan

NUMERIC

SL. 2.1.6. temperatura,  $T_0+24$ ,  $\sigma_5$ , MODEL 2-ALPE 1

Kod MODELA 2-ALPE 2 područje zatvoreno izotahom  $30 \text{ ms}^{-1}$  je veće nego kod MODELA 1, i zahvaća sjeverozapadno Sredozemlje, Jadran i zapadne krajeve Jugoslavije, maksimalni iznos brzine je  $37.8 \text{ ms}^{-1}$ , slika 2.2.2.

Važno je napomenuti da u početnom polju vjetra, u čas  $T_0$ , na nivou  $\tau_2$  nema zatvorene izotahe brzine iznosa  $30 \text{ ms}^{-1}$ . Tokom integracije došlo je do porasta zonalne komponente brzine vjetra.

Kod MODELA 2-ALPE 1, polje izotaha zonalne komponente vjetra mnogo je složenije, slika 2.2.3. Pojavljuju se centri velike brzine, do  $43.1 \text{ ms}^{-1}$ , zapadne ( pozitivne vrijednosti ) komponente strujanja, i neposredno uz njih centri istočne ( negativne vrijednosti ) komponente brzine.

Djelovanje orografije u MODELU 2-ALPE lvidi se na slici 2.2.4., koja prikazuje prognozirano polje zonalne komponente vjetra na nivou  $\tau_5$ . Nizvjetar od orografske prepreke dolazi do formiranja tri izražena centra zapadne komponente brzine, koji su razdvojeni centrima istočne komponente strujanja.

Kod MODELA 1 i MODELA 2-ALPE 2, na nivou  $\tau_5$ , slika 2.2.5. i 2.2.6., razlika je u iznosu maksimalne brzine vjetra. Kod MODELA 1 nad područjem Alpi maksimalna brzina zonalne komponente vjetra iznosi  $16.2 \text{ ms}^{-1}$ , a kod MODELA 2-ALPE 2  $20.1 \text{ ms}^{-1}$ . U oba slučaja dominantna je zonalna struja zapadnog smjera.

Promatranje promjene zonalne komponente brzine vjetra, na svim nivoima modela, za svakih šest "sati" integracije, pokazuje kod MODELA 1 i MODELA 2-ALPE 2 postupno smanjenje brzine vjetra na najvišem nivou modela i porast brzine na nižim nivoima modela. Kod MODELA 2-ALPE 2 u čas  $T_0$ , na nivou  $\tau_5$  maksimalna brzina iznosi  $13.1 \text{ ms}^{-1}$ , a u čas  $T_0 + 24$   $20.1 \text{ ms}^{-1}$ . Kod MODELA 2-ALPE 1 dolazi do pojave negativnih vrijednosti zonalne komponente vjetra, odnosno do istočne komponente strujanja, u zavjetrini orografske prepreke.

### 2.3. PROGNOZIRANO POLJE MERIDIONALNE KOMPONENTE VJETRA

Rezultati numeričke integracije MODELA 1 i MODELA 2-ALPE 2 pokazuju sličnosti u polju prognoziranih vrijednosti meridionalne komponente vjetra. MODEL 2-ALPE 1 daje rezultate koji se ne uklapaju u predodžbu o izgledu polja vjetra, niti se ne podudaraju s analizom stvarne situacije.



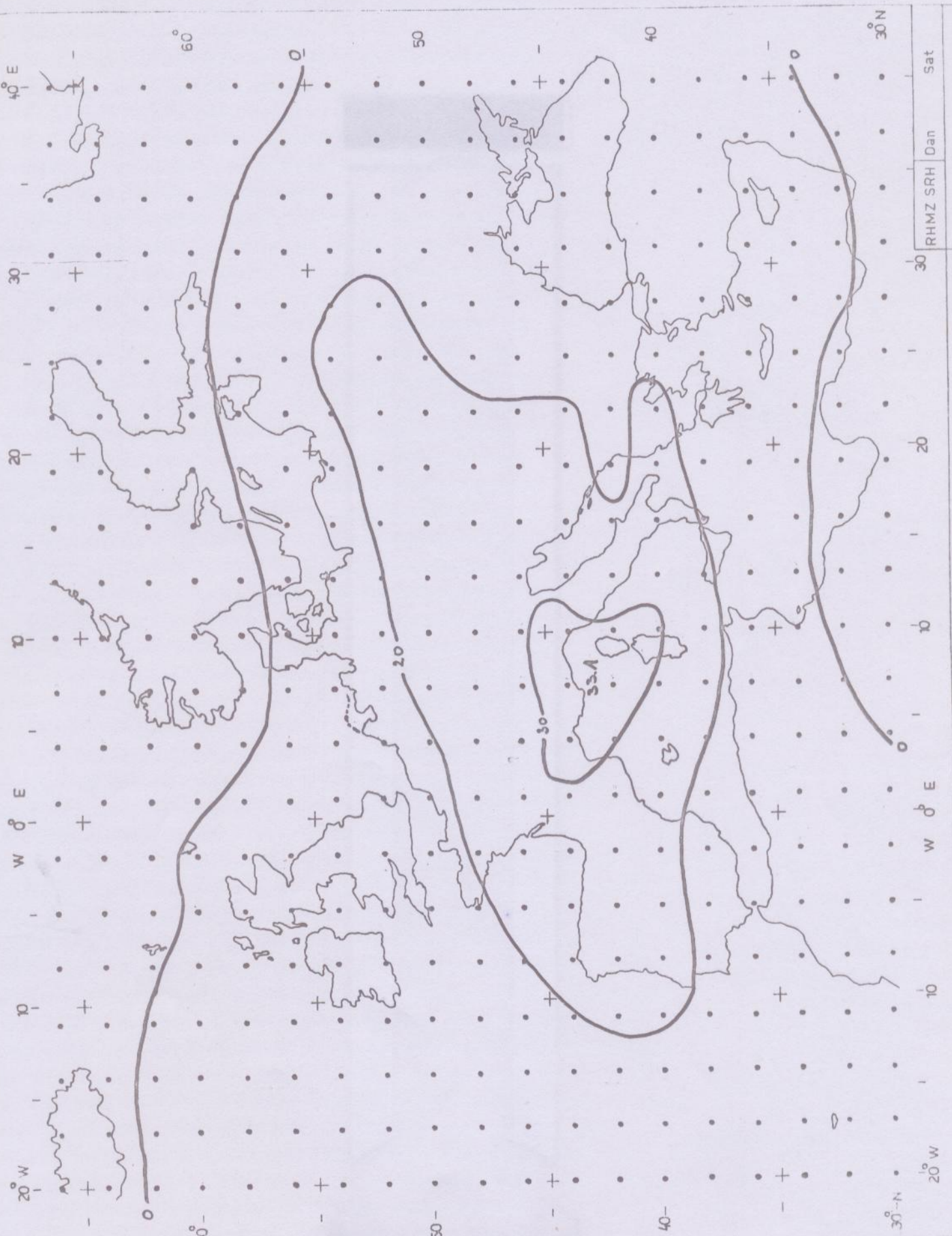
Kod MODELA2-ALPE 1 na nivou  $\nabla_2$  i  $\nabla_5$  pojavljuju se odvojeni centri pozitivne ( južne ) i negativne ( sjeverne ) komponente vjetra, slika 2.3.1. i 2.3.2. Na nivou  $\nabla_2$  maksimalni iznos južne komponente iznosi  $20.4 \text{ ms}^{-1}$ , a nalazi se iznad Španjolske. Sjeverna komponenta strujanja ima maksimum iznad Jugoslavije iznosa  $19.4 \text{ ms}^{-1}$ . Na nivou  $\nabla_5$  maksimum južne komponente je  $16.2 \text{ ms}^{-1}$  nad sjevernim Jadranom, a maksimum sjeverne komponente je  $17.6 \text{ ms}^{-1}$  nad južnim Jadranom.

