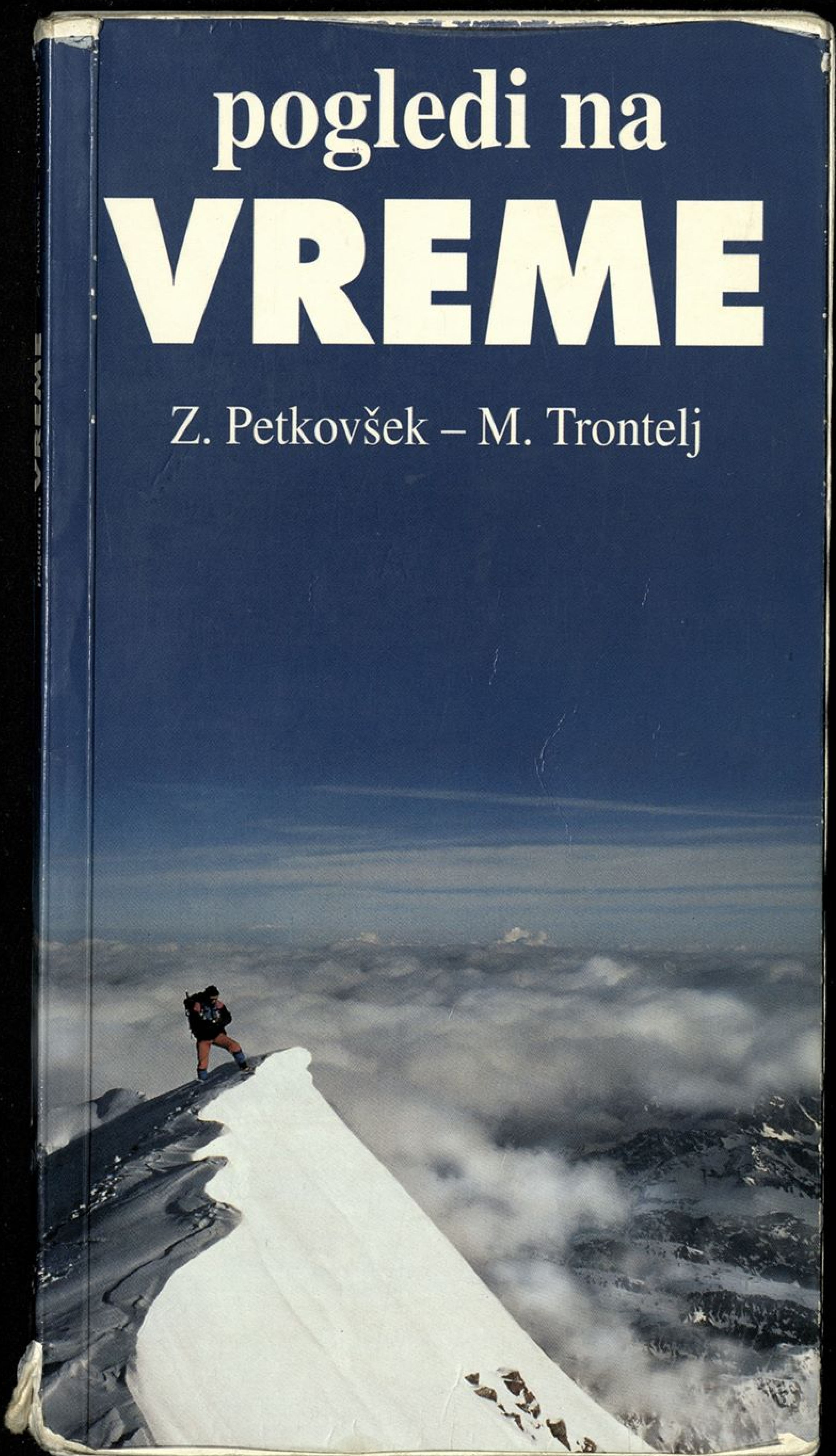
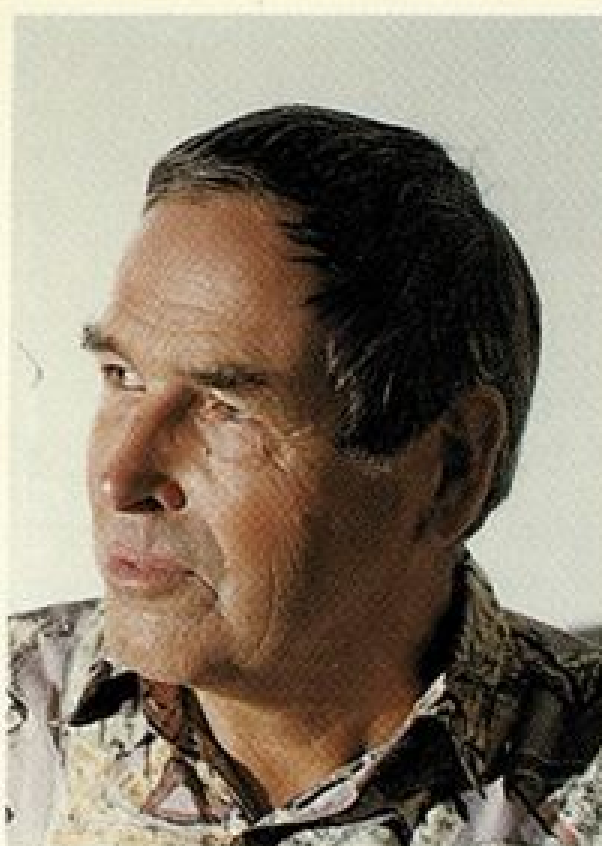


pogledi na
VREME

Z. Petkovšek – M. Trontelj





Zdravko Petkovšek (r. 1931, Šentjur pri Celju) je že kmalu po diplomi kot opazovalec Hidrometeorološkega zavoda na Kredarici spoznaval meteorološka dogajanja v najbolj naravnem okolju. Kasneje je končal doktorski študij iz meteorologije in na ljubljanski univerzi vrsto let skrbel za genera-

cije slovenskih meteorologov; njegov opus poučne in strokovne literature obsega več kot 170 del. Četudi so dogajanja v našem ozračju zelo zapletena in je za proučevanje vremenskih sprememb potrebno veliko fizikalnega in matematičnega znanja, s svojim pisanjem podpira stališče, da je meteorologija tudi praktična veda, ki je lahko razumljiva vsakomur.



Miran Trontelj (r. 1940, Ljubljana) je bil eden prvih Petkovškovih diplomantov. Za študij meteorologije se je odločil po absolviranju matematike in fizike. Zaposlil se je na Hidrometeorološkem zavodu, kjer je dolga leta pripravljaval meteorološke prognoze, redno se je pojavljal na televiziji in objavljaval

članke. Danes je namestnik direktorja zavoda. Med meteorologe ga je pripeljalo jadranje, saj se je pogosto srečeval z brezvetrjem ali viharnim morjem. Še vedno rad poprime za krmičo, še pogosteje pa svetuje jadralcem in drugim športnikom ter ljubiteljem narave, kako naj uporabijo meteorološko znanje in vremenske napovedi.

L. Perkovšek - M. Brumfič

pogledi na

REKLE

625

Z. Petkovšek – M. Trontelj

pogledi na
VREME



Ljubljana 1996

465586

465586

POGLEDI NA VREME

Zdravko Petkovšek, Miran Trontelj

Besedilo: Zdravko Petkovšek, Miran Trontelj

Računalniška obdelava skic: Miha Korenčan

Stavek in prelom: SYNCOMP

Likovno-grafični urednik: Vili Vrhovec

Urednik: Aleš Pogačnik

Založila: DZS, d.d.

Za DZS, d.d.: Adi Rogelj

Za Založništvo literature: Mima Šuštaršič Hvastija

Glavni urednik: Andrej Gogala

Tisk: PACO - Gepard 1

Ljubljana 1996

Slikovno gradivo sta prispevala avtorja, razen satelitskih slik (Nemška meteorološka služba v Berlinu), slik meteorološkega radarja in klimatskih kart (Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije), fotografij na naslovnici (Buenos Dias), zavihku (Nedžad Žujo) ter straneh 90 (Matic Gorjan) in 131 (Delo, fotodokumentacija).

Knjiga je izšla s podporo Hidrometeorološkega zavoda Republike Slovenije.



Vse pravice pridržane. Noben del te izdaje ne sme biti reproduciran, shranjen ali prepisan v kateri koli obliki oziroma na kateri koli način, bodisi elektronsko, mehansko, s fotokopiranjem, snemanjem ali kako drugače, brez predhodnega privoljenja lastnikov avtorskih pravic.

199614126

Po mnenju Ministrstva za kulturo št. 415-136/96 z dne 14.5.1996 šteje knjiga med proizvode, za katere se plačuje 5-odstotni davek od prometa proizvodov.

CIP – Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

551.5

PETKOVŠEK, Zdravko

Pogledi na vreme / Z. Petkovšek, M. Trontelj. – Ljubljana : DZS, 1996

ISBN 86-341-1730-8

1. Trontelj, Miran

61438976

VSEBINA

UVOD	5
1. PLANETARNI ZAHODNIK	7
2. POLARNA FRONTA	17
3. CIKLONI	25
4. TOPLA IN HLADNA FRONTA	33
5. ANTICIKLONI	47
6. BLOKADA, VIŠINSKI IN SREDOZEMSKI CIKLON	58
7. VETROVI V SLOVENIJI	69
8. KRAJEVNI VREMENSKI POJAVI	78
9. ZNAČILNOSTI VREMENA V SLOVENIJI	93
10. NAPOVEDOVANJE VREMENA	110
11. POGlavJE ZA POMORCE	124
12. NEKAJ UPORABNIH NAPOTKOV	131
13. DODATNO ČTIVO	137
14. STVARNO KAZALO	138

PREDGOVOR

■ Vsi smo bolj ali manj odvisni od vremena. Nekateri gospodarske panoge kot na primer letalski promet, vodna energetika in druge so toliko odvisne od vremena, da že dolgo dobivajo posebne vremenske napovedi. Večina drugih, na primer kmetijstvo, turizem, gradbeništvo in tako dalje, uporabljajo predvsem splošne vremenske napovedi, posamezniki pa posebno tedaj, ko kam potujejo ali načrtujejo dejavnost v naravi. Samo to pa je pogosto premalo. Z boljšim poznavanjem vremena, to je dogajanj v atmosferi in njenim trenutnim stanjem nad nami, bi se lahko izognili mnogim prometnim in drugim težavam in nesrečam.

Vremenske napovedi same so v splošnem že dobre, vendar niso niti časovno niti krajevno dovolj natančne, da bi nam brez dodatne lastne presoje omogočile najboljše odločitve. Če je na primer za dopoldan napovedan prehod hladne fronte čez Slovenijo z nevihtami in plohami, pa je opoldne še kar lepo, ni rečeno, da je napoved povsem zgrešena in da bo še dalje lepo. Zelo verjetno je, da se je fronta nekoliko zakasnila (kar se pogosto dogaja) in lahko pride vsak čas. To pa lahko pomeni že popoldne ali zvečer nenadno poslabšane vozne razmere, močne vetrovne sunke, ponekod točo, v višjih legah pa nepričakovan sneg, ki je lahko za nepripravljene turiste ali plezalce usoden. Močne padavine lahko hitro poplavijo nižje ležeče predele cest, vode nenadno narastejo in na primer jamarjem zaprejo izhod, burja lahko preseneti jadralce in deskarje ter jim onemogoči povratek in tako dalje. Vreme nas nepripravljene lahko močno preseneti tako v udobni limuzini kot pri pristanku z jadralnim padalom, če omenimo le dva primera.

Tale knjižica je izboljšana in dopolnjena izdaja knjižice "Skice vremena", ki sva jo pripravila pred devetimi leti in je kmalu pošla. Prepričana sva, da bodo z vašim novim znanjem iz nje vremenske napovedi bolj koristne in natančnejše, življenje na cesti, v gorah, na morju, v zraku pa varnejše in prijetnejše.

Avtorja

UVOD

■ Pogled na vreme je lahko z različnih razdalij, smeri in vidikov. Vremenska dogajanja v nekem kraju so posledica dogajanj v celotnem ozračju, ki obdaja Zemljo in so med seboj bolj ali manj tesno povezana. Današnji vremenski sateliti nam omogočajo, da lahko vidimo naš planet Zemljo istočasno z več strani in oddaljenosti. Včasih so to le grobe slike oblačnih sistemov in jasnin, drugič osenčene slike razporeditev vlažnosti in celo padavin. Toda vse to nam le malo pomeni, če ne vemo kaj vse predstavljajo in kaj se tu in kaj tam dogaja – kaj pri tleh in kaj v višinah? Šele pravilno poznavanje ozadja takih slik in povezav med dogajanja v atmosferi, nam omogoča pravo razumevanje sedanjega stanja v ozračju in najbolj verjetni bodoči razvoj ter končno oceno bodočega vremena, ki terja od nas vsakokratne odločitve.

Formalna predstava vremenskih sistemov od največjih planetarnih vrtincev do najmanjših, ki povzročajo rast kapljic bi bila predolgočasna. Zato sva v velikostni okvir vključila nanje vezana lokalna dogajanja, katerih mnoge lahko sami neposredno opazujemo in preverjamo. Tako dobijo nekateri bolj abstraktni pojmi in pojavi stvarne oblike, vidne učinke in potrditve ter nam postanejo domači, koristni, uporabni in celo zabavni. Nedvomno smo veseli če v naravi opazimo znano goro, drevo ali redko ptico; prav tako nam je lahko v veselje če spoznamo npr. še nastajajoč nevihtni oblak, fenski oblak ali lečast lentikularis, ki stoji na mestu (spredaj nastaja in zadaj izginja) čeprav pihajo skozenj vetrovi več kot 100 km na uro, in si znamo to razložiti. Ne odklanjajmo torej znanja, ki nam bo kočno zanimivo, koristno in zabavno, čeprav je morda kateri odstavek na prvi pogled manj zanimiv. Dogajanja so namreč med seboj tako vsekrižno povezana in zato včasih ne povsem preprosta oz. očitna

Čeprav nas večinoma zanima prihodnje vreme le za razmeroma majhno območje, nam pogled v nebo navadno ne omogoča predvideti vreme za več kot pol ure ali uro vnaprej. To pa je večinoma premalo. Zato se je v osnovi treba najprej nasloniti na vremensko stanje in splošno vremensko napoved in jo dopolniti z lastnim znanjem in spoznajem in si ustvariti sliko za odločitev, pri čemer je morda treba oboje tudi dopolnjevati in popravljati. To pa je uspešno mogoče le ob zadostnem poznavanju procesov, stanj in dogajanj v ozračju – pri čemer naj bi vam pomagala prav naslednja poglavja.

1. PLANETARNI ZAHODNIK

■ Ob spremljanju vremenskih napovedi in dogajanj v ozračju nad sabo kmalu spoznamo, da prihajajo poslabšanja in izboljšanja vremena navadno od zahoda. Pogosto slišimo npr.: "Atlantske frontalne motnje so zajele zahodno Evropo, a se le počasi bližajo našim krajem. Zato bo jutri še suho, naslednji dan pa od zahoda povečana oblačnost." Prihajanje sprememb vremena pretežno od zahoda so poznali že davno naši kmetje, ki so se ozirali proti zahodu, ko so po krajevnih vremenskih znakih skušali predvideti vreme za naslednji dan, npr. po večerni zarji, kapah na vrhovih, prelivanju megle čez zahodno ležeča sedla in podobnem.

Danes opazovanje vremena ni več prepuščeno posamezniku, ampak je množično, stalno in vsestransko mednarodno usklajeno. Vreme opazujejo desetisoči opazovalcev ali avtomatskih vremenskih postaj na tleh, na ladjah, na plavajočih bojah, na letalih, pa še z radiosondami, radarji in sateliti, vse po enotnih pravilih in ob dogovorjenih časih. Le tako je namreč mogoče dobiti zadovoljiv pregled nad dogajanjem v ozračju nad vso Zemljo, jih spremljati, ter nato njihov nadaljnji potek, premike in spremembe tudi dokaj pravilno predvideti. Velikost vremenskih tvorb je namreč zelo različna in vsa dogajanja so med seboj povezana. Če pogledamo npr. samo vrtince, ki se pojav-

Opazovalni prostor



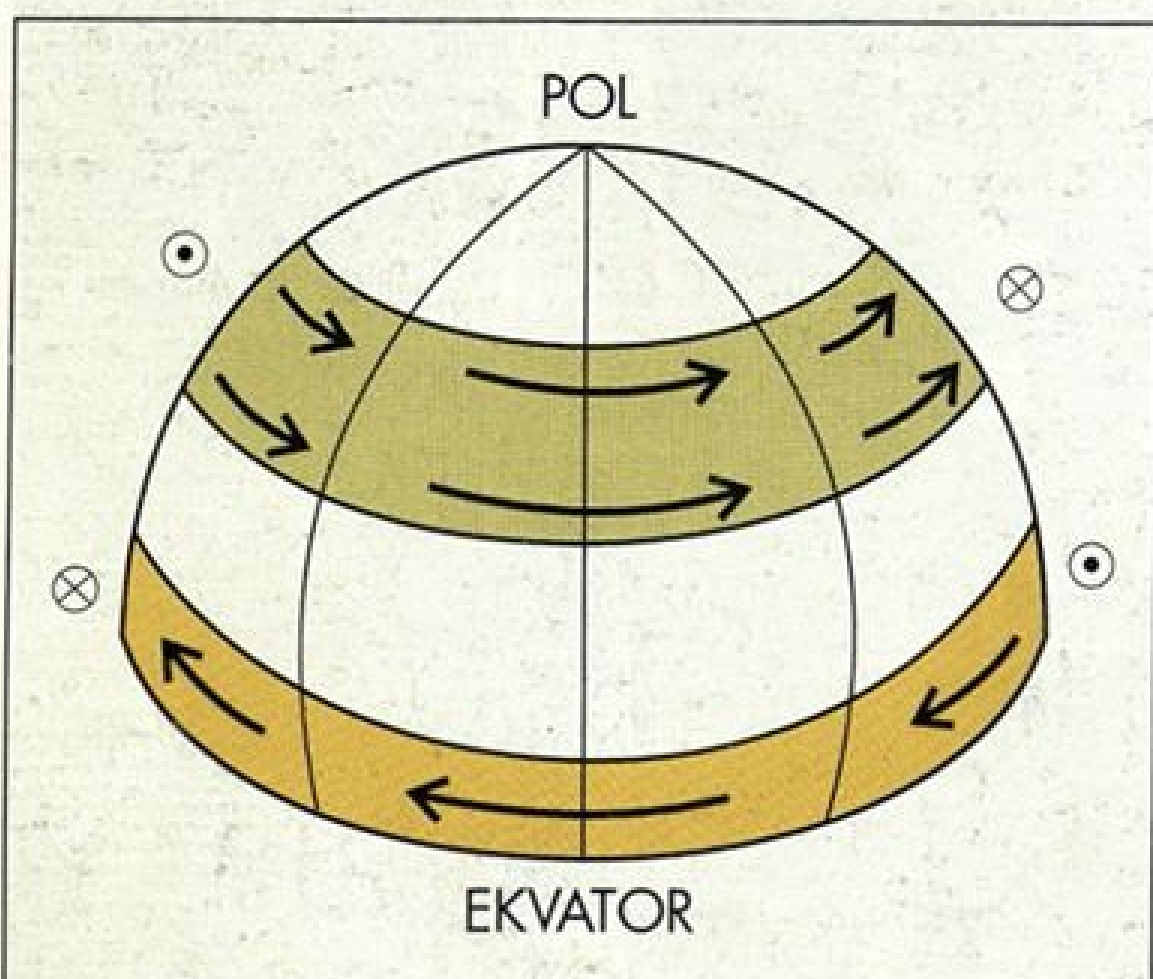
ljajo v atmosferi, so razlike že v velikosti kar milijardokratne: najmanjši vrtinčki, ki jih opazimo na cigaretne dimu, imajo premer le nekaj milimetrov, največji pa kot obroči planetarnih zračnih tokov obkrožajo zemeljsko površje.

Med največjimi in najmanjšimi vrtinci v ozračju se pojavljajo pogosteje razne značilne velikosti vrtincev z različno lego v prostoru, vsi skupaj pa vplivajo na vreme v nekem kraju. Manjši ko so vrtinci, več jih je in manj natančno so nam poznani oz. zajeti z vremenskimi podatki in v presoji atmosferskih dogajanj. Razumljivo je, da vseh vrtincev in vrtinčkov, ki nastajajo za posameznimi gorami, hišami in drevesi (ki jih je prek zemeljskega površja nešteto) pri presoji dogajanj v atmosferi ne poznamo in ne moremo upoštevati. Zato je vsaka presoja, pa čeprav je grajena na več milijardah podatkov, še vedno le približek dejanskega stanja atmosfere. Nenatančne osnove pa seveda ne morejo dati natančnih bodočih stanj ali natančnih vremenskih napovedi.

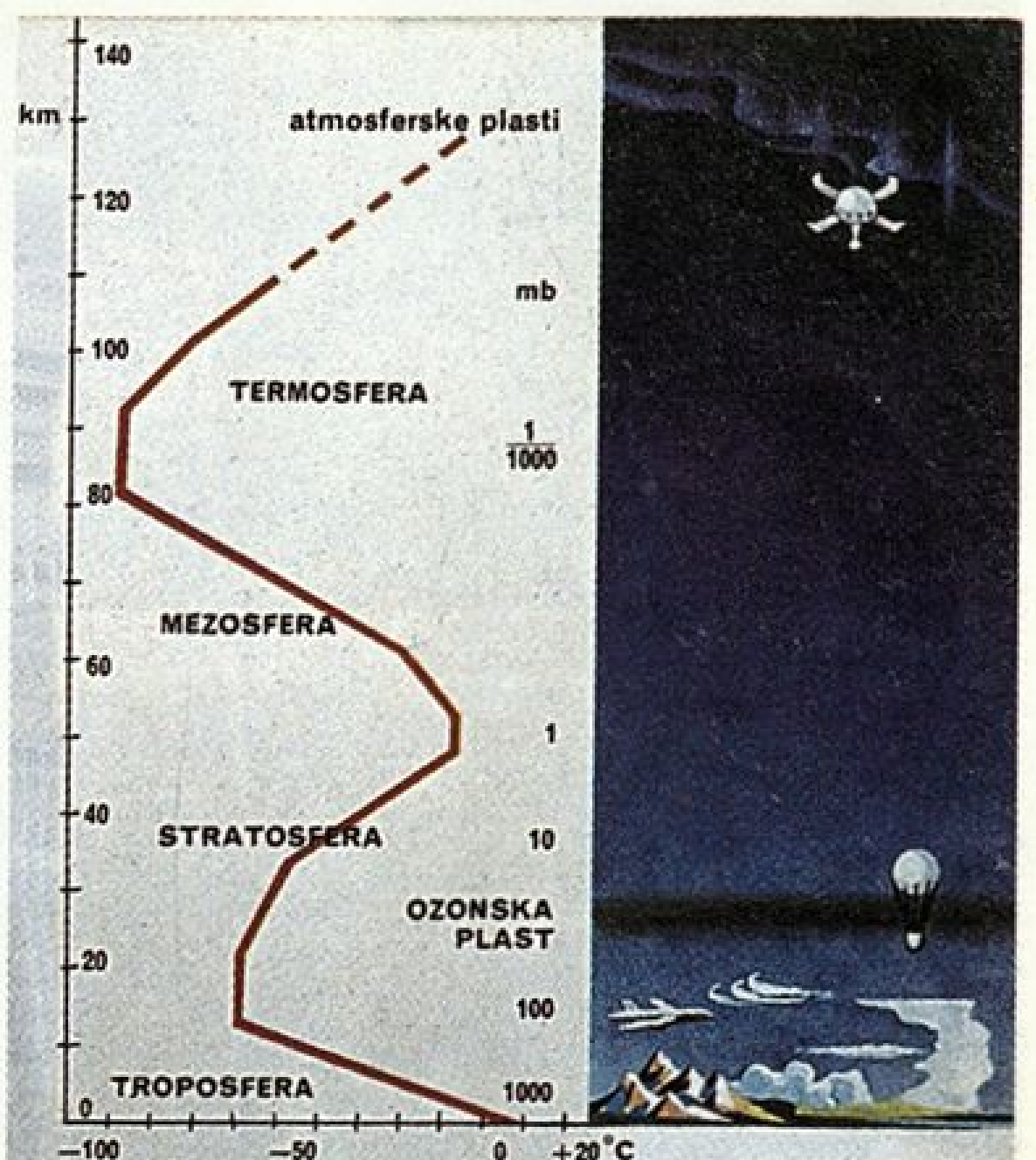
V splošnem pa je tako, da imajo večji vrtinci ali sistemi v ozračju daljšo življenjsko dobo. V njej so spremembe razmeroma počasne in za nekaj dni vnaprej lažje predvidljive. Poleg tega večji sistemi navadno odločajo o premikih in razvoju manjših. Zato je pregledneje začeti z večjimi – kot bomo storili tudi mi tukaj.

Poglejmo torej najprej največja planetarna gibanja zraka, ki nam, kot smo rekli že na začetku, prinašajo vremenske spremembe od zahoda. Naši kraji ležijo v zmernih geografskih širinah in v teh prevladujejo na obeh poloblah široki in visoko segajoči zahodni zračni tokovi oz. vetrovi. V ekvatorialnih območjih pa je pas nasprotnih vzhodnih tokov, kar je tudi ena od oblik izravnavanj in ravnovesij v atmosferi [slika 1.1].

1.1 Obroča planetarnih zahodnikov in ekvatorialnega vzhodnika. Na robu Zemlje – v preseku atmosfere – piha zato nekje veter proti nam \odot in drugje od nas (v papir) – \otimes



Plasti ozračja

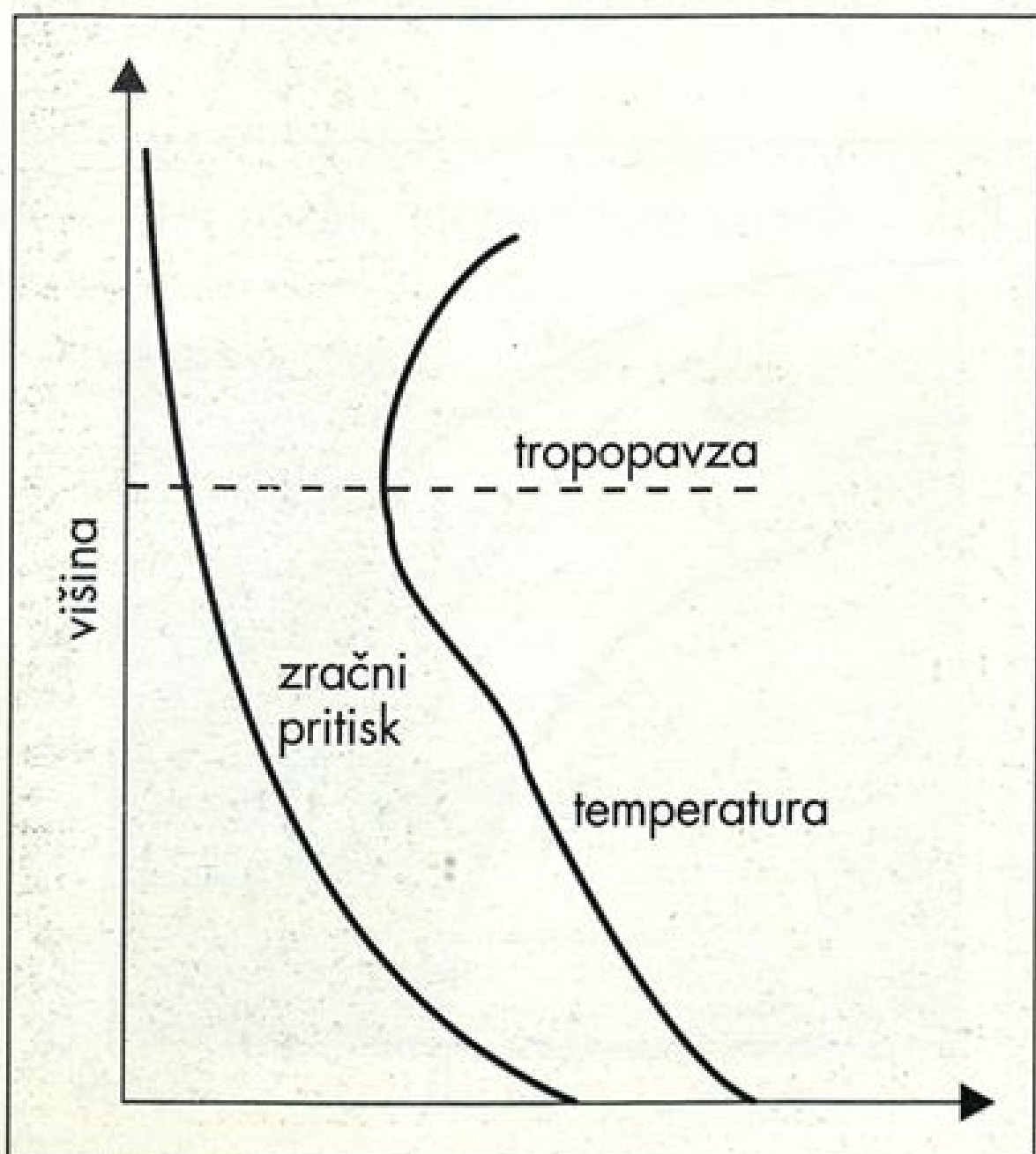


Do kod navzgor pa pravzaprav sega atmosfera? – Kakor vzamemo! Zračni pritisk in gostota zraka z višino zvezno, čeprav sprva hitro, nato pa vse počasneje padata in ostre zgornje meje ni. Na višinah okrog 5,5 km sta pritisk in gostota že za polovico manjši kot pri morskem nivoju, na višini 50 km pa je zračni pritisk le še en milibar (oz. hektopaskal, hPa), torej tisočinka tistega pri morskem nivoju. Za vremenska dogajanja pa je pomembna predvsem najspodnejša plast atmosfere – troposfera, ki sega do višine ca. 10 km (nad polom manj, nad ekvatorjem več). V njej temperatura z višino pada v povprečju za 6,5 °C na km, tako da so na meji z višje ležečo stratosfero povprečne temperature okrog -50 °C (pri tem, da je povprečna na morskem nivoju okrog 15 °C) [slika na strani 8 in slika 1.2].

Od kod pa vemo za vse te podatke v višinah? Iz okrog 1200 točk na Zemlji spuščajo meteorologi dvakrat na dan z velikimi baloni v višine majhne avtomatske vremenske postaje z oddajnikom, t. i. radiosonde [slika 1.3]. Ta ob dviganju sproti sporoča sprejemniku na tleh (ali satelitu) podatke o temperaturi, vlagi in pritisku ali višini [slika 1.4]. Iz radarskega spremljanja zanaosa radiosonde izračunajo vetrove v posameznih plasteh do višin čez 30 km. Tudi zaporedne satelitske slike oblakov in očesu nevidnih gibanj zračnih mas bolj ali manj vlažnega zraka dopolnjujejo podatke. Radiosonde pošiljamo v atmosfero že dobrih 55 let, pa tudi sateliti nam pomagajo že več kot 35 let. Zato so nam povprečne razmere v višinah in globalni zračni tokovi že kar dobro poznani, čeprav seveda še zdaleč ne povsem natančno, zlasti pa ne vsi vzroki za njihove spremembe.

Pas splošnih zahodnih zračnih tokov v zmernih širinah zajema območje približno med 30° in 70° geografske širine in je širok čez 3000 km, obseg obro-

1.2 Navpični razporeditvi zračnega pritiska in temperature v troposferi in spodnji stratosferi



1.3 Radiosonda z balonom



ča v sredini pa je nekaj pod 30 000 km. Navzgor segajo ti vetrovi do višin okrog 15 km. Tu in marsikje drugje v atmosferi je značilno, da so vodoravne razdalje 1000-krat večje od navpičnih in je torej atmosfera relativno tenka, a rišemo jo debelo, da se sploh kaj vidi.

Najmočnejši zahodni vetrovi so na višinah okrog 9 km. Tam se pojavljajo ozki vetrovni strženi s hitrostmi celo čez 800 km/h, v povprečju pa so hitrosti v vetrovnem strženu okrog 200 km/h [slika 1.5]. Proti tlem zaradi različnih vzrokov, med njimi tudi zaradi trenja, vetrovi slabijo, pa tudi njihova smer je bolj ali manj drugačna. Če gledamo z vetrom in navzgor, jih pritekance toplejšega zraka odklanja v desno navzgor (v smeri urinega kazalca), pritekance hladnejšega zraka (ali polja nižjih temperatur) pa jih odklanja v levo navzgor [slika 1.6]. Iz tega pravila lahko po gibanju oblakov v različnih višinah že presojamo ali se nam bližajo otoplitve ali ohladitve. Je pa tudi med ljudmi razširjeno spoznanje, da se bo vreme spremenilo, če se vetrovi ali oblaki "tepejo" med seboj. Na osnovi povedanega bomo že malo več vedeli, kako se bo spremenilo. Sploh pa so razna vetrovna striženja, kot spremembe vetra z višino strokovno imenujemo, zvezana z mnogimi dogajanja v ozračju in jih tudi povzročajo, ali pa omogočajo njihov obstoj, npr. front.

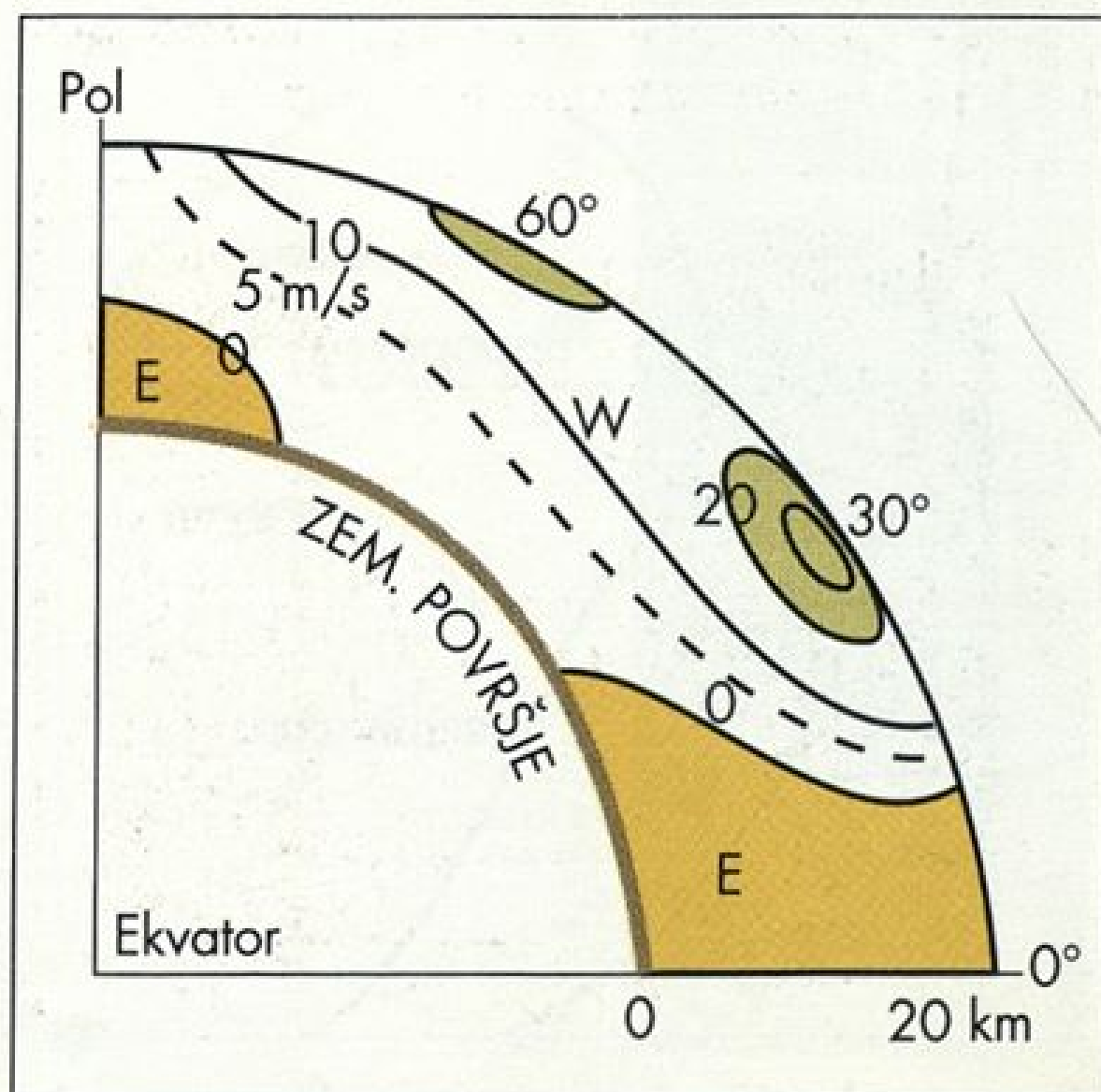
Splošni zahodni zračni tokovi v zmernih širinah so v bistvu posledica temperaturnih razlik med ekvatorjem in polom. Te razlike poganjajo ta največji vremenski stroj, ki pretvarja toploto v gibanje. Učinkovitost tega stroja je res komaj dober odstotek, vendar to zadostuje za razvoj in pomike mnogih vremenskih tvorb.

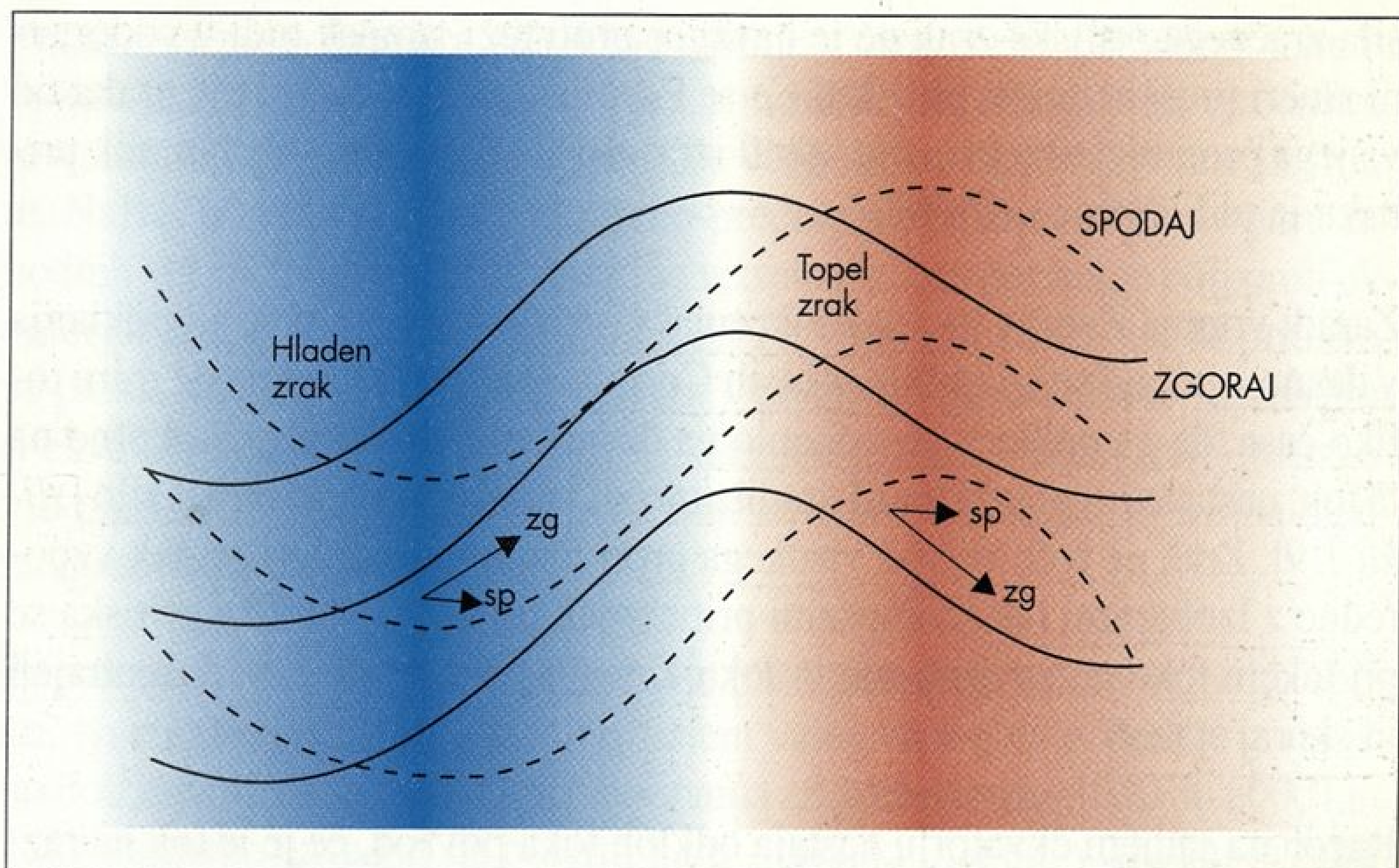
Pogledano z drugega vidika pa je tako: v toplejšem in redkejšem zraku so pritiskove ploskve (oz. ploskve enakega zračnega pritiska), ki so skoraj vodoravne oz. vzporedne z gladino morij, po višini bolj razmaknjene kot v hlad-

1.4 Sprejemnik radiosondnih podatkov



1.5 Vetrovni stržen v navpičnem preseku odebeljene atmosfere pozimi





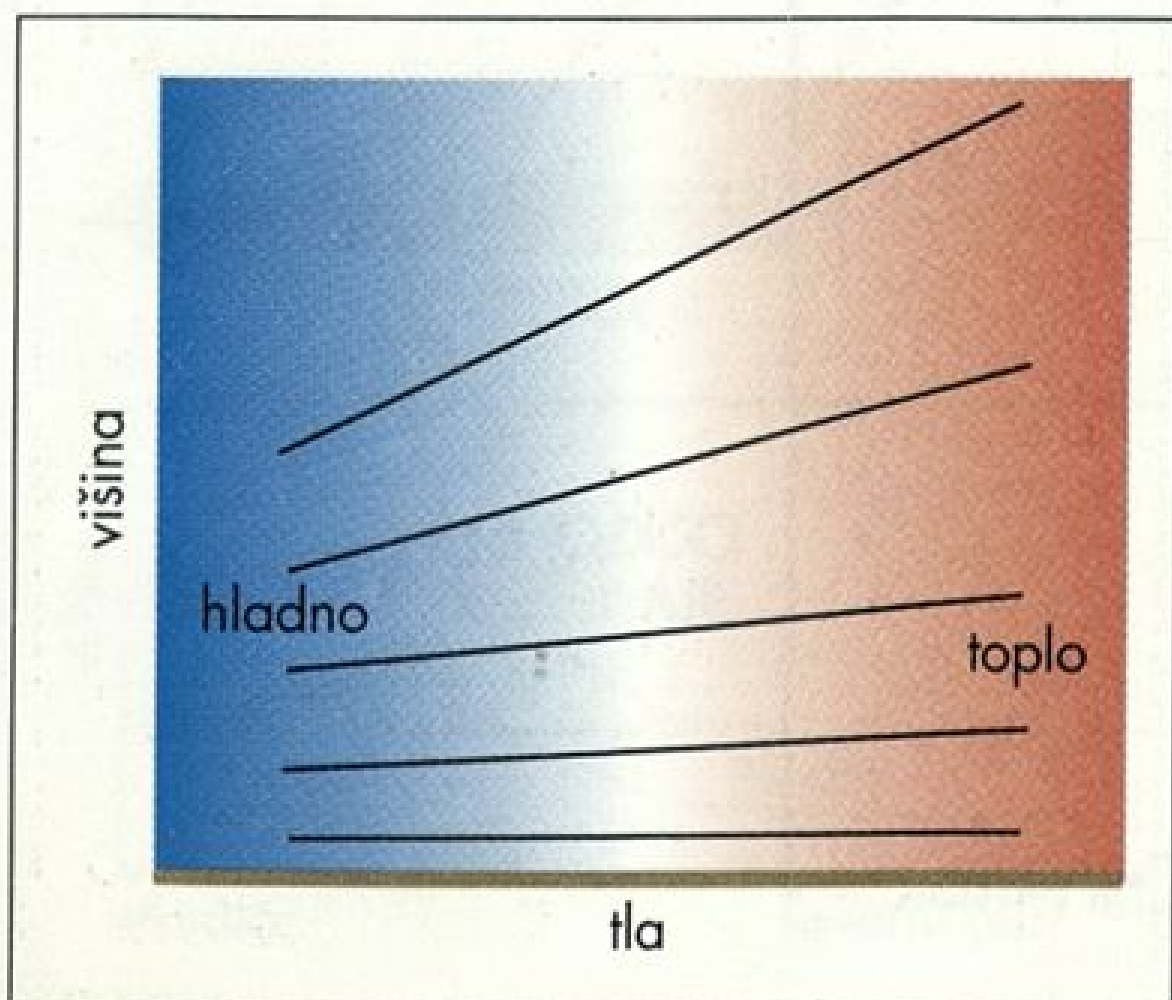
1.6 Odklanjanje smeri vetra z višino pri dotoku hladnejšega zraka (levo) in dotoku toplejšega (desno)

nem in gostejšem zraku nad polom. V višinah se zato ploskve pritiska spuščajo od ekvatorja proti polu z zelo majhno strmino [slika 1.7], vendar je ta relativno največja okrog zmernih geografskih širin.

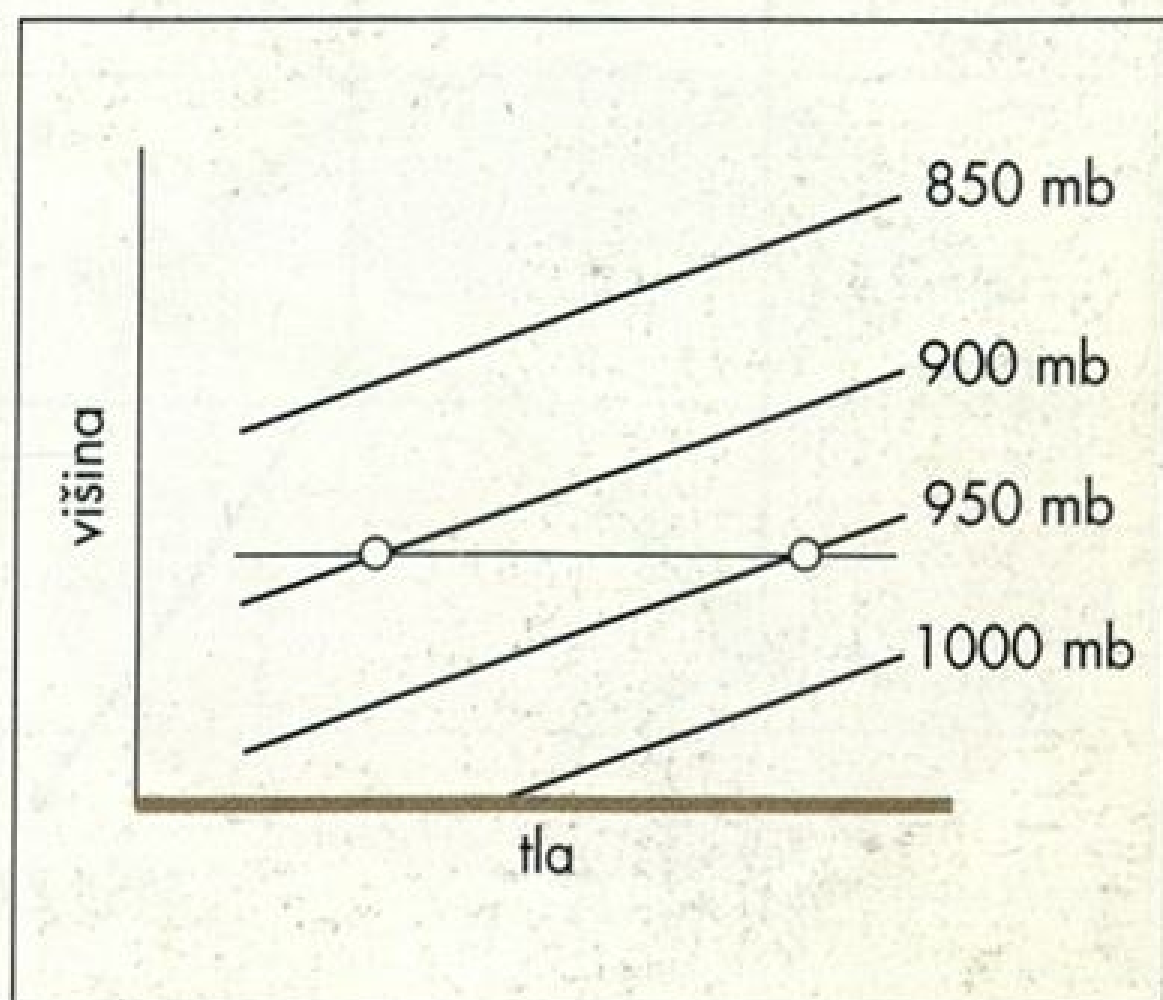
Presečnice pritiskovih ploskev z neko ploskvijo so črte, ki jih imenujemo izobare. Zračni pritisk z višino vedno pada. Blizu tal je ta padec okrog 1 mb na 8 m; 10 km visoko pa je 1 mb na 26 m zaradi manjše gostote zraka. Pri morskem nivoju je zračni pritisk v povprečju nekaj nad 1000 mb (ali hPa), na Triglavu pa le še okrog 700 mb. Vse to je posledica tega, da ozračje s svojo lastno težo stiska prizemne plasti bolj kot višje, nad katerimi je manj zraka. Padec pritiska z višino in teža zraka sta si navadno v ravnotežju.

V območju, kjer so pritiskove ploskve nagnjene, pa se očitno spreminja zračni pritisk tudi v vodoravni smeri [slika 1.8]. Čim večji je nagib ploskev, tem večja je vodoravna sprememba na enoto razdalje (gradient). Tedaj potiska

1.7 Nagib pritiskovih ploskev zaradi vodoravnih razlik temperature zraka



1.8 Razlike pritiska v vodoravni smeri pri nagnjenih pritiskovih ploskvah



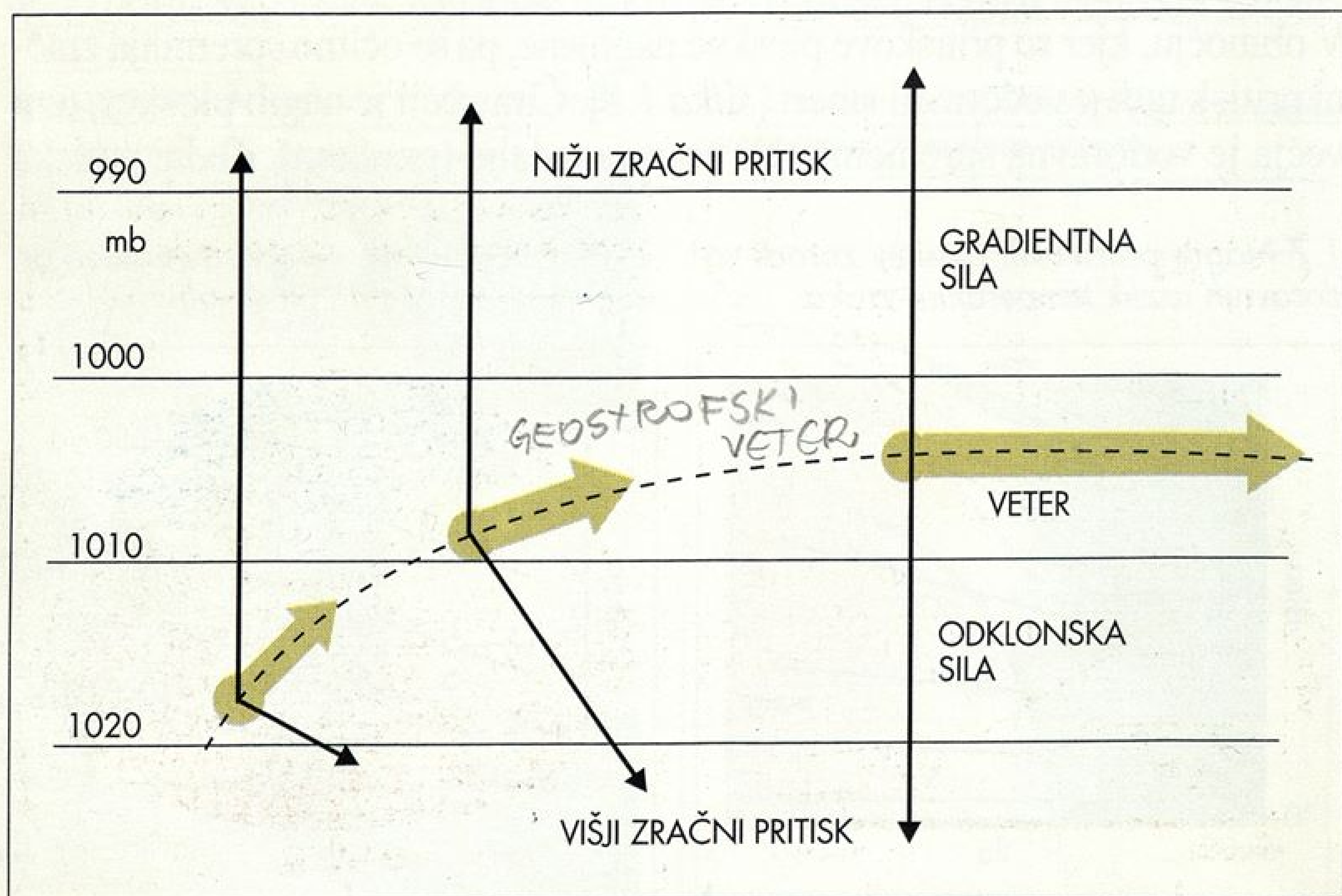
sila zračnega pritiska zrak ne le navzgor proti teži, ampak tudi v vodoravni smeri proti nižjemu pritisku. Če se Zemlja ne bi vrtela, bi tok zraka od višjega proti nižjemu pritisku sproti izravnal razlike ter večjih razlik pritiska in tudi vetrov ne bi bilo.

Zaradi vrtenja Zemlje pa vsak tok zanaša in ga na severni polobli odklanja v desno – pojavi se t. i. odklonska ali Coriolisova sila. Ta mu ne dá miru toliko časa, da ga odkloni pravokotno na desno; in ker deluje pravokotno na ta tok, nastane ravnotežje med gradientno silo pritiska in odklonsko silo [slika 1.9]. Zrak ne teče več od visokega proti nižjemu pritisku, ampak vzporedno z izobarami (ali izohipsami pritiskovih ploskev). Razlike pritiska se pri takem toku ne izravnavajo in tok oz. veter postane močan, dolgotrajen in skoraj stalen.

Razen na samem ekvatorju nastaja odklon toka povsod, če je le tok na razdaljah nad 100 km (kar je za atmosfero malo). Zaradi nagiba pritiskovih ploskev navzdol proti polu bi hotel zrak teči od ekvatorja proti polu, a je v zmer-
nih širinah že dovolj odklonjen v desno, da tvori obroč zahodnih tokov z največjimi hitrostmi tam, kjer je nagib pritiskovih ploskev največji – o čemer bomo še govorili [slika 1.10].

Splošni zahodni vetrovi pa večinoma ne pihajo v gladkem obroču okrog zemeljskega površja. Razni vplivi tal – kopna in morij, različne vrste kopna, morja in morskih tokov, ledenih površin itd. imajo različne temperature. Ti vplivi in vplivi raznih sil povzročajo različno in nepravilno razporejene nagibe pritiskovih ploskev in dajejo s tem različne pospeške zračnim delcem.

1.9 Odklanjanje zračnega toka v desno zaradi vrtenja Zemlje in končno stalen uravnotežen veter

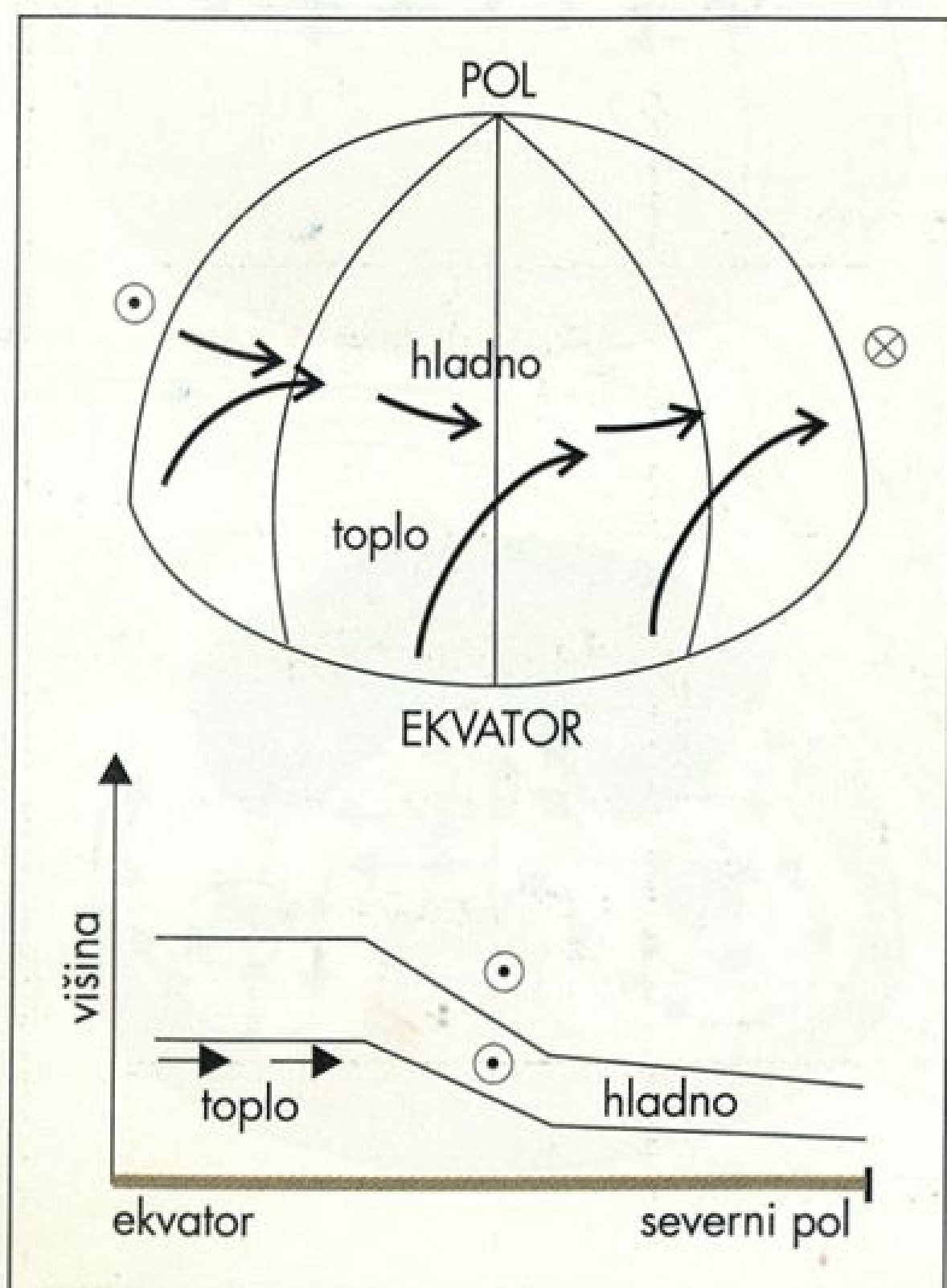


Razlike se pojavljajo kot nekakšne motnje v osnovnem zahodnem toku in se kažejo kot valovanja. Valovanj je v atmosferi spet mnogo vrst: zvočni valovi, taki, ki dajejo valovne oblake, še večji, ki ustvarjajo ciklone in fronte. Največji med njimi so vodoravno-prečni valovi, ki nastajajo v pasu zahodnih vetrov zmernih širin: nekje se vetrovni stržen pomakne bolj proti ekvatorju, drugje bolj proti polu [slika 1.11]. V skladu s tem, ker se pritiskove ploskve spuščajo proti polu, nastane v prvem primeru dolina – zajeda proti ekvatorju; zajeda proti polu pa se kaže kot greben v topografiji pritiskovih ploskev. Ker je bolj proti polu zrak navadno hladnejši, je dolina hladna, greben pa relativno topel.

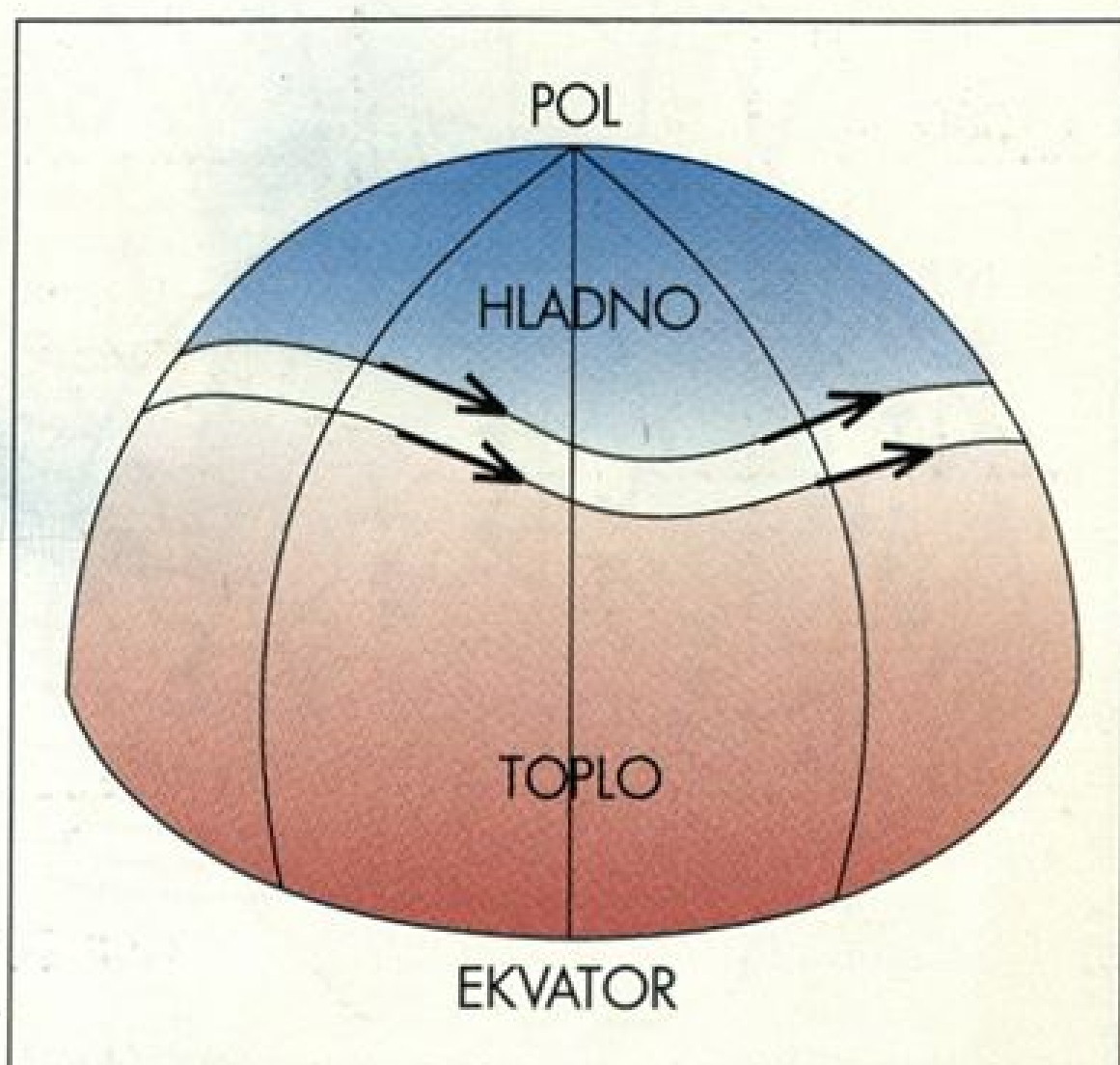
Zaporedne doline in grebeni, ki dajejo pasu zahodnih vetrov valovito obliko, tvorijo bolj ali manj sklenjen sistem valov okrog cele Zemlje z valovno dolžino (razdaljo med dvema dolinama ali grebenoma) 5000 do 6000 km. Tako najdemo navadno na polarni karti – taki, ki ima pol v sredini in predstavlja celo poloblo – štiri do pet zelo dolgih t. i. Rossbyjevih valov. Pri tem so zdaj vetrovi le še v oseh dolin in grebenov čisto zahodni, vmes pa so seveda jugozahodni ali severozahodni [slika 1.12].

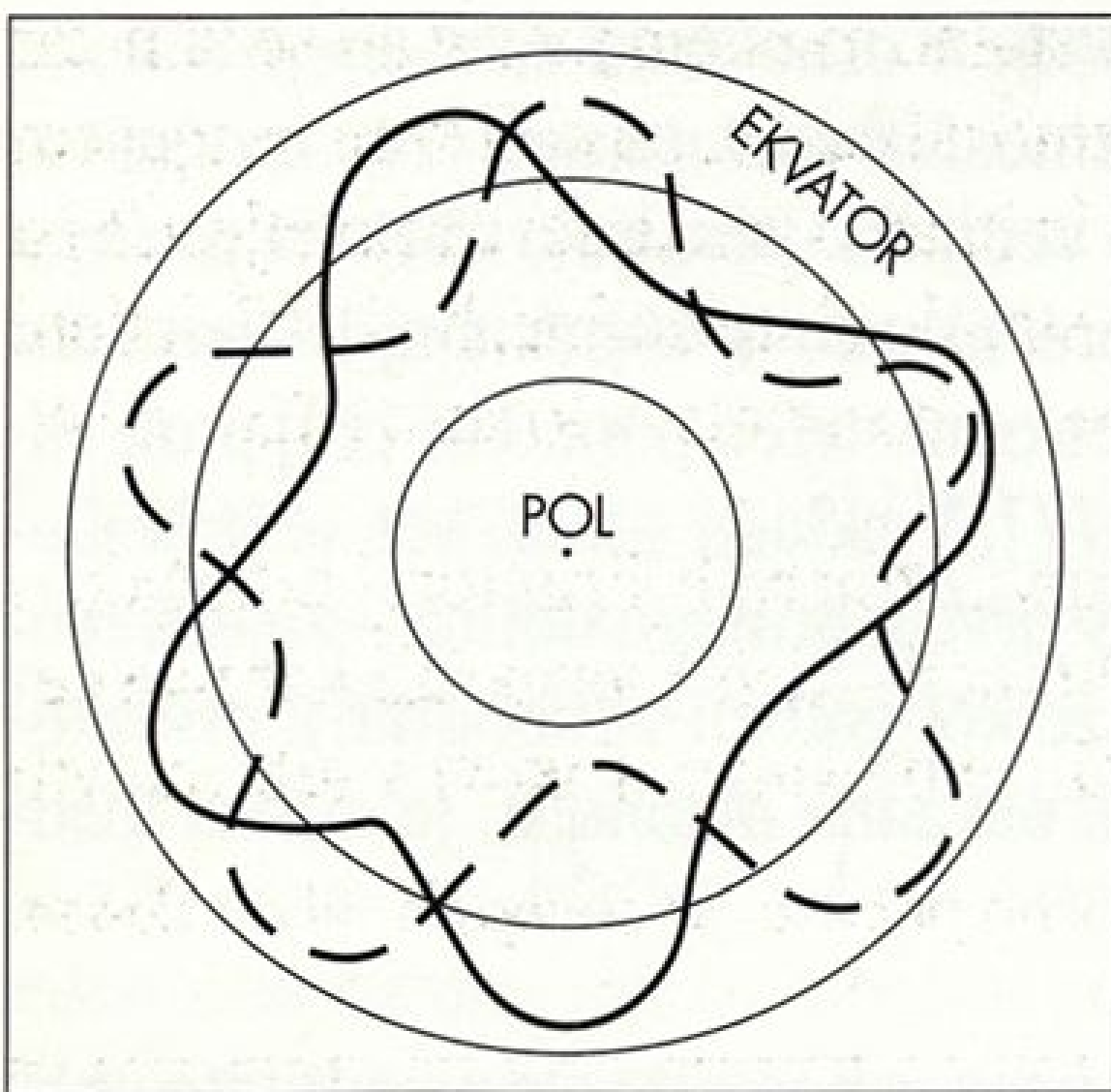
Na teh dolgih valovih se kot dodatne manjše motnje razvijajo npr. cikloni, ki jih dolgi valovi vodijo s svojimi tokovi ali s svojimi premiki, torej le v glavnem od zahoda proti vzhodu, lahko pa tudi bolj proti severovzhodu ali jugovzhodu. Rossbyjevi valovi v splošnem zahodniku le počasi nastajajo, se večajo ali plahnijo. Njihova povprečna življenjska doba je nekako 7 do 10 dni. Čeprav prevladujejo v njih zahodni tokovi, sam val, ki predstavlja le obliko toka, pogosto stoji ali pa se včasih pomika tudi proti zahodu, torej pro-

1.10 Nastanek in vzrok planetarnega zahodnika

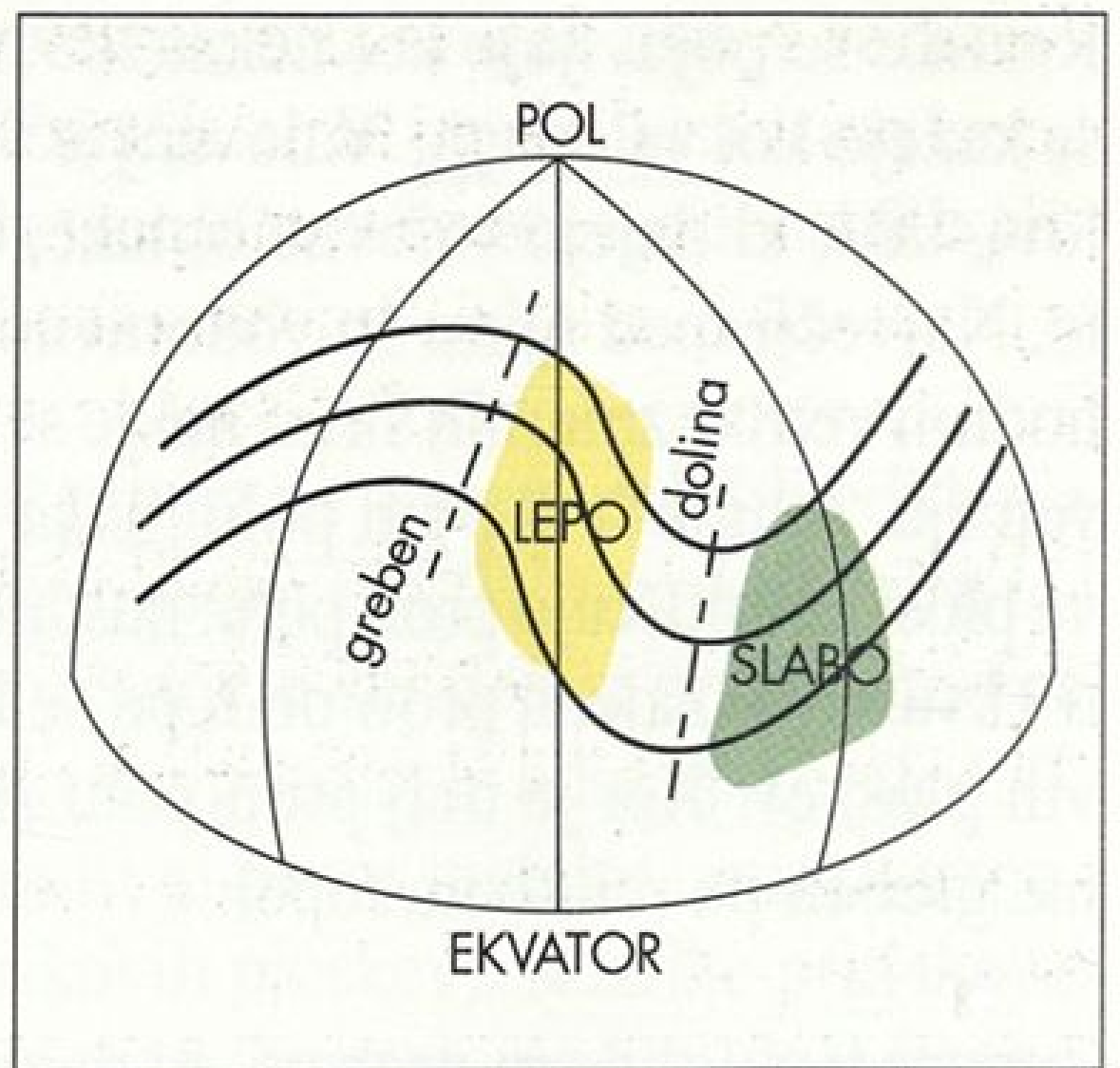


1.11 Valovi v planetarnem zahodniku in groba temperaturna razporeditev





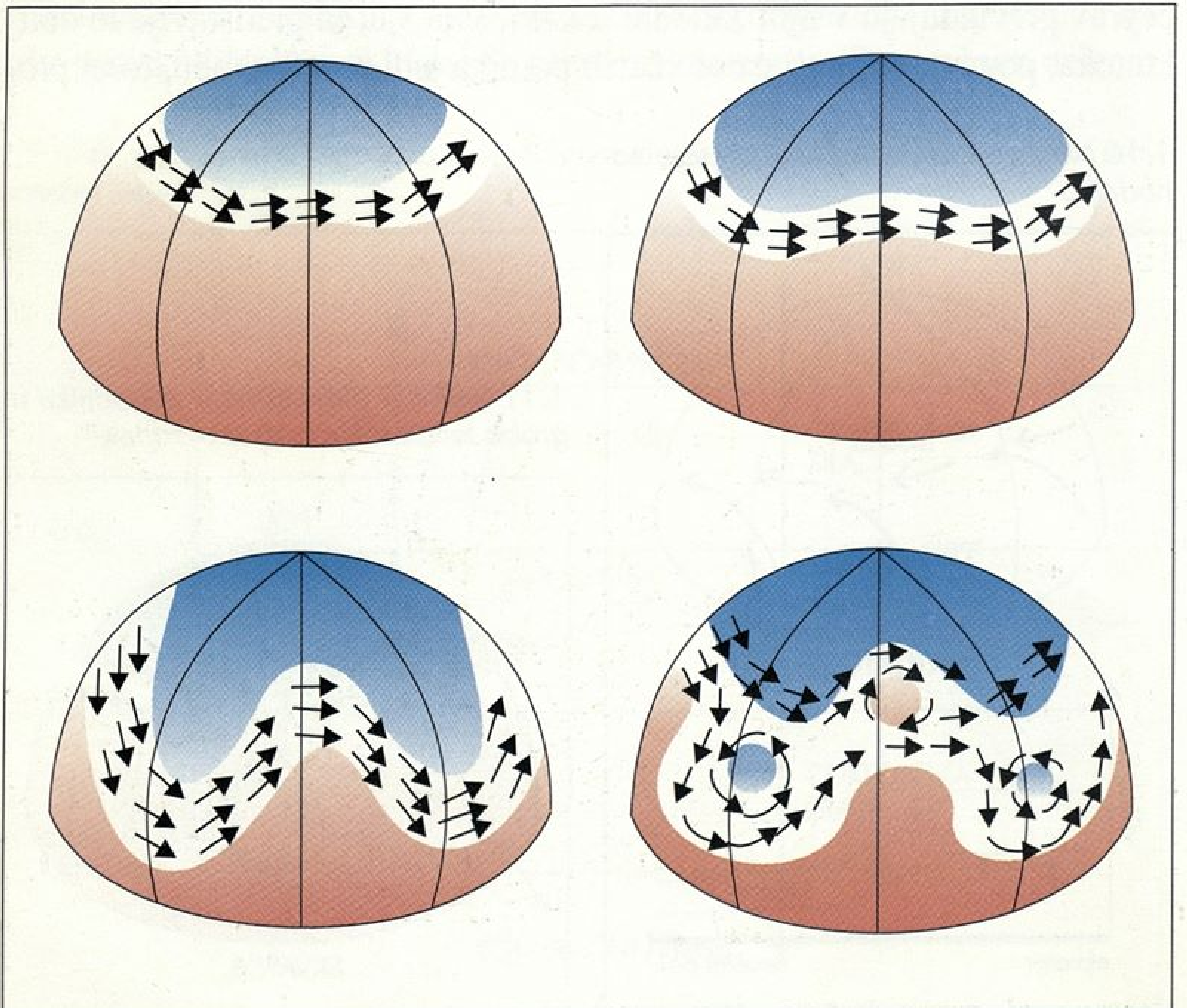
1.12 Cirkumpolarna karta z Rossbyjevimi valovi



1.14 Prevladujoče vreme glede na Rossbyjeve valove

ti toku v njem. Tedaj, zlasti če so valovi močno razviti ali se celo zavijejo v zanke – nastane blokada [slika 1.13], so vremenske napovedi bolj problematične, ker v njihovih pomikih in dogajanjih ni več pravega reda. Vendar se ta navadno po nekaj dneh spet vzpostavi. Pokazalo se je, da je vreme na zahodni strani dolin ali zajed proti jugu navadno lepo, medtem ko na vzhodni strani velikih dolin prav pogosto nastajajo cikloni s frontami kot glavnimi nosilci poslabšanja vremena v zmernih geografskih širinah.

