

**SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV**



**STANISLAV RACKO**

**SNEHOVÉ FUJAVICE  
NA ÚZEMÍ SLOVENSKA  
V ROKOCH 1993 A 1995**

**BRATISLAVA 1997**

Stanislav Racko

Snehové fujavice na území  
Slovenska v rokoch 1993 a 1995

Bratislava 1997

## **OBSAH**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Úvod</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2. Fujavica 23. - 24. februára 1993</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1. Stručný náčrt makrosynoptického vývoja   | 8         |
| 2.2. Chod meteorologických prvkov v mezosynoptickej mierke  | 8         |
| 2.3. Analýza poľa zrážok a nového snehu na Slovensku so zreteľom<br>na časť západného Slovenska a zvlášť Bratislavy | 9         |
| <b>3. Fujavica 28. marca 1993</b>   | <b>10</b> |
| 3.1. Stručný náčrt makrosynoptického vývoja   | 10        |
| 3.2. Chod meteorologických prvkov v mezosynoptickej mierke  | 10        |
| 3.3. Analýza poľa zrážok a nového snehu na Slovensku so zreteľom<br>na časť západného Slovenska a zvlášť Bratislavy | 11        |
| <b>4. Fujavica 27. decembra 1993</b>  | <b>13</b> |
| 4.1. Stručný náčrt makrosynoptického vývoja   | 13        |
| 4.2. Chod meteorologických prvkov v mezosynoptickej mierke  | 13        |
| 4.3. Analýza poľa zrážok a nového snehu na Slovensku so zreteľom<br>na časť západného Slovenska a zvlášť Bratislavy | 14        |
| <b>5. Fujavica 4. - 5. novembra 1995</b>  | <b>16</b> |
| 5.1. Stručný náčrt makrosynoptického vývoja   | 16        |
| 5.2. Chod meteorologických prvkov v mezosynoptickej mierke  | 16        |
| 5.3. Analýza poľa zrážok a nového snehu na Slovensku  | 18        |
| <b>6. Záver</b>   | <b>19</b> |
| <b>7. Literatúra</b>  | <b>19</b> |
| <b>8. Zoznam obrázkov</b>   | <b>22</b> |
| <b>9. Grafická príloha</b>  | <b>26</b> |
| <b>10. Súhrn</b>  | <b>61</b> |

## CONTENTS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introduction</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. Snowstorm of 23. - 24. 2. 1993</b>   | <b>8</b>  |
| 2.1. Draft of macrosynoptic development  | 8         |
| 2.2. Going of meteorological element in mesosynoptic scale   | 8         |
| 2.3. Analysis of precipitation field and field of new snow in Slovakia<br>with a view to part of west Slovakia and specially to Bratislava | 9         |
| <b>3. Snowstorm of 28. 3. 1993</b>   | <b>10</b> |
| 3.1. Draft of macrosynoptic development  | 10        |
| 3.2. Going of meteorological element in mesosynoptic scale   | 10        |
| 3.3. Analysis of precipitation field and field of new snow in Slovakia<br>with a view to part of west Slovakia and specially to Bratislava | 11        |
| <b>4. Snowstorm of 27. 12. 1993</b>  | <b>13</b> |
| 4.1. Draft of macrosynoptic development  | 13        |
| 4.2. Going of meteorological element in mesosynoptic scale   | 13        |
| 4.3. Analysis of precipitation field and field of new snow in Slovakia<br>with a view to part of west Slovakia and specially to Bratislava | 14        |
| <b>5. Snowstorm of 4. - 5. 11. 1995</b>  | <b>16</b> |
| 5.1. Draft of macrosynoptic development  | 16        |
| 5.2. Going of meteorological element in mesosynoptic scale   | 16        |
| 5.3. Analysis of precipitation field and field of new snow in Slovakia   | 18        |
| <b>6. Conclusion</b>   | <b>19</b> |
| <b>7. References</b>   | <b>19</b> |
| <b>8. List of figures</b>  | <b>24</b> |
| <b>9. Figures</b>  | <b>26</b> |
| <b>10. Summary</b>   | <b>62</b> |

## 1. ÚVOD

Medzi nebezpečné poveternostné javy ako sú búrka, krupobitie, víchrica, poľadovica, silná námraza a niektoré ďalšie, patrí aj fujavica. Pod pojmom "fujavica" rozumieme sneženie spojené súčasne so silným vetrom pri teplote vzduchu pod  $0^{\circ}\text{C}$ , pri ktorom sa vytvárajú snehové náveje a záveje. Ak má fujavica veľkú intenzitu (napr. dlhotrvajúce husté sneženie spojené so silným vetrom), môže spôsobiť veľké ťažkosti v hospodárskom živote krajiny.

Ak sa pri prechode studeného frontu vyskytne husté sneženie spojené so silným alebo až búrlivým nárazovitým vetrom, nemožno ešte hovoriť o snehovej fujavici a ani o snehovej búrke (tento termín je z odborného hľadiska diskutabilný). Ide len o prípad silnej snehovej prehánky, ktorej trvanie je zvyčajne niekoľko desiatok minút a len výnimočne viac ako hodinu. Preto sa snehové záveje nestačia vytvoriť a navyše sa takéto prípady stávajú na našom území zväčša pri preniknutí morského arktického vzduchu, ktorý je v spodných vrstvách natoľko ohriaty (transformácia nad teplejším oceánom), že teplota vzduchu po skončení snehovej prehánky vystupuje nad  $0^{\circ}\text{C}$ .

Podľa Meteorologického slovníka [2] nemá termín "fujavica" charakter odborného termínu. V prípadoch, kedy sneží a fúka zároveň silný vietor, ktorý spôsobuje vytváranie snehových závejov, sa v synoptickom spravodajstve pre stav počasia (ww) používajú kódy pre sneženie, pričom kód pre zvířený sneh sa uvádza v časti o priebehu počasia ( $W_1W_2$ ). V pozorovateľskej praxi sa rozlišuje nízko zvířený sneh od vysoko zvířeného snehu. Zatiaľ čo pri nízko zvírenom snehu snehové čiastočky unášané vetrom výrazne neznižujú vodorovnú viditeľnosť vo výške očí pozorovateľa, pri vysoko zvírenom snehu býva rozvírovaný sneh dvíhaný do výšky až niekoľko sto metrov, a preto výrazne znižuje vodorovnú viditeľnosť.

V tejto práci sú analyzované len také situácie, pri ktorých súčasne snežilo a fúkal silný vietor, a to jednak z dôvodu, že pravdepodobnosť výskytu vysokých závejov sa zväčšuje pri situáciách, kedy na snehovú pokrývku padá ďalší čerstvý sneh a ďalej z dôvodu, že tieto situácie sú zo synoptického hľadiska zaujímavejšie a z prognostického hľadiska dôležitejšie.

Na území Slovenska sa fujavice vyskytujú len zriedka. Častejší výskyt býva len v horských oblastiach, kde fujavice komplikujú prevádzku horských rekreačných zariadení, sťažujú, v niektorých prípadoch aj znemožňujú cestnú dopravu, najmä na

horských priechodoch. V prípadoch, ak fujavica zasiahne hustejšie obývané oblasti nížin, môže spôsobiť vážne problémy so zásobovaním v dôsledku paralyzovania cestnej, železničnej, resp. aj leteckej dopravy. Ak fujavica trvá dlhší čas (24 h a viac) alebo má obzvlášť veľkú intenzitu (najmä pri spojení silného mrazu a búrlivého vetra), môže spôsobiť prerušenie akéhokoľvek spojenia postihnutej oblasti s okolitým svetom. Takýto charakter mala aj snehová fujavica veľkej intenzity, ktorá sa vyskytla na Slovensku 11. až 12. 1. 1987 a postihla najmä oblasť Bratislavy.

Úspešná predpoveď výskytu snehovej fujavice závisí vo všeobecnosti od úspešnosti predpovede zrážok (skupenstva, množstva, dĺžky trvania), prízemnej teploty vzduchu a rýchlosti vetra. V orograficky členitom teréne ako je územie Slovenska, je dôležitá najmä predpoveď smeru a rýchlosti prízemného vetra, lebo reliéfom môže byť vietor zoslabovaný alebo zosilňovaný a taktiež dochádza k značnému modifikovaniu jeho smeru. Tu sa ešte stále uplatňuje (napriek rýchlemu vývoju numerických predpovedných metód) aj skúsenosť synoptika, ktorý pri dôslednom rozbere prízemného barického poľa dokáže dobre odhadnúť úlohu miestnych vplyvov na smer a rýchlosť prízemného vetra. Pri predpovedi vzniku závejov bez súčasného sneženia je obzvlášť dôležité zhodnotenie stavu snehovej pokrývky. Staršia snehová pokrývka je zvyčajne pevnejšia, a preto menej schopná horizontálneho prenosu snehových častíc, a to najmä vtedy, ak je povrch snehovej pokrývky spevnený tvrdou kôrou, ktorá sa vytvára striedaním teplejších dní a studených nocí. Ak však na takýto zľadovatený povrch napadne čo i len niekoľko cm nového prachového snehu, býva v dôsledku veľmi malého trenia aj pri miernom vetre veľká pravdepodobnosť vytvárania závejov.

Z nižších polôh Slovenska býva fujavicami najviac postihovaná oblasť krajného juhozápadu a východ územia, čo je podmienené predovšetkým vhodnými orografickými podmienkami.

Z hľadiska makrosynoptického vývoja býva najčastejší výskyt fujavíc pri postupe tlakovej níše zo severného Talianska a jadranskej oblasti na severovýchod (známa dráha  $V_b$  podľa van Bebbera). Z hľadiska synoptickej analýzy prízemnej vrstvy ovzdušia sa fujavica vyskytuje najčastejšie pred teplým frontom v pomerne širokom zrážkovom pásme (tzv. strihové zrážky). V prípadoch, kedy tlaková níz postupuje aj s frontálnou vlnou zo severného Talianska na severovýchod, dostáva sa niekedy južné a východné Slovensko prechodne do teplého sektora. Vtedy býva fujavicou najviac postihnutá oblasť západného Slovenska. Prílev studeného vzduchu v spodných vrstvách troposféry býva väčšinou

podporovaný rozsiahlou anticyklónou nad severnou a severozápadnou Európou. Ak oblasť vysokého tlaku vzduchu zasahuje až nad Poľsko a súčasne je v oblasti Maďarska a Rumunska nižší tlak, resp. sa tadiaľ presúva tlaková níz, fujavica má najhorší priebeh na východnom Slovensku, kde sú pri tomto rozložení prízemného barického poľa priaznivé podmienky na zosilňovanie severného vetra.

V tejto štúdii sa venujeme rozborom štyroch snehových fujavíc, ktoré sa vyskytli na našom území vo februári, marci a decembri 1993 (v týchto prípadoch bola zasiahnutá najmä oblasť Bratislavy) a v novembri 1995 (bolo postihnuté predovšetkým východné Slovensko a najmä oblasť Košíc).

Práca má prevažne dokumentačný charakter, pričom podstatná časť je sústredená na popis synoptického vývoja v makro- a mezomierke počas uvedených období. Najmä vo februári a marci 1993 došlo v dôsledku analyzovaného synoptického vývoja v oblasti juhozápadného Slovenska k mimoriadne veľkým miestnym rozdielom v množstve napadnutého snehu. Práve táto skutočnosť bola najväčším podnetom pre spracovanie predkladanej štúdie.

Pri analýze zrážkových údajov na mapkách Slovenska boli použité údaje z priebehových máp, ktoré obsahujú správy INTER (obr. 2), pri podrobnom rozbere zrážok z územia západného Slovenska a Bratislavy sme použili údaje zo všetkých zrážkomerných staníc (obr. 3 a 4).

## **2. FUJAVICA 23.-24. FEBRUÁRA 1993**

### **2.1. Stručný náčrt makrosynoptického vývoja**

V severozápadnom prúde, ktoré sa po 17. 2. vytvorilo medzi Atlantickým oceánom a strednou Európou, postupoval cez Severné more rýchlo na juhovýchod frontálny systém, ktorého studený front prešiel 21. 2. predpoludním aj cez územie Slovenska. Studený vzduch prenikol až do západného Stredomoria, čo dalo podnet k vytvoreniu tlakovej níše nad severným Talianskom. Tlaková níz sa prehlbovala a jej stred sa presúval pozdĺž Apeninského polostrova na juhovýchod, odtiaľ nad Grécko, kde sa smer postupu zmenil na severovýchodný až severný, takže sa stred potom premiestňoval cez východné Karpaty a následne ľavotočivým oblúkom nad Slovensko, kde sa tlaková níz 24. 2. vyplnila. Dráha postupu stredy tlakovej níše je zakreslená na obr. 5a.

V strednej troposfére sa súčasne nad strednou Európou prehlbovala brázda nízkeho tlaku vzduchu smerujúca pomaly na východ. Jej os prechádzala 22. 2. z Pobaltia cez Slovensko a Maďarsko až nad stredné Taliansko. V tejto brázde ležiaca výšková níz nad Baltickým morom sa vyplnila a zároveň sa 23. 2. nad Jadranom vytvorila ďalšia tlaková níz, čo malo podstatný vplyv na zmenu výškového prúdenia nad strednou Európou, ako to dokumentuje obr. 6a. Vývoj v hladinách AT 500 hPa, AT 850 hPa a pri zemi v dňoch 22. - 24. 2. 1993 je znázornený na zjednodušených mapách týchto hladín na obr. 7.

V prízemnej vrstve troposféry pokračovala aj v ďalších dňoch nad Slovenskom studená advekcia od severu, ale vo voľnej atmosfére prúdil od severovýchodu až východu nad Karpaty teplý vzduch, následkom čoho došlo 23. - 24. 2. 1993 na Slovensku k vypadávaniu tzv. strihových zrážok.

### **2.2. Chod meteorologických prvkov v mezosynoptickej mierke**

Pri skúmaní zmien meteorologických polí v oblasti Slovenska nás zaujíma predovšetkým vývoj prízemného tlakového poľa, ktorý má priamy vplyv na smer a rýchlosť vetra a postup zrážkového pásma. Na obr. 8 môžeme sledovať zmenu prízemného tlakového poľa a presun zrážkovej oblasti v strednej Európe od 23. 2. 09 UTC do 25. 2. 03 UTC. Najväčší barický gradient bol na Slovensku 23. 2. v predpoludňajších hodinách, kedy sa stred tlakovej níše presúval cez Rumunsko na sever. Tomu zodpovedala aj rýchlosť severozápadného až severného vetra, ktorý v tomto čase dosahoval na juhozápadnom Slovensku priemernú rýchlosť okolo  $10 \text{ m.s}^{-1}$ , v nárazoch až  $20 \text{ m.s}^{-1}$ , na východnom Slovensku priemernú rýchlosť  $10$  až  $15 \text{ m.s}^{-1}$  a v nárazoch až  $25 \text{ m.s}^{-1}$ . V dôsledku vzostupu



tlaku vzduchu nad východným Maďarskom v priebehu 23. 2. vietor na východnom Slovensku slabol. Naproti tomu následkom vzostupu tlaku nad Českom a Rakúskom zosilňoval vietor na juhozápadnom Slovensku. Kým na väčšine nášho územia sa v priebehu 24. 2. barický gradient podstatne zmenšoval, rozdiel tlaku medzi Maďarskom na jednej strane a Rakúskom a Moravou na strane druhej stačil na udržanie silného severozápadného vetra v Bratislave takmer po celý deň.

Zatiaľ čo v Piešťanoch snežilo nepretržite 12 h a v Žiline 14 h, v Bratislave to bolo 22 h (obr. 9a), pričom ďalších 24 hodín bolo pozorované občasné sneženie. Liesek na Orave zaznamenal nepretržité 48-hodinové sneženie. Na celom území Slovenska (okrem Dudiniec) sa 23. 2. udržal slabý celodenný mráz väčšinou do  $-4^{\circ}\text{C}$ . Denná teplota vzduchu bola 24. 2. o niečo vyššia, a to od  $-2$  do  $2^{\circ}\text{C}$ . Aj z toho dôvodu sa 24. 2. snehové záveje (s výnimkou Bratislavy a blízkeho okolia) už netvorili.

### **2.3. Analýza poľa zrážok a nového snehu na Slovensku so zreteľom na časť západného Slovenska a zvlášť Bratislavy**

Prevládajúcemu prúdeniu v spodnej troposfére a presunu poľa zrážok zodpovedá aj celkové rozloženie úhrnu zrážok a zároveň aj rozloženie výšok nového snehu na území Slovenska počas snehovej fujavice. Na obr. 10 sú zakreslené izohyety celkového úhrnu zrážok za 23. - 25. 2. 1993 (t.j. úhrn zrážok za obdobie od 23. 2. 06 UTC do 26. 2. 06 UTC) a na obr. 11 súčet výšok nového snehu za 23. - 24. 2. 1993 (t.j. prírastok snehovej vrstvy od 23. 2. 06 UTC do 25. 2. 06 UTC) na území Slovenska. Na prvý pohľad je zreteľný nárast týchto charakteristík v oblasti Malých Karpát a na severnom Slovensku, a to v dôsledku náveterného efektu. Aké závažné rozdiely v horizontálnych zmenách hodnôt niektorých meteorologických prvkov môže spôsobiť reliéf ukazujú obr. 12 a 13, ktoré zobrazujú rozloženie zrážkových úhrnov, resp. množstva nového snehu počas uvažovaného obdobia v časti západného Slovenska, kde boli pozorované mimoriadne veľké horizontálne zmeny týchto charakteristík.

Detailné mapové zobrazenie množstva nového snehu na podrobnejšej mape Bratislavy a blízkeho okolia na obr. 14 poukazuje na výrazný nárast súčtu nového snehu smerom od juhovýchodného úpätia Malých Karpát ku hrebeňu a k severozápadnej (náveternej) časti pohoria. Zvláštnosťou je aj nárast výšky snehu vo východnej časti Bratislavy (oblasť letiska) na rozdiel od menších hodnôt tejto charakteristiky v ostatných častiach priľahlej Podunajskej nížiny.

### **3. FUJAVICA 28. MARCA 1993**

#### **3.1. Stručný náčrt makrosynoptického vývoja**

Nad Islandom sa 22. 3. prehĺbila tlaková níz, odkiaľ smerovala nad severnú časť Nórskeho mora. V jej tle prenikol 23. 3. z vysokých zemepisných šírok do strednej Európy morský arktický vzduch. V ďalších dňoch sa azorská tlaková výš premiestnila nad Britské ostrovy a jej výbežok sa rozšíril cez Nórske more až nad Severný ľadový oceán. V dôsledku toho prílev arktického vzduchu od severu ešte zosilnel. Na studenom fronte, ktorý sa dostal až do stredomorskej oblasti, sa 25. 3. vytvorila tlaková níz, ktorej stred sa presúval zo stredného Talianska cez Iónske more nad Grécko a odtiaľ na sever až nad Pobaltie, kde sa tlaková níz záverom mesiaca vyplnila. Dráha postupu stredy tlakovej níše je zakreslená na obr. 5a. Výrazný teplý front spojený s touto nížou ovplyvnil svojím rozsiahlym zrážkovým pásmom aj počasie na území Slovenska. V tom čase (25. - 31. 3.) sa stred tlakovej výše premiestňoval z Britských ostrovov cez Škandináviu nad severovýchodnú Európu. To podporovalo trvalý prílev studeného vzduchu aj do strednej Európy.

V strednej troposfére sa 25. - 27. 3. nad strednou Európou výrazne prehĺbila brázda nízkeho tlaku vzduchu, zasahujúca 27. 3. zo severovýchodnej Európy cez Pobaltie, strednú Európu, Jadran a centrálnu Stredomorie až nad Tunisko. V ďalších dňoch sa v severnej časti táto brázda vyplňala a nad Jadranským morom sa osamostatnila výšková tlaková níz. V dôsledku toho sa výškové juhozápadné prúdenie menilo nad Slovenskom na južné až juhovýchodné (obr. 6b). Stred výškovej tlakovej níše sa z Jadranského mora premiestňoval na sever a 30. 3. bol nad Slovenskom. V ďalších dňoch sa tento tlakový útvar vyplňal a smeroval na východ, neskôr až na juhovýchod. Vývoj v hladinách AT 500 hPa, AT 850 hPa a pri zemi je schematicky znázornený na obr. 15.

#### **3.2. Chod meteorologických prvkov v mezosynoptickej mierke**

Vývoj prízemného barického poľa a poloha zrážkovej oblasti sú znázornené na obr. 16 z obdobia od 27. 3. 15 UTC do 29. 3. 1993 09 UTC. Na mapách zrážkových oblastí je dobre vidieť nástup rozsiahleho pásma sneženia 27. 3. od juhovýchodu, čo súviselo s postupom už spomínaného výrazného teplého frontu. V priebehu ďalšieho dňa sa zrážková oblasť rozšírila aj nad územie Českej republiky, väčšinu Poľska a časť Rakúska. Sneženie nad naším územím 29. 3. postupne slablo. Mapy prízemného barického poľa prezrádzajú všeobecný pokles tlaku vzduchu nad strednou Európou počas sledovaného

obdobia, ktorý bol spôsobený presunom tlakovej níže cez Balkán nad Ukrajinu. Keďže pokles bol nad Rumunskom a Maďarskom podstatne väčší ako nad Rakúskom a Českom, zosilnel v našej oblasti prízemný barický gradient, najmä na Morave a západnom Slovensku.

Zatiaľ čo 27. 3. fúkal na celom Slovensku severný až severovýchodný vietor s priemernou rýchlosťou 7 až 10 m.s<sup>-1</sup> a s nárazmi zväčša do 15 m.s<sup>-1</sup> (okrem horských staníc mal najviac Poprad 20 m.s<sup>-1</sup>), na druhý deň vietor na väčšine územia zoslabol - okrem juhozápadu (nárazy 15 až 23 m.s<sup>-1</sup>) a menších lokalít stredného Slovenska. Oblasť najväčšieho prízemného barického gradientu sa presúvala pomaly na západ až severozápad, preto bol 28. 3. popoludní silný vietor už len na juhozápade Slovenska.