MODEL 1 za nivo  $\nabla_2$  daje os promjene smjera vjetra sa sjevernog na južni, ( izotaha vrijednosti 0 ), iznad Španjolske, Francuske i Danske, ona koincidira s položajem osi baričke doline, i iznad sjeverne Italije i istočnih krajeva Jugoslavije, ona koincidira s položajem osi baričkog grebena. Slika 2.3.3. prikazuje izotahu meridionalne komponente vjetra na nivou  $\nabla_2$  prognoziranu MODELOM 1.

Slične rezultate prognoze meridionalne komponente daje i MODEL 2-ALPE 2, slika 2.3.4. Os promjene smjera vjetra s sjevernog na južni pomaknuta je više prema istoku i nalazi se iznad sjeverne Italije i Alpi. Na nivou  $\nabla_5$  kod MODELA 2-ALPE 2 situacija je analogna, ponovo je došlo do pomicanja osi doline prema istoku, slika 2.3.5. u odnosu na prognozirani položaj osi doline MODELOM 1, slika 2.3.6.

Promatranje promjene meridionalne komponente brzine vjetra, na svim nivoima modela, za svakih šest "sati" integracije, pokazuje kod MODELA 1 i MODELA 2-ALPE2 postupno smanjenje područja južnog strujanja i postupno proširenje sjevernog strujanja na cijelo područje. Pomicanje izotaha 0 prema istoku ukazuje na postupno premještanje osi doline prema istoku.