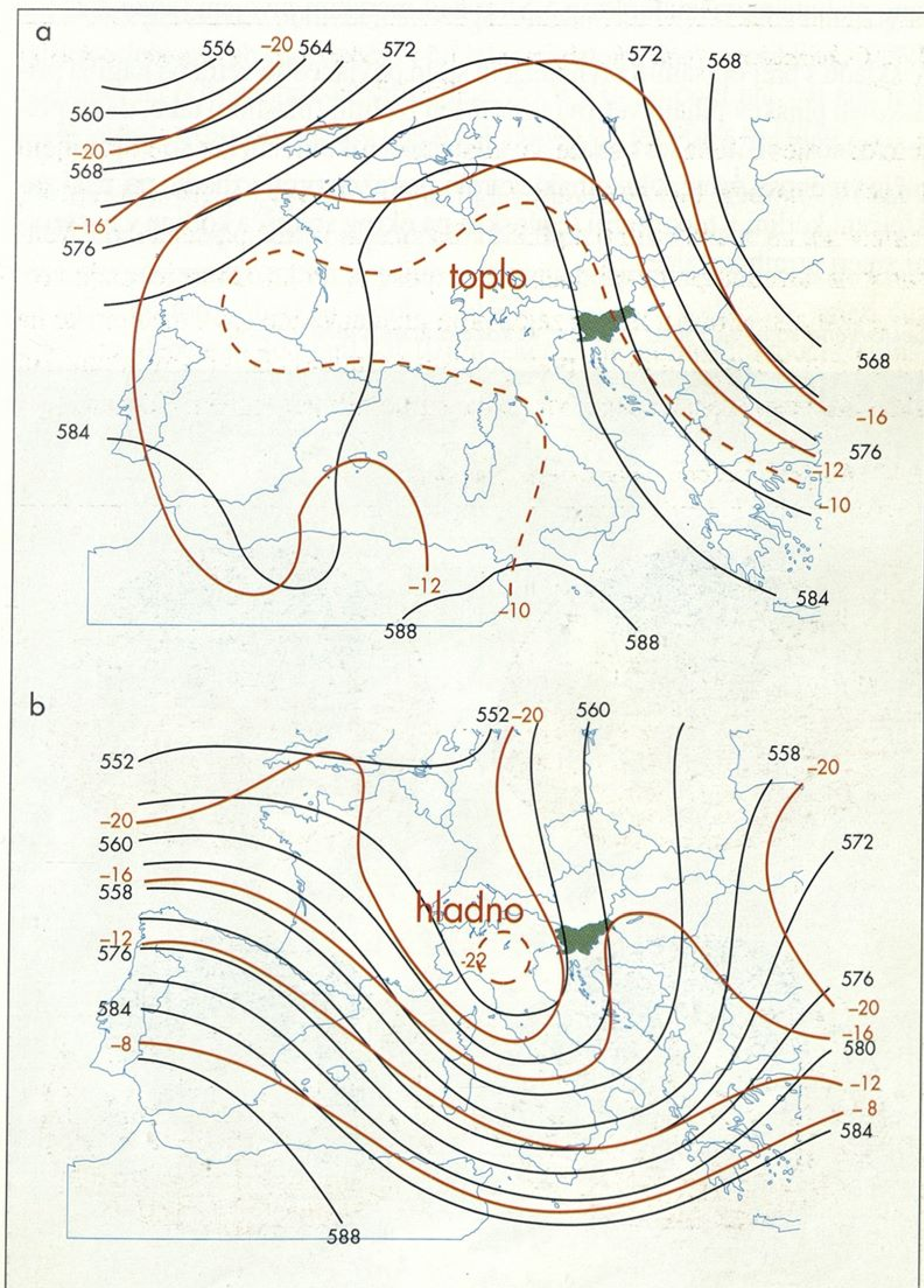
1.13 Nastanek blokade planetarnega zahodnika



Včasih se zgodi, da je tak Rossbyjev val stalno na istem mestu ali se tam kar naprej pojavlja. Če je pri tem dolina zahodno od nas oz. so naši kraji na njenem vzhodnem robu, se slabo vreme ponavlja in imamo npr. deževno poletje. Če pa se je val ustalil tako, da smo na zahodni strani velike doline, bo v daljši dobi prevladovalo lepo, pretežno sončno vreme in bo morda celo suša [slika 1.14].

Ti dolgi valovi v splošnih zahodnih tokovih zmernih širin torej odločajo o splošnem tipu vremena nad velikimi območji – deli Evrope ali kar nad celo Evropo, in za daljši čas – nekaj dni ali celo tednov. Tokovi v teh valovih

1.15 Topografija 500 mb ploskve za dva tipična primera, a) ob lepem, b) ob slabem vremenu pri nas



odločajo kdaj, kje in v kaki smeri bodo potovali cikloni prek Evrope in, skratka, kakšno bo vreme v posameznih njenih predelih ali krajih. Seveda odločajo o podrobnostih razvoja vremena še mnogi drugi manjši in celo ozko lokalni vplivi. Gotovo pa luna, ki jo mnogi radi povezujejo z vremenom, pri tem nima nič, saj je predaleč in pošilja le neznatno energijo, sije pa istočasno na velik del Zemlje, kjer pa je vreme vedno zelo različno – navadno enkrat lepo tu in slabo tam, drugič obratno.

Valove oz. doline in grebene v planetarnih razsežnostih splošnih zahodnih tokov, pomike njihovih osi in tokove v njih se nam kažejo na t. i. višinskih vremenskih kartah – navadno s plastnicami (izohipsami) 500 mb ploskve ki leno plahuta na višinah okrog 5,5 km nad morskim nivojem [slika 1.15].

V skladu s prej opisanim ravnotežjem sil in odvisnostjo vetra od nagiba pritiskovih ploskev pihajo vetrovi vzdolž teh izolinij (plastnic) tako, da so nižje vrednosti višin na levi strani, če gledamo s tokom – in ker so v splošnem nižje vrednosti proti polu, pihajo vetrovi pretežno proti vzhodu; pri neki zaključeni kotlini v topografiji te ploskve pa okrog središča kotline v nasprotni smeri urinih kazalcev.

Sestavljena satelitska slika oblakov, ki kažejo Rossbyjeve valove



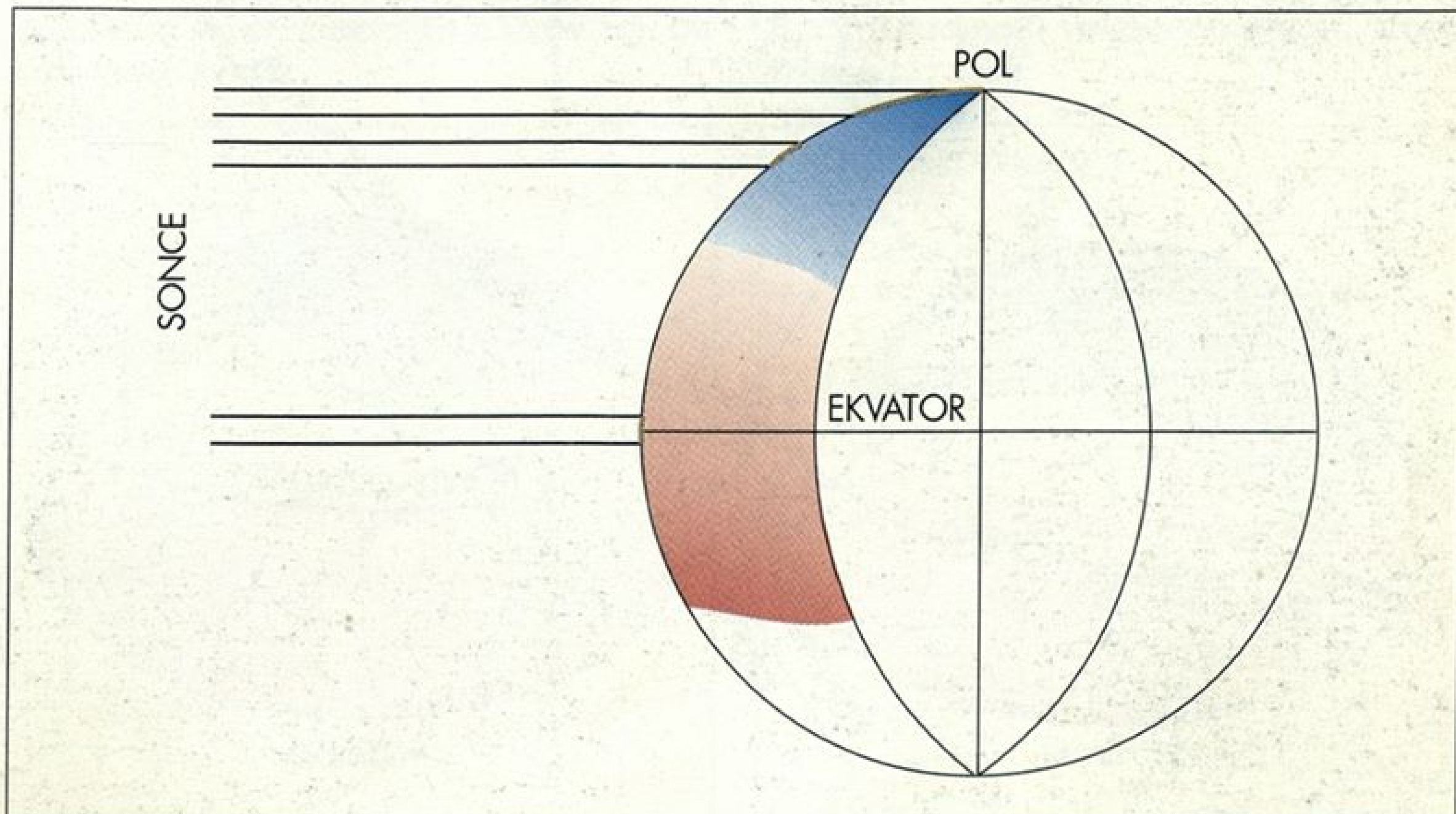
2. POLARNA FRONTA

Polarna fronta je planetarna meja zračnih mas. Poglejmo si, zakaj se pojavlja. Sonce je nad ekvatorjem skoraj navpično nad tlemi, proti poloma pa je nagib sončnih žarkov vse manjši. Zato se proti polu enako širok snop sončnih žarkov porazdeli na večjo površino tal in jo seveda manj ogreje. Tako dobi npr. ob enakonočju 1 m^2 tal na ekvatorju dnevno približno 6 kWh energije, na 60° geografske širine le še 3 kWh in na polu nič, saj sije tam tedaj sonce ravno vzporedno s tlemi in potuje tik ob obzorju [slika 2.1].

Zaradi teh razlik v ogrevanju tal ima tudi zrak pri tleh nad ekvatorjem v splošnem visoke temperature oz. je topel, v polarnih predelih pa je mrzel. V skladu s tem govorimo o toplih tropskih in hladnih polarnih zračnih masah. Zračne mase so torej obsežne gmote zraka, ki merijo v vodoravni smeri čez 1000 km , debele pa so manj kot 10 km – ker je pač atmosfera močno sploščena.

Atmosfera je sorazmerno tanek plašč zraka, ki obdaja zemeljsko površino ter so tipične vodoravne razdalje v njej sto do tisočkrat večje od navpičnih. To vidimo iz tega, da so razdalje med ekvatorjem in polom okrog 10000 km , oblaki pa segajo nad nami največ do 10 km visoko. Podobno so tudi vodoravni zračni tokovi (vetrovi), s hitrostmi malo nad tlemi v povprečju okrog 10 m/s , stokrat hitrejši kot splošna oz. obsežna navpična gibanja zraka s tipičnimi hitrostmi samo okrog 1 do 10 cm/s .

2.1 Planetarni vpliv nagiba sončnih žarkov na tla ob enakonočju



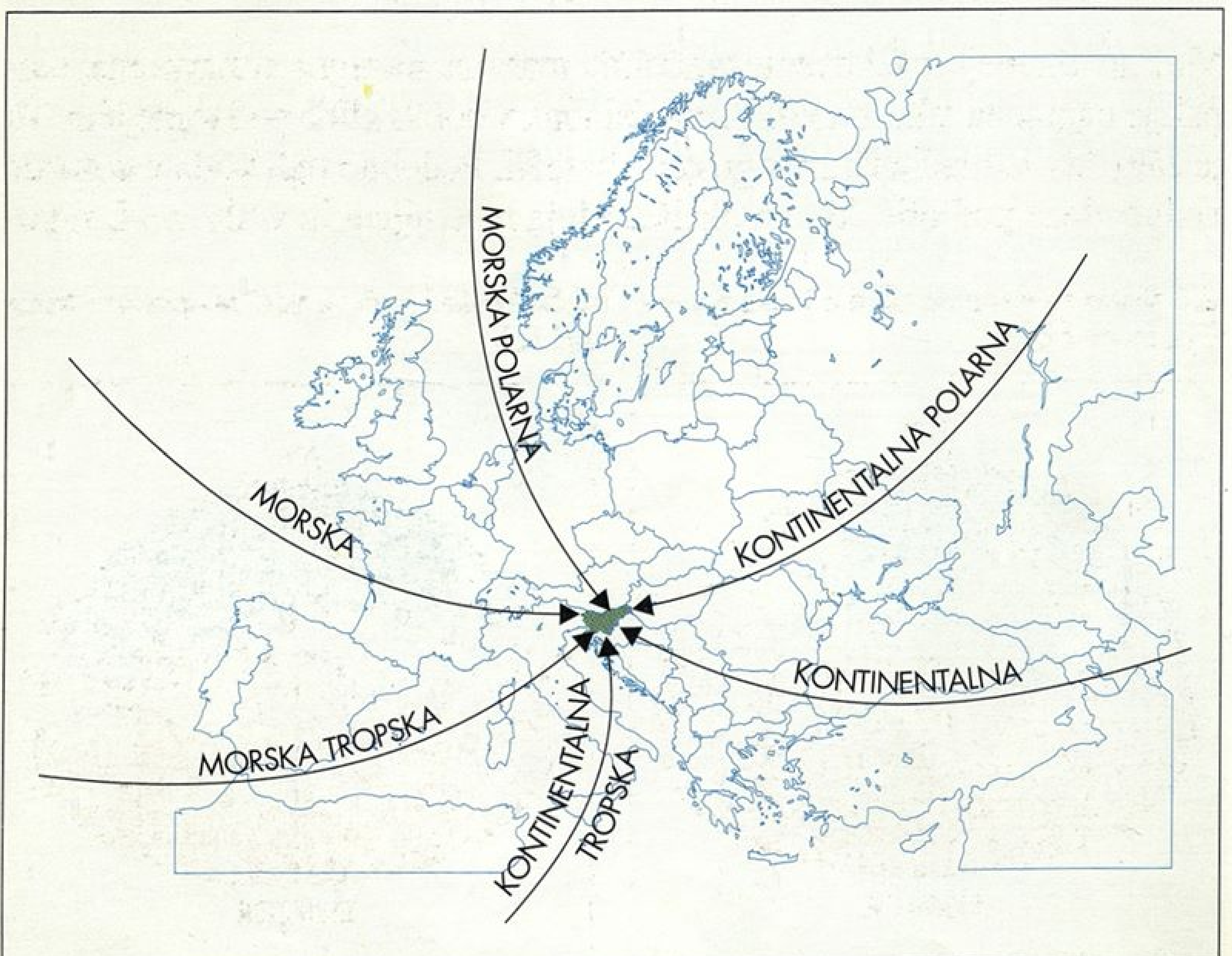
V opredeljenih zračnih masah ima zrak približno enake lastnosti: predvsem je topel ali hladen, lahko pa je bolj ali manj vlažen, kar je za nastanek oblakov in padavin seveda zelo pomembno.

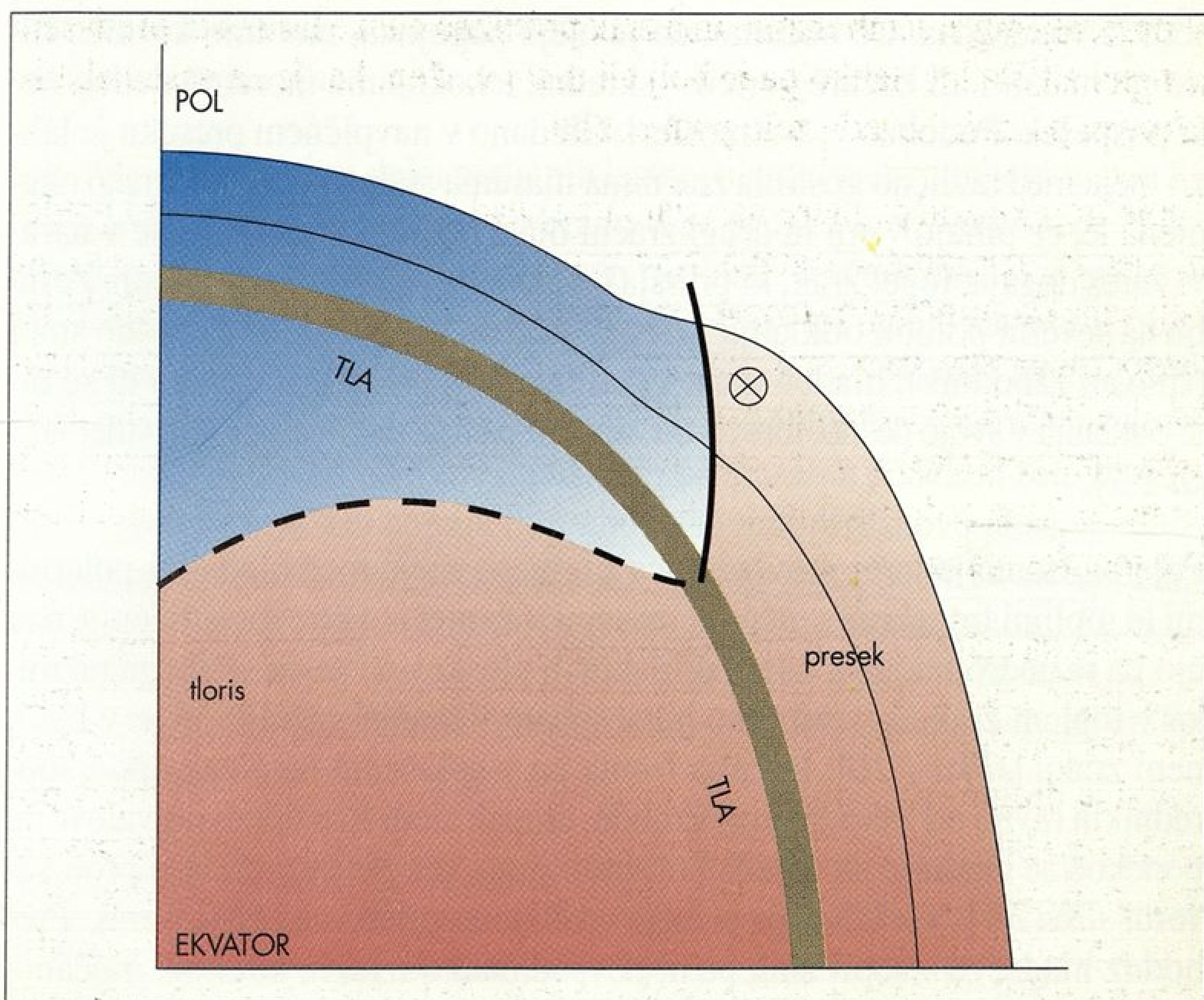
Tople tropske zračne mase nastajajo torej nad obsežnimi tropskimi predeli, kjer se zrak izdatno ogreva. Nad kopnim, zlasti nad puščavami nastaja bolj suha (kontinentalna tropska masa), nad toplimi tropskimi morji; ki izdatno izhlapevajo, pa se zrak močno ovlaži (morska tropska zračna masa) [slika 2.2]. Podobno nastajajo nad polarnim kopnim bolj hladne in suhe (polarno kontinentalne) zračne mase in nad polarnimi morji polarno morske zračne mase. Te zaradi splošno nižjih temperatur nimajo toliko vlage, kot tropske morske zračne mase.

Gledano na celotno zemeljsko oblo imamo torej v širokem območju ekvatorja tople zračne mase, v polarnih območjih pa velik hlebec hladnih zračnih mas; pri čemer so največje razlike med njimi prav pri tleh. Prehod med enimi in drugimi masami večinoma ni enakomeren ali počasen, ampak pogosto zelo hiter oz. omejen na sorazmerno ozek prehodni pas. Če ta pas zaradi preprostosti stisnemo v črto, kot jo na tlorisih (kartah) navadno rišemo, ji pravimo polarna fronta [slika 2.3]. Na meteoroloških kartah Zemlje je to torej črta, ki ločuje hladne polarne in tople tropske zračne mase, sicer pa ima širši pomen.

Zračne mase so prostorska telesa in segajo vsaj nekaj kilometrov v višine, črta fronte na karti pa je presečnica mejne oz. frontalne površine med ma-

2.2 Nam bližnja območja nastanka zračnih mas in njihove poti k nam



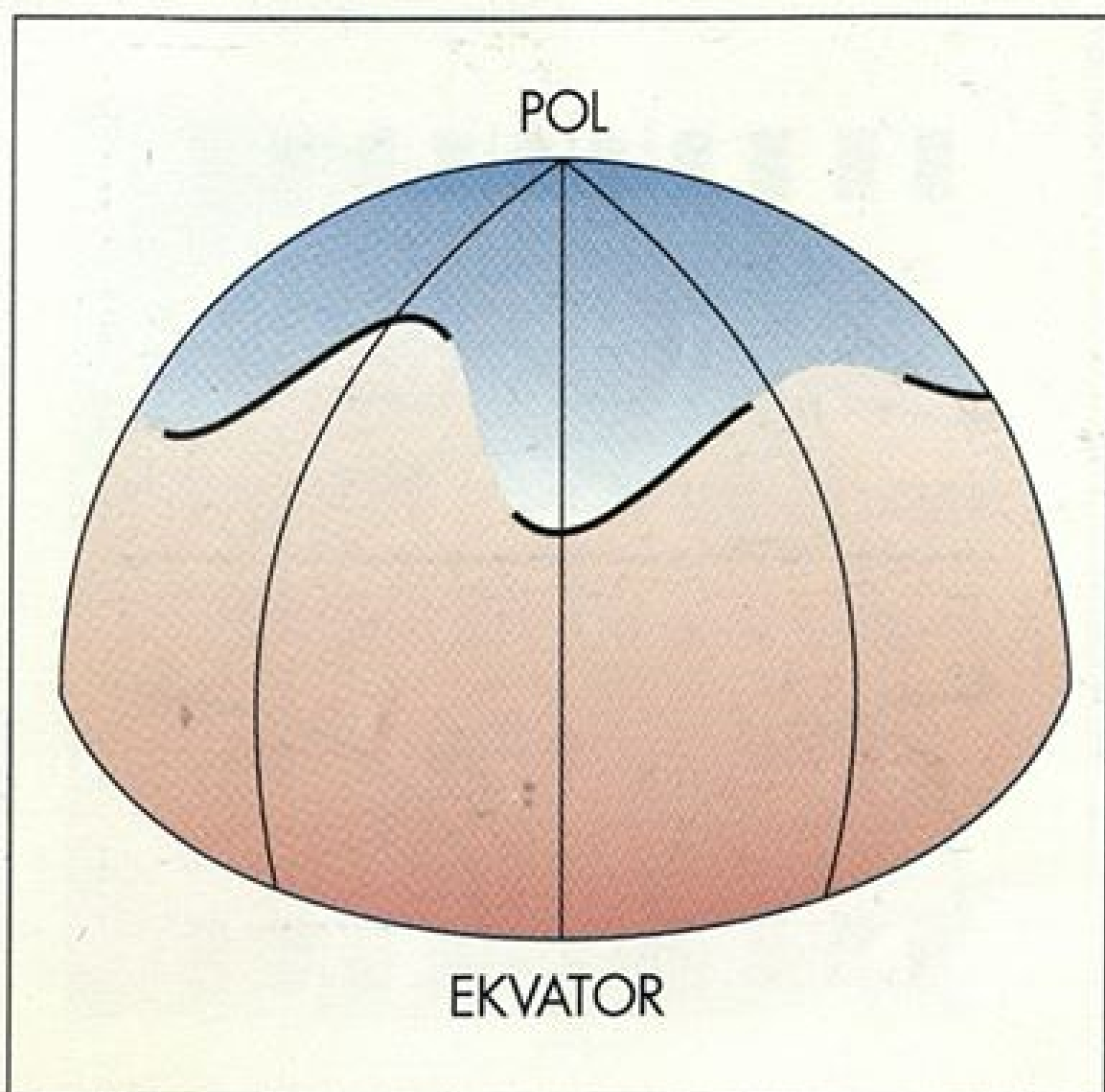


2.4 Polarna fronta v tlorisu in v preseku atmosfere po meridianu

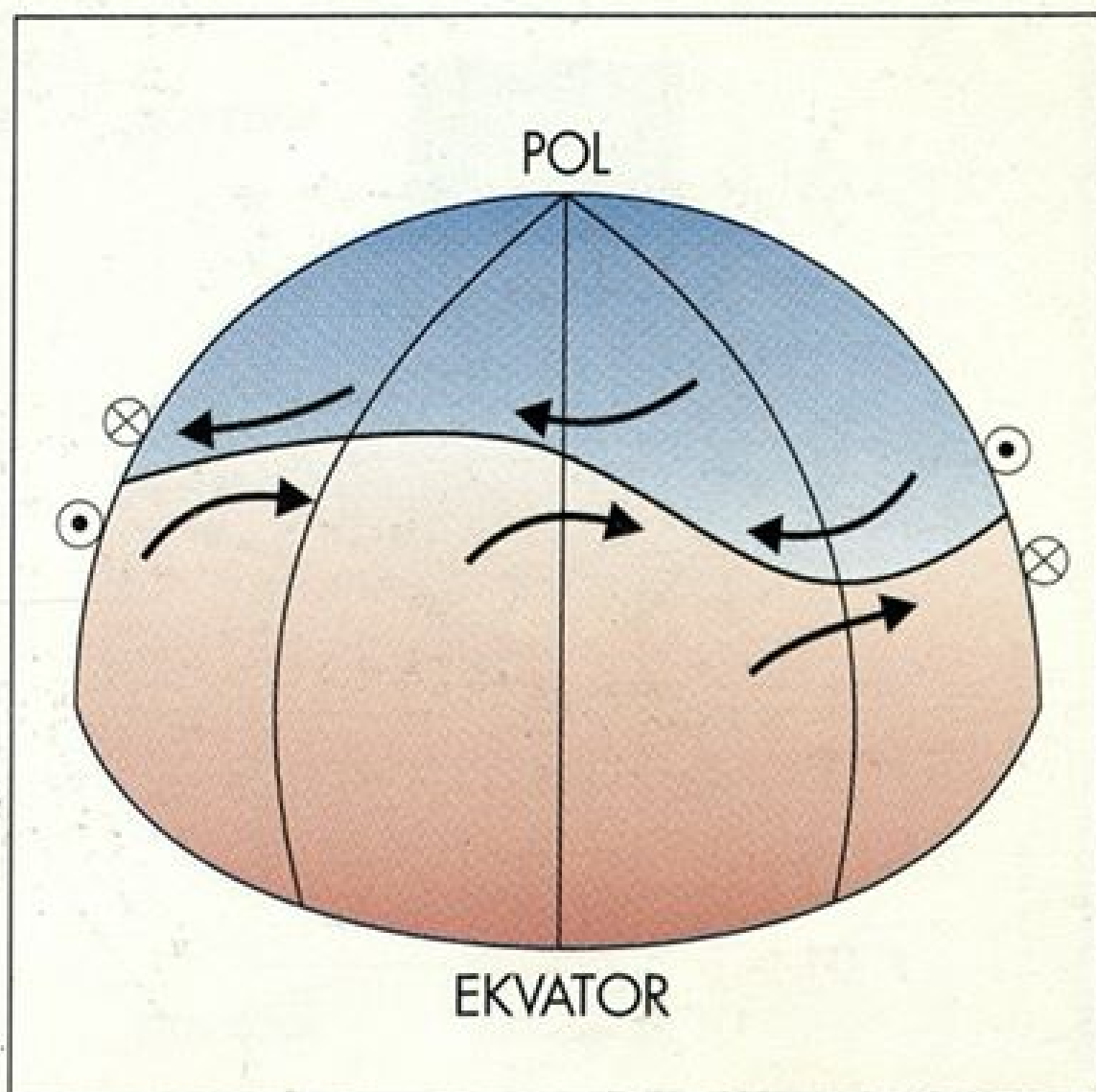
sama s tlemi. Za prostorsko predstavbo moramo še pogledati, kako je to v navpičnem preseku – kot da bi atmosfero presekali po poldnevniku od pola do ekvatorja. Presek rišemo s povečanimi višinami, da se zaradi sploščenosti atmosfere sploh kaj vidi, kot je to prikazano na *sliki 2.4*.

Vidimo, da meja med dvema zračnima masama navzgor ni navpična, ampak je nagnjena tako, da leži hladnejši zrak v obliki klina pod toplejšim. To je zato, ker je hladnejši zrak gostejši in težji. Podobno tudi voda v kozarcu vedno zleze pod olje, ki je redkejšo. Meja med oljem in vodo v mirni po-

2.3 Karta severne poloble z izrazitimi deli polarne fronte



2.5 Prevladujoči vetrovi ob polarni fronti pri tleh

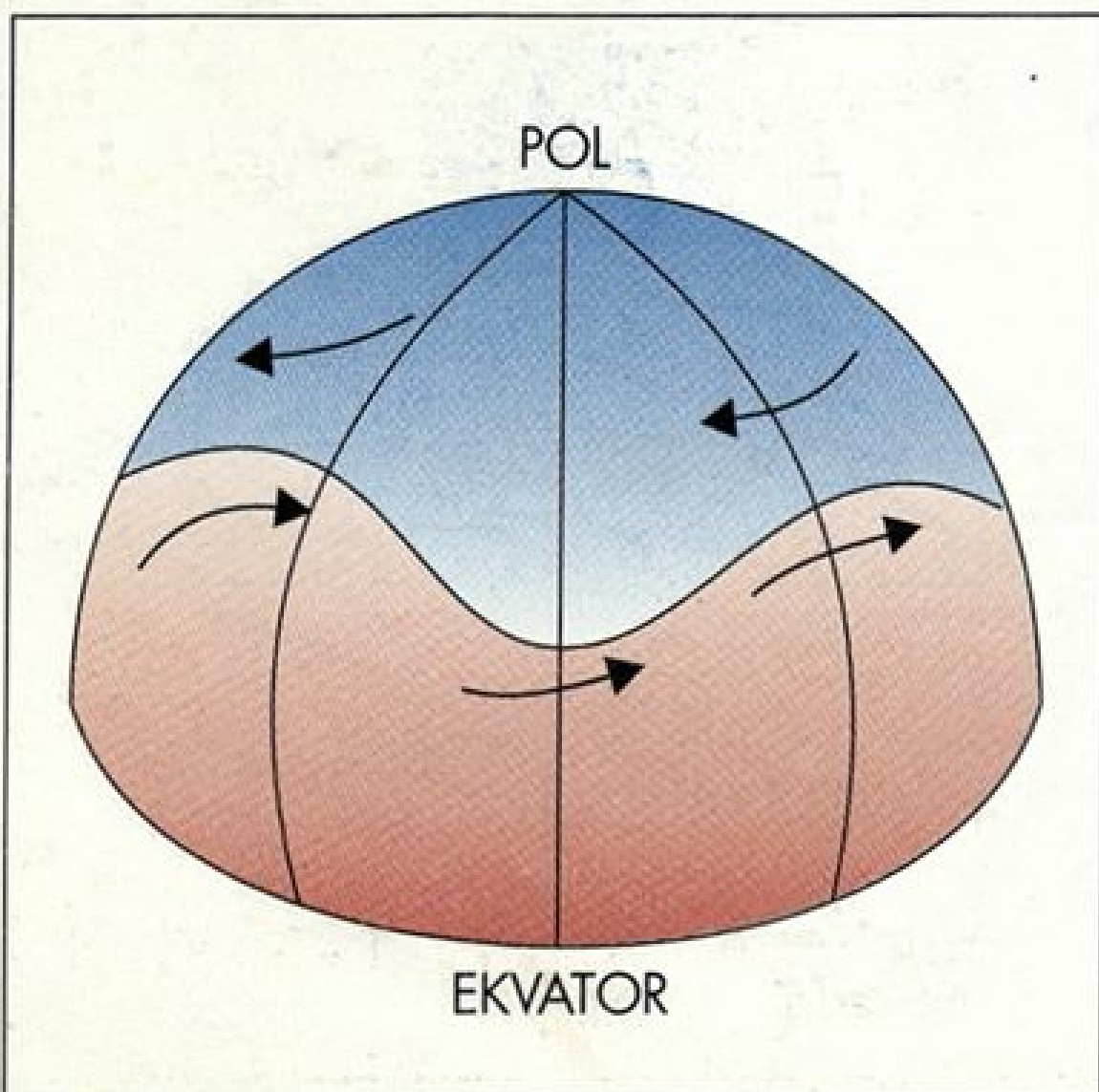


sodi je vodoravna. Če hočemo, da je meja nagnjena, moramo kozarec hitro premakniti ali kozarec vrteti – skratka, tekočinama moramo dodati neki pospešek. Podobno je v atmosferi. Gledano v navpičnem preseku je lahko meja med različno gostima zračnima masama stalno približno enako nagnjena le, če pihajo v eni in drugi zračni masi različni vetrovi. To se v naravi zares dogaja: topel zrak, ki prihaja od ekvatorja in se zaradi vrtenja Zemlje na severni polobli odklanja v desno, ima delno ali znatno zahodno smer (splošni zahodnik); hladen zrak, ki prihaja bolj pri tleh od severa in se tudi odklanja v svojo desno, torej proti zahodu, pa ima delno nasprotno smer [slika 2.5].

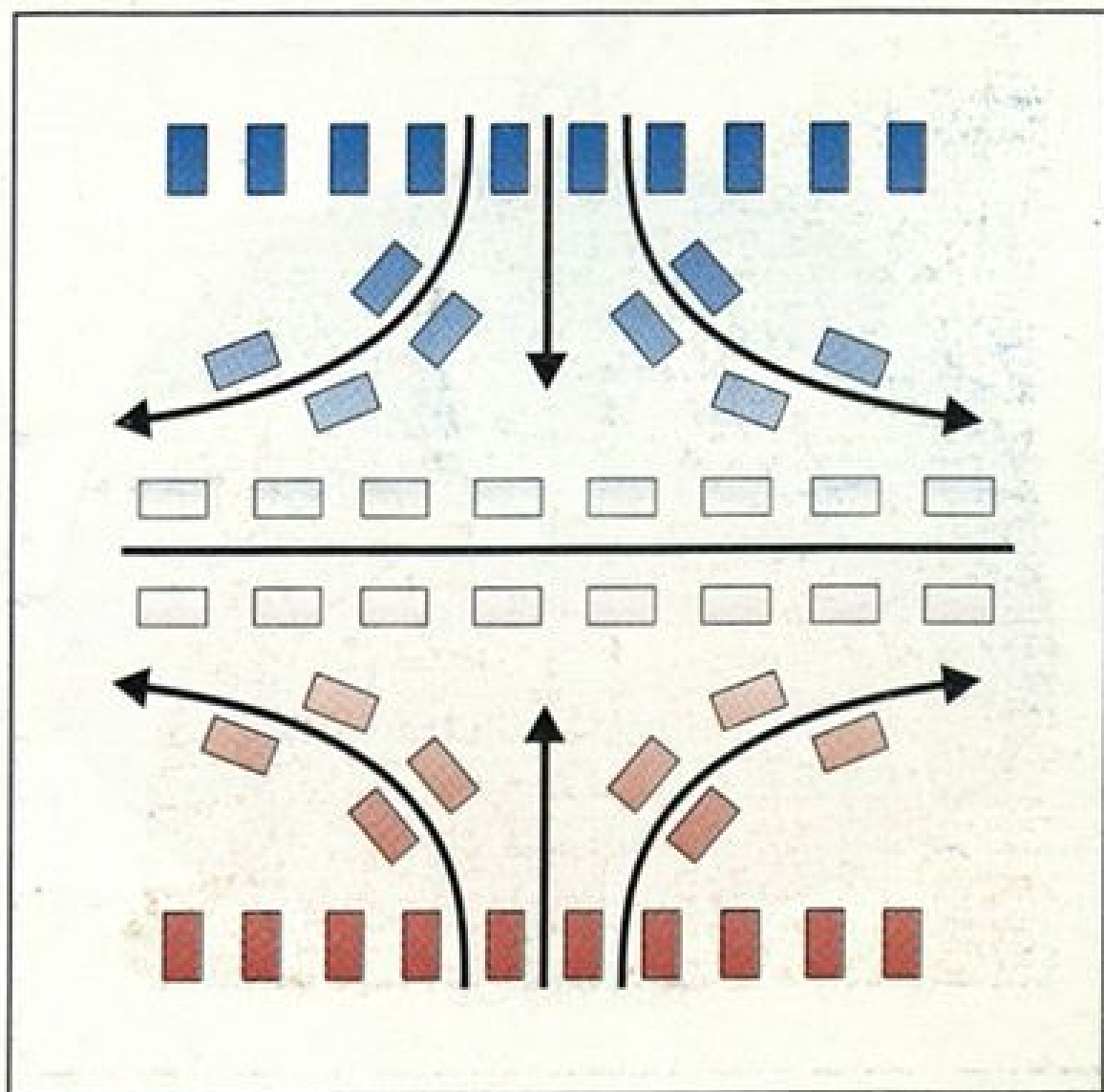
Polarna fronta je torej prevladujoča nagnjena meja med hladnimi polarnimi in toplimi tropskimi zračnimi masami. Ob njej je vetrovno striženje, nad njo pa razmeroma velik nagib pritiskovih ploskev, ki se od velikega razmika v toplem zraku sorazmerno hitro spuste v manjši razmik, ki je v hladnem zraku [slika 1.10]. Polarna fronta pa v splošnem ne poteka po vzporednikih ravno od zahoda proti vzhodu, ampak sledi Rossbyjevim valovom: ponekod se hladni zrak zajeda bolj proti jugu, drugje pa topli bolj proti severu [slika 2.6]. Vsekakor pa je meja v višine nagnjena nad hladni zrak. Prehod iz hladnega v topli zrak pa ni povsod enako izrazit, hiter oz. močan – polarna fronta ni povsod enako izrazita. Izrazitost je odvisna od načina gibanja zraka. Videli bomo, da le poseben način tokov omogoča, da se lahko zblížata zelo hladen in zelo topel zrak, ker je pač med njima tudi zrak.

Vzemimo za primer zelo velik prostor, natlačen z gibajočimi se avtomobili, na katerem so na severni strani modri, na južni rdeči in v sredini med njimi beli avtomobili. Modri in rdeči se lahko zblížajo le, če se beli levo in desno (oz. proti zahodu) in vzhodu odmaknejo in odpeljejo [slika 2.7]. Če pa bi se beli od strani tlačili proti sredini, bi modre in rdeče še bolj razmaknili. Če bi si zdaj hoteli ustvariti prostorsko sliko (še v višine), bi v svoji predstavi morali uporabiti še modre, bele in rdeče helikopterje, pri čemer bi nad

2.6 Valovita polarna fronta na karti severne poloble



FRONTOGENEZA
2.7 Premiki zračnih delov oz. tokovi, ki zblížujejo hladen in topel zrak



modrimi pri tleh bili v višinah rdeči, vendar na isti višini rdeči vedno južneje od modrih.

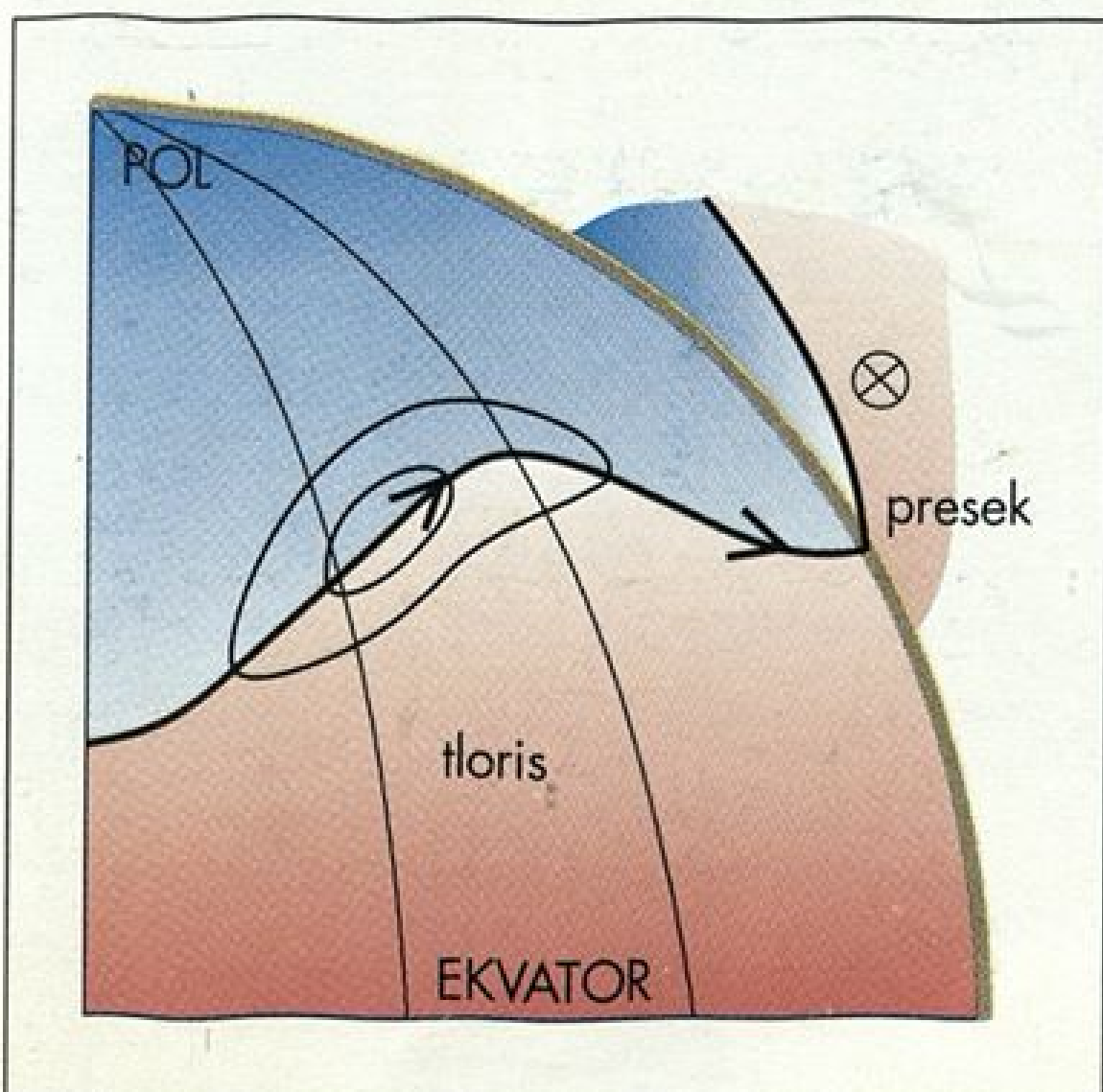
Podobno je z zračnimi delci različnih lastnosti, predvsem temperatur. Če so zračni tokovi taki, da zrak od severa in juga priteka in se vmes razteka na vzhod in zahod, dobimo zbližanje zelo različnih zračnih mas in je polarna fronta tam izrazita ter se krepi (*frontogeneza*); pri tokovih v nasprotni smeri pa razlike slabijo oz. izginjajo in z njimi izrazitost polarne fronte. Zato je na ustreznih odsekih polarne fronte, ki obdaja poloblo v zmernih geografskih širinah, prehod med glavnima zračnima masama ponekod zelo izrazit, drugje pa neizrazit. Ob izrazitem prehodu so tudi pritiskove ploskve močnejše nagnjene; tu so zato vetrovi zlasti v višinah zelo močni in zato poteka stržen planetarnih zahodnih vetrov prav nad polarno fronto [slika 2.8]. Največje hitrosti dosegajo vetrovi tam, kjer je polarna fronta najizrazitejša, to pa je navadno na jugovzhodni strani dolin – velikih zajed hladnega zraka proti jugu.

Ob tej polarni fronti pa se dogaja še marsikaj. Hladen in gostejši zrak se vrtva pod toplejšega in lažjega in ga s tem tudi počasi odriva v višine – torej ga dviga. Ta proces bolj ali manj uspešno ovira vetrovno striženje – razlika smeri in hitrosti vetrov v eni in drugi zračni masi.

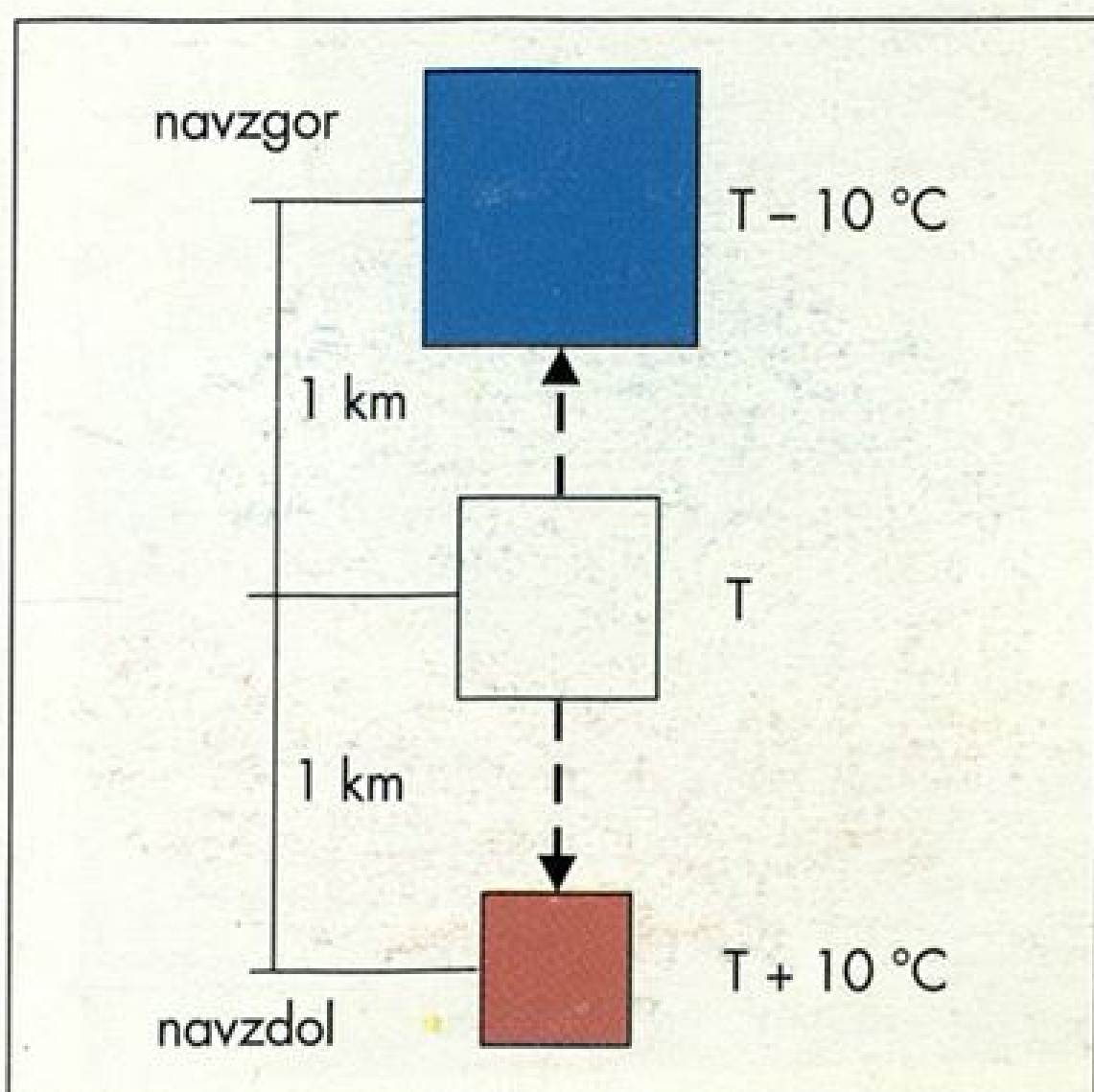
Že opisano stekanje zraka od severa in juga, ki krepi polarno fronto, pa tudi lahko malo prekaša odtekanje proti vzhodu in zahodu. Posledica tega je, da se zrak tudi zaradi tega stekanja dviga. Torej sta pri polarni fronti vsaj dva preprosto razložljiva vzroka, da se zrak – predvsem topli – dviga: zaradi stekanja pri tleh in zaradi narivanja nad hladnejšega.

Dviganje toplega in predvsem vlažnega zraka v atmosferi pa ima hude posledice – tem hujše, čim hitreje, obsežnejše je in čim višje seže. Toda že tudi hitrosti obsežnega dviganja, npr. le dober centimeter na sekundo, niso

2.8 Polarna fronta in vetrovni stržen v tlorisu in preseku



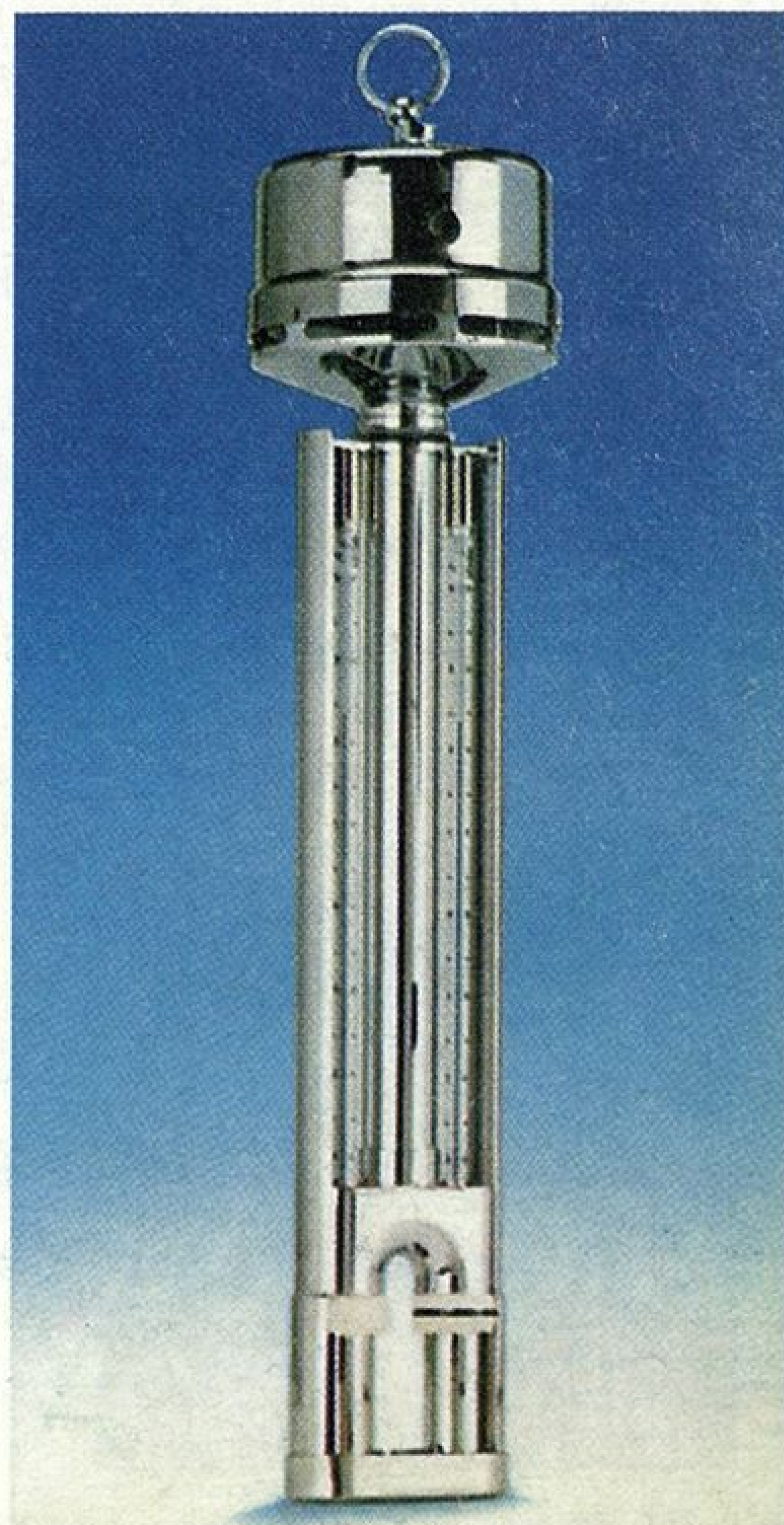
2.9 Ohlajevanje zraka ob njegovem dviganju in ogrevanje ob spuščanju



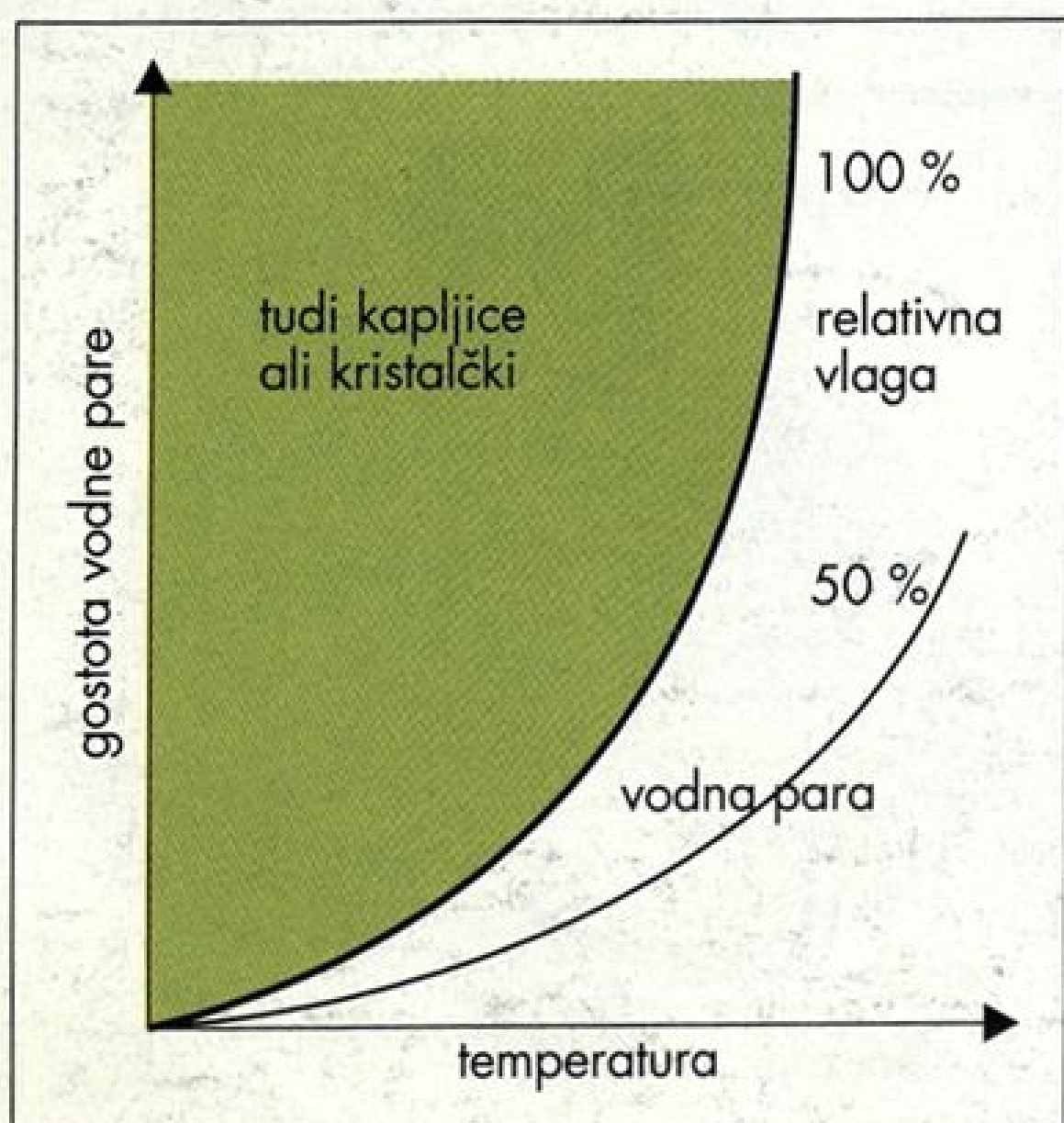
brez posledic: v enem dnevu znese to skoraj 1 km, kar lahko pomeni ohlajitev za okrog 10°C , kar ni malo in očitno terja obrazložitev: Ker zračni pritisk z višino pada, se zrak ob dviganju in s tem prihajanju v območje manjšega pritiska širi ter s tem opravlja delo. Za delo je vedno potrebna energija, ta se tu jemlje samemu zraku kot toplota, pozna pa se na njegovi temperaturi. Ta se zato delu zraka pri dvigu za vsak kilometer zniža za 10°C (če je zrak z vlago nasičen pa nekaj manj – a o tem pozneje). Vsako dviganje zraka pomeni torej njegovo izdatno ohlajevanje, nasprotno pa se ob spuščanju zrak enako izdatno ogreva [slika 2.9]. Čisto pri tleh nad ravninami in morji tega ni čutiti, saj zrak v tla ne more in tudi iz njih ne izdatno izhajati. Zato so ta dogajanja značilna za t. i. prosto atmosfero – vsaj nekaj sto metrov nad vodoravnimi tlemi; ob pobočjih pa so tudi opazna.

Še eno naravno zakonitost si je vredno v tej zvezi ogledati, nanaša pa se na vlažnost v zraku. Zrak v naravi ni nikoli povsem suh in vsebuje v povprečju okrog 1 % (največ do 4 %) vode, predvsem v obliki nevidne vodne pare. Pomembno je, da je lahko vsebuje v obliki nevidne pare pri visokih temperaturah več, pri nizkih pa manj. Vodne pare je v zraku npr. pri 14°C največ 12 g v kubičnem metru, pri 10°C pod ničlo pa samo še dobra 2 g/m^3 .

Psihrometer



2.10 Nasičena gostota vodne pare oz. nasičenega parnega pritiska v odvisnosti od temperature



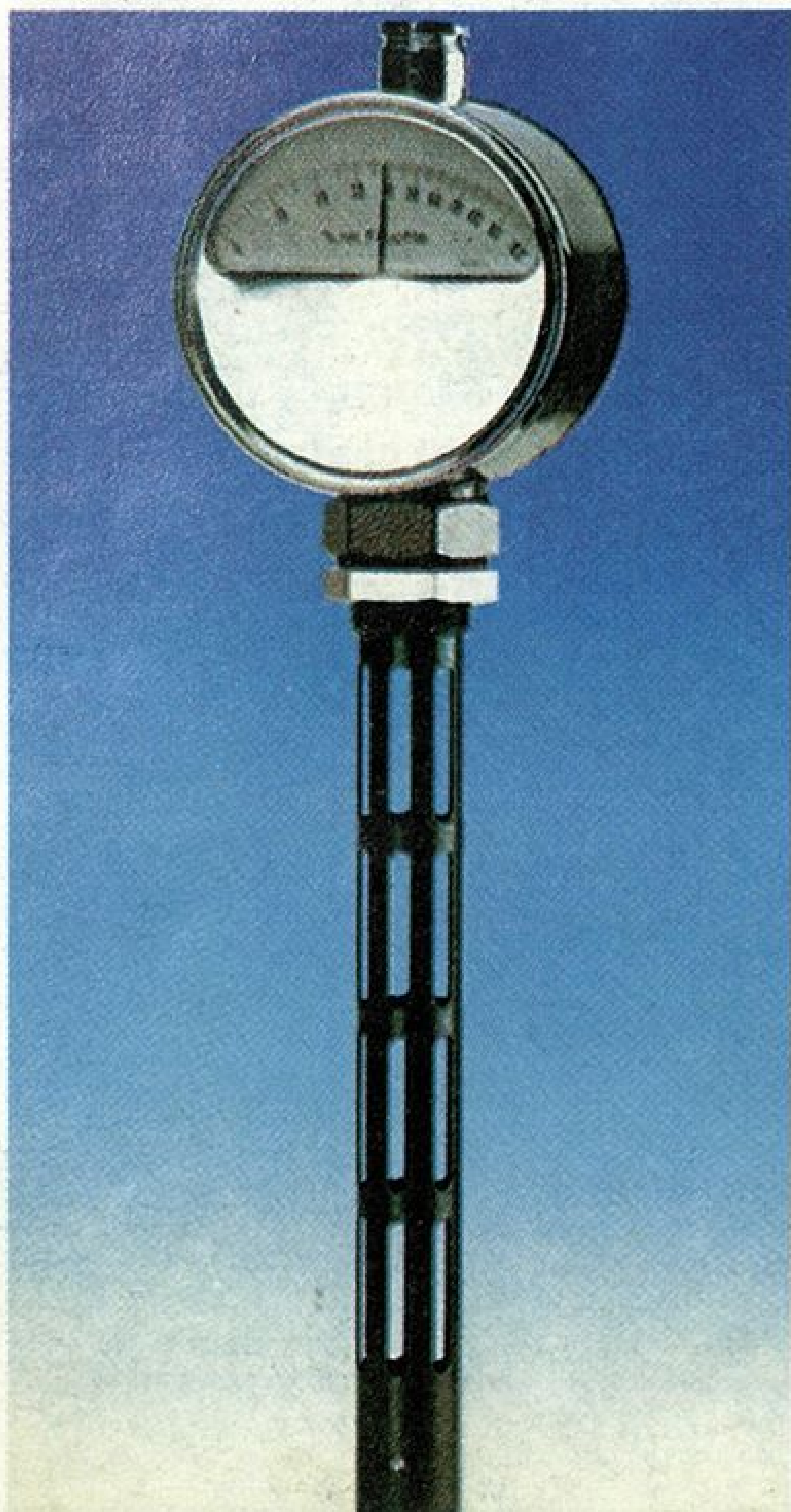
Ta zgornja meja je nasičena gostota vodne pare v zraku, in če je dosežena, je zrak nasičen [slika 2.10], njegova relativna vlaga pa je tedaj 100 %. Če se torej zrak s $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ in relativno vlago 50 % (ko je glede na zgoraj povedano le do polovice nasičen in ima 6 g/m^3 vodne pare) ohladi na $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, se mora 4 g/m^3 odvečne vodne pare izločiti. Navadno se izloči v obliki drobnih vodnih kapljic, ki tvorijo oblake ali meglo.

Združimo zdaj spoznanja o dviganju in ohlajanju zraka ter o ohlajevanju in izločanju vodne pare oz. kapljic – pa preprosto sledi, da nastajajo oblaki tam, kjer se zrak dviga, in izginjajo (izhlapijo) tam, kjer se zrak spušča. To je za pooblačitev in razjasnitev neba bolj pomembno kot gibanje oblakov z vetrovi, ki naj bi oblake prignali ali odpeljali proč.

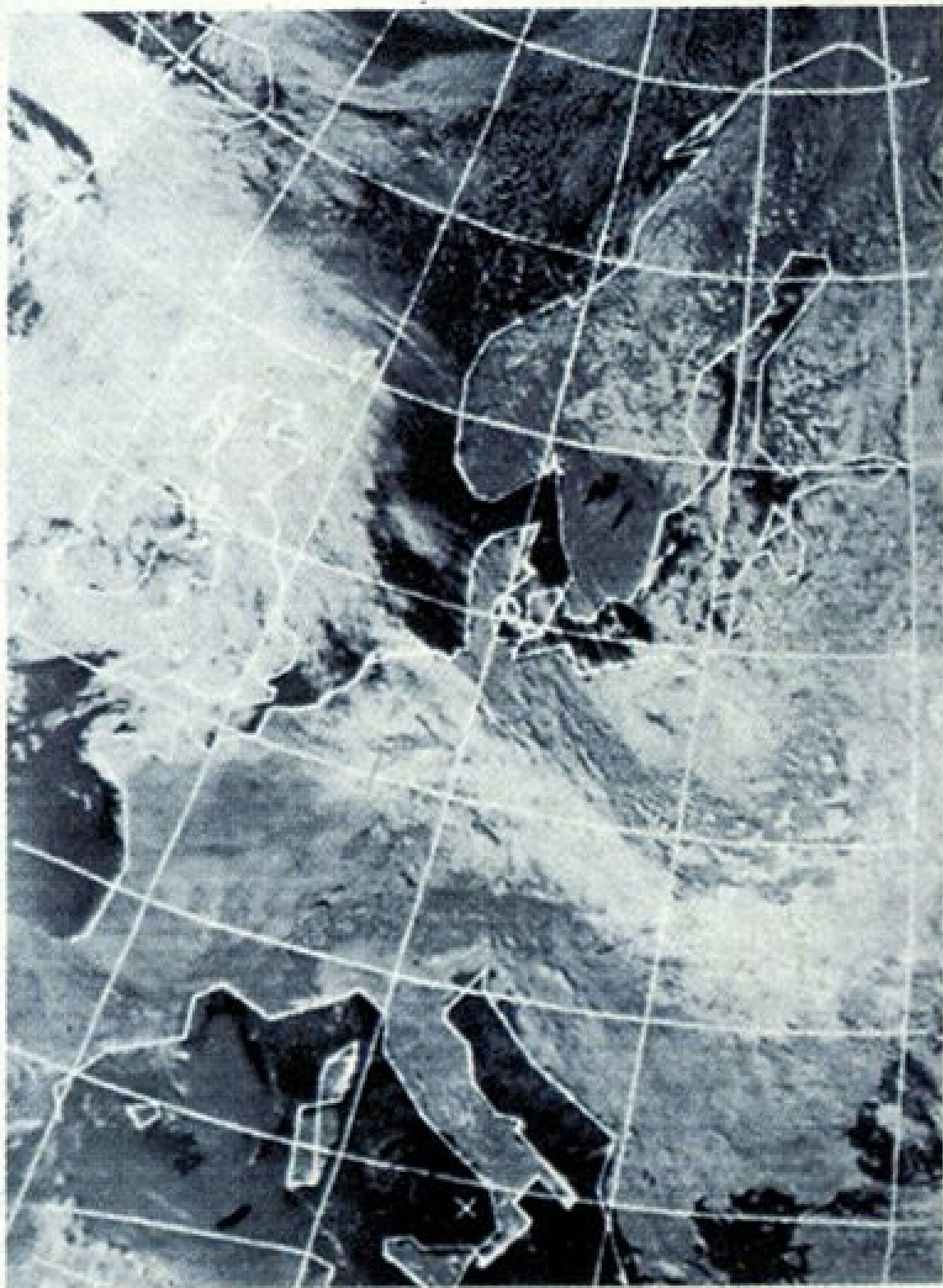
Prej smo ugotovili, da se zlasti topel in vlažen zrak ob polarni fronti dviga zaradi stekanja in narivanja na hladnejšega. Ni čudno torej, da je ob polarni fronti, zlasti tam, kjer je ta izrazita in je dviganje izdatno, oblačno in pogosto tudi dežuje ali sneži.