Počas tejto situácie zaznamenali v Bratislave 30-hodinové nepretržité sneženie (obr. 9b), v Poprade a v Hurbanove 32-hodinové. V Žiline snežilo s dvomi krátkymi prestávkami 42 h, ale v Lučenci len 10 h. V Liesku na Orave trvale snežilo 52 h, pričom občasné sneženie pokračovalo ďalšie dva dni. Keďže v denných hodinách sa počas celého obdobia udržiavala teplota vzduchu na väčšine územia nad nulou (od 2 do 6 °C, na juhozápade od 0 do 2 °C), snehová fujavica zasiahla plošne menšie územie ako fujavica vo februári. Extrémny priebeh mala v Bratislave, a to najmä v západnej časti mesta, pričom vo vyšších polohách Bratislavy sa 28. 3. udržal slabý celodenný mráz.

### **3.3. Analýza poľa zrážok a nového snehu na Slovensku so zreteľom**

#### **na časť západného Slovenska a zvlášť Bratislavy**

Na obr. 17 je znázornený úhrn zrážok za 27. - 29. 3. Pole zrážok je dosť komplikované, ale aj tak dobre vynikajú oblasti s najväčšími a najmenšími zrážkami. Počas tohto obdobia spadlo najviac zrážok na východe Slovenska a v oblasti Bratislavy, a to vyše 30 mm. Najnižšie úhrny boli pozorované v západnej polovici Slovenska, v priestore približne vymedzenom stredným Považím, severom Podunajskej nížiny a stredným Pohroním. Túto oblasť možno charakterizovať ako "zrážkový tieň" pri prevládajúcom severozápadnom prúdení v spodnej troposfére. Pribúdanie zrážok z tejto oblasti smerom na juhovýchod zrejme súvisí s makrosynoptickými príčinami, najmä s polohou teplého frontu.

Podobne ako vo februári najväčší prídelený snehu namerali na severnom a východnom Slovensku a v oblasti Malých Karpát (obr. 18). Pri nižšej teplote vzduchu by boli sumy nového snehu ešte väčšie, a to najmä na východe krajiny. O mimoriadne veľkých rozdieloch v úhrne zrážok a vo výške nového snehu v časti západného Slovenska svedčia

obr. 19 a 20. Najvyššie hodnoty týchto charakteristík sú sústredené do oblasti Malých Karpát, najmä v južnej časti. To dokumentuje najlepšie obr. 21, kde sú zakreslené izolínie výšok nového snehu v oblasti Bratislavy. Zatiaľ čo 29. 3. namerali na bratislavskom letisku 15 cm snehu, juhovýchodne o necelých 10 km zaznamenali v Moste pri Bratislave už len 2 cm a o niekoľko km ďalej na východ už nebola ani len nesúvislá snehová pokrývka. Treba zdôrazniť, že výškový rozdiel týchto staníc je zanedbateľný. Rýchly nárast snehu bol najmä v samotnej Bratislave, pričom v kopcovitej časti bolo 30 až 40 cm snehu so závejmi siahajúcimi do výšky 1 m, a to aj v nižšie položenej západnej časti mesta, v dôsledku čoho bola mestská časť Devínska Nová Ves niekoľko hodín odrezaná od okolitého sveta.

## **4. FUJAVICA 27. DECEMBRA 1993**

### **4.1. Stručný náčrt makrosynoptického vývoja**

Medzi hlbokou a rozsiahlou tlakovou nížou, ktorej stred sa udržiaval prevažne nad Nórskym morom a azorskou tlakovou výšou, postupovali na prelome druhej a tretej decembrovej dekády v silnom západnom prúde do európskeho vnútrozemia frontálne systémy. Ich studené fronty prechádzali cez Severné a Baltické more a severnú časť západnej a strednej Európy rýchlo na východ a južné časti frontov sa v alpskej oblasti vlnili. Tlaková níž sa 23. 12. nad Nórskym morom začala rýchlo vyplňať a súčasne prenikol od severozápadu nad Britské ostrovy frontálny systém. Na ňom sa vytvorila a rýchlo prehĺbila tlaková níž, ktorej stred sa zo Severného mora presunul nad severné Nemecko, kde sa níž 25. 12. vyplnila.

V priebehu 24. 12. sa v priestore Pádskej nížiny vytvorila a rýchlo prehĺbila ďalšia tlaková níž. Jej stred sa presúval z Pádskej nížiny na severovýchod oblúkovite cez naše územie nad Poľsko a severné Nemecko, kde sa 26. 12. tento tlakový útvar vyplnil (obr. 5b). Súčasne v silnom výškovom prúde postupoval ďalší z frontálnych systémov cez Britské ostrovy a Francúzsko na juhovýchod a na ňom sa 25. 12. opäť vytvorila tlaková níž. Jej stred sa presúval z južného Francúzska cez Janovský záliv a Apeninský polostrov na juhovýchod až nad južný Jadran a potom cez Balkán na severovýchod až nad južnú Ukrajinu (obr. 5b). S touto nížou bol spojený frontálny systém so širokým teplým sektorom. Prílev teplého vzduchu, najmä v strednej troposfére, nad východnú časť nášho štátu dobre dokumentuje obr. 6c. Pred teplým frontom tohto systému padali 26. - 27. 12. na západnom Slovensku trvalé zrážky za súčasného silného vetra, podmieneného pohybom posledne uvedenej tlakovej níže. Vývoj v hladinách AT 500 hPa, AT 850 hPa a pri zemi je schematicky znázornený na obr. 22.

### **4.2. Chod meteorologických prvkov v mezosynoptickej mierke**

Na obr. 23 vidíme rozsiahle pole trvalých zrážok, ktoré počas 26. - 27. 12. zotrvalo nad Moravou, východným Rakúskom, západnou polovicou Slovenska a Maďarska. Súviselo s polohou teplého frontu, ktorý bol položený meridionálne cez naše územie, ako to možno vidieť na obr. 22b. Postupne sa vplyvom návetria vytvoril aj zrážkový pás na severnej strane Álp. Na mapách prízemného barického poľa môžeme pozorovať pomalé presúvanie sa oblasti nízkeho tlaku vzduchu južne od nášho územia, ktoré súviselo s postupom stredu tlakovej níže cez južný Jadran a Balkán na východ až severovýchod. Súčasne zasahoval

od západu, najskôr nad Rakúsko a postupne aj nad Čechy, výbežok vyššieho tlaku vzduchu. Prízemný barický gradient bol počas sledovaného obdobia najväčší nad východným Rakúskom a postupne aj nad západným Maďarskom a juhozápadným Slovenskom, čiže práve nad tou oblasťou, ktorá bola zasiahnutá pásomom trvalých zrážok.

Nad celým územím Slovenska prevládal 26. 12. slabý až mierny severovýchodný vietor, ktorý sa v noci na 27. 12. zmenil na juhozápadnom Slovensku na severozápadný a zosilnel. Zatiaľ čo na väčšine územia Slovenska bola 27. 12. priemerná rýchlosť vetra do  $5 \text{ m.s}^{-1}$ , na juhozápade dosahovala 5 až  $10 \text{ m.s}^{-1}$  a v nárazoch 12 až  $20 \text{ m.s}^{-1}$ .

V tejto časti Slovenska bolo pozorované 36- až 48-hodinové nepretržité sneženie (obr. 9c). Na niektorých staniciach sa prechodne na niekoľko hodín zmenilo sneženie na dážď. V Hurbanove padali zrážky takmer 3 celé dni (69 h). Vplyvom toho, že teplota vzduchu sa zväčša udržala slabo nad nulou, nebol sneh dostatočne sypký na to, aby sa mohli tvoriť väčšie záveje. Sneh bol síce navievaný na náveterné strany prekážok, ale jeho horizontálny prenos po dopade na zem bol zanedbateľný. Iba vo vyšších polohách (Malé Karpaty) sa teplota vzduchu udržala slabo pod bodom mrazu (stanica Bratislava, Koliba mala 27. 12. najvyššiu teplotu  $-0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a Modra-Piesok  $0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), a preto sa tvorili aj väčšie záveje. Najvyššia teplota vzduchu cez deň dosiahla na juhozápadnom Slovensku 0 až  $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , na ostatnom území (okrem horských polôh) dosiahla 1 až  $7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Teplota vzduchu blízka nule a trvalé intenzívne padanie lepkavého snehu spôsobili, že v Malých Karpatoch došlo k menším škodám na lesných porastoch, ale na strednom Slovensku (najmä v oblasti Banskej Bystrice) k rozsiahlym polomom [1].

#### **4.3. Analýza poľa zrážok a nového snehu na Slovensku so zreteľom**

##### **na časť západného Slovenska a zvlášť Bratislavy**

Ako vyplynulo z popisu vývoja zrážok, najväčšie úhrny boli zaznamenané na juhozápadnom a strednom Slovensku. Na obr. 24 sú zakreslené izohyety zrážkových úhrnov za 26. - 28. 12. 1993. Skutočnosť, že východné Slovensko bolo v tých dňoch v teplom sektore, dokazuje aj malé množstvo zrážok v tejto časti nášho územia. Pri podrobnejšej analýze zrážkových úhrnov na západnom Slovensku (obr. 26) je možné spozorovať zoslabenie zrážok na záveternej (juhovýchodnej) strane Malých Karpát, a to v pomerne úzkom asi 20 km pásme.

Pole súčtu výšok nového snehu za 25. - 28. 12. 1993 (obr. 25) zodpovedá približne polu celkového množstva zrážok. Evidentné rozdiely medzi týmito dvoma charakteristikami sú na juhu stredného Slovenska, kde spadlo od 5 do 30 mm zrážok, tie však boli prevažne tekuté, takže sa neprejavili na vytváraní snehovej pokrývky.

Podobne ako vo februári a marci 1993, tak aj pri decembrovej situácii došlo k značnému rozdielu medzi hodnotami súčtu novonapadnutého snehu v jednotlivých lokalitách západného Slovenska, ako to dokumentuje obr. 27. Zatiaľ čo v Malých Karpatoch, najmä na severozápadnej strane, bolo možné pri sčítaní nového snehu z dní 25. - 28. 12. (t.j. z meraní, ktoré boli vykonané ráno 26. - 29. 12.) zaznamenať vyše 40 cm, na záveternej strane pozdĺž juhovýchodného úpätia Malých Karpát sa vyskytol súčet menší ako 10 cm. O tom, aké výrazné rozdiely posledne uvedenej charakteristiky možno pozorovať v oblasti Bratislavy počas synoptických situácií tohto typu, dokumentuje obr. 28. Súčet výšok nového snehu dosiahol na hrebeni Malých Karpát vyše 50 cm. Na oboch stranách od hrebeňa pozorujeme úbytok nového snehu, ktorý je smerom na juhovýchod oveľa výraznejší. Aj v samotnej Bratislave bol zaznamenaný veľký rozdiel vo výške snehu, čo mohli obyvatelia mesta spozorovať pri ceste z jednej časti mesta na druhú. Napr. 27. 12. bolo v južných častiach mesta na pravom brehu Dunaja 15 cm nového snehu, ale v mestskej časti Devín napadlo 25 cm a v Devínskej Novej Vsi 30 cm nového snehu. Markantnejší rozdiel bol možný sledovať pri ceste na severovýchod od Bratislavy, pretože na stanici Limbach namerali 8 cm a v Pezinku len 5 cm nového snehu. (Tieto stanice sú vzdialené približne 20 km od centra Bratislavy.)

## **5. FUJAVICA 4. - 5. NOVEMBRA 1995**

### **5.1. Stručný náčrt makrosynoptického vývoja**

Na prelome októbra a novembra sa rozširoval z juhozápadnej Európy nad Britské ostrovy a priľahlú časť Atlantického oceánu hrebeň vysokého tlaku vzduchu. Medzi ním a rozsiahlou oblasťou nízkeho tlaku vzduchu nad severnou Európou sa vytvorilo silné severozápadné prúdenie, v ktorom prenikol 2. 11. do karpatskej oblasti morský arktický vzduch. Tlaková níz, ktorá mala v prízemnej vrstve viac stredov, sa začiatkom novembra presunula zo severnej Európy trochu na juh a tlaková výš sa z Britských ostrovov rozšírila nad Island a Nórske more a postupne aj nad západnú časť Škandinávie. Tento vývoj prízemného barického poľa dal podnet k preniknutiu ešte chladnejšieho pevninského vzduchu arktického pôvodu od severu. Studený front na jeho čele prešiel naším územím 3. 11. v popoludňajších hodinách. Tlaková níz, ktorá súvisela s týmto studeným frontom, sa presúvala z Nórskeho mora cez južnú Škandináviu a Poľsko nad východné Karpaty, kde sa zo 4. na 5. 11. vyplnila. Dráhu jej postupu možno sledovať na obr. 5b. Po preniknutí studeného vzduchu do centrálneho Stredomoria sa 4. 11. vytvorila nad južným Talianskom a Iónskym morom ďalšia tlaková níz, ktorej stred sa presúval cez Grécko a Egejské more nad západnú časť Čierneho mora a Rumunsko, kde sa 6. 11. tlaková níz vyplnila (obr. 5b). S ňou súvisiace pásmo trvalých zrážok zasiahlo aj územie Slovenska. Tlaková výš sa v priebehu 4. až 6. novembra premiestnila z Nórskeho mora nad Severné more a západnú Európu, takže stredná Európa zostala na jej východnej strane v studenom severozápadnom až severnom prúdení. V ňom prenikol už 6. 11. do našej oblasti ďalší frontálny systém a 7. 11. sa po jeho prechode obnovilo nad naším územím studené prúdenie arktického vzduchu. Vývoj v hladinách AT 500 hPa, AT 850 hPa a pri zemi v dňoch 3. - 5. 11. 1995 je znázornený na zjednodušených mapkách týchto hladín na obr. 29.

### **5.2. Chod meteorologických prvkov v mezosynoptickej mierke**

Na mapách rozloženia zrážkových polí (obr. 30) vidíme v tomto prípade podstatné rozdiely v rozložení oblastí zrážok nad strednou Európou oproti prípadom z roku 1993. Predovšetkým je zreteľne vyjadrený náveterný efekt, najmä na českých a slovenských severných pohoriach. Na východnom Slovensku, ktoré bolo postihnuté fujavicou, sa vyskytuje pásmo trvalého sneženia už 4. 11. a zaniká na druhý deň popoludní. Celkovo však plocha, zasiahnutá trvalými zrážkami, nedosahuje rozmery ako v prípadoch fujavíc z roku 1993. Rozsiahle zrážkové pole sa objavuje nad strednou Európou až v priebehu 6. 11., ktoré súviselo s postupom frontálneho systému zo Severného mora na juhovýchod. Aj



keď fujavica v novembri 1995 nazasiahla rozsiahlejšie územie, jej nepriaznivý vplyv na fungovanie hospodárskeho života v časti východného Slovenska bol zapríčinený predovšetkým tým, že sa vyskytla neobvykle skoro. V dôsledku nepripravenosti zimných služieb musela v Košiciach vypomôcť armáda. Problémy v doprave boli touto fujavicou vyvolané aj v Rakúsku a Maďarsku (správa z dennej tlače).

Na mapách prízemného barického poľa zo 4. 11. je vidieť najväčší barický gradient nad Rakúskom, Českom a čiastočne aj nad západným Slovenskom. Zatiaľ čo v tento deň nad východným Slovenskom nepozorujeme väčšie hodnoty barického gradientu, v priebehu 5. 11. sa táto situácia dosť výrazne zmenila. Na jednej strane to spôsobil vzostup tlaku vzduchu nad Poľskom, ktorý sa začal už 4. 11. a pokračoval až do ranných hodín 5. 11. a na druhej strane pokles tlaku vzduchu nad Maďarskom a Rumunskom, ktorý je zreteľný 5. 11. popoludní. V dôsledku postupu frontálneho systému 6. 11. od severozápadu do strednej Európy začal tlak vzduchu nad Poľskom klesať, a preto sa prízemný barický gradient nad východným Slovenskom podstatne zmenšil.

Nad celým územím Slovenska prevládalo 4. 11. severozápadné až severné prúdenie, najsilnejšie na horách a na západnom Slovensku. Na východe krajiny, kde cez deň prevládal len slabý severný vietor, sa zosilovanie severného prúdenia začalo v nočných hodinách zo 4. na 5. 11., čo súviselo so spomenutým vzostupom tlaku vzduchu nad Poľskom. Priemerná rýchlosť vetra dosahovala 5. 11. v denných hodinách na väčšine východného Slovenska 10 až 15 m.s<sup>-1</sup>, nárazy na niektorých miestach presiahli 20 m.s<sup>-1</sup>. Na väčšine územia tohto regiónu prestalo trvalé sneženie v poludňajších hodinách, ale vytváranie závejov z čerstvého snehu pokračovalo ďalej. Podstatné zoslabenie vetra nastalo až 6. 11. popoludní, pričom ešte v predpoludňajších hodinách dosahovali nárazy severného vetra ojedinele až 25 m.s<sup>-1</sup>.

Na východe Slovenska sa teplota vzduchu 4. 11. v denných hodinách pohybovala od -1 do 2 °C, na ostatnom území od 1 do 6 °C. Počas fujavice 5. 11. sa na východe udržal slabý celodenný mráz (s výnimkou krajného juhovýchodu). Keďže po väčšinu sledovaného obdobia bolo zamračené a fúkal silný vietor, denný chod teploty vzduchu bol veľmi potlačený, čo dokazuje aj obr. 9d. Kvôli slabému advekčnému otepleniu vystúpila teplota vzduchu 6. 11. nad nulu (väčšinou len do 2 °C), čo spomalilo ďalšie vytváranie snehových závejov a po zoslabení vetra v popoludňajších hodinách sa záveje úplne prestali tvoriť.

### 5.3. Analýza poľa zrážok a nového snehu na Slovensku

Na rozdiel od rozborov snehových fujavíc v roku 1993, kde sme sa zaoberali najmä vplyvom Malých Karpát na modifikovanie niektorých meteorologických polí, bol v tomto prípade urobený len všeobecnejší rozbor poľa zrážok a nového snehu.

Na obr. 31 je znázornené pole úhrnu zrážok za 4. - 5. 11. 1995. Západné Slovensko a juhozápadná polovica stredného Slovenska boli v tomto prípade v zrážkovom tieni pri prevládajúcom severnom až severovýchodnom prúdení (obr. 6d), takže v tejto časti nášho územia bol nameraný zrážkový úhrn menší ako 1 mm (s výnimkou krajného západu Slovenska). Najvyššie úhrny boli sústredené do tatranskej oblasti.

Pole nového snehu za rovnaké obdobie 4. - 5. 11., čiže súčet nového snehu nameraný 5. a 6. 11. ráno, (obr. 32) veľmi dobre korešponduje s poľom zrážok, a to z dôvodu, že všetky zrážky boli snehové. Okrem tatranskej oblasti môžeme pozorovať najväčší prírastok nového snehu v oblasti východnej časti Slovenského rudohoria a Košickej kotliny, čiže v regiónoch najviac postihnutých snehovou kalamitou.

## 6. ZÁVER

V súčasnosti prebieha rýchly vývoj aplikácií numerických metód pri predpovedaní stavu atmosféry, ktorý sa odráža aj na celkovom zlepšovaní predpovedí jednotlivých meteorologických prvkov. Na druhej strane príliš veľký nárast informácií z numerických modelov produkovaných rôznymi predpovednými centrami sťažuje meteorológovi v prevádzke rýchlu orientáciu, a tým znižuje možnosti oboznámiť sa so všetkými dostupnými materiálmi. Preto sa niekedy stane, že dobrá numerická predpoveď nenájde primeranú odozvu v kvalite vydaných predpovedí počasia. K tomu treba niekedy pripočítať nedôslednú interpretáciu výsledkov predpovedí meteorologických polí v mezomierke pre územie Slovenska, ktoré je vertikálne veľmi členité.

Stále ešte platí, že skúsenosť synoptika je jedným zo základných pilierov dobrej predpovede počasia. Skúsený prognostik si dokáže numerické predpovede meteorologických polí lepšie zosúladiť vo svojej predstave do logického celku a lepšie odhadne miestne vplyvy v mezo- a mikromierkach na deformáciu meteorologických polí a na veľkosť transformácie meteorologických prvkov. Čím je predpovedaná synoptická situácia zriedkavejšia, tým sa ťažšie odhadujú prejavy počasia na konkrétnom území, a to aj synoptikom s dlhoročnou praxou. Obzvlášť to platí pri predpovediach zrážok, najmä z konvektívnej oblačnosti.

Aj pri predpovedi frontálnych zrážok z vrstevnatej oblačnosti dochádza k problémom, ktoré majú pôvod v deformácii zrážkových polí na vertikálne členitom území. Z tohto dôvodu bývajú niekedy v zimnom období za priaznivých podmienok veľké rozdiely v množstve napadnutého snehu. Ak pritom fúka dostatočne silný vietor a teplota vzduchu sa udržiava pod nulou, môžu byť snehovou fujavicou postihnuté aj relatívne malé územia, ako to bolo v sledovaných prípadoch.

Miestne topografické podmienky môžu za rôznych synoptických situácií neraz narušiť celkový charakter počasia rozsiahlejšieho územia. Počas situácií, za ktorých dochádza k nebezpečným poveternostným javom (aj dlhodobé inverzie teploty vzduchu v málo ventilovaných lokalitách v zimnom období), je obzvlášť dôležité pri predpovedaní počasia tieto zvláštnosti brať do úvahy.

Rozbor synoptických situácií z roku 1993 potvrdil, že oblasť Bratislavy je z prognózneho hľadiska zvlášť zaujímavá, najmä za poveternostných situácií, kedy hrá dôležitú úlohu prúdenie vzduchu v spodnej troposfére. Podľa [3] patrí Bratislava medzi

najveternejšie miesta na Slovensku, pričom jedným z orografických vplyvov Malých Karpát je aj zosilňovanie severozápadného vetra. Preto počas cyklonálnych situácií v zimnom období, kedy sa vyskytuje rozsiahlejšie sneženie spojené so silným severozápadným vetrom, býva práve oblasť Bratislavy viac ohrozená vytváraním snehových návejov a závejov. Analyzované prípady v tejto práci dokumentujú výrazné rozdiely v množstve napadnutého snehu počas situácií s tzv. strihovými zrážkami. Z hľadiska vplyvu na chod počasia na Slovensku má počas týchto situácií podstatnú úlohu tvar prízemného tlakového poľa a veľkosť tlakového gradientu, ktoré sú určované predovšetkým polohou a vývojom makrosynoptických tlakových útvarov a v mezosynoptickej mierke sú modifikované reliéfom.