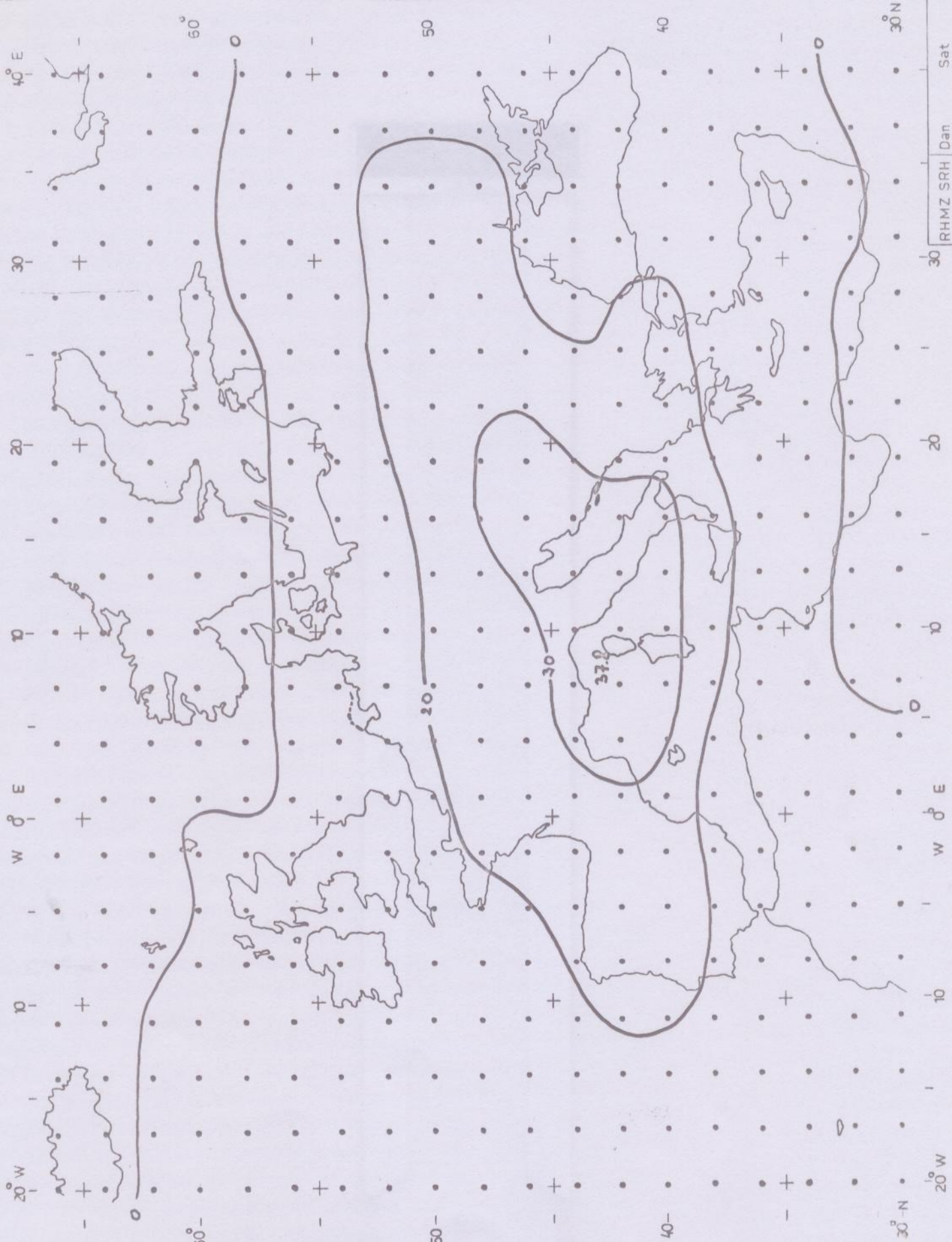




RHMZ SRH	Dan	Sat

NUMERIČKA PROGNOZA

Sl.2.2.1. vjetar u komponenta,  $T_0+24$ ,  $\zeta_2$ , MODEL 1



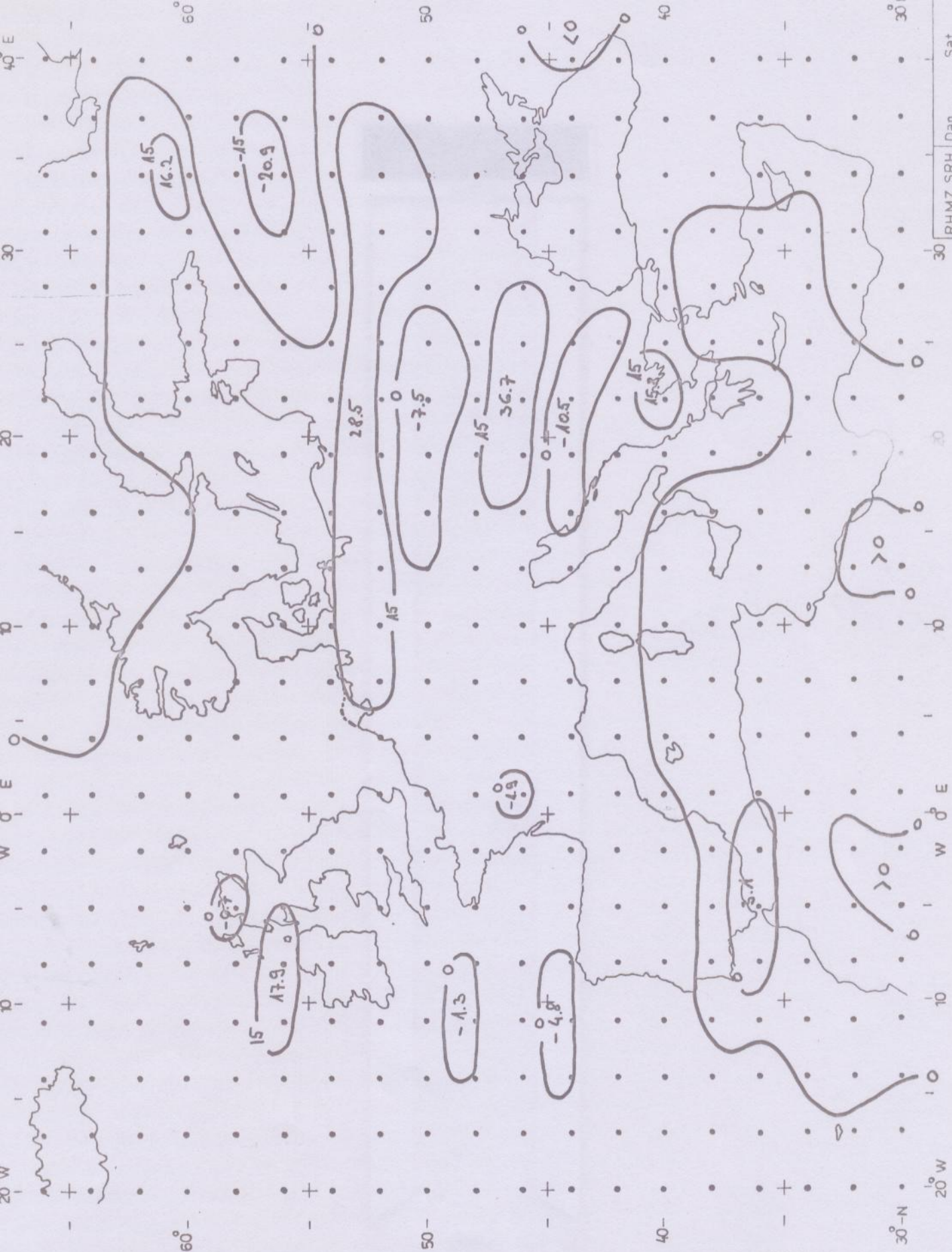
Sl. 2.2.2. vjetar u komponenta,  $T_0+24$ ,  $G_2$ , MODEL 2-ALPE 2