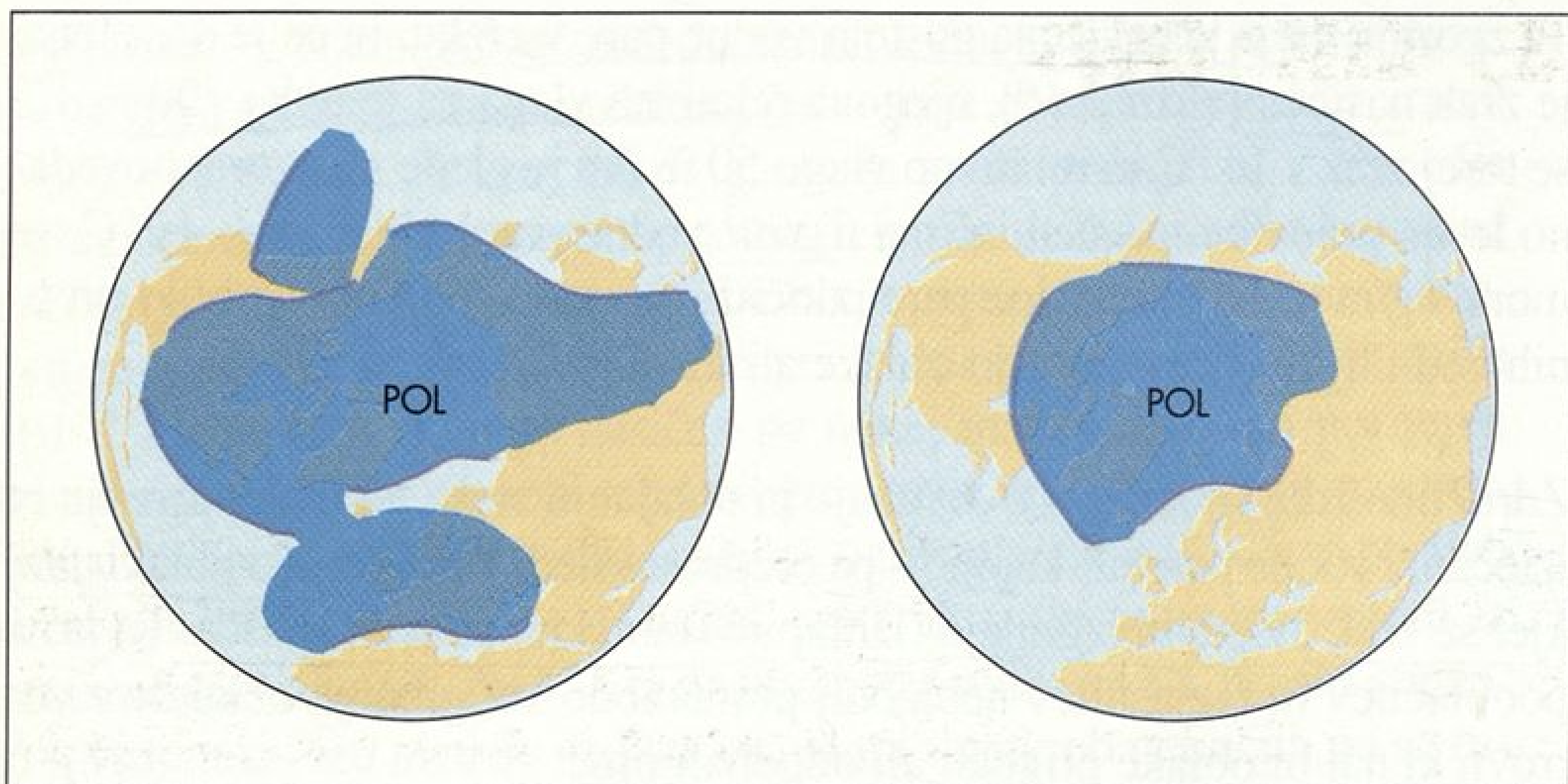
Polarna fronta je torej vzrok in posledica splošnih zahodnih zračnih tokov v zmernih širinah, ki v obliki valovitega obroča obdajajo zemeljsko polob-

Vlagomer



2.11 Satelitska slika oblakov ob polarni fronti





2.12 Prevladujoče lege izrazitih delov polarne fronte pozimi in poleti

lo, in tudi ustvarja obsežne oblačne sisteme. Na satelitskih slikah najdemo lego teh tokov predvsem po oblačnih pasovih prosojnih visokih oblakov (cirrusov) ali po izrazitejših oblačnih sistemih, ki so prekinjeni tam, kjer je polarna fronta neizrazita [slika 2.11]. Kjer pa je polarna fronta izrazita, so oblačni pasovi ne le široki in debeli, ampak tudi oblikovani v obsežne spiralsaste vrtince tipičnega premera 1000 do 2000 km. Ti se pojavljajo kot manjše motnje na zelo dolgih – okrog 6000 km – Rossbyjevih valovih splošnih zahodnih tokov nad polarno fronto.

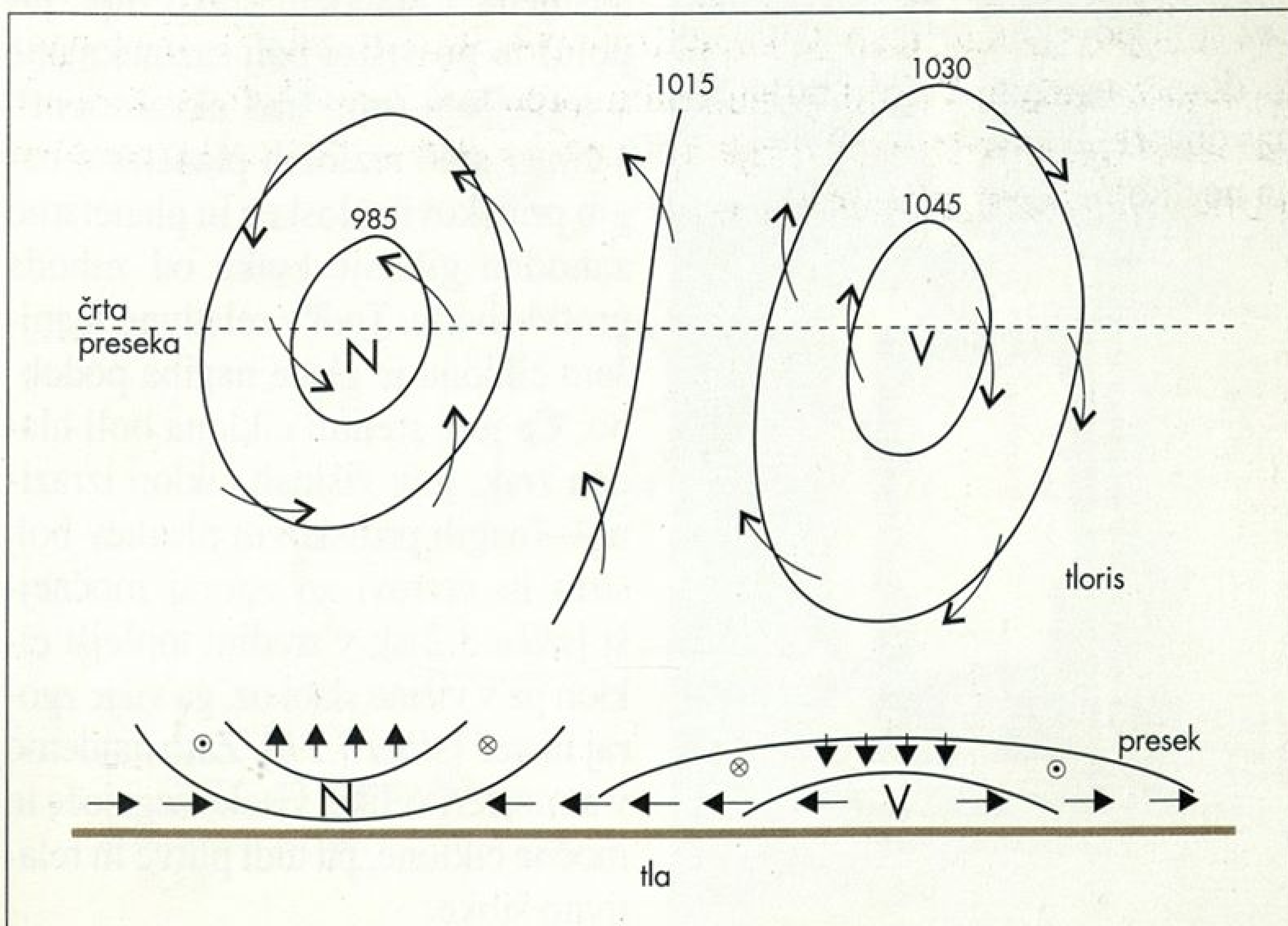
Poleti poteka v povprečju polarna fronta prek severne Evrope, ker je tudi južna in srednja Evropa ogreta in topla kot zrak nad njo. Pozimi se zračne mase ohladijo bolj daleč proti jugu, hladnega polarnega zraka je več in polarna fronta poteka pozimi južneje – pogosto čez naše kraje in Sredozemsko morje [slika 2.12]. Poleti pa je pomaknjena bolj proti severu in poteka čez severno Evropo, tako da nas polarni zrak, ki se na poti že delno ogreje, doseže redkeje. Zadnji spomladanski prodori še zelo hladnega zraka, ki nas dosežejo navadno sredi maja, so znani kot ledeni možje, ki pa se seveda ne držijo točnega datuma.

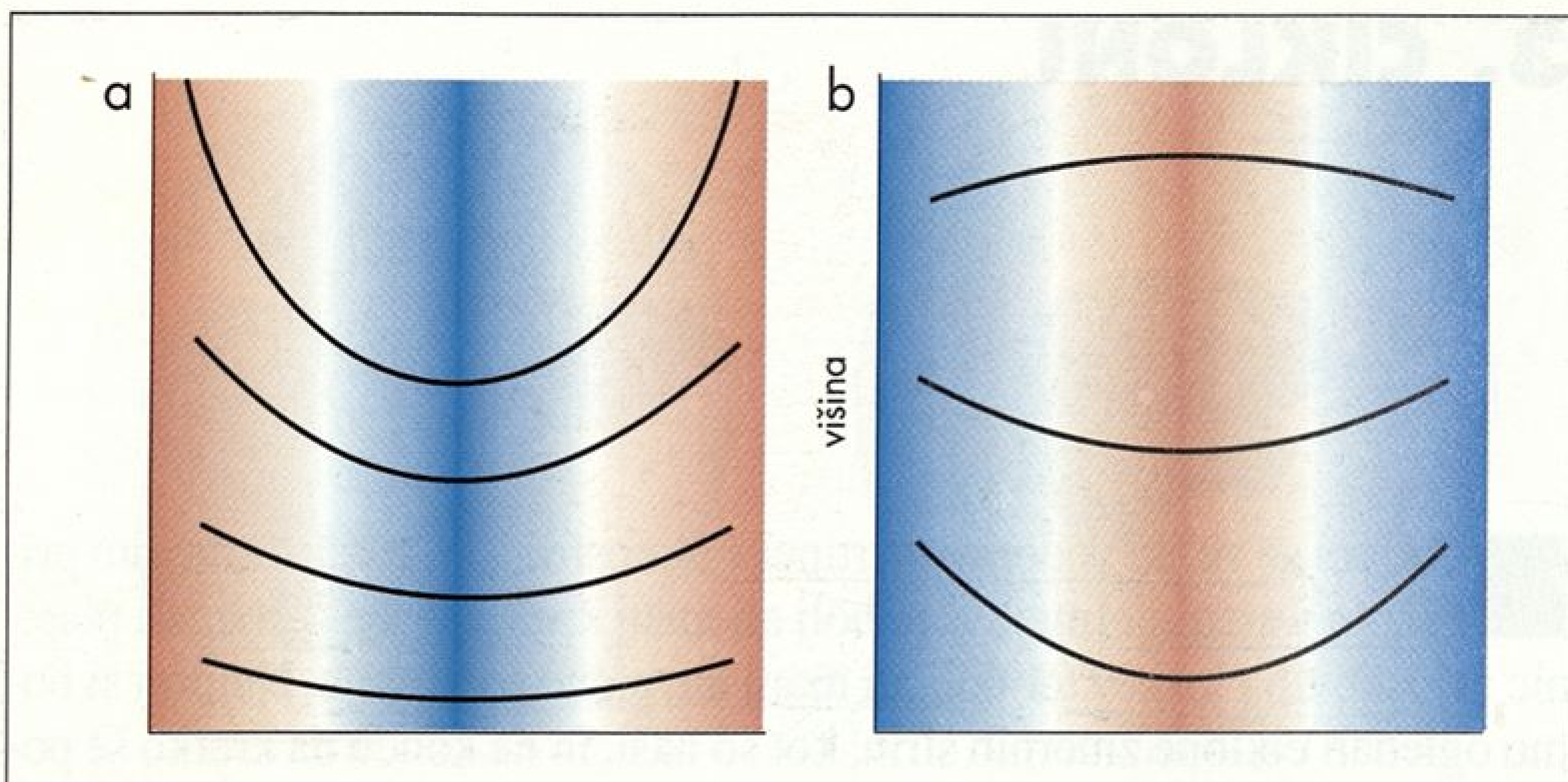
3. CIKLONI

Cikloni so veliki vodoravni vrtinci v atmosferi z najnižjim zračnim pritiskom v sredini. Imajo zato bolj ali manj krožno polje izobar ali plastnic pritiskovih ploskev ter bolj ali manj navpično os vrtenja. Najprej si bomo ogledali ciklone zmernih širin, kot so naši, in na koncu na kratko še posebne tropske ciklone.

Podobno, kot pri obroču planetarnega zahodnika (1. poglavje) dobivajo v krožnem polju zračnega pritiska zračni delci pospešek v smeri poti središču, kjer je pritisk najnižji. Toda brž ko se prične zrak gibati, ga zaradi vrtenja Zemlje zanaša v desno toliko časa, da prične zrak krožiti okrog središča nizkega pritiska v smeri, ki je nasprotna gibanju urinih kazalcev – pravimo v ciklonalni smeri [slika 3.1] (N). Tako nastane velik vrtinec, največkrat premera med 1000 in 2000 km. V višine pa sega le redko več kot nekaj kilometrov, ker je pač atmosfera, kot smo že rekli, močno sploščena. Zato tudi rišemo vse preseke skozi jo močno povišane. Vsa vremenska dogajanja potekajo namreč le v spodnjih 10–15 km višine, kar je glede na vodoravne razdalje nekaj 10 000 kilometrov malo.

3.1 Tloris (zgoraj) in navpični presek (spodaj) polja izobar in vetrov v ciklonu (levo) in anticiklonu (desno)



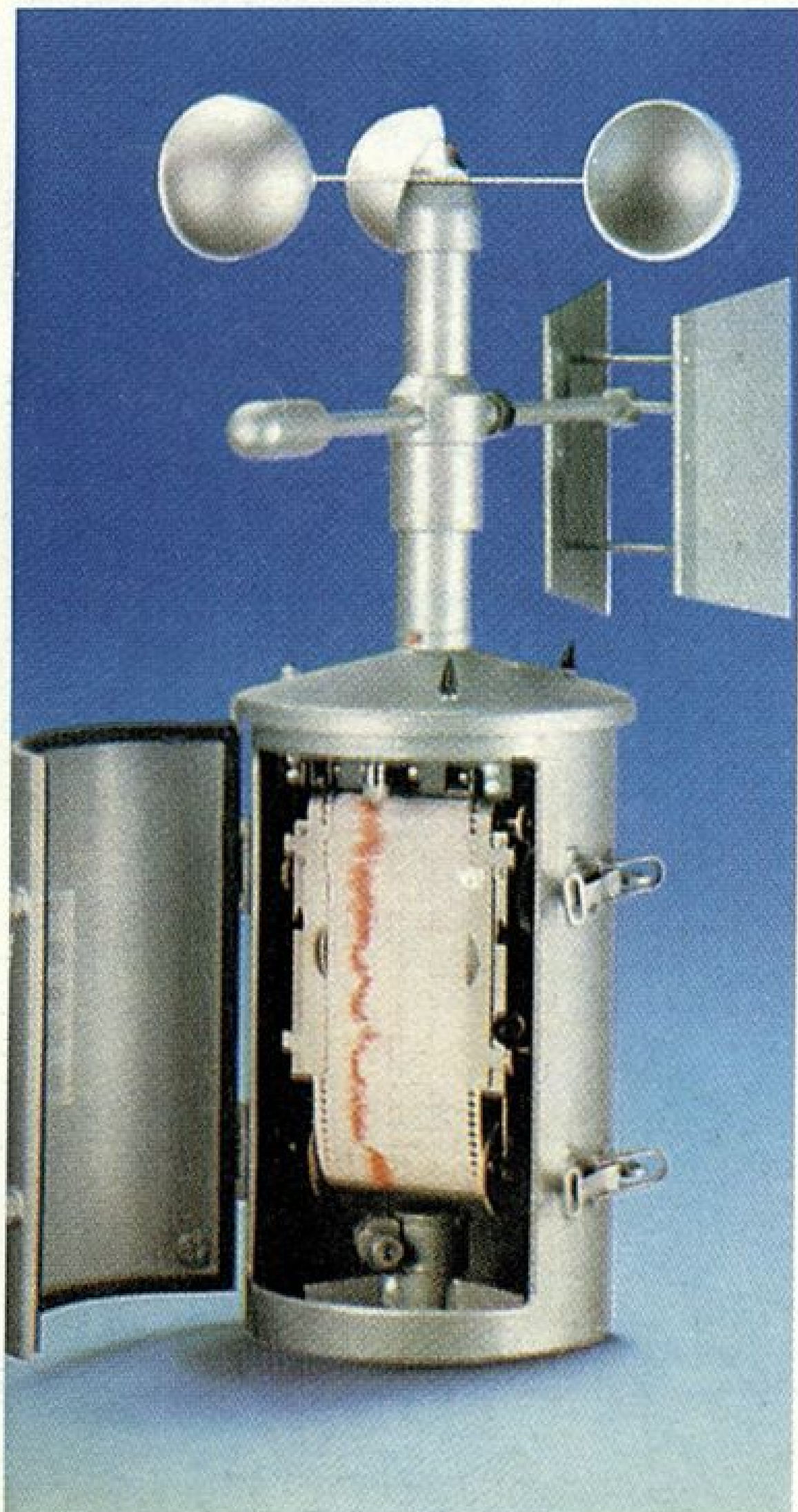


3.2 Izobare v navpičnem preseku atmosfere v hladnem in toplem ciklonu

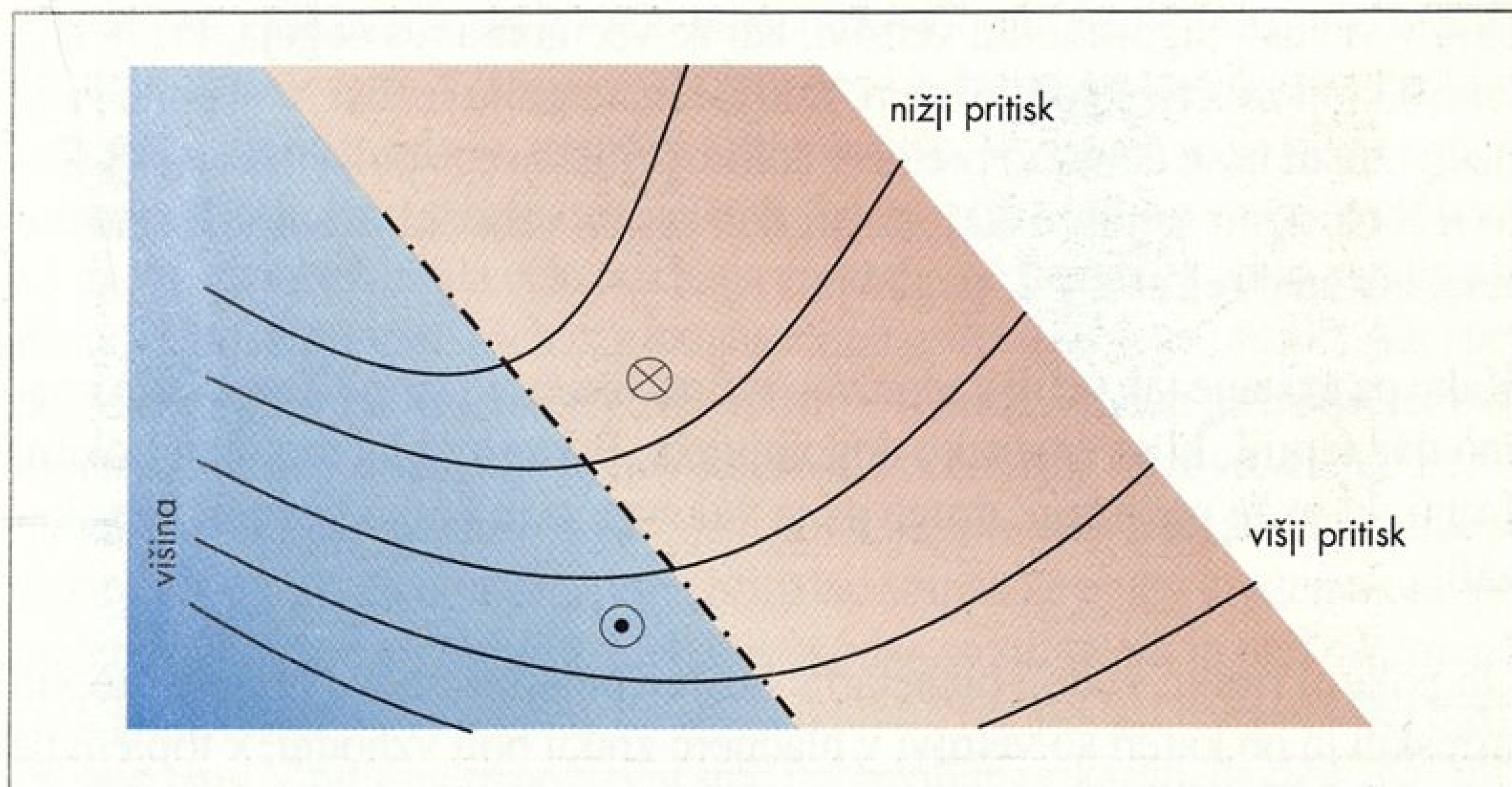
Ker zračni pritisk z višino pada, so izobarne ploskve v sredini, kjer je pritisk najnižji, tudi najnižje nad tlemi (izobare ali plastnice oz. izohipse imajo majhne vrednosti), kar se lepo vidi na navpičnem preseku ciklona – spodnji del *slike 3.1* (N). Vetrovi pa tudi tu pihajo tako, da je, če gledamo z njimi, zračni pritisk nižji oz. so nižje vrednosti plastnic na levi strani. To pa tudi pomeni, kot kaže spodnja slika preseka, da piha veter na

desni strani od središča N od nas (v papir \otimes), na levi pa k nam (iz papirja \odot); v anticiklonu (V) je obratno.

Vetromer



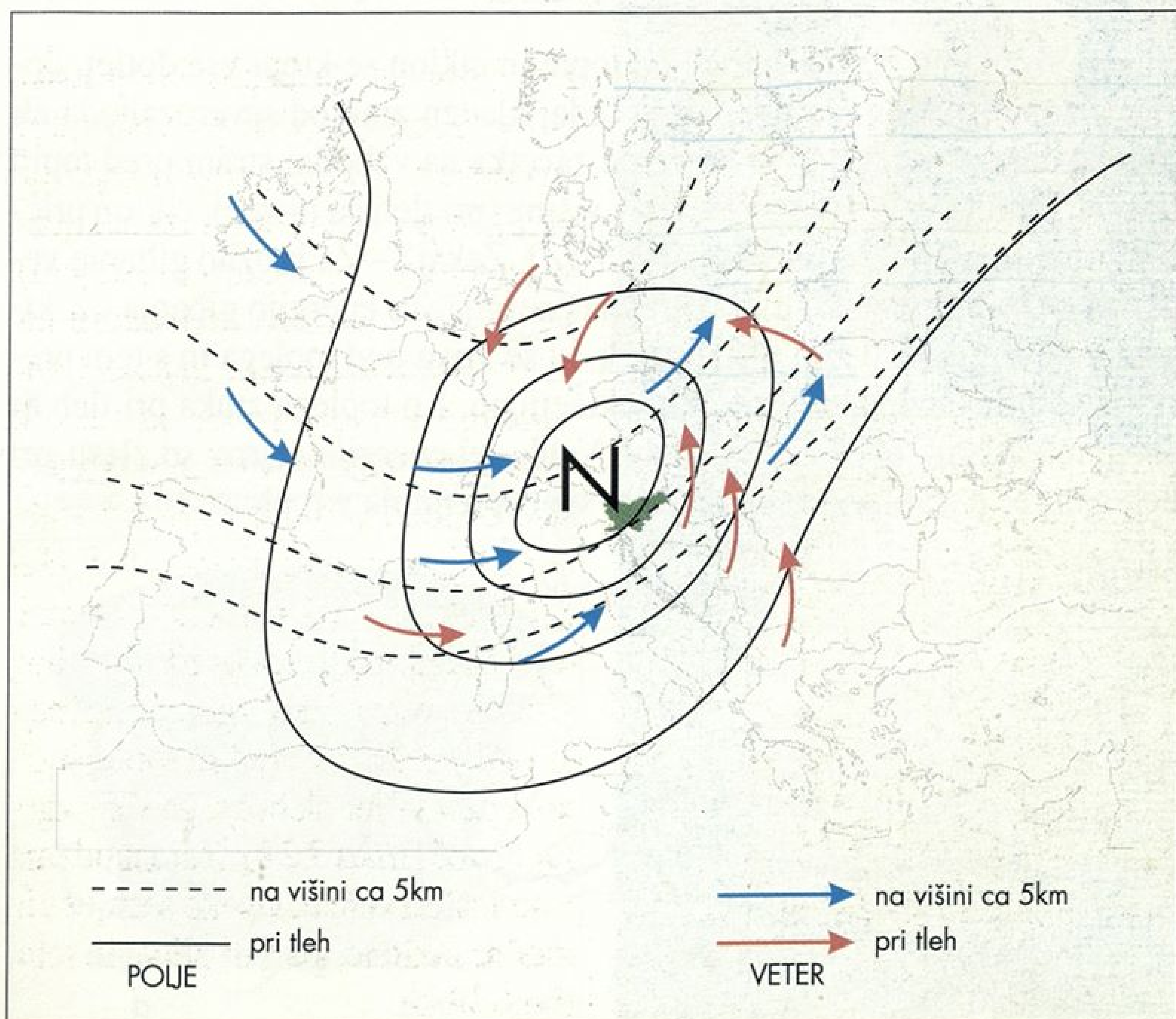
Rekli smo že, da so ploskve pritiska ali izobarne ploskve po višini bolj stisnjene v hladnem zraku (npr. pri polu) in po višini bolj razmaknjene v toplejšem (npr. nad ekvatorjem); s čimer smo razložili planetarni nagib pritiskovih ploskev in planetarno zahodno gibanje zraka od zahoda proti vzhodu. Tudi v relativno manjšem ciklonu je glede nagiba podobno. Če je v sredini ciklona bolj hladen zrak, je v višinah ciklon izrazitejši (nagib pritiskovih ploskev bolj strm in vetrovi so zgoraj močnejši [*slika 3.2 a*]; v sredini toplejši ciklon pa v višine slabi oz. ga višje zgoraj ni več [*slika 3.2 b*]. Zato najdemo v atmosferi velike, visoko segajoče in močne ciklone, pa tudi plitve in relativno šibke.



3.3 Izobare v temperaturno nesimetričnem ciklonu in nagnjena lega osi ciklona. Nad severozahodnimi vetrovi pri tleh \odot pihajo v višinah jugozahodni vetrovi – \otimes

Zelo pogosto pa je tako, da je v zahodnem delu ciklona, kjer prevladujejo severni vetrovi in dovajajo hladnejši zrak, hladneje, v vzhodnem delu pa topleje. V skladu s tem, da so v toplejšem zraku pritiskove ploskve bolj razmaknjene, pada višina pritiskovih ploskev proti zahodu [slika 3.3]. Pri tem os ciklona ni več navpična, ampak je nagnjena proti zahodu. S tem je središče ciklona v višinah bolj zahodno in nad središčem ciklona pri tleh pi-

3.4 Tlorisni prikaz vetrov v ciklonu pri tleh in v višinah



hajo v višinah jugozahodni vetrovi, kar se večinoma res dogaja. Pri tleh je tako ciklon značilen po krožnem, zaključenem polju izobar, v višinah pa je manj izrazit in se navadno prelije v dolino pritiskovega polja [slika 3.4]. Zato leži navadno središče ciklona pri tleh res na vzhodni strani višinske doline, kot smo rekli že v 2. poglavju.

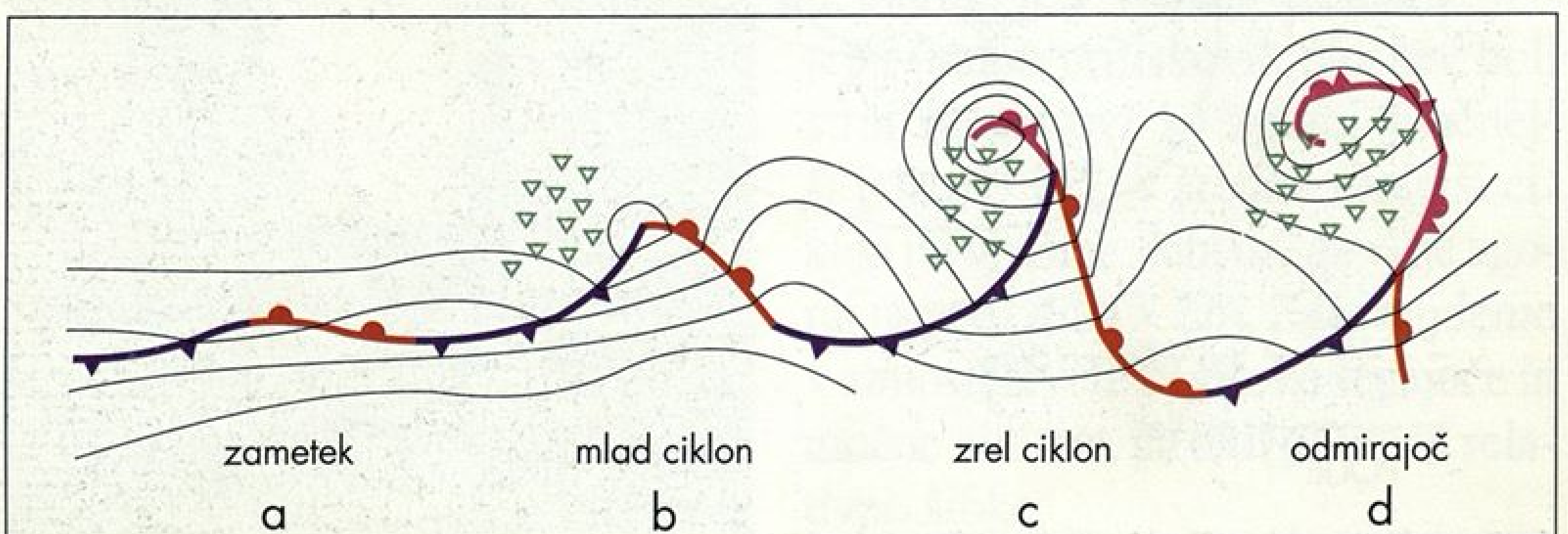
Kako pa nastane tak velik vodoraven vrtinec zmernih širin? Za razlago imamo dve teoriji, ki se dejansko dopolnjujeta. Prva sloni na motnji v polarni fronti, ki jo že poznamo, druga pa je valovna in jo bomo pozneje le nakazali.

Ob polarni fronti, ki deli planetarne hladne polarne zračne mase od toplih tropskih in ob kateri so vetrovi v hladnem zraku bolj vzhodni, v toplem pa zahodni [slika 3.5 a] (zakaj, smo spoznali v prejšnjem poglavju), nastane motnja. V tej motnji zarine zgoraj desno toplejši zrak proti severu, hladnejši pa proti jugu. Toplejši zrak je redkejši oz. lažji in povzroči pod seboj padec zračnega pritiska. Proti nižjemu pritisku hoče steči zrak, vendar ga vrtenje Zemlje zanaša, in že dobimo opisano ciklonalno kroženje zraka in zametek novega ciklona [slika 3.5 b].

Pogosto se proces nadaljuje, vrtinec postaja vse močnejši in polarna fronta se v njegovem središču zlomi. Ob zahodnem delu zlomljene fronte priteka proti jugu hladnejši zrak in tvori na čelu hladno fronto; ob vzhodnem delu pa se topli zrak nariva na hladnejšega in tvori toplo fronto. Tako zdaj imenujemo posamezne dele prvotne polarne fronte [slike 3.5 b, c in 4.1].

Hladna fronta napreduje hitreje od tople in ciklon se krepi vse dotlej, dokler hladna fronta tople ne ujame. Tedaj hladen zrak od severozahoda ali zahoda doseže tistega, ki je bil že od začetka na vzhodni strani pred toplo fronto. Topli zrak je s tem odrinjen v višine (pri tleh ga ni več), ciklon prične odmirati in končno odmre [slika 3.5 d]. Zakaj? – Za krožno gibanje velikega vrtinca je namreč tudi potrebna energija. To energijo gibanja oz. kinetično energijo ustvarja hladen zrak, ki se vriva pod toplega in s tem pretvarja svojo potencialno energijo v kinetično. Ko toplega zraka pri tleh ni več, pretvarjanja ni in vrtinec slabi. Velik del energije vetrov se zlasti pri tleh namreč porablja s trenjem ter se spet spreminja v toploto.

3.5 Razvojne faze ciklona na polarni fronti po klasični razlagi

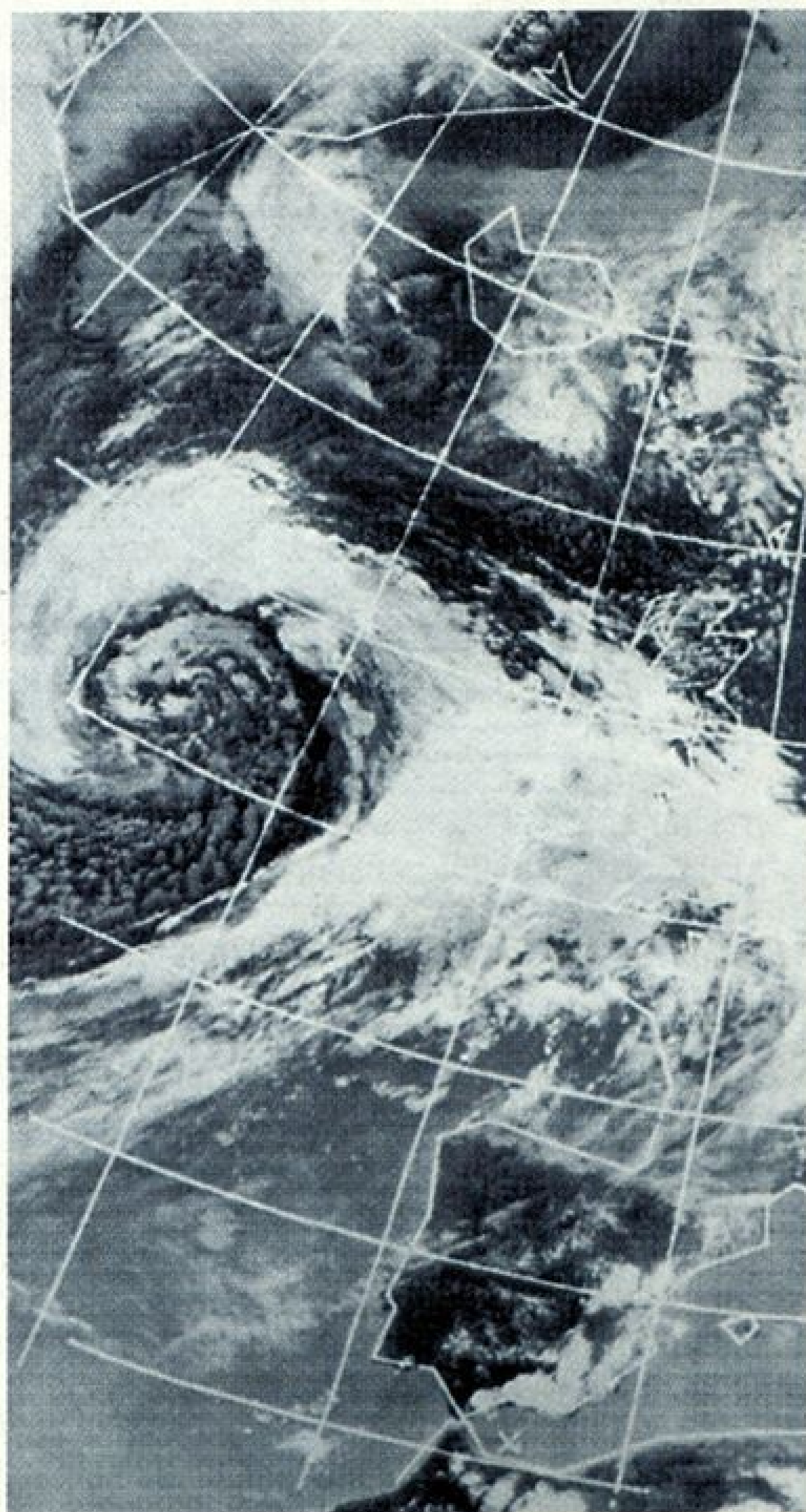
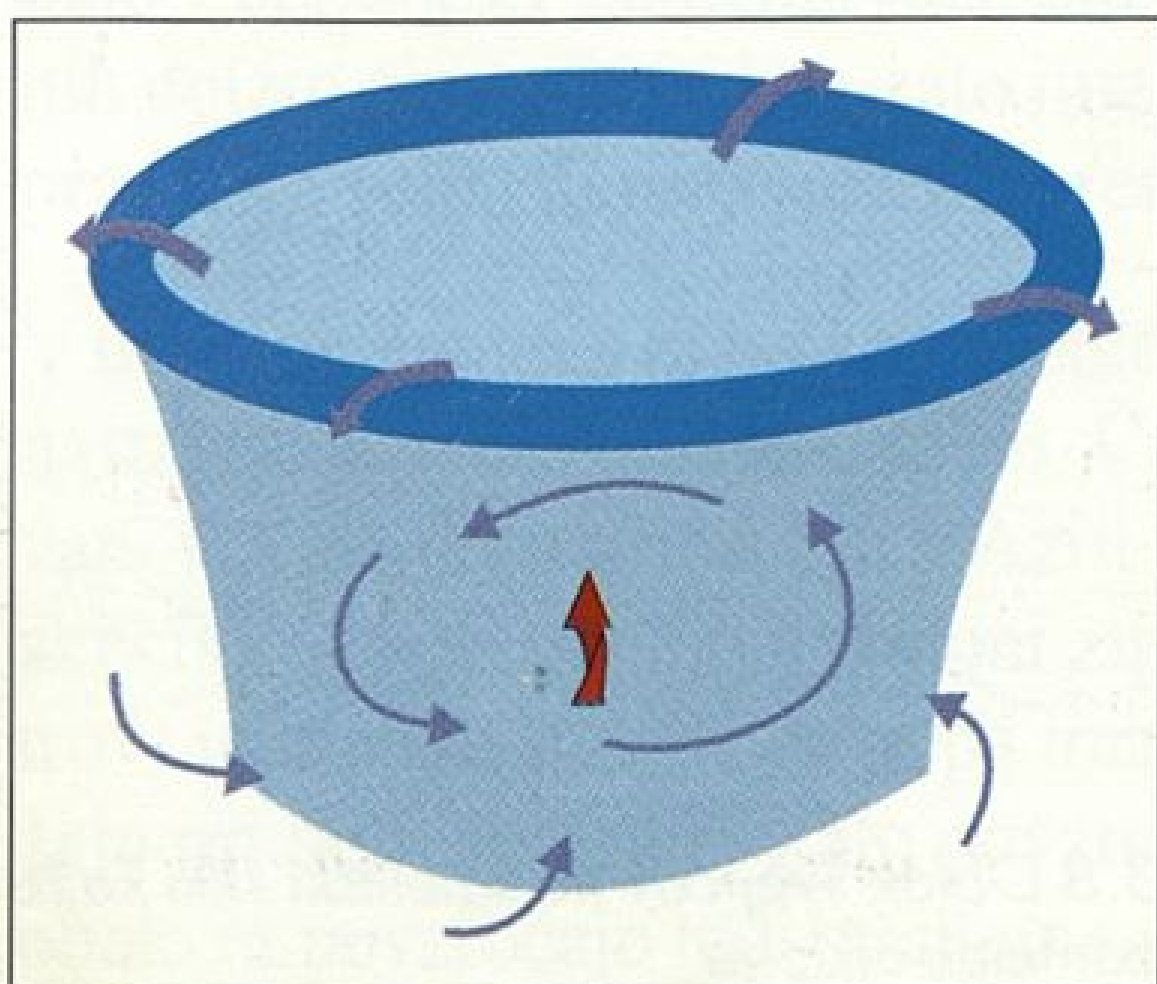


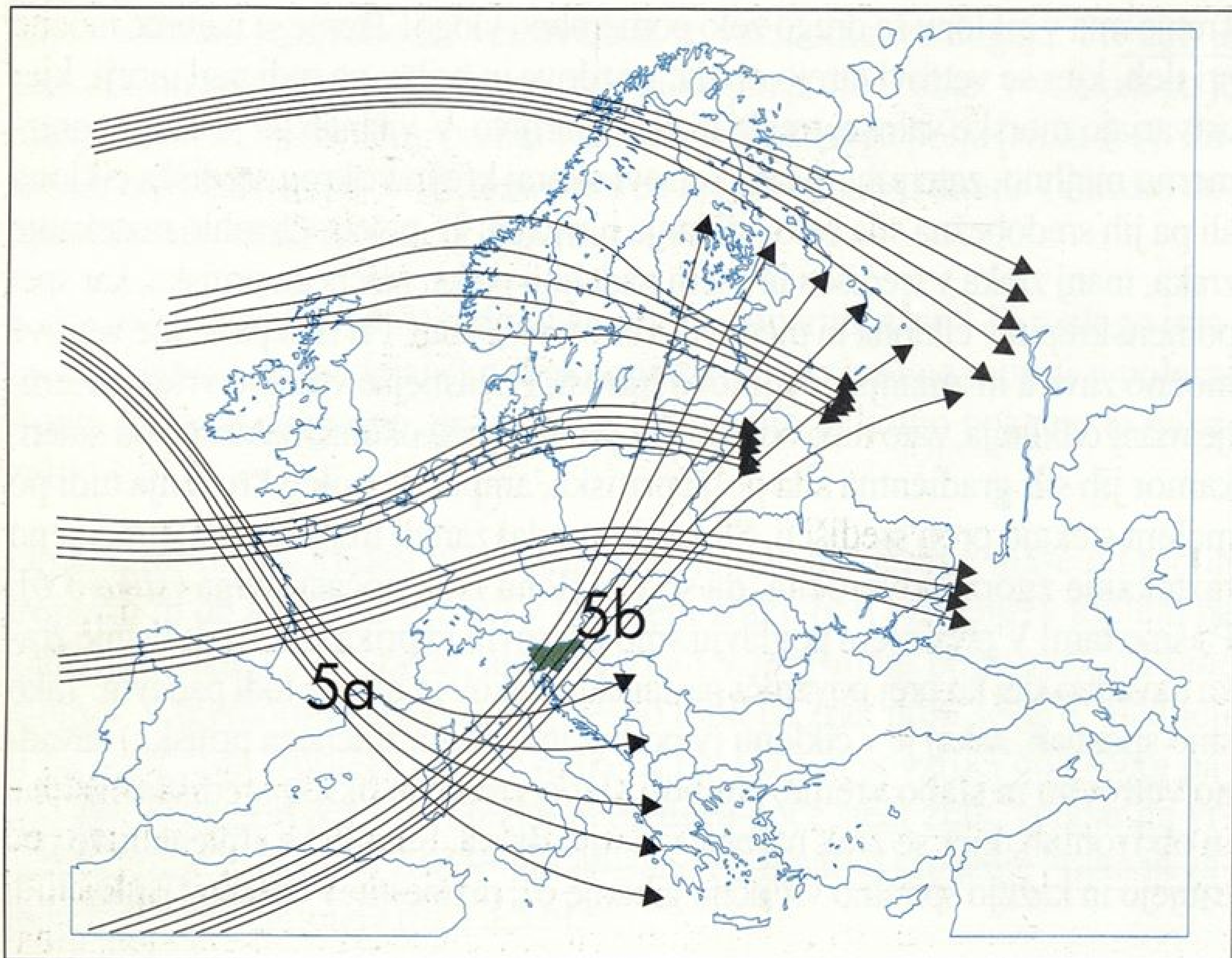
Trenje ima v ciklonu še drugo zelo pomembno vlogo! Trenje je namreč močno pri tleh, kjer se vetrovi tarejo ob tla, gozdove in hribe; pa tudi nad morji, kjer ustvarjajo morske valove, trenje ni zanemarljivo. V višinah pa je trenje sorazmerno majhno, zato pihajo tam vetrovi skoraj krožno okrog središča ciklona ali pa jih sredobežna sila celo odklanja navzven. To povzroča rahlo raztekanje zraka, manj zraka v središču in s tem nadaljnji padec zračnega pritiska, kar spet pomeni krepitev ciklona in njegovih vetrov v višinah. Pri tleh pa trenje vetrove močno zavira in zmanjšuje njihovo hitrost. Počasnejše vetrove vrtenje Zemlje manj odklanja, zato niso odklonjeni povsem pravokotno na desno od smeri, kamor jih sili gradientna sila polja pritiska, ampak se poleg kroženja tudi po malem stekajo proti središču. Stekanje spodaj zaradi trenja in prej omenjeno raztekanje zgoraj povzročita, da se v ciklonu zrak počasi dviga [slika 3.6]. Pa smo tam! V prejšnjem poglavju smo ugotovili in prikazali, da dviganje zraka navadno slej ko prej povzroči nastanek oblakov in morda tudi padavin. Tako smo spoznali, zakaj je v ciklonu (v področju nizkega zračnega pritiska) navadno vetrovno in slabo vreme. Najbolj slabo vreme je okrog središča ciklona in ob frontah, kjer se zrak najbolj izdatno dviga. Satelitske slike nam to potrjujejo in kažejo spiralno vrtnično gibanje oz. razmestitev oblakov [slika 3.7].

Satelitske slike oblakov nad obsežnimi območji zemeljske površine nam tako pomagajo natančneje določati razvojne stopnje in gibanja posameznih

3.7 Satelitska slika ciklonske oblačnosti

3.6 Stekanje zraka pri tleh, njegovo dviganje in raztekanje v višinah nad ciklonom

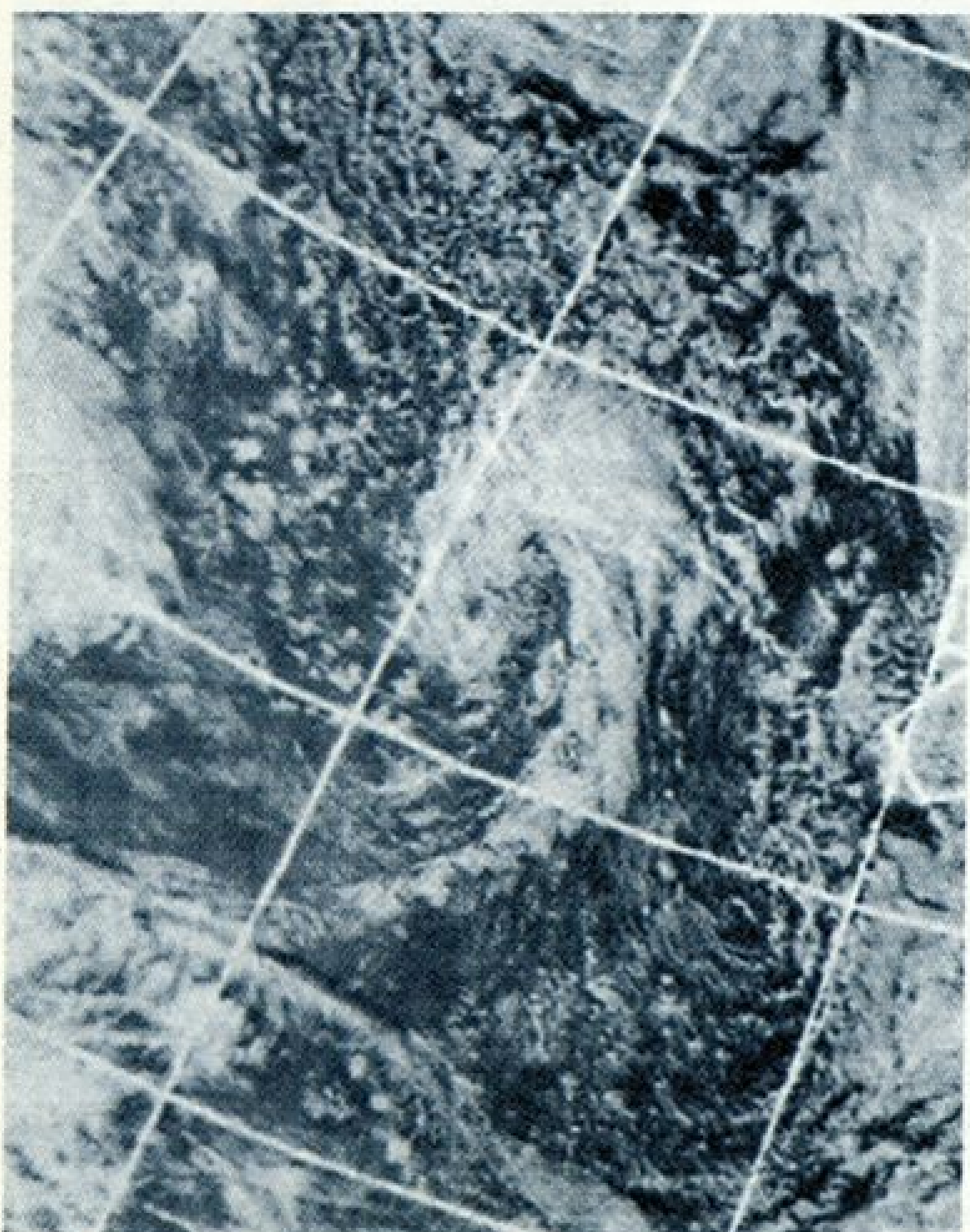




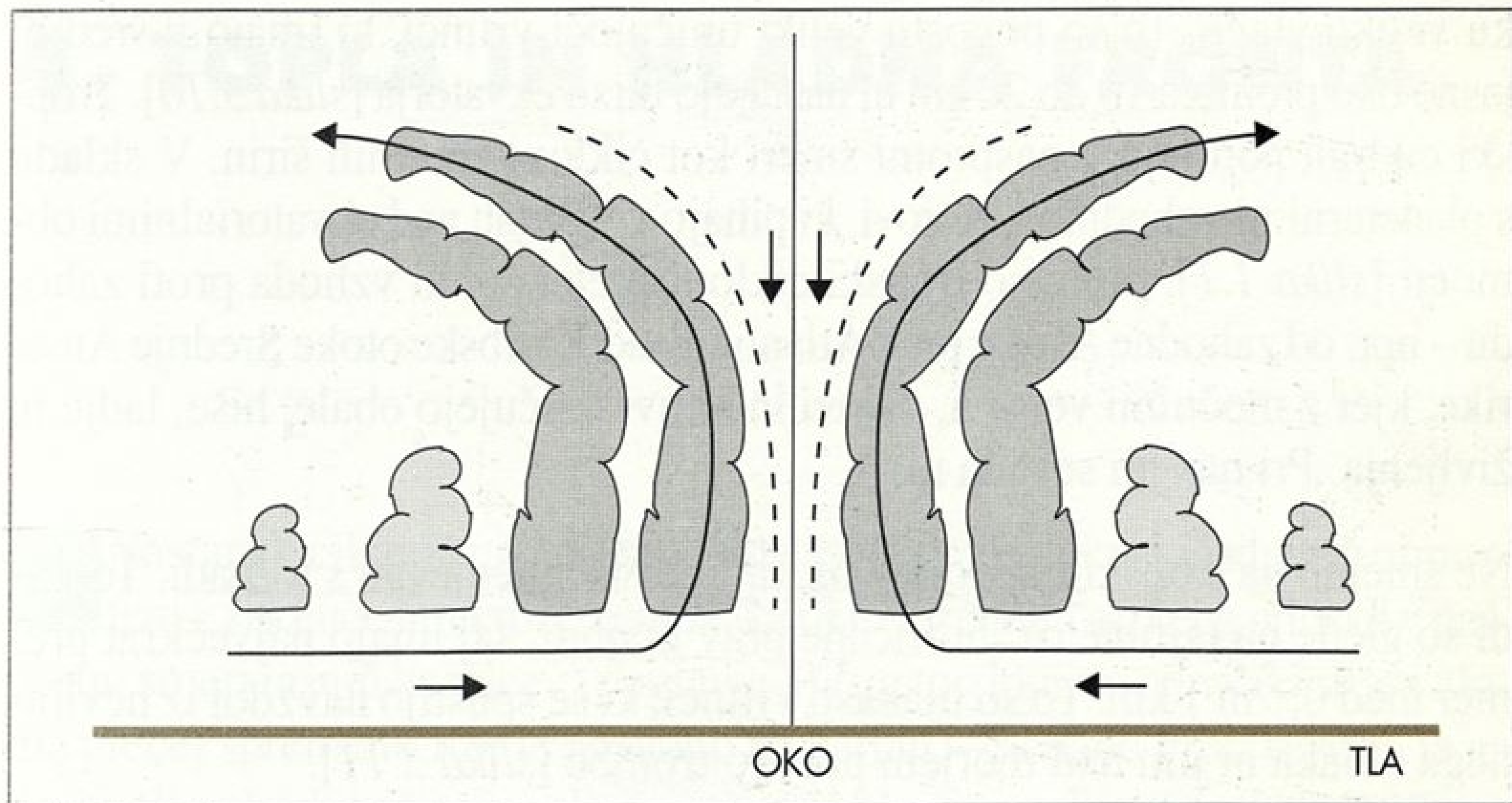
3.9 Ciklonske poti čez Evropo

sistemov. Posebno pomembni so zametki novih ciklonov, ki lahko povzročijo nepričakovana poslabšanja vremena. Zametki ciklonov se kažejo na satelitskih slikah kot manjši oblačni sistem dolžine nekaj sto kilometrov v obliki ločila vejice [slika 3.8], ki se širi, večja in debeli ob polarni fronti.

V skladu s poljem frontogeneze – stekanja zraka pretežno od severa in juga in raztekanja v vzporedniških smereh [slika 2.7] – se polarna fronta najbolj krepi ob hladni fronti na jugozahodni strani ciklona. Tam pogosto nastane no-



3.8 Oblak »vejjica« na satelitski sliki kaže zametek ciklona



3.10 a Presek orkana (hurricane oz. tajfuna)

va motnja, ki se razvije v nov ciklon, in tako ima lahko “zlodej” več mladih – ko en ciklon odmre, nastane zapored cela vrsta novih. Vsi ti potujejo od zahoda ali jugozahoda proti vzhodu ali severovzhodu v skladu s splošnimi (jugo)zahodnimi vetrovi in velikimi valovi v planetarnem zahodnem gibanju zraka, ki je najmočnejše na višinah zgornje troposfere – okrog 9 km nad morjem.

V skladu s tem in s prevladujočo lego polarne fronte poteka večina ciklonskih poti prek severne Evrope (torej severno od nas) in na nas vplivajo večinoma le jugozahodni deli hladnih front [slika 3.9]. Včasih – zlasti pozimi – pa potujejo cikloni tudi južneje prek Španije in Sredozemlja [slika 3.9], ali pa tam nastanejo in gredo tudi prav prek nas proti vzhodu, jugovzhodu ali severovzhodu; pač v skladu z višinskimi tokovi in dogajanja v njih (valovanja, striženja, raztekanja itd.). Na leto preide Evropo nekaj nad sto ciklonov.

Druga razlaga nastanka ciklona v zmernih širinah, ki pa prve ne izključuje, sloni na ugotovitvah razvoja značilnih valov. Primerna kombinacija vetrovnega striženja in temperaturnih razporeditev ob polarni fronti ustvarja take vodoravne valove, ki kar naprej naraščajo in se “zlomijo” ter s tem preidejo v ciklone. V naravnih razmerah je to najbolj verjetno za valove valovnih dolžin okrog 2000 km, zato imajo tudi cikloni zmernih širin največkrat prav tako velik ali malo manjši premer.

V tropskih predelih ni polarne fronte, ker ni tako različnih zračnih mas. Tam nastajajo posebni tropski cikloni. Če so zelo močni in uničujoči, so imenovani v Ameriki hurricani in v Aziji tajfuni in dobijo vsak svoje ime. Tropski cikloni so manjši kot cikloni zmernih širin (premera nekaj sto kilometrov) in nimajo front. Lahko pa imajo zelo močne vetrove, ki lahko presežejo pri tleh 200 km/h. Zato povzročajo močno narivanje morske vode na obalo in povzročajo tudi strahotne nalive, ker je v morskem tropskem zra-

ku veliko vlage. To so pogosto veliki uničujoči vrtinci, ki imajo v sredini jasno oko premera 10 do 20 km in nastajajo blizu ekvatorja [slika 3.10]. Tropski cikloni potujejo v nasprotni smeri kot cikloni zmernih širin. V skladu s planetarnimi vzhodnimi vetrovi, ki pihajo v višinah nad ekvatorialnimi območji [slika 1.1], potujejo tropski cikloni pretežno od vzhoda proti zahodu – npr. od zahodne Afrike prek Atlantika nad Karibske otoke Srednje Amerike, kjer z močnimi vetrovi, valovi in nalivi uničujejo obale, hiše, ladje in življenja. Pri nas jih seveda ni.

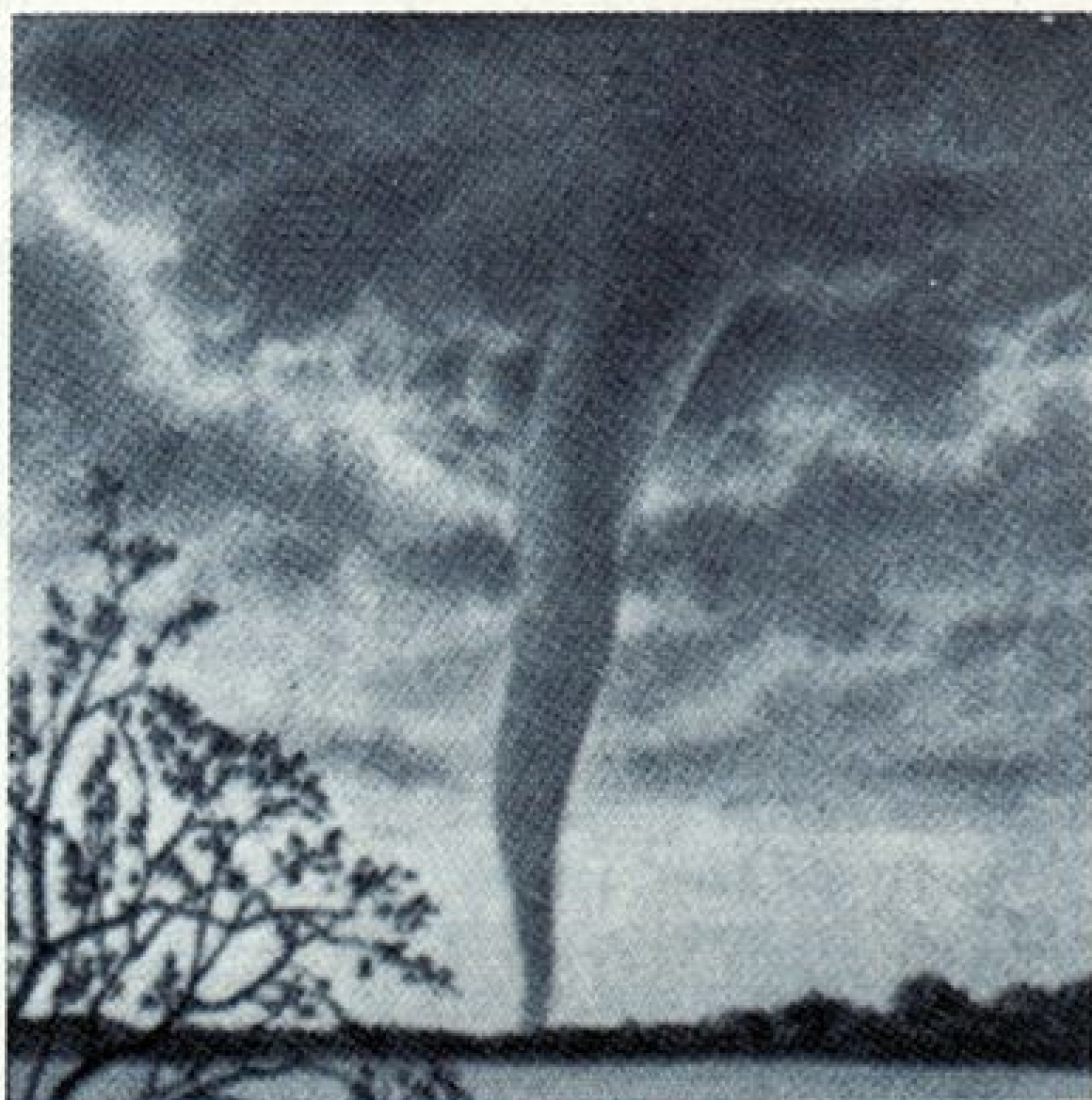
Ne smemo pa tropskih ciklonov oz. tajfunov zamenjevati s tornadi. Tornadi so glede na tajfune oz. hurricane prav majhni, saj imajo največkrat premer med 0,1 in 1 km. To so lijakasti vrtinci, ki se spustijo navzdol iz nevihtnega oblaka in jim nad morjem pravijo trombe [slika 3.11].

Tudi v tornadih imajo vetrovi rušilno moč, a je območje, ki ga prizadenejo, navadno le nekaj sto metrov širok in nekaj kilometrov dolg pas. Tornadi se izjemoma pojavljajo tudi pri nas, čeprav le redko z veliko močjo. Pogosti in bolj uničujoči pa so v nekaterih predelih Amerike, saj jih nastane v vzhodnih predelih ZDA čez 40 na leto. Cikloni zmernih širin, kot so naši, so navadno bolj mirni in počasni. Premikajo se s hitrostmi nekaj deset km/h, vetrovi v njih pa pri tleh tudi redko presežejo hitrosti 12 m/s (ca. 40 km/h); razen ob nevihtah ob hladni fronti ali v burji, ki pogosto piha po prihodu hladne fronte.

3.10b Satelitska slika tropskega ciklona (orkana)



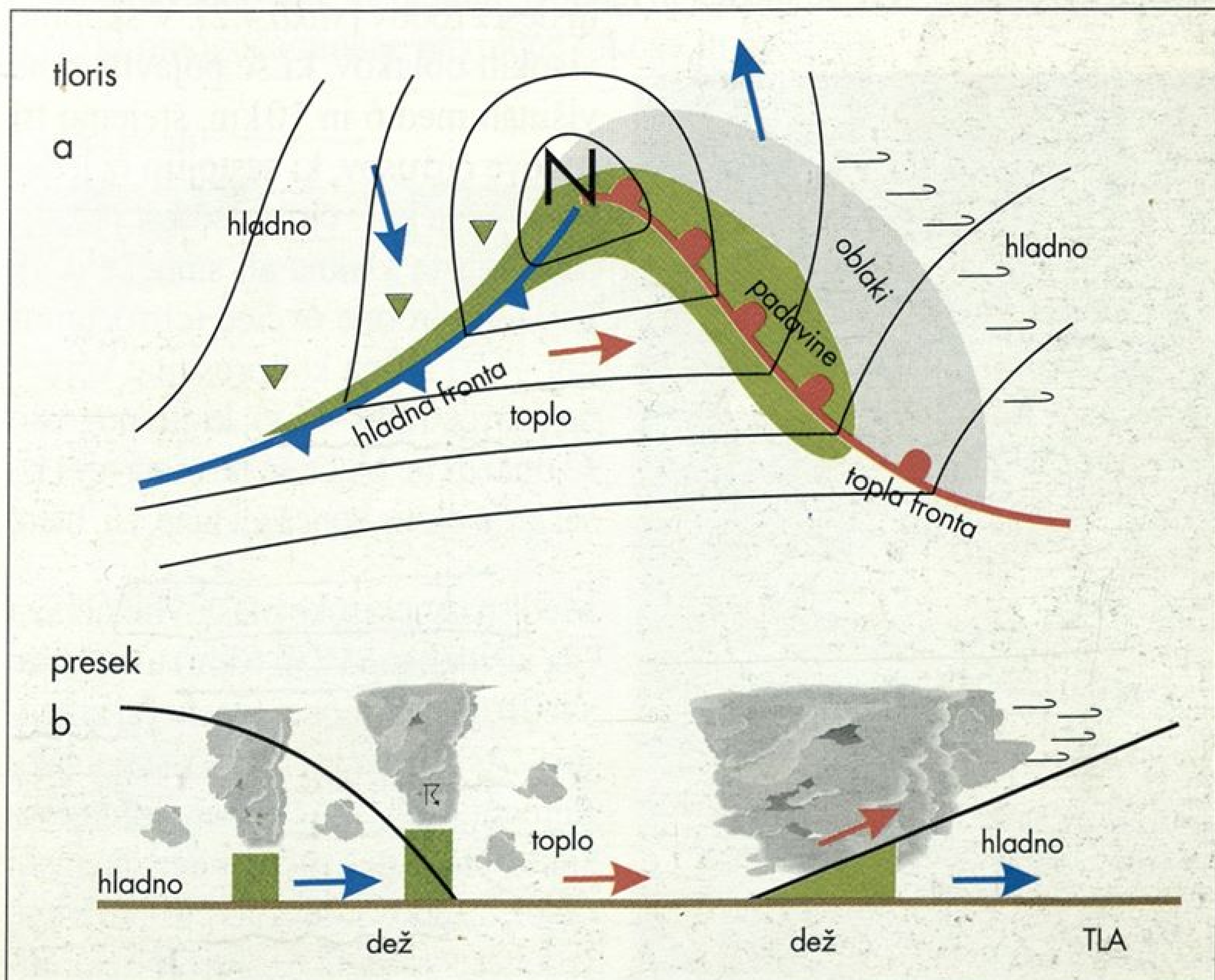
3.11 Tornado pod nevihtnim oblakom



4. TOPLA IN HLADNA FRONTA

Nastanek ciklona na polarni fronti v spodnjih nekaj kilometrih atmosfere z zaključenim kroženjem zraka okrog središča nizkega pritiska v nasprotni smeri urinih kazalcev (poglavje 3) fronto zlomi in na vsaki strani zloma precej spremeni. Kot je navadno na kartah – gledano proti severu, je na desni ali vzhodni strani topla fronta (označena s polkrogi), na levi ali zahodni strani pa hladna fronta (označena s trikotniki) [slika 4.1 a]. Ime fronte tudi pove, kakšen zrak priteka za vsako od njih pri tleh: za toplo topel in za hladno hladen zrak. Ob obeh frontah so sicer bolj ali manj krožne izobare (črte enakega zračnega pritiska, ki je v središču polja tu najnižji) zlomljene tako, da leži vsaka fronta v manjši dolinici – izboklini nizkih vrednosti. Če si spet v skladu z odklonom vetrov zaradi vrtenja Zemlje in vpliva trenja pri tleh zamislimo, da pihajo vetrovi tu malo poprek na izobare [slika 4.1 a], vidimo, da ob frontah veter nenadno spremeni smer. To pa omogoča stekanje in dviganje zraka ter vetrovna striženja, ki preprečujejo, da bi se hladen zrak vodoravno ulegel pod toplega. Zato obe frontalni površi-

4.1 Ciklon s toplo in hladno fronto v tlorisu na tleh (a) in v navpičnem preseku (b)



ni (ali kratko fronti) z dokaj stalnim nagibom in skupaj s ciklonom potujeta prek raznih območij proti vzhodu in se približujeta ena drugi.

Zaradi burnega vrivanja hladnega zraka pod toplega na hladni fronti napreduje hladna fronta hitreje kot topla, kjer mora redkejši topli zrak odrivati hladnega. Zato se v razvoju ciklona [slika 3.5] tako imenovani topli sektor ciklona med obema frontama oži. Ko hladna fronta ujame toplo, je povsod pri tleh le še hladen zrak, ker je topli izrinjen v višine. To si spet lahko predstavljamo na navpičnem preseku lepo razvitega ciklona [slika 4.1 b], kot da bi gledali vzporedno s tlemi proti severu.

V polno razvitem ciklonu je med obema frontama topel zrak do tal, v višinah pa se širi nad nagnjenima frontalnima površinama naprej in nazaj oz. proti vzhodu in proti zahodu, se pravi, nad nagnjeno mejo s hladnejšim zrakom, ki je gostejši. Zaradi stekanja in narivanja toplega zraka nad hladnega na topli fronti se topli zrak dviga in ohlaja in nastajajo oblaki. Ti so najtanjši zgoraj, daleč pred prizemno fronto oz. presečnico frontalne površine s tlemi, in so v smeri proti njej, to je proti zahodu, vse bolj debeli. Ker se ves sistem giblje od zahoda proti vzhodu čez posamezna območja, opaža nekdo, ki je na mestu, da se oblaki nad njim s časom vse bolj debelijo.

Pustimo za nekaj časa fronte in si pogledjmo oblake, da bomo fronte lažje predstavili in primerjali. Oblaki so zelo različnih oblik, debelin in vrst.