Porovnaním troch snehových fujavíc z roku 1993, ktoré zasiahli najmä juhozápadné Slovensko, možno stručne zhrnúť, že:

a) z hľadiska makrosynoptického vývoja došlo k snehovej fujavici po preniknutí arktického vzduchu do našej oblasti a následne po vytvorení vertikálneho strihu vetra, kedy v strednej troposfére prevládalo nad oblasťou s trvalými zrážkami prúdenie s južnou zložkou a v spodnej troposfére studené prúdenie so severnou zložkou,

b) v prízemnej vrstve sa oblasť sneženia spájala s tlakovou nížou, ktorá sa vytvorila v oblasti západného alebo centrálneho Stredomoria, odkiaľ postupovala vždy cez Balkán na severovýchod alebo sever,

c) oblasť vzduchu s najnižšou teplotou zasahovala zo severnej Európy nad západnú Európu, pričom nad Balkán a východnú Európu sa rozširoval výrazný teplý jazyk,

d) teplý vzduch, prúdiaci za teplým frontom, ktorý bol spojený s uvedenou stredomorskou tlakovou nížou, nikdy neprenikol v prízemnej vrstve až nad juhozápadné Slovensko, kde sa v dôsledku priaznivého rozloženia barického poľa udržalo severozápadné prúdenie studeného vzduchu.

Situácia z novembra 1995, kedy bolo fujavicou zasiahnuté východné Slovensko, mala od uvedených situácií z roku 1993 viacero odlišností, ktoré boli spomenuté pri popise vývoja synoptickej situácie.

Nekonečná variabilita vývoja synoptických situácií umožňuje meteorológovi okrem dôsledného využívania numerických predpovedných máp v každom novom prípade aj uplatnenie vlastných tvorivých a intuitívnych schopností s využívaním už známych zákonitostí a poznania vývoja podobných situácií. Na základe uvedených analýz bude

umožnené ďalším meteorológom rozširovať dokumentačnú agendu o výnimočných synoptických situáciách na území Slovenska, pričom budú vo väčšej miere využívať moderné spôsoby spracovávanía charakteristík používaných v numerickej a synoptickej meteorológii.

## **7. Literatúra:**

- [1] Borsányi, P. - Kamenský L.: Decembrové zrážky na Horehroní. Bulletin Slovenskej meteorologickej spoločnosti pri SAV, 5, 1994, č. 1, s. 26-27.
- [2] Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha, Ministerstvo životního prostředí 1993. 594 s.
- [3] Otruba, J.: Cirkulačné pomery v oblasti Bratislavy. In: Klíma a bioklíma Bratislavy. Bratislava, Veda 1979, s. 83-116.

## 8. Zoznam obrázkov:

- Obr. 1 Mapa strednej Európy so schematickým zakreslením orografie
- Obr. 2 Mapa Slovenska so schematickým zakreslením orografie a zakreslením polohy meteorologických staníc, z ktorých boli použité údaje v mapách tejto mierky a so zakreslením výrezu časti západného Slovenska, použitého pri podrobnejšej analýze
- Obr. 3 Mapa časti západného Slovenska so schematickým zakreslením orografie a zakreslením polohy zrážkomerných staníc, z ktorých boli použité údaje v mapách tejto mierky a so zakreslením výrezu oblasti Bratislavy, použitého pri podrobnejšej analýze
- Obr. 4 Mapa oblasti Bratislavy so schematickým zakreslením orografie a zakreslením polohy zrážkomerných staníc, z ktorých boli použité údaje v mapách tejto mierky
- Obr. 5 Dráhy postupu stredov tlakových níží  
a) 21.2. až 24.2.1993 a 27.3. až 30.3.1993,  
b) 24.12. až 26.12.1993, 25.12. až 29.12.1993,  
3.11. až 4.11.1995 a 4.11. až 6.11.1995.  
Vyznačené sú polohy po 6 hodinách s označením času na začiatku a na konci dráhy
- Obr. 6 Teplota vzduchu, rosný bod a vietor v niektorých štandardných izobarických hladinách nad Popradom  
a) 22.2. až 25.2.1993, b) 26.3. až 29.3.1993, c) 25.12. až 28.12.1993,  
d) 3.11. až 6.11.1995
- Obr. 7 Pole geopotenciálnych výšok hladiny AT 500 hPa, pole teploty vzduchu v hladine AT 850 hPa a zjednodušená prízemná analýza v Európe  
a) 22.2.1993 12 UTC, b) 23.2.1993 12 UTC, c) 24.2.1993 12 UTC
- Obr. 8 Prízemné tlakové pole a rozloženie oblastí zrážok v strednej Európe  
a) 23.2.1993 09 UTC, b) 23.2.1993 15 UTC, c) 23.2.1993 21 UTC,  
d) 24.2.1993 03 UTC, e) 24.2.1993 09 UTC, f) 24.2.1993 15 UTC,  
g) 24.2.1993 21 UTC, h) 25.2.1993 03 UTC
- Obr. 9 Pribeh teploty vzduchu a rosného bodu s vyznačením obdobia trvalého sneženia  
a) 23.2. až 25.2.1993 na stanici Bratislava, letisko,  
b) 27.3. až 29.3.1993 na stanici Bratislava, letisko,  
c) 26.12. až 28.12.1993 na stanici Bratislava, letisko,  
d) 4.11. až 6.11.1995 na stanici Košice, letisko
- Obr. 10 Úhrn zrážok na Slovensku za 23.2. až 25.2.1993
- Obr. 11 Súčet výšok nového snehu na Slovensku za 23.2. až 24.2.1993
- Obr. 12 Úhrn zrážok v časti západného Slovenska za 23.2. až 25.2.1993
- Obr. 13 Súčet výšok nového snehu v časti západného Slovenska za 23.2. až 24.2.1993
- Obr. 14 Súčet výšok nového snehu v oblasti Bratislavy za 23.2. až 24.2.1993
- Obr. 15 Pole geopotenciálnych výšok hladiny AT 500 hPa, pole teploty vzduchu v hladine AT 850 hPa a zjednodušená prízemná analýza v Európe  
a) 27.3.1993 12 UTC, b) 28.3.1993 12 UTC, c) 29.3.1993 12 UTC

- Obr. 16 Prízemné tlakové pole a rozloženie oblastí zrážok v strednej Európe  
a) 27.3.1993 15 UTC, b) 27.3.1993 21 UTC, c) 28.3.1993 03 UTC,  
d) 28.3.1993 09 UTC, e) 28.3.1993 15 UTC, f) 28.3.1993 21 UTC,  
g) 29.3.1993 03 UTC, h) 29.3.1993 09 UTC
- Obr. 17 Úhrn zrážok na Slovensku za 27.3. až 29.3.1993
- Obr. 18 Súčet výšok nového snehu na Slovensku za 27.3. až 28.3.1993
- Obr. 19 Úhrn zrážok v časti západného Slovenska za 27.3. až 29.3.1993
- Obr. 20 Súčet výšok nového snehu v časti západného Slovenska za 27.3. až 28.3.1993
- Obr. 21 Súčet výšok nového snehu v oblasti Bratislavy za 27.3. až 28.3.1993
- Obr. 22 Pole geopotenciálnych výšok hladiny AT 500 hPa, pole teploty vzduchu v hladine AT 850 hPa a zjednodušená prízemná analýza v Európe  
a) 26.12.1993 12 UTC, b) 27.12.1993 12 UTC, c) 28.12.1993 12 UTC
- Obr. 23 Prízemné tlakové pole a rozloženie oblastí zrážok v strednej Európe  
a) 26.12.1993 21 UTC, b) 27.12.1993 03 UTC, c) 27.12.1993 09 UTC,  
d) 27.12.1993 15 UTC
- Obr. 24 Úhrn zrážok na Slovensku za 26.12. až 28.12.1993
- Obr. 25 Súčet výšok nového snehu na Slovensku za 25.12. až 28.12.1993
- Obr. 26 Úhrn zrážok v časti západného Slovenska za 26.12. až 28.12.1993
- Obr. 27 Súčet výšok nového snehu v časti západného Slovenska za 25.12. až 28.12.1993
- Obr. 28 Súčet výšok nového snehu v oblasti Bratislavy za 25.12. až 28.12.1993
- Obr. 29 Pole geopotenciálnych výšok hladiny AT 500 hPa, pole teploty vzduchu v hladine AT 850 hPa a zjednodušená prízemná analýza v Európe  
a) 3.11.1995 12 UTC, b) 4.11.1995 12 UTC, c) 5.11.1995 12 UTC
- Obr. 30 Prízemné tlakové pole a rozloženie oblastí zrážok v strednej Európe  
a) 4.11.1995 15 UTC, b) 4.11.1995 21 UTC, c) 5.11.1995 03 UTC,  
d) 5.11.1995 09 UTC, e) 5.11.1995 15 UTC, f) 5.11.1995 21 UTC,  
g) 6.11.1995 03 UTC, h) 6.11.1995 09 UTC, i) 6.11.1995 15 UTC,  
j) 6.11.1995 21 UTC
- Obr. 31 Úhrn zrážok na Slovensku za 4.11. až 5.11.1995
- Obr. 32 Súčet výšok nového snehu na Slovensku za 4.11. až 5.11.1995

## 8. List of figures:

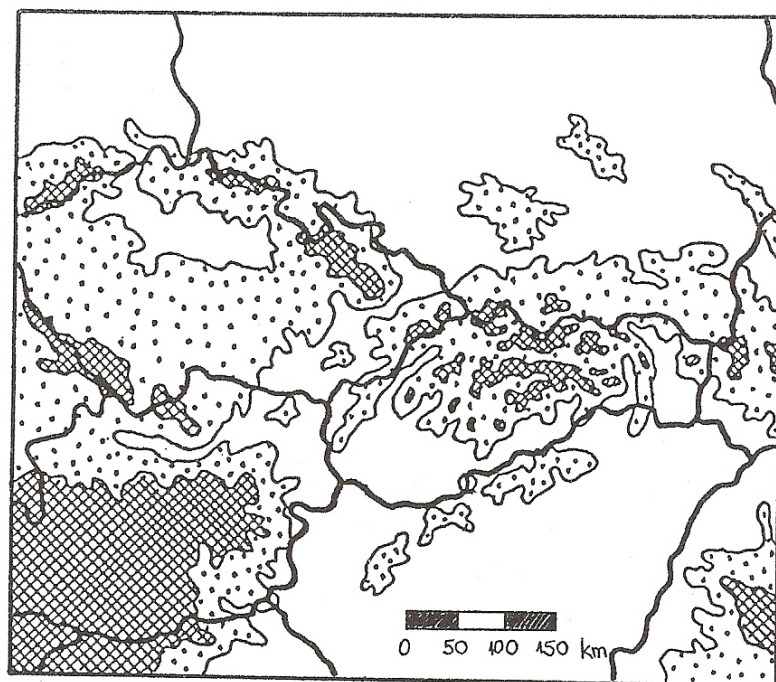
- Fig. 1 The Map of Central Europe with orography
- Fig. 2 The schematic orography map of Slovakia with the given positions of the meteorological stations, data from which were used in the maps of this scale and with section of west part of Slovakia, used in detail analysis
- Fig. 3 The schematic orography map of part of west Slovakia with given positions of the rainfall stations, data from which were used in the maps with this scale and with section of part of Bratislava, used in detail analysis
- Fig. 4 Schematic orography map of Bratislava location with positions of rainfall stations, data from which were used in the maps of this scale
- Fig. 5 The centre of cyclones movements trajectories  
a) from 21. 2. to 24. 2. 1993, from 27. 3. to 30. 3. 1993,  
b) from 24. 12. to 26. 12. 1993, from 25. 12. to 29. 12. 1993,  
from 3. 11. to 4. 11. 1995 and from 4. 11. to 6. 11. 1995  
The positions with step 6 hours and times of the start and the end are indicated
- Fig. 6 Air temperature, dew point and wind in some standart surface isobarics above Poprad  
a) from 22. 2. to 25. 2. 1993, b) from 26. 3. to 29. 3. 1993,  
c) from 25. 12. to 28. 12. 1993, d) from 3.11. to 6. 11. 1995
- Fig. 7 Field of geopotencial height of surfaces AT 500 hPa, field of the air temperature on the surface AT 850 hPa and simplified ground-level analysis in Europe  
a) 22.2.1993 12 UTC, b) 23.2.1993 12 UTC, c) 24.2.1993 12 UTC
- Fig. 8 Surface pressure field and distribution of precipitation areas in central Europe  
a) 23.2.1993 09 UTC, b) 23.2.1993 15 UTC, c) 23.2.1993 21 UTC,  
d) 24.2.1993 03 UTC, e) 24.2.1993 09 UTC, f) 24.2.1993 15 UTC,  
g) 24.2.1993 21 UTC, h) 25.2.1993 03 UTC
- Fig. 9 Changes of air temperature and dew point denoted period of continuous snowfall
- Fig. 10 Sum of precipitation in Slovakia from 23. 2. to 25. 2. 1993
- Fig. 11 Sum of heights of new snow in Slovakia from 23. 2. to 24. 2. 1993
- Fig. 12 Precipitation amount in the new part of west Slovakia from 23. 2. to 25. 2. 1993
- Fig. 13 Sum of heights of new snow in part of west Slovakia from 23. 2. to 24. 2. 1993
- Fig. 14 Sum of heights of new snow in Bratislava locality from 23. 2. to 25. 2. 1993
- Fig. 15 Field of geopotencial height of surfaces AT 500 hPa, field of air temperature in the surface AT 850 hPa and simplified surface analysis in Europe  
a) 27. 3. 1993 12 UTC, b) 28. 3. 1993 12 UTC, c) 29. 3. 1993 12 UTC
- Fig. 16 Surface pressure field and lay-out of precipitation areas in Central Europe  
a) 27. 3. 1993 15 UTC, b) 27. 3. 1993 21 UTC, c) 28. 3. 1993 03 UTC,  
d) 28. 3. 1993 09 UTC, e) 28. 3. 1993 15 UTC, f) 28. 3. 1993 21 UTC,  
g) 29. 3. 1993 03 UTC, h) 29. 3. 1993 09 UTC
- Fig. 17 Precipitation amount in Slovakia from 27. 3. to 29. 3. 1993



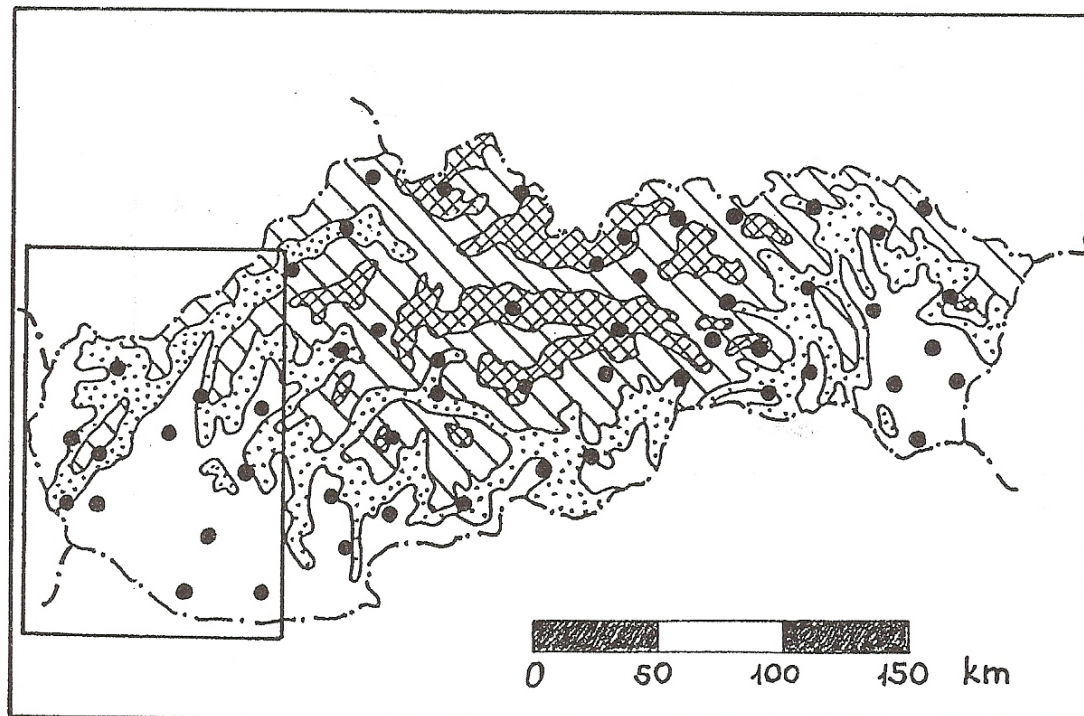
- Fig. 18 Sum of heights of new snow in part of west Slovakia from 27. 3. to 28. 3. 1993
- Fig. 19 Precipitation amount in west Slovakia from 27. 3. to 29. 3. 1993
- Fig. 20 Sum of heights of new snow in part of west Slovakia from 27. 3. to 28. 3. 1993
- Fig. 21 Sum of heights of new snow in locality of Bratislava from 27. 3. to 28. 3. 1993
- Fig. 22 Field of geopotencial height of surfaces AT 500 hPa, field of air temperature in the surface AT 850 hPa and simplified surface analysis in Europe  
a) 26. 12. 1993 12 UTC, b) 27. 12. 1993 12 UTC, c) 28. 12. 1993 12 UTC
- Fig. 23 Surface pressure field and lay-out of precipitation areas in Central Europe  
a) 26. 12. 1993 21 UTC, b) 27. 12. 1993 03 UTC, c) 27. 12. 1993 09 UTC, d) 27. 12. 1993 15 UTC
- Fig. 24 Precipitation amount in Slovakia from 26. 12. to 28. 12. 1993
- Fig. 25 Precipitation amount in Slovakia from 25. 12. to 28. 12. 1993
- Fig. 26 Precipitation amount in part of west Slovakia from 25. 12. to 28. 12. 1993
- Fig. 27 Sum of heights of new snow in part of west Slovakia from 27. 3. to 28. 3. 1993
- Fig. 28 Sum of heights of new snow in locality of Bratislava from 25. 12. to 28. 12. 1993
- Fig. 29 Field of geopotencial height of surfaces AT 500 hPa, field of air temperature in the surface AT 850 hPa and simplified surface analysis in Europe  
a) 3. 11. 1995 12 UTC, b) 4. 11. 1995 12 UTC, c) 5. 11. 1995 12 UTC
- Fig. 30 Surface pressure field and lay-out of precipitation areas in Central Europe  
a) 4. 11. 1995 15 UTC, b) 4. 11. 1995 21 UTC, c) 5. 11. 1995 03 UTC, d) 5. 11. 1995 09 UTC, e) 5. 11. 1995 15 UTC, f) 5. 11. 1995 21 UTC, g) 6. 11. 1995 03 UTC, h) 6. 11. 1995 09 UTC, i) 6. 11. 1995 15 UTC, j) 6. 11. 1995 21 UTC
- Fig. 31 Precipitation amount in Slovakia from 4.11. to 5.11. 1995
- Fig. 32 Sum of heights of new snow in Slovakia from 4. 11. to 5. 11. 1995