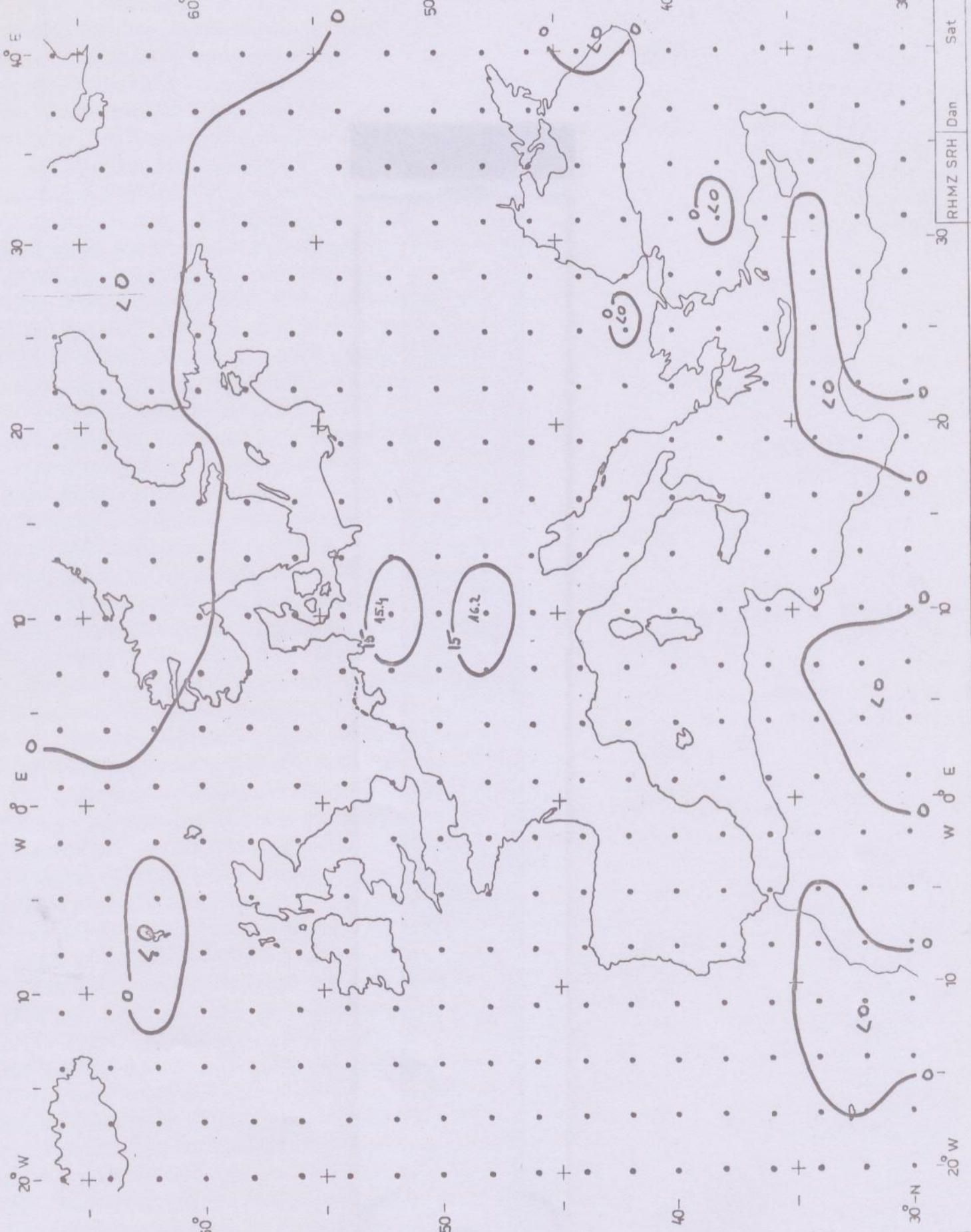


Sl. 2.2.3. vjetar u komponenta,  $T_0+24$ ,  $G_2$ , MODEL 2-ALPE 1



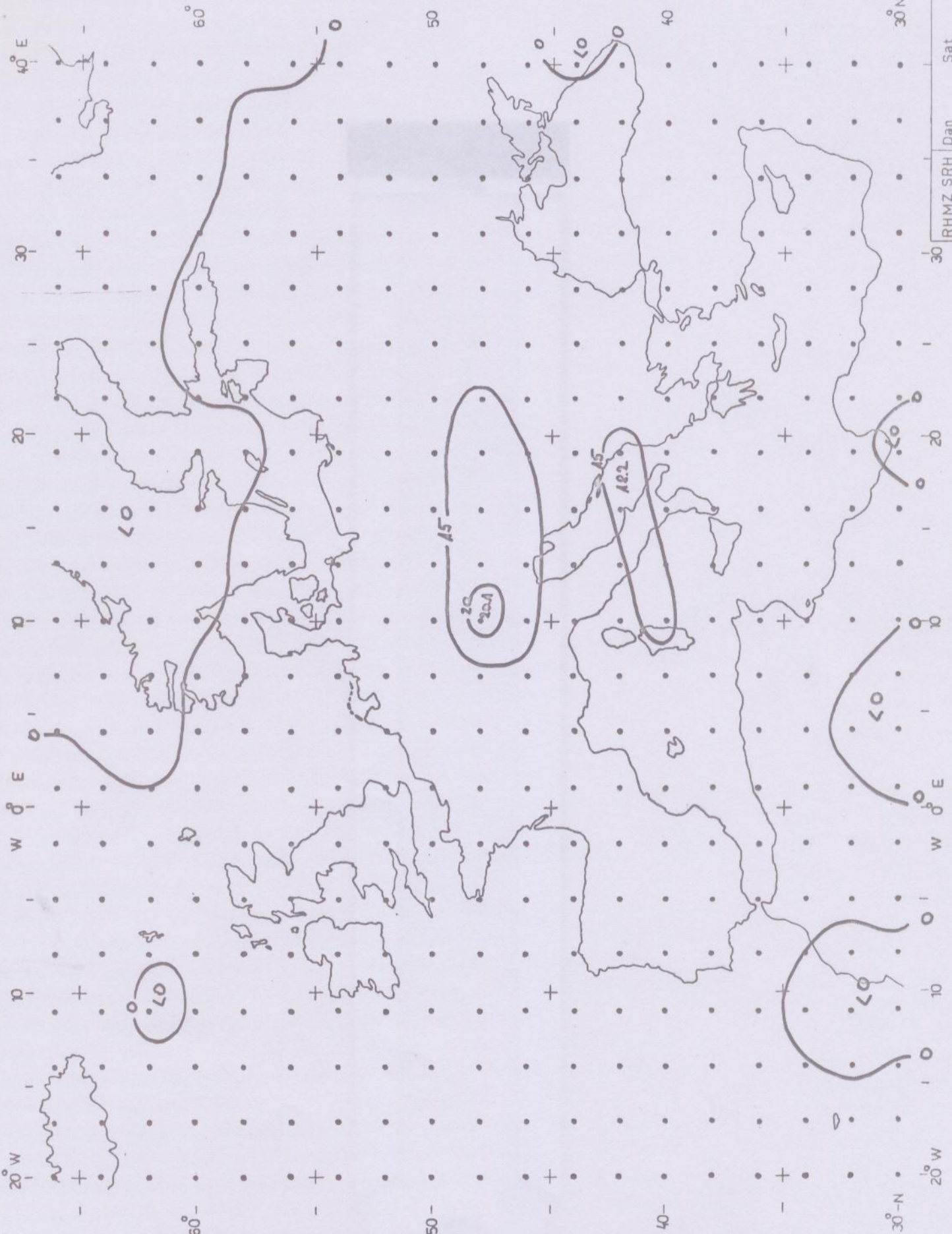


Sl. 2.2.4. vjetar u komponenta,  $G_5$ ,  $T_0 + 24$ , MODEL 2-ALPE 1

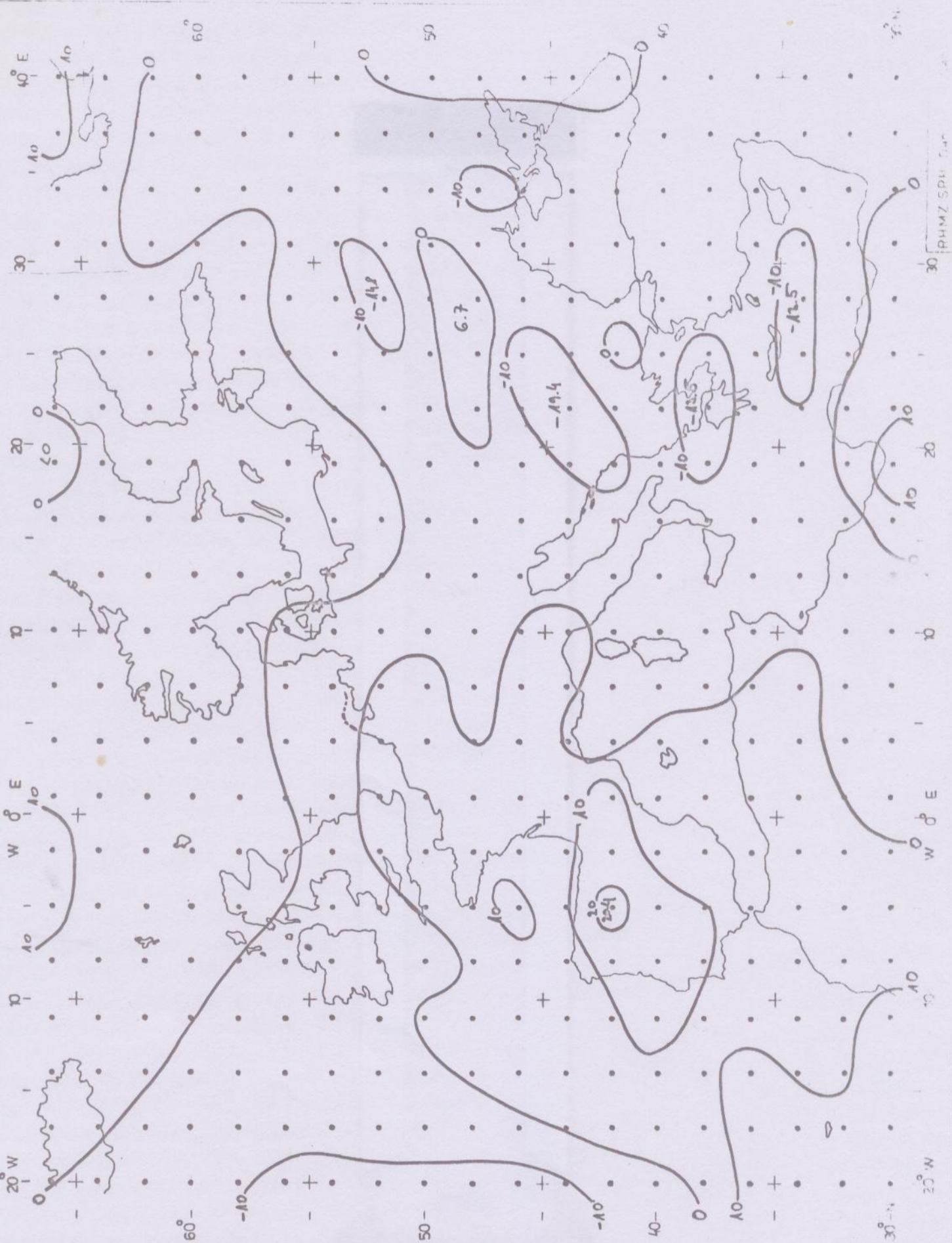


Sl. 2.2.5. vjetar u komponenta,  $T_0+24$ ,  $\sigma_5$ , MODEL 1



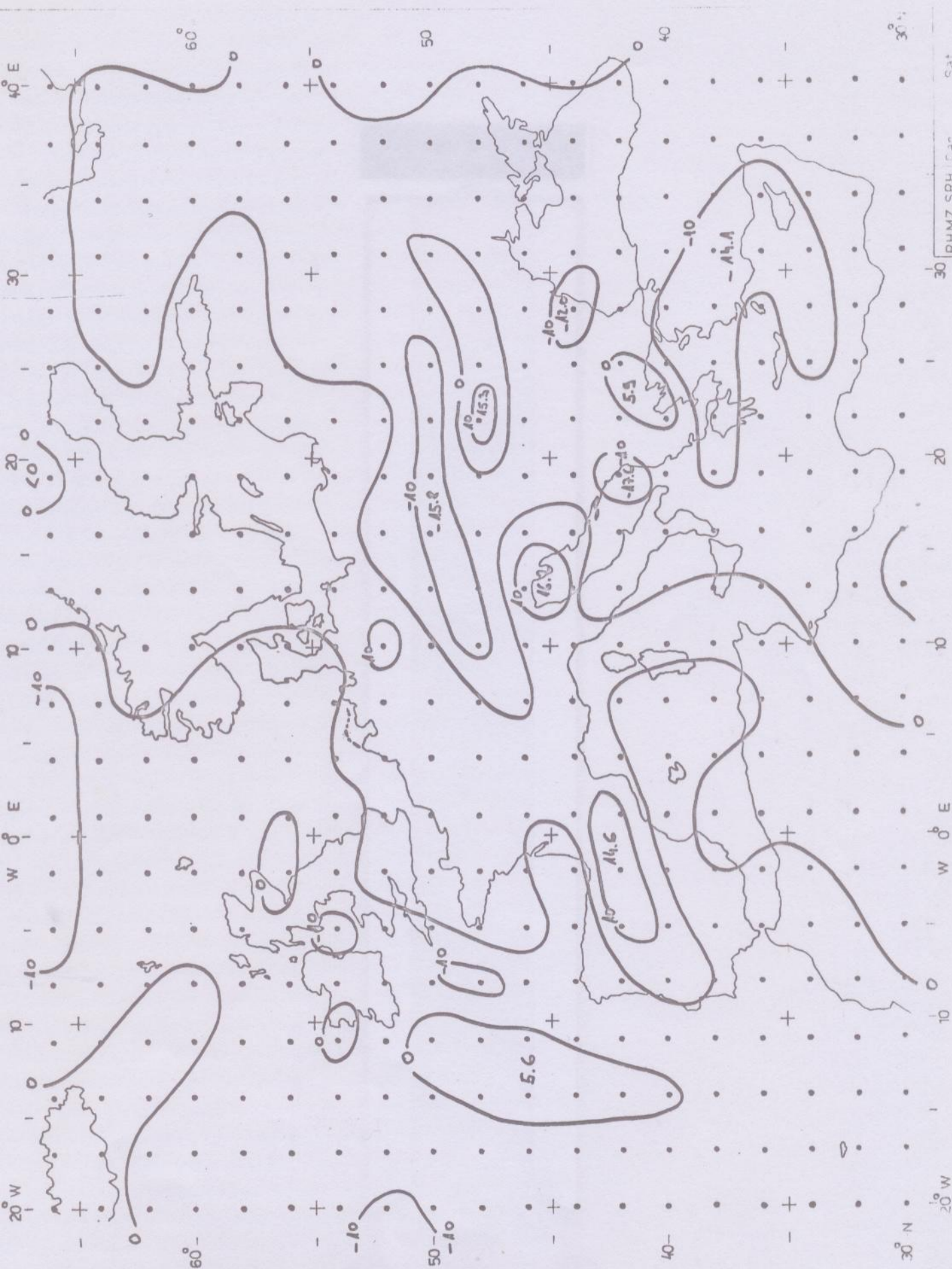