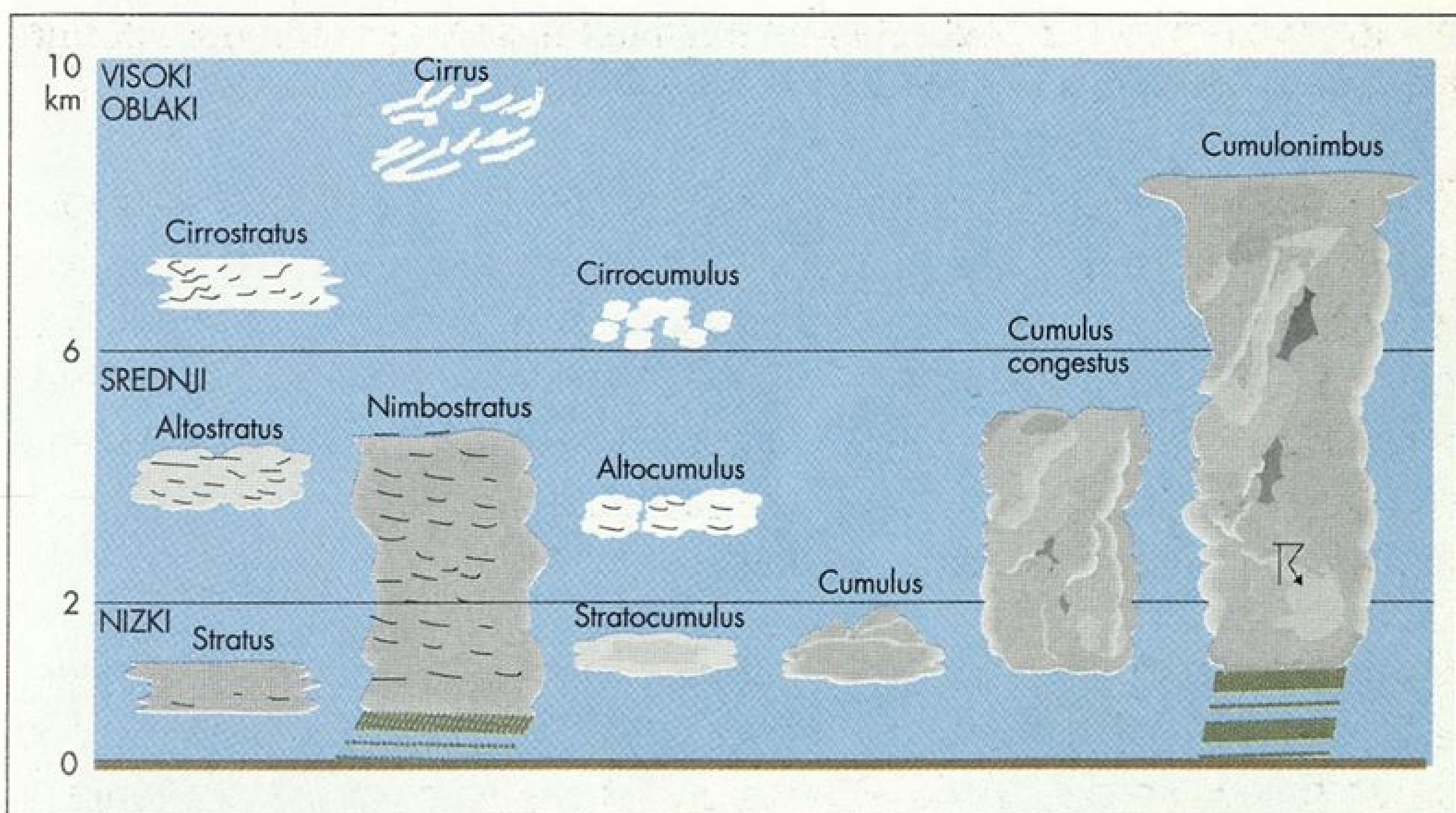
V naravi se prelivajo in nastopajo v raznih kombinacijah. Da dobimo nekakšen pregled glavnih značilnosti, pa jih v grobem razdelimo v štiri skupine

Cirrus



in deset rodov [slika 4.2]. V skupino visokih oblakov, ki se pojavljajo na višinah med 6 in 10 km, štejemo tri rodove cirrusov, ki sestojijo iz ledenih kristalčkov: cirrusi so kot prosojna belkasta vlakna ali smučke (Ci), kot zelo drobne ovčice (cirrocumulus – Cc) ali pa kot prosojne koprene (cirrostratus – Cs), ki jih pogosto še opazili ne bi, če se ne bi na njih risal krog okrog sonca ali lune, t. i. halo.

Med srednjevisoke plastovite oblake (na višinah med 2 in 6 km) uvrščamo svetlosive oblačne plasti (altostratus – As) in ovčice ter lečaste oblake (altocumulus – Ac); med srednjevisoke oblake pa spada tudi padavinski oblak nimbostratus (Ns), ki je sivina, iz katere sneži ali dežuje. Nizki ob-

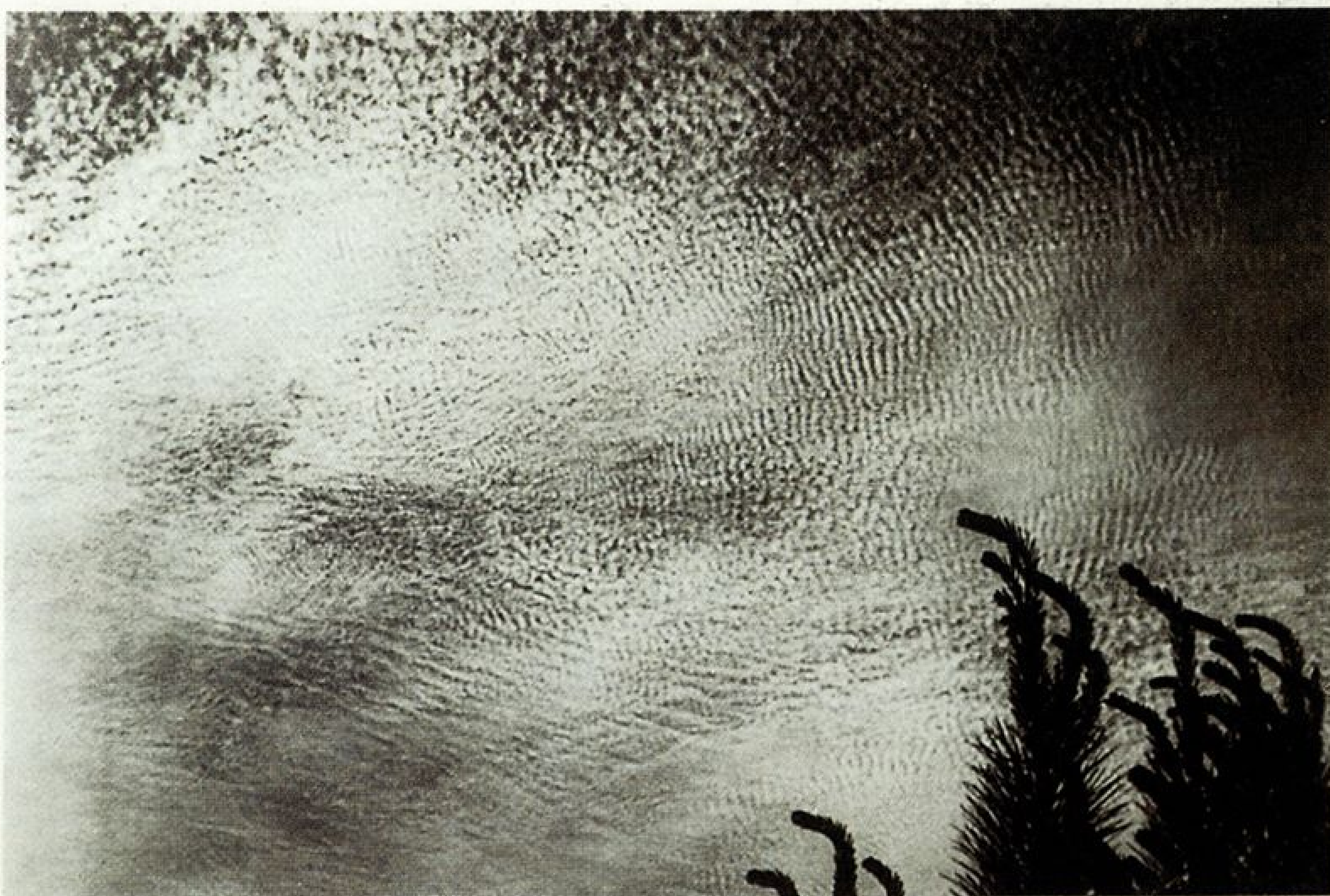


4.2 Skupine in rodovi oblakov

laki brez padavin (na višinah med 0,1 in 2 km) so ali plasti z opaznimi temnejšimi in svetlejšimi deli – stratocumulus (Sc) – ali pa brezoblična sivina (stratus – St), ki ji pravimo tudi dvignjena megla, saj včasih res nastane tako, da se megla od tal dvigne višje.

Zlasti poleti se pogosto pojavljajo bolj ali manj visoko kipeči kopasti oblaki, ki jim pravimo tudi oblaki vertikalnega razvoja. Sem spada rod cumulusov (Cu), ki so včasih ploščati in majhni, včasih pa kipijo visoko v nebo in se neredko razvijejo v nevihtne oblake (rod cumulonimbus – Cb). Ti nastajajo navadno tudi na hladnih frontah in kažejo na veliko labilnost atmosfere, ki omogoča močne navpične tokove in mešanja.

Cirrocumulus



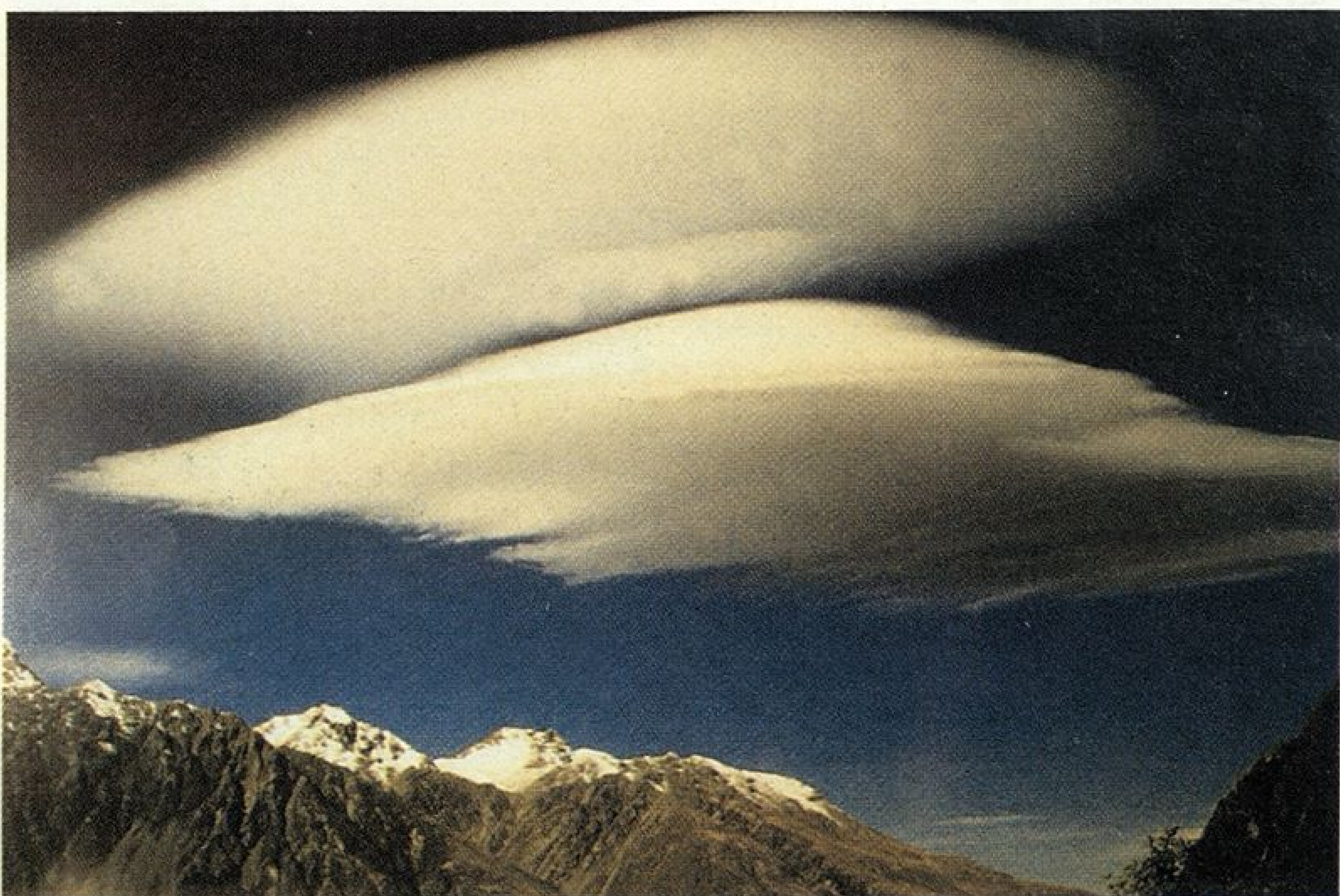


Altocumulus

Vrnimo se nazaj k našemu navpičnemu preseku tople fronte [sliki 4.1 in 4.3], kjer se topel zrak nariva na hladnega, se ohlaja in ustvarja oblake. Daleč – več sto kilometrov pred fronto na tleh – se v višinah pojavijo cirrusi, ki se vse bolj debelijo, prehajajo v srednje in nizke oblake, pojavijo pa se tudi padavine. *Slika 4.1* nam kaže, da se pas padavin razteza vzdolž tople fronte, in sicer pred njo oz. na njeni vzhodni strani.

Nagib mejne površine med toplim in hladnim zrakom je na topli fronti zelo majhen: komaj 1 km dviga na 300 km vodoravne razdalje. Na preseku bi

Lečasti altocumulus





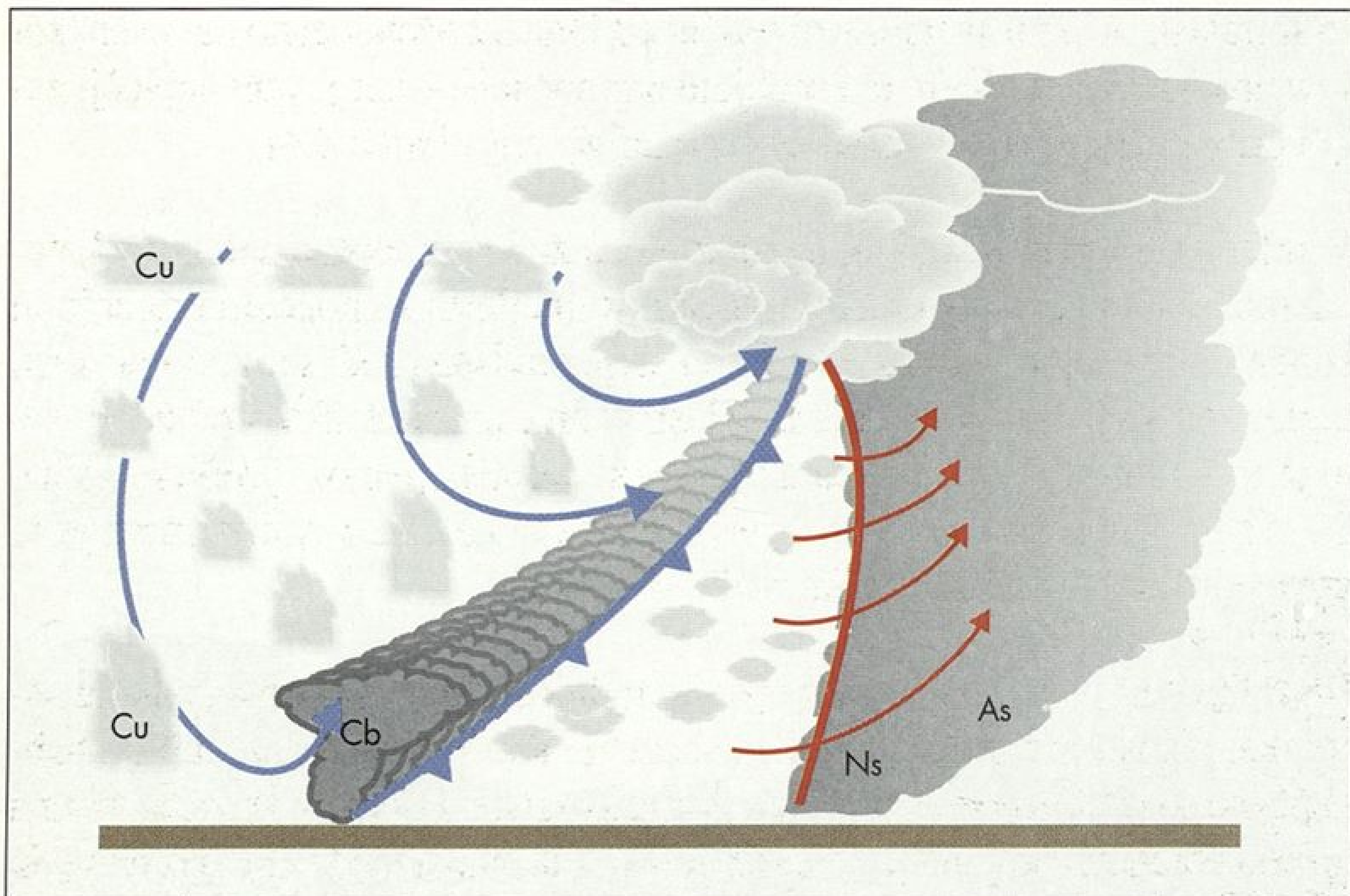
Stratocumulus

to ustrezalo 1 mm na 30 cm, kar pa je premalo, da bi se sploh kaj videlo, zato smo risali obe fronti veliko bolj strmi, kot sta zares. Vsekakor tako majhnega nagiba v naravi ne opazimo in se nam zdijo oblačne plasti vodoravne.

Hladna fronta, ki na zahodni strani ciklona omejuje topel zrak in dovaja hladnega, je v povprečju trikrat bolj strma kot topla, ima torej nagib 1 proti 100, kar je še vedno zelo položno. Vendar pa ustvarja stekanje zraka in izdatno vrivanje hladnega zraka pod toplega in odrivanje toplega v višine ter živahnije procese kot topla. Poveča se tudi labilnost toplega zraka in zato se na

Stratus





4.3 Tridimenzionalna slika oblačnosti hladne in tople fronte blizu središča ciklona

hladni fronti navadno razvijajo nevihtni oblaki, tako, da se hladna fronta največkrat kaže kot pas ploh in neviht. Pas padavin je ožji (čeprav okrog 200 km širok) in se razteza tisoč in več kilometrov vzdolž hladne fronte ter leži predvsem za njo – kot sledi iz primerjav tlorisa in preseka na *slikama 4.1 in 4.3*.

Širok pas oblačnosti tople fronte je spojen z oblačnostjo, ki jo povzroča splošno dviganje zraka v ciklonu zaradi stekanja pri tleh. Oblačnost hladne fronte pa se na satelitskih *slikah 3.7, 3.8 in 4.4* kaže kot dolg bel rep, ki spiralo izhaja iz ciklonske oblačnosti in se širi proti jugozahodu. V splošnem

Fronta prihaja



so spiralasti oblačni sistemi v območju ciklona izbočeni desno navzven, ker so vetrovi med središčem in obrobjem najmočnejši – ker je tam največji nagib pritiskovih ploskev oz. so izobare najgostejše [slika 4.4].

V skladu s počasnejšim dviganjem toplega zraka ob topli fronti so tudi padavine ob njej navadno enakomernejše, trajnejše in se pogosto pričnejo in končajo s pršenjem. Njihova količina pa je odvisna predvsem od vlažnosti toplega zraka in hitrosti dviganja. Zlasti zadnje je zelo težko predvideti, zato je tudi napoved količine padavin dokaj nezanesljiva oz. problematična. Še težje je to pri hladni fronti, kjer so plohe in nevihte v omenjenem pasu dokaj slučajno porazdeljene in različno izdatne.

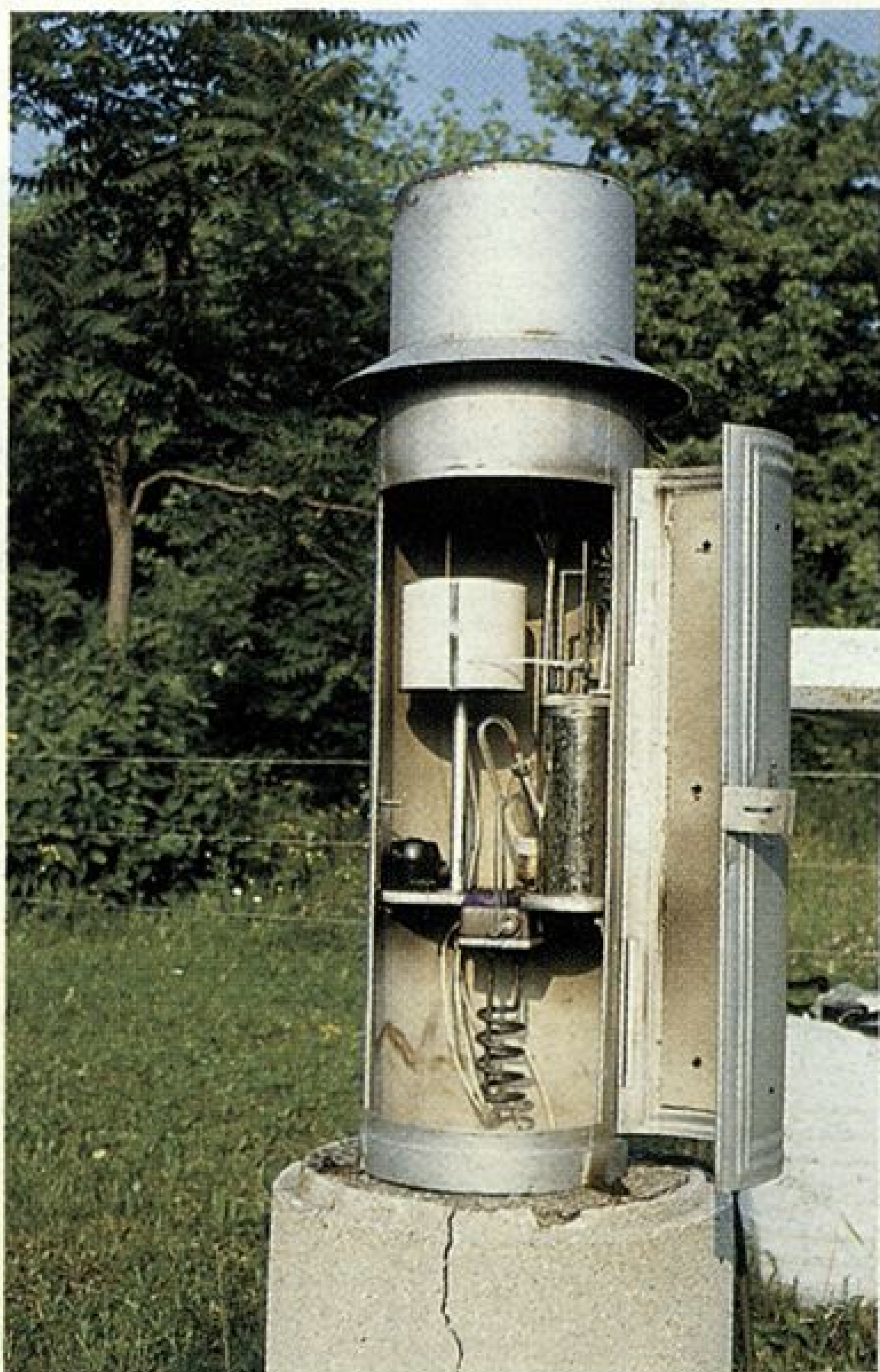
Pri padavinah, kot smo pravkar opazili, tudi ločimo razne oblike, načine nastanka, jakosti ipd. Pršenje, dež in sneženje so vsem poznane oblike, babje pšeno so drobne, belkaste, neprozorne kroglice. Podobna je sodra, ki ima ledeno oblogo in odskakuje od tal ter je vmesna oblika med babjim pšenom in točo, ki jo tudi poznamo. Povprečna jakost ali intenziteta padavin je pri toplih frontah okrog 3 mm/h, ob hladnih zelo niha in doseže tudi več deset mm/h, kar pa navadno ne traja celo uro; preneha in spet pride nova ploha.

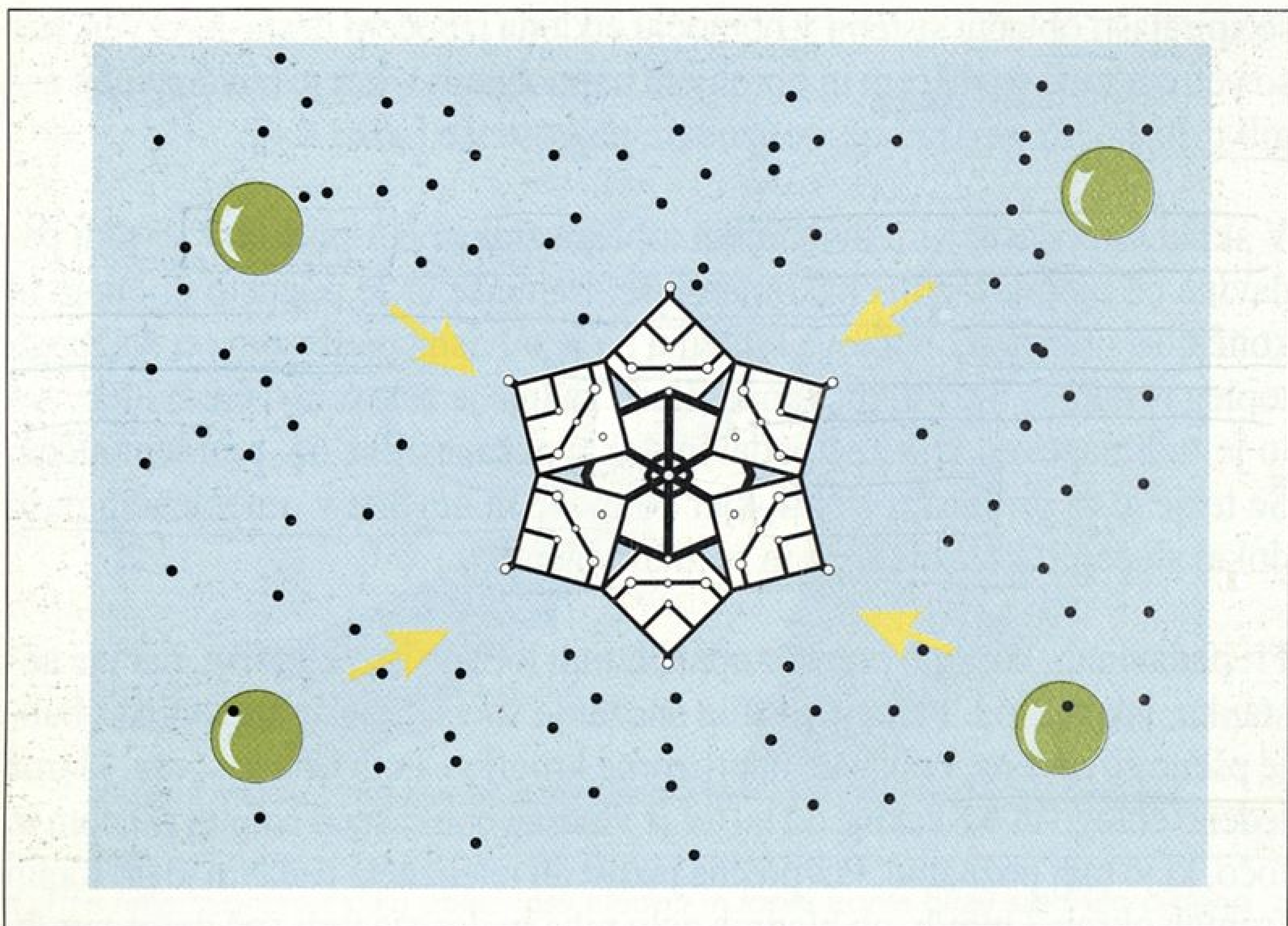
Kako sploh nastanejo padavine? Mnogi mislijo, da je to kar nadaljevanje nastanka oblakov, kar pa ni res. To vidimo že po tem, da pogosto obsežni temni oblaki sploh ne dajo padavin, drugič (značilno za april) pa se že iz malo večje krpe na nebu ulije ploha.

4.4 Satelitska slika oblačnih sistemov ob frontah z vrisanimi frontami in izobarami



Dežemer, ki beleži





4.5 Debelenje kristalčkov na račun kapljic v oblaku

Večina padavin nastane nad nami tudi poleti kot sneg, saj so temperature 3 ali 4 km visoko navadno že pod 0°C . V visokih planinah, kjer je hladneje, sneg tudi pade in celo poleti obleži, do nižin pa se stali in pade kot dež. Oblačne in meglene kapljice so namreč tako majhne, da jih je treba okrog milijon za eno dežno kapljo. Zato dobimo s slučajnimi trki kapljic kvečjemu šibko pršenje, nastanek dežja in ploh pa terja posebne razmere in procese.

RAST LEDENIH KRISTALČKOV NA RAČUN PODHLAJENIH KAPLJIC

Pomemben dogodek za nastanek večine padavin nad nami je, ko zaidejo drobni ledeni kristalčki (npr. iz cirrusnih oblakov) med podhlajene vodne kapljice nižje ležečih oblakov. Podhlajene pomeni, da imajo kapljice temperaturo pod 0°C . Tega pri vodi v loncu ni, ker voda prej zmrzne. Drobne vodne kapljice, ki lebdijo v zraku, pa se lahko ohladijo skoraj do 40°C pod ničlo. Zaradi naravnih lastnosti vode je nasičen parni pritisk nad ledenimi kristalčki malo nižji kot nad podhlajenimi kapljicami. Zato teče vodna para od podhlajenih kapljic h kristalčkom. Kapljice morajo izgubo nadomestiti z izhlapevanjem in se manjšajo, na kristalčkih pa se para nabira (sublimira) in se debelijo na račun kapljic [slika 4.5]. Ta proces je tako učinkovit, da nastanejo v manj kot četrto ure velike snežinke, ki padejo na tla kot sneg, soda ali babje pšeno; če se stalijo, kot dež.

Ob topli fronti posipavajo zgornji oblaki spodnje z ledenimi kristalčki in povzročajo dokaj enakomerne padavine. Ob hladni fronti pa se zaradi izdatnega dviganja toplega in vlažnega zraka tudi stabilnost tega zraka zmanjša. V nebo zakipijo nevihtni oblaki, ki na višinah okrog 8 km (kjer padejo temperature zagotovo pod -40°C) zmrznejo, in navpični tokovi zanesejo kri-



Cumulus

stalčke med podhlajene kapljice ter s tem sprožijo opisan proces nastanka padavin. Padavine so ob hladni fronti predvsem v obliki ploh in nalivov oz. govorimo o nevihtah, če se zraven še bliska in grmi.

Vrnimo se k *sliki 4.1 b*! Če premikamo konico svinčnika po talni črti preseka ciklona s frontama od vzhoda proti zahodu, je tako, kot če bi se sistem čez nekoga gibal v nasprotni smeri – od zahoda proti vzhodu, kot se navadno res. Ko gremo s konico proti ciklonu ali vsaj proti njegovemu južnemu delu (zares gre on proti nam), zračni pritisk pada. To v splošnem štejemo

Cumulonimbus



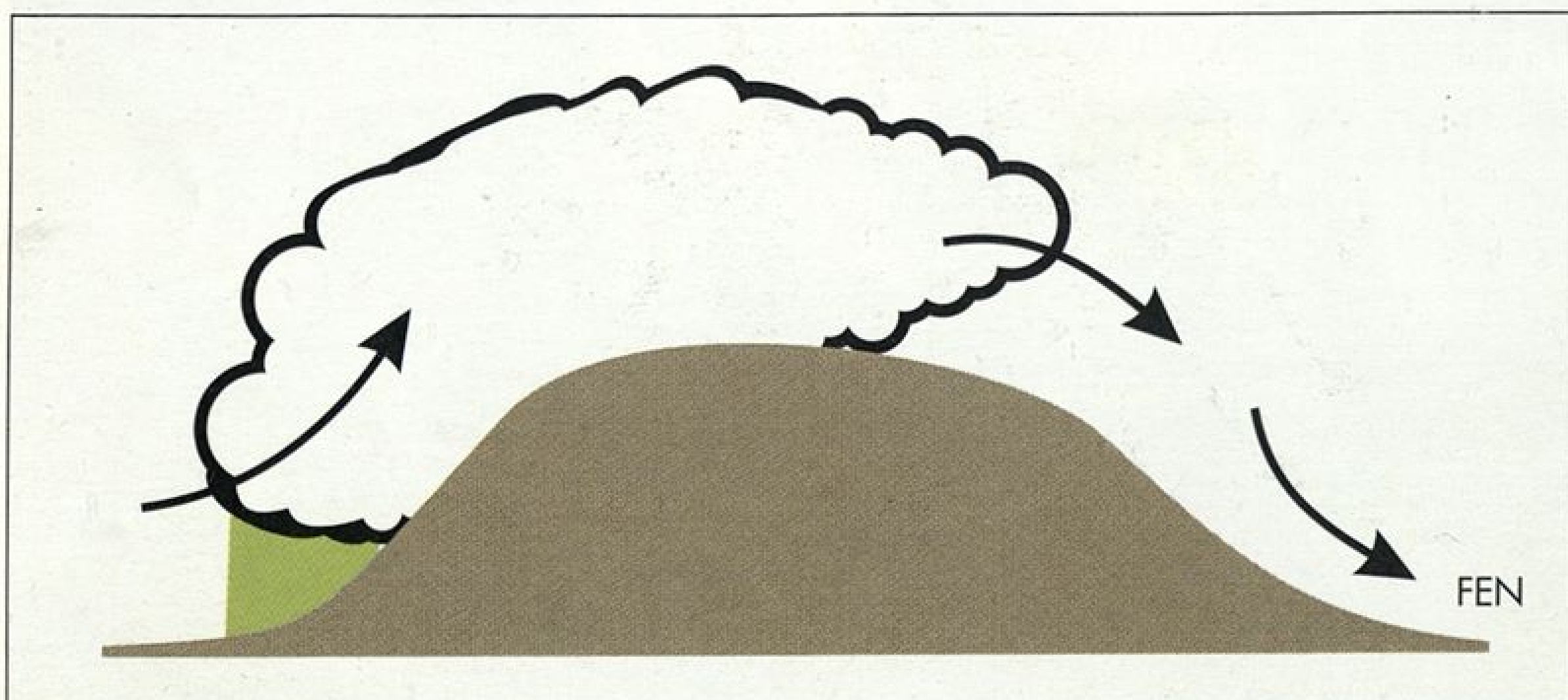
med znake poslabšanja vremena in je očitno večinoma tudi res. V toplem sektorju ciklona – med obema frontama – je pritisk nizek in se s časom le malo spreminja, ker se sistem premika približno vzdolž izobar. Za hladno fronto pa je polje tako, da odmikanje ciklona daje porast pritiska, ki je povezan tudi z dotekanjem hladnejšega in težjega zraka, ki daje večji pritisk. Zračni pritisk se skratka za hladno fronto dokaj naglo dviga in kaže, da je najhujše že mimo in da se bo vreme, če ne bo kaj posebnega, v kratkem izboljšalo. V skladu s sliko 4.1 a se ob prehodu hladne fronte veter iz toplega zahodnika sprevrže v hladnejši severozahodnik in navadno se kmalu zjasni, saj so nas frontalne motnje s ciklonom prešle. Včasih pa se zadeva nad Alpami zaplete – pozneje bomo pogledali, kako in zakaj – in slabo vreme lahko vztraja še dan, dva ali več.

V okrepljenih vetrovih na celotnem območju ciklona in deloma še v hladnem zraku za njim se mora v razgibanem reliefu zrak pretakati čez gorske grebene. Na privetrni strani grebenov, kjer se zrak dviga in ohlaja, nastajajo oblaki in v zelo vlažnem zraku padajo iz njih tudi padavine (t. i. orografske padavine). Z njimi pretakajoči se zrak izgubi precej vlage, in ko se na zavetrni strani spusti v nižine in se pri tem ogreva, postane topel in suh in mu pravimo fen [slika 4.6].

Pri južnih vetrovih so take padavine predvsem na južni strani gorskih pregrad, čeprav nekaj padavin zanese veter tudi čez. Zato je npr. v območju Snežnika, Trnovskega gozda, Bohinjskih grebenov, Julijcev, Kamniških Alp in Karavank precej padavin (ponekod letno čez 3000 mm), bolj vzhodno pa vse manj (v Prekmurju le še okrog 800 mm).

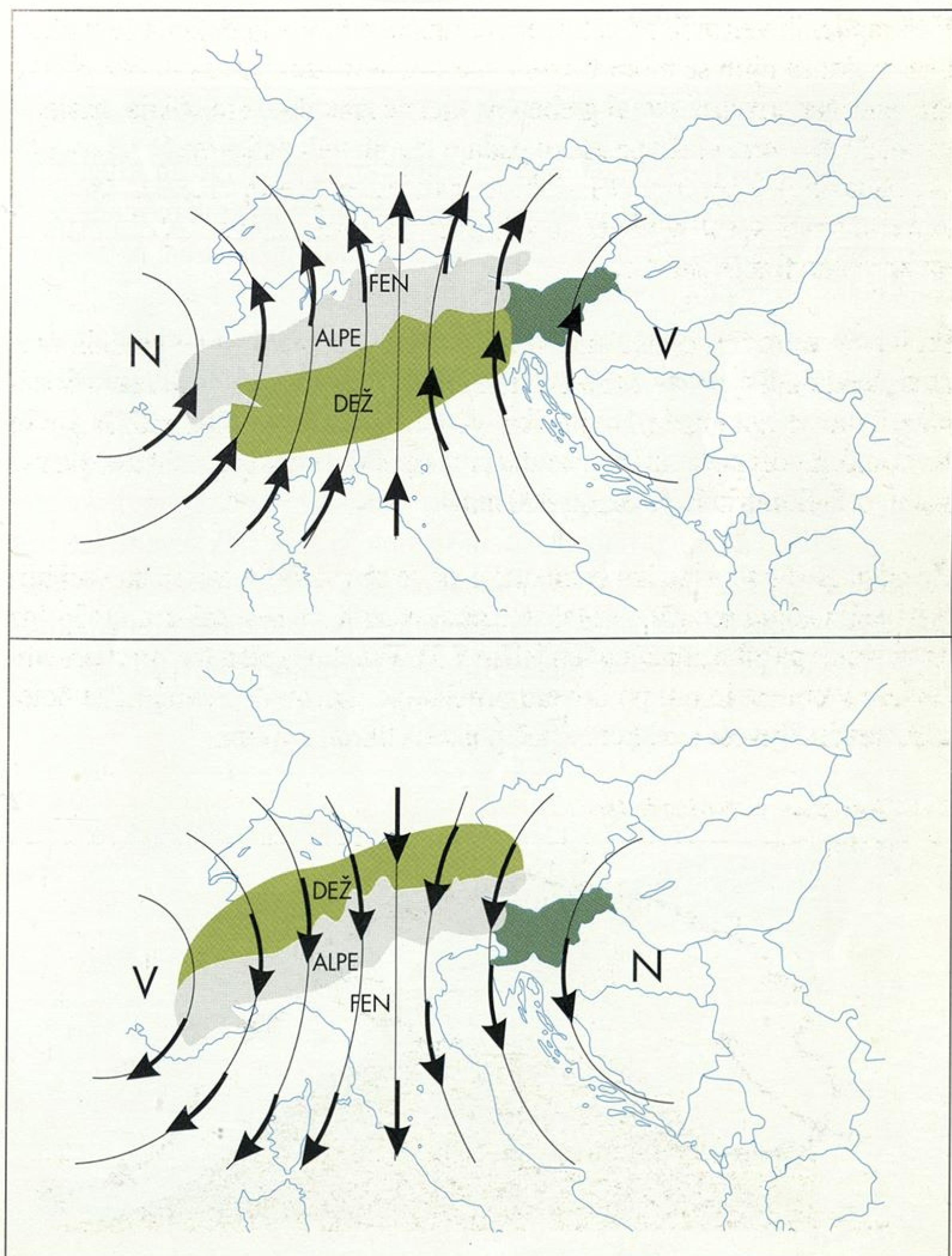
Če pa pogledamo Alpe kot celoten masiv, je ob južnih vetrovih na vsej njihovi južni strani pretežno oblačno s padavinami, na severni strani Alp (na Tirolskem) pa piha značilen fen [slika 4.7]. Tam torej piha fen pred poslabšanjem vremena in mu po krivem pripisujejo glavobole, revmatične bolečine, razdražljivost i. p., ker se pač pojavlja hkrati z njimi.

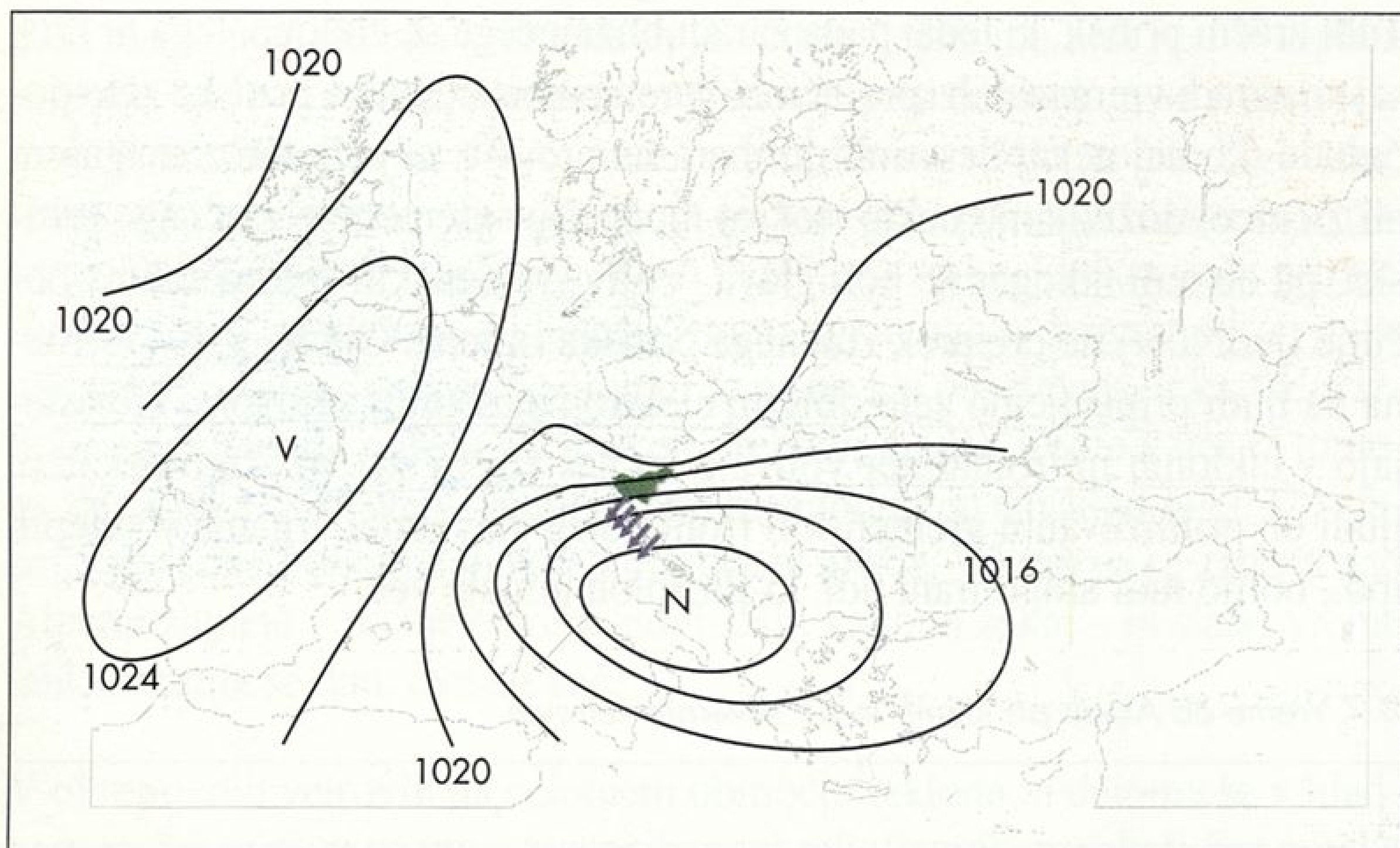
4.6 Orografske padavine in fen



Tudi zračni pritisk, ki tedaj pada zaradi bližajočega se ciklona, tega ni kriv, saj so zaradi vremenskih sprememb, spremembe zračnega pritiska zelo počasne – komaj nekaj desetink milibara na uro. Če se peljemo z dvigalom ali žičnico, doživljamo nekaj stokrat močnejše spremembe zračnega pritiska, pa ob tem nikogar ne boli glava. Vpliv vremenskih sprememb na počutje ljudi torej ne gre prek zračnega pritiska in fena. Glavni vpliv vremena na ljudi pripisujemo zelo dolgim elektromagnetnim valovom, ki nastajajo v ciklonih in frontah ter vplivajo na naš živčni sistem. Zato nekatere ljudi ob približevanju vremenskih front poleg glavobola, trganja v sklepih ipd., bolijo tudi amputirani udi, ki jih sploh nimajo več.

4.7 Vreme ob Alpah pri južnih in pri severnih vetrovih

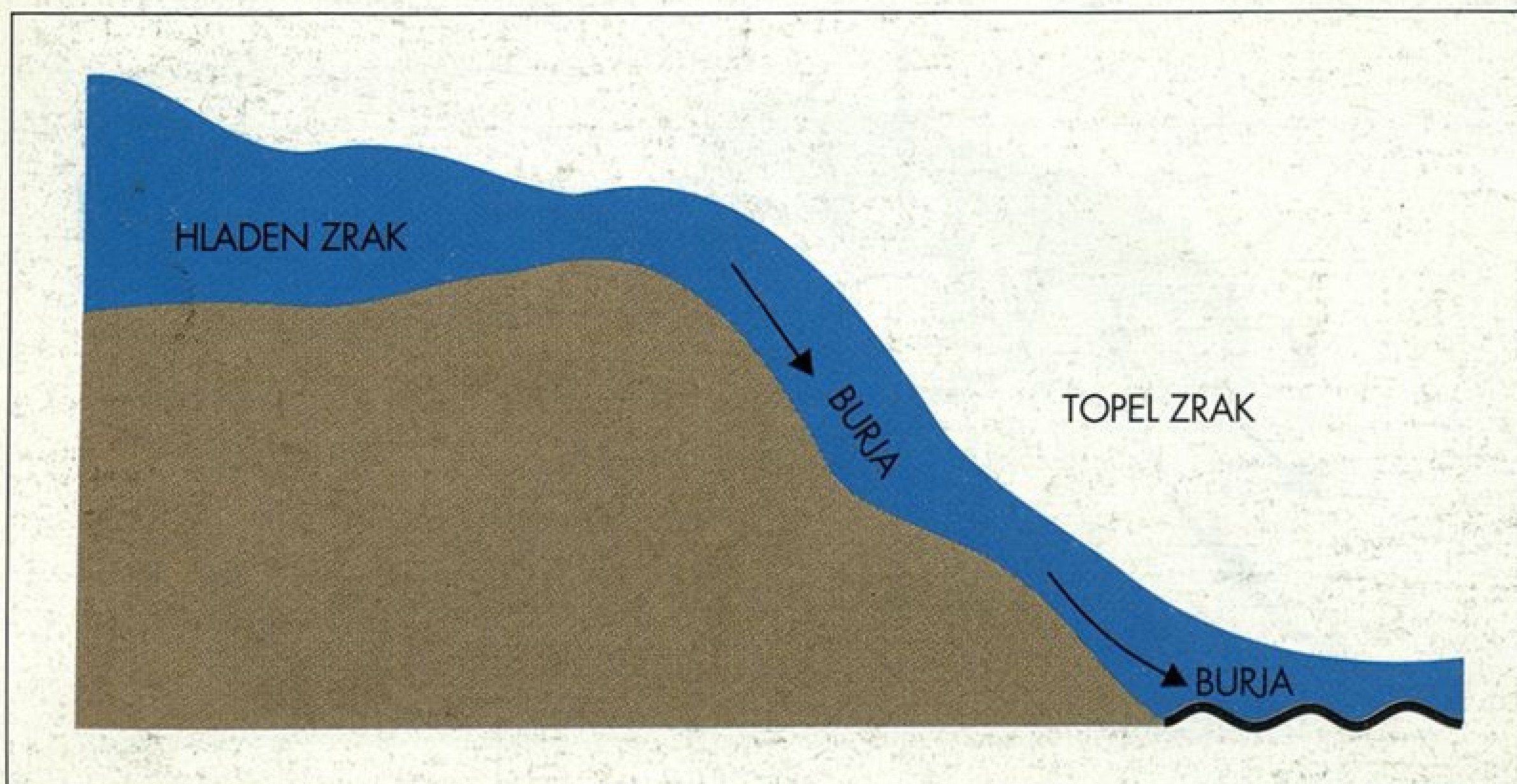


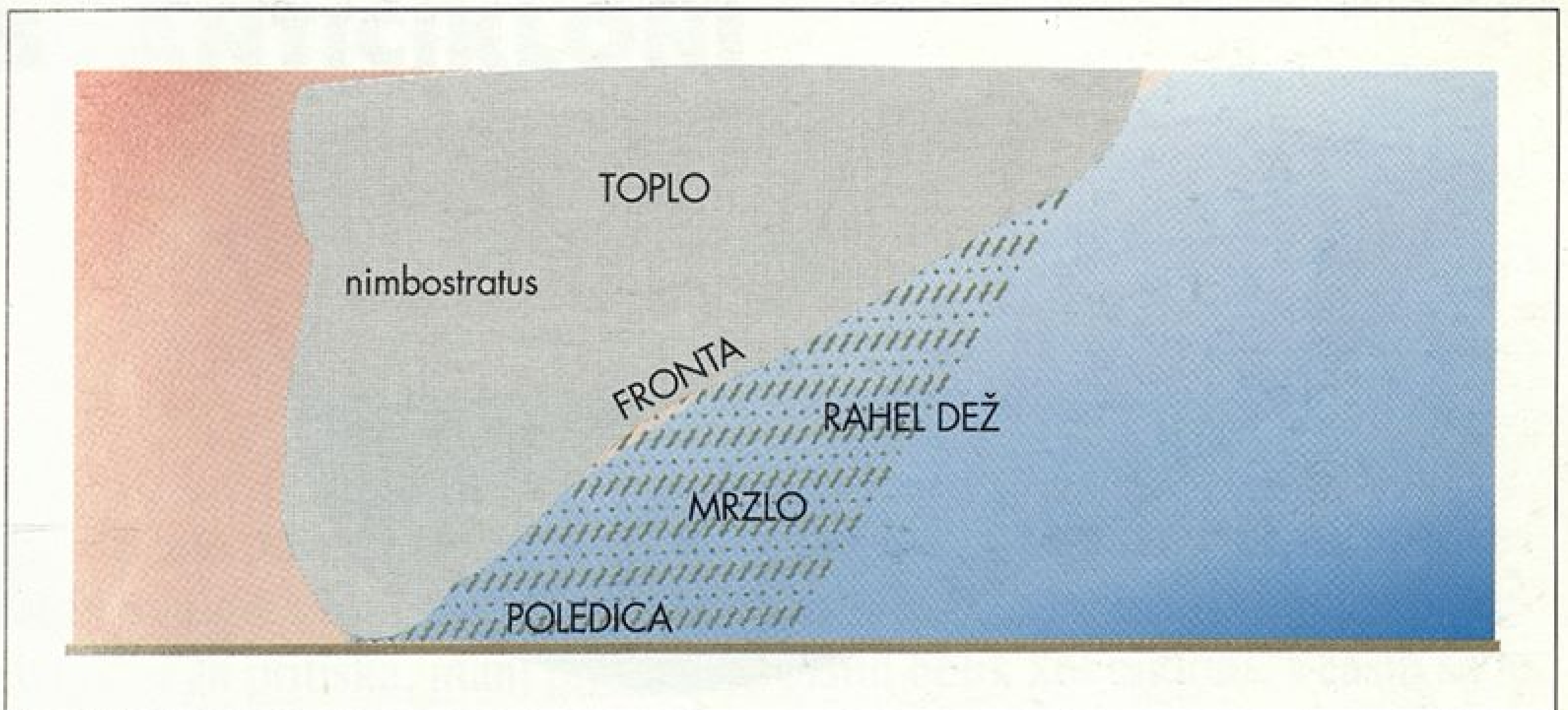


4.8 Karta tipične vremenske situacije ob burji

Ko začnejo za hladno fronto pihati severni vetrovi, je vreme ob Alpah obrnjeno: na privetrni severni strani Alp, kjer se mora zdaj zrak dvigati, da se prelije na južno stran, so oblaki in padavine; na naši južni strani pa se spušča in delno ogreje in nebo se navadno kmalu zjasni. Mrzel zrak, ki priteka od severa, pa kljub delnemu ogrevanju zaradi spuščanja še ostane hladen, zato severni fen ni tako topel in izrazit in nastaja ob odmikanju ciklona in front. Zato izkušeni ob fenu (in marsikaterih drugih opažanj v zvezi z vremenom) ne smemo prenašati brez skrbnega premisleka iz enega območja v drugega. Bolj izrazit je tak severni fen pri pretoku zraka čez obmorske grebene, posebno če je na primorski strani še toplejši zrak. Tak severni fen ima svoje posebne značilnosti in mu pravimo burja. Spuščanje zraka na primorsko stran pa ozračje osuši in oblaki izhlapijo, s čemer učinki fronte izginejo. Zato je poleti ob prihodu hladne fronte v notranjosti Slovenije oblačno

4.9 Presek povprečnega toka hladnega zraka ob burji

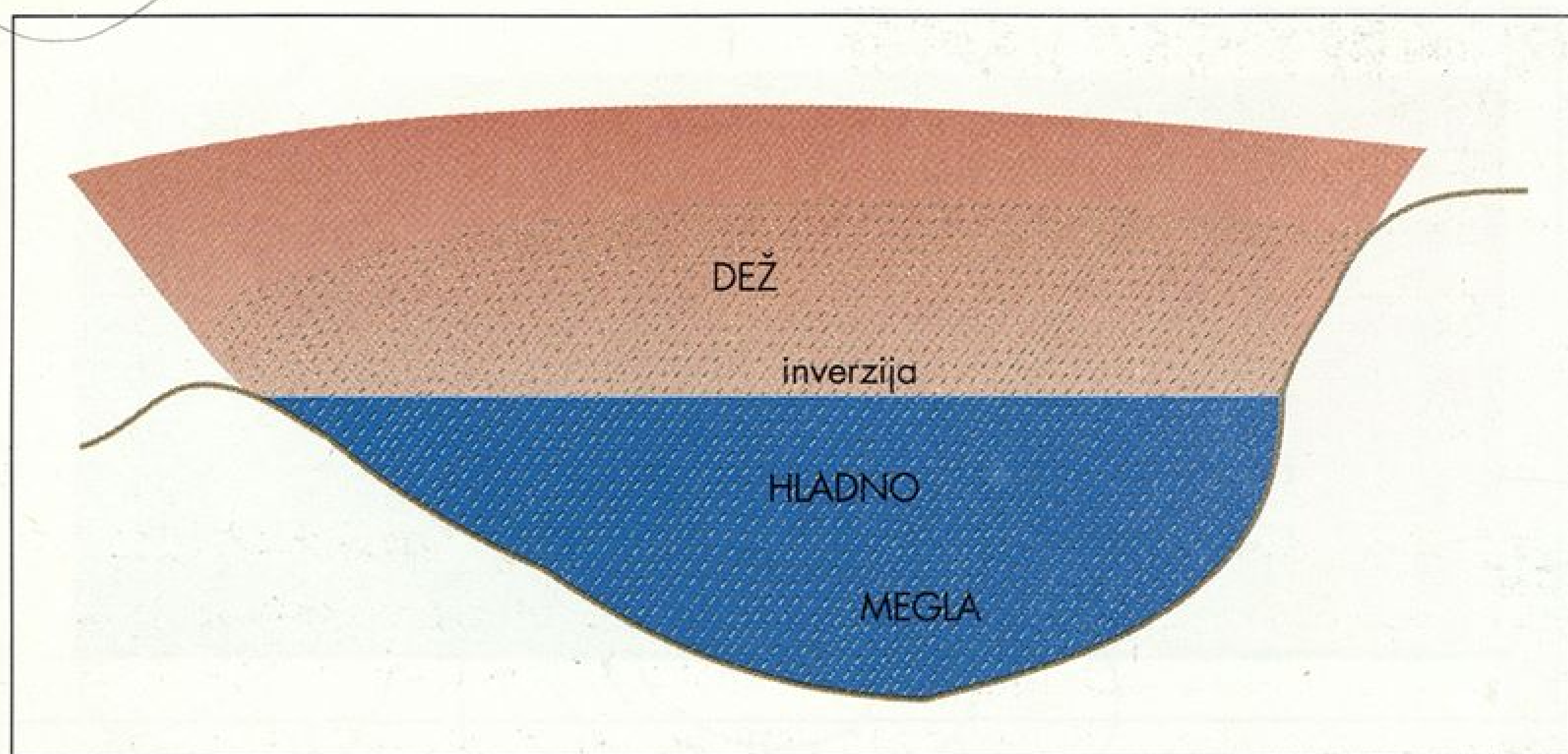




4.10 Padavine s poledico ob topli fronti

Požled





4.11 Megla ob toplih padavinah v hladni kotlini

s padavinami in nevihtami, čez obalo in na morje pa poslabšanja ne sežejo in tam vztraja lepo vreme, tako da pade včasih poleti le malo dežja.

Burja se pojavi torej za primorskimi grebeni po prehodu hladne fronte, ki dovede v deželo hladen zrak. Najmočnejša je tedaj, ko je nad primorsko stranjno oz. Jadranom še topel zrak [slika 4.8]. Na zgornji nagnjeni meji pritekajočega hladnega zraka nastajajo razni valovi in zrak se v sunkih preliva čez grebene [slika 4.9]. Trenje ob neravna tla ustvarja še dodatne vrtince ter je zato burja hladen, suh in izrazito sunkovit veter.

Hitrosti vetra v sunkih nekajkrat presegajo povprečne hitrosti, ki tudi niso majhne. Ker pa upor teles v toku raste s kvadratom hitrosti, ni čudno, da lahko nenaden sunek burje s hitrostjo nad 30 m/s (čez 100 km/h) prekucne prikolico, tovornjak ali ladjo in torej močno ovira promet.

Pri topli fronti, kot vemo, leži že od prej hladen zrak pod toplim, ki se dviga in daje padavine. Zato so navadno tla (in vse kar je na njih) hladna [sliki 4.1 in 4.10]. Če je toliko mrzlo, da so temperature znatno pod 0 °C, dež na tleh zmrzuje in nastane poledica, ki je posebno nevarna za cestni promet. Če pa se ledena obloga nabira tudi na drevju, na žicah ipd., nastane požled, ki lomi drevje, trga žice, podira daljnovode in povzroča s tem veliko škodo. Pri temperaturah nad ničlo pa se v opisanih pogojih največkrat ob pršenju pojavlja zoprno vlažna megla. Relativno tople padavinske kaplje iz toplega zraka zgoraj v hladnem izhlapevajo, vendar spodnji hladnejši zrak te vodne pare ne more sprejeti v tej obliki, ker je že nasičen. Iz padajočih dežnih kapelj izhlapela vodna para se takoj kondenzira v drobcene kapljice, ki tvorijo meglo. Taka frontalna megla je značilna za vlažne in oblačne, a ne prehladne jesenske in zimske dni z dežjem ali pršenjem. V njih je torej res zoprno slabo vreme, kot je v skladu z dogajanjem v ciklonu in ob frontah v kotlinskih jezerih hladnega zraka pozimi. Vendar nastane večina megle v naših kotlinah na drugačen način, a o tem pozneje.

5. ANTICIKLONI

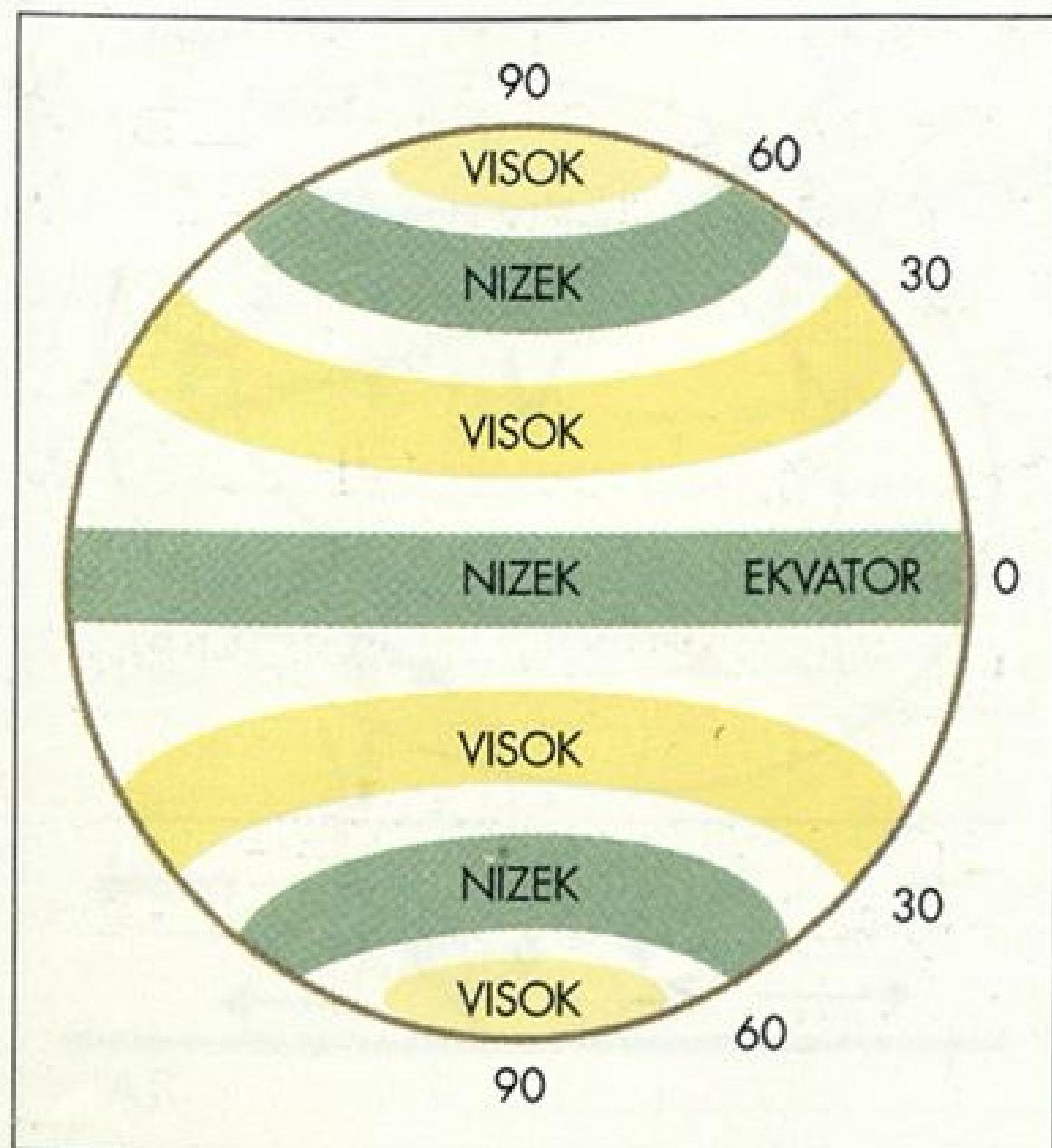
Že ime pove, da so anticikloni nekaj nasprotnega kot cikloni, in to res v mnogih svojih značilnostih. Anticikloni so obsežna področja visokega zračnega pritiska, manj pravilno krožnih oblik kot cikloni. Včasih so le izrazitejši grebeni med dvema ciklonoma ali sistemoma ciklonov.

Na severni polobli imamo pri tleh dve bolj ali manj stalni področji visokega zračnega pritiska. Eno, ki ne sega visoko v troposfero, je okrog pola, drugo pa je subtropski pas visokega zračnega pritiska, ki obdaja poloblo na geografskih širinah okrog 30° – primerjaj poglavje 1. Na južni polobli je podobno [slika 5.1].

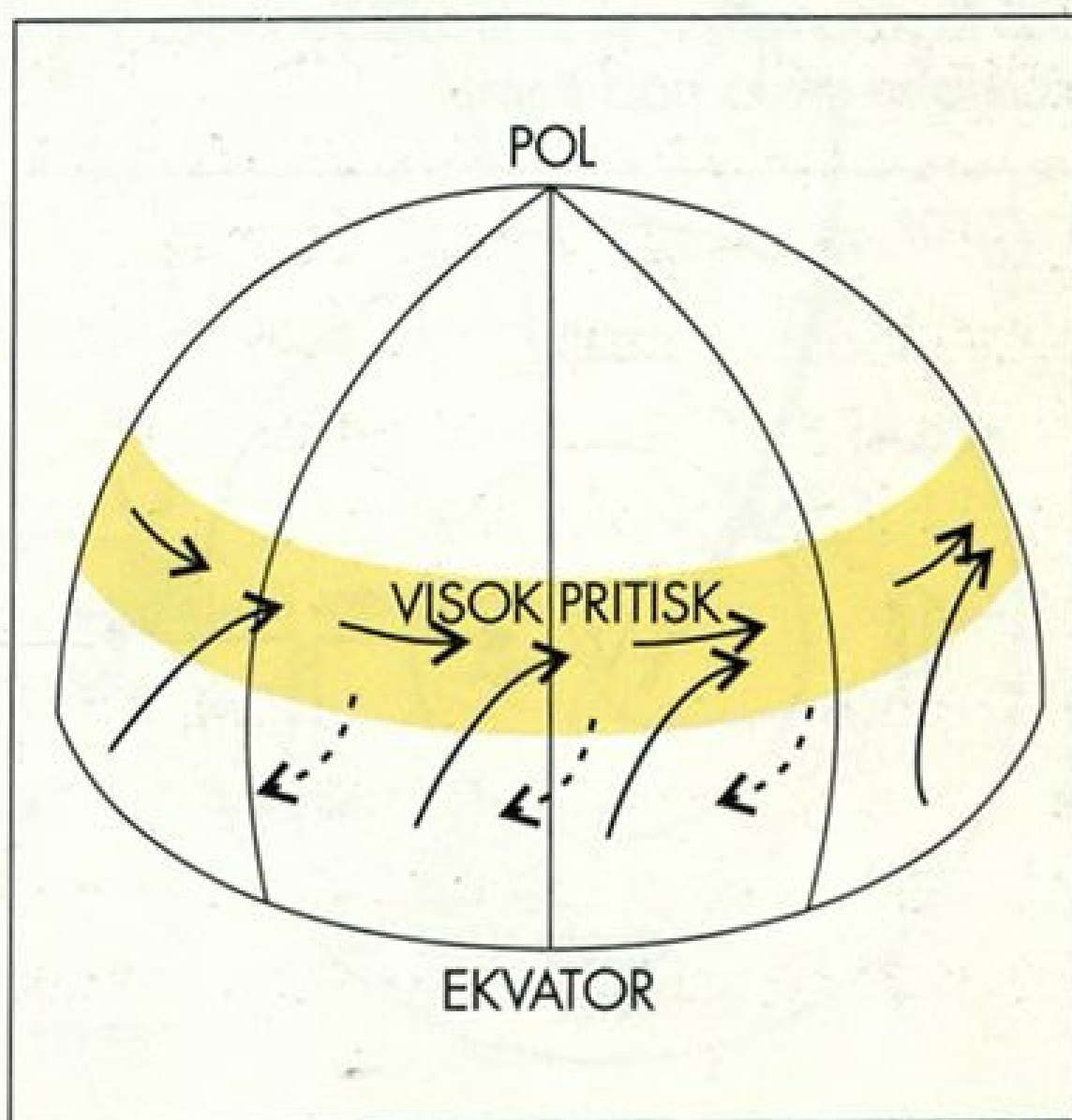
Polarno področje visokega zračnega pritiska je hladno in je deloma posledica gostejšega in težjega hladnega zraka nad polarnim območjem, deloma pa tudi višinskega stekanja zraka proti polu. Pas subtropskega visokega zračnega pritiska je topel in je predvsem posledica odklonske sile zaradi vrtenja Zemlje: zaradi proti polu nagnjenih pritiskovih ploskev hoče zrak teči od ekvatorja proti polu, odklonska sila pa ga odklanja, dokler na okoli 30° geografske širine ne teče že prav proti vzhodu. Tu se zrak v višinah zato kopiči in ustvarja pas visokega zračnega pritiska [slika 5.2].