## **9. Grafická príloha**

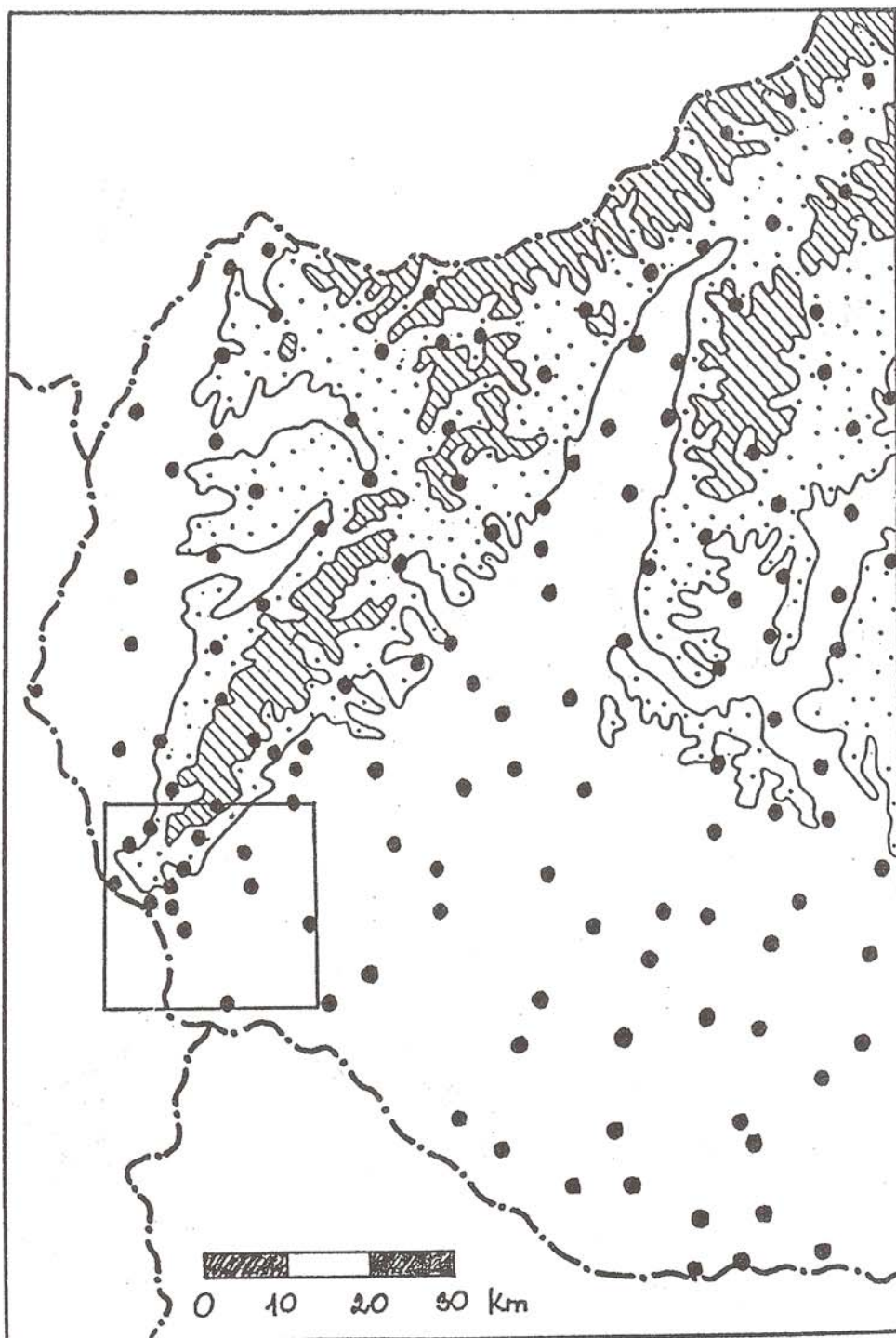
### **Figures**



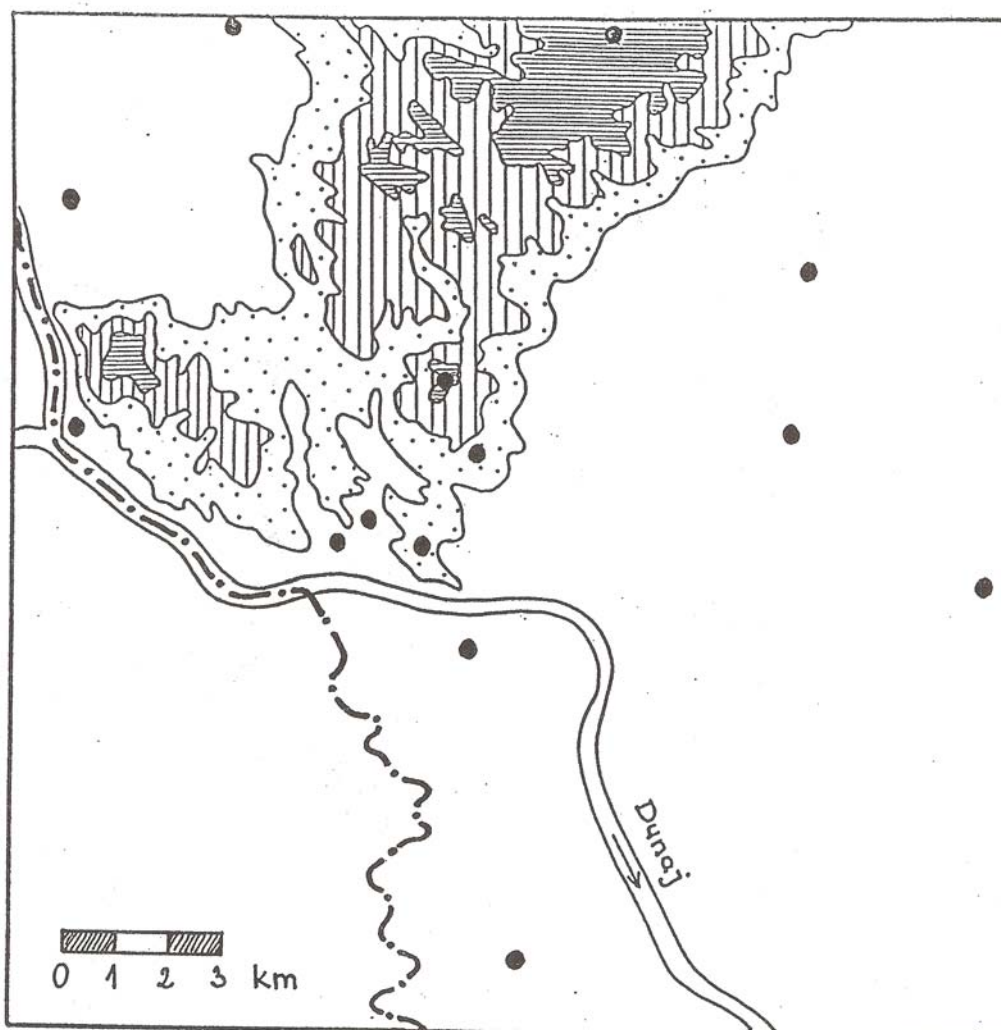
Obr. 1



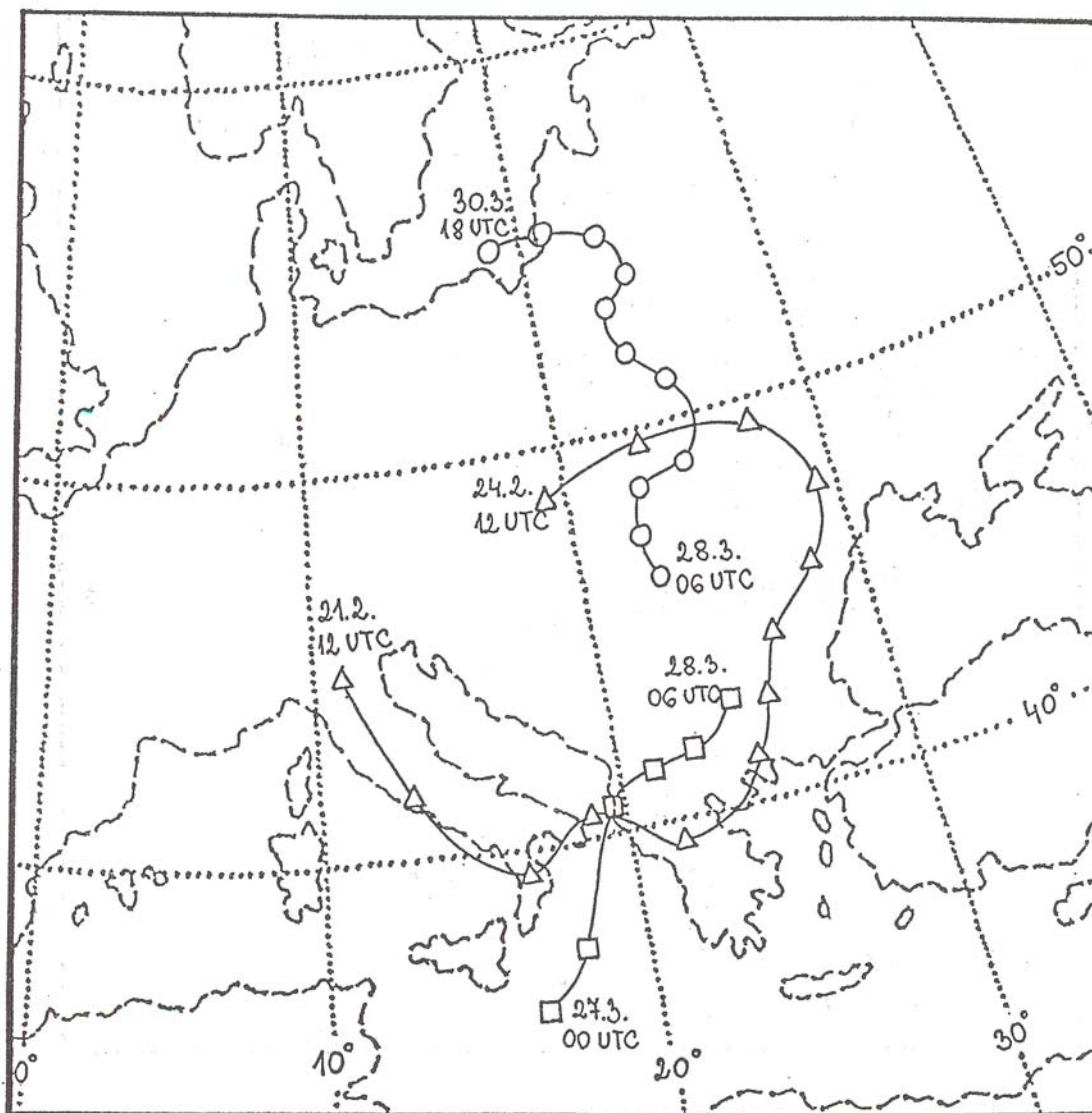
Obr. 2



Obr. 3

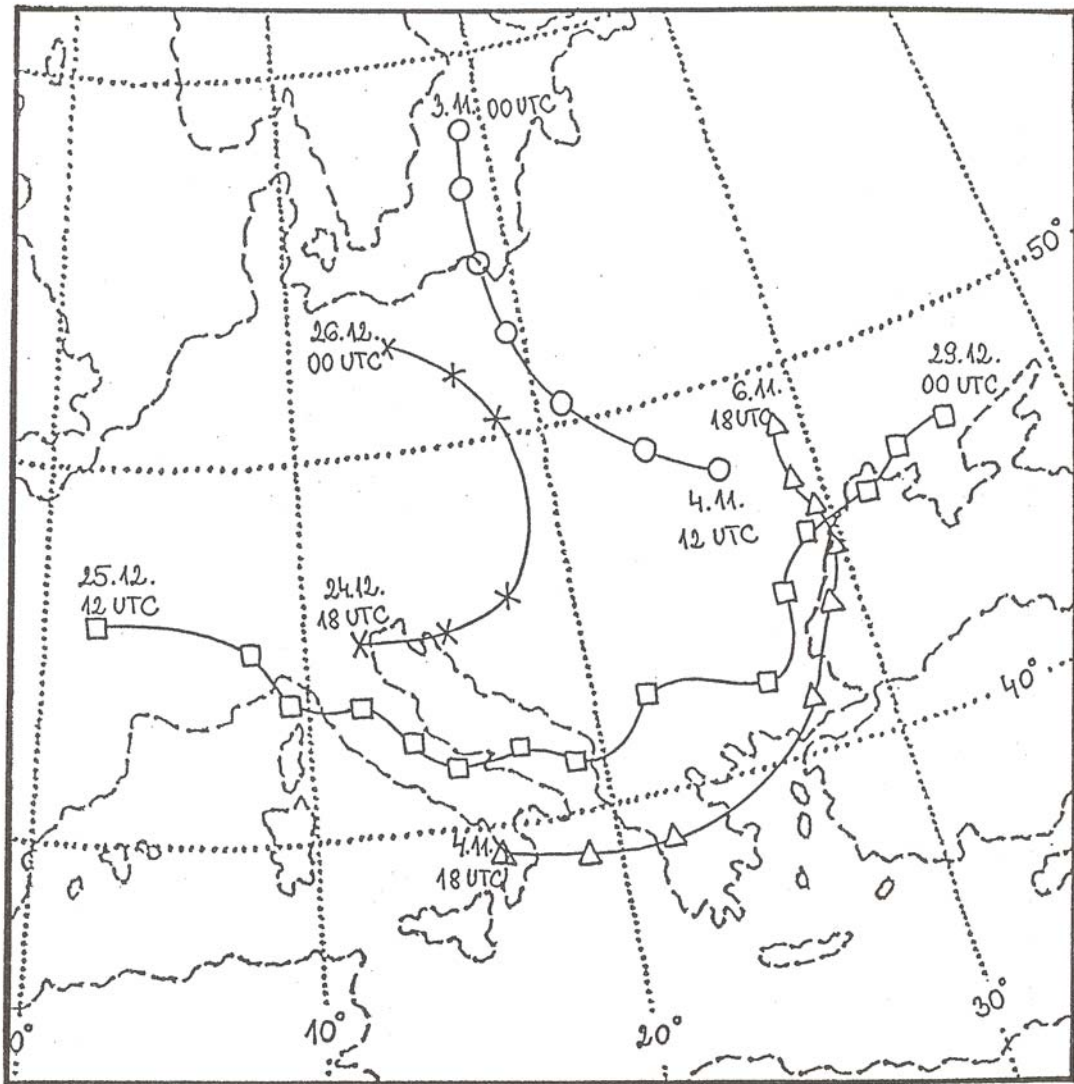


Obr. 4

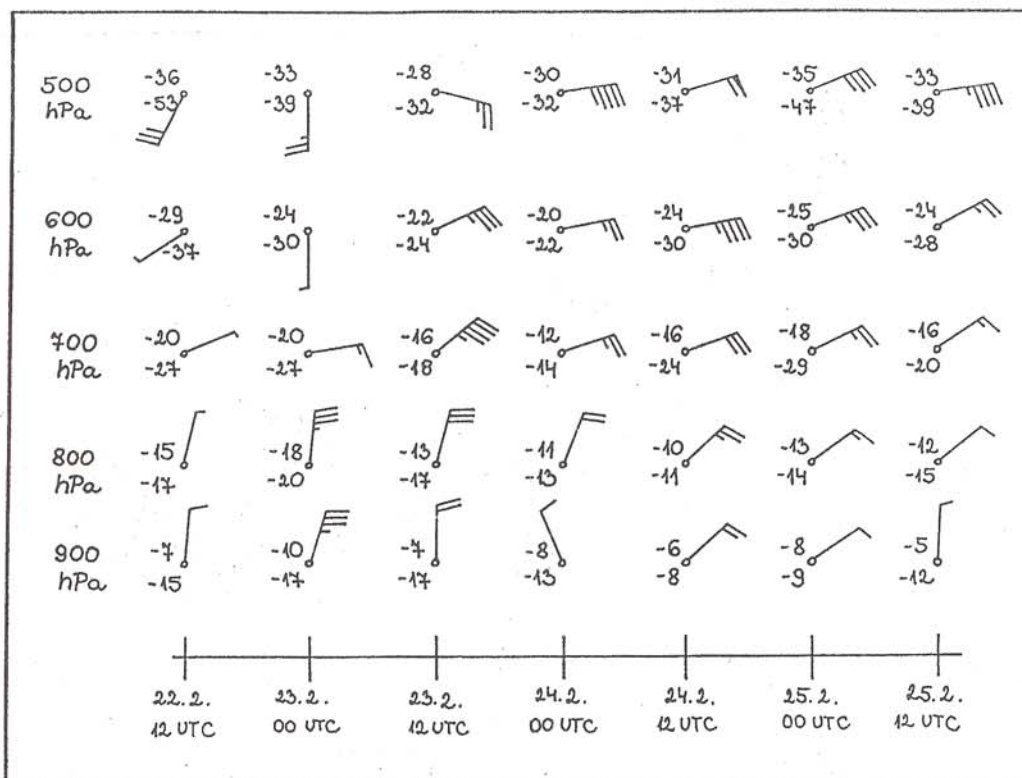


Obr. 5a

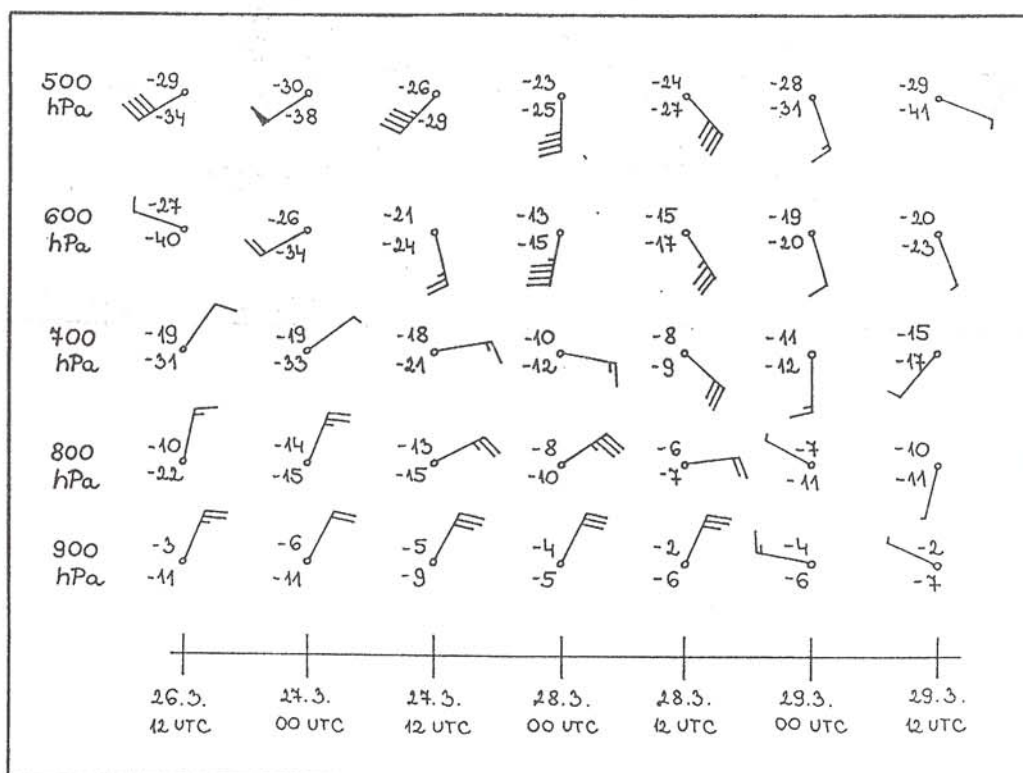




Obr. 5b

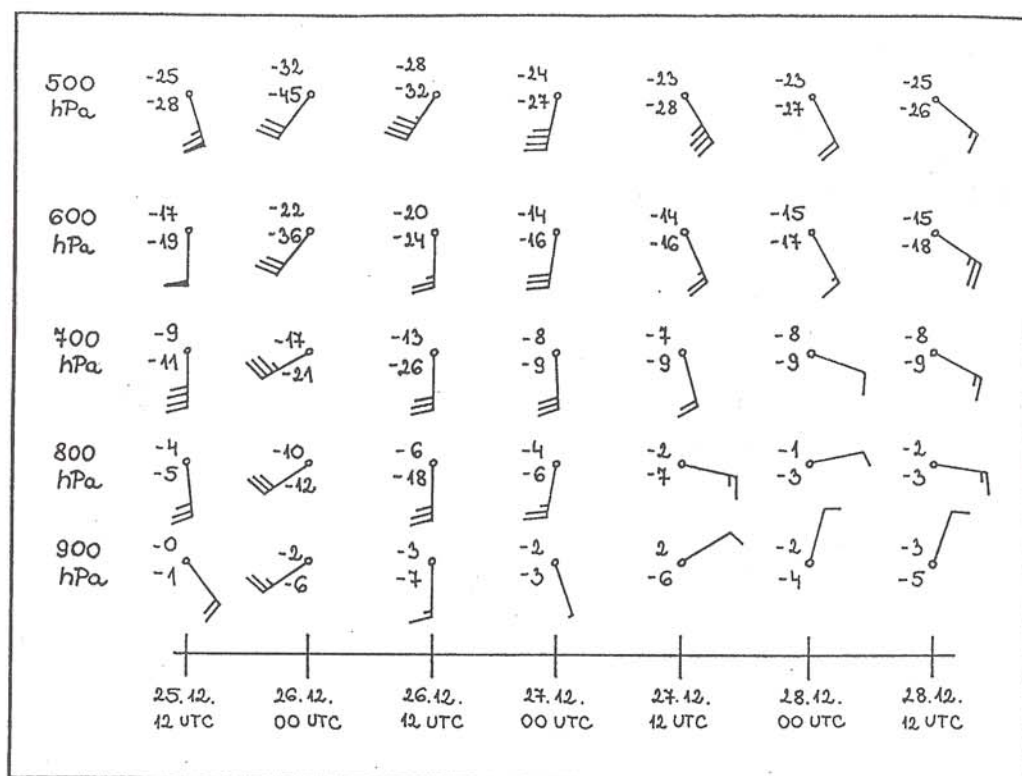


Obr. 6a

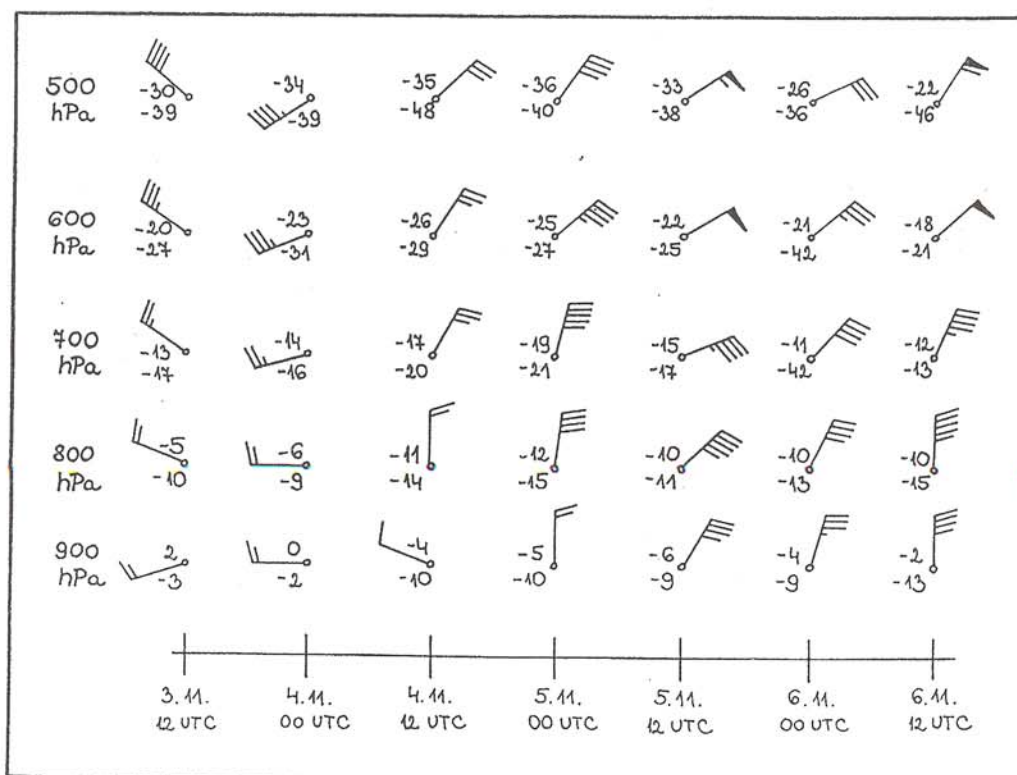


Obr. 6b





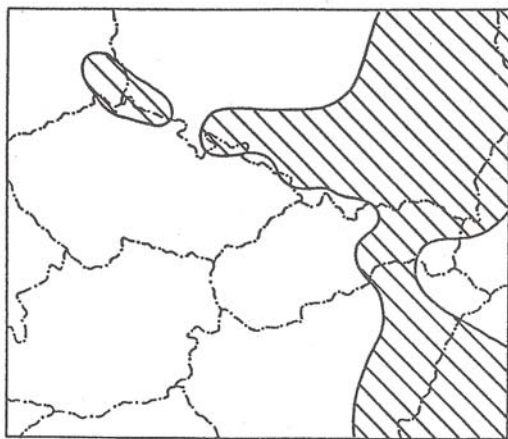
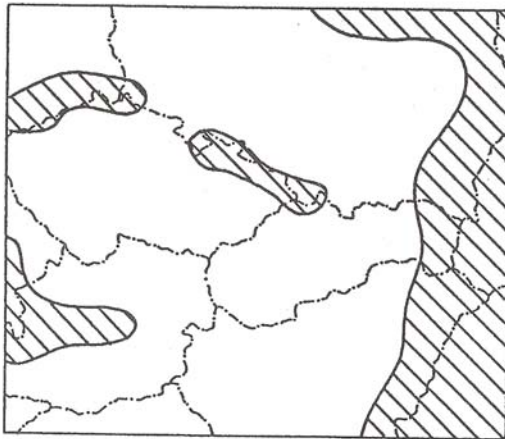
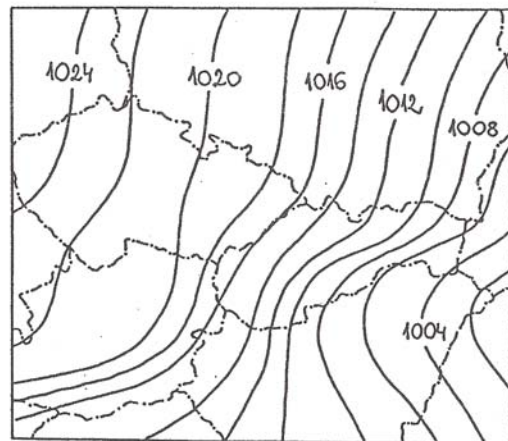
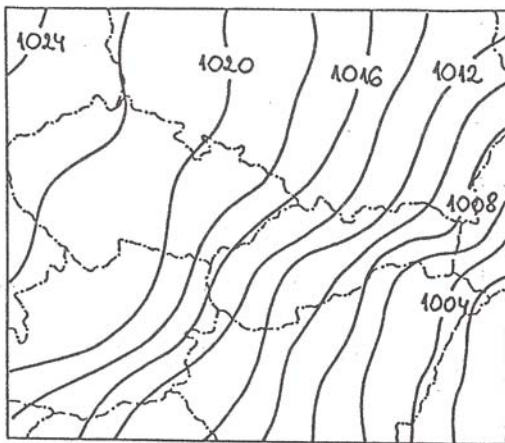
Obr. 6c