Sl. 2.2.6. vjetar u komponenta,  $T_0+24$ ,  $\sigma_5$ , MODEL 2-ALPE 2



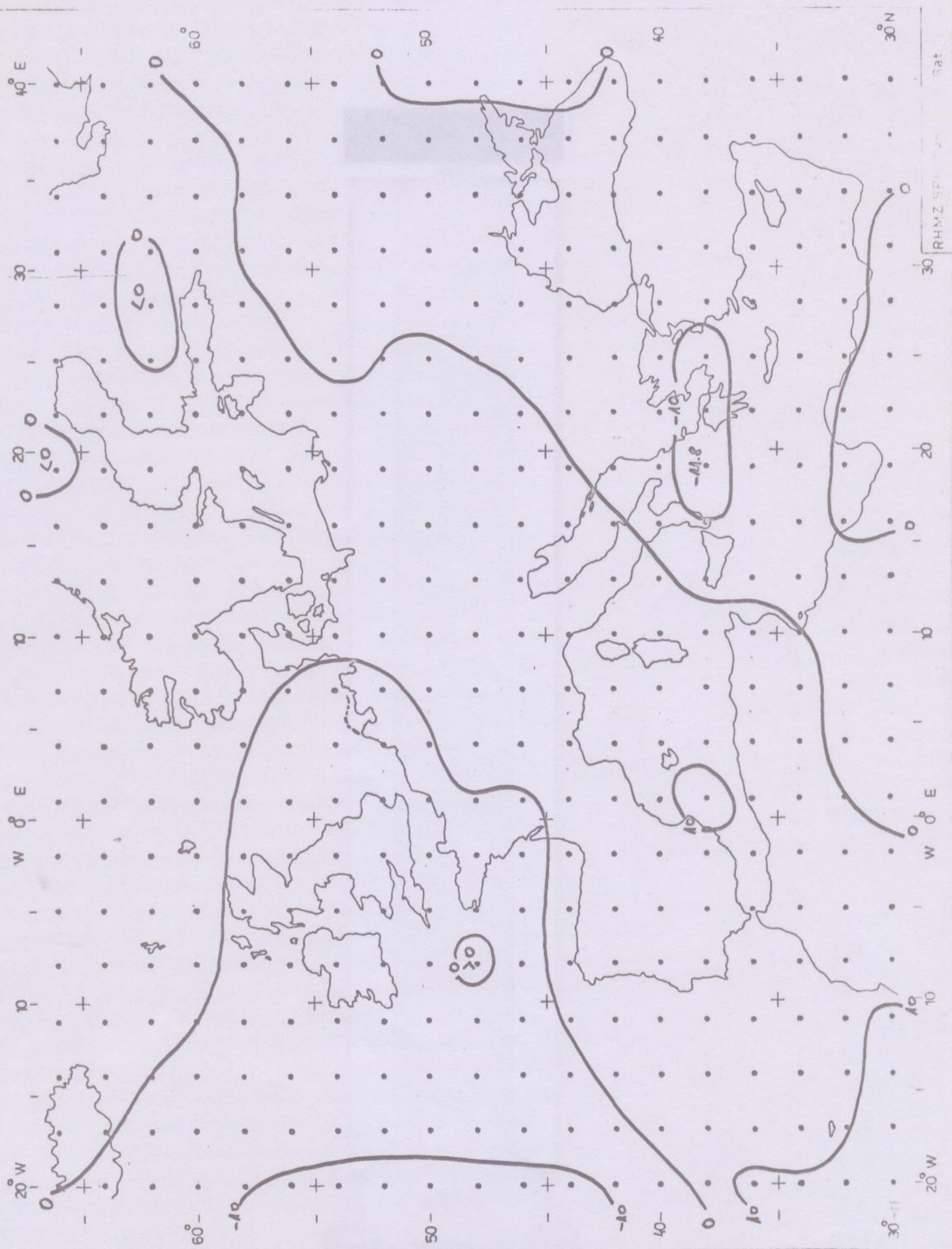
Sl. 2.3.1. vjetar v komponenta,  $T_0+24$ ,  $\sigma_2$ , MODEL 2-ALPE 1