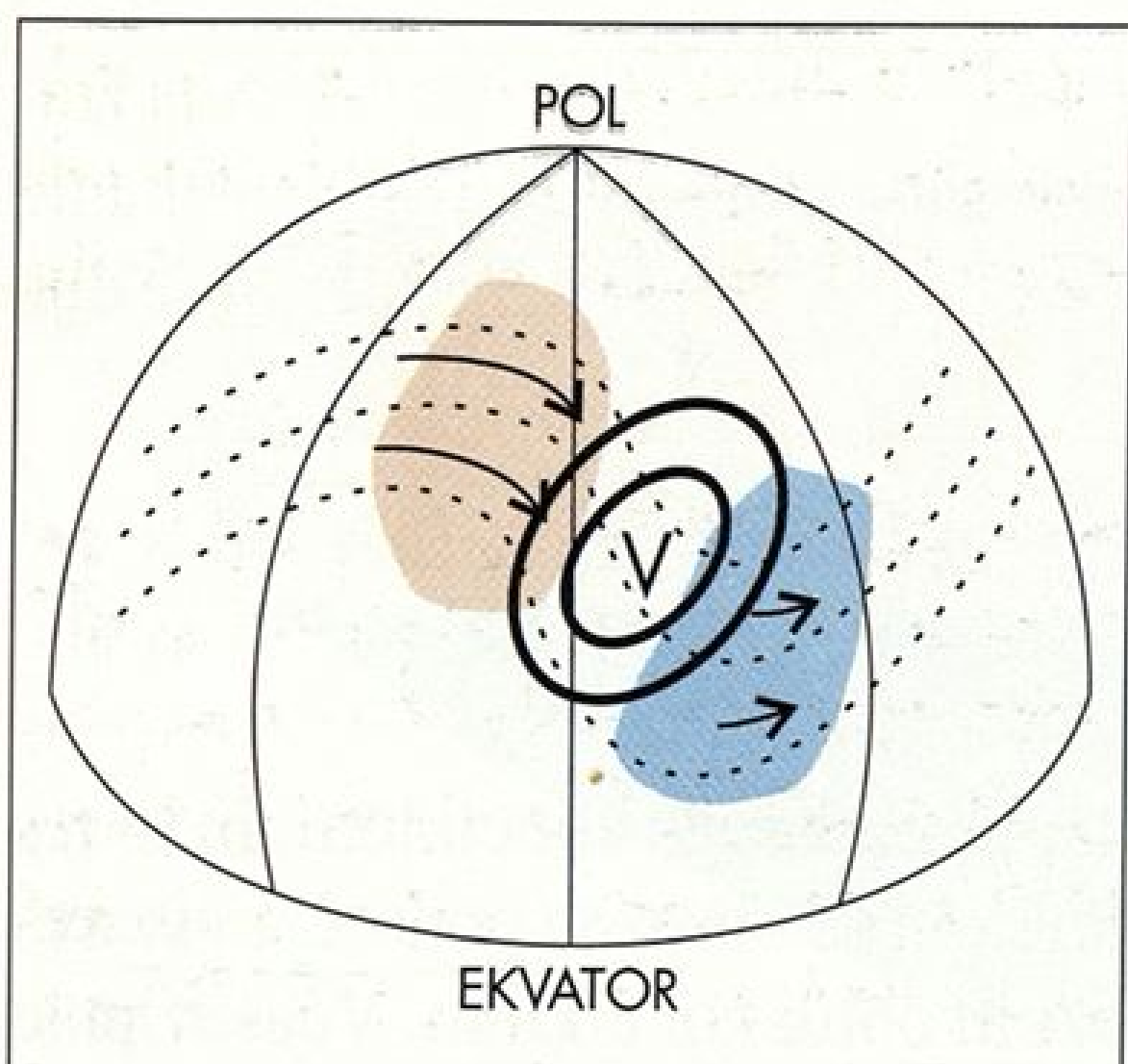
V zmernih širinah nastajajo anticikloni predvsem zato, ker zrak na vzhodni strani grebenov Rossbyjevih valov planetarnega zahodnika hitreje prite-

5.1 Prevladujoči globalni pasovi zračnega pritiska pri tleh

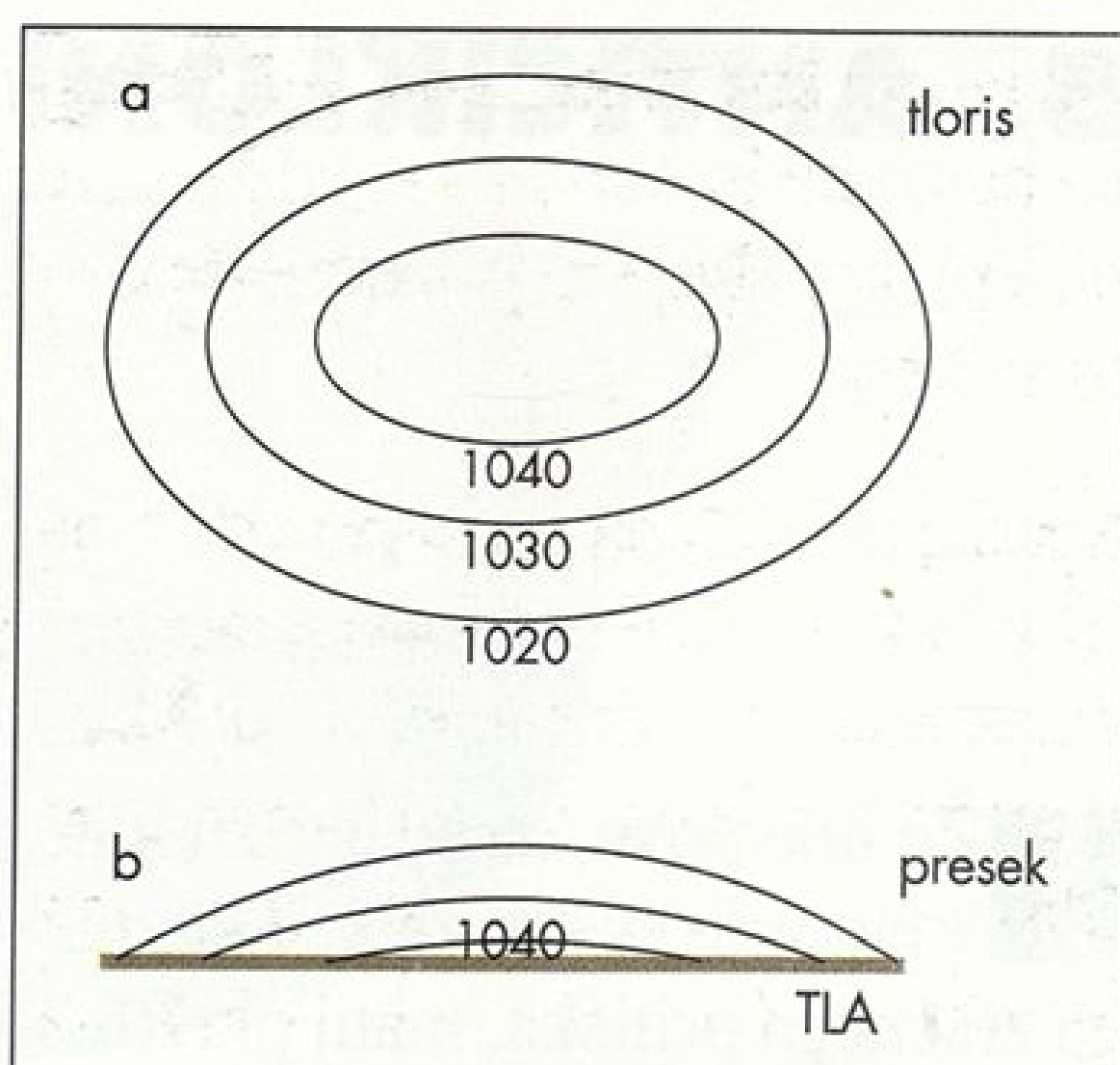


5.2 Nastanek subtropskega pasu visokega zračnega pritiska zaradi vetrov v višinah; pri tleh pihajo pasati (črtkasti)





5.3 Nastanek valovnega anticiklona zmer-
nih širin



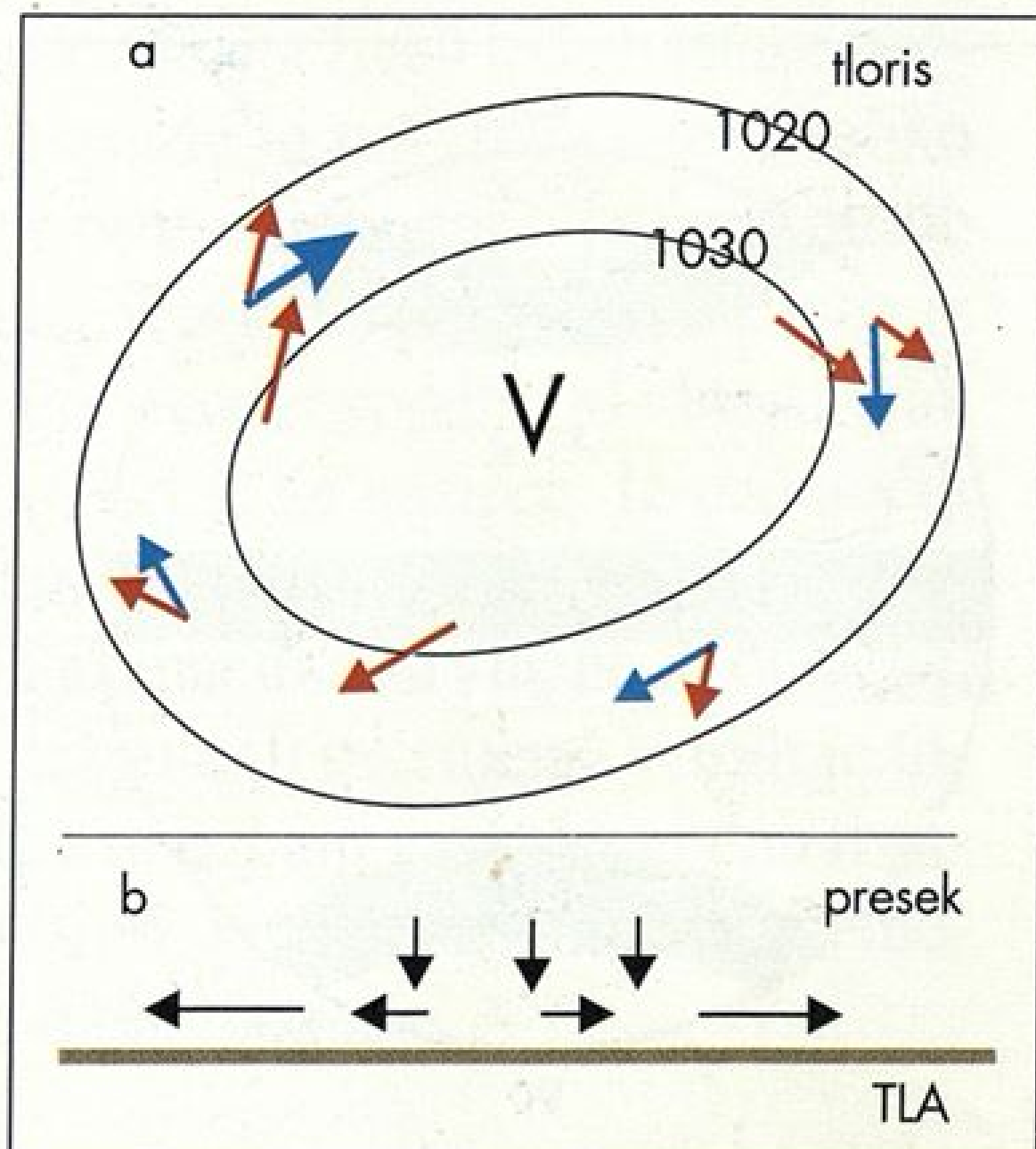
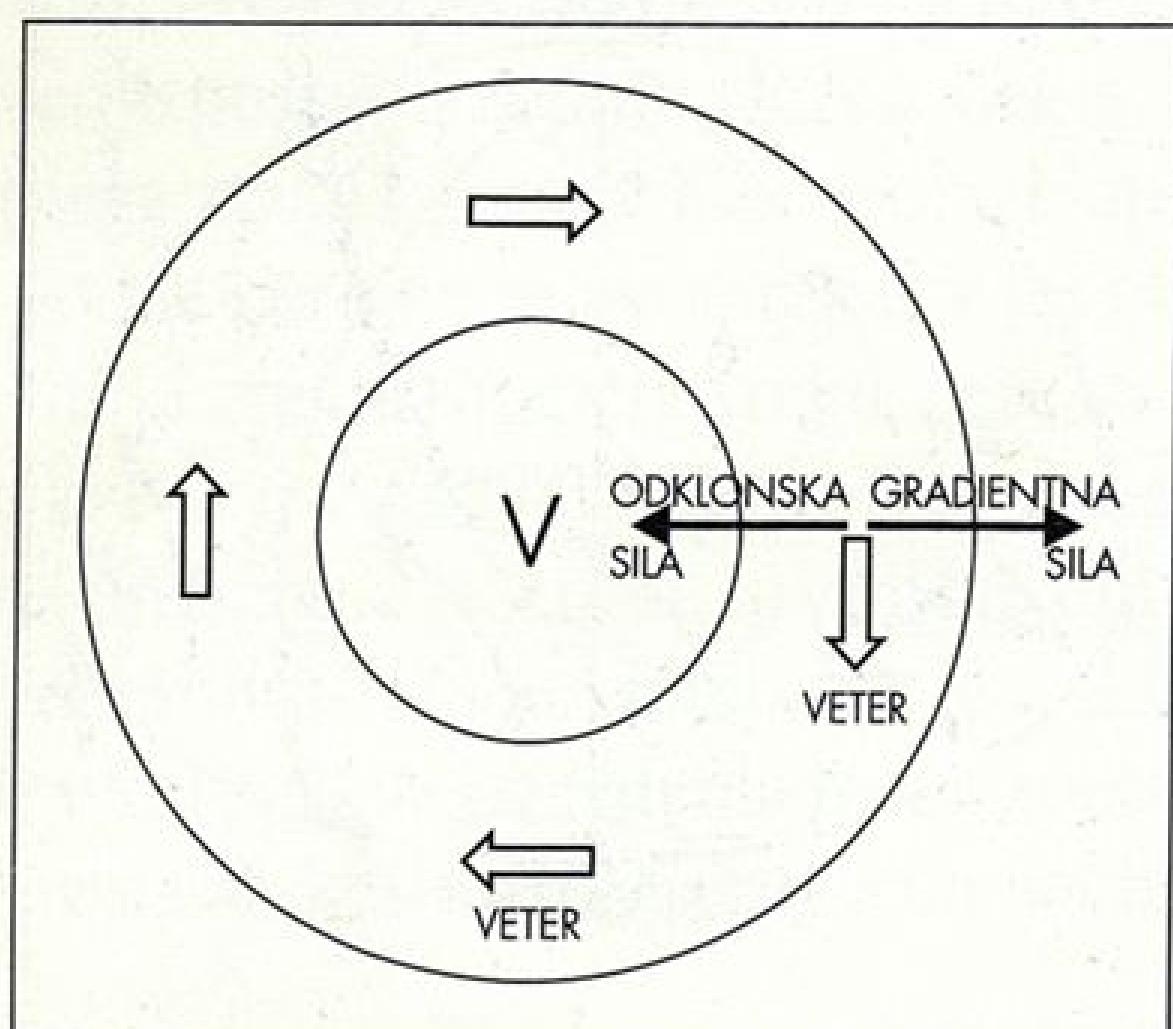
5.4 Tloris (a) in navpični presek (b) antici-
klona, podanega z izobarami

ka kot odteka [slika 5.3]. Zrak se tu v višinah steka, kopiči in ustvarja po-
dročja višjega zračnega pritiska.

Posamezni anticiklon je le približno krožna tvorba in je na karti oz. tlorisu
lepo viden v polju zaključenih izobar z najvišjim zračnim pritiskom v sre-
dini [slika 5.4 a]. V premeru meri nekaj tisoč kilometrov, v višine pa sega
komaj do 10 km. Je torej tudi močno sploščen in ga moramo v preseku ri-
sati močno previšanega [slika 5.4 b]. V preseku pritiskovih ploskev je torej
kot širok hlebec; zračni pritisk pa pada navzgor in navzven. Padec pritiska
navzgor je, kot že vemo iz poglavja 1, v glavnem uravnotežen s težo zra-
ka; padec pritiska od središča navzven pa sili zrak navzven proti nižjemu
pritisku v vodoravni smeri. Res se prične zrak tja gibati, toda spet se takoj
pojavi odklonska sila in ga na severni polobli odklanja v desno. Zrak zač-
ne zato krožiti okrog središča anticiklona v smeri urinih kazalcev [slika 5.5] –
torej v nasprotni smeri kot v ciklonu.

5.6 Vetri v anticiklonu v višinah (modri)
in pri tleh (rdeči) (a) ter gibanja zraka v nav-
pičnem preseku (b)

5.5 Razporeditev sil in kroženje zraka v an-
ticiklonu malo nad tlemi

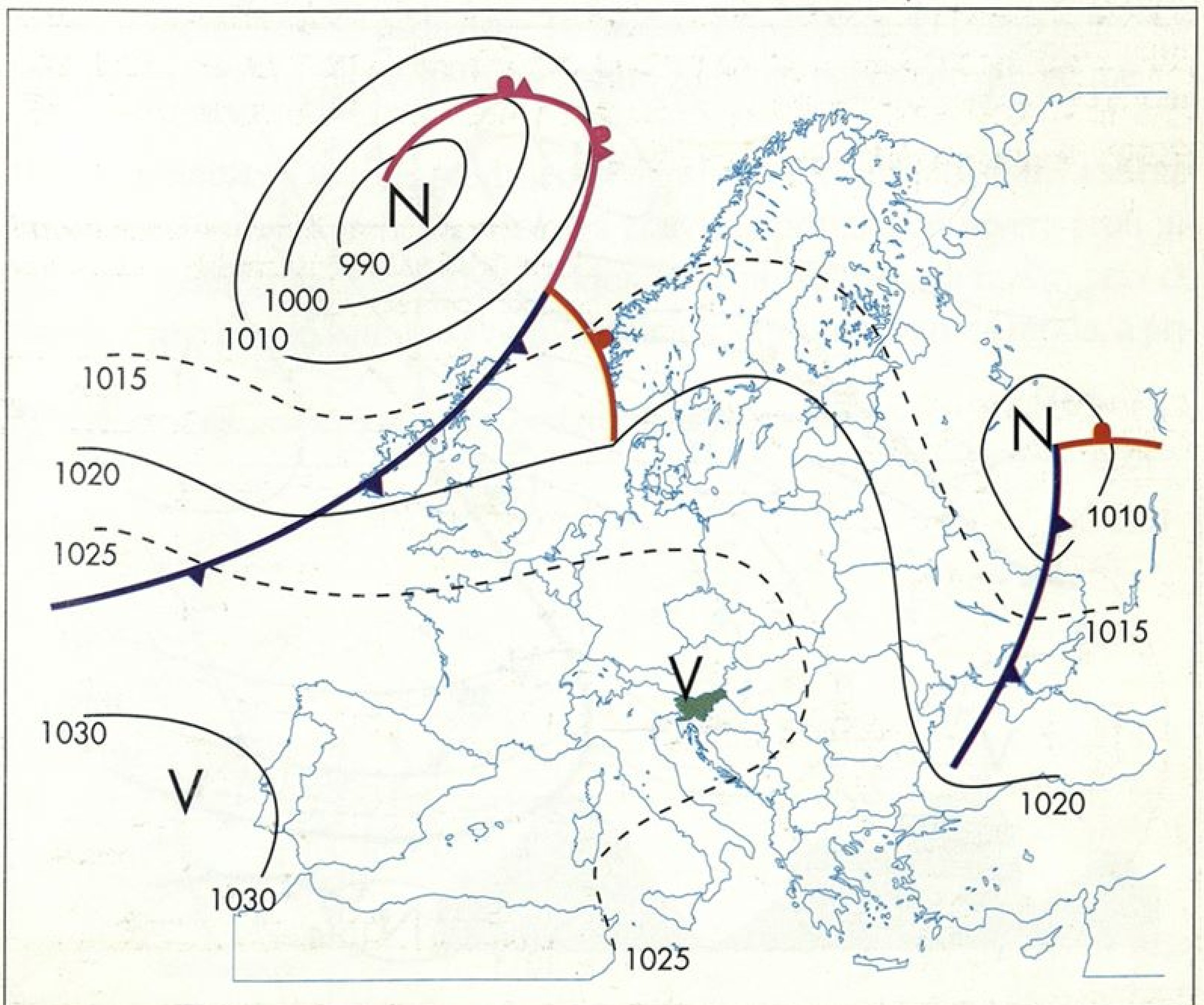


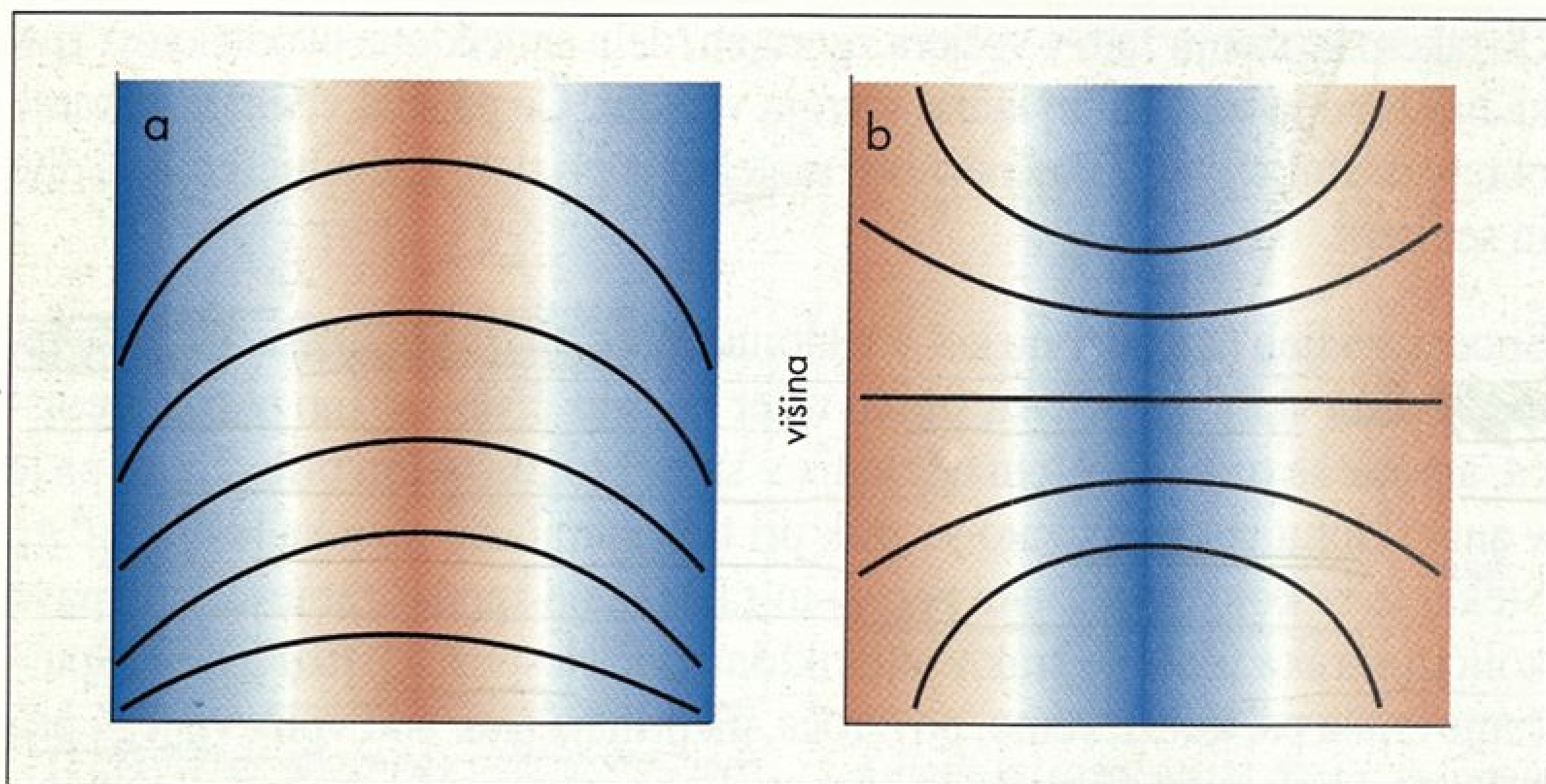
Ob takem kroženju zato v večjem zgornjem delu anticiklona ni odtekanja zraka navzven in anticiklon lahko vztraja več dni. Če pa se v višinah stekanje okrepi, nadaljuje in je močnejše od raztekanja pri tleh, živi anticiklon še dlje in se krepi.

Spodaj pri tleh pa podobno kot v ciklonu trenje zavira gibanje oz. hitrost vetrov. S tem slabi odklonska sila in veter ne piha čisto krožno okrog središča, ampak se tudi pomalem odklanja v smer proti nižjemu pritisku; to pa je v anticiklonu navzven, zato se zrak pri tleh spiralasto razteka [slika 5.6 a]. Stekanje in kopičenje zraka zgoraj in raztekanje spodaj zahteva izravnavo količine zraka. Zato se zrak v anticiklonu počasi spušča [slika 5.6 b]. Spuščanje zraka pa, kot že vemo, povzroča, da prihaja zrak pod vpliv višjega pritiska, ki vlada niže. Zrak se pri tem stiska in ogreva. V ogreti zrak izhlapijo oblačne kapljice in nebo se zjasni – prav nasprotno kot v ciklonu. Spuščanje zraka v anticiklonu je glavni vzrok, da je ob visokem zračnem pritisku navadno lepo vreme. Pod prevladujočima planetarnima pasovoma visokega zračnega pritiska v subtropskih geografskih širinah so zato puščave.

Od subtropskega pasu visokega zračnega pritiska se pogosto razširijo in osamosvojijo večji in ponavljajoči se anticikloni, kot npr. Azorski nad vzhodnim Atlantikom in Kalifornijski nad vzhodnim Pacifikom. K nam nad srednjo in južno Evropo prinaša več dni trajajoče lepo in toplo vreme navadno prav razširitev Azorskega anticiklona, ki se nad Evropo pogosto osamos-

5.7 Vemenska karta s primerom nad Evropo razširjenega Azorskega anticiklona



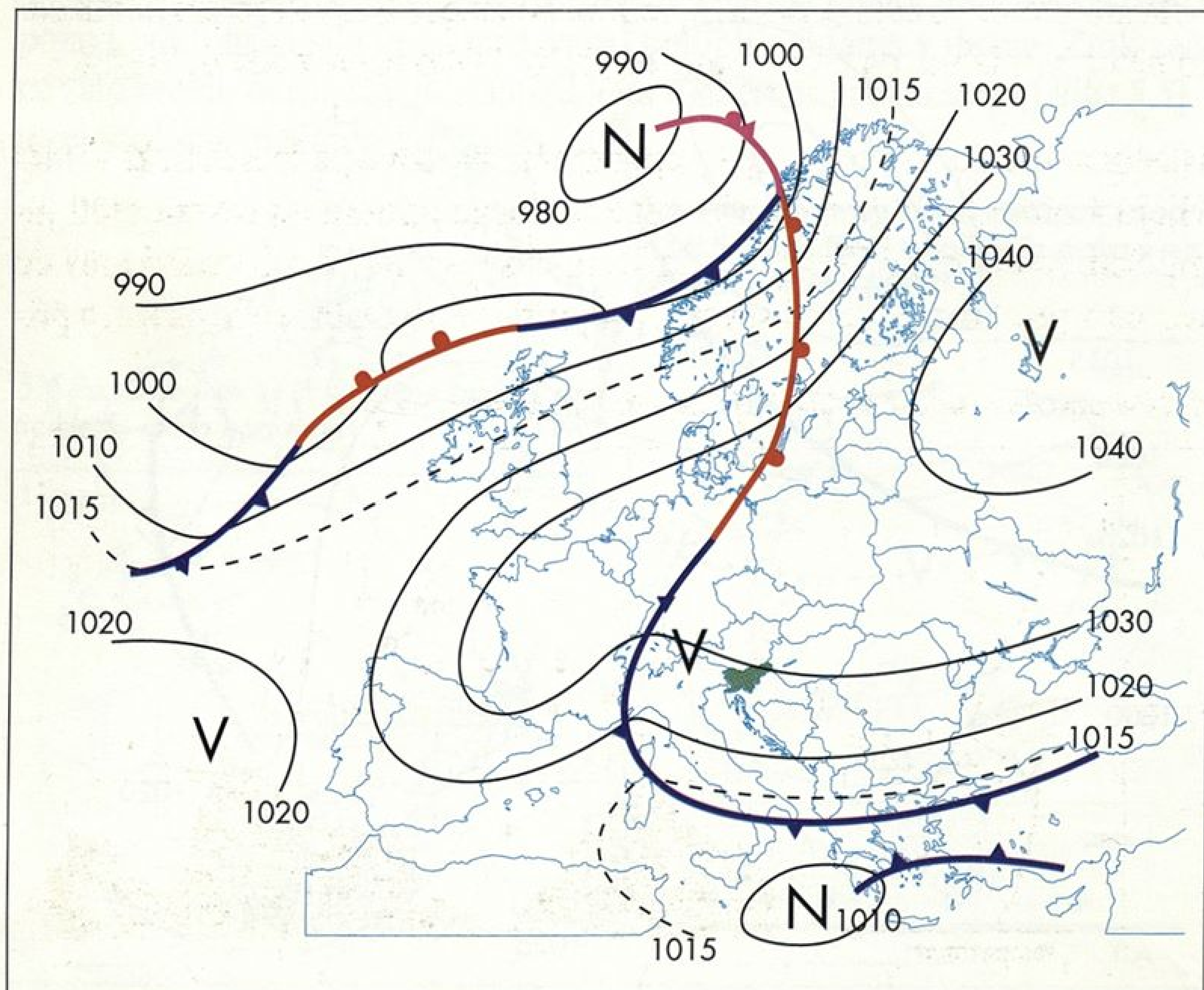


5.8 Izobare toplega (a) in hladnega (b) anticiklona v preseku

voji [slika 5.7]. V višinah nad nami je tedaj greben dolgih planetarnih valov v planetarnih zahodnih zračnih tokovih zmernih širin. Če omenjeni val uplahne ali pa se greben v višinah pomakne proti vzhodu, anticiklon oslabi. Naši kraji se spet znajdejo na vzhodnem robu višinske doline. Tu pa, kot vemo, zaradi raztekanja zraka v višinah radi nastajajo cikloni.

Naši topli anticikloni, ki navadno izvirajo od subtropskega pasu visokega zračnega pritiska, so namreč v višinah močnejše izraženi in se ujemajo z višinskimi grebeni oz. zajedami toplega zraka proti severu.

5.9 Vremenska karta s primerom nad Evropo razširjenega Sibirskega anticiklona



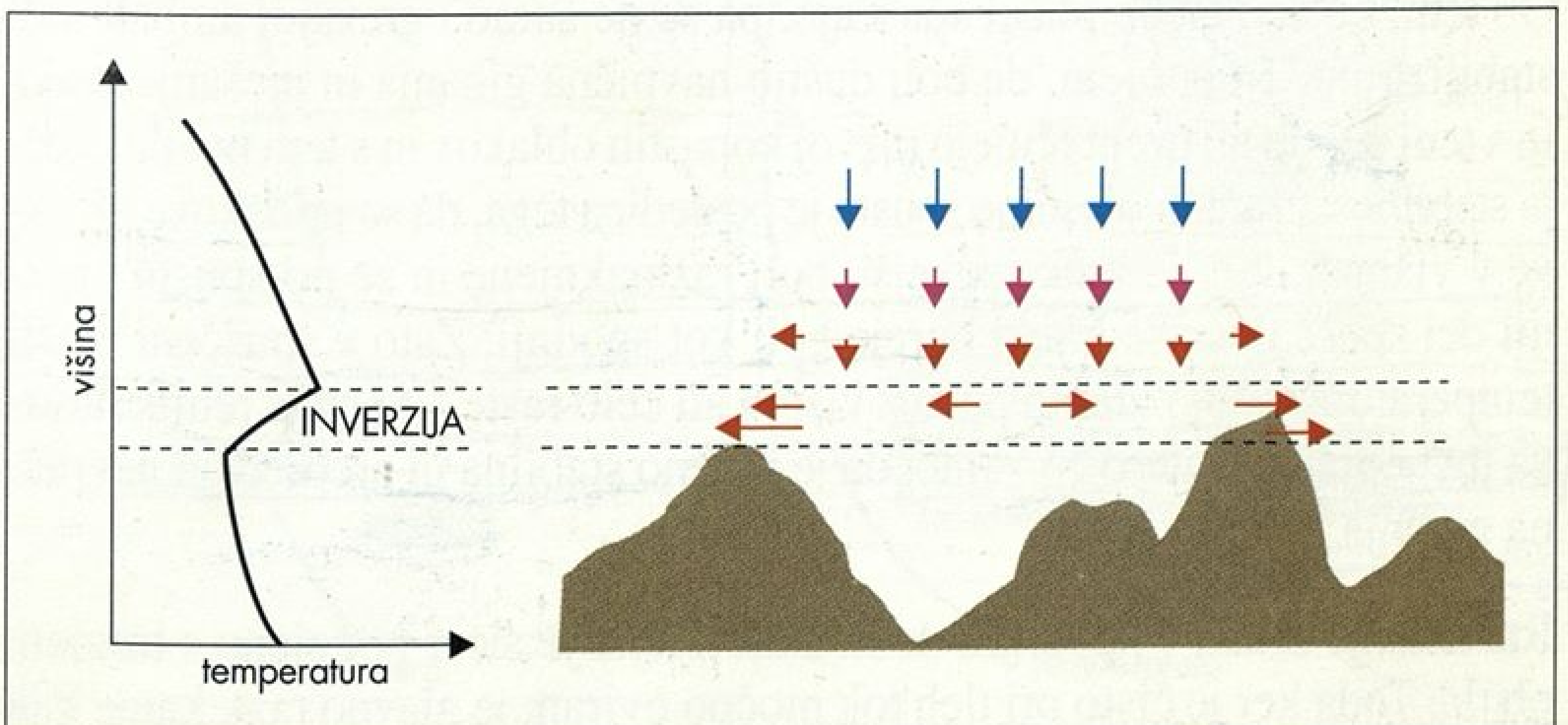


Posledice suše

V skladu s tem, da so pritiskove ploskve po vertikali bolj razmaknjene v toplem zraku kot v hladnem, se torej tudi topli anticiklon navzgor krepi [slika 5.8a]. Obratno velja za hladni anticiklon, ki navzgor hitro slabi [slika 5.8b]. Nad hladnim anticiklonom se zato lahko pojavi celo višinski ciklon z vsemi svojimi značilnostmi in posledicami: oblaki in padavinami. To so primeri, ki niso ravno izjemni, da imamo ob visokem zračnem pritisku pri tleh, oblačno vreme in celo padavine. To močno zmede tiste, ki imajo doma barometer in mislijo, da bodo samo z njim že lahko napovedovali vreme.

Hladni anticikloni so torej predvsem polarni, navadno pa tudi tisti, ki se razvijejo z razširitvijo grebena visokega zračnega pritiska od severa proti jugu. Sem spada znani Sibirski anticiklon, ki se pozimi včasih razširi prav do nas ter z mrzlimi in suhimi severovzhodnimi vetrovi povzroča mrzla, a pri-

5.10 Razvoj subsidenčne inverzije nad razgibanim terenom





Večerno nebo

jetna zimska obdobja, brez megle in onesnaženja zraka po kotlinah in pogosto z močno burjo na Primorskem [slika 5.9]. Približno ravnotežje sil, ki odloča o trajnejšem gibanju zraka v anticiklonu, je tako, da gradientni sili pomaga sredobežna. Ta pa raste s kvadratom hitrosti in ne dovoljuje močnih vetrov pri majhnem radiju kroženja. Zato imajo anticikloni v širšem področju okrog središča šibke polja zračnega pritiska in šibke vetrove. Na vertikalnem preseku so to zato široki hlebci izobarnih ploskev z večjimi strmami šele proti robovom oz. na prehodu proti ciklonom [sliki 5.4 b in 5.8]. Vetrovi v anticiklonih so zato v splošnem šibki, kar ima dobre in slabe posledice, kot bomo še videli.

Vremenska dogajanja v anticiklonu so torej povezana s šibkimi vetrovi pri tleh in počasnim spuščanjem obsežnih zračnih plasti. Že hitrost spuščanja samo 1 cm/s pomeni v enem dnevu spust zraka za skoraj 900 m in s tem njegovo ogretje za 9 °C, kar ima navadno za posledico zjasnitev neba.

Ob tem, ko se zračne plasti spuščajo, pa se ne samo ogrevajo, ampak tudi stabilizirajo. To pomeni, da bolj dušijo navpična gibanja in mešanja zraka in s tem dušijo ali preprečujejo razvoj kopastih oblakov in s tem neviht. Večja stabilnost zračnih plasti po spustu je posledica tega, da so pritiskove ploskve v višinah, kjer je zrak redkejši, bolj razmaknjene in se pri spustu zgornji del spuščajoče se plasti ogreje bolj kot spodnji. Zato v spuščeni plasti temperatura manj izdatno pada z višino ali celo raste – to pa je temperaturna inverzija, za katero že vemo, da je močno stabilna in preprečuje navpična gibanja zraka.

Raztekanje zraka v spodnjih delih anticiklona je sicer pogojeno s trenjem ob tla. Toda ker je čisto pri tleh tok močno oviran, je glavno raztekanje kak

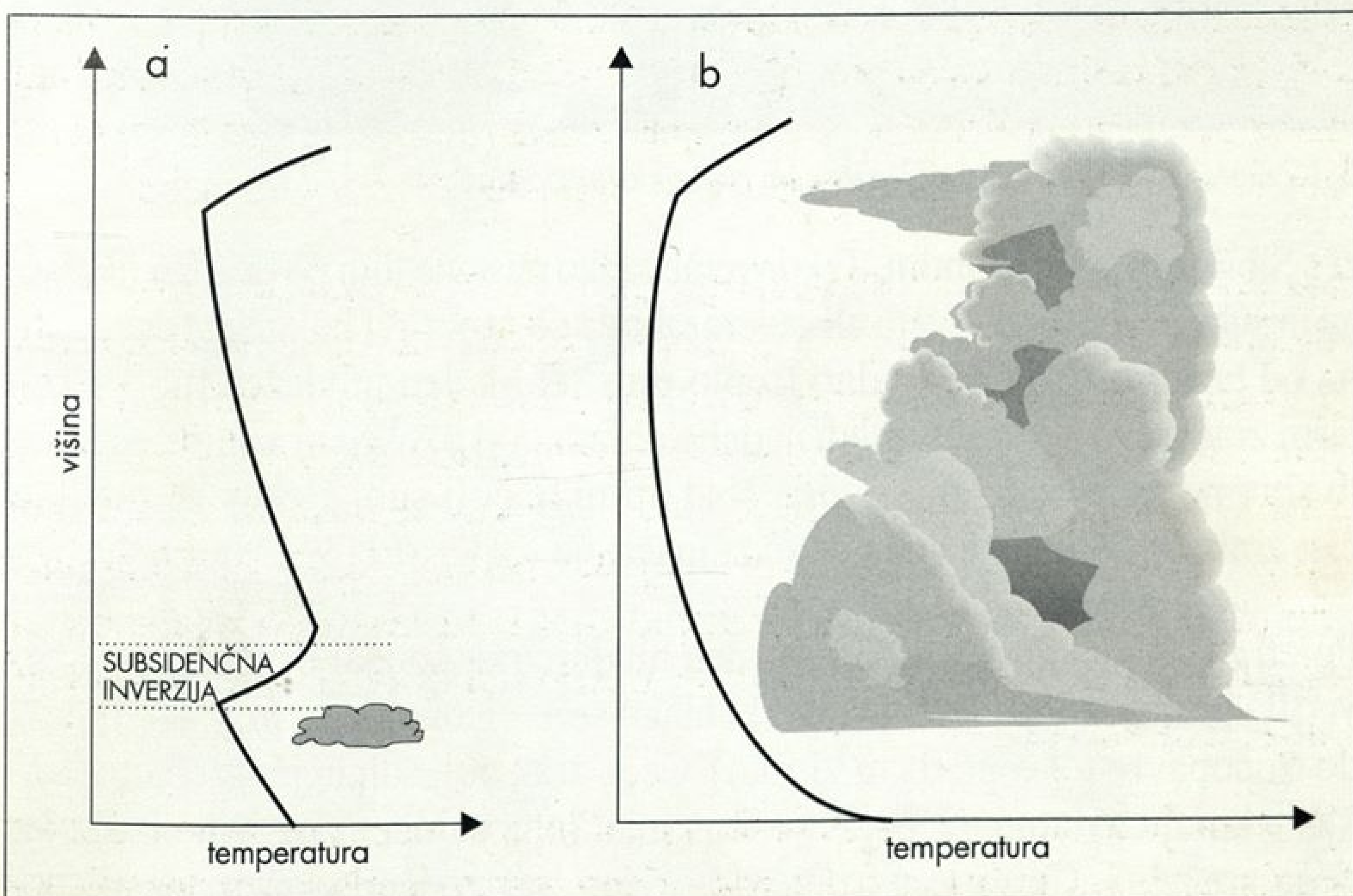
kilometer nad tlemi oz. v razgibanem reliefu približno v višini grebenov gora [slika 5.10]. Na meji sesedanja je zrak zato ogret, tisti pod njim pa ne. Tako nastalo inverzijo imenujemo subsidenčna inverzija. Ta je glavna zapora vertikalnim tokovom v troposferi. Zlasti pozimi deli troposfero v anticiklonu na dva dela: spodaj je hladen in navadno onesnažen zrak, zgoraj pa toplejši, suh in zelo čist. Z gorskih vrhov, ki segajo nad subsidenčno inverzijo in se kopljejo v zimskem soncu, je videti spodaj temno onesnaženo plast, kadar je tudi spodaj zrak bolj suh. Kadar pa je vlažen, je videti megleno morje, ki pokriva večino Slovenije. V takih primerih ima npr. Kredarica za 10 °C višje temperature kot Ljubljana, čeprav je navadno prav obratno. Pod subsidenčno inverzijo so lahko še nižje ležeče inverzije, ki zapirajo posamezne kotline.

Poleti dovoljuje subsidenčna inverzija vertikalne tokove in mešanja le do svoje višine. Konvektivni kopasti oblaki so pod njo sploščeni, ne segajo visoko in ne morejo dati ploh ali se razviti v nevihte. Vreme ob taki inverziji oz. tudi zaradi nje je v anticiklonu pretežno lepo.

Anticiklon se razraste ali razširi nad neko območje navadno po prehodu hladne fronte oz. po njenem odmiku proti vzhodu ali jugovzhodu. S hladno fronto je priteknel v deželo hladnejši zrak, navadno nad toplejšo podlago. Od več vzrokov je odvisno, kaj se bo naprej v atmosferi dogajalo. Pri tem so predvsem pomembni letni čas, vlažnost dovedenega zraka in hitrost krepitve anticiklona oz. nastajanja subsidenčne inverzije.

Pozimi imamo ob pritoku suhega, polarno kontinentalnega zraka in ob hitri krepitvi anticiklona suho in mrzlo vreme, kot smo ga že omenili v zve-

5.11 Vertikalna razporeditev temperature v stabilnih (a) in labilnih (b) pogojih z značilnimi oblaki





5.12 Satelitska slika južne Evrope ob anticiklonu pozimi

zi s Sibirskim anticiklonom. Tako vreme lahko nastane tudi po pritoku hladnega in suhega zraka od severa ali severozahoda ob razširitvi polarnega anticiklona od tam. Če pa je za hladno fronto priteknel hladen in vlažen morskopolarni zrak, se ta pozimi pri tleh nadalje ohladi pod rosišče in kotline se kmalu spremenijo v meglena jezera. Nad njimi je bolj suh, čeprav ne povsem čist zrak, in še višje je subsidenčna inverzija – glej *sliki 9.12 in 9.14*.

Poleti pa se s hladno fronto priveden hladni zrak spodaj ogreje. To sproži vertikalna mešanja – konvekcijo, ki lahko seže visoko skozi troposfero prav do tropopavze (okrog 10 km visoko). Če je zrak bolj suh in je sesedanje zraka že kmalu izdatno, se pojavijo le manjši in posamezni kopasti oblaki lepega vremena. Če pa je s fronto privedeni zrak močno vlažen, zlasti spo-

četka, ko so stabilizacijski učinki anticiklona še šibki, zakipijo dopoldne v nebo veliki kopasti oblaki. Ti se kmalu ali popoldne razvijejo v nevihtne cumulonimbuse [slika 5.11 b]. V šibkem anticiklonu se nevihte pojavljajo še tretji dan po prehodu hladne fronte, pri močnem sesedanju zraka oz. ob močni subsidenčni inverziji pa jih tudi v vlažnem zraku že drugi dan ni več. V zvezi s tem velja, da je navadno v anticiklonu najlepše vreme šele tedaj, ko je že čez vrh svojega razvoja, to je, ko že počasi slabi ali odmira.

Vsa ta dogajanja v anticiklonu, kot tudi lastnosti bližajočih se zračnih mas in vplivov podlage, morajo napovedovalci vremena skrbno spremljati in preverjati možne učinke po posebnih (termodinamičnih) diagramih, da lahko ocenijo, kakšen razvoj vremena je pri danih razmerah in na posameznih območjih Slovenije najbolj verjeten.

↑ Razložili smo že, zakaj so v anticiklonih splošni vetrovi razmeroma šibki. Prav zato pa je vpliv lokalnih razmer v anticiklonu najbolj izrazit. Tedaj močno izstopijo vplivi reliefa zaradi razlik v ogrevanju različno nagnjenih in različno obrnjenih pobočij, vpliv različne sestave tal ali različne obraščенosti, pojavi se vpliv kotlin, obale itd. Razvijejo se lokalni vetrovi kot so pobočni vetrovi, podolinski vetrovi, obalni vetrovi, burja, ki v odvisnosti od raznih pogojev prej ali pozneje oslabi in drugo [sliki 7.10 in 7.11].

5.13 Satelitska slika Slovenije z meglo v Ljubljanski, Litijski in Idrijski kotlini



Pozimi se ob mirnem vremenu v anticiklonih pojavljajo obdobja visokega onesnaženja zraka pri tleh, zlasti v naseljenih oz. urbaniziranih kotlinah, kjer je mного virov onesnaženja in ker se pač zrak navzgor ne meša. Čeprav so splošno vremenska dogajanja v anticiklonih manj izrazita in mirnejša kot v ciklonih, so dogajanja tudi tu vse prej kot preprosta. Pravilna ocena dogajanj in razvoja za pripravo prognoze terja zato poglobljene študije in zahtevne priprave.

V skladu z vremenom, ki je navadno v anticiklonu pretežno jasno, so na satelitskih slikah vidni anticikloni kot velika temnejša območja z vidnim reliefom oz. kopnim in morjem [slika 5.12]. Spomladi in v jeseni, ko sneg pokriva le višje predele, so lepo vidni beli snežni grebeni in vmes temne doline in nižine, drugič pa temnejši nižji grebeni in bele, z meglo zapolnjene kotline [slika 5.13]. Spomladi, ko je morje še hladno, se le nad kopnim razvija konvektivna oblačnost, ki je nad morjem ni [slika 5.14].

Obratno se nad relativno toplimi morji ob pritoku hladnega zraka od severa tam razvija konvekcija. Ta je na satelitskih slikah vidna kot počesana ob-

5.14 Konvektivna oblačnost nad kopnim poleti – nad morjem je ni





5.15 Satelitska slika oblačnih cest ob severnih tokovih nad pozimi toplejšimi morji

lačnost s kupčki, ki so proti jugu vse večji in oblačne ceste prekrijejo večji del neba oz. morja [slika 5.15]; ti oblaki pa ob okrepitvi anticiklona spet izginejo.

V anticiklonu torej prevladuje lepo vreme, toda ponekod še le dan ali dva po njegovem nastanku oz. razširitvi nad kako območje. V kotlinah pa je pozimi pogosto narobe: po kratkem izboljšanju vremena oz. prenehanju padavin ob fronti se v anticiklonu kotline kmalu spremenijo v jezera vlažnega in onesnaženega zraka, kar se pri nas pogosto dogaja. Le v višjih legah je sončno in topleje.

Tudi odcepitev višinskega jedra hladnega zraka od zaledja lahko povzroči, da je vreme kljub visokemu zračnemu pritisku slabo. V splošnem pa le velja, da je vreme ob anticiklonu nad nekim območjem lepo.

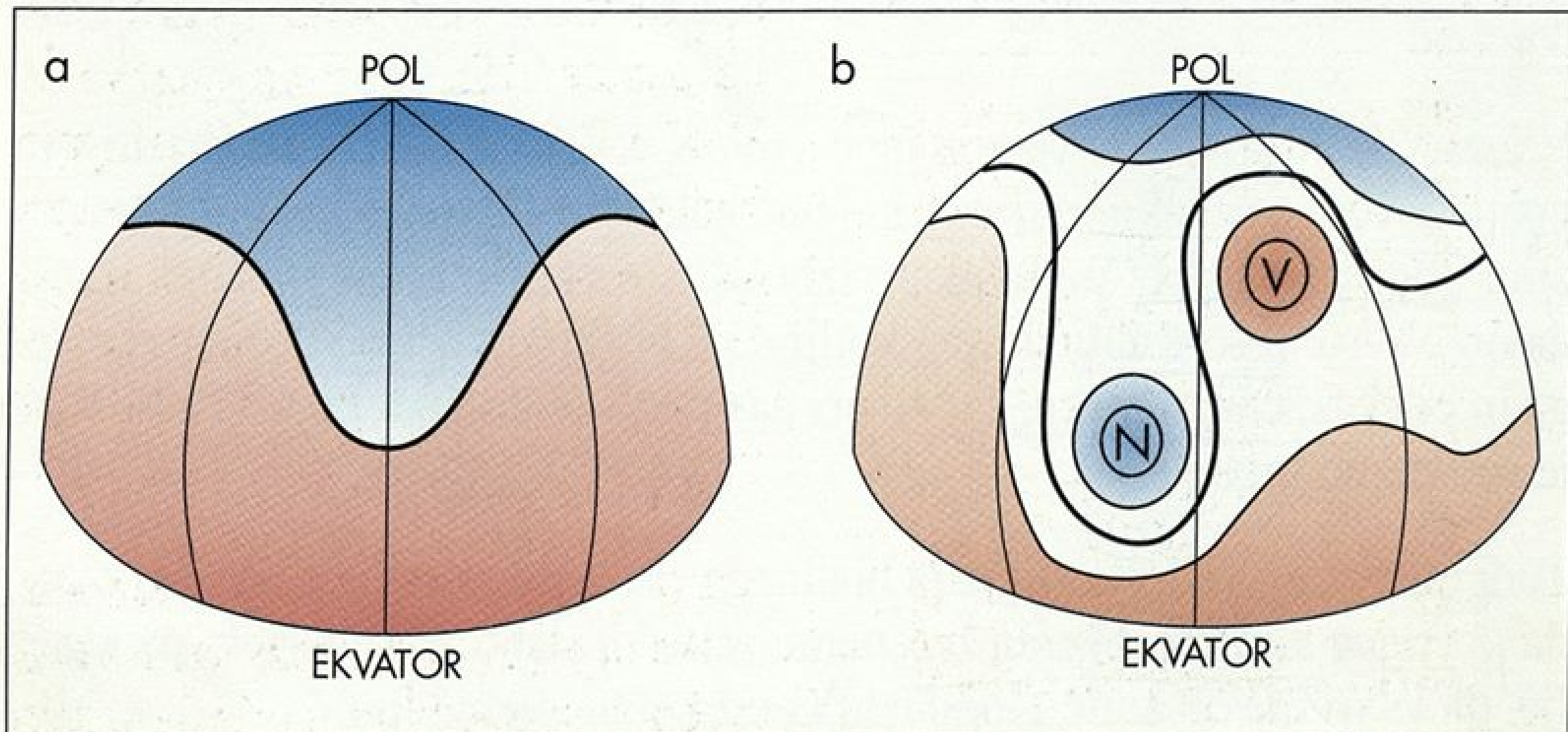
6. BLOKADA, VIŠINSKI IN SREDOZEMSKI CIKLONI

Včasih so planetarni zahodni zračni tokovi v zmernih širinah dalj časa izrazito vzporedniški, to pomeni, da pihajo vetrovi v dokaj gladkem obroču okrog poloble in zato ni izmenjave zraka in energije med ekvatorialnimi in polarnimi območji. Presežek energije sončnega obsevanja na ekvatorju in njen primanjkljaj okrog pola močno povečata temperaturne razlike v smeri sever–jug. Polarna fronta se močno okrepi, z njo vetrovna striženja. Teorije kažejo in praksa potrjuje, da so take razmere zelo labilne in zato občutljive tudi za manjše motnje. Motnje se v zračnih tokovih vedno pojavljajo, v takih labilnih razmerah pa se iz njih hitro razvijejo razni vodravni in na tok prečni valovi.

V opisanem primeru, ko je vetrovno striženje močno in so temperaturne razlike na majhne razdalje velike (velik horizontalni temperaturni gradient), vlada tako imenovana baroklina nestabilnost, v kateri valovom nekaterih valovnih dolžin amplituda nezadržno narašča. To pomeni, da se v dolini hladen polarni zrak zajeda vse dalje proti jugu, v sosednjem grebenu pa se topli tropski zarine daleč proti severu [slika 6.1 a]. Ta proces se včasih ne ustavi in val ne uplahne, ampak narašča naprej, tako da izgubi svojo obliko in se pretvori v nekakšne zanke oz. preščipnjene zajede, podobne očalom [slika 6.1 b].

Ob tem topli in hladni zrak izgubita povezavo s svojim zaledjem, od katerega se odcepita, daleč na severu se pojavi zaključeno jedro toplega zraka, daleč na jugu pa zaključeno jedro hladnega zraka. V takih primerih imajo

6.1 Rossbyjev val na polarni fronti (a) in njegovo večanje do nastanka blokade (b)



lahko npr. otoki Spitzbergi, ki so daleč na severu (čez 75° g. š.), enako temperaturo zraka kot Alžir na severnem robu Afrike (35° g. š.).

Pri takem preoblikovanju valov je pas planetarnih zahodnih tokov prekinjen oz. zaustavljen in govorimo o blokadi teh tokov. Vremenske tvorbe zdaj ne potujejo več od zahoda proti vzhodu, ampak po teh močno zverženih meandrih in se tudi bolj čudno obnašajo. S tem pa delajo napovedovalcem vremena sive lase, pri uporabnikih napovedi pa ustvarjajo nevoljo nad češče zgrešenimi napovedmi vremena v takih dneh.

V skladu z nam že znanim dejstvom, da so v toplem zraku izobarne ploskve po višini bolj razmaknjene kot v hladnem, se nad jedrom toplega zraka na severu ustvari višinski anticiklon s cirkulacijo in značilnostmi, ki mu pripadajo (pogl. 5.). Toda to je daleč na severu in se nas neposredno ne tiče.

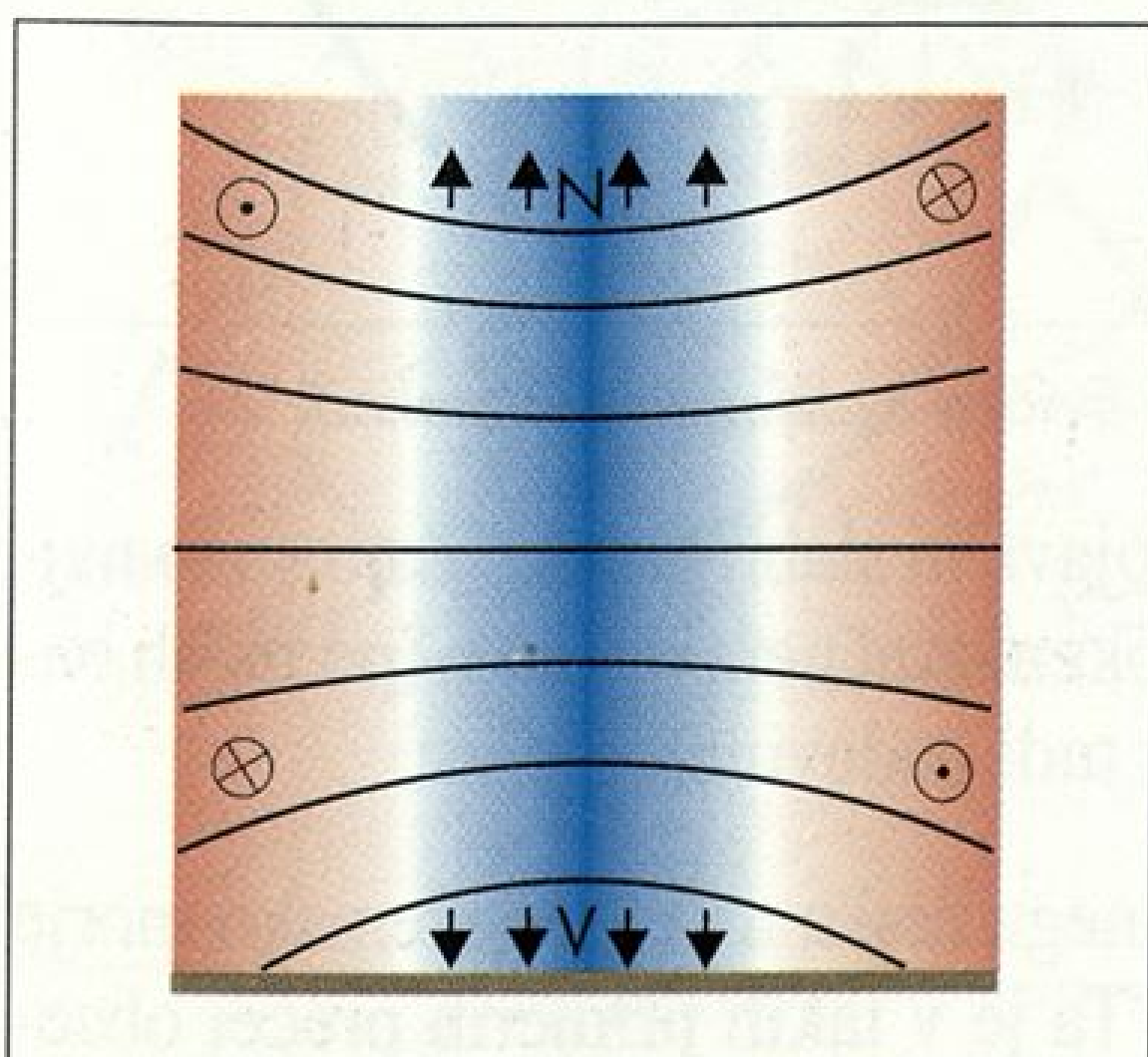
Odcepljeno jedro hladnega zraka je pogosto v naši bližini ali celo nad nami in močno spremeni siceršnja vremenska dogajanja pri nas. V odcepljenem jedru hladnega zraka, ki ima premer največkrat okrog 1000 kilometrov, so izobarne ploskve po višini stisnjene. Čeprav je pri tleh zračni pritisk normalen ali celo visok, se v višinah srednje troposfere (okrog 5 km nad tlemi) pojavi višinski ciklon z značilnim ciklonalnim kroženjem zraka okrog središča [slika 6.2]. Na njegovem robu, na meji s toplejšim zrakom, se ob dodatnih motnjah pojavijo frontalni sistemi ali celo manjši obrobni oz. sekundarni cikloni [slika 6.3]. Ti povzročajo poslabšanja vremena, ki so dokaj nepredvidljiva, saj te obrobne motnje dokaj hitro nastajajo ali izginjajo ali se selijo sem in tja. Tudi gibanja oz. premiki celotnega jedra hladnega zraka so dokaj neurejeni in nepredvidljivi: jedro se lahko pomakne v katerokoli smer in se včasih spet vrne.

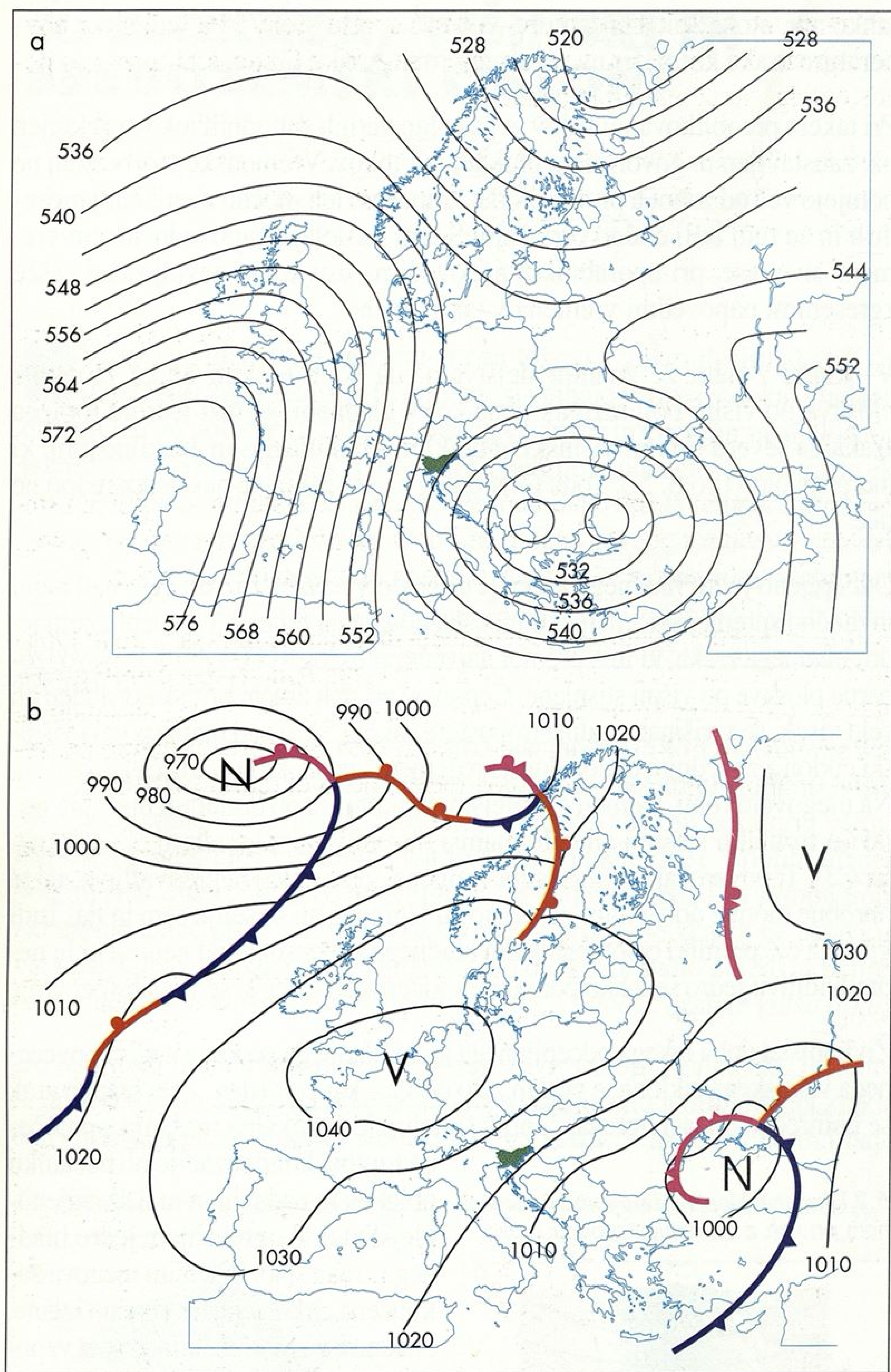
Življenjska doba takega odcepljenega jedra hladnega zraka in z njim povezanega višinskega ciklona je včasih zelo dolga – kar cel teden. Zelo hladen zrak se namreč le počasi ogreva, čeprav sodelujejo vertikalna mešanja, sproščena

toplota kondenzacije ob nastanku oblakov in padavin in tudi sevanje toplejših tal. Z ogrevanjem jedro hladnega zraka slabi in z njim njegova zaključena cirkulacija ter končno izgine. Nakar se v zmernih širinah spet vzpostavi obroč planetarnih zahodnih tokov in blokade je s tem konec, vremenska dogajanja pa gredo spet po bolj ustaljenih poteh in spremembah.

Večja gostota in s tem teža hladnega zraka daje pri tleh sorazmerno visok zračni pritisk, ciklon zgoraj pa ustvar-

6.2 Hladen ciklon v višinah nad anticiklonom pri tleh z ustreznimi gibanji zraka





6.3 Primer višinske (a) in prizemne (b) karte Evrope s ciklonom ob blokadi

ja z dviganjem zraka kondenzacijske pojave in slabo vreme. Zato so to najbolj značilni primeri, ko imamo ob visokem zračnem pritisku (po naših barometrih) po več dni oblačno, vmes pa tudi padavine.

Premik takega odcepljenega jedra hladnega zraka nad Sredozemsko morje okrepi ali razvije sredozemski ciklon. Ta je v takih primerih precej obse-

žen in zaradi bližine neposredno vpliva na naše vreme. Pa tudi sicer povzročajo cikloni, ki pridejo ali nastanejo v severnem Sredozemlju, pri nas pogosto dolgotrajne in obilne padavine.

Cikloni nastanejo v severnem Sredozemlju v glavnem na tri načine:

- višinski ciklon blokade se tu okrepi in razširi do tal,
- ciklon pride z Atlantika prek Španije,
- ciklon nastane kot val na hladni fronti.

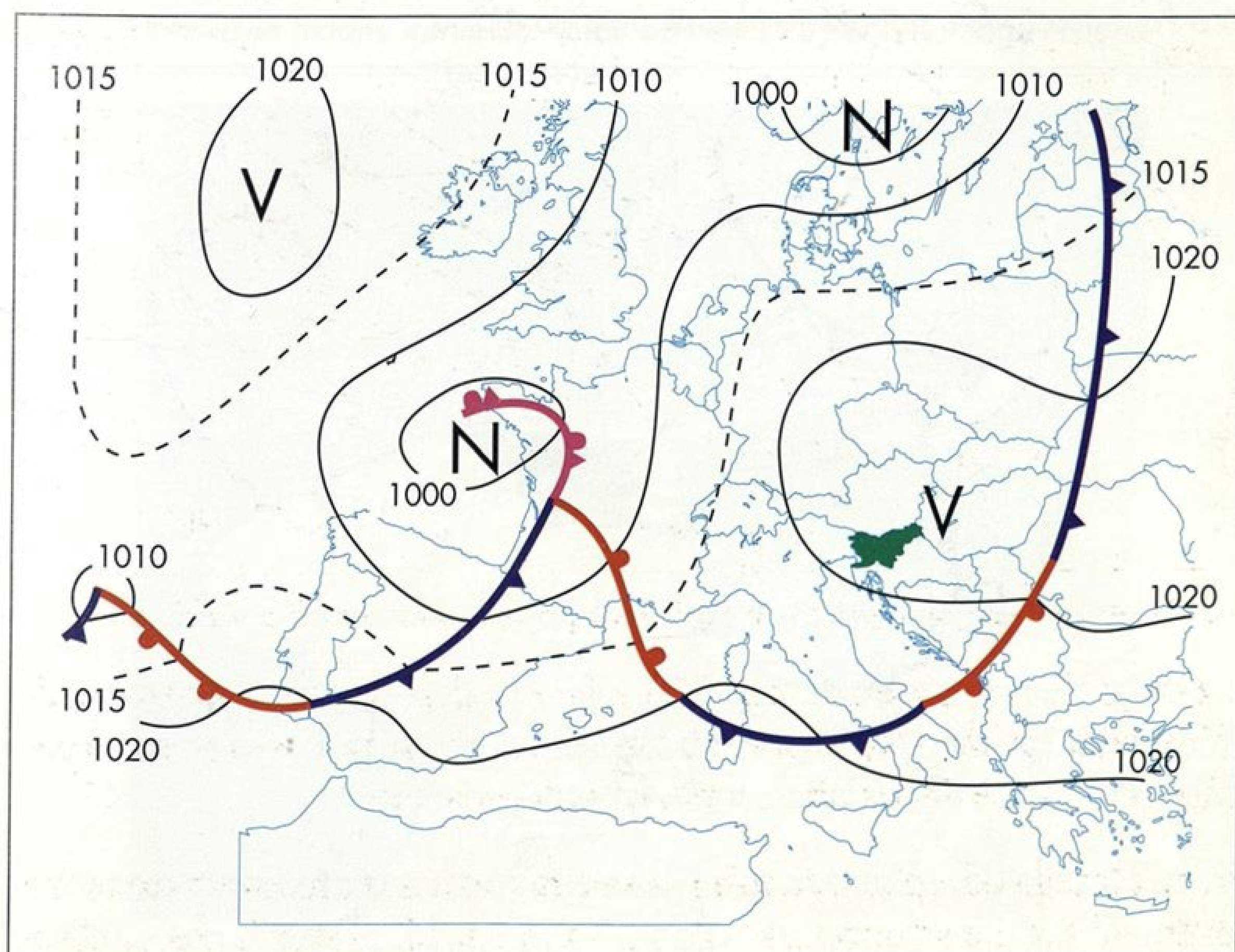
Ob ciklonu v severnem Sredozemlju je njegovo jedro jugozahodno od nas, zato pihajo tedaj pri nas pri tleh in v nižjih oblakih navadno jugovzhodni vetrovi. Jugovzhodni vetrovi so tedaj, zlasti če so topli in vlažni, dokaj zanesljivi znanilci dalj časa trajajočega slabega vremena.

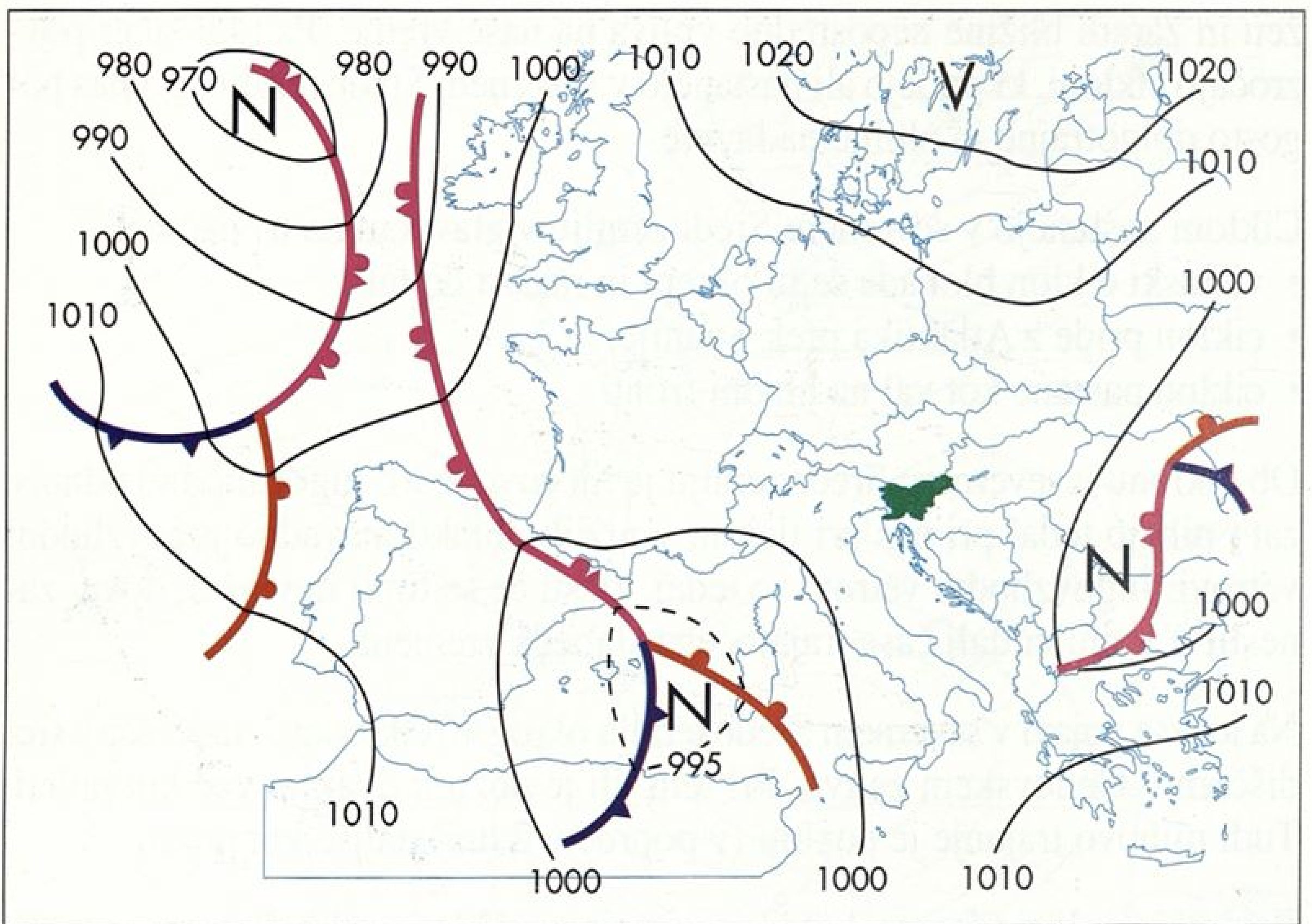
Na leto se pojavi v severnem Sredozemlju okrog 40 ciklonov – najčešče s središčem v Genovskem zalivu. Pri tem jih je pozimi dvakrat več kot poleti. Tudi njihovo trajanje je pozimi (v poprečju 2 dni) daljše kot poleti.

Pozimi je polarna fronta, kot glavna meja med hladnimi polarnimi in toplimi tropskimi zračnimi masami, nad Evropo pomaknjena daleč proti jugu – prav na geografske širine Sredozemlja [slika 6.4]. Cikloni, ki nastajajo na njej na vzhodnem Atlantiku, pridejo tedaj prek Španije v zahodno oz. severno Sredozemlje, kjer se pogosto zaustavijo in okrepijo [slika 6.5].