Obr. 6d

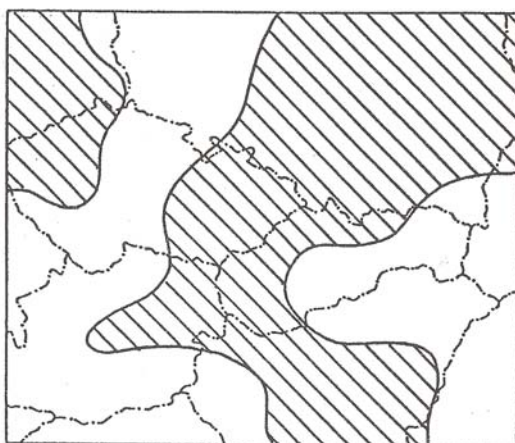
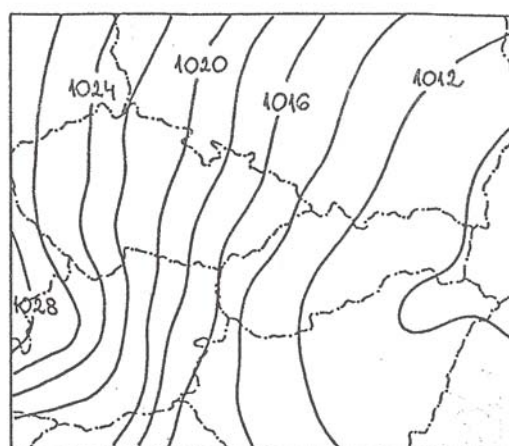
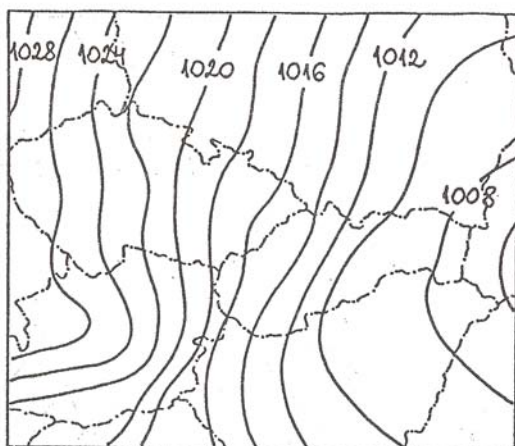
C

34

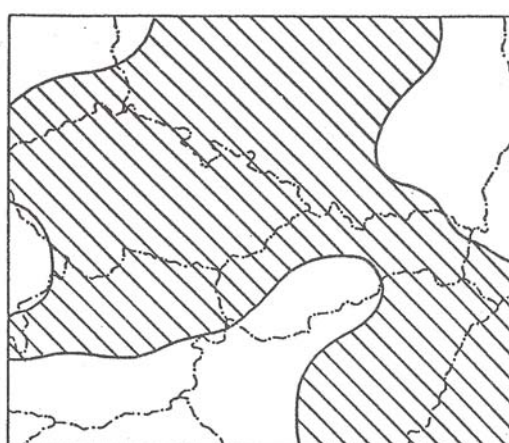


Obr. 8a

Obr. 8b

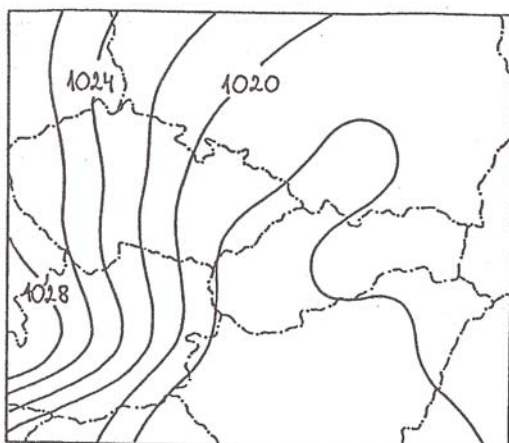


Obr. 8c

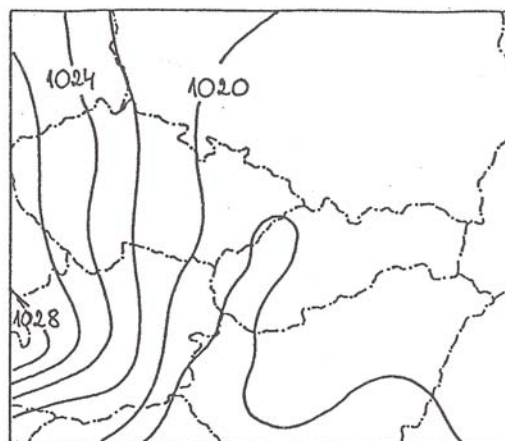


Obr. 8d

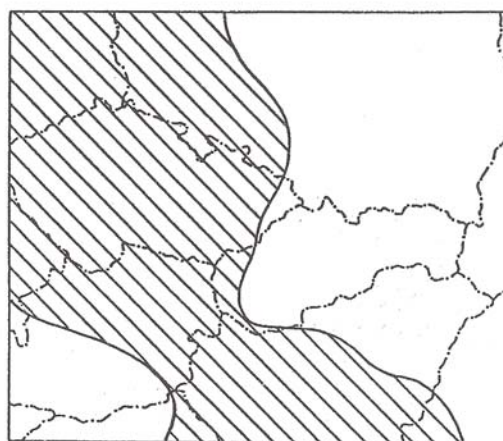
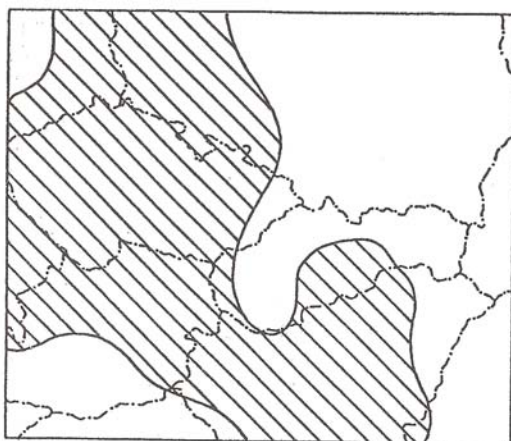