RHMZ SPH Cap Sat

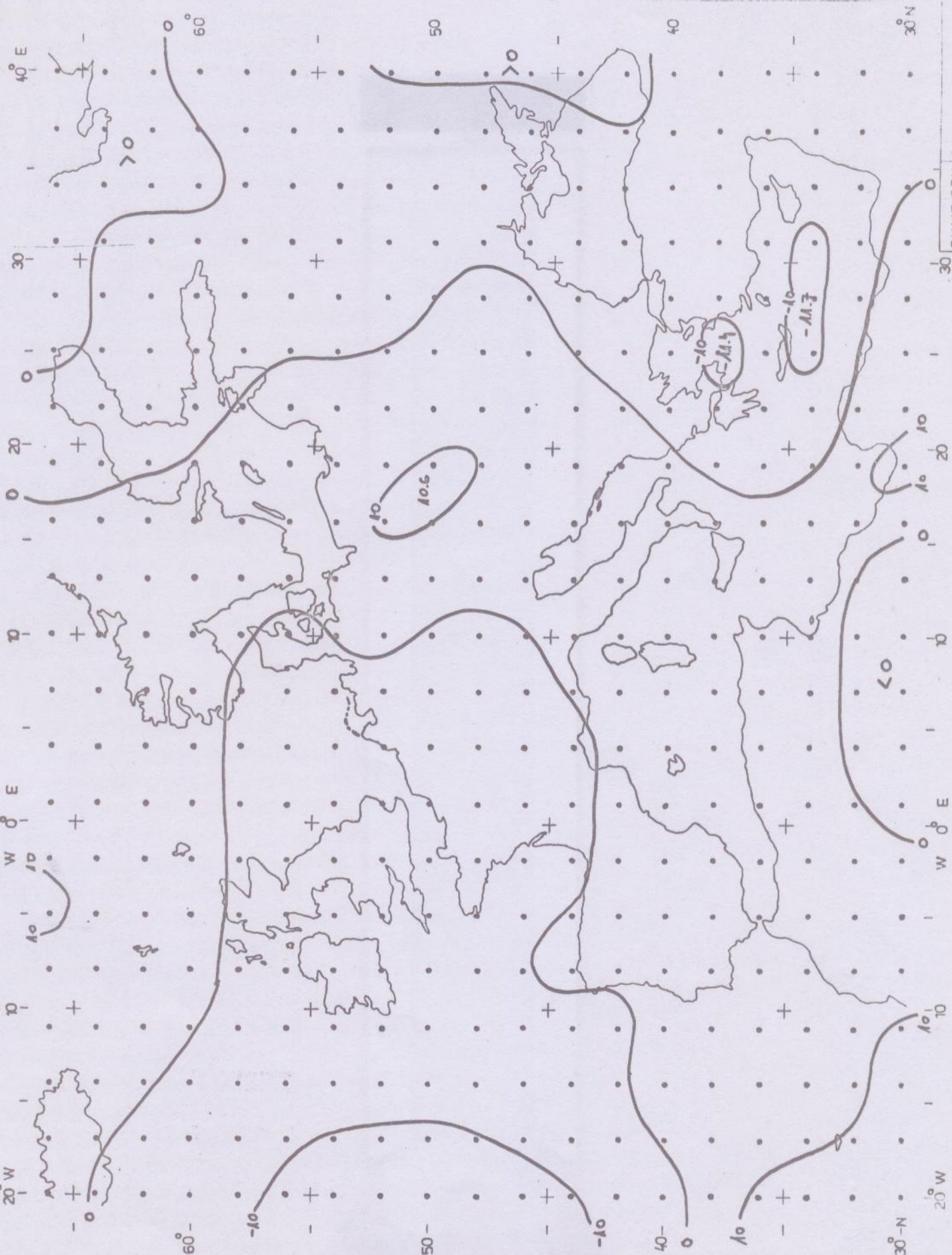
Sl. 2.3.2. vjetar v komponenta,  $T_0 + 24, G_5$ , MODEL 2-ALPE 1



RHMZ SP-2-2 Sat

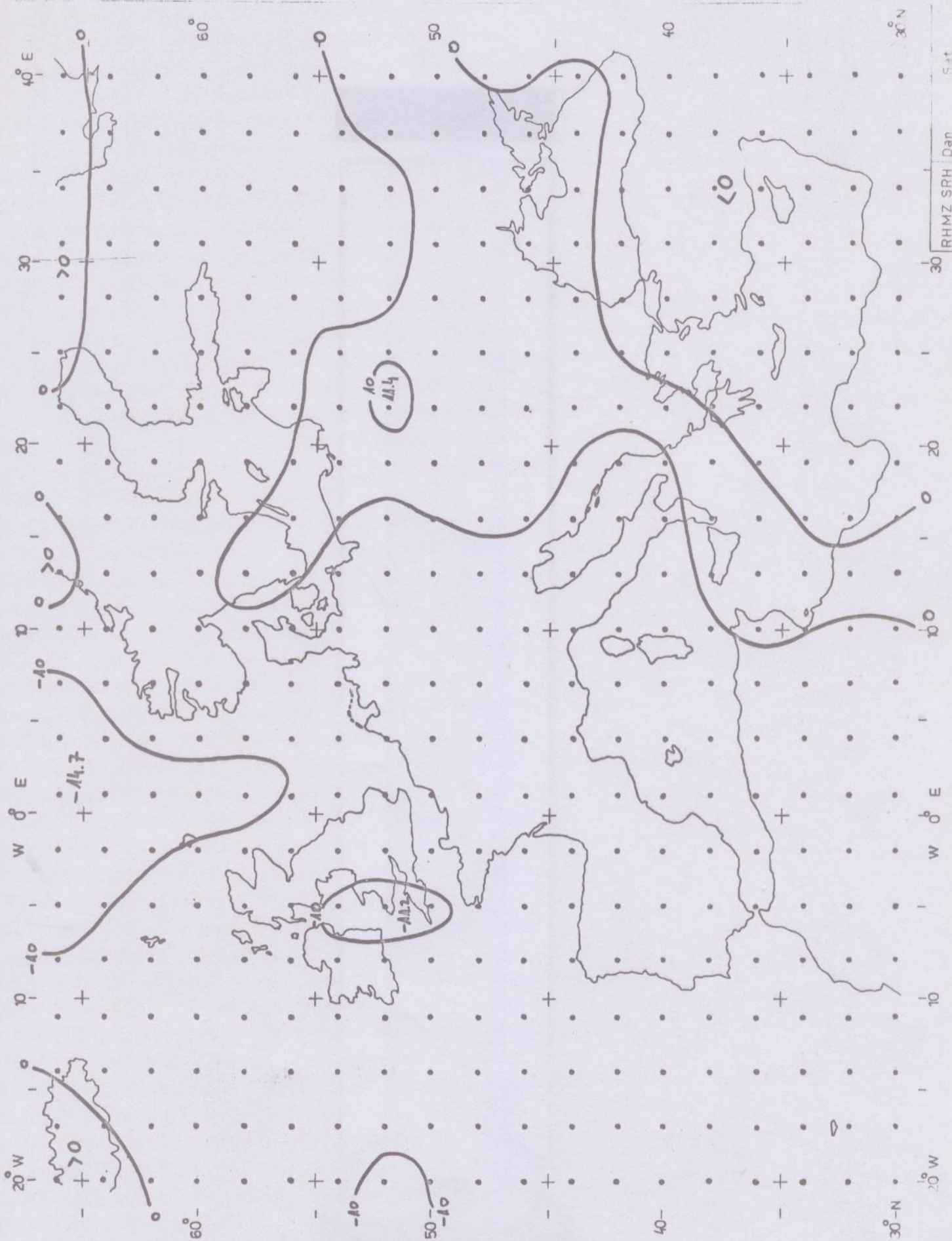
Sl. 2.3.3. vjetar v komponenta,  $T_0+24$ , MODEL 1,  $G_2$