Od lege doline Rossbyjevih valov v splošnih zahodnih tokovih na višini (pogl. 1) je odvisno, kakšen bo nadaljnji razvoj in potovanje teh ciklonov

6.4 Primer lege polarne fronte nad južno Evropo pozimi



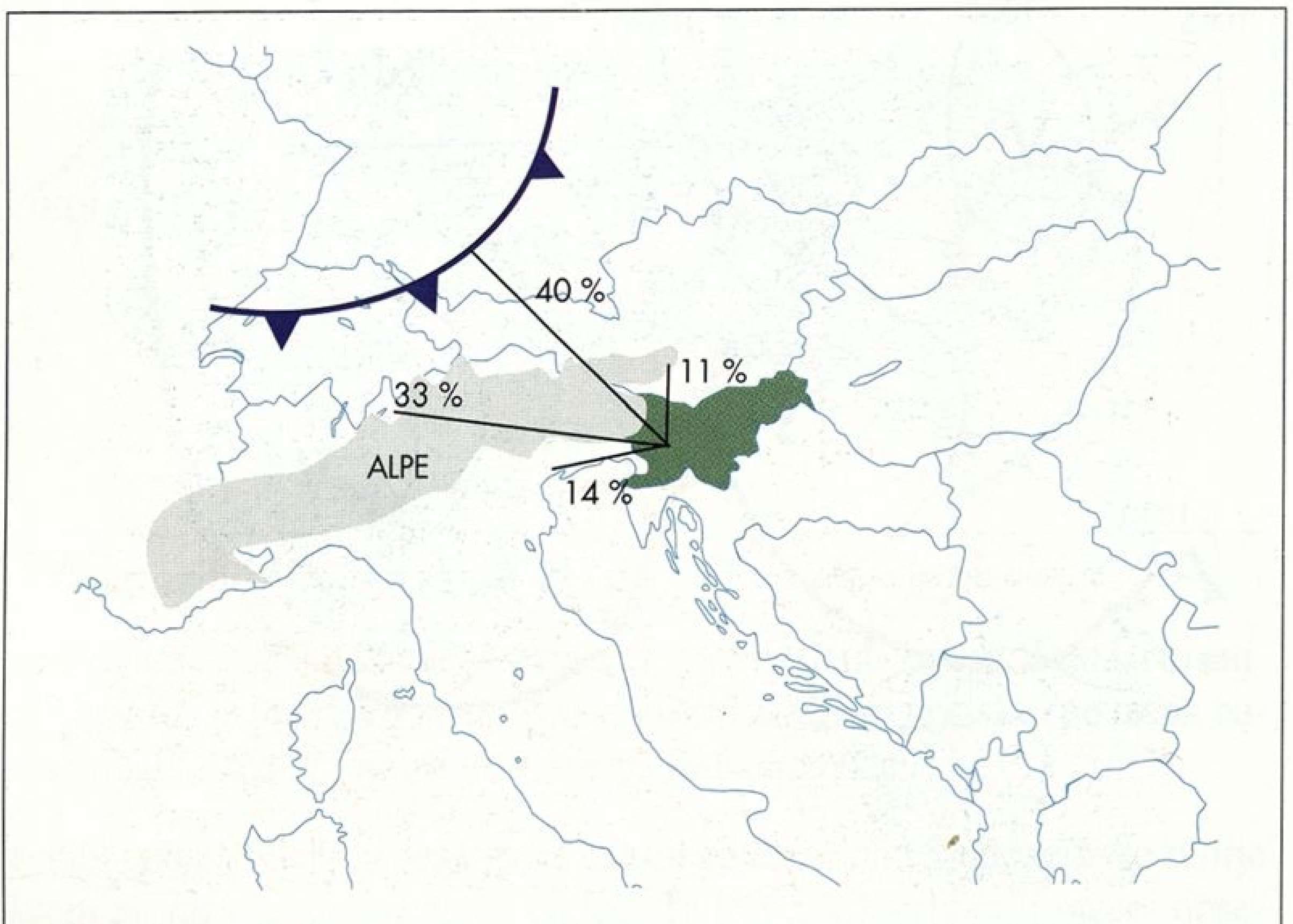


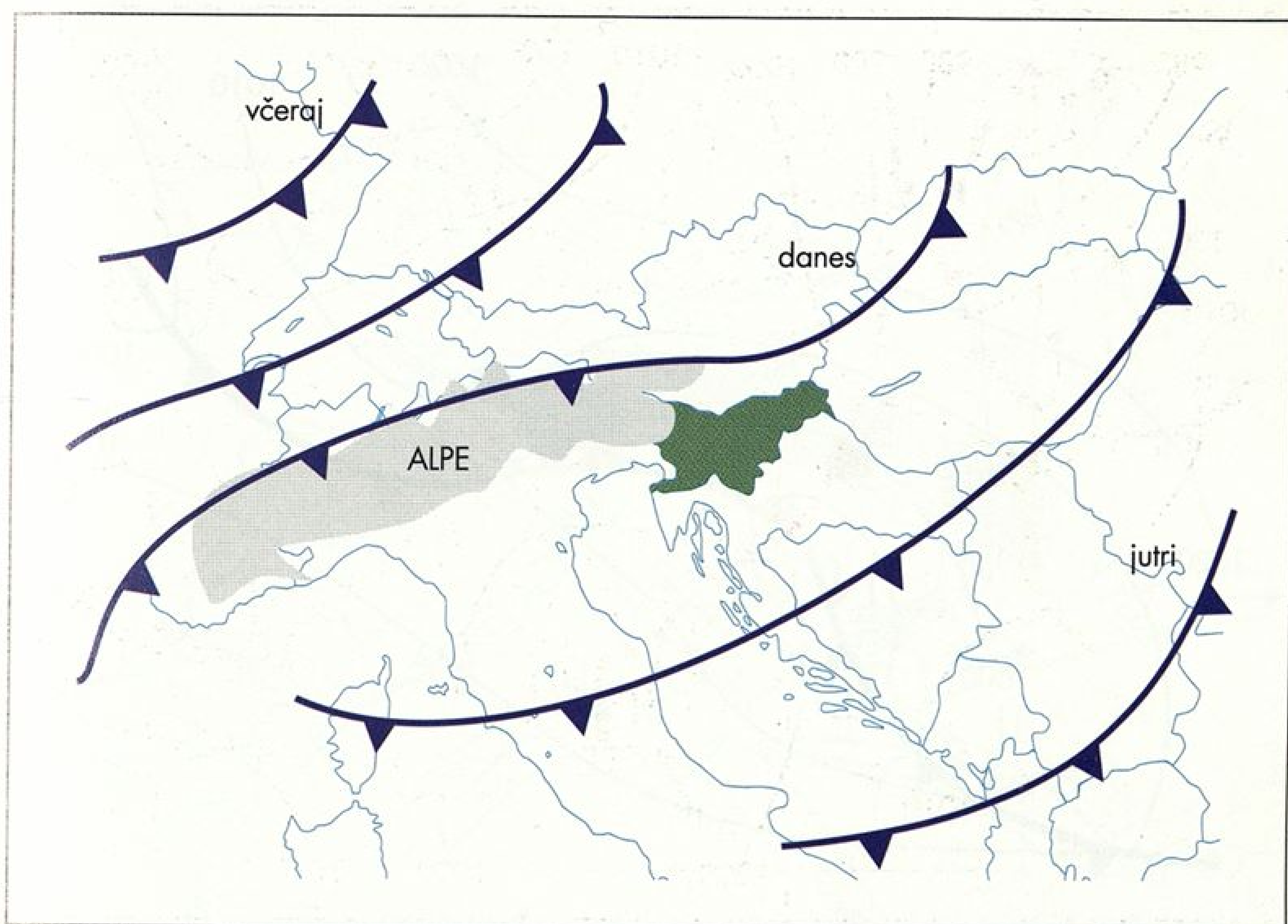
6.5 Ciklon nad sredozemskim robom Španije

ter kakšna bodo vetrovna striženja, stekanja, dviganja zraka in drugo, kar ustvarja oblake in padavine v prizadetih območjih.

Veliko hladnih front, ki pridejo čez zahodno Evropo do Alp večinoma od zahoda ali severozahoda [slika 6.6], z manjšimi težavami Alpe preide in se premika dalje proti jugovzhodu. Tiste, ki so zelo izrazite v temperaturnih,

6.6 Pogostnost smeri prihajanja hladnih front do Alp

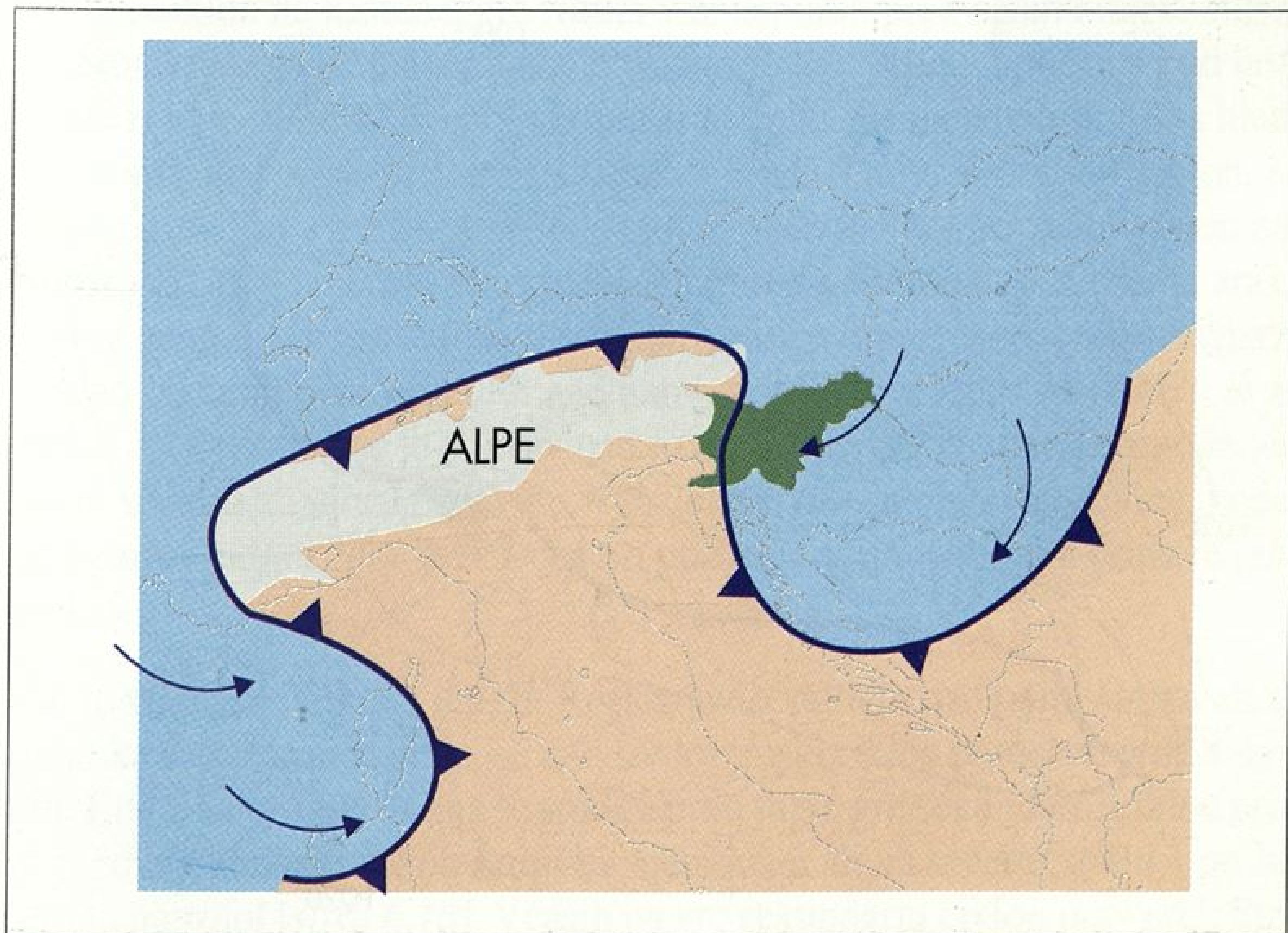


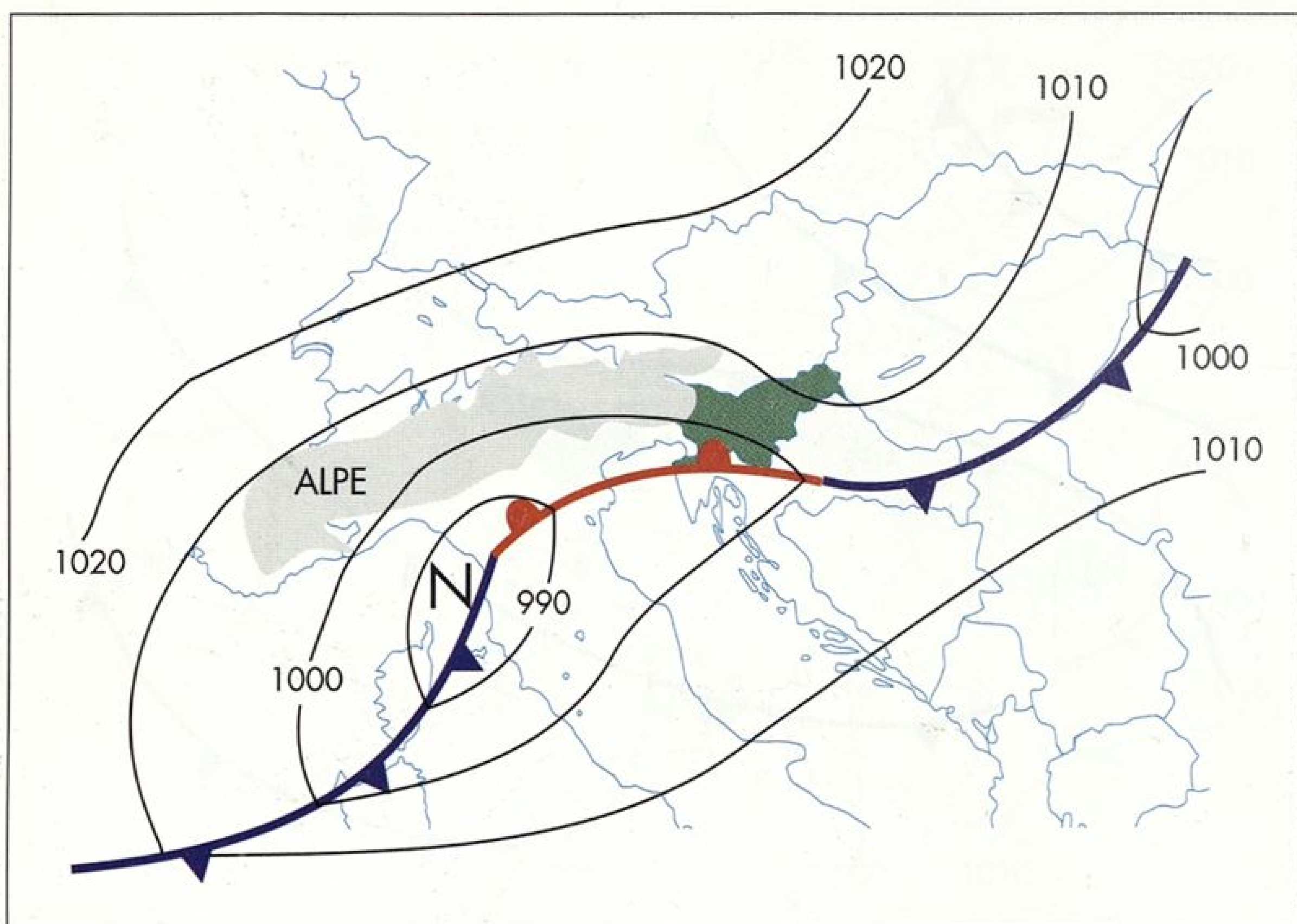


6.7 a Dokaj gladek prehod hladne fronte čez Alpe

vlažnostnih in vetrovnih poljih, pa najprej Alpe kar delno ovijejo. Zaradi zamotanega vpliva Alp na zračne tokove prek njih in dodatnega vpliva toplega Sredozemskega morja, ki še poveča temperaturne razlike, se največkrat prav v Genovskem zalivu razvije ob hladni fronti sprva manjši sekundarni ciklon. Pravimo mu sekundarni, sredozemski ali Genovski ciklon. Različna prehoda fronte čez Alpe sta prikazana na slikah 6.7.

6.7 b Deformacija hladne fronte ob Alpah ob nastanku sekundarnega ciklona

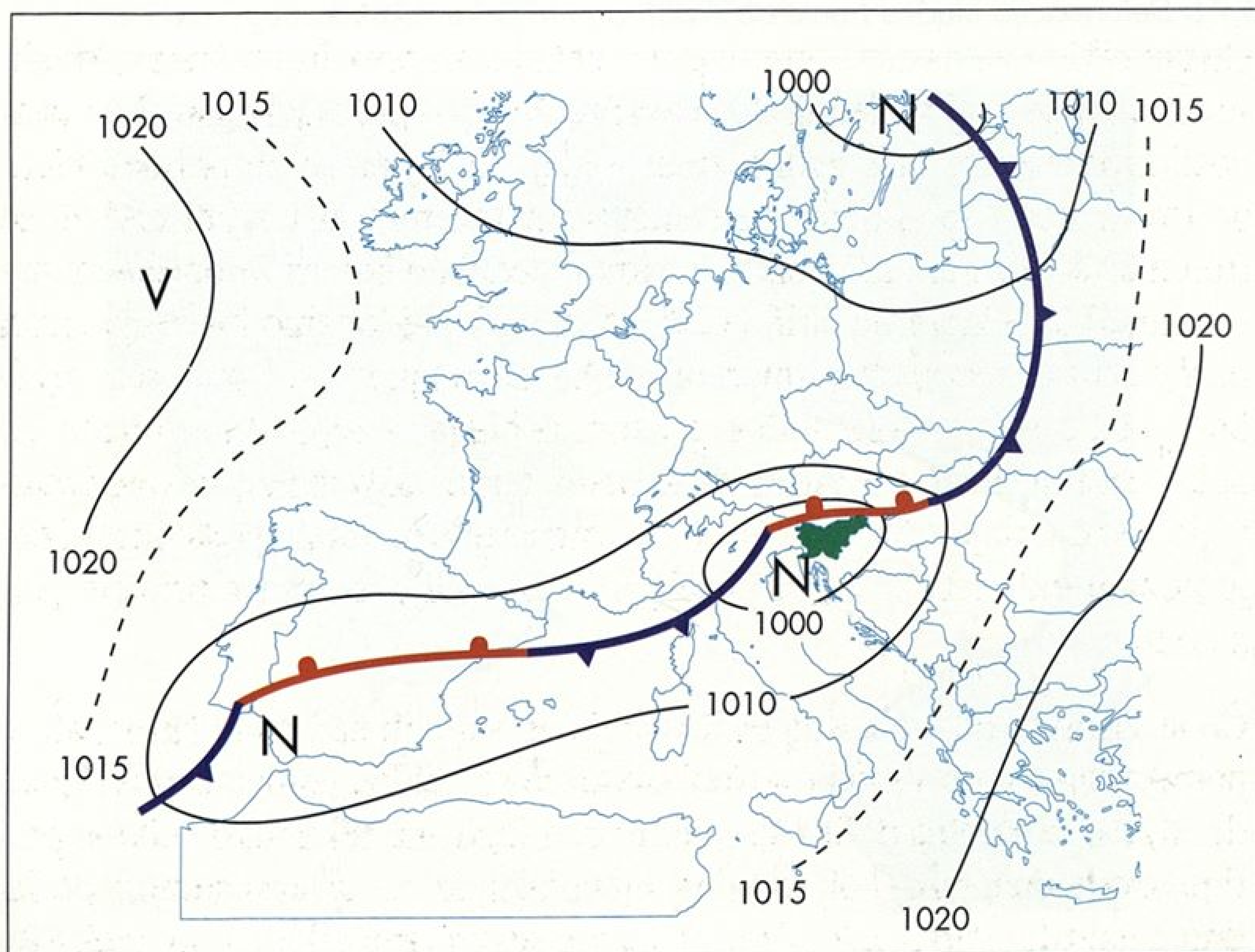


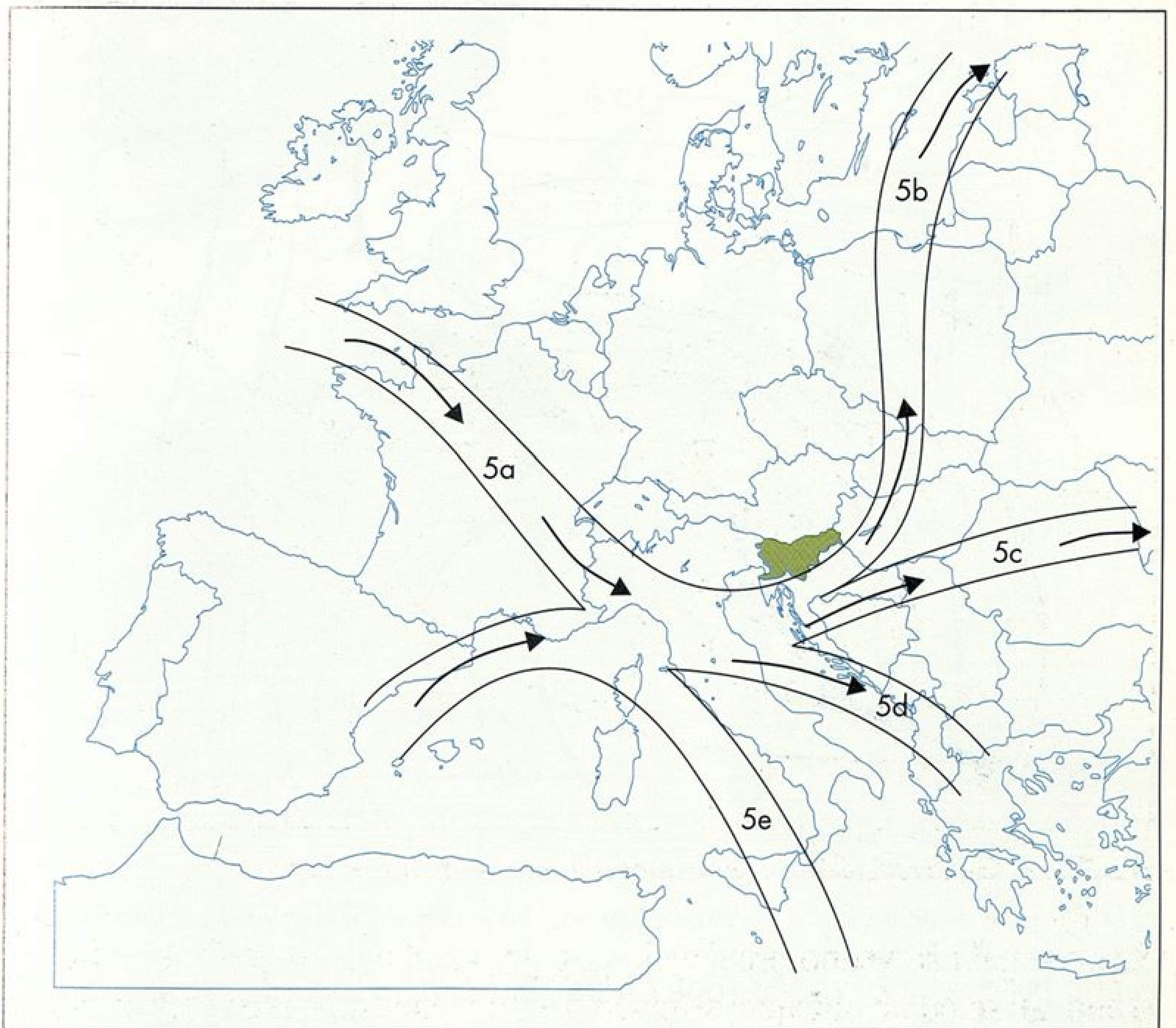


6.8 Razvit Genovski ciklon s pretvorjeno fronto na severovzhodu

Strokovnjaki še vedno preučujejo pogoje, vzroke in sovplive, ki odločajo o tem, ali se bo ob bližajoči se hladni fronti Genovski ciklon ustvaril ali ne. Na vsa vprašanja še ni odgovora in zato se v nekaterih primerih še pojavljajo znatne težave in spodrsaljaji pri prognozi vremena na širšem območju Alp in severnega Sredozemlja. Kljub obilnim podatkom o stanju in dogaj-

6.9 Primer vremenske situacije ob izredno obilnih snežnih padavinah pri nas (14. 2. 1952)



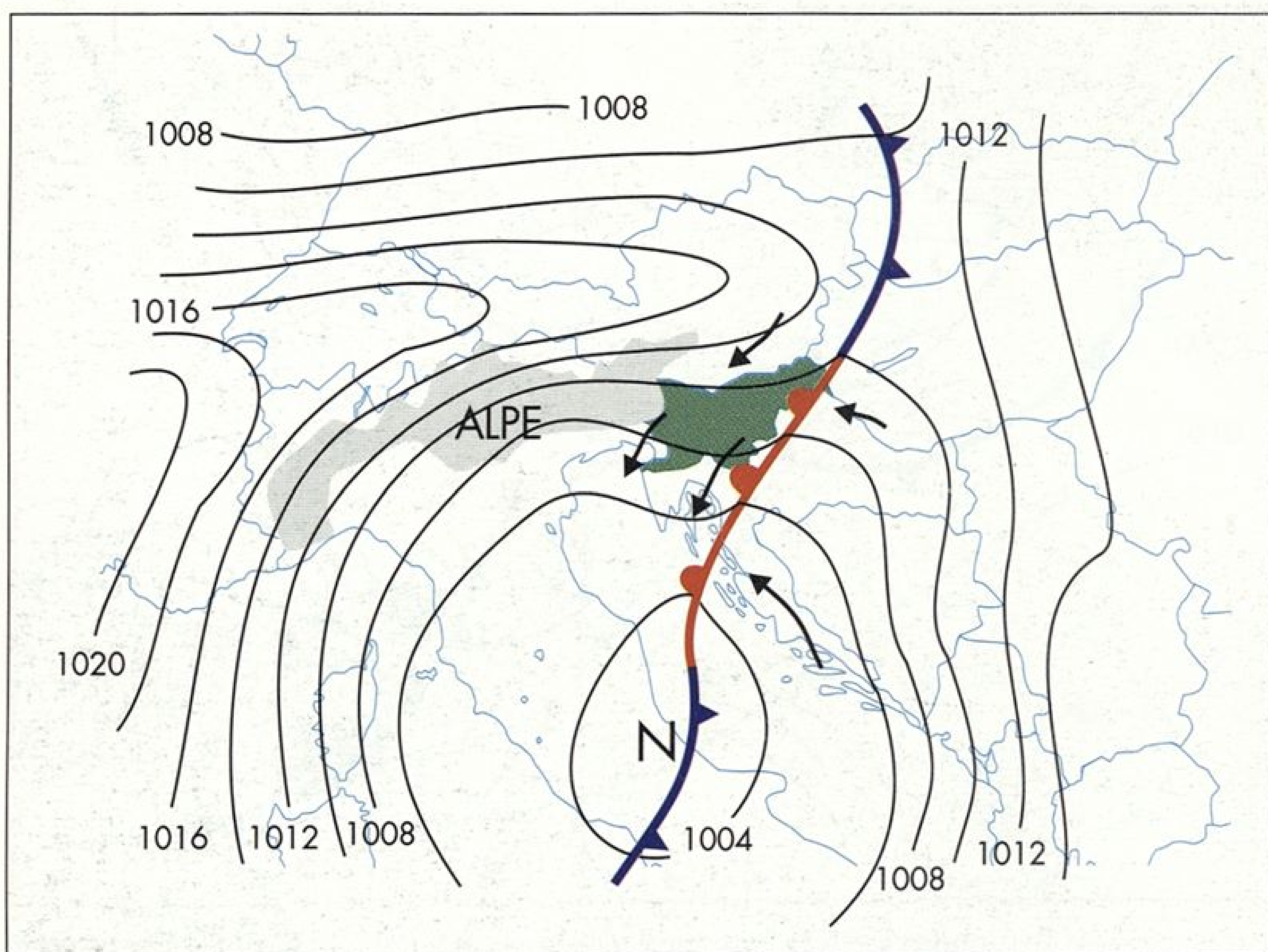


6.10 Ciklonske poti prek Sredozemlja

janjih v atmosferi na tem območju in kljub mnogim spoznanjem in izkušnjam, še vedno ni mogoče zanesljivo predvideti, ali se bo ob bližajoči se hladni fronti na južni strani Alp res ustvaril sekundarni ciklon ali ne.

Če tak ciklon ne nastane, gre fronta v nekaj urah prek naših krajev, kmalu se zjasni in je vsaj naslednji dan navadno že lep – pač v odvisnosti od lastnosti zračne mase in drugih razmer v njej. Kadar pa se ob prihodu hladne fronte nad Alpe prične v severnem Sredozemlju ustvarjati ciklon, se fronta ustavi in v središču ciklona zlomi, podobno kot pri že opisanem nastanku ciklona zmernih širin [sliki 3.5 in 6.8]. Ciklonalno kroženja zraka okrog centra (v nasprotni smeri urinih kazalcev) pretvori fronto severovzhodno od centra, in torej tudi nad nami, iz hladne v toplo, ki se ob tem za nekaj časa ustavi. Če je to prav nad nami, kar ni tako redko, imamo izdatne in več dni trajajoče padavine. Vse dolgotrajne in obilne padavine, ki dajejo pozimi tudi debelo snežno odejo pri nas, sodijo med take primere [slika 6.9].

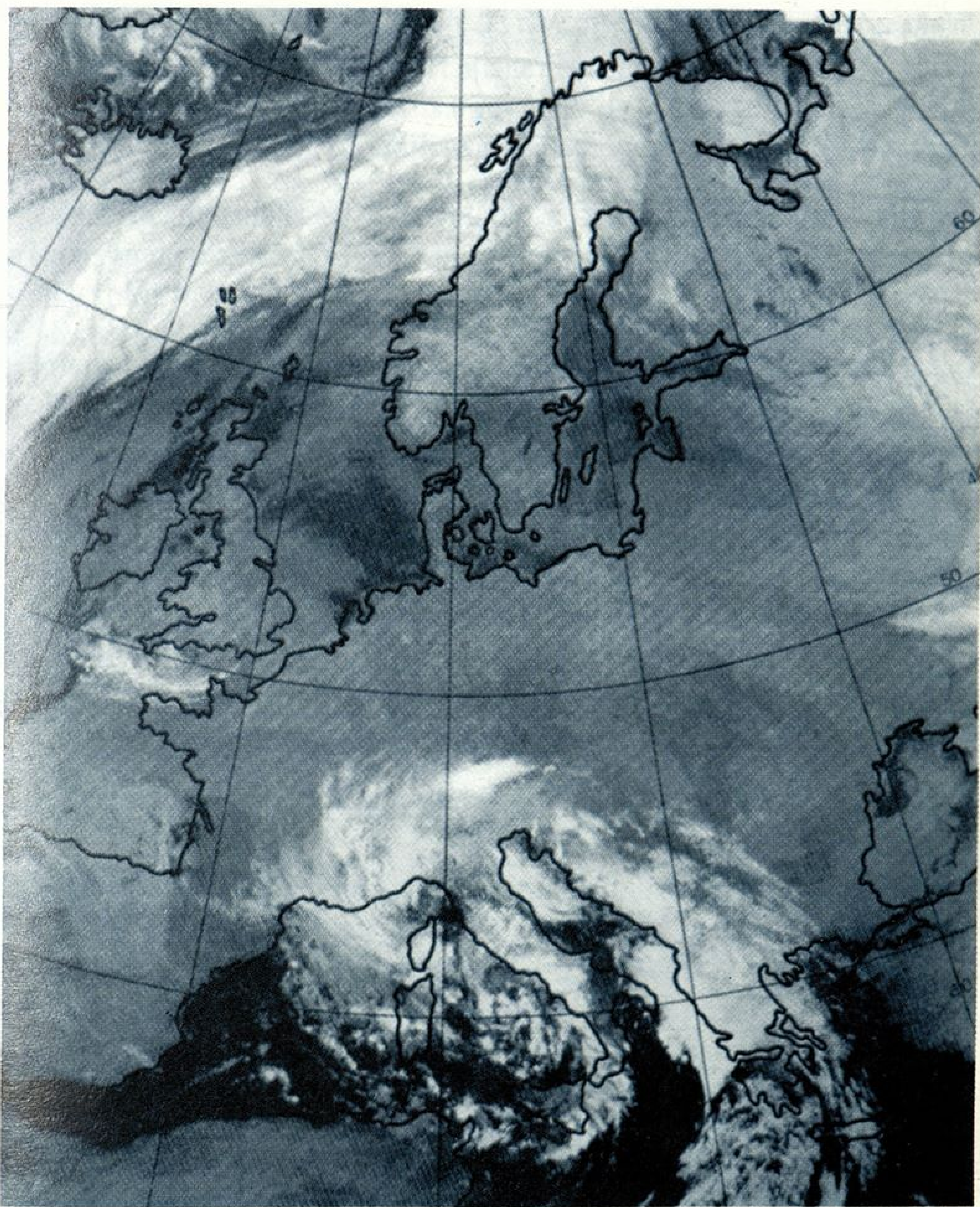
Če je višinska dolina v dolgih Rossbyjevih valovih nad nami široka ali se pomika samo proti vzhodu, se tudi sredozemski ciklon pomakne proti vzhodu. Kadar se celotna dolina še spušča proti jugu, gre sekundarni ciklon proti jugovzhodu navzdol ob Italiji na njeni južni ali na severni strani – po Jadranu navzdol [slika 6.10]. Včasih pa gre sekundarni ciklon prav prek Slo-



6.11 Primer vremenske karte in vetrov blizu nas, ko je center ciklona nad sredino Jadrana venije proti severovzhodu (pot 5 b na sliki 6.10). Tedaj je pri nas močno vetrovno in veter ob prehodu hitro spremeni smer skoraj za 180° oz. zapiha prav v nasprotni smeri – navadno se obrne iz jugovzhodnika v severozahodnik.

6.12 Satelitska slika ciklona nad zahodnim Sredozemljem





6.13 Značilna oblačnost Genovskega ciklona na satelitski sliki

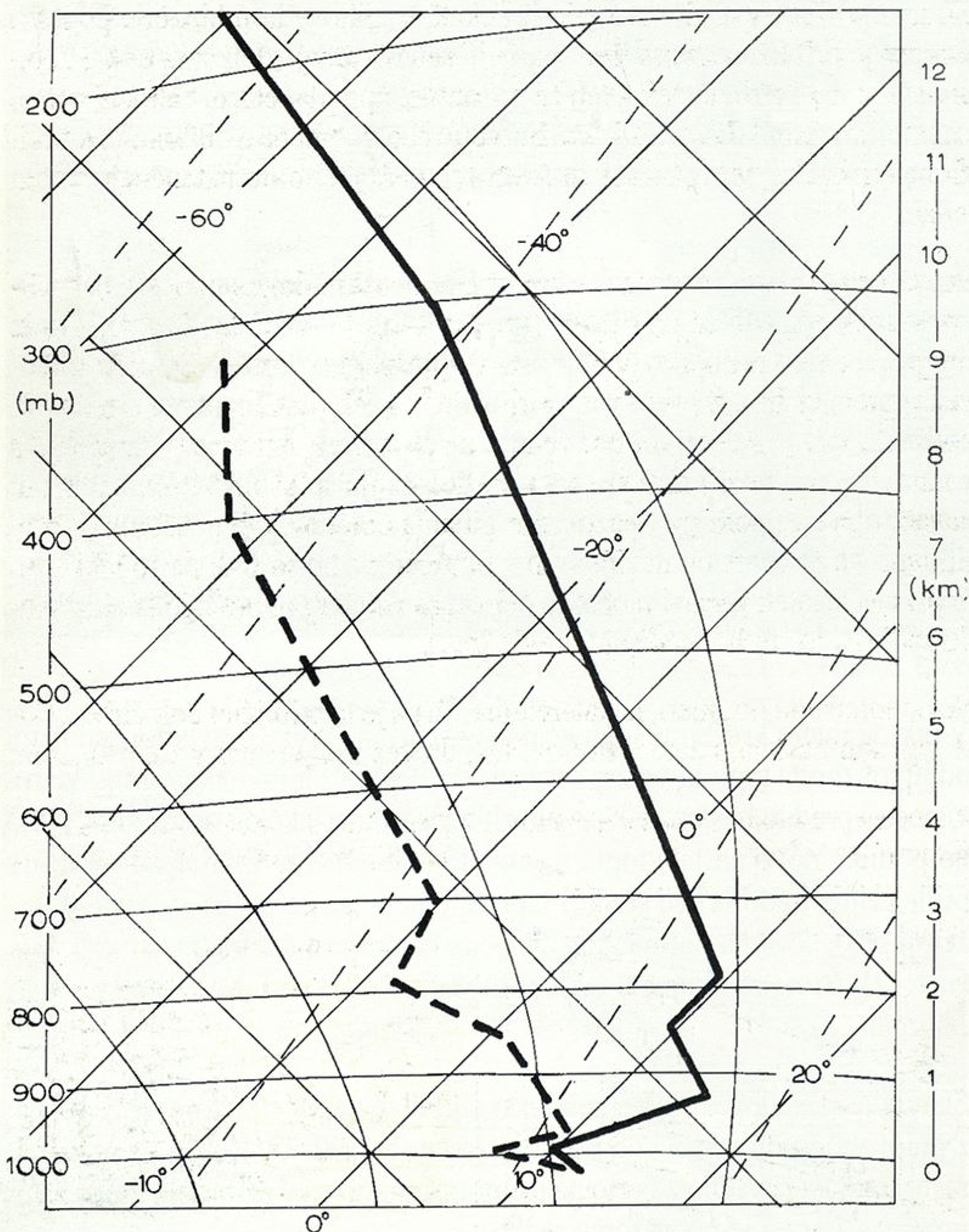
V ciklonalnem kroženju sredozemskega ciklona pihajo navadno nad nami od jugovzhoda topli in vlažni vetrovi. Pri tleh pa z njim nasprotnimi vetrovi počasi prodira hladen zrak prvotne hladne fronte, tako da se čez nas vzvratno pomika novo nastala topla fronta. Ta daje ob tem obilne padavine. Ko pride center ciklona nad srednji Jadran, ima južna polovica Jadrana še vlažen jug(o), severna polovica pa burjo, s katero priteka hladnejši zrak [slika 6.11]. Burja se skupaj s ciklonom vse bolj širi nad jugovzhodne obale Jadrana.

Sekundarni sredozemski ali genovski ciklon se na začetku torej kaže pri nas z jugovzhodnimi vetrovi ob padanju zračnega pritiska. Konča pa se ob porastu pritiska navadno z burjo na primorskem; razen v primerih, ko gre prav prek nas, kar pa je razmeroma redko.

Satelitske slike nam zelo dobro pomagajo pri napovedi prihoda ciklona v Sredozemlje prek Španije ali južne Francije [slika 6.12]. Tudi posledice odcepitve jedra hladnega zraka so v oblačnih sistemih na satelitskih slikah navadno dovolj zgodaj vidne, čeprav je nadaljnji razvoj še vprašljiv.

Razvoj ciklona na hladni fronti južno od Alp je na satelitskih slikah viden šele tedaj, ko že tudi vpliva na naše vreme in je za prognozo prepozno. Tu nam satelitske slike dajo le diagnozo: njegov trenutni obseg in položaj [slika 6.13]. Samo iz tega pa ni mogoče sklepati na njegov nadaljnji razvoj in pomik ter njegov vpliv na naše vreme. Za to so potrebni obsežnejši računi, prognostični pripomočki (karte, diagrami, polja) in tudi izkušnje, čeprav tudi te vse bolj vključujemo v računalniške prognoze.

Termodinamični diagram neke radiosondaže z navpičnim potekom vlage in temperature



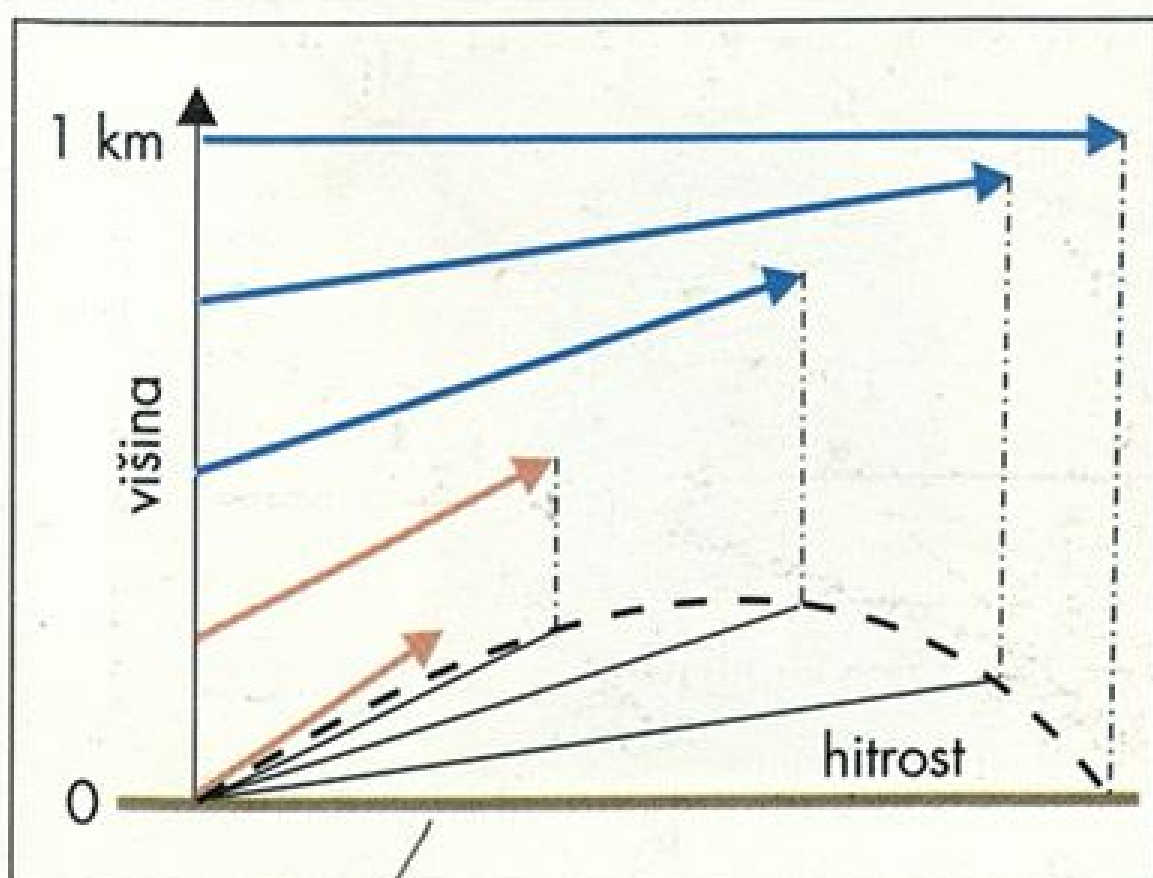
7. VETROVI V SLOVENIJI

Veter je, kot že vemo, pretežno vodoravno gibanje zraka zaradi sil, ki delujejo nanj. Glavna gonilna sila je posledica neenake vodoravne razporeditve zračnega pritiska (gradientna sila), ki sili zrak od višjega proti nižjemu zračnemu pritisku. Brž ko se začne zrak gibati, pa se pojavijo še druge sile, ki so vse odvisne od njegove hitrosti in ga bodisi zavirajo (trenje) bodisi odklanjajo od začetne smeri (odklonska sila, centripetalna oz. centrifugalna sila). Vse sile skupaj ali nekatere njihove kombinacije pogosto ustvarjajo približna ravnotežna stanja, v katerih pihajo dalj časa dokaj enotni in značilni vetrovi. Nekaj teh že poznamo, npr. planetarni zahodni vetrovi zmernih širin [*slika 1.10*], krožni vetrovi okrog centra ciklona in anticiklona [*slika 3.1*] ter razni lokalni vetrovi, ki si jih bomo natančneje še ogledali.

Vetrovi so posledica in vzrok mnogih vremenskih dogajanj. Zato nas lahko vetrovi pogosto že predčasno opozorijo nanje, a le, če jih poznamo in jim posvečamo primerno pozornost. V splošnem so vetrovi pri tleh v Sloveniji precej šibki, saj smo v zavetrju Alp in večinoma živimo v dolinah in kotlinah, kjer je še bolj mirno; vendar pa čisto brez vetra oz. gibanja zraka v naravi skoraj nikoli ni. Zato nam pri določanju splošnih vetrov nad nami navadno precej pomaga opazovanje gibanja oblakov. Ob posebnih primerih, npr. ob frontah, ob nevihtah in v območjih z burjo ipd. pa so lahko tudi pri nas pri tleh vetrovi močni in celo orkanski ter povzročajo znatno škodo (odkrivajo strehe, podirajo drevje ipd.).

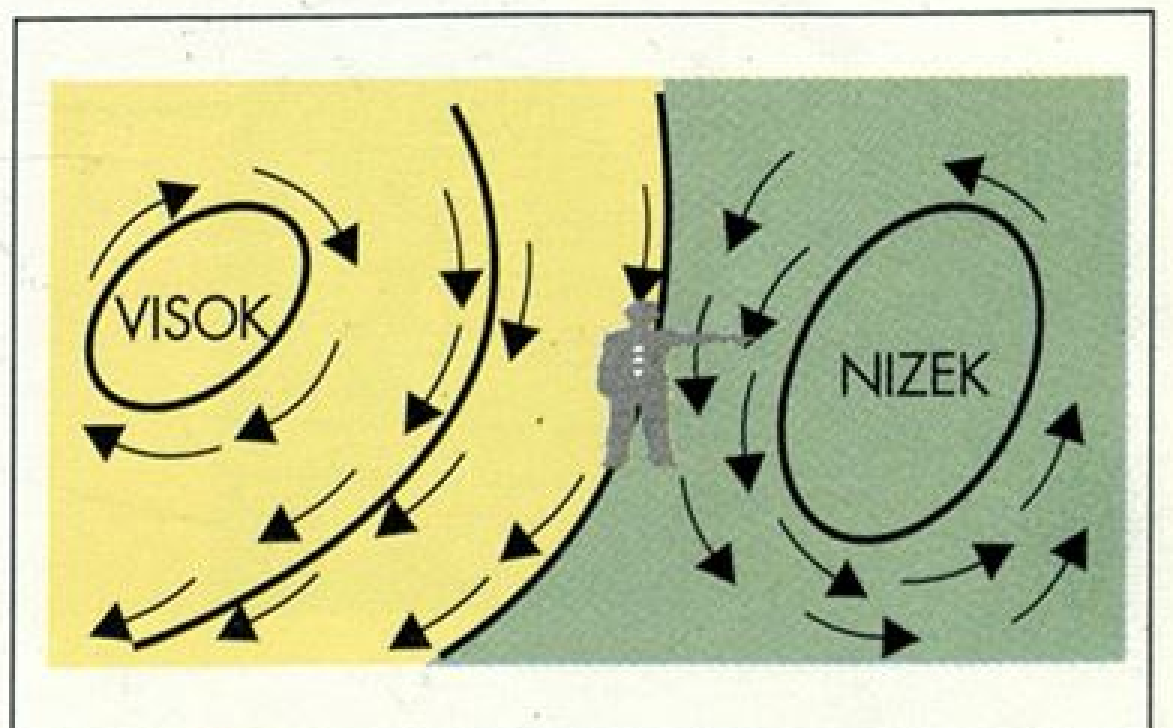
Veter določamo po smeri, iz katere piha. Ta pa je le približno določljiva. Zlasti pri tleh nastajajo zaradi hribov, hiš, dreves ipd. vrtinci v vseh smereh,

7.1 Spremembe vetra z višino v spodnjem kilometru zaradi trenja



Ekmanova spirala

7.2 Po vetru lahko določamo v kateri smeri leži nižji zračni pritisk oz. center ciklona

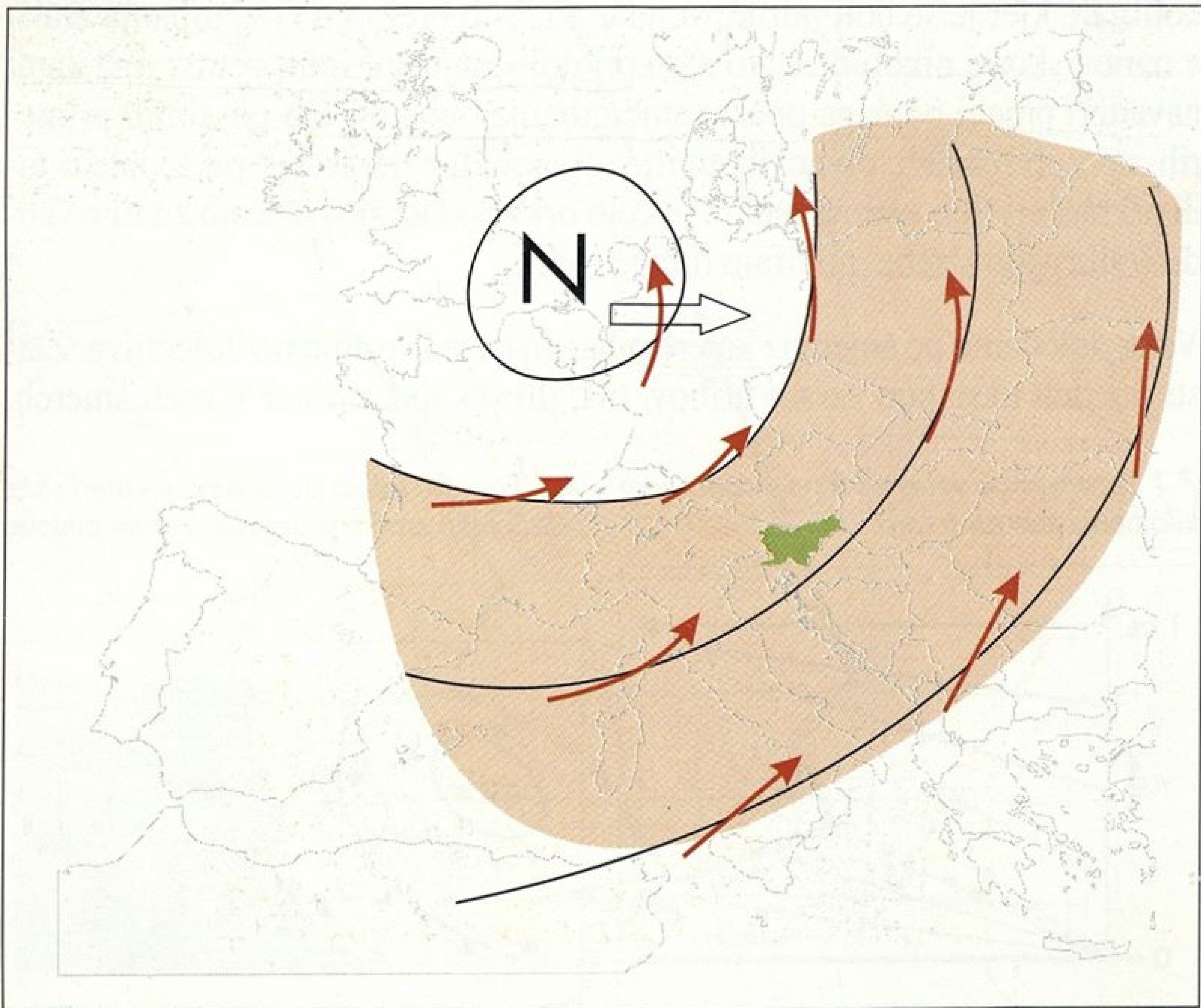


zato je veter vedno tudi nekoliko sunkovit. Močan veter v labilni atmosferi je celo zelo sunkovit oz. spremenljiv po smeri in po hitrosti.

Vpliv tal in objektov na tleh na gibanje zraka (kar včasih označimo kot vpliv trenja) sega v atmosferi tudi nad ravninami približno 1 km visoko, nad visokimi hribi pa seveda več. Zato navadno od tal do višine 1 km hitrost vetra z višino narašča in je zgoraj v t. i. prosti atmosferi lahko nekajkrat večja kot pri tleh oz. nekaj metrov nad tlemi, kakor jo navadno merimo. Če ni drugih močnejših vzrokov, se veter zaradi trenja pri tleh z višino ne le krepi, ampak tudi obrača v desno [slika 7.1]. Ta odklon je nad gladkim morjem majhen ($10\text{--}20^\circ$), nad hrapavim terenom pa do 60 kotnih stopinj. Ta zakonitost nam pomaga, da iz znanega vetra pri tleh sklepamo na vetrove v višinah in obratno. Če smo med hišami, v gozdu ipd., je veter pri tleh dokaj "čuden" in ne vemo od kod v splošnem sploh piha; po gibanju večine oblakov pa lahko sklepamo, kakšni so splošni vetrovi nad deželo in v kateri smeri je center nizkega zračnega pritiska. Ta je na levi, če nam piha veter v hrbet [slika 7.2]. To velja le približno, vendar v grobem dovolj dobro za oceno, in je v skladu z ravnotežjem sil, ki smo si ga ogledali na sliki 1.9.

Hitrost vetra podajamo navadno v metrih na sekundo (m/s), pri čemer je 1 m/s enako 3,6 km/h oz. 10 m/s je enako 36 km/h, kar si je mogoče bolje predstavljati. Približno pa določamo hitrost po učinkih, ki jih povzroča na

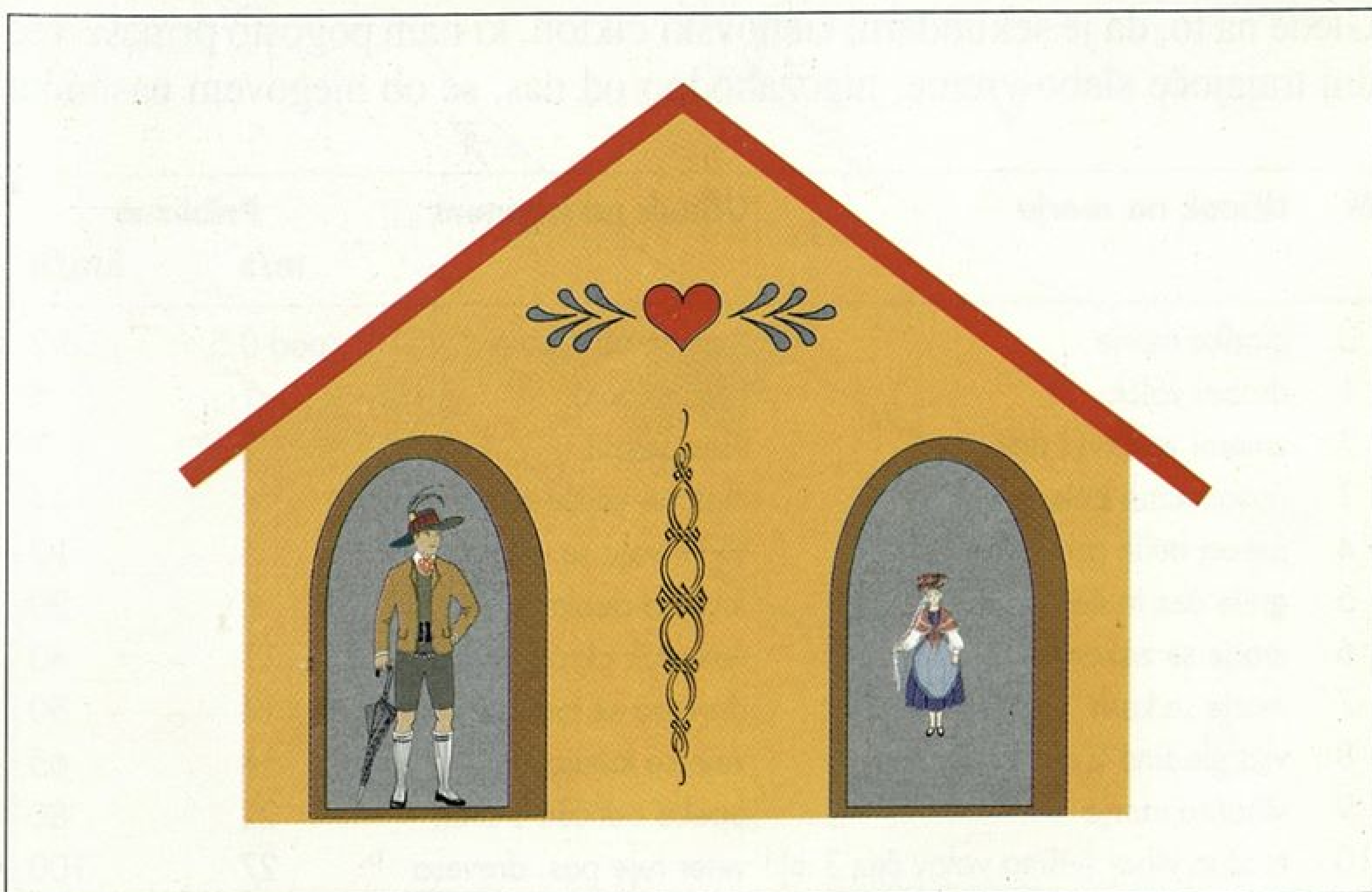
7.3 Območje južnih oz. jugozahodnih, navadno vlažnih vetrov pred ciklonom oz. vzhodno od njegovega središča



morski površini ali na drevju oz. kopnem z Beaufortovo (izg. Boforovo) skalo po tabeli (stran 72).

Poseben problem je določanje vetra pri majhnih hitrostih – pod 1 m/s. Tedaj vetra v običajnem pomenu besede ni in vlada t. i. calma ali brezvetrje; čeprav zares zrak v naravi nikoli povsem ne miruje. Počasna gibanja zraka, npr. ponoči ali v kotlinskih jezerih hladnega zraka, so posledica spuščanja hladnejšega zraka ob pobočjih ali dviganja zraka nad toplejšim mestom, stekanje zraka zato proti mestu ipd. Toda tudi ta gibanja so pomembna predvsem v zvezi s širjenjem onesnaženja v zraku, z nastankom ali dvigom megle itd., a o tem pozneje.

7.4 Bodeča neža kaže vlažnost zraka podobno kot »vremenska hišica«



V skladu z gibanjem zraka v ciklonu v nasprotni smeri urinih kazalcev in z dejstvom, da prihaja večina ciklonov od zahoda in gredo severno od nas, se pred poslabšanjem vremena pri nas navadno pojavijo okrepljeni jugozahodni vetrovi [slika 7.3]. Ti prinašajo poleti prijetno tople večere, ko kar verjeti ne moremo, da bo naslednji dan deževalo. Pozimi pa nastopijo ob tem odjuge.

Pogosto je zrak, ki priteka z jugozahodnimi vetrovi, vlažen, tako absolutna kot relativna vlaga se povečata. Kamen, ki je od prej hladen, se orosi, bodeči neži se zunanja stran listov raztegne in cvet se zapre, lasje se malo podaljšajo. Zadnje pokaže na higrometru na las višjo relativno vlago, pri domači vremenski hišici pa potegne Micko notri in pripelje Janeza z marelo ven [slika 7.4]. Za vse to ljudje vejo, da prinese navadno poslabšanje vremena – v resnici pa kaže le večjo vlažnost zraka. Večinoma temu res sledi poslabšanje vremena, toda pogosto šele čez dan, dva ali več. Samo povečana vlažnost zraka seveda ni dovolj za pravilno napoved vremena.

Vlažen zrak, ki priteka z jugozahodnimi vetrovi, se mora pretakati čez gorske grebene. Pri dviganju se ohlaja in na višinah, kjer se ohladi pod rosišče, se pojavijo oblačne kape na hribih ali lečasti oblaki višje nad njimi. Ob nadaljnjem dotoku še vlažnejšega zraka in nastopu spredaj opisanih procesov, se pojavijo na privetrni strani večjih gorskih pregrad t. i. orografske padavine; pri čemer piha na zavetrni strani bolj ali manj izrazit fen. Tudi oblačne kape na hribih ali lečasti oblaki nad njimi so zato lahko znanilci bližajočega se ciklona in poslabšanja vremena [slika 7.5].

Zrak, ki se ob pobočjih dviga, se, kot vemo, močno ohlaja. Zato se ob začetku vetrov in pritekanja toplejšega zraka v deželo na grebenih (npr. na Kredarici) pojavi začasno znižanje temperature. To nas v takih primerih ne sme zavesti v misel, da že priteka hladnejši zrak.

Glede na to, da je sekundarni Genovski ciklon, ki nam pogosto prinaša več dni trajajoče slabo vreme, jugozahodno od nas, se ob njegovem nastanku

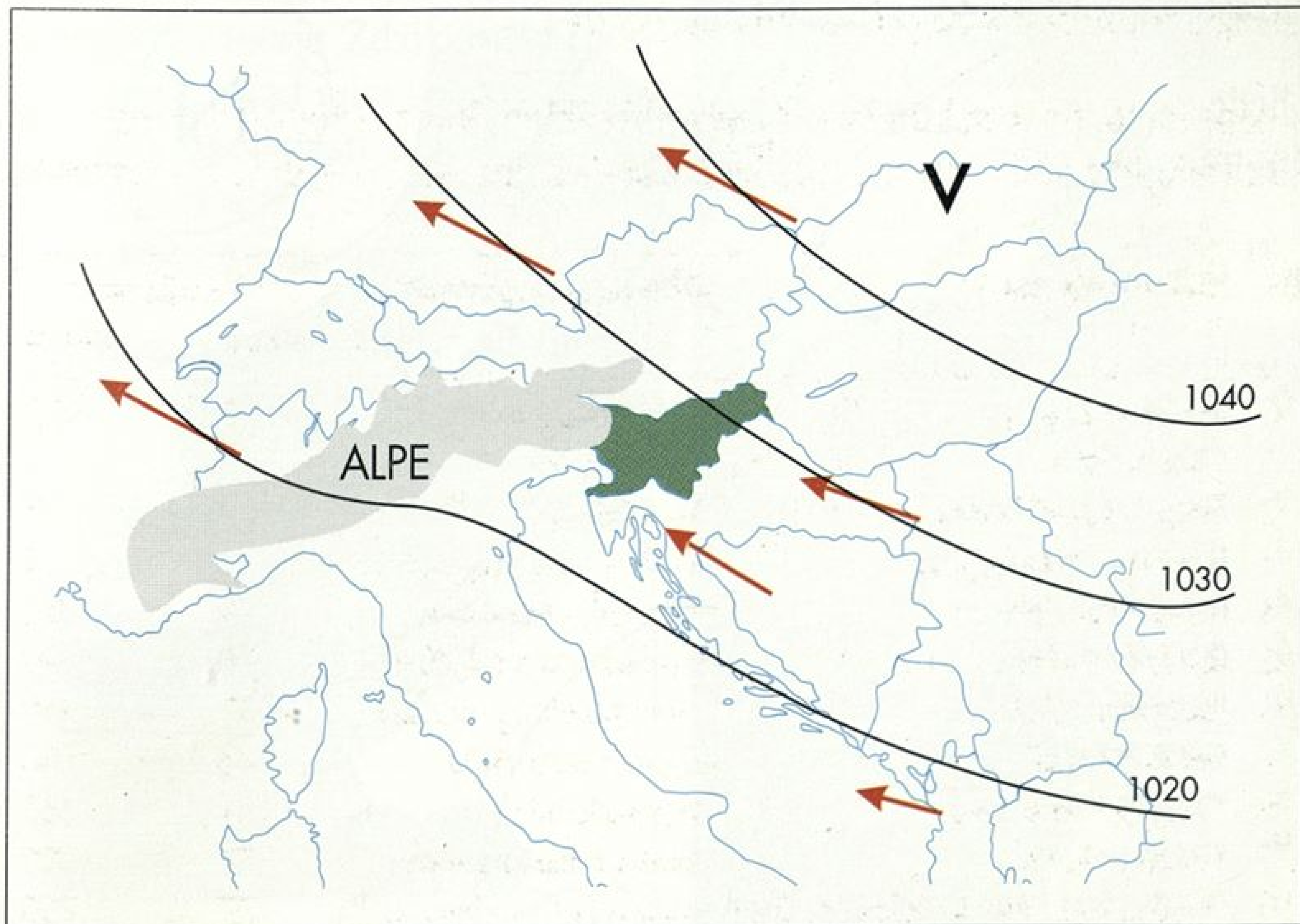
Bf	Učinek na morju	Učinek na kopnem	Približno	
			m/s	km/h
0	gladko morje	listje se ne zgane	pod 0,5	pod 2
1	drobni valčki	listje migota	1	4
2	zmerni valčki (1 dm)	listje šelesti	2	7
3	posamezne bele grive	majhne vejice se gibljejo	4	14
4	precej belih griv	večje veje se gibljejo	6	22
5	grive čez in čez	manjša debla se gibljejo	8	30
6	morje se zakadi	veter tuli okrog vogalov	11	40
7	morje se kadi	drevesa se majejo	14	50
8	vsa gladina v dimu	veje se lomijo	18	65
9	viharno morje	opeko odnaša s streh	22	80
10	močan vihar (višina valov čez 3 m)	veter ruje pos. drevesa	27	100



7.5 Valovni oblaki nad hribi

ali poglobljanju krepijo nad nami jugovzhodni vetrovi. Tudi ti torej navadno ne obetajo nič dobrega (razen če si dežja že želimo). Redko se pojavijo jugovzhodni vetrovi lepega vremena. To je ob razširitvi anticiklona iznad vzhodne Evrope proti nam, kar pa je precej redko [slika 7.6]. Večinoma torej velja, da so pri nas južni, jugozahodni in jugovzhodni vetrovi znanih bližajočega se ciklona in poslabšanja vremena, kar je v skladu s spoznanji v poglavjih 4 in 6.

7.6 Jugovzhodni vetrovi nad nami ob razširitvi anticiklona iznad vzhodne Evrope

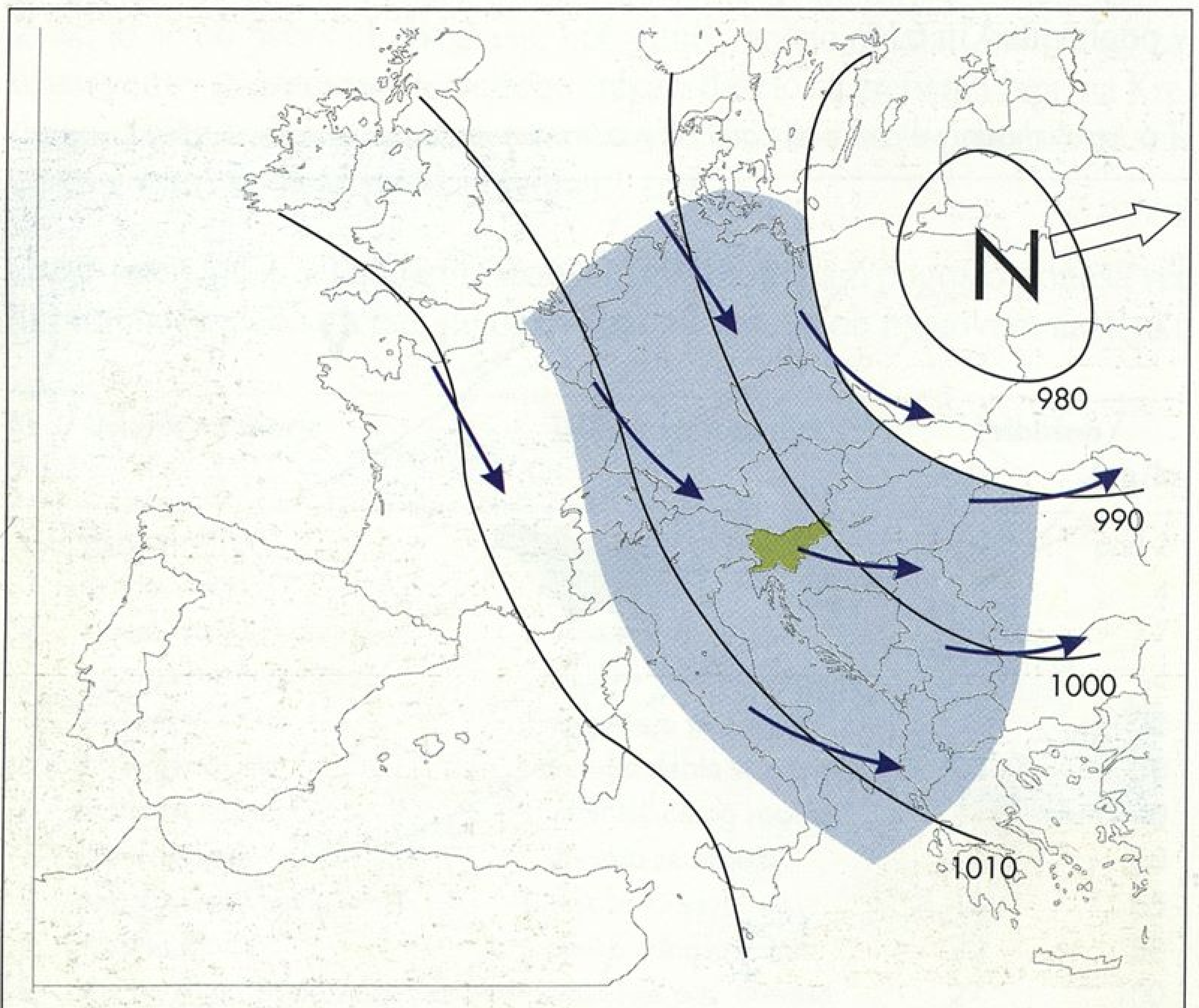


V toplém predelu ciklona med obema frontama oz. na južni strani ciklona, so vetrovi navadno zahodni in razmeroma topli. To nam dá poleti soparne dni, pozimi pa značilne odjuge, ob katerih je lahko vreme prehodno tudi prav lepo, a zagotovo ne traja dolgo.

Za hladno fronto in odhajajočim ciklonom se pojavijo severni, severozahodni ali severovzhodni vetrovi [slika 7.7]. Ti so pri nas navadno hladni in razmeroma suhi. Zrak se pri pretoku čez Alpe na našo stran pogosto še dodatno osuši – fenizira, a je kljub dodatnemu delnemu ogretju še hladen. Je pa razmeroma suh in vidnost v njem je velika; ljudje pravijo, da je zrak umit, čeprav je lahko zaradi prehoda prek industrijskih območij severozahodne Evrope z raznimi plini še kar precej onesnažen.

Najbolj značilna po spredaj omenjenih lastnostih je burja, ki se pojavlja predvsem v primorskih predelih. Grebeni, ki ločujejo sorazmerno topel primorski zrak od hladnega v zaledju, omogočajo, da se hladen in gostejši zrak, ki priteka od severa, kot slap prelije pod toplejšega in redkejšega obmorskega. S spuščanjem poveča hitrost, izjemoma celo kar do 50 m/s oz. 180 km/h. Na zgornji meji hladnega zraka nastanejo razna valovanja, zato se hladen zrak v valovih oz. paketih preliva in se delno kotali čez grebene, kar ustvarja glavne sunke burje [slika 7.8]. Vpliv trenja ustvarja dodatne vrtnice raznih velikosti, kar vse povzroči, da je burja res zelo sunkovit, hladen in suh veter (v katerem se pršut ravno prav osuši).

7.7 Območje severnih in severozahodnih vetrov v zaledju odhajajočega ciklona



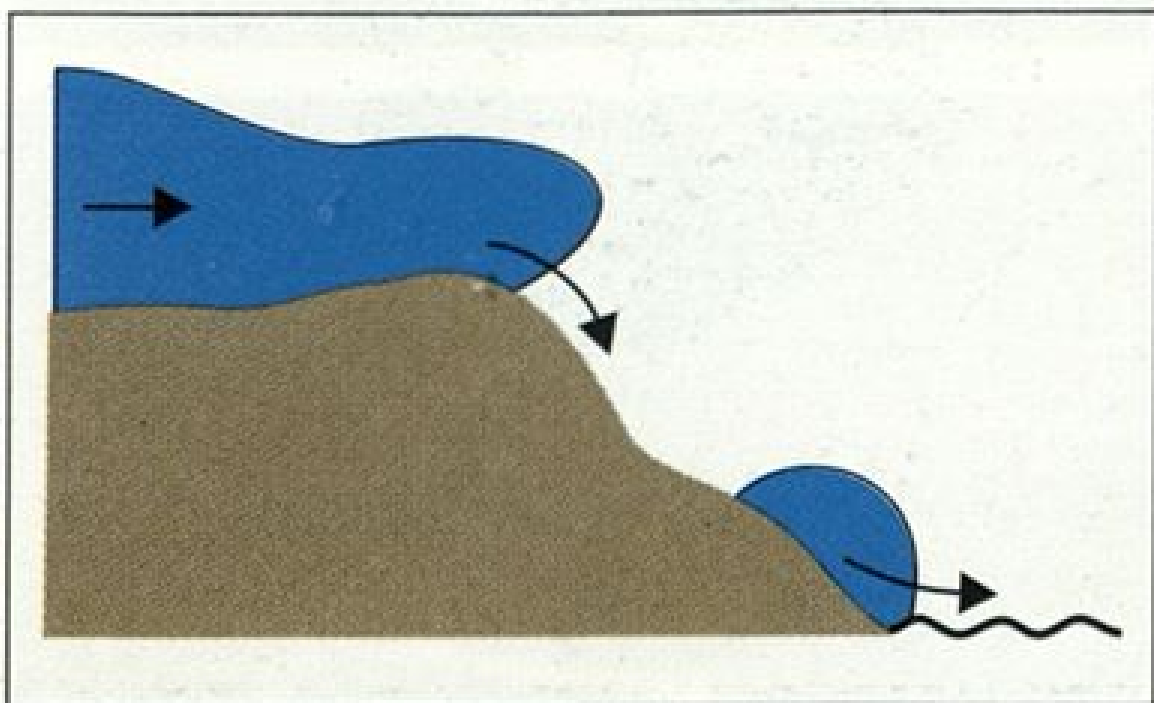
Seveda povzročča burja, zlasti zaradi sunkovitosti, težave morskemu in cestnemu prometu, pa tudi v letalskem prometu je že bila vzrok nesreč. Zelo močna burja odkriva strehe, lomi električne drogove, dela zamete, prevrača kamione itd. Burja lomi proti njej rasle veje dreves, zato so drevesa tam deformirana [slika 7.9], tako, da ima pokrajina svojevrsten videz: nagnjena drevesa, ograje proti burji, strehe brez napuščev itd. Ker dviga burja v zrak slan pršec iz morja, so na otokih cela območja, ki so obrnjena proti burji, skoraj brez rastlinja in nenaseljena. Gorje, če te v majhnem čolnu zaloti burja na morju, kjer udari včasih dokaj nenadno s polno močjo. No, če je iz vremenskih poročil razvidno, da ni v bližini hladnega zraka oz. njegovega približevanja od severa, smo lahko dokaj brezskrbni, ker burje ne bo.