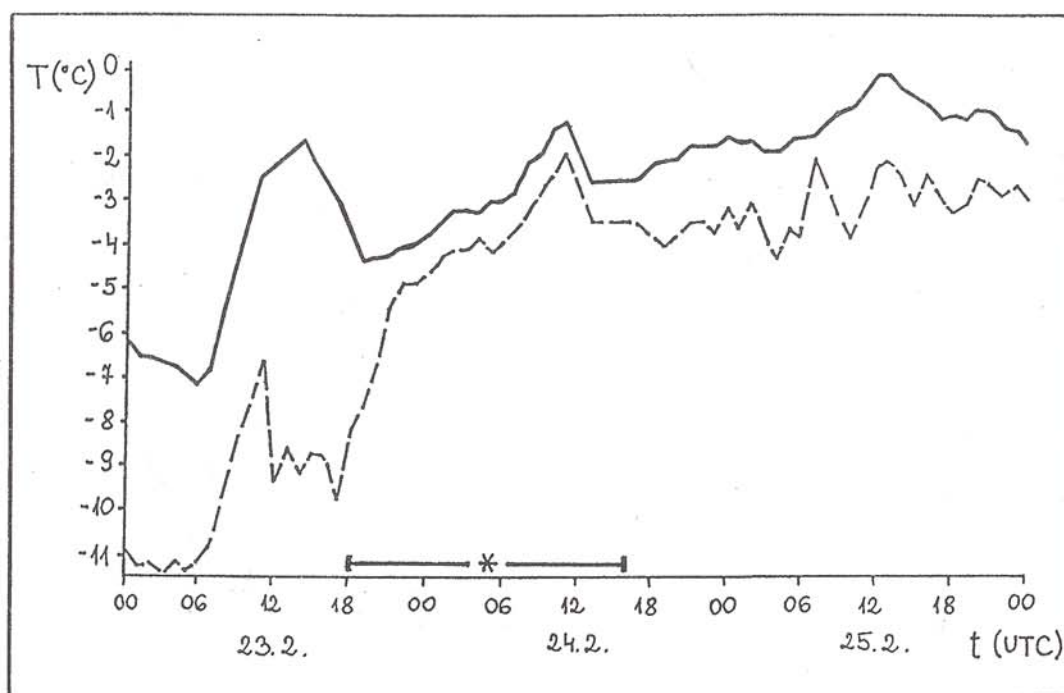


Obr. 8g

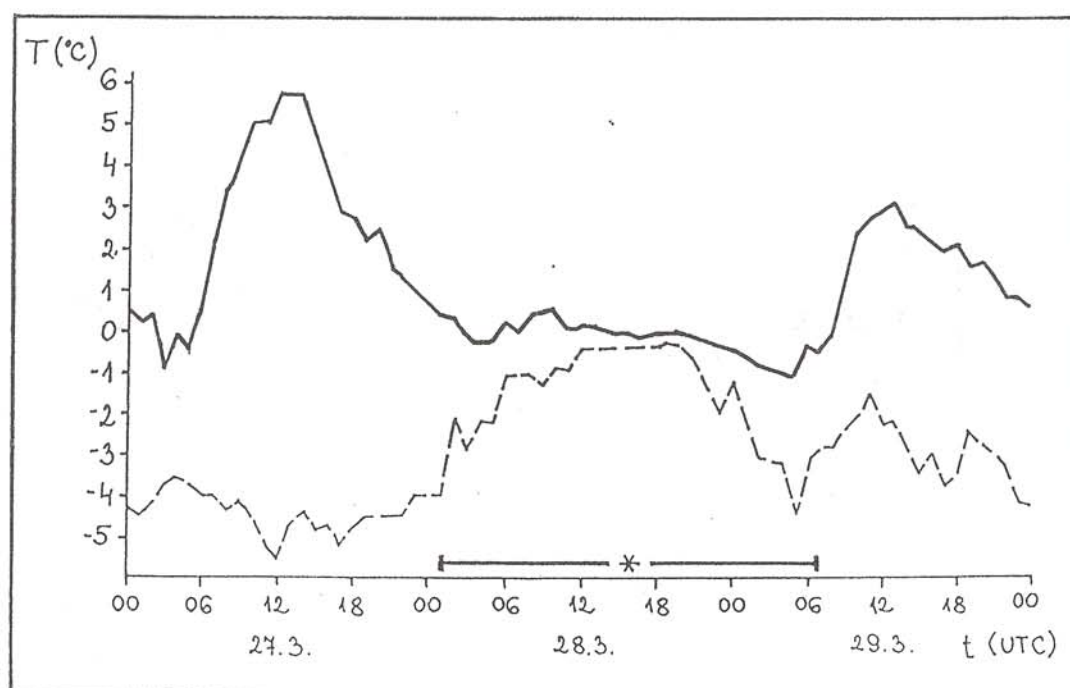


Obr. 8h

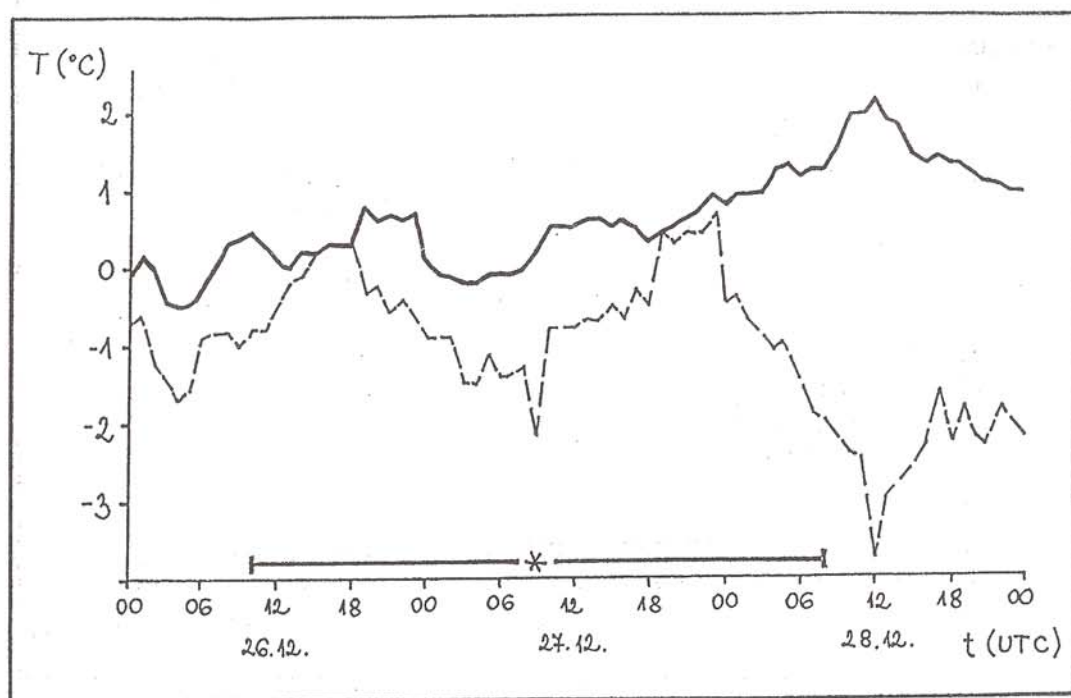




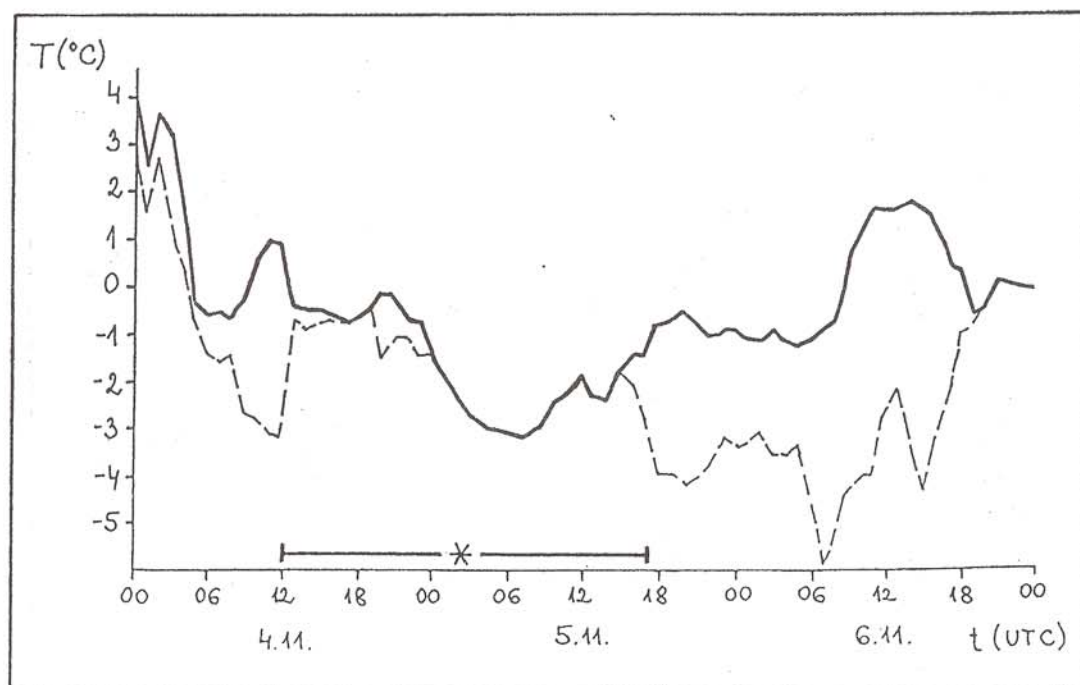
Obr. 9a



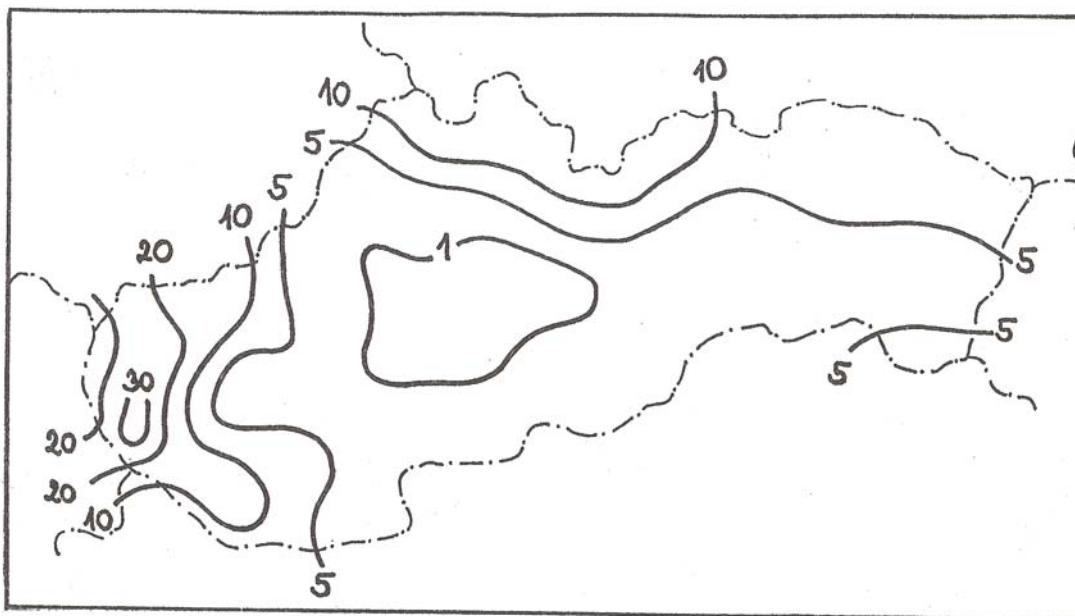
Obr. 9b



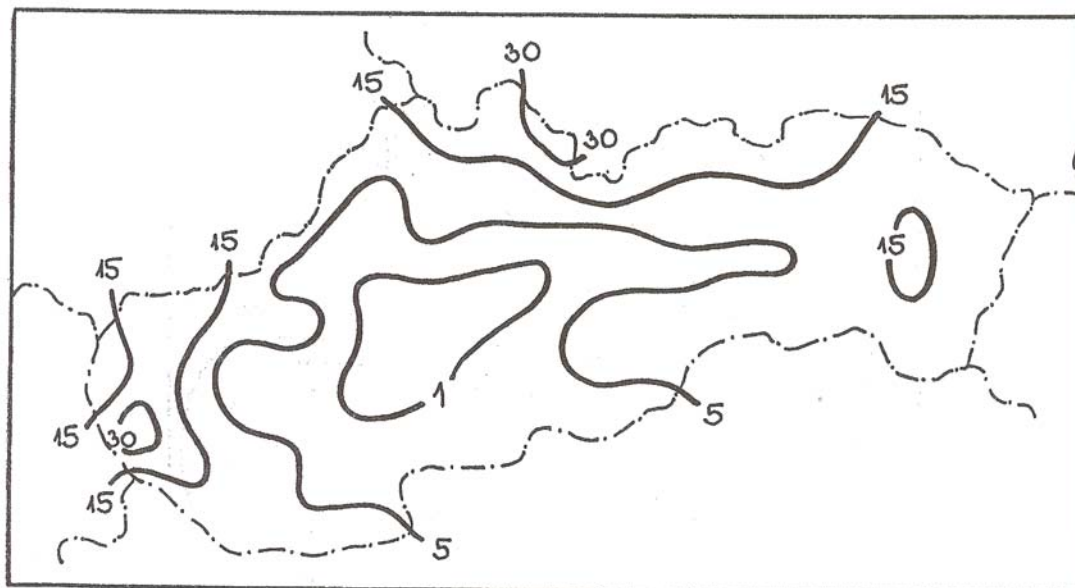
Obr. 9c



Obr. 9d

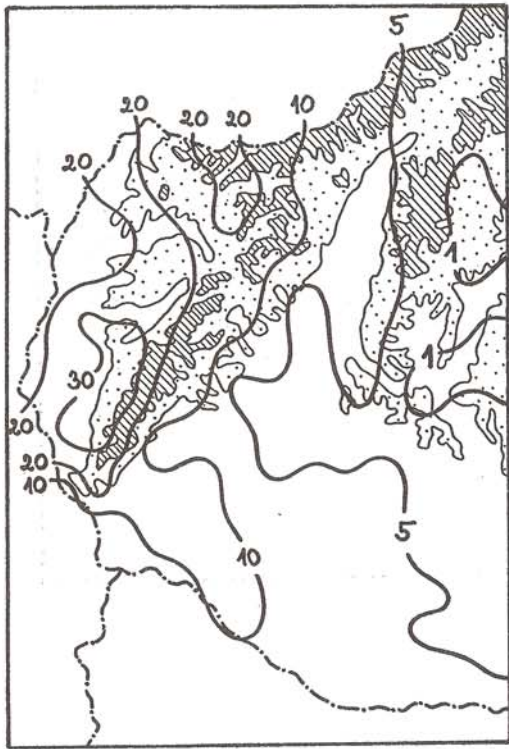


Obr. 10

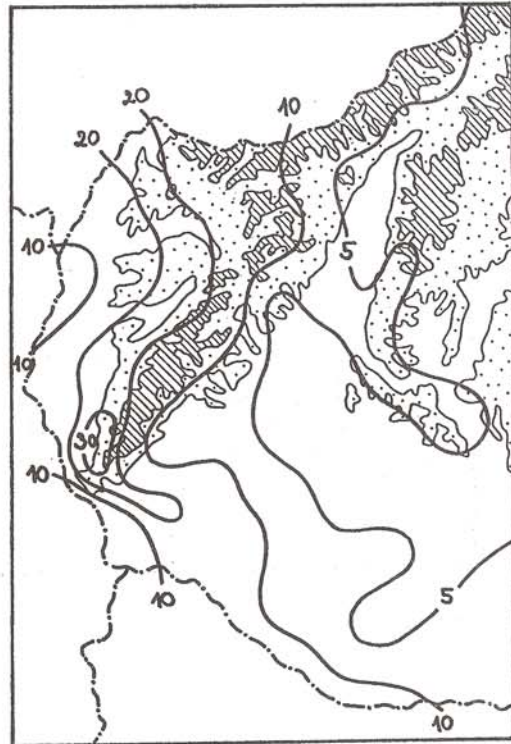


Obr. 11

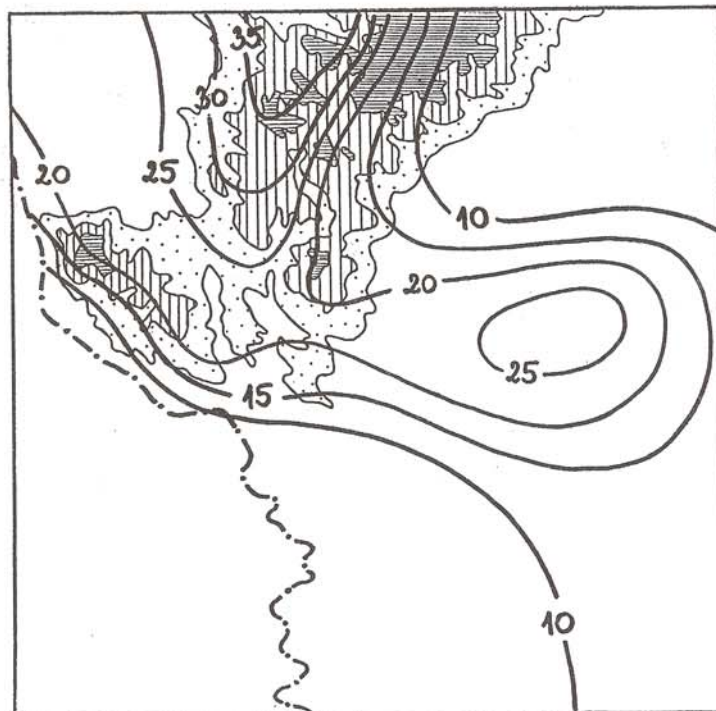




Obr. 12

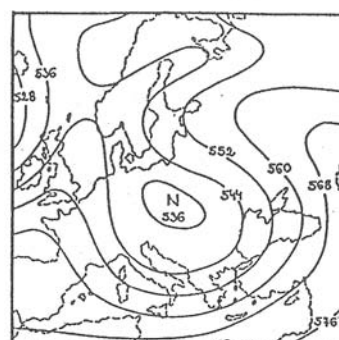
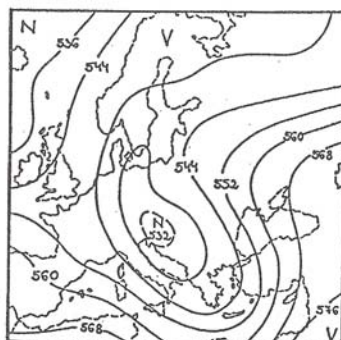
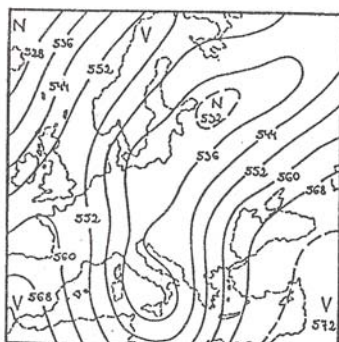


Obr. 13

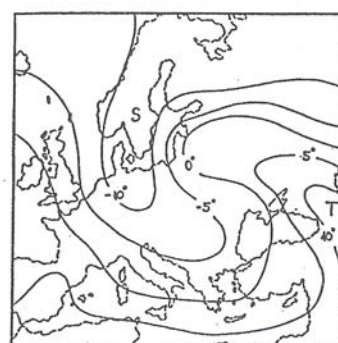
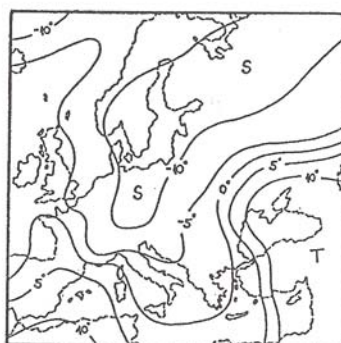
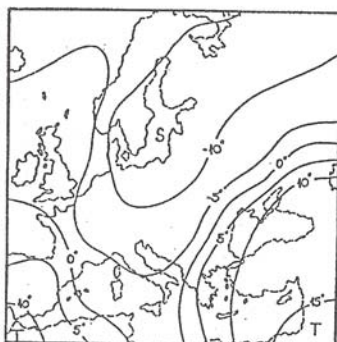


Obr. 14

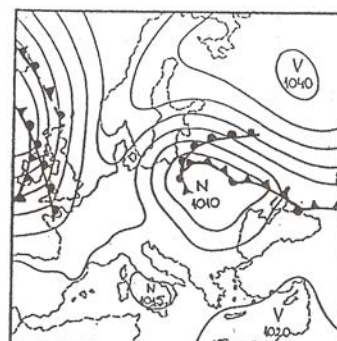
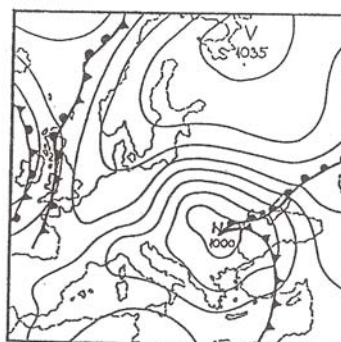
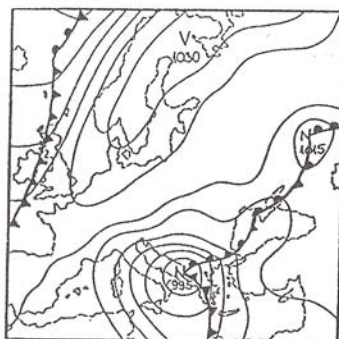
AT 500 hPa



AT 850 hPa



ZEM

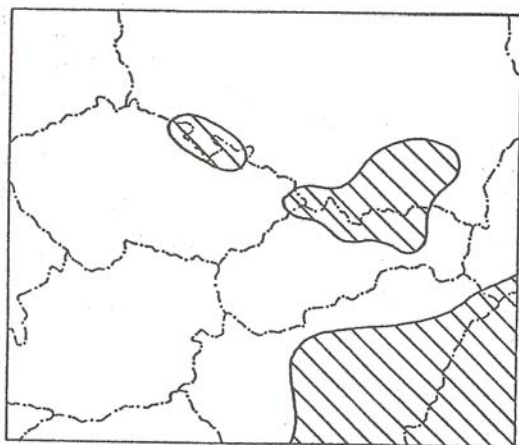
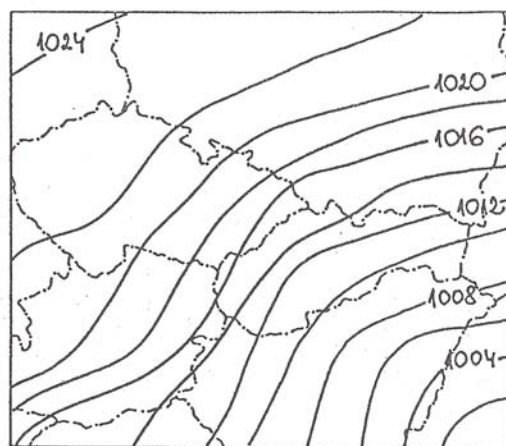
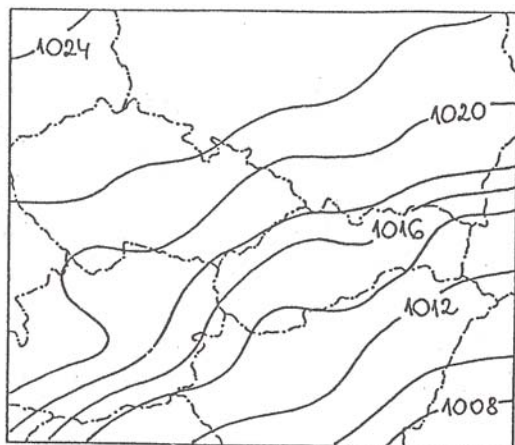


a

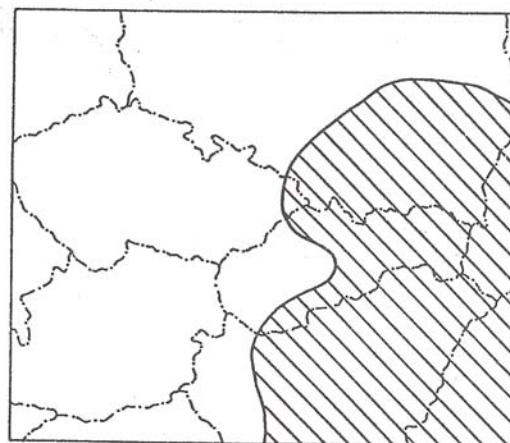
b

c

Obr. 15

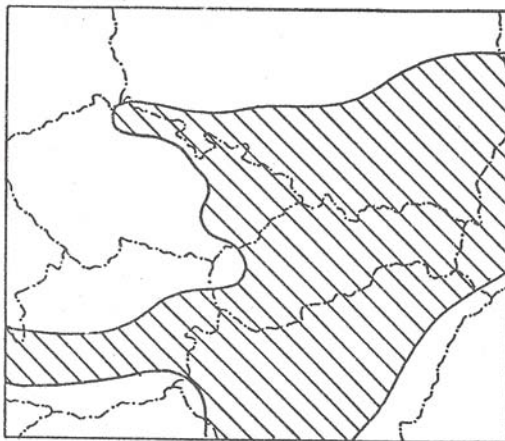
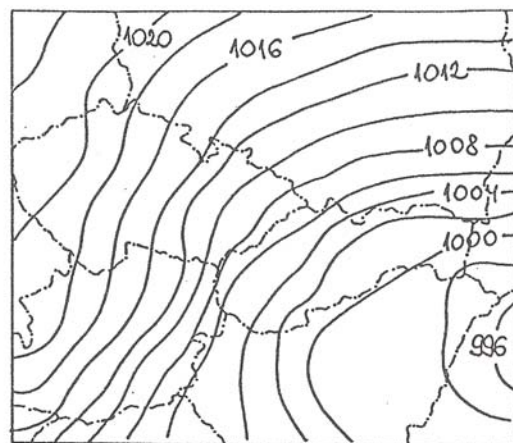
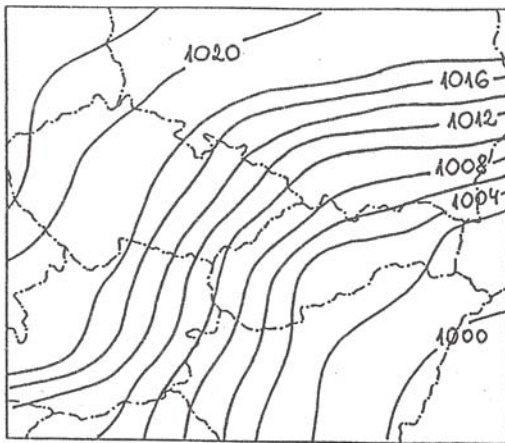


Obr. 16a

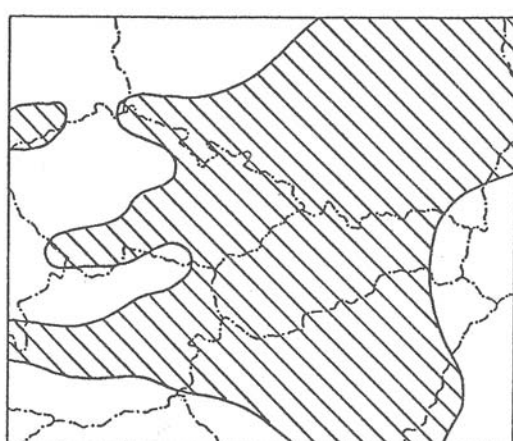


Obr. 16b

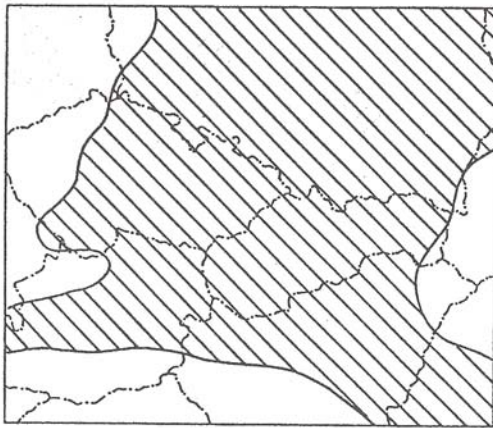
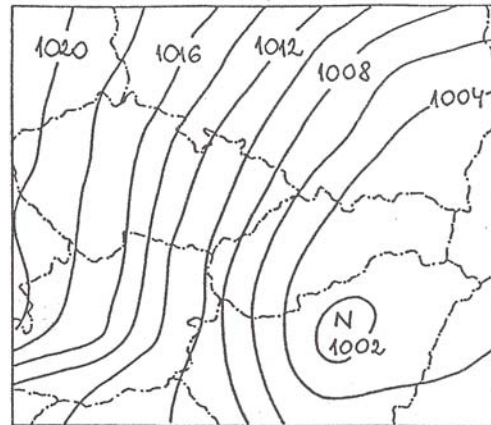
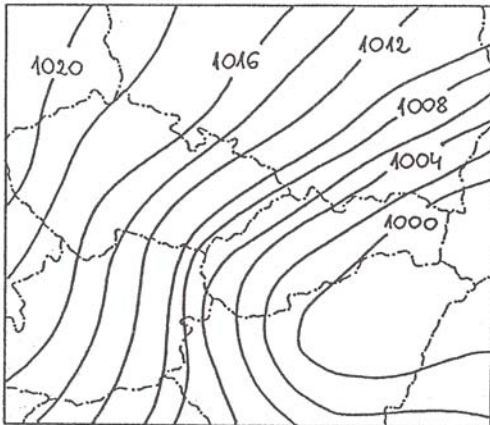




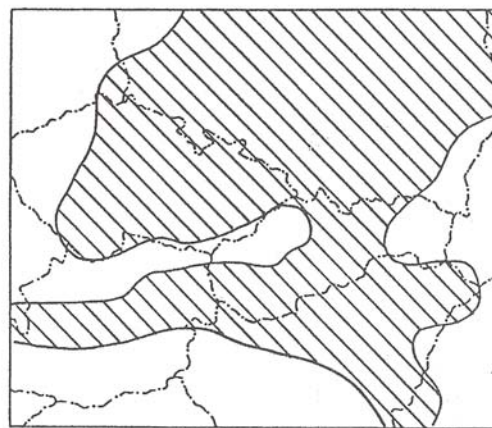
Obr. 16c



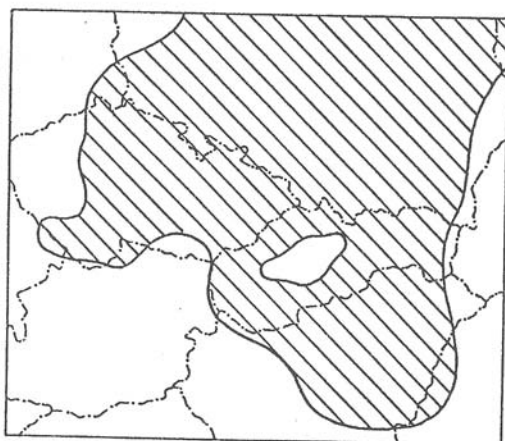
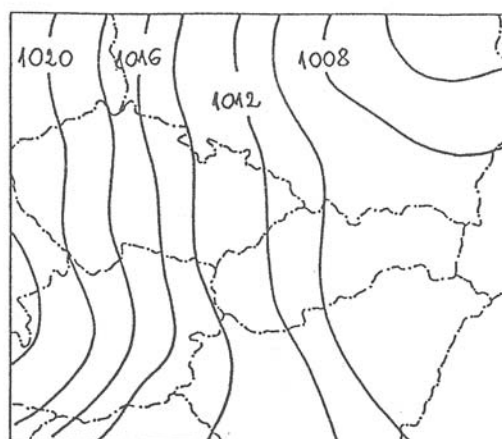
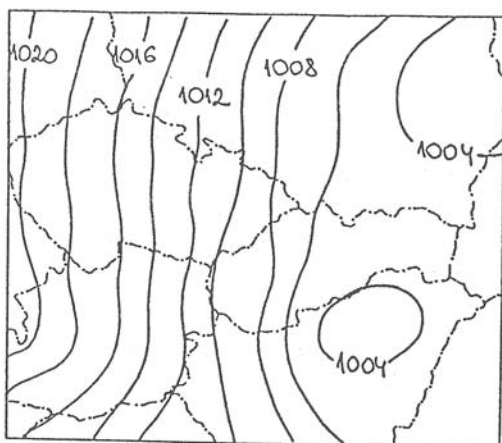
Obr. 16d