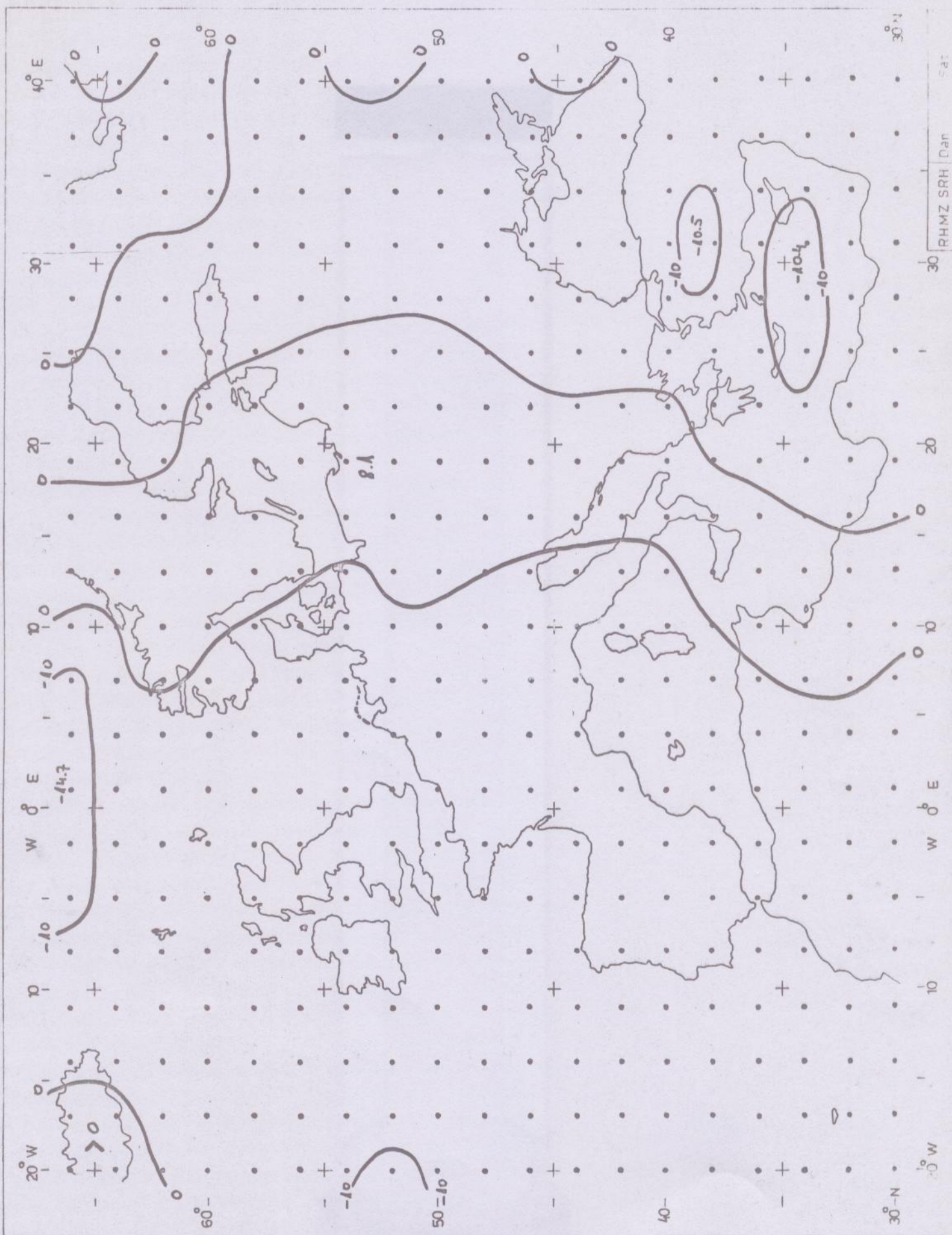
RHMZ SRH Dan Sat  
 NUMEROI: 2000000000

Sl. 2.3.4. vjetar v komponenta,  $T_0 + 24$ ,  $G_2$ , MODEL 2-ALPE 2



Sl. 2.3.5. vjetar v komponenta,  $T_0+24, 6_5$ , MODEL 2-ALPE 2





Sl. 2.3.6. vjetar v komponenta,  $T_0+24$ ,  $G_5$ , MODEL 1

### 3. ZAKLJUČAK

Analiza prognoze meteoroloških polja ostvarene numeričkim modelom za ograničenu oblast, bez orografije ( MODEL 1 ) i s orografijom ( MODEL 2 ), pokazala je da orografska prepreka ima odlučujuć utjecaj na rezultate numeričke prognoze. S MODELOM 2 učinjena su dva eksperimenta uz različit izbor oblika i visine orografske prepreke, eksperiment ALPE 1 ( vrh prepreke na 3000 m ), i eksperiment ALPE 2 ( vrh prepreke reduciran za 1000 m ).

MODEL 1 i MODEL 2-ALPE 2 daju usporedive rezultate, a rezultati MODEL 2-ALPE 1 odstupaju od svih predodžbi o izgledu polja meteoroloških elemenata.

MODEL 2-ALPE 1 u polju temperature generira niz izoliranih kaplji hladnog zraka, i jake gradijente temperature iznad orografske prepreke. U polju vjetra dolazi do formiranja jake istočne struje, oko 50° geografske širine, u zavjetrini orografske prepreke. Ovi rezultati posljedica su strmog nagiba orografije i pokazuju da se u radu modela prihvatljivi rezultati mogu ostvariti samo jačim izgladjivanjem orografije, u kojoj visina prepreke ne prelazi 2000 metara.



Literatura

- Jurčec, V. i Č. Branković, 1975: Objektivna prognoza vremena. Prvi rezultati integracije modela za ograničenu oblast s primitivnim jednačbama u sigma koordinatnom sistemu. RHMZ SR Hrvatske. 60 str.
- Kisegi, M., 1976: Primjena metoda objektivne analize stanja atmosfere iznad južnih dijelova Evrope. Mag. rad, Sveuč. u Zagrebu, Prirod.-matem. fak. 97 str.
- Mesinger, F. i Z.I. Janjić, 1973: Opis modela za ograničenu oblast s primitivnim jednačinama na finoj mreži pogodnog za objektivnu prognozu veličina u prizemnom graničnom sloju. Eksperimentalna provera modela. Centar za atmosferske nauke pri Prirod.-matem. fak. u Beogradu. 50 str.