V anticiklonih, ob visokem zračnem pritisku, ko so splošni vetrovi šibki (pogl. 5), pa se zaradi krajevnih razmer pogosto razvijejo razni lokalni vetrovi. Ti so navadno odvisni od dnevnega časa in imajo tudi svoj dnevni cikel. Mednje štejemo obalne vetrove, pobočne vetrove, podolinske vetrove, pa tudi počasna gibanja zraka (komaj še vetrove), ki nastanejo v urbanih področjih v mestih ali velikih industrijskih kompleksih zaradi toplotnih otokov.

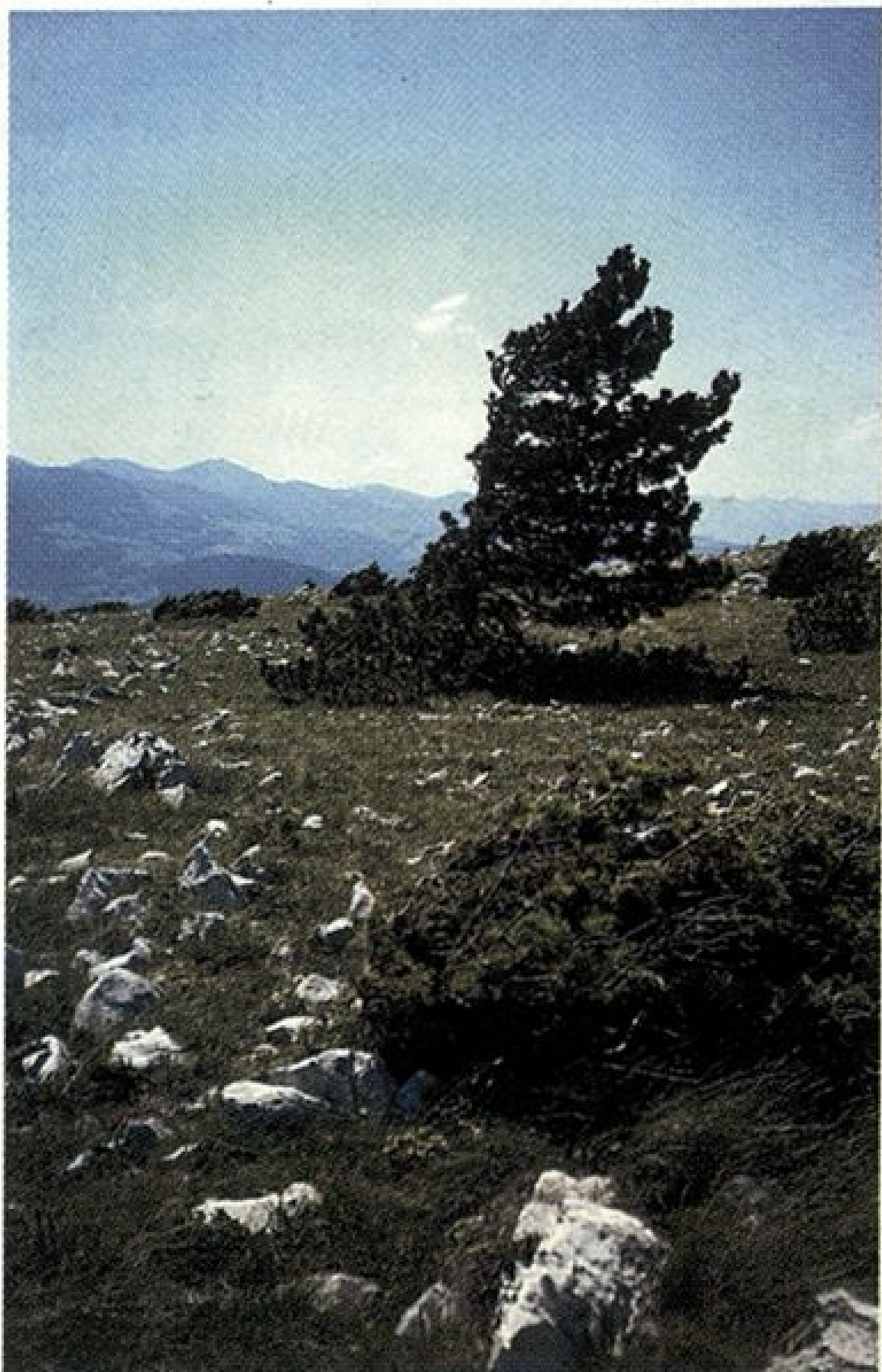
Obalni vetrovi pihajo ob obali in so posledica dnevni in nočni temperaturnih razlik med morjem in kopnim. Podnevi se kopno na površini bolj ogreje kot morje, ki se ogreva globlje. Zato je zrak nad kopnim ogret in se dviga, na njegovo mesto pa priteka malo hladnejši zrak z morja. Tega poznamo poleti kot osvežujoč maestral, ki prične dopoldne in preneha malo pred sončnim zahodom [slika 7.10]. Po sončnem zahodu zemeljska površina le seva in se s tem ohlaja. Kopno se ponoči na površini bolj ohladi, ker je pritek toplote iz spodnjih plasti počasnejši kot v morju. Zdaj postane morje toplejše. Nad njim se zrak dviga, tega pa nadomesti hladnejši zrak s kopna; ta vetrič je tudi ob naši obali znan kot burin.

Podobno nastajajo ob južnih obalah Azije monsoni, le da ne v dnev-

7.8 Nastanek glavnih močnih sunkov burje



7.9 Oblika drevesa v kraju z burjo



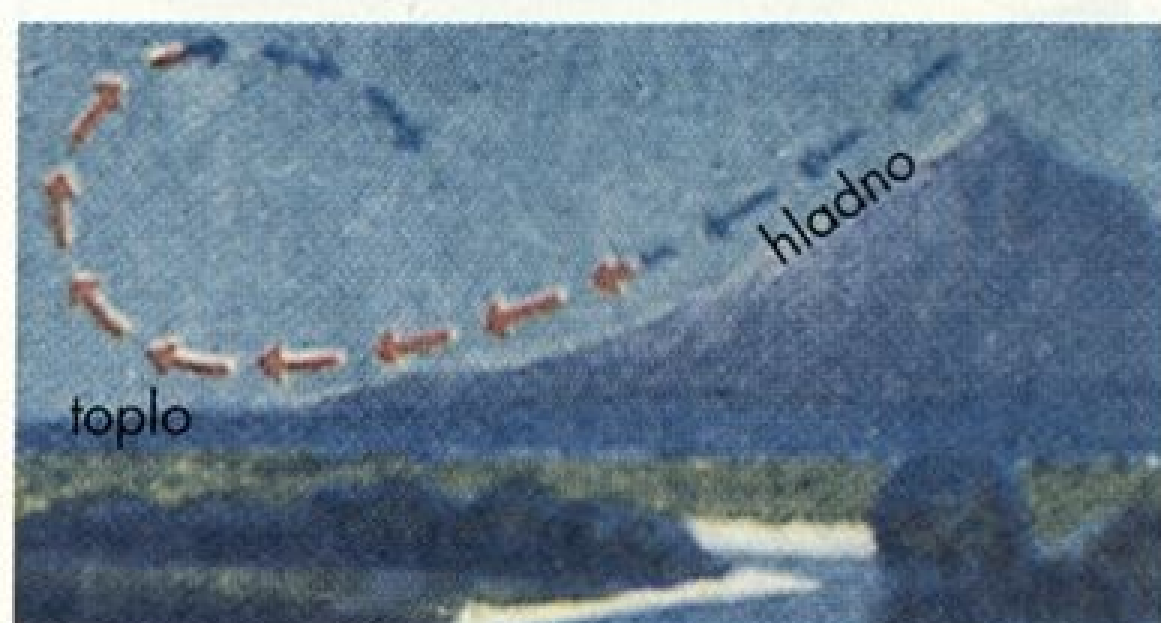
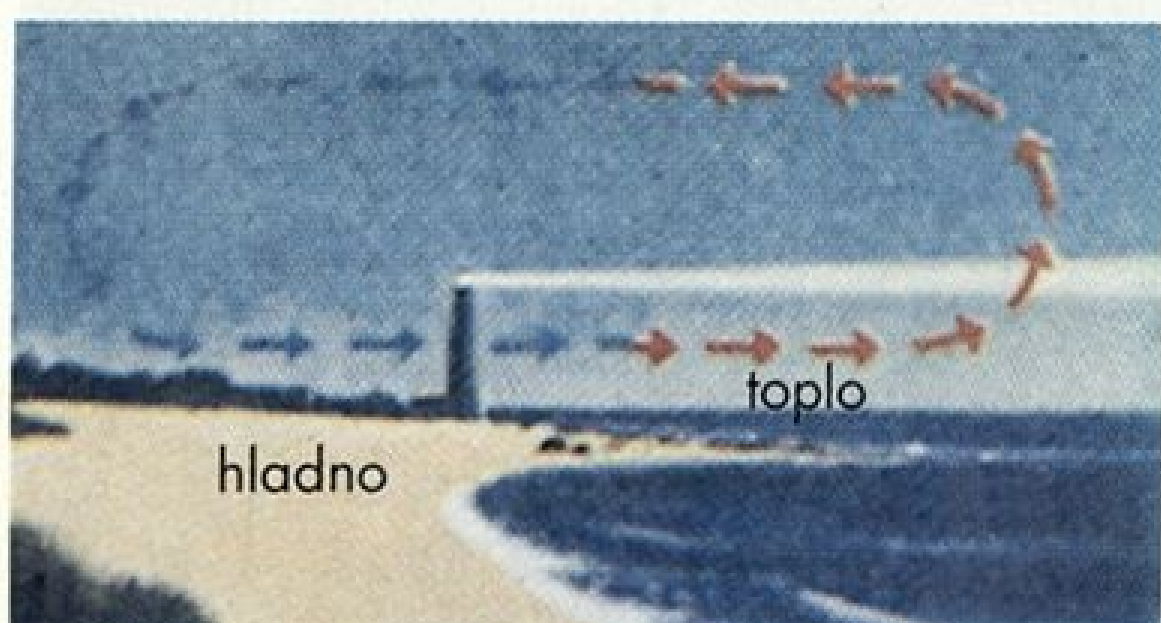
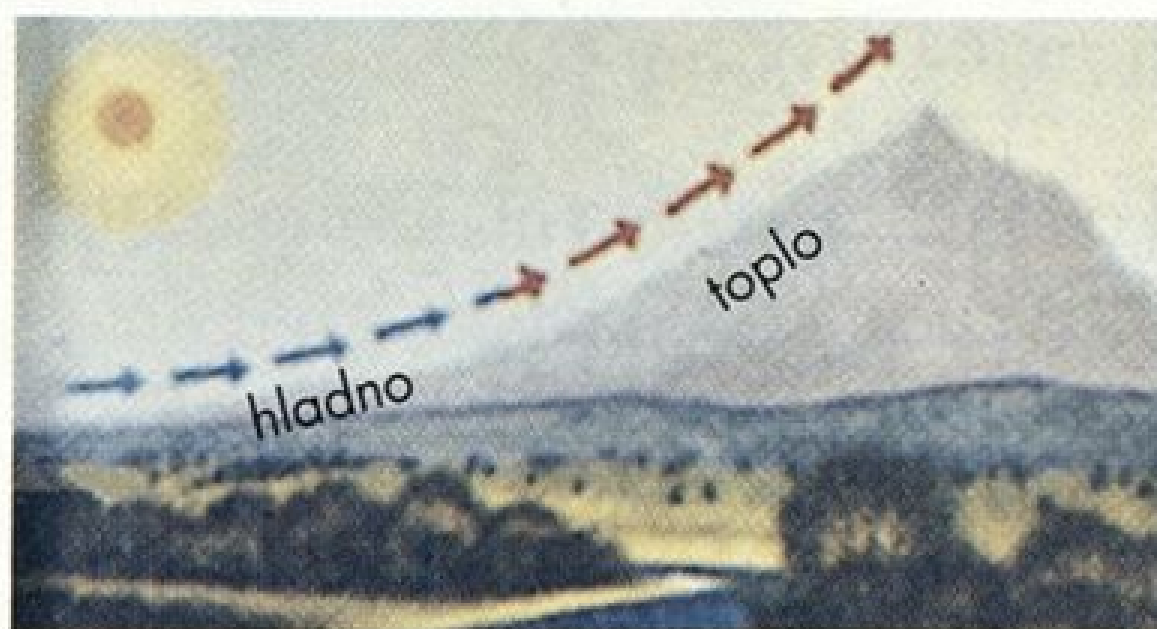
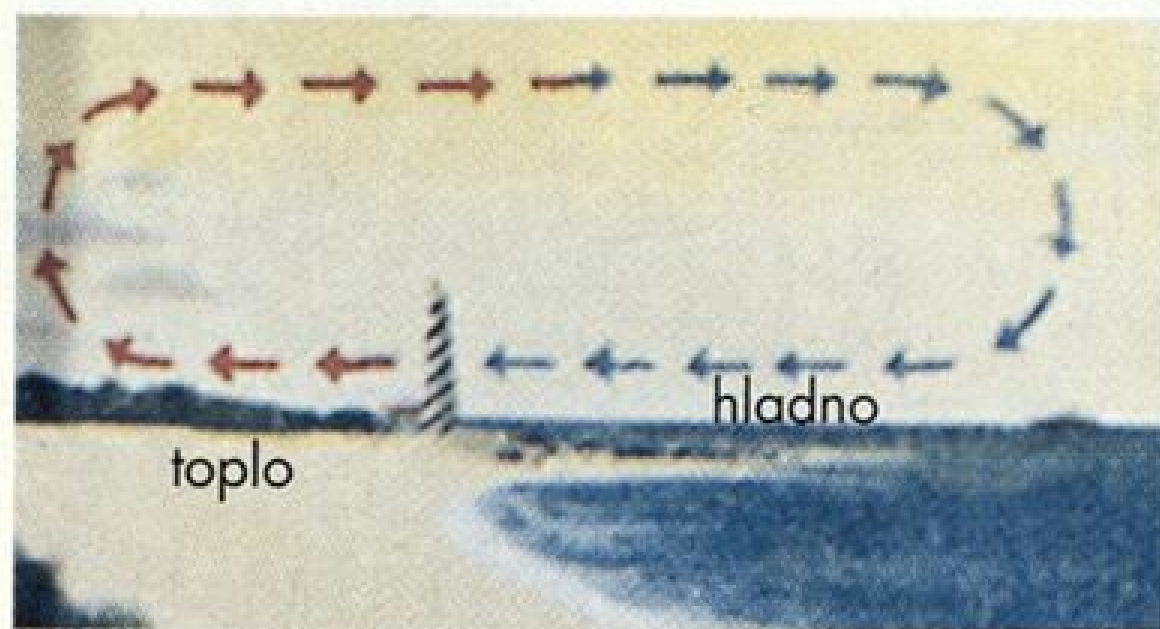
nem, ampak letnem ciklusu in so seveda močnejši, trajnejši in mnogo obsežnejši.

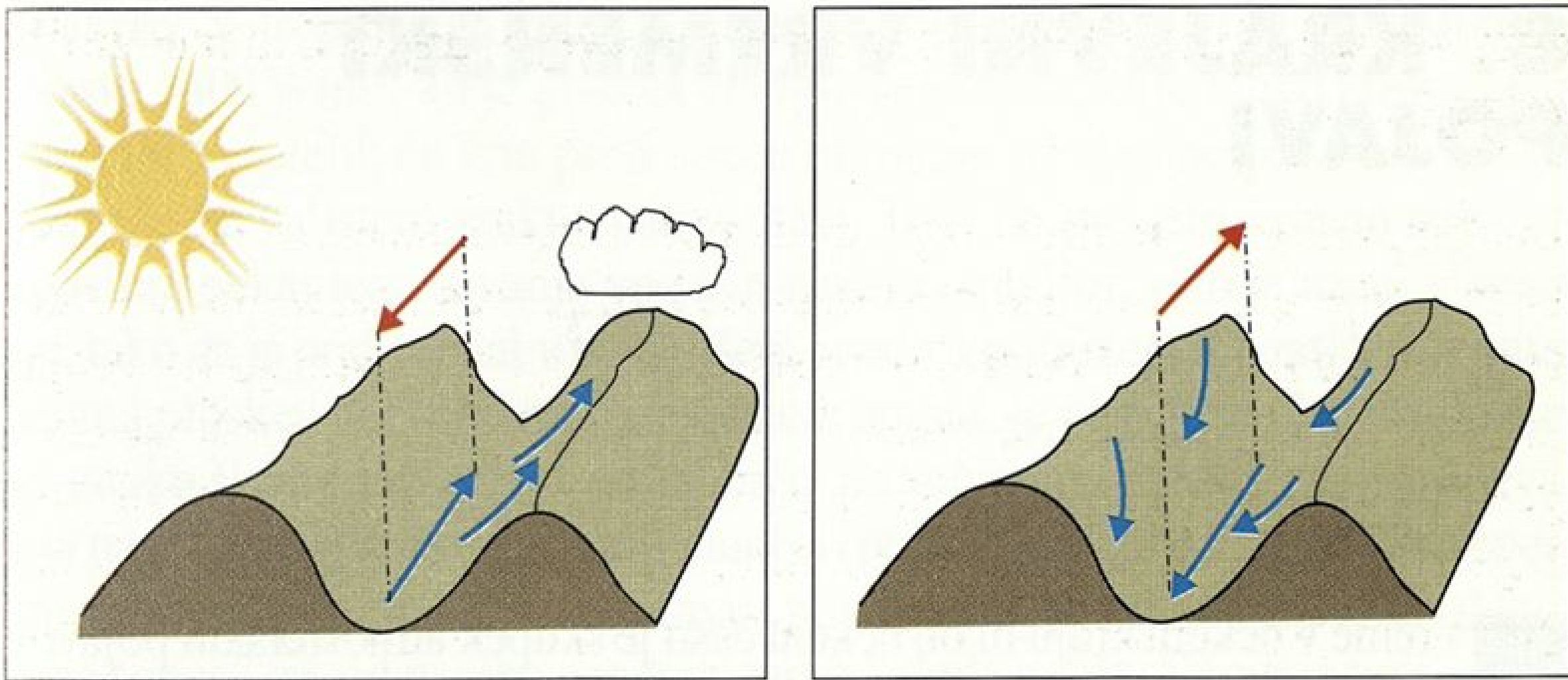
Ljudem, ki živijo v močno razgibanem reliefu, in planincem so poznani pobočni vetrovi, ki jih štejejo med znanilce lepega vremena, čeprav so zares le njegova posledica. Podnevi se prisojna pobočja bolj ogrejejo kot osojna in od njih tudi zrak tik nad njimi. Ta je redkejši in teče ob pobočjih navzgor, kar čutimo kot tople sapice iz dolin [slika 7.11]. Če je zrak bolj suh, kaj več ni opaziti. Če pa je precej vlažen, se pri nadaljnjem dvigu zraka nad grebene pojavijo kopasti oblaki ali oblaki, ki se ob zelo vlažnem in labilnem zraku lahko razvijejo tudi v nevihte. Poleg dviganja zraka čez hribe ob splošnih vetrovih je to drugi vzrok, da imajo hribi tudi poleti več oblačnosti in padavin kot ravnine.

Zaradi nočnega ohlajevanja zemeljske površine s sevanjem v vesolje se od tal najbolj ohladi zrak tik ob tleh. Ob nagnjenih tleh je ta na isti višini hladnejši od tistega, ki je bolj stran od pobočij, zato prične teči ob pobočjih navzdol, kar čutimo kot hladen vetrič z gora. V kotlinah se zrak nabere in jih zapolni s kotlinskim jezerom hladnega zraka; v odprtih dolinah pa teče dalje po dolini navzdol kot hladen nočni podolinski veter. Dopoldne je tok obrnjen in povezan z dnevnimi pobočnimi vetrovi. Nad dolino pa so v splošno mirnem vremenu vetrovi nasprotni tistim pri tleh [slika 7.12]. Nasprotni vetrovi v višinah se pojavljajo tudi pri drugih, prej opisanih lokanih vetrovih.

Fen smo si ogledali že v 4. poglavju [slika 4.6], burjo pa tudi malo prej. Nekakšna kombinacija obeh je t. i. karavanška burja, ki nastane tedaj, ko piha v ustreznem polju pritiska nad nami močni splošni severni ali severozahodni vetrovi, ki se pri tleh okrepijo oz. sežejo do tal z močnimi sunki. Ti močni vrtinci v krogih ali pasovih podirajo drevje, odkrivajo strehe ipd. K sreči se zelo močni pojavljajo redko – enkrat na deset ali več let. V viši-

7.10 Obalna vetrova: morski in kopni veter 7.11 Dnevni in nočni pobočni veter





7.12 Pobočni in podolinski vetrovi podnevi in ponoči

nah okrog 9 km pihajo tudi nad nami pogosto zelo močni vetrovi, včasih s hitrostmi nad 500 km/h. Toda bliže tal so v splošnem šibkejši; pri nas, ki smo v odvetrju Alp, pa še toliko bolj. Zato so pri nas v nižinah v povprečju hitrosti vetrov okrog 2 m/s (ca. 7 km/h), kar je tretjina toliko, kot nad ravninami zahodne Evrope. Ker je razpoložljiva moč vetra, ki jo je mogoče izkoristiti za pretvorbo v uporabne oblike energije, sorazmerna tretji potenci hitrosti vetra, imamo pri nas v nižinah skoraj 30-krat manj možnosti za izrabo energije vetra. Ker jo celo tam, kjer je imajo mnogo več, le malo izkoriščajo (saj je tudi velika večina mlinov na veter opuščena), pri nas v nižinah res ni možnosti, da bi lahko vetrovno oz. eolsko energijo donosno izkoriščali. V primerih močnih vetrov ob burji ali ob nevihtah pa so vetrovi preveč sunkoviti in delajo le škodo.

8. KRAJEVNI VREMENSKI POJAVI

■ Vreme v nekem kraju in ob nekem času je skupek atmosferskih pojavov v tistem kraju in času. Ker jih je lahko veliko in se vsi spreminjajo, je tudi vreme, natančno vzeto, skoraj vsak hip malo drugačno. Če ni drugih pojavov, je pa jasno nebo s katerega podnevi sije sonce in obseva in ogreva tla.

Trajanje in jakost sončnega obsevanja pri tleh sta že količini, ki vplivata na vreme in klimo nekega kraja. Oba sta seveda močno odvisna od oblačnosti in vrste oblakov, od megle, od onesnaženja zraka in drugega.

Vrste oblakov smo si že ogledali (pogl. 4) in vemo, da prosojni cirrusi skoraj ne vplivajo na trajanje in le malo na jakost sočnega obsevanja, medtem ko npr. debeli stratocumulusi nanju vplivajo dokaj močno in do tal ne pride skozi njih nič direktne svetlobe. Seveda je pod njimi svetlo, ker se svetloba odbija od kapljice do kapljice in se kot razpršena (difuzna) ter močno oslABLJENA prebije do tal.

Nad najvišjimi oblaki, to je približno 10 km visoko nad nami, čez dan vedno sije sonce; če lahko posije do tal, pa je, kot rečeno, odvisno od raznih

Solarigraf meri jakost obsevanja

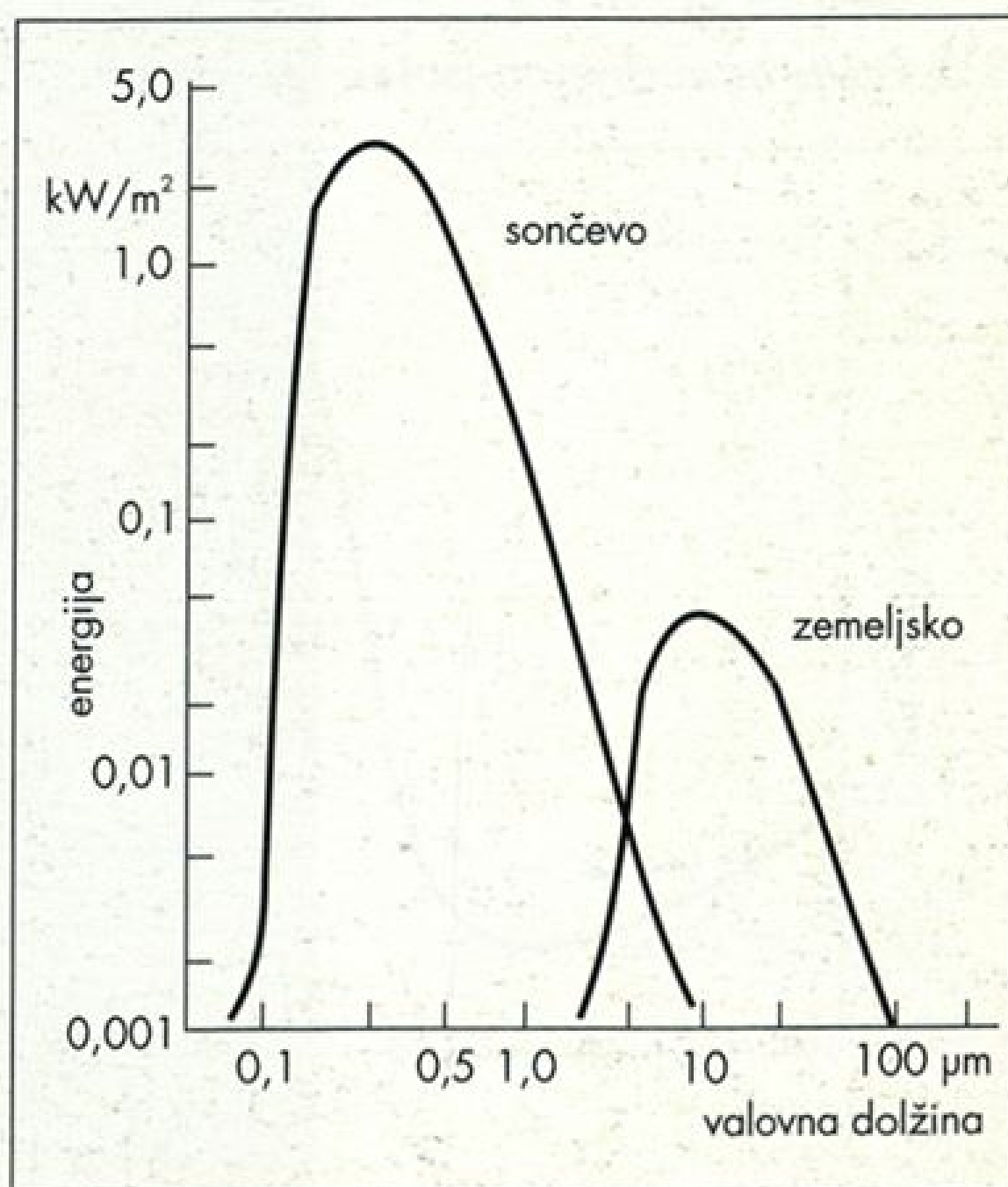


pojavov v troposferi. Jakost sončnega obsevanja na vrhu atmosfere je okrog 1400 W/m^2 . To je gostota energijskega toka, ki jo lahko prestreže in uporabi le satelit, če ima proti soncu obrnjene sprejemne površine. Do tal je pride že v čistem zraku znatno manj. Tudi ob povsem jasnem nebu atmosfera nekaj tega sevanja vpije in nekaj razprši oz. odbije nazaj v vesolje, tako da je pride do tal v najboljšem primeru približno tri četrtine. Če sprejemna ploskev ni obrnjena proti Soncu, ampak je nagnjena glede na žarke, se enako širok snop svetlobe razporedi na večjo površino in jakost obsevanja na enoto površine je znatno manjša (primerjaj s sliko 2.1). Koliko energije dobi ob jasnem nebu vodoravna površina tal je zato odvisno še od "višine sonca" oz. od nagiba sončnih žarkov glede na tla. Nagib je tudi opoldne odvisen od letnega časa, zjutraj in zvečer pa še od dnevnega časa in je tedaj sploh zelo majhen. Poleg tega je tedaj tudi pot žarkov skozi atmosfero mnogokrat daljša kot opoldne in je zato sevanje, ki pride do tal, močno oslABLJENO tudi če ni oblakov [slika 8.1].

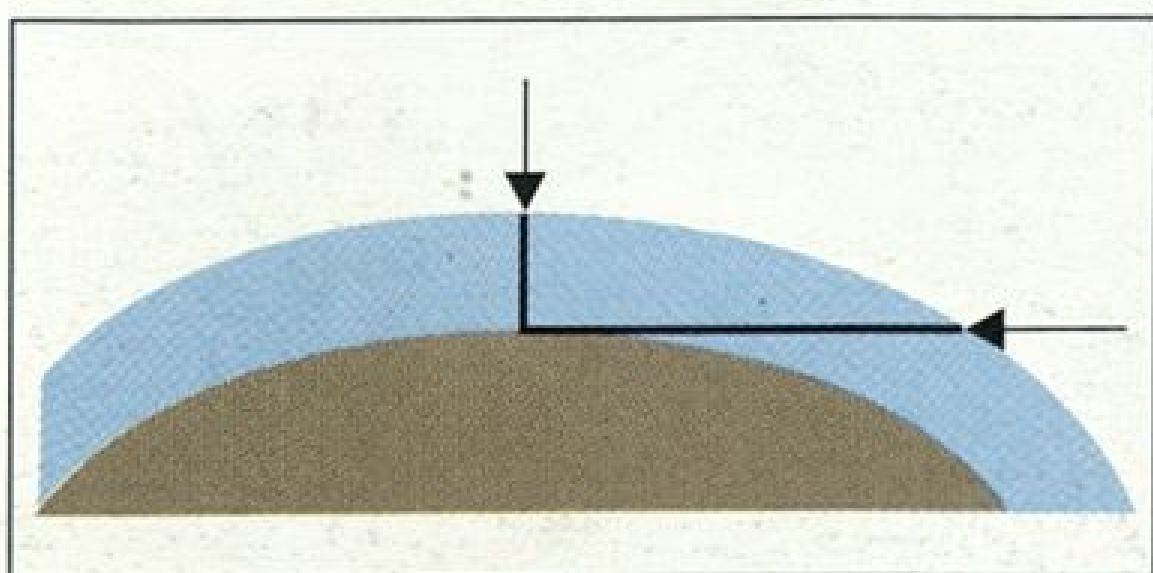
Oblaki odbijajo in razpršujejo kar 60–90 % nanje vpadle sončne svetlobe. To pomeni, da pride skozi debele oblake le 10 % sevanja v obliki razpršene svetlobe. Nekaj malega vpijajo atmosfera in vodne kapljice, večina pa se odbije nazaj v vesolje in je za Zemljo izgubljena. V povprečju pa je 6/10 zemeljske površine pokrite z oblaki ali meglo, zato se velik del na Zemljo vpadlega sončevega sevanja takoj vrne v vesolje.

Sonce seva elektromagnetne valove različnih valovnih dolžin in ima največ energije v valovnih dolžinah med $0,1$ in $3,0 \mu\text{m}$ (mikrometrov). Temu delu sončnega sevanja pravimo v meteorologiji tudi kratkovalno sevanje. Razporeditev jakosti sevanja pa je približno v skladu s Planckovo razporeditvijo [slika 8.2]. Od tega je vidna svetloba le sorazmerno ozek pas med $0,4 \mu\text{m}$ (vijolična) in $0,8 \mu\text{m}$ (rdeča), z največjo jakostjo v zeleni barvi ($0,5 \mu\text{m}$). Tem valovnim dolžinam v vrhu jakosti sončevega spektra se je prilagodilo naše oko v času razvoja; so pa posledica visokih temperatur površine Sonca, ki seva pri 6000°C . Tla in atmosfera pa imajo znatno nižje temperature (v grobem med -50 in $+50^\circ \text{C}$) in sevata manj močno, toda

8.2 Planckova razporeditev jakosti sončevega in terestričnega sevanja



8.1 Daljša pot sončnih žarkov skozi atmosfero pri »nizkem« soncu





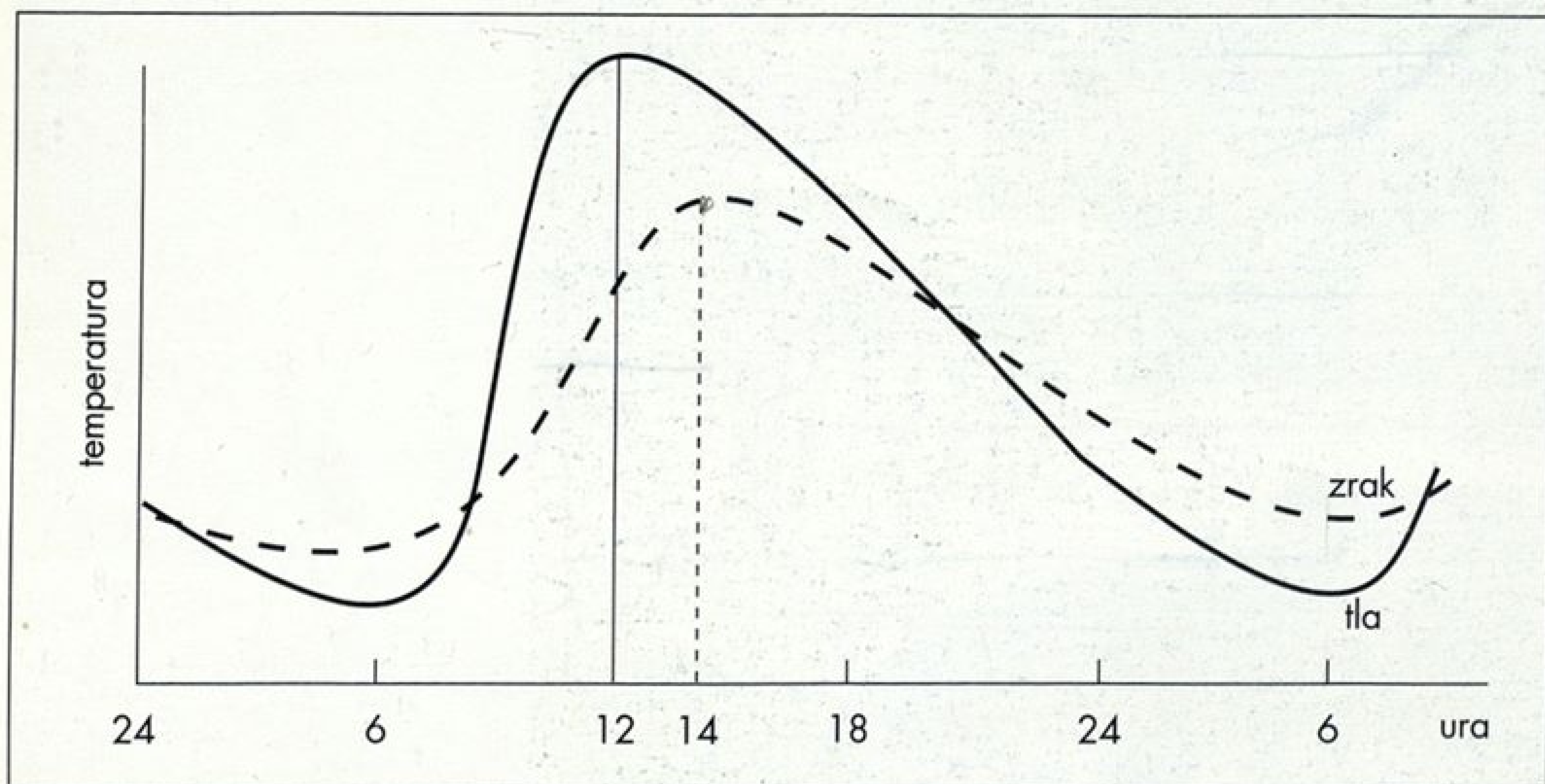
Megla pozimi

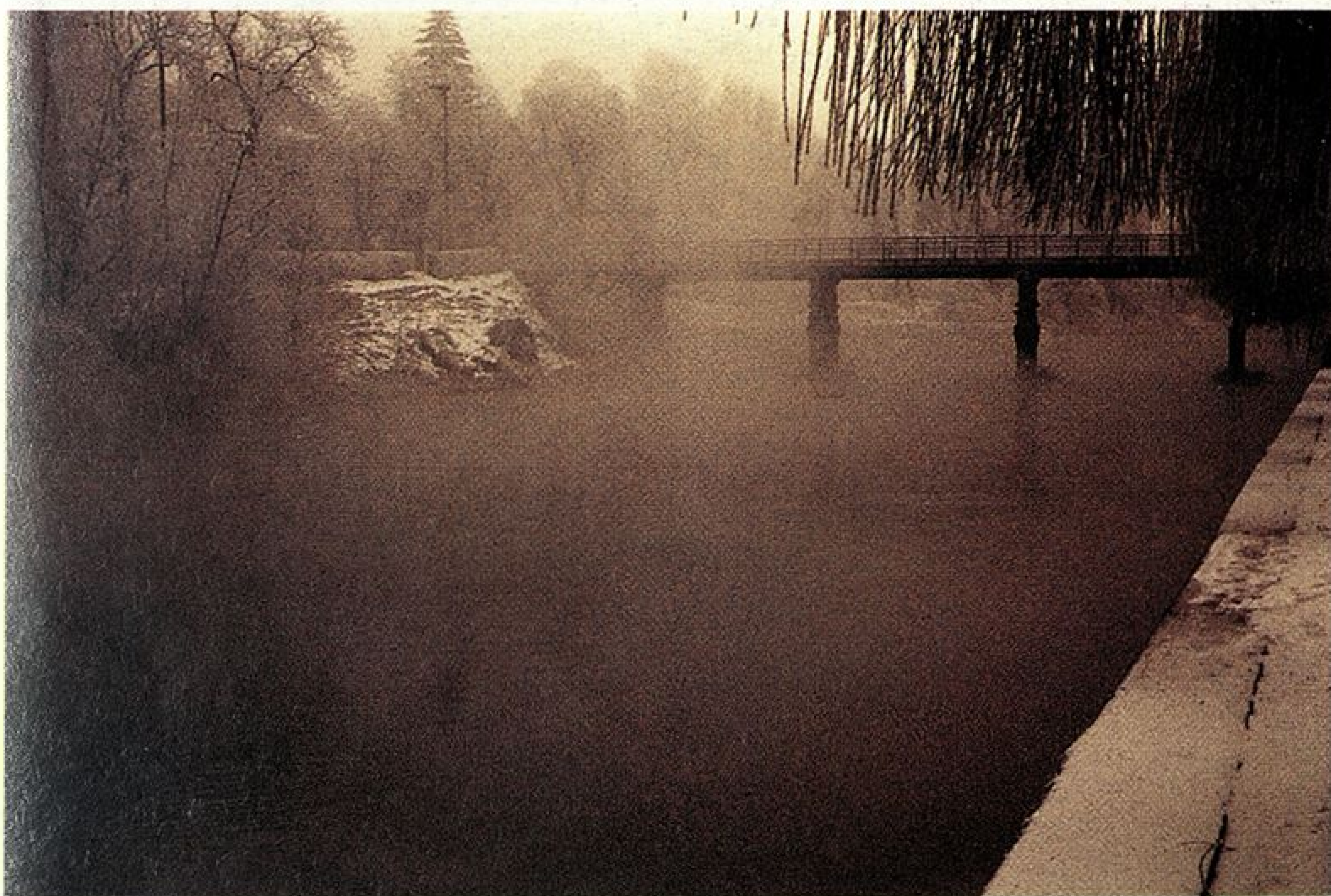
daljše valovne dolžine – od 3 do $100\ \mu\text{m}$. Zato pravimo temu sevanju dolgovalovno ali terestrično sevanje. Za naše oko je to terestrično sevanje nevidno, čutimo ga kot toploto, posebno pa občutimo razliko, če smo malo oblečeni v prostoru s hladnimi ali toplimi stenami ob enaki temperaturi zraka.

Podnevi dobiva proti Soncu obrnjeni del Zemlje energijo, ki je večinoma večja od izgube, ki nastaja zaradi dolgovalovnega sevanja v vesolje. Tla in zrak nad njimi se zato podnevi ogrevajo in dopoldne temperatura tal in zraka ob jasnem vremenu hitro naraščata [slika 8.3]. Tla so najtoplejša opoldne, zrak na višini 2 m nad njimi, kjer ga merimo, pa šele kako uro ali dve pozneje.

Popoldne začne izsevanje prevladovati nad obsevanjem in temperature začnejo padati. Po sončnem zahodu osenčeni del Zemlje samo še oddaja toplo-

8.3 Povprečni dnevni potek temperature tal in zraka nad njimi



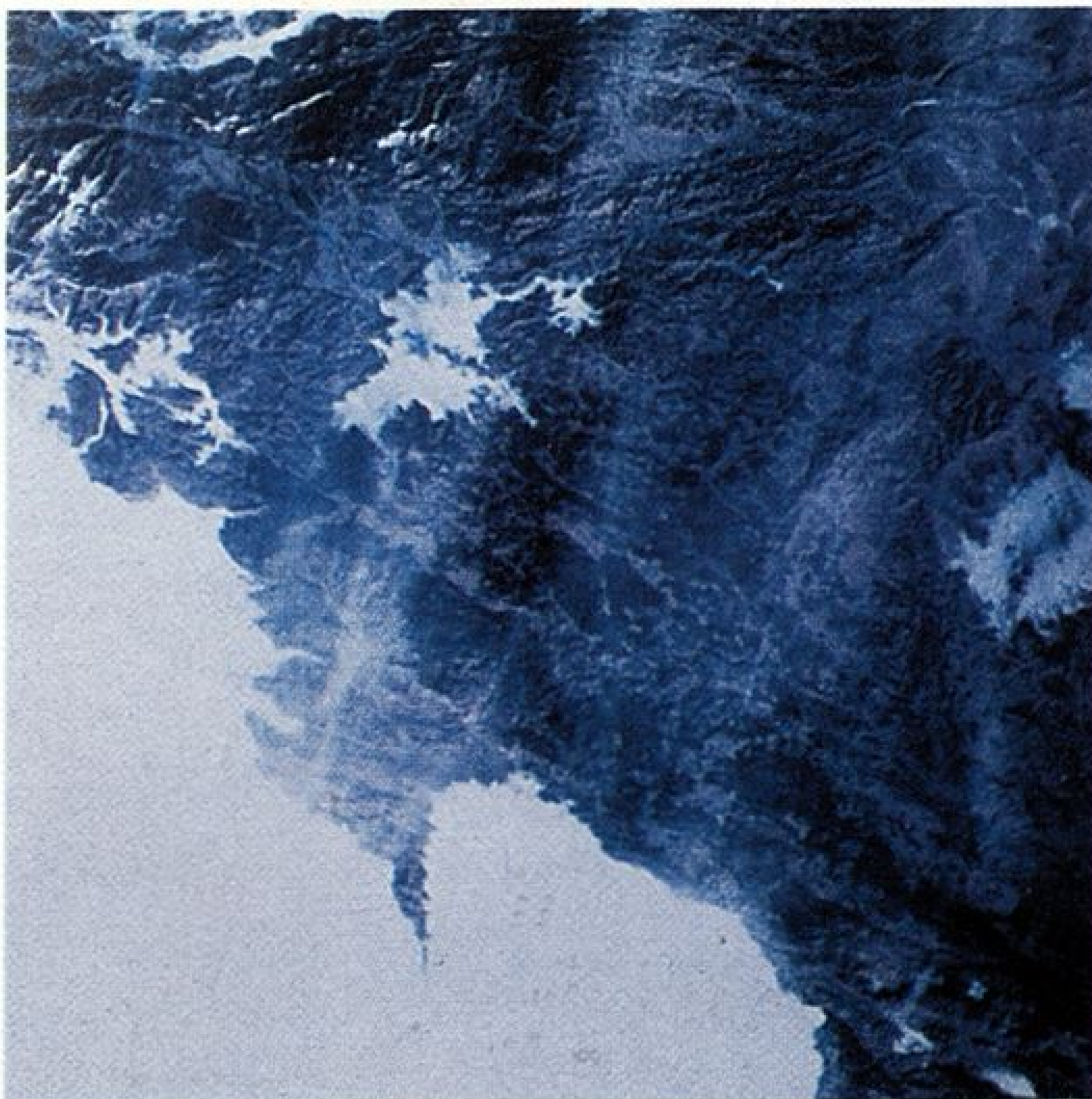


8.4 Megla nad Ljubljano

to s terestričnim sevanjem in se hladi vse do novega sončnega vzhoda. Zato je tik pred njim navadno najhladneje. Tedaj se najpogosteje pojavijo (ali pa so najmočnejši) rosa, megla, slana in drugi pojavi, ki so odvisni od relativno nizkih temperatur. Po sončnem vzhodu pa se začnejo temperature navadno spet dvigati.

Če zgladimo dnevni in letni cikel in tvorimo večletna povprečja, se izkaže, da dobi Zemlja kot planet prav toliko energije od Sonca, kot je sama izseva v vesolje. In gorje, če ne bi bilo tako, saj bi se v stoletjih spekli ali pa

Megla v Ljubljanski in Litijski kotlini iz satelita





8.5 Puhteča megla na poljem po plohi

bi nas prekril led. Že majhne spremembe v prepustnosti atmosfere (npr. zaradi povečanega onesnaževanja zraka) grozijo, da se bo sedanje ravnotežje malo premaknilo in povzročilo klimatske spremembe, ki bi lahko bile za človeštvo katastrofalne. Ocenili so, da bi npr. splošna ohladitev v zmernih geografskih širinah, v povprečju le za nekaj stopinj, povzročila ledene dobe in bi naše alpske doline spet zapolnil led. Otoplitev za nekaj stopinj v polarnih območjih pa bi morda stalila del arktičnega in antarktičnega ledu in morja bi se dvignila. Vendar pa je vplivov, delnih posledic in križnih vplivov možnih toliko, da je končni rezultat modela klimatskih sprememb odvisen od predpostavk, ki pa so nezanesljive.

Megle poznamo več vrst in tudi na različne načine jo lahko razvrstimo; najkoristnejša je razvrstitev po njenem nastanku. V glavnem je za nastanek megle potrebno, da se vodna para zgosti oz. kondenzira v drobne kapljice. Ko jih je toliko, da nam z razpršitvijo svetlobe zmanjšajo vidnost pod 1 km, pravimo, da je megla (npr. *slika 8.4*). Včasih je seveda zelo gosta in izjemoma pade vidnost na borih 5 m, kar celo cestni promet skoraj ustavi.

Kondenzacija vodne pare se navadno zgodi pri 100 % relativni vlagi na zelo drobnih kondenzacijskih jedrih – velikih komaj tisočinko milimetra. Teh je v naravi vedno dovolj, saj jih je celo v čistem zraku nad oceani okrog 200 v kubičnem centimetru, v onesnaženem mestnem zraku pa jih je lahko nekaj deset tisoč v cm^3 . Med njimi je mnogo takih, ki “vlečejo vodo nase”, so torej higroskopna (drobni kristalčki soli, hlapi raznih kislin ipd.). Na njih se prične kondenzacija že pri relativni vlagi pod 80 %, torej že precej prej, ko je zrak z vlago nasičen. Megle morda še ni, je pa meglica ali zamegljenost z vidnostjo med 1 in 10 km in včasih mrč z vidnostjo med 10 in

25 km. Podobno kot v oblaku so tudi kapljice v megli dokaj drobne: večinoma med stotinko in desetinko milimetra. Zato posameznih navadno sploh ne vidimo, pač pa le splošno belino zaradi sipanja svetlobe na njih, če jih je dovolj. Kadar se megla gosti, je kapljic vedno več in sprva je zanemarljiv učinek, nekatere postajajo prav počasi tudi večje. Šele en dan ali več dni stare megle imajo več velikih kapljic s premerom nad 0,5 mm. Te velike kaplje, ki že padajo, se pogosto tvorijo na svojevrsten način, podobno kot padavinske (pogl. 4).

Megla nastane na dva osnovno različna načina: 1. ko se zraku dodaja vse več vodne pare, ki je ne more sprejeti in 2. ko se vlažen zrak ohladi še naprej pod rosišče (temperatura pri kateri je nasičen) in mora vlago oz. vodno paro izločati. Poglejmo si nekaj primerov.

Kadar leži nad sorazmerno toplo vodo precej hladnejši zrak, nastane t. i. puhteča megla. V mrzlih jutrih se iz jezer in nekaterih rek kar kadi. Tudi po poletni plohi se razgreta tla "kadijo" [slika 8.5]. Kaj se pravzaprav dogaja? Iz tople vodne ali mokre površine izdatno izhlapeva voda, vodne pare pa hladnejši zrak ne more sprejeti, ker je nasičen. Odvišna vodna para se na kondenzacijskih jedrih takoj spet zgosti v drobne vodne kapljice, ki tvorijo meglo.

Taka puhteča megla nastane tudi tedaj ko pada topel dež skozi hladnejši zrak spodnjih plasti npr. ob fronti, kjer leži v obliki klina hladen zrak pod toplim, ali pa v kotlinskem jezeru hladnega zraka pri tleh. Ker nastane taka megla ob padavinah ob fronti, ji pravimo frontalna megla. Frontalne megle so po-

8.6 Radiacijska megla v Idrijski kotlini

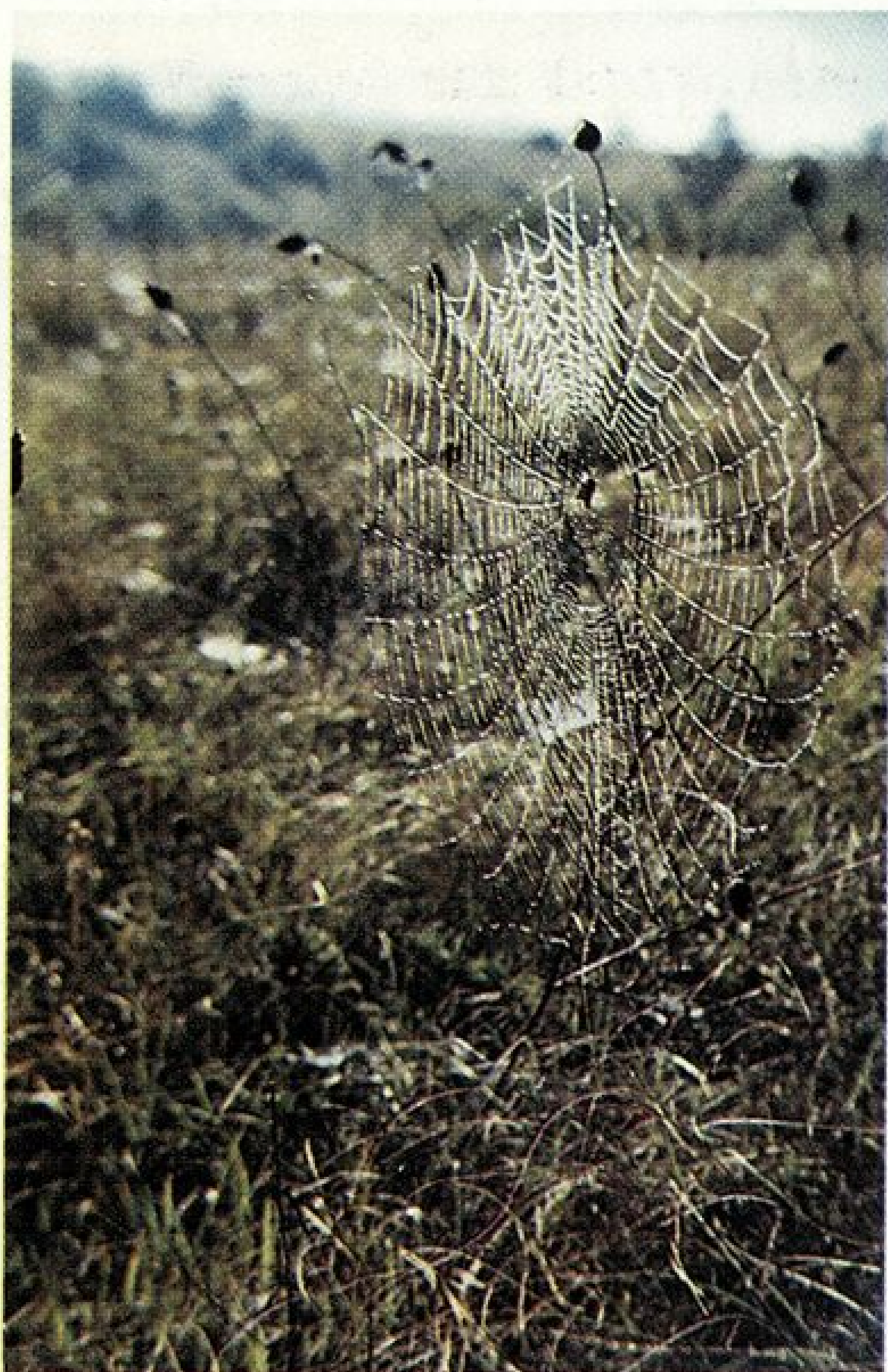


gostne zlasti pozimi v kotlinah in niso zelo goste, a ustvarjajo neprijetno vlažno vreme ob pršenju ali šibkem in dolgotrajnem dežju.

Megla lahko nastane tudi, ko pride toplejši zrak nad hladnejšo podlago. Od podlage se zrak ohlaja in nadaljnje ohlajanje pod njegovo rosišče terja izločanje odvišne vodne pare in nastane megla. Tej pravimo advektivna megla zaradi dotoka (advekcije) toplega zraka nad hladno podlago. Tako nastajajo megle nad hladnimi morskimi tokovi, ko jih prekrije toplejši in zelo vlažen zrak; nastajajo pa tudi ob obalah. Naša Primorska ima malokrat meglo, a če jo ima, je to navadno tedaj, ko se ob premiku toplega in vlažnega zraka iznad morja na kopno, ta nad hladnejšim kopnim ohladi pod rosišče. Taki rečemo tudi obalna megla, ki lahko včasih seže tudi precej daleč v notranjost.

Večinoma pa je megla v nižinah in kotlinah Slovenije t. i. radiacijska megla. Ponoči se tla z dolgovalovnim sevanjem (terestrično radiacijo) ohlajajo. Od njih in nekaj tudi sam se ohlaja zrak, ko se ohladi pod rosišče, se začne kondenzacija: na tleh kot rosa, v zraku na kondenzacijskih jedrih pa kot megla. Ko se celoten od pobočij in tal ohlajeni zrak, ki zapolni kotlino, ohladi pod rosišče, se spremeni v megleno jezero [slika 8.6]. Poleti se kmalu po sončnem vzhodu zrak dovolj ogreje, da meglene kapljice izhlapijo in megla izgine. Pozimi, ko je sončne energije v splošnem malo, pa lahko taka megla vztraja ves dan ali celo več dni skupaj, čeprav nad njo sije sonce. Megla, podobno kot oblaki, odbija do 90 % sončnega sevanja nazaj v vesolje. Preostalih 10 %, ki se v megli in na tleh vpijejo in porabijo za ogrevanje, pa je premalo za razkroj megle.

8.7 Rosa na pajčevini



Padavine in njihov najvažnejši način nastanka ter druge njihove značilnosti smo si pogledali že v poglavju o frontah (4. pogl.). Količino padavin podajamo v milimetrih, kar je enakovredno litrom vode na kvadratni meter. Količina padavin v goratih predelih je težko pravilno določljiva, saj veter, ki je v gorah navadno močnejši, nosi kapljice in snežinke ter jih odlaga v zavetrjih. Količino padavin določamo navadno le pri izpodnebnih padavinah oz. t. i. padavinah slabega vremena.

Pogosto imenujemo roso, slano in ivje padavine lepega vremena. Rosa nastane s kondenzacijo vodne pare na rastlinah in predmetih. Ponoči se trava, krošnje dreves, strehe avtomobilov ipd. najbolj ohladijo, ker nimajo



8.8 Slana na travi

dobro zveze s tlemi in ne dobivajo toplote iz spodnjih plasti tal. Ko se zaradi terestričnega sevanja trave ohladijo pod rosišče in od teh tudi zrak tik ob njih, se odvečna vodna para izloča in zbira v večje kaplje, ki jih vidimo kot roso [slika 8.7]. Kadar je temperatura rosišča zraka nad tlemi pod ničlo in se temperatura trav zniža pod rosišče, vodna para sublimira v drobne ledene kristalčke. Mnogim skupaj pravimo slana [slika 8.8]. Slana je vsekakor dokaz, da se je ponoči temperatura zraka tik pri tleh znižala pod 0°C , pozeba pa nastane navadno šele tedaj, ko je znižanje nekaj stopinj pod ničlo.

Pri temperaturi pod ničlo so meglene kapljice podhlajene. Ko podhlajena kapljica zadene ob vejico ali žico, v hipu primrzne nanjo. Rekli smo že, da se zrak v naravi vedno nekoliko giblje, zato je navadno na eni strani vejice ivja več: s primrzovanjem kapljic, ki jih nosi veter, raste ivje proti vetru in je navadno belo in krhko [slika 8.9]. Kadar pa so kaplje večje in se delno razlezejo, preden zmrznejo, nastane trdnejše in prosojno t. i. trdo ivje.

Snežinke, ki padejo na dovolj hladna tla, se ne stalijo in se naberejo v snežno odejo, ki ji pogosto rečemo kar sneg. Novi sneg je tisti, ki je zapadel v zadnjih 24 urah, onemu od prej pa pravimo stari sneg. Višino snežne odeje merimo v centimetrih, ločeno za novi in stari sneg posebej. Sneg pa se pod lastno težo useda in stari sneg ima navadno precej večjo gostoto kot novi. Gostoto snega pogosto podajamo kar v razmerju glede na vodo, ki bi jo dal, če bi se stalil. Suh pršič ima gostoto $1/30$, kar pomeni, da dá 30 cm pršiča komaj 1 cm vode; za zelo moker sneg velja $1/2$, torej že 2 cm mokrega snega dasta 1 cm vode. Gostota snega je pomembna pri določanju obremenitve streh, zalog vode itd.

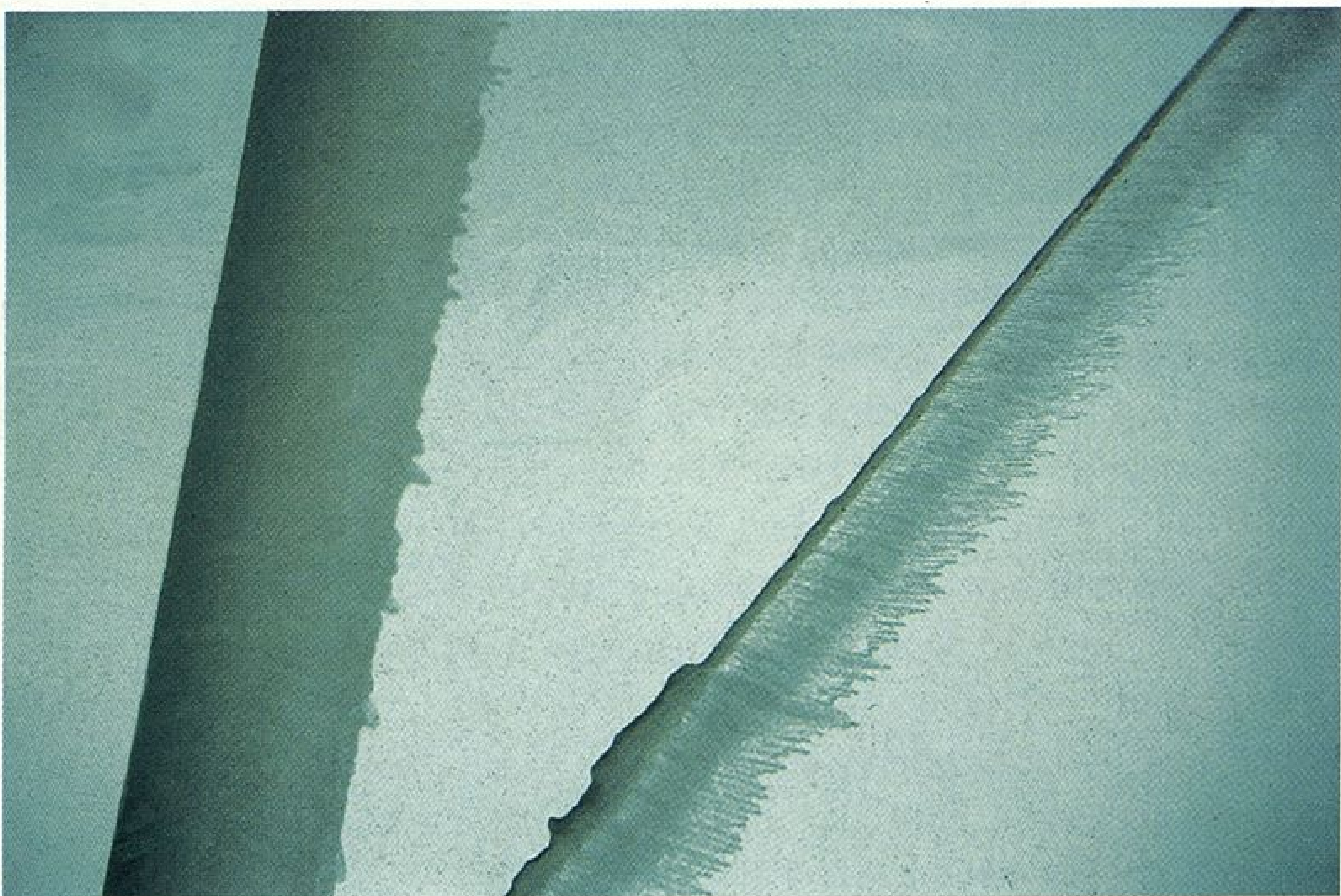


8.9 a Mehko ivje

Pri določanju nevarnosti plazov je pomembnejša notranja struktura snega, ki odloča o tem, kako trdno so posamezne plasti snega med seboj povezane. Struktura snega pa se stalno spreminja in ni preprosto določljiva.

Snežna odeja vsebuje polno zraka, ki se ne more gibati, zato je podobno kot volna ali drugi izolacijski materiali zelo slab prevodnik toplote. Pri temperaturah pod 0°C , ko se ne tali, ščiti tla oz. zemljo in posevke na njej pred premočno ohladitvijo. Sneg tudi odbija do 80 % sončnega obsevanja, zato se temperature pri tleh tedaj ne dvignejo veliko. V jasnih nočeh se površi-

8.9 b Trdo ivje



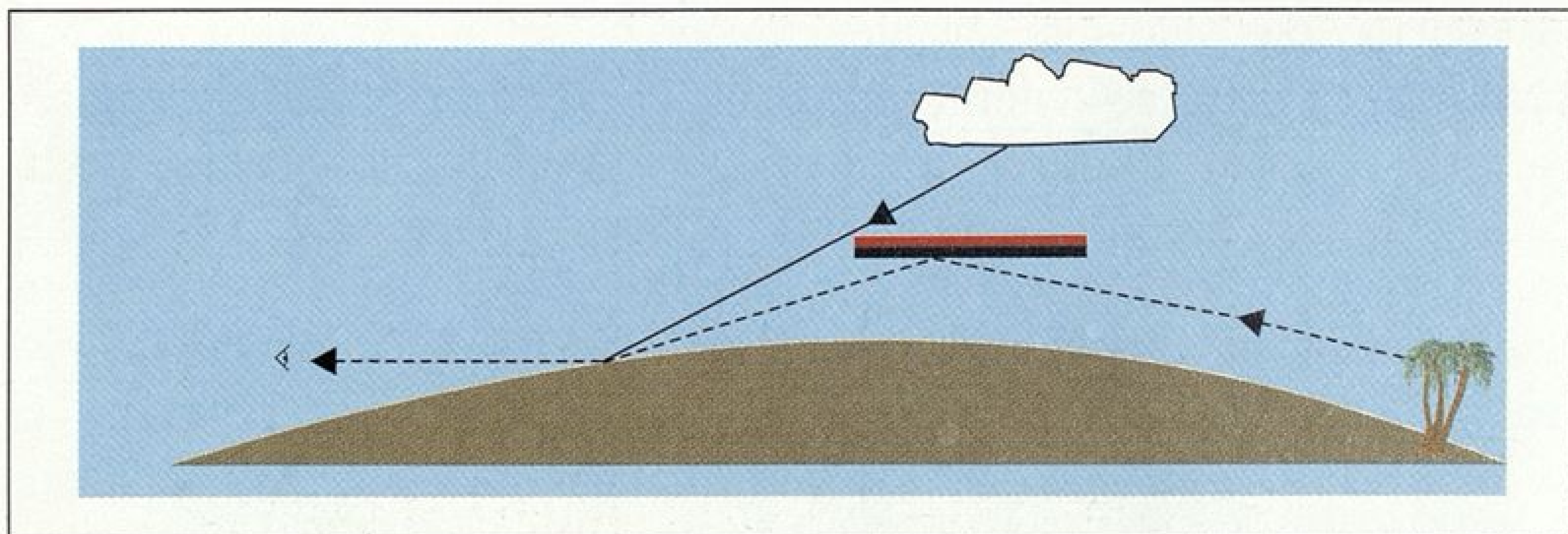
na snega z dolgovalovnim sevanjem močno ohladi in od nje tudi zrak nad snegom. Zato so jasne in mirne zimske noči zelo mrzle. Slane na snegu navadno niti ne opazimo, razen če se kaže v obliki velikih ploščic, ki se v soncu močno lesketajo. Taki slani ali ivju na snegu pravimo srež.

Snežna odeja lahko pokriva vsa tla ali pa le del tal. S tem imamo dani že dve različni oznaki stanja tal, kar je tudi važen meteorološki podatek. Tla so lahko še suha, vlažna, mokra, zmrznjena, pokrita s poledico itd. Ti podatki so pomembni za nekatere presoje vpliva tal na bodoče vreme; pomembne pa so tudi za nekatere veje gospodarstva, za naknadno določanje vzrokov nekaterih prometnih nesreč itd.

V atmosferi opazimo pogosto zanimive optične pojave, ki nas tudi opozarjajo na nekatere pomembne lastnosti ozračja nad nami. Podrobnejše opise teh pojavov najdemo v čtivu, ki ga priporočamo za branje in je navedeno na koncu te knjige. Mavrica npr. nas opozarja na to, da pred nami dežuje, za nami pa sije sonce. Halo ali krog okrog sonca nas opozarja na to, da v višinah priteka toplejši in vlažnejši zrak. Ta ustvarja tenke cirrusne oblake, ki jih brez hala pogosto še opazili ne bi. Venec ali krog okrog sonca je prazaprav zmazana lisa sonca, ko ga gledamo skozi prosojne altostratuse in nam daje njihovo debelino. Kadar se robovi cirrusnih oblakov barvno spreminjajo, nastaja pojav – irizacija. Z vrhov vidimo na megli pod seboj svojo senco in okrog glave barvne kroge, kar imenujemo glorija. Vsi ti barvni pojavi nastanejo zaradi loma, razklona in odboja svetlobe na kapljah, kapljicah ali kristačkih. Ledeni kristalčki, ki se svetlikajo v zraku in dajejo, če gledamo proti soncu, videz svetlobnega stebra, opozarjajo na zelo nizke temperature zraka.

Debela snežna odeja





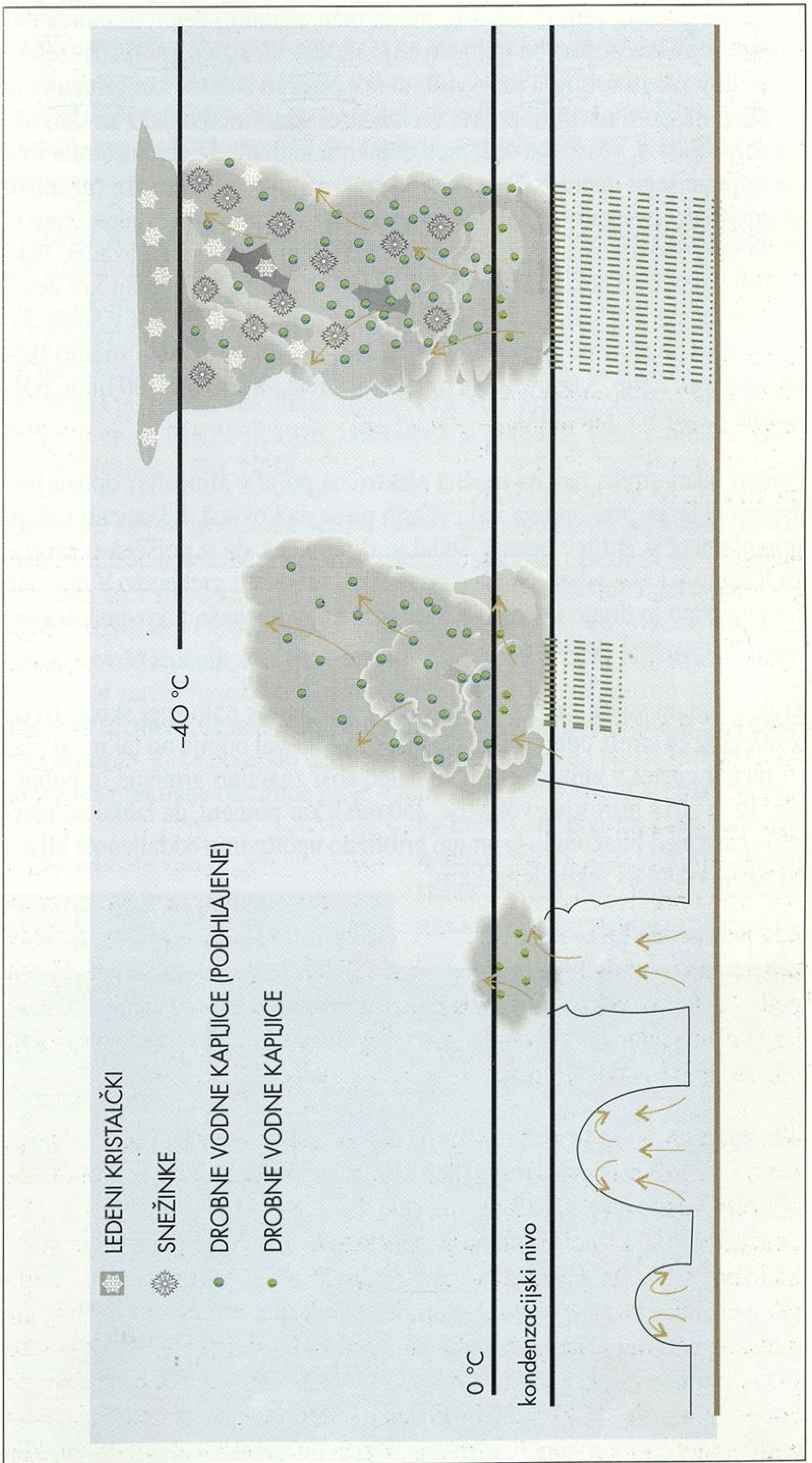
8.10 Razlaga videza mokre ceste in fate morgane

Kadar se nam ob sončnem vremenu zdi v daljavi cesta mokra, vemo, da je tik nad cesto zrak močno segret, zato je redkejši kot malo višje in nastaja preprosta oblika fate morgane. Zaradi uklona in totalnega odboja svetlobe vidimo na cesti v daljavi sliko neba, podobno kot jo sicer vidimo bliže na mokri cesti oz. na luži [slika 8.10].