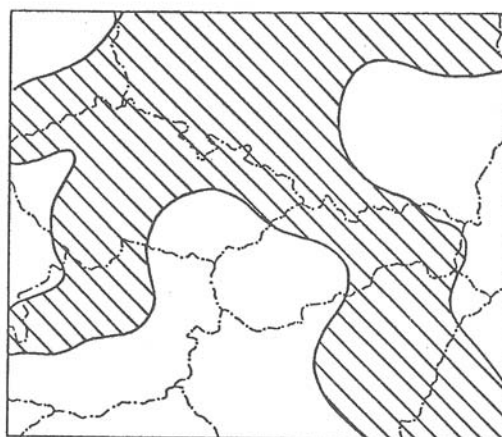
Obr. 16e



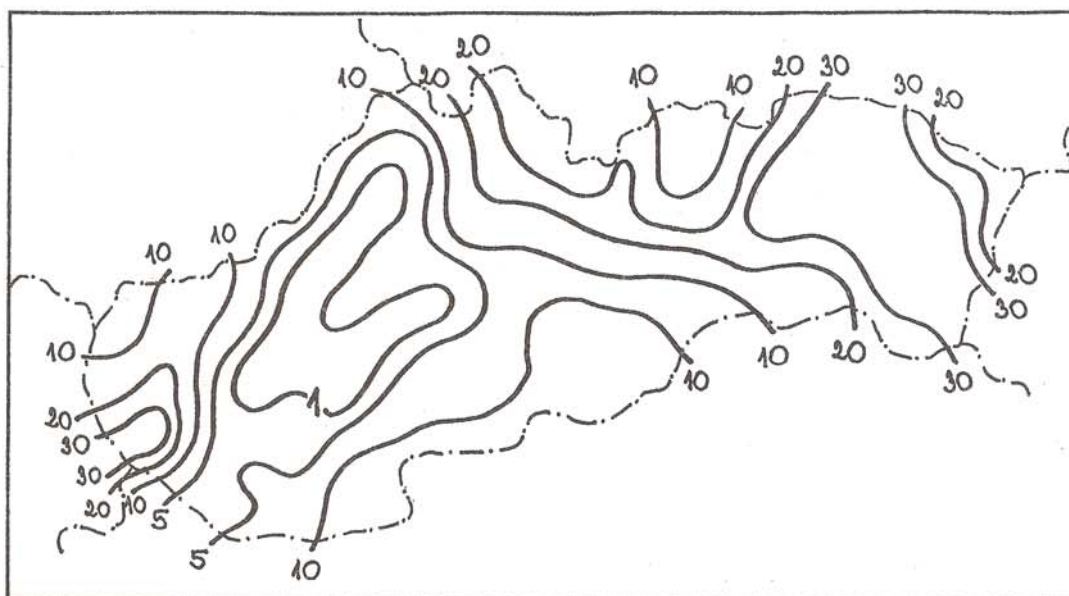
Obr. 16f



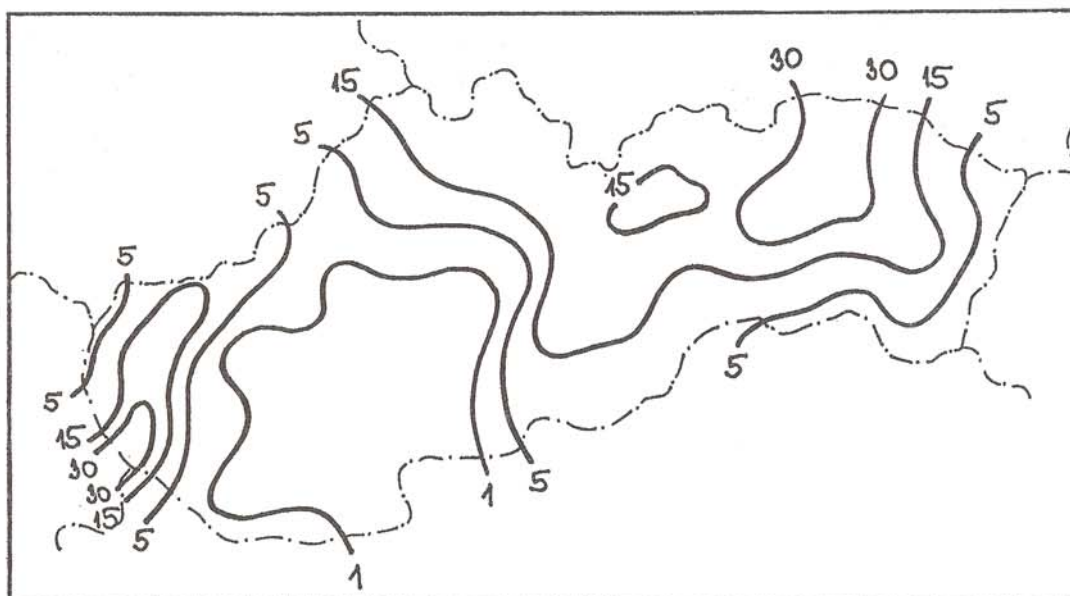
Obr. 16g



Obr. 16h

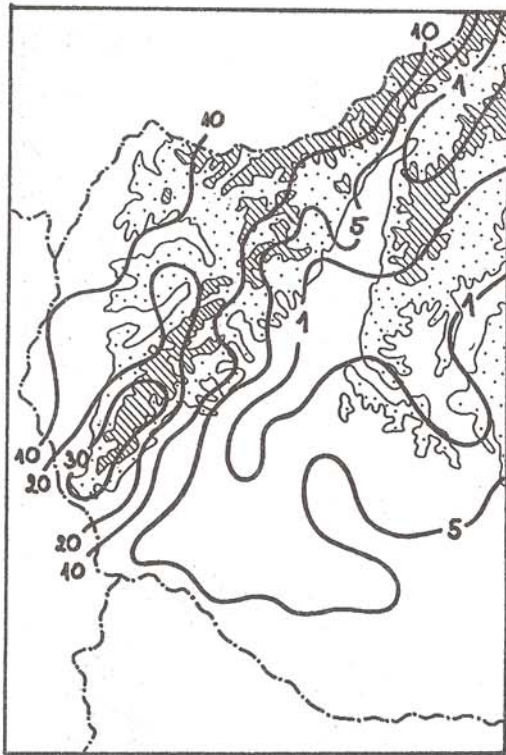


Obr. 17



Obr. 18

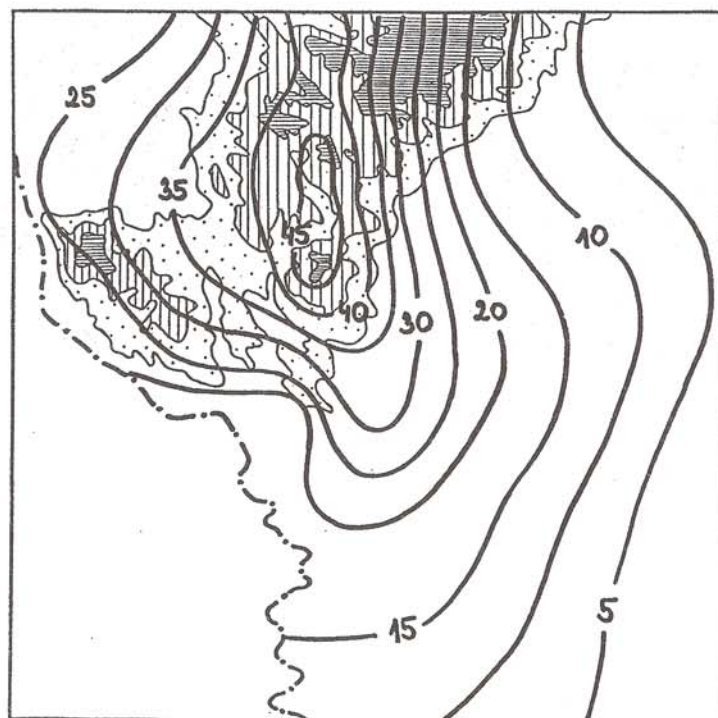




Obr. 19



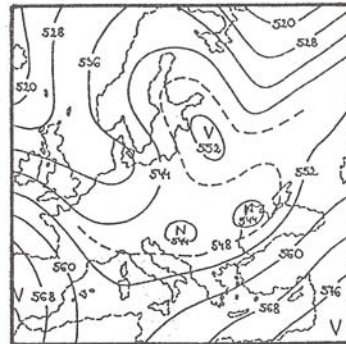
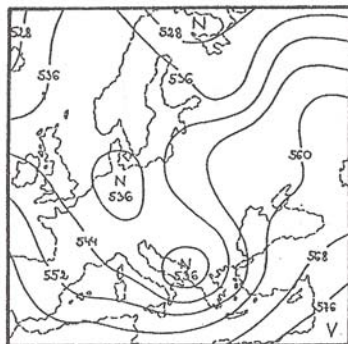
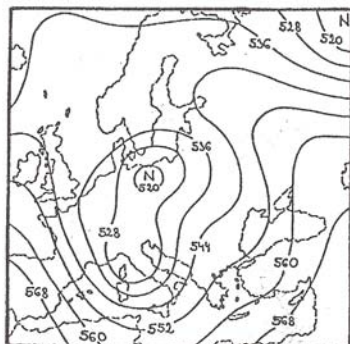
Obr. 20



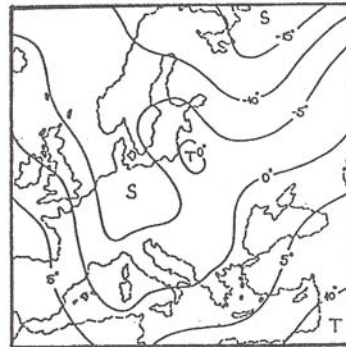
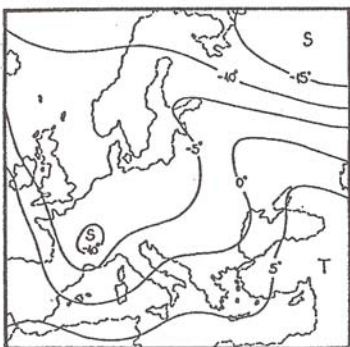
Obr. 21



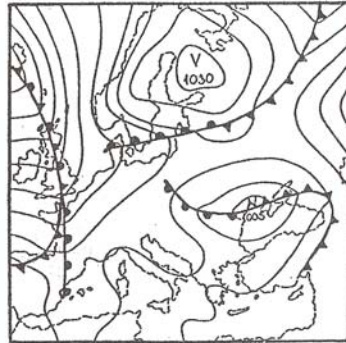
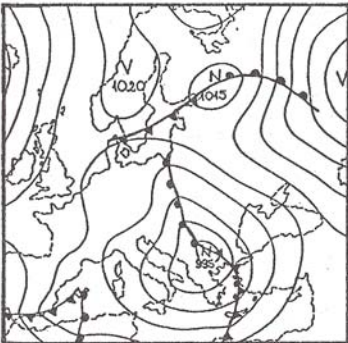
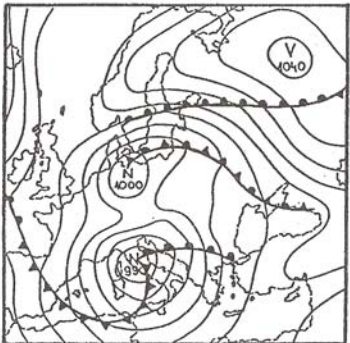
# AT 500 hPa



# AT 850 hPa



# ZEM

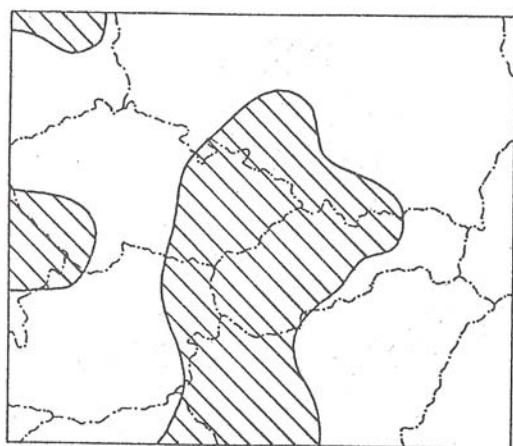
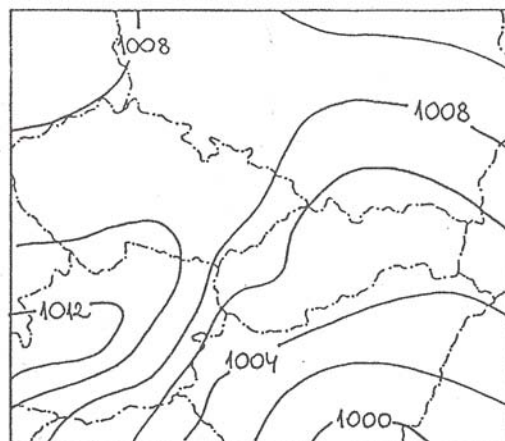
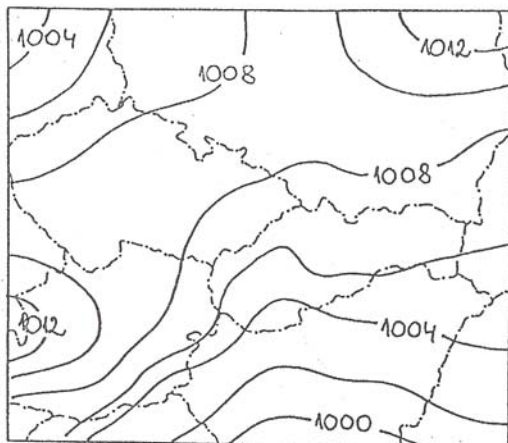


a

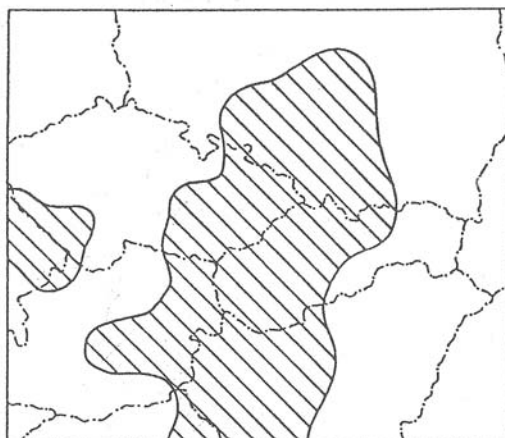
b

c

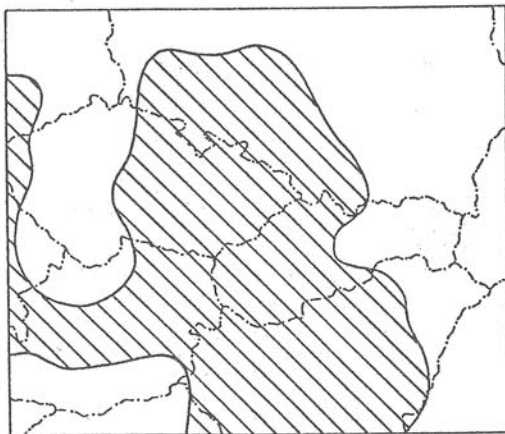
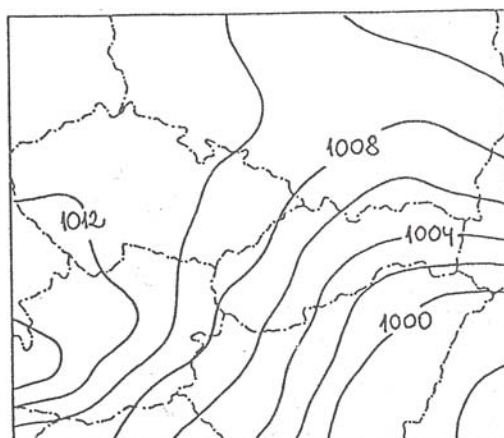
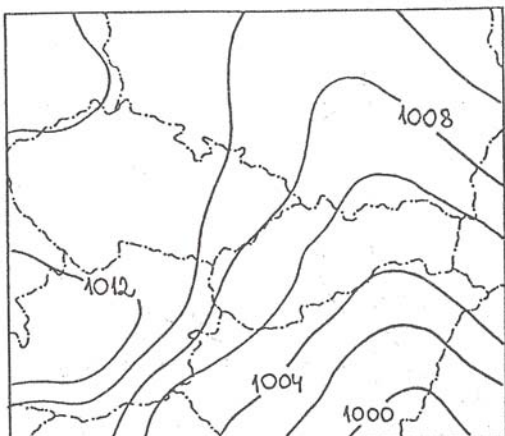
Obr. 22