Najbolj grozeč vremenski pojav pri nas je nevihta. Meteorološki opazovalec zabeleži nevihto že, če dežuje in vmes zagrmi. V splošnem pa je nevihta skupek pojavov, ki nastanejo z oblakom cumulonimbus in v njem. To so plohe, bliski, grom, piš oz. viharjni vetrovi, včasih pa tudi toča in tornado.

Nevihte lahko nastanejo, če sta izpolnjena dva glavna pogoja: če je v zraku dovolj vlage in če je atmosfera labilna, to je, če temperatura dovolj močno pada z višino. Tedaj je zrak, ki se dviga in ohlaja, še naprej toplejši od okolice, dviganje se nadaljuje, ob kondenzaciji pa dobi dvigajoči se zrak še dodatno toploto in nevihtni oblak kar zakipi v nebo tja do vrha troposfere (nad nami približno 10 km visoko). Ker naprej zaradi tamkajšnje inverzije ne more, se nevihtni oblak zgoraj pahljačasto razširi in dobi, ko ga gledamo od strani, obliko nakovala. Na teh višinah pa se zagotovo ohladi tudi pod -40°C , ko tudi podhlajene kapljice zmrznejo. Dobimo ledene kristalčke, ki jih navpični tokovi v oblaku zanesejo med kapljice ter se na račun kapljic debelijo in tako tvorijo osnove padavin [sliki 4.5 in 5.11].

Nevihte v zmernih širinah nastanejo največkrat ob hladni fronti. Lahko pa nastanejo tudi pred njo ali še daleč za njo, saj priteče s hladno fronto, zlasti poleti, hladen zrak nad toplo podlago, kar povzroči navpična mešanja oz. konvekcijo. Pri hladni fronti, ki je pogosto pas neviht, je posamezne težko ločiti eno od druge; posamezne nevihte pred fronto ali za njo pa imajo značilen razvoj, ki traja eno do dve uri, in je prikazan na *sliki 8.11*. Dviganje zraka ob nastajanju nevihte v oblaku vleče zrak pri tleh pod oblak in veter piha proti nevihti; nakar nastane kratek premor oz. mir. Ko pa zadeva dozori in nastanejo veliki padavinski delci – zrnca, kaplje ali celo toča, udari z njimi proti tlem z višin hladen zrak z značilnim pišem ali viharjem. Zdaj piha pri tleh od nevihte proč.



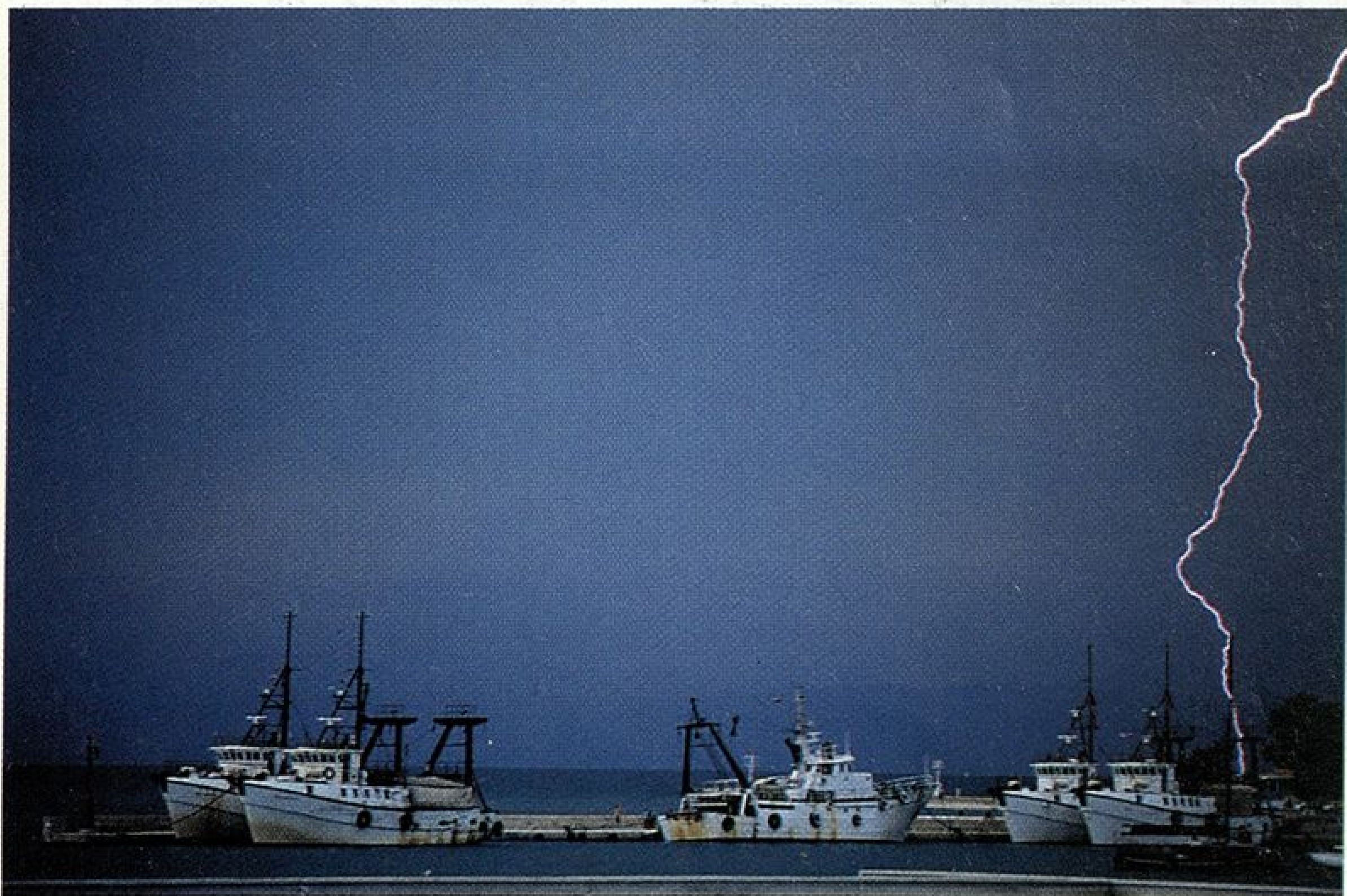
8.11 Nastanek nevihte v hladnem zraku nad toplo podlago

Navpična gibanja velikih hitrosti, trenja med zračnimi delci, nastanek padavin in njihove pretvorbe ipd. ustvarijo močna električna polja. Razelektritev, ki ji pravimo strela in jo vidimo kot blisk in slišimo kot grmenje, je značilen in samo nevihtni pojav. Večina strel udari med oblaki ali deli nevihtnih oblakov, včasih pa tudi med oblakom in tlemi. Iz oblaka strela išče pot najmanjšega upora oz. pot, kjer je zrak najbolj ioniziran (že razdeljen na pozitivne in negativne naboje) in zato bolje električno prevoden. Zato je strela navadno cikcakasta in razvejena. Po istem kanalu gre navadno nato v obeh smereh še nekaj razelektritev, toda vse skupaj traja manj kot desetinko sekunde, kar vidimo kot blisk [*slika 8.12*]. Električni tok v streli doseže jakost do stotisoč amperov in ni čudno, da lahko povzroči znatno škodo, zažge ali ubije. Samo v ZDA npr. ubije strela na leto čez 100 ljudi, poškoduje pa jih več kot 2500.

Preden udari strela, nas na močna električna polja v atmosferi opozarjajo dvignjeni lasje, prasketanje ipd., včasih pa se na kovinskih konicah kažejo celo plamenčki (Elijev ogenj). Tedaj je skrajni čas, da si poiščemo zavetje ali ležemo v kako vdolbino proč od dreves, vrhov ali grebenov. V stavbah z vodovodno in drugo napeljavo, kjer smo kot v nekakšnih kovinskih kletkah, pa smo pred strelo varni.

Zrak v kanalu strele zažari, se raztegne ter trenutek nato spet skrči. To dá rezek pok, če strela udari blizu. Če pa se zvočni val odbija od tal in od plasti raznih gostot v atmosferi, se na daleč sliši značilno grmenje in bobnenje. To se širi s hitrostjo zvoka (ca. 330 m/s), kar pomeni, da lahko po merjenju časa med bliskom in gromom približno ugotovimo oddaljenost bliska od nas – vsake tri sekunde je 1 km.

8.12 Blisk je vidni pojav strele

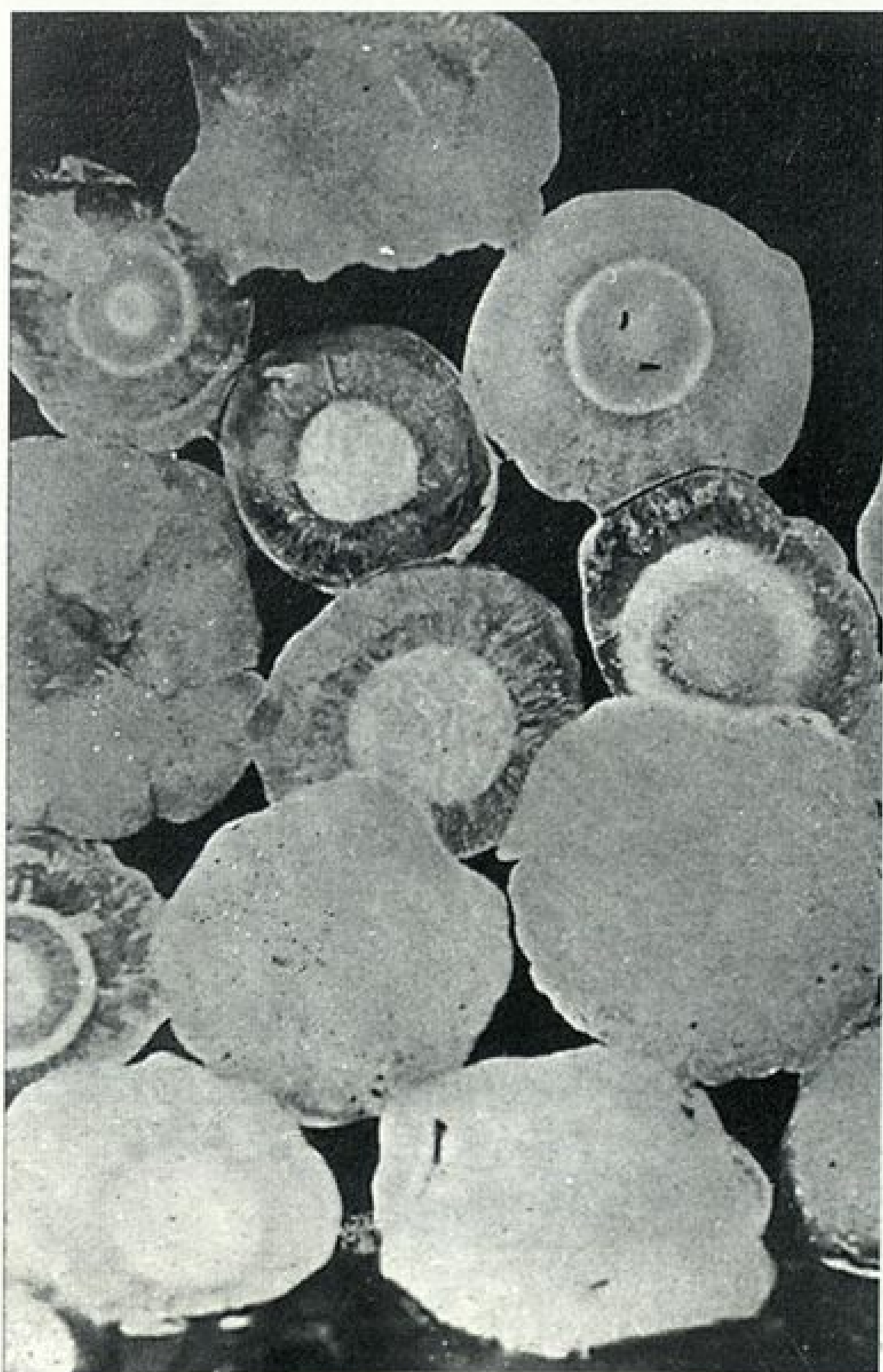


Električna polja prepredajo atmosfero tudi ob lepem vremenu, le da niso močna. V povprečju je atmosfera glede na tla pozitivna in jakost električnega polja je okrog 130 V/m (voltov na meter). Sorazmerno suh in neioniziran zrak je dober izolator, saj prenese jakost polj do 3 milijone V/m; če je ioniziran, manj. Vsekakor pa so razlike v napetostih na razdaljah strele ogromne.

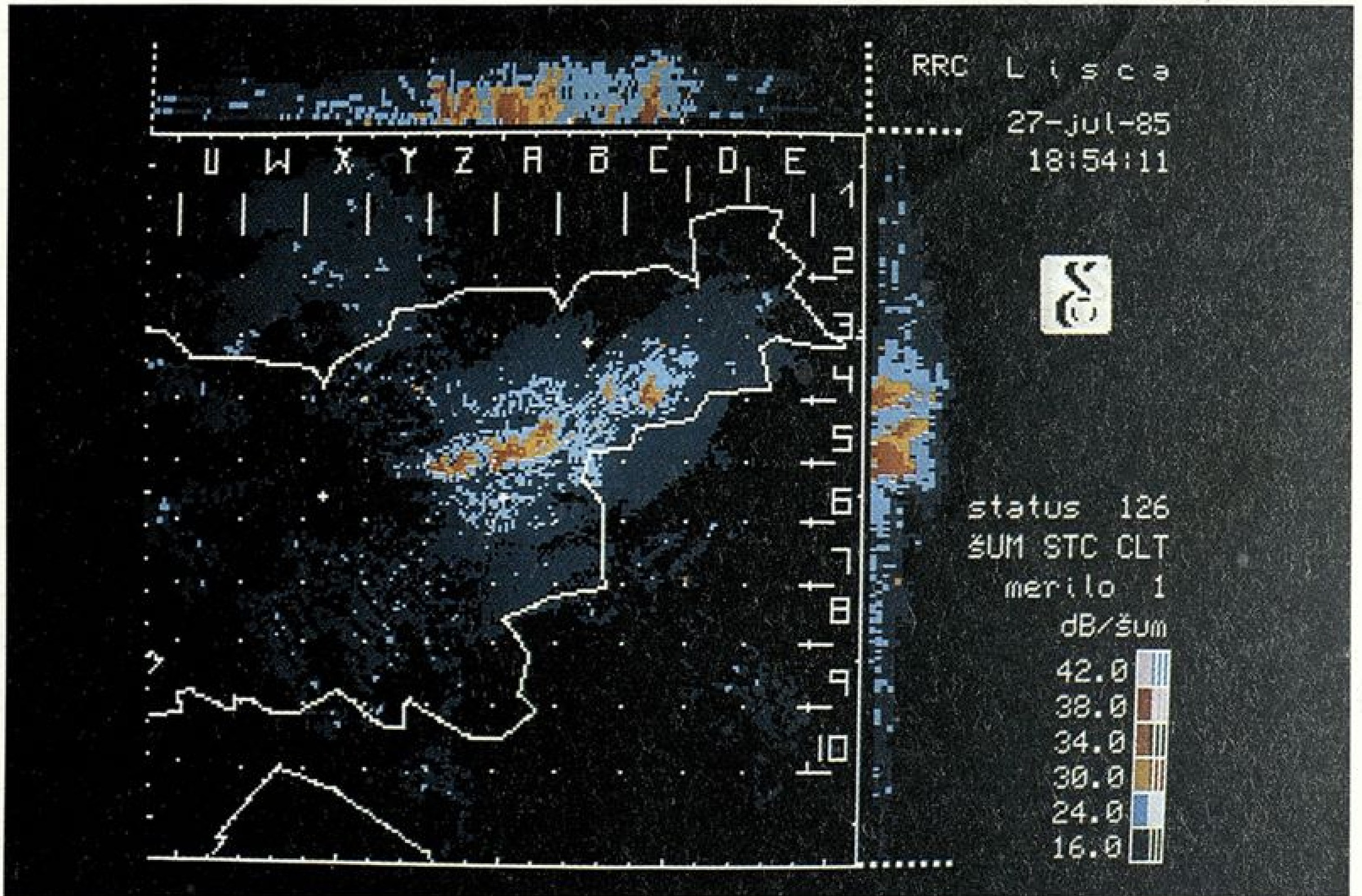
Poseben, tudi samo nevihtni pojav je toča. Vemo že, da so zametki padavin navadno ledena zrnca (pogl. 4). V nevihtnih oblakih, ki imajo močne navpične tokove pa pogosto potujejo taka zrnca večkrat navzgor in navzdol. Nanje primrzujejo kapljice in jih debelijo. Ko zaidejo v spuščajoče se tokove ali pa postanejo pretežka, izpadejo v obliki zrn toče. Ta merijo v premeru večinoma pod 1 cm, včasih pa 6 cm in celo več. Prerez točinega zrna je podoben prerezu čebule in kaže, kolikokrat je potovalo zrno v oblaku navzgor in navzdol [slika 8.13].

Znano je, da povzroča toča veliko škodo. Obramba proti toči sega več kot stoletja nazaj, a je še zdaj malo uspešna, če sploh je. Načelno oz. v grobem nastanek toče dandanes še kar dobro poznamo in sodobni namen obrambe je dober: vnesimo v oblak, kjer se začne delati toča, snov, ki bo ustvarila veliko število ledenih zrn (npr. srebrov ali svinčev jodid). Naravna in umetna zrna se zaradi množične konkurence ne bodo mogla močno odebeliti in namesto razmeroma maloštevilnih debelih zrn toče bo nastala velika množica drobnih, ki se bodo do tal morda celo stalila in bo padal le dež. Glavna težava praktične obrambe pa je v tem, da je treba vnesti v oblak na pravo mesto, ob pravem času zadostno količino snovi, ki bo povzročila nastanek ledenih zrn. To pa je kljub pomoči posebnega radarja in raket ali topov težko doseči. Če je smola, lahko s tem točo povzročimo, namesto da bi jo preprečili. Zato Svetovna meteorološka organizacija sicer priporoča nadaljnja raziskovanja na tem področju, a odsvetuje operativno obrambo, ker njen uspeh še ni dokazan.

8.13 Prerez zrn toče



Oglejmo si še energijo, ki se pretvarja pri izhlapevanju in kondenzaciji. Za ogretje enega litra ali kg vode za 1° C je potrebno okoli 4200 J, za izhlapitev enake količine vode pa 2,500.000 J, torej kar 600-krat toliko. To energijo odnese s seboj vodna para. Ko se para spet zgosti v vodne kapljice (kondenzira), se enaka koli-



8.14 Radarski posnetek območij z verjetnimi zametki toče nad Slovenijo

čina energije sprosti. Iz količine izpadle vode (padavin) lahko izračunamo, da se v enem samem nevihtnem oblaku v eni uri sprosti toliko energije, kot jo dá JE Krško v pol meseca polnega obratovanja. Vzdolž ene same hladne fronte pa lahko nastane na tisoče neviht; zato se očitno z energijo, ki jo proizvajamo, vremena ne da spreminjati.

Toča pokriva Goriška Brda

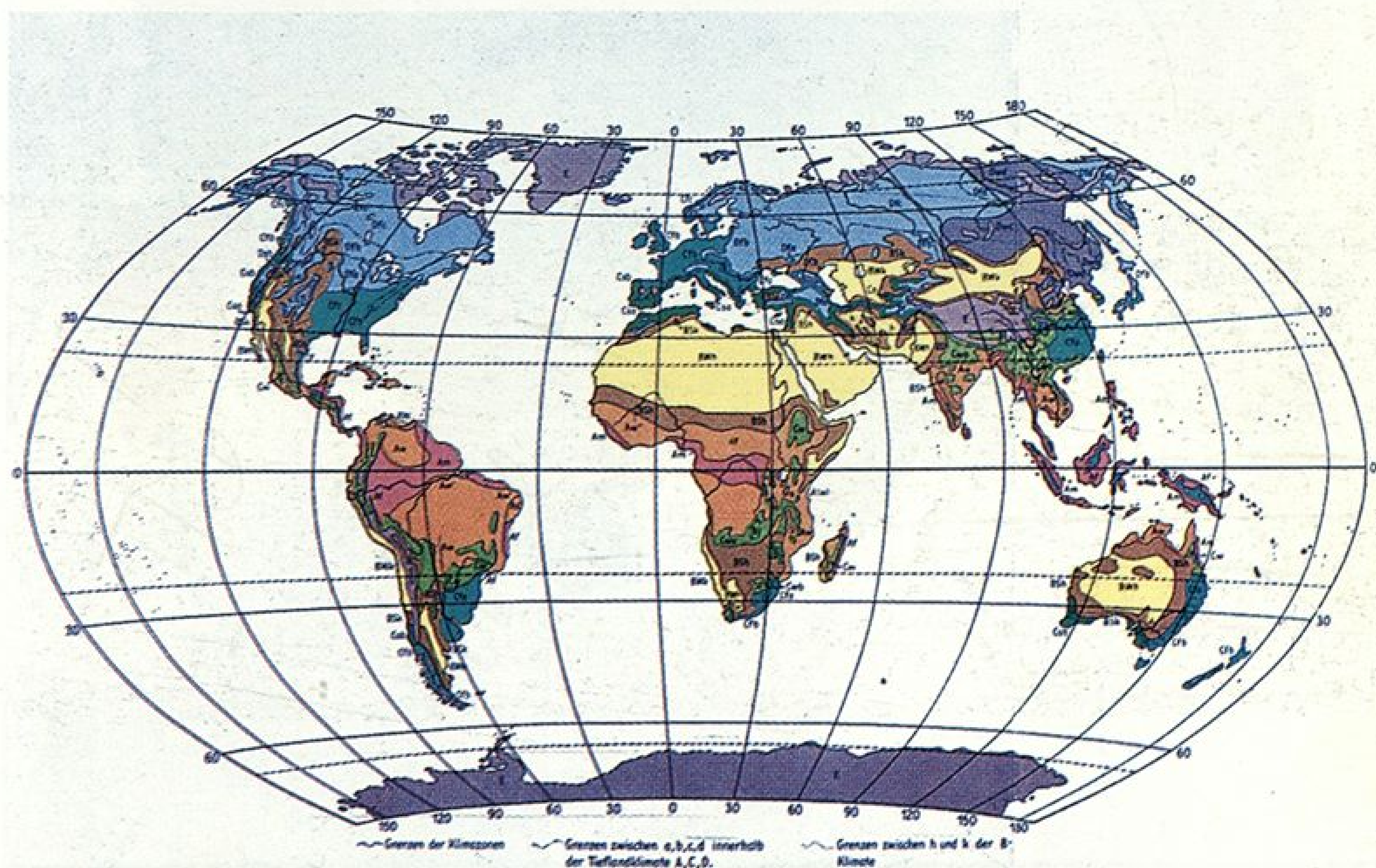


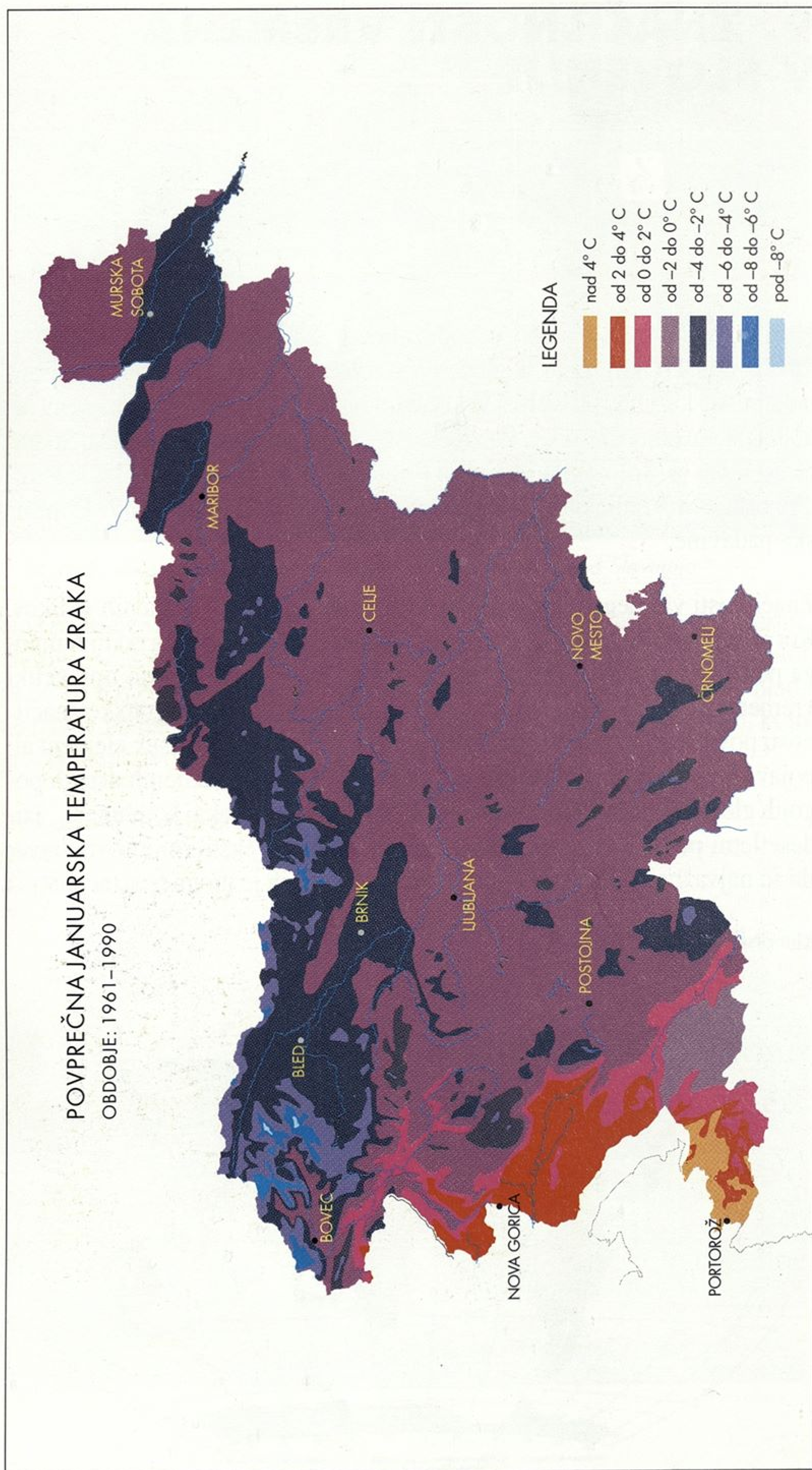
9. ZNAČILNOSTI VREMENA V SLOVENIJI

■ Slovenija meri v smeri vzhod–zahod le 250 km in v smeri sever–jug komaj 170 km. Zato je glede na velike vremenske sisteme, ki merijo nekaj tisoč kilometrov, velika le kot fižol na krožniku. Kljub temu se na tako majhnem območju kak velik vremenski sistem zelo različno odraža. Spomnimo se na to, kolikokrat ima naša Primorska sončno, medtem ko je v večini ostale Slovenije oblačno in dež; drugič pa je obratno in ima le Primorska padavine.

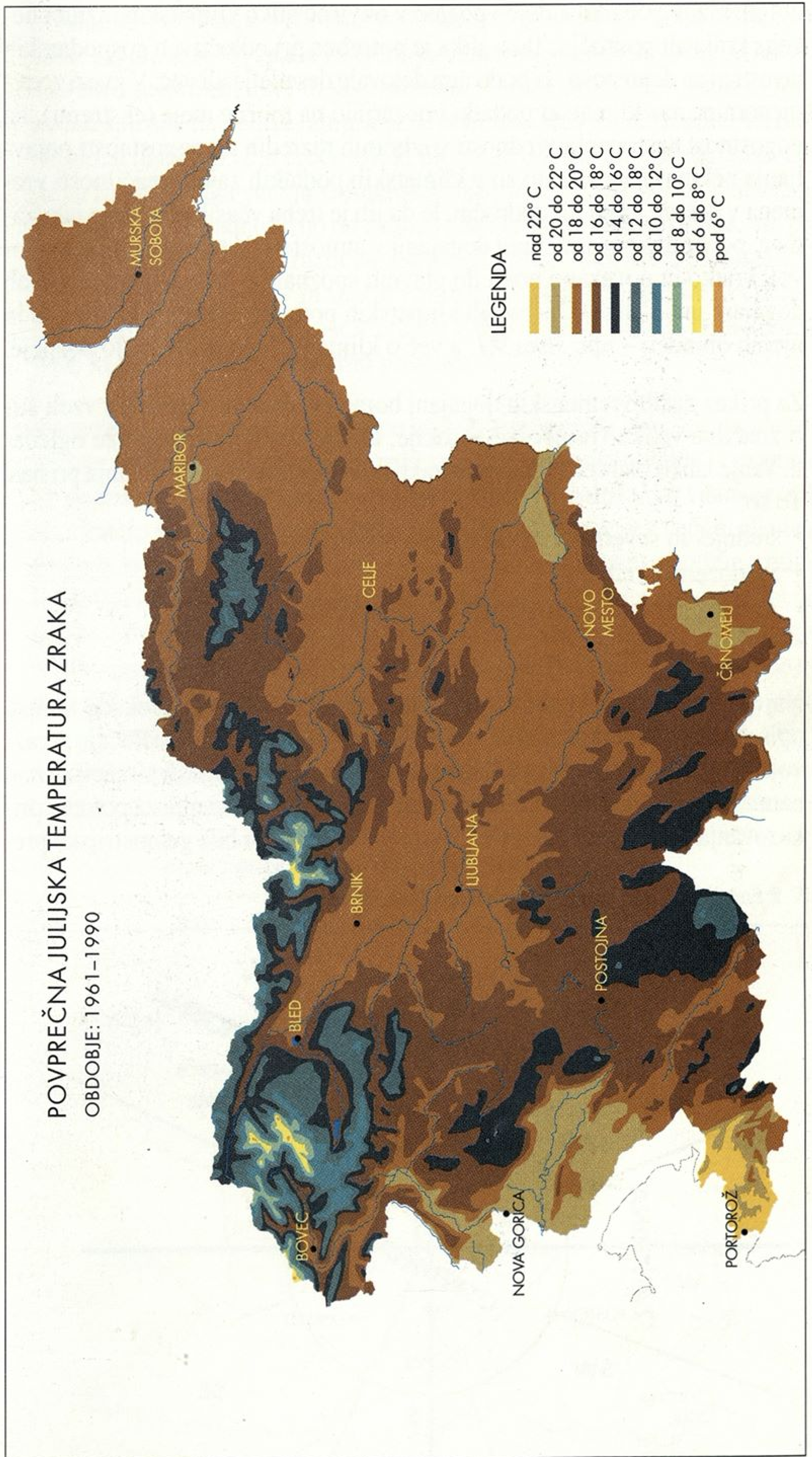
Značilnosti vremena v Sloveniji si je mogoče ogledati z različnih vidikov. Ker je dejavnikov mnogo, bi prinesel pregled z vidika vsakega od njih mnoga ponavljanja, čemur se skušamo izogniti. Na vreme vplivajo npr. veliki vremenski sistemi, letni čas, dnevni čas, topografske in orografske značilnosti posameznih območij itd. Lahko pa bi izbrali posebej vsak element ali pojav (npr. vlago, padavine) in si ogledali, kako je ob različnih drugih pogojih glede teh pojavov po Sloveniji. Uporabili bomo nekaj kombinacij. Tridesetletni povprečki iz zadnjih desetletij, skupaj z ekstremnimi vrednostmi in najvažnejšimi statističnimi količinami, ki jih je mogoče izračunati iz

Klimatska področja sveta





9.1 a Povprečne januarske temperature zraka v Sloveniji v dobi 1961–90



9.1 b Povprečne julijske temperature zraka v Sloveniji v dobi 1961–90

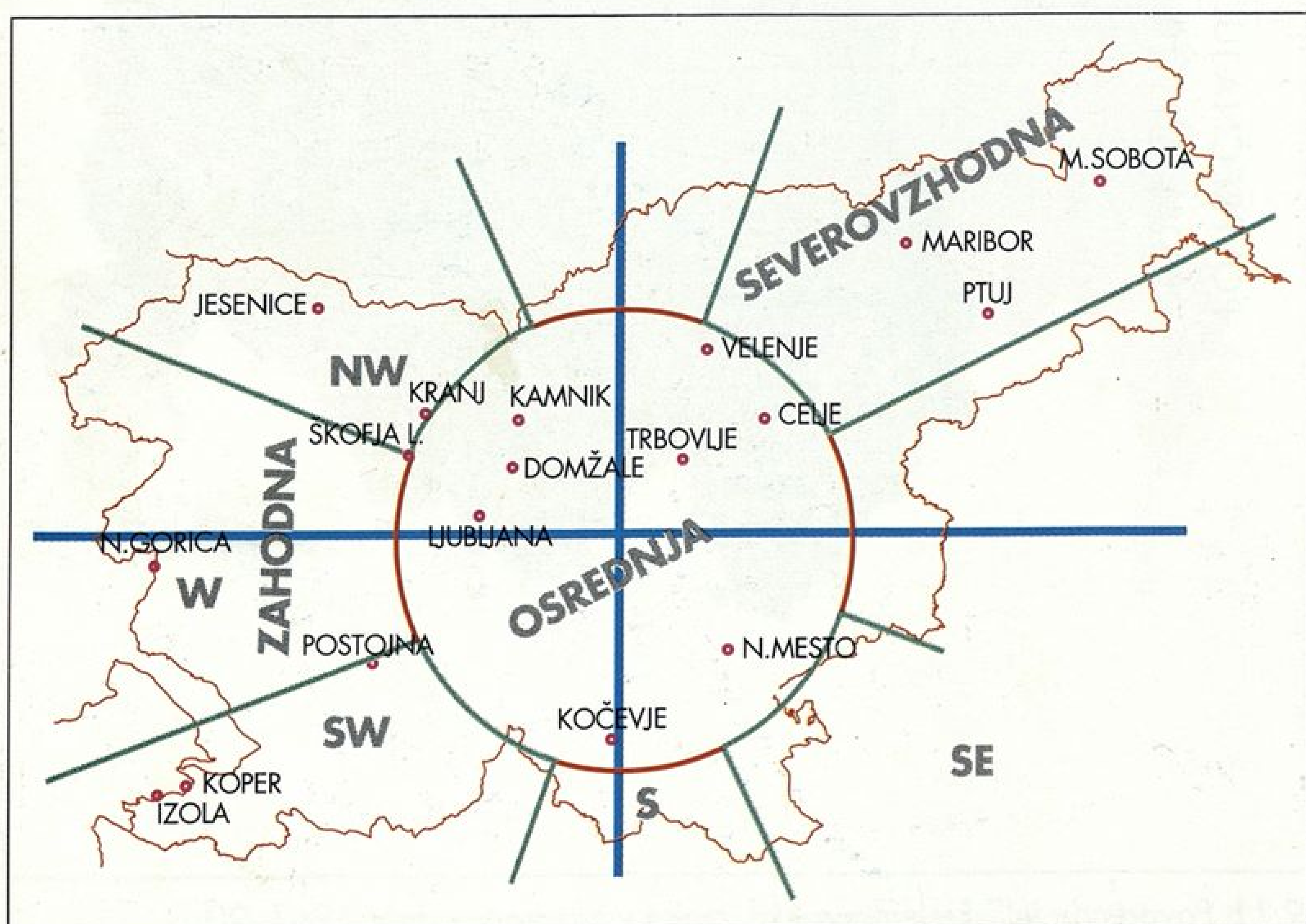
dolgih nizov podatkov, dajo vpogled v okvirno sliko klimatskih razmer nekega kraja ali področja. Taka slika je potrebna pri odločitvah gospodarskih investicij za dejavnosti, ki bodo tam delovale desetletje ali več. V zvezi z vremenom pa nas klimatski podatki opozarjajo na možne meje (ekstremi), na pogostnost nastopanja vrednosti v izbranih razredih ali pogostnosti pojavljanja nekih pojavov. Zato so v klimatskih podatkih zajete značilnosti vremena v nekem kraju ali področju, le da jih je treba včasih primerno izluščiti oz. povezati s posamičnimi dogajanja v atmosferi. V tem okviru bomo dovolj kratko in povezano prišli do glavnih spoznanj o navedenih povezavah dogajanj in do slike o bistvenih klimatskih potezah Slovenije kot celote in njenih območij – npr. *slika 9.1*, a več o klimatskih podatkih malo pozneje.

Za prikaz naših vremenskih dogajanj bomo za osnovno izhodišče vzeli štiri značilne velike vremenske situacije, ki smo si jih na splošno že ogledali. Vanje lahko namreč vključimo praktično vsa vremenska dogajanja pri nas. To so:

- srednje- in severnoevropski cikloni s frontami,
- Sredozemski ciklon,
- Azorski anticiklon ali greben visokega pritiska in
- Sibirski anticiklon.

Največji atmosferski sistemi – dolgi Rossbyjevi valovi in blokade tu niso opisani, ker vplivajo na naše vreme šele posredno, čeprav odločajo o razvoju in pomikih naštetih velikih sistemov oz. o vremenskih situacijah nad nami, kot tudi pravimo. Poseben problem je delitev Slovenije za potrebe prikazovanja sedanjega ali bodočega vremena. Lahko bi bila geometrijsko pre-

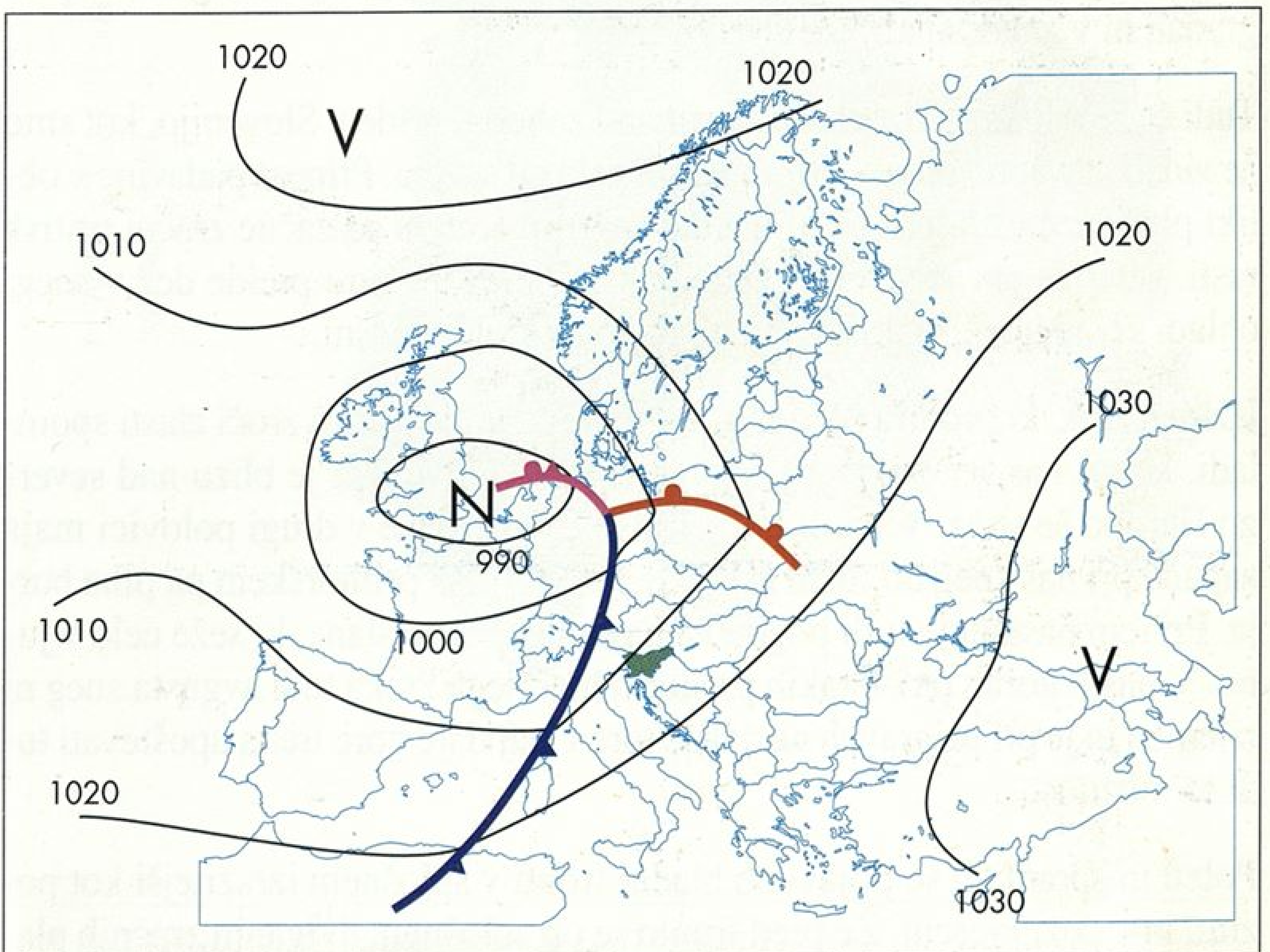
9.2 Ena od možnih geometrijskih razdelitev Slovenije

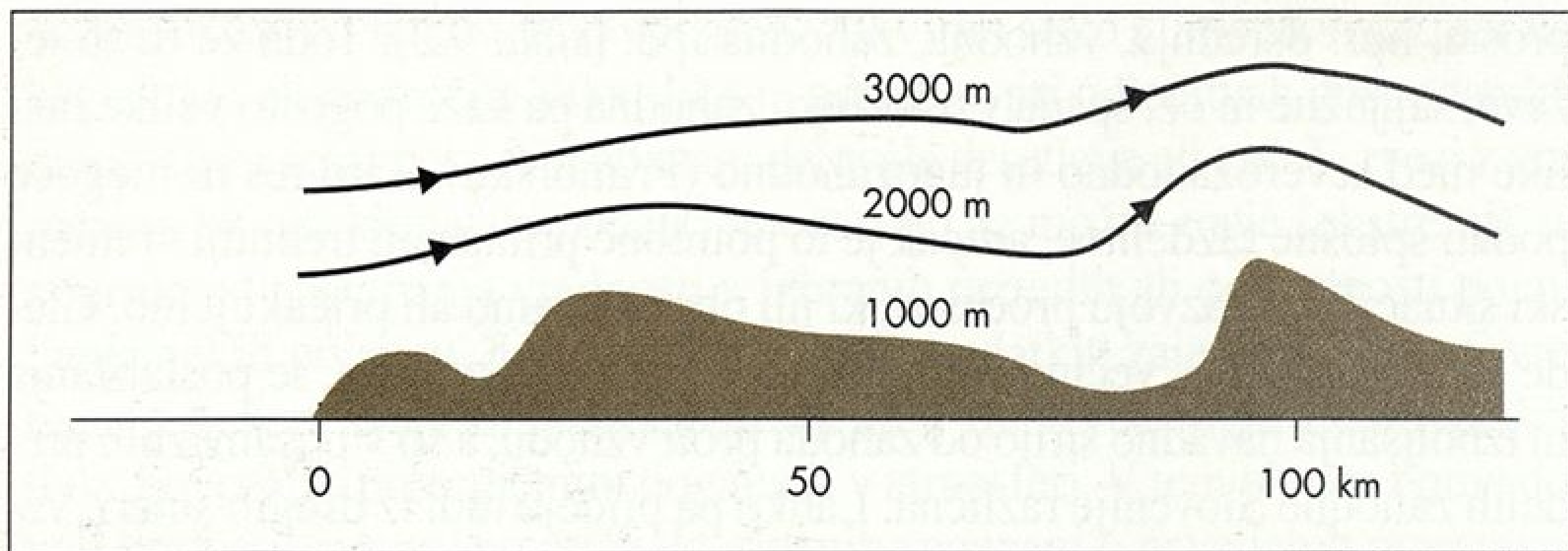


prosta, npr: osrednja, vzhodna, zahodna ipd. [slika 9.2]. Toda že tu so težave, saj južne ni oz. spada v osrednjo, zahodna pa kaže pogosto velike razlike med severozahodno in jugozahodno (Primorsko). Zato res ni mogoče podati splošne razdelitve, ampak je to potrebno prilagajati trenutni vremenski situaciji oz. razvoju procesov, ki jih obravnavamo ali pričakujemo. Glede na to, da prihaja večina vremenskih sistemov od zahoda, se poslabšanja in izboljšanja navadno širijo od zahoda proti vzhodu, a so v posameznih predelih zahodne Slovenije različna. Lahko pa pridejo tudi iz drugih smeri. Velika raznolikost vzrokov in samih vremenskih dogajanj je osnova ugotovitve, da je največja značilnost vremena njegova nestalnost in nepredvidljivost, ki pa jo vendarle skušamo premagati.

Ko prihaja z Atlantika nad Evropo ciklon – primer na *sliki 9.3*, začne tudi pri nas zračni pritisk padati in kmalu se pojavijo visoki oblaki. Ti se navadno pomikajo od zahoda in jugozahoda v skladu s položajem višinske doline, s katero je ciklon povezan (pogl. 1–3). Jugozahodnik se z večjim ali manjšim odklonom smeri počasi prenese do tal oz. se v skladu s poljem pritiska tu okrepi in dovaja iz Sredozemlja vlažen zrak. Ta ustvari ob dviganju čez gorske grebene navadno najprej kape na hribih oz. oblačne obloge na grebenih, pogosto pa se začnejo tam tudi padavine. Te orografske padavine nastajajo v širšem območju višjih gorskih pregrad, predvsem na njihovi privetrni strani, kjer se zrak dviga [slika 9.4]. Take orografske padavine, ki jih nad večjo ravnino ni, bistveno prispevajo k povprečni letni količini padavin in njihovi razporeditvi v Sloveniji [slika 9.5]. Iz te padavinske karte vi-

9.3 Primer prihoda zrelega ciklona v Evropo z Atlantika





9.4 Približen presek reliefa čez osrednjo Slovenijo v smeri JZ vetrov, ki povzročajo obdiganje padavine

dimo, da je v območju najvišjih gorskih grebenov do štirikrat več padavin kot npr. v Prekmurju in da nekateri grebeni (npr. Pohorje) izrazito izstopajo. Vendar pa orografske padavine pred splošnim poslabšanjem vremena, kot bomo videli, niso edini vzrok take padavinske razporeditve.

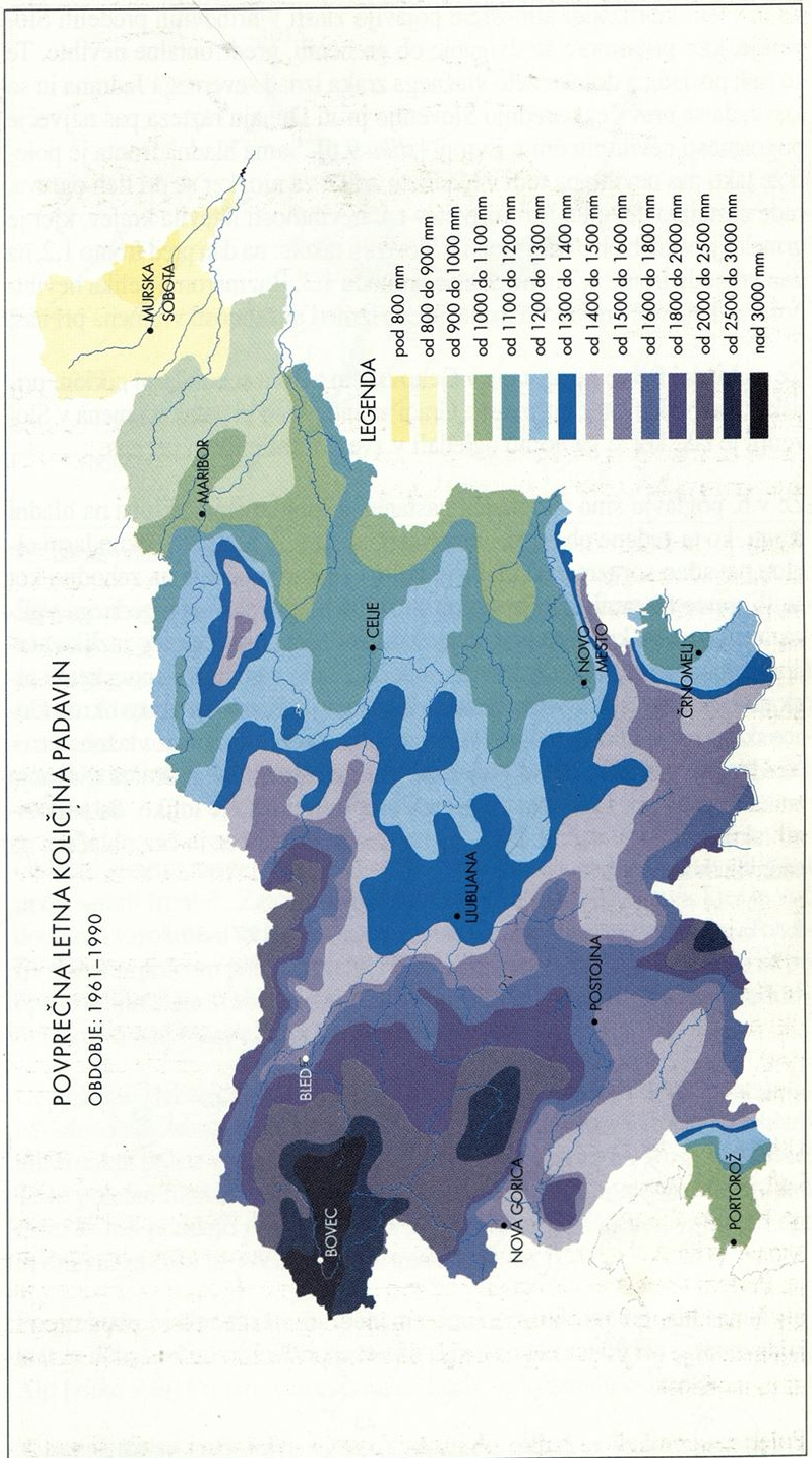
Kadar je središče ciklona nad Anglijo ali severneje, nas navadno topla fronta sploh ne doseže; pa tudi kadar gre čez nas, je predfrontalne orografske padavine težko ločiti od tistih ob topli fronti. To velja predvsem za zimsko polovico leta, medtem ko so v poletni polovici tople fronte takih severnih ciklonov komaj opazne in nas navadno preidejo le z nekoliko povečano prehodno oblačnostjo.

Vse do prihoda hladne fronte, ki šele dá ponovno pravo spremembo vremena, se navadno nadaljuje padanje zračnega pritiska. Zrak je ob jugozahodnih vetrovih sorazmerno topel in vlažen, vidnost je majhna, pojavljajo pa se lahko še šibke padavine, ki so v teh primerih izdatnejše ob gorskih pregradah in v zahodnih predelih Slovenije.

Tudi če se Alpam bliža hladna fronta od zahoda, pride v Slovenijo, kot smo že videli, navadno od severozahoda ali celo od severa. Prinese padavine v obliki ploh in včasih tudi pozimi tedaj zagrmijo. Kmalu pa začne zračni pritisk rasti, veter se obrne v severozahodnik ali sever, pozimi preide dež v sneg, ohladi se, vidnost se poveča in pogosto se kmalu zjasni.

Hladen zrak, ki prodira s hladno fronto na čelu, lahko povzroči zlasti spomladi, ko pri nas že vse cveti, zelo močne ohladitve, ker je blizu nad severno Evropo še sneg. V takih primerih se zgodi, da še v drugi polovici maja zapade pri nas sneg do nižin (npr. 20. 5. 1969), na primorskem pa piha burja. Pri tem nastanejo tudi pogoji za nastanek pozne slane, ki seže celo v junij. V naših gorah pa ob takih prodorih hladnega zraka tudi avgusta sneg ni izjemen in je pri pripravah na daljše ture v najvišje gore treba upoštevati tudi to možnost.

Poleti in spomladi so pojavi ob hladni fronti v splošnem izrazitejši kot pozimi in v pozni jeseni. Že pred fronto se ob splošnem dviganju zračnih pla-



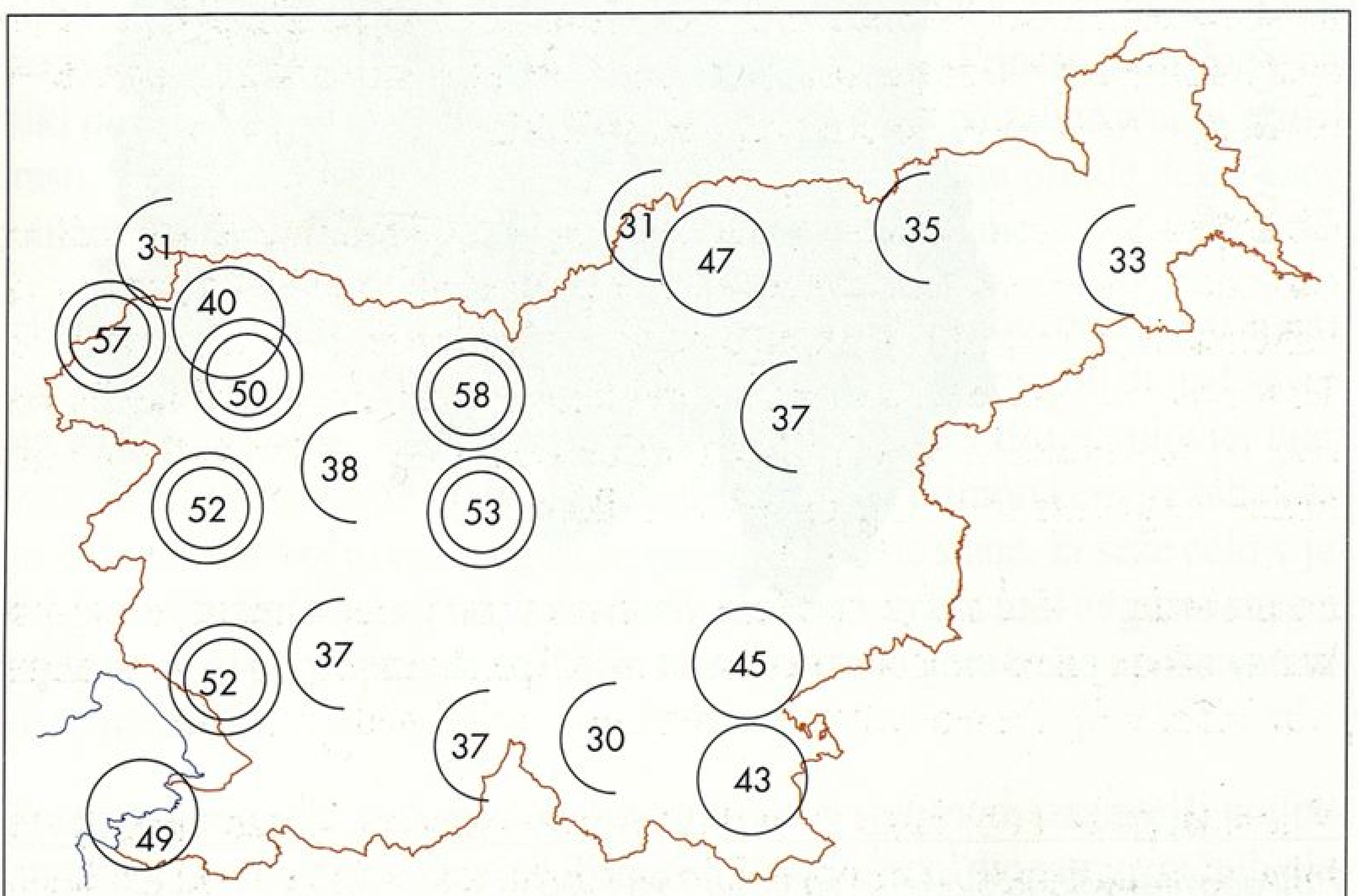
9.5 Padavinska karta Slovenije za dobo 1961-90

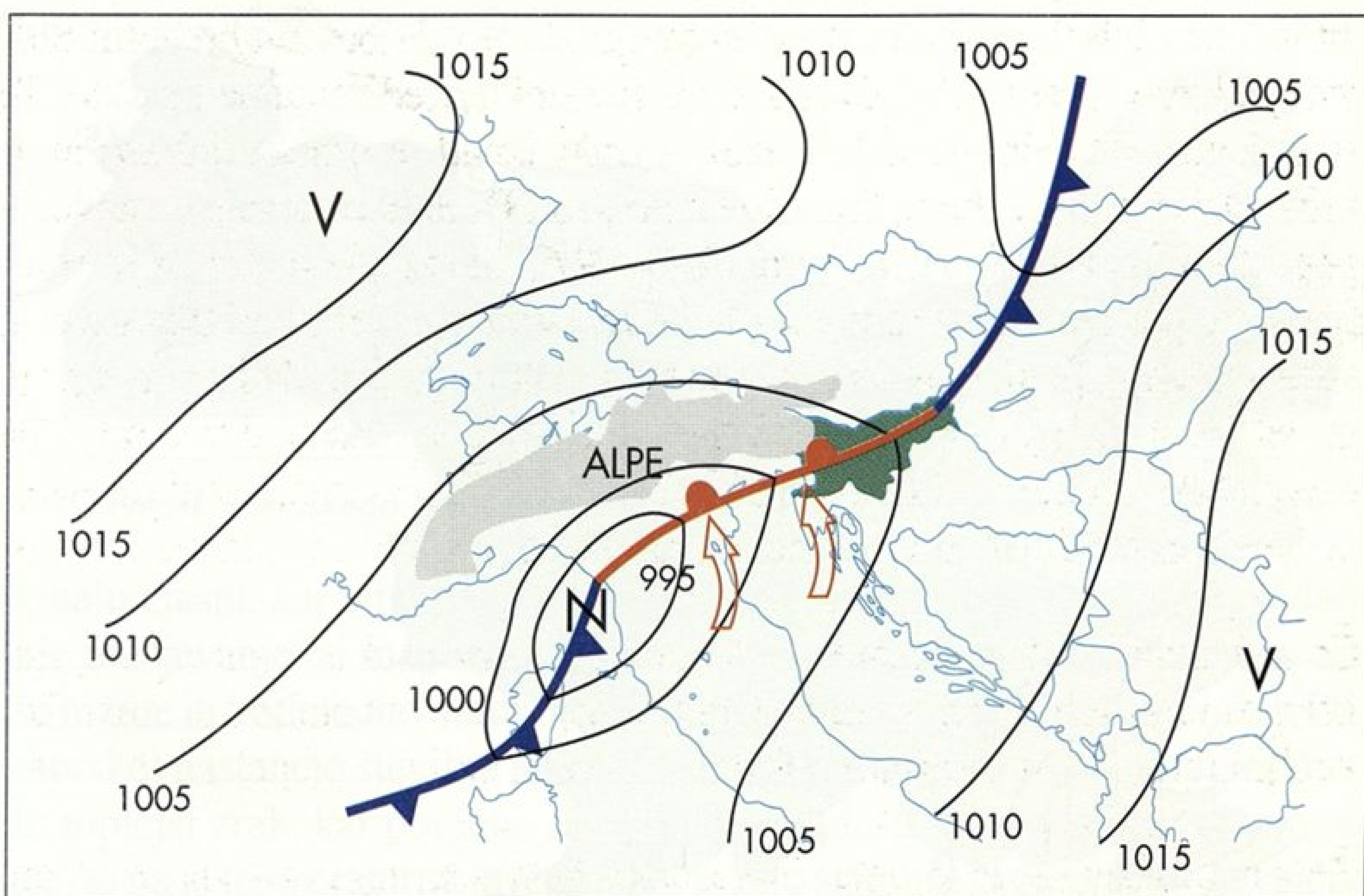
sti in s tem labilizaciji atmosfere pojavijo zlasti v hribovitih predelih Slovenije, kjer pripomore še dviganje ob grebenih, predfrontalne nevihte. Te so tudi posledica dotoka zelo vlažnega zraka iznad severnega Jadrana in so krive, da se prav čez osrednjo Slovenijo proti Dunaju razteza pas največje pogostnosti nevihtnih dni v Evropi [slika 9.6]. Sama hladna fronta je poleti že tako pas neviht; pa tudi v hladnem zraku za njo, ker se pri tleh ogreva, rade nastajajo nevihte. Razporeditev t. i. nevihtnosti (števila krajev, kjer je grmelo) je v dneh ob hladni fronti v Sloveniji takole: na dan pred fronto 1,2, na dan prehoda fronte 4,7 in na dan po prehodu 1,3. Razmeroma velika nevihtnost na dan pred prihodom fronte je ena izmed posebnosti vremena pri nas.

Če na hladni fronti ne nastane v Genovskem zalivu sekundarni ciklon, pritisk po prehodu fronte hitro raste. Gradi se anticiklon in potek vremena v Sloveniji je tak, kot si ga bomo ogledali v zvezi z anticikloni pri nas.

Že v 6. poglavju smo si ogledali nastanek sekundarnega ciklona na hladni fronti, ko ta zadene ob Alpe – še primer, slika 9.7. Ker je ta sekundarni ciklon navadno sorazmerno majhen, vpliva znatno močnejše na zahodno kot na vzhodno Slovenijo, ki je včasih že zunaj njegovega neposrednega vpliva. Veliko večja količina padavin v zahodni Sloveniji je poleg razlik zaradi razgibanosti reliefa v veliki meri tudi posledica bližine Genovskemu ciklonu in padavinskim območjem, ki jih ustvarja. Kroženje zraka okrog Genovskega ciklona daje pri nas jugovzhodne ali celo vzhodne vlažne vetrove. Zdaj so vzhodne strani grebenov privetrne in s tem področja dviganja zraka in padavin. Letni čas se pri teh procesih pozna le toliko, da je pozimi takih primerov več; dnevni čas pa, kadar je vse čez in čez oblačno, na padavinah skoraj nič.

9.6 Povprečno letno število dni z nevihtami za obdobje 1971–80





9.7 Še en primer Genovskega ciklona

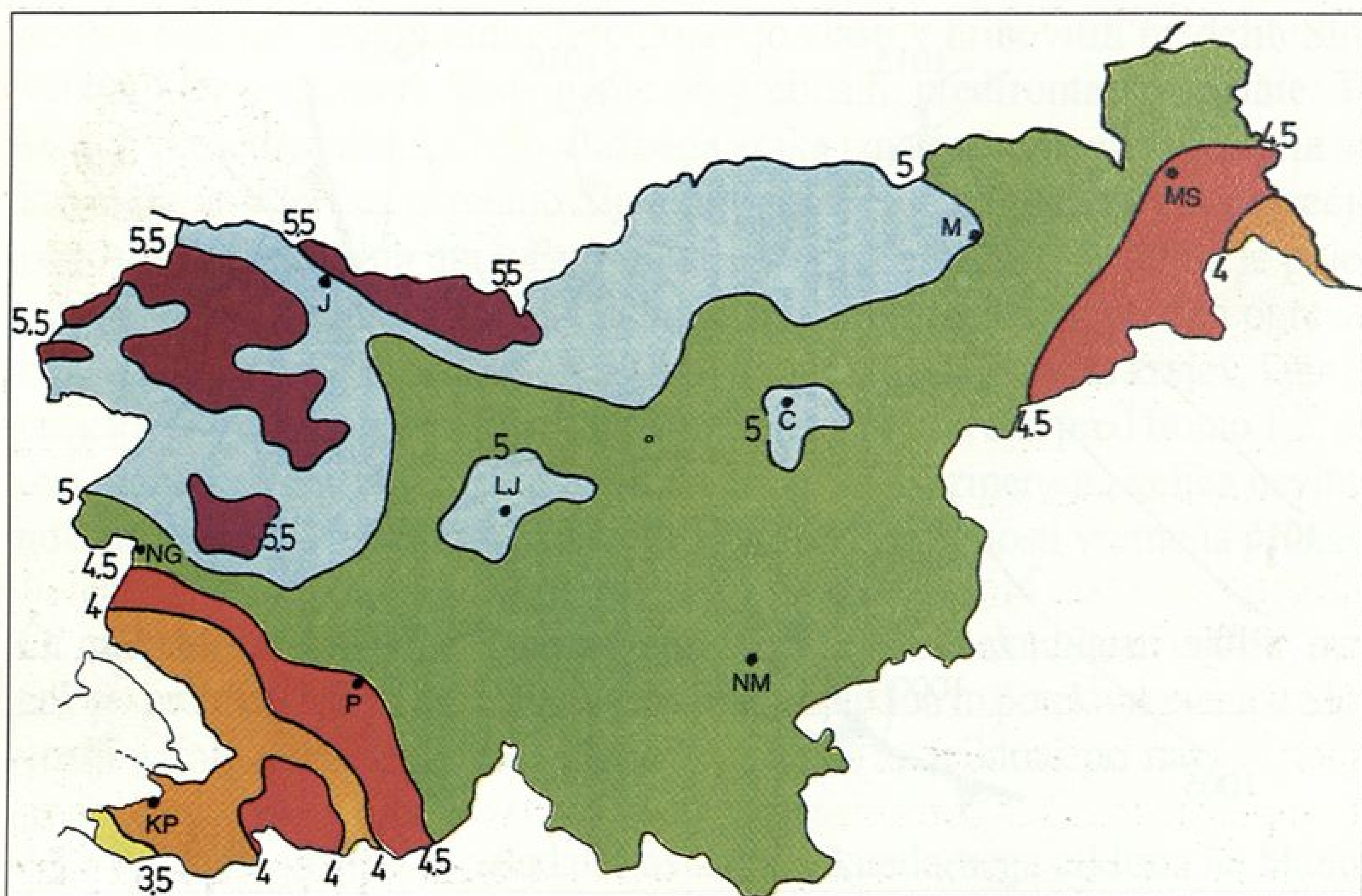
Splošno dviganje zraka v območju ciklona poveča labilnost ozračja. Zlasti nad našimi območji, kamor priteka iz Sredozemlja vlažen zrak, so izpolnjeni vsi pogoji za nastanek neviht in ploh, ki se zato rade pojavljajo že pred fronto. Ko pa fronta na vzhodnem delu sekundarnega ciklona spremeni tip (iz hladne v toplo) in se ustavi (pogl. 6), postanejo padavine bolj enakomerne, dolgotrajne in zaradi tega izdatne; toda spet bolj v zahodni Sloveniji kot v vzhodni.

Oblačni sistemi zavzemajo širša območja kakor padavine, in to v ciklonih in ob samih frontah. Zato je tudi oblačnost v zahodni Sloveniji, kjer je več dodatnih vzrokov za dviganje zraka, v splošnem večja kot v vzhodni. To velja zlasti za poletno polovico leta, ko v nižinah ni dvignjene megle, ki se po opazovanjih šteje v oblačnost. Sicer pa je 30-letna klimatska razporeditev oblačnosti nad Slovenijo prikazana na *sliki 9.8*.

Ob splošno slabem, oblačnem vremenu, kot je v ciklonih in ob frontah, se navadno vpliv letnega in dnevnega časa ne poznata veliko. Vendar pa na hladnih frontah poleti vedno nastanejo nevihte, medtem ko so pozimi izjemne. Tiste poletne hladne fronte, ki nas preidejo čez dan, imajo več neviht kot tiste, ki nas preidejo ponoči. Vse drugače velik in odločilen vpliv letnega in dnevnega časa na vreme pa je v anticiklonih.

Po prehodu hladne fronte in njenem odmiku proti jugovzhodu se največkrat za odhajajočim ciklonom razraste k nam Azorski anticiklon severno okrog Alp [*slika 9.9*]. Pri tem vetrovi, razen burje, zelo kmalu oslabijo.

V jeseni, ko so noči dolge in se tla izdatneje ohladijo, je ozračje bolj stabilno in se tudi podnevi ne pojavljajo vertikalni tokovi in konvekcija. K sta-

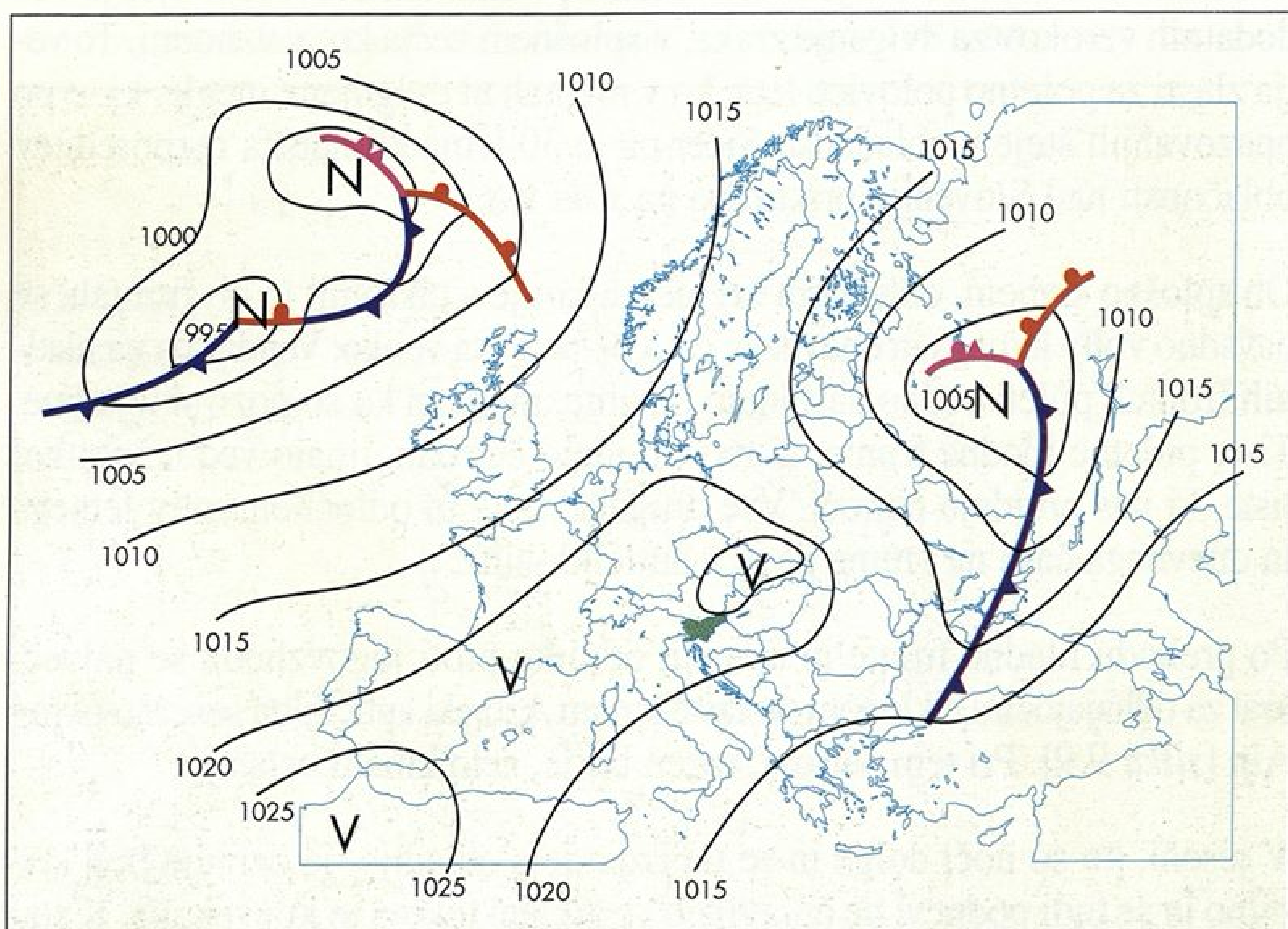