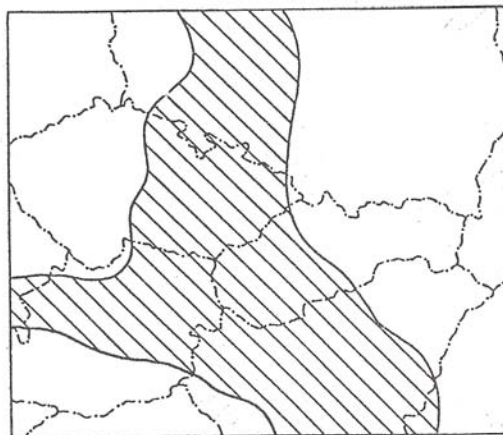
Obr. 23a



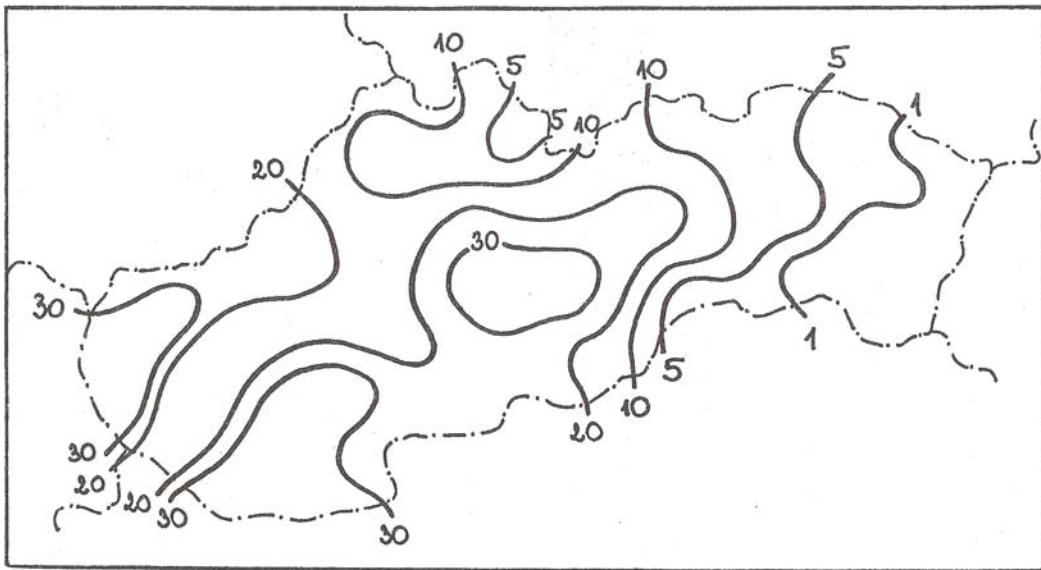
Obr. 23b



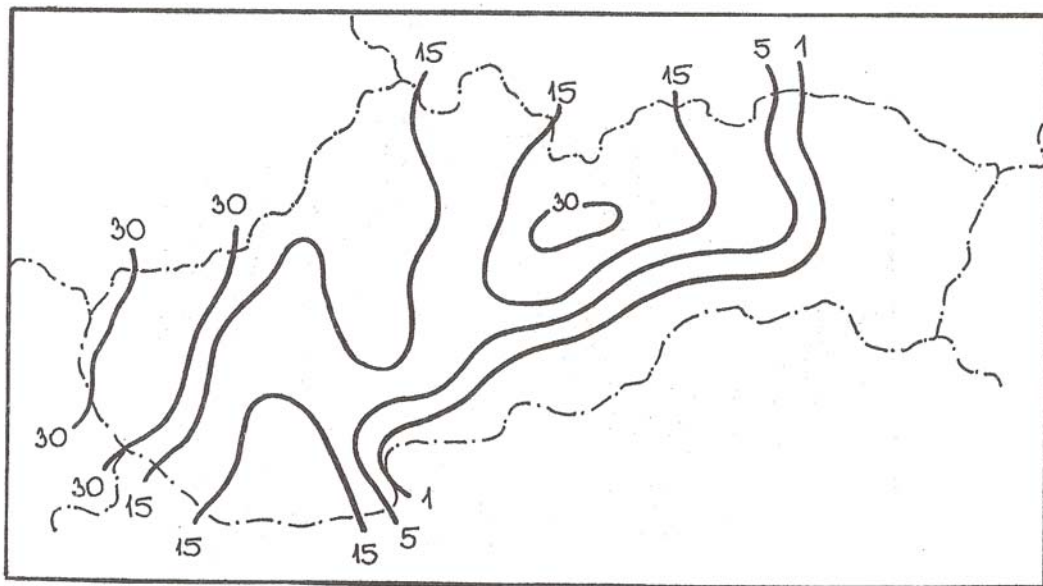
Obr. 23c



Obr. 23d

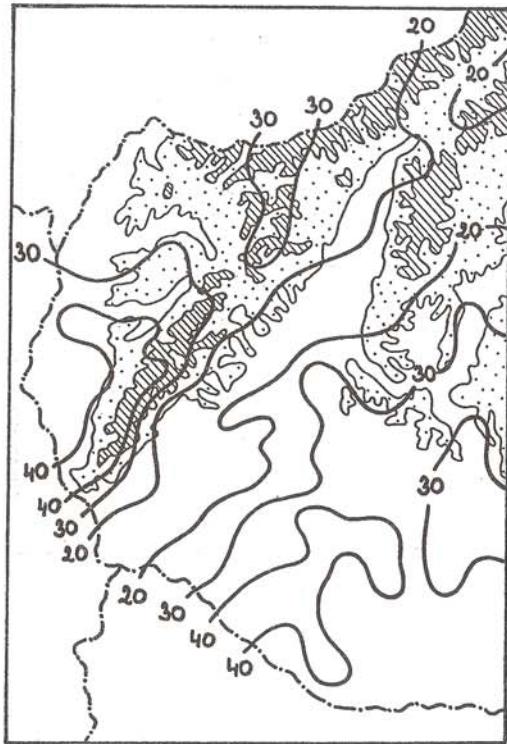


Obr. 24

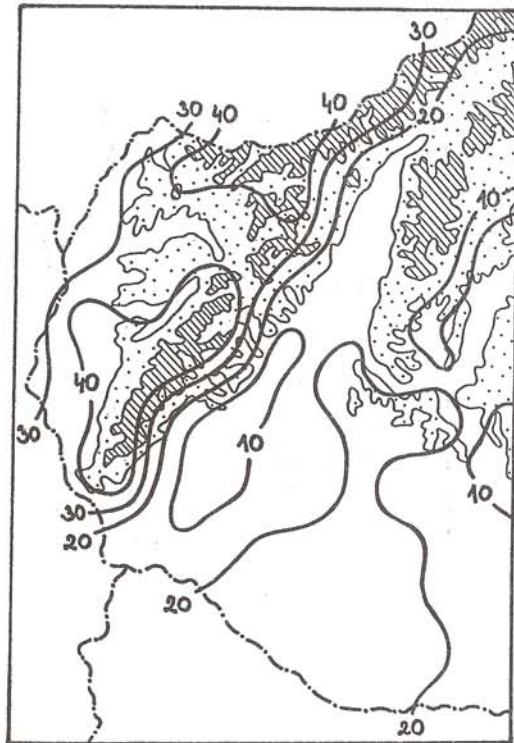


Obr. 25

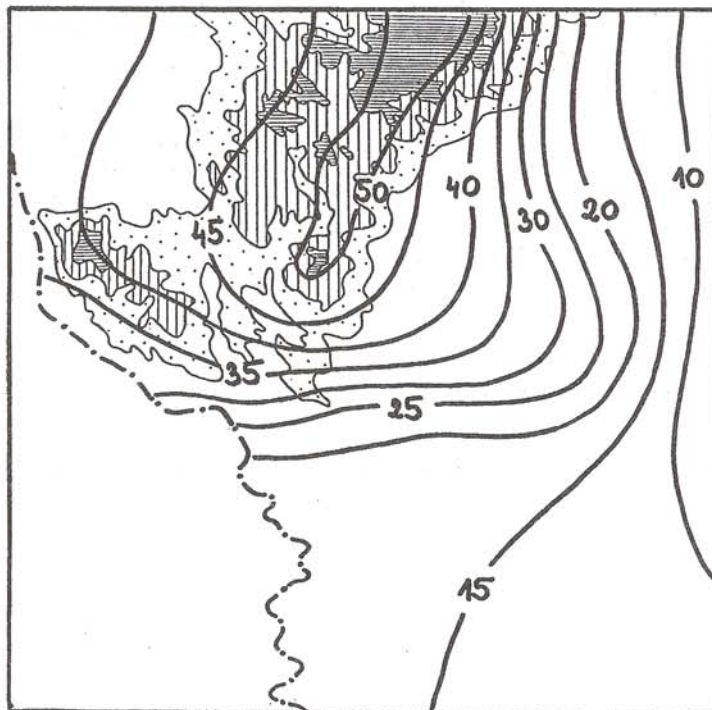




Obr. 26

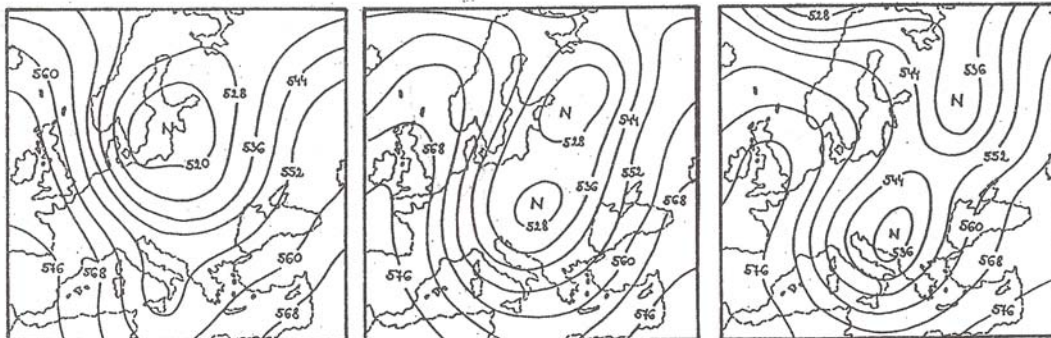


Obr. 27

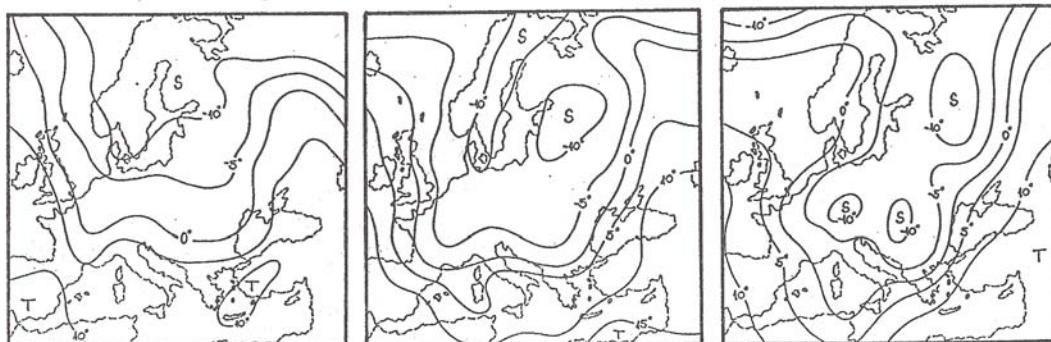


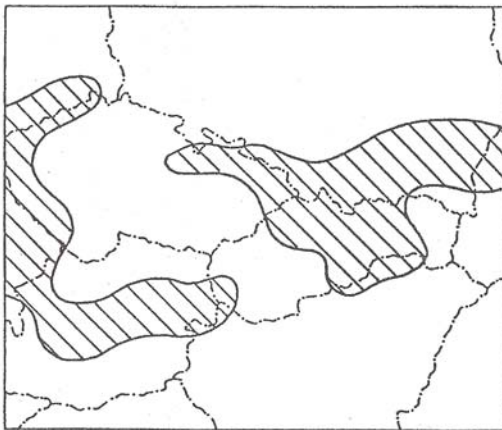
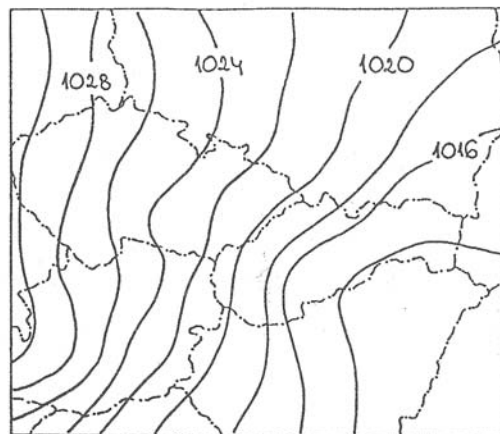
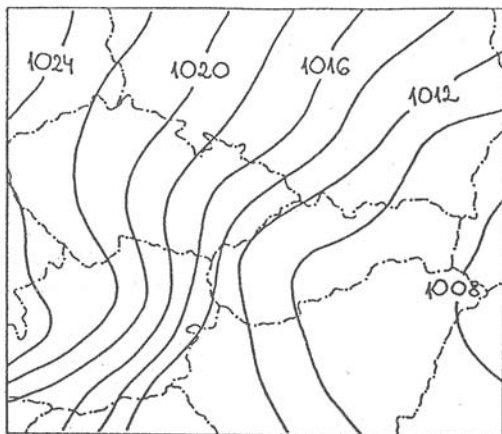
Obr. 28

AT 500 hPa

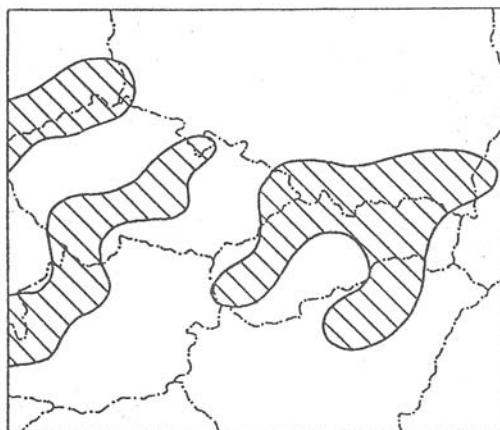


AT 850 hPa



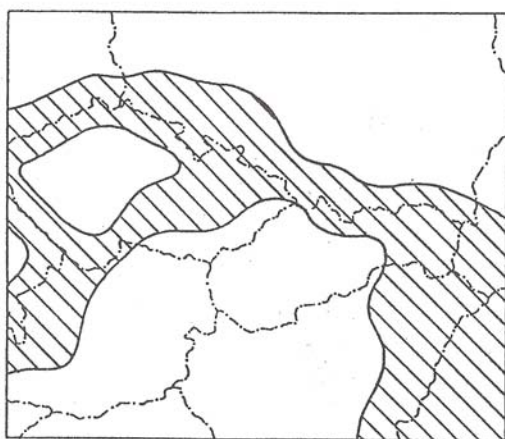
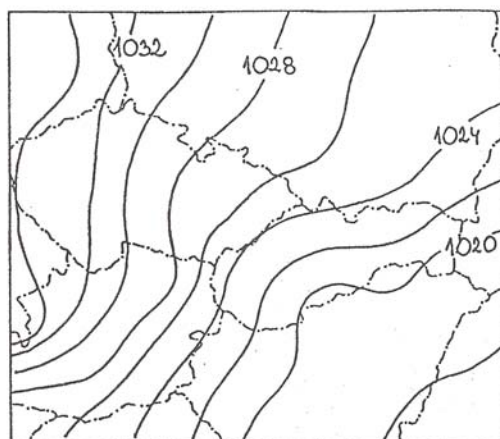
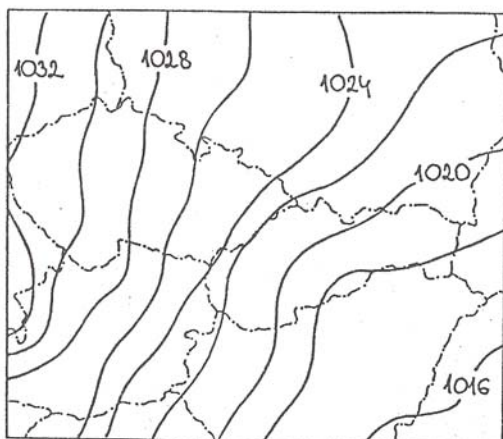


Obr. 30a

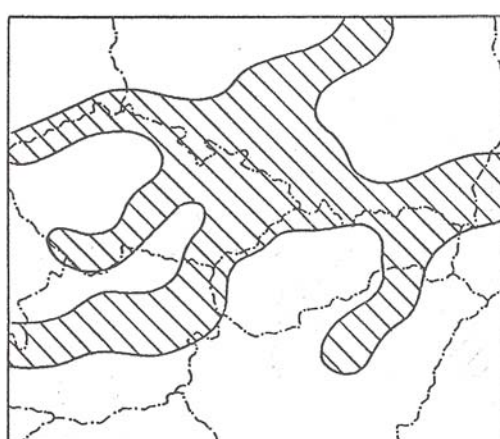


Obr. 30b



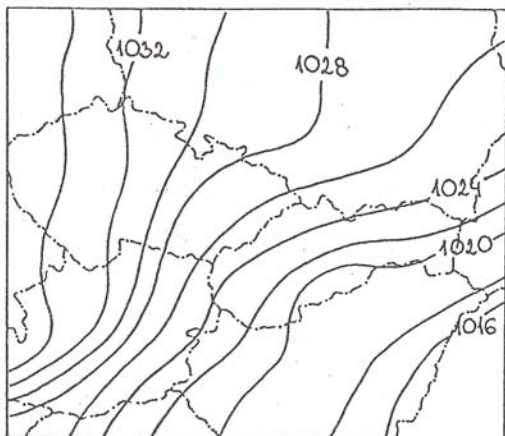


Obr. 30c

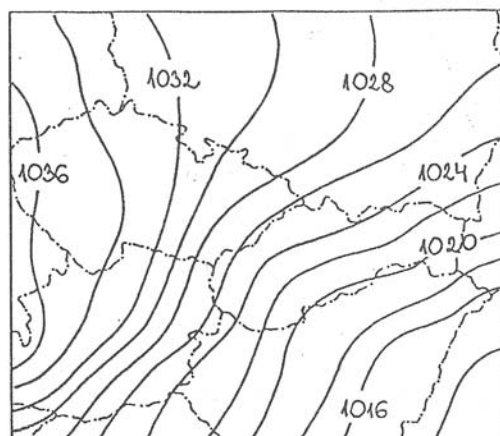


Obr. 30d

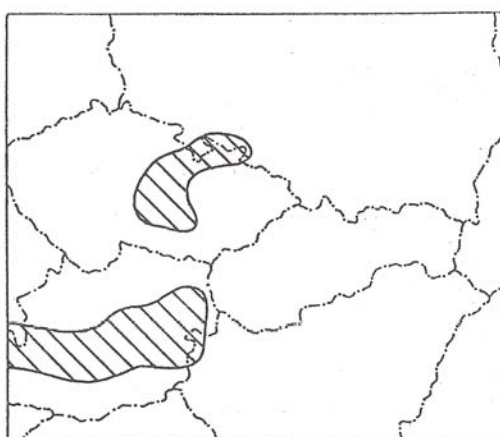
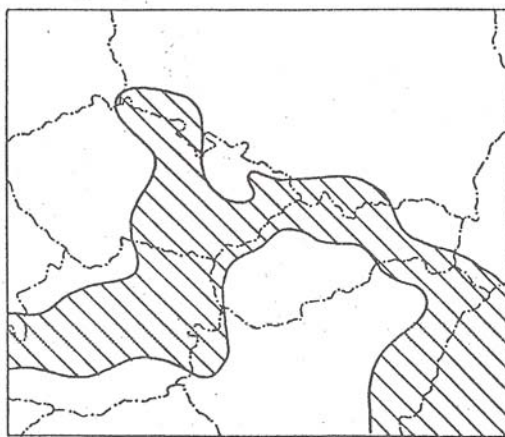


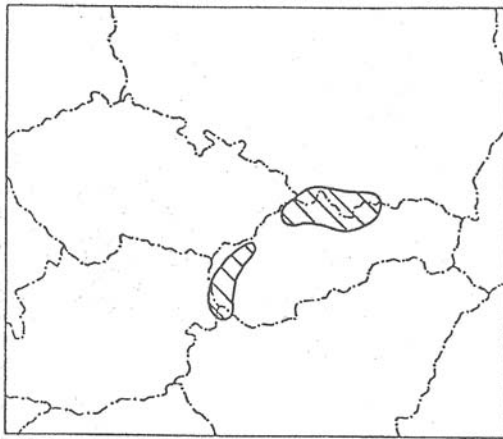
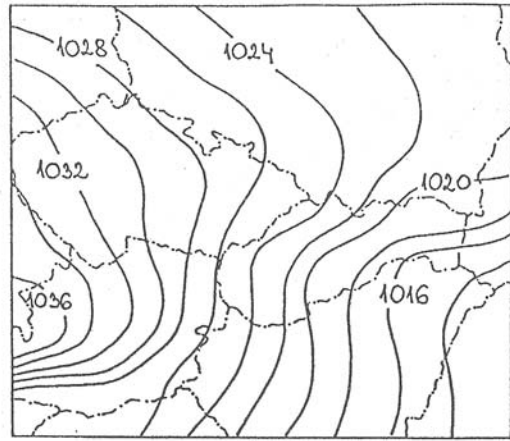
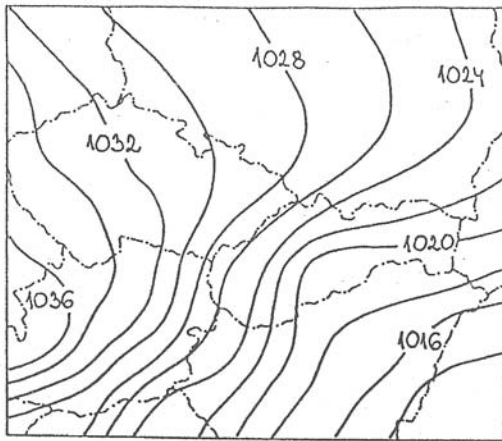


Obr. 30e

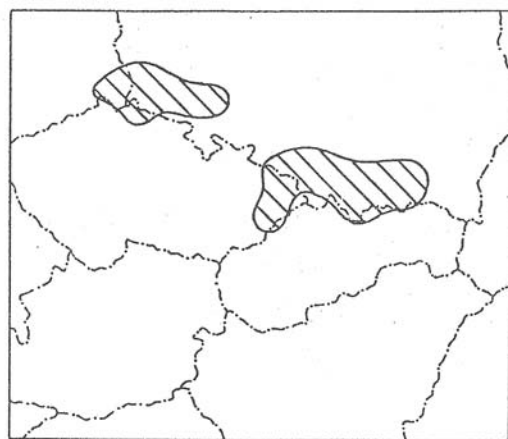


Obr. 30f

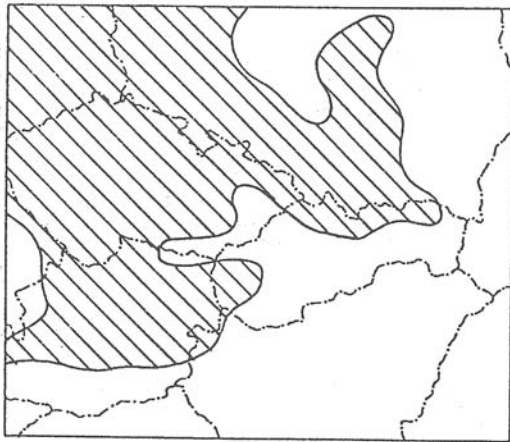
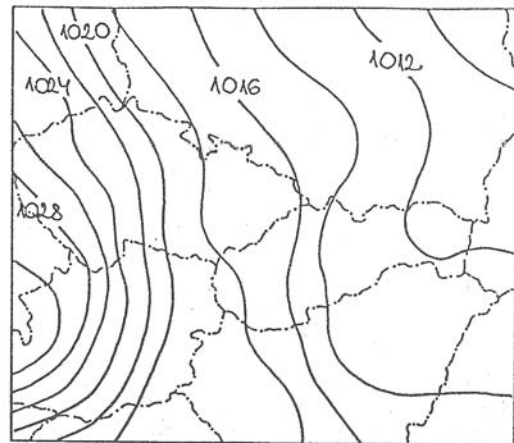
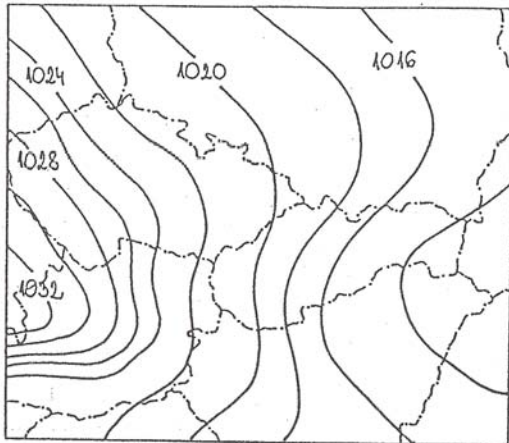




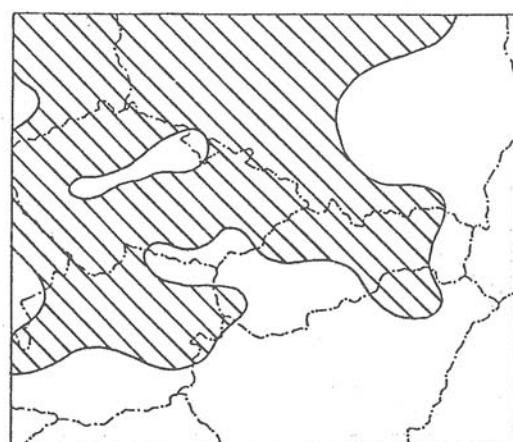
Obr. 30g



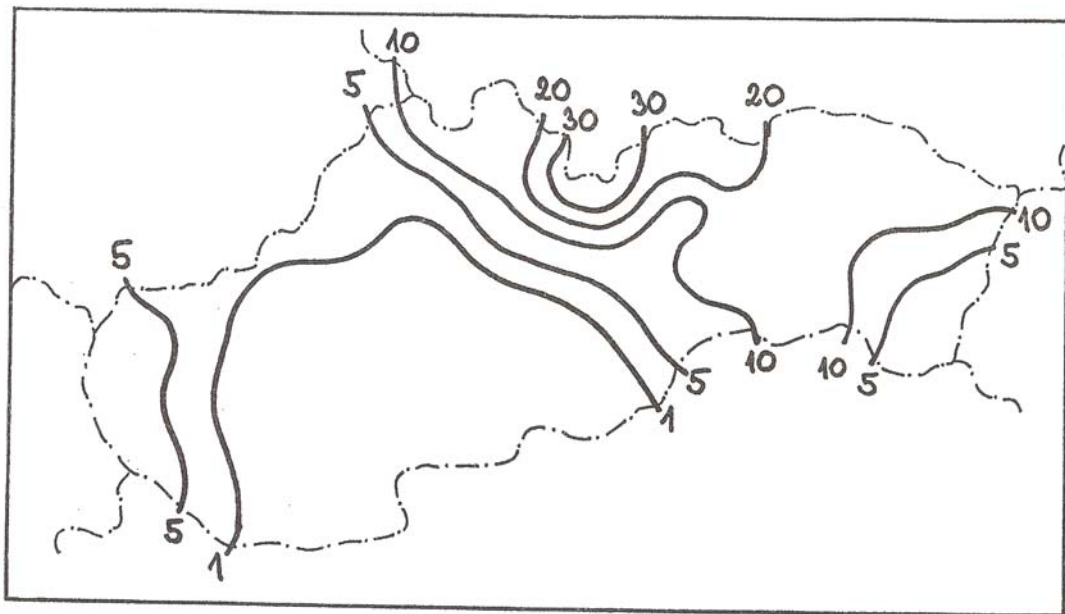
Obr. 30h



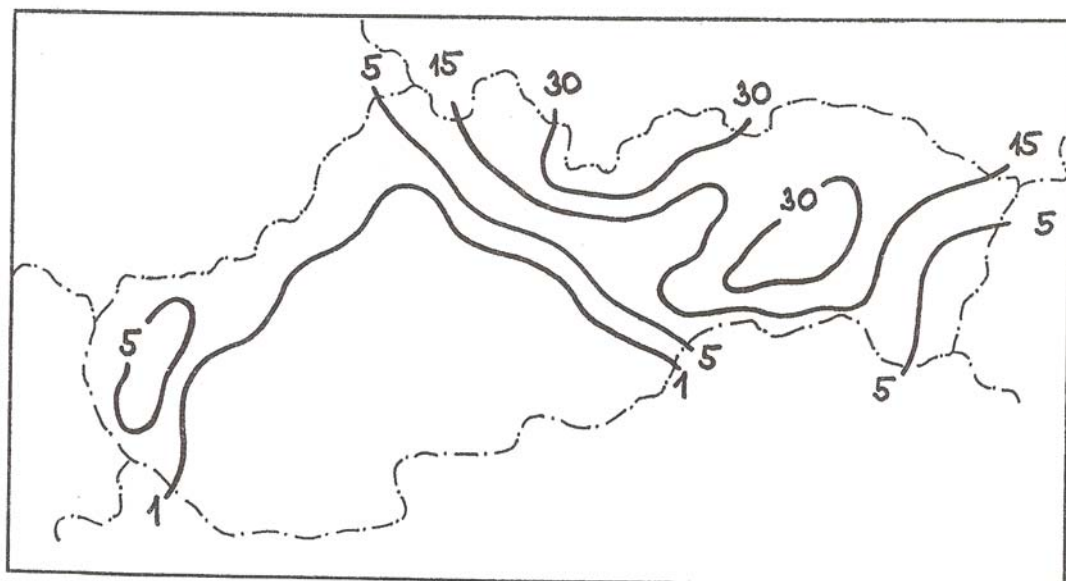
Obr. 30i



Obr. 30j



Obr. 31



Obr. 32

## S Ú H R N

V práci sa autor zaoberá nebezpečným poveternostným javom - fujavicou. Na základe rozboru štyroch prípadov snehovej fujavice, ktorá sa vyskytla v niektorých oblastiach Slovenska v rokoch 1993 a 1995, sú uvedené makrosynoptické a mezosynoptické príčiny tohto javu. Podrobnou analýzou rozloženia zrážkových charakteristík z územia západného Slovenska bolo poukázané na veľký vplyv Malých Karpát pri deformovaní poľa vetra a zrážok, čo sa prejavilo na výrazných odchýlkach v množstve snehu na relatívne malom území. Práve oblasť Bratislavy býva za určitých cyklonálnych situácií obzvlášť ohrozená vytváraním snehových závejov, preto sa v práci vyskytuje aj podrobné zobrazenie poľa nového snehu v tomto meste a jeho okolí. Práca má prevažne dokumentačný charakter, lebo jej základom je mapové zobrazenie zrážkových pomerov na území Slovenska (najmä jeho západnej časti) počas snehových fujavíc a zobrazenie vývoja prízemného a o barického poľa a oblastí zrážok v strednej Európe počas spracovaných období.

## **S U M M A R Y**

This paper deals with dangerous atmospheric phenomenon - snowstorm. Macrosynoptic and mesosynoptic causes of this event is denoted on the basis of analysis of four snowstorms, which occurred in some parts of west Slovakia in 1993 and 1995. Great influence of Male Karpaty to deformation of wind field and precipitation field, which had caused significant variation in snow amount on relative small territory, was shown by detailed analysis of distribution of precipitation characteristics on west Slovakia territory. Especially region of Bratislava used to be endangered by creation of snow-drift, so it is shown detailed mapping of field of snow in this town and in its surroundings. This work is mainly documentary, its basis is precipitation conditions description in on slovakia ( especially in its west part) during snowstorms and description of surface pressure field and precipitation areas in Central Europe within operating periods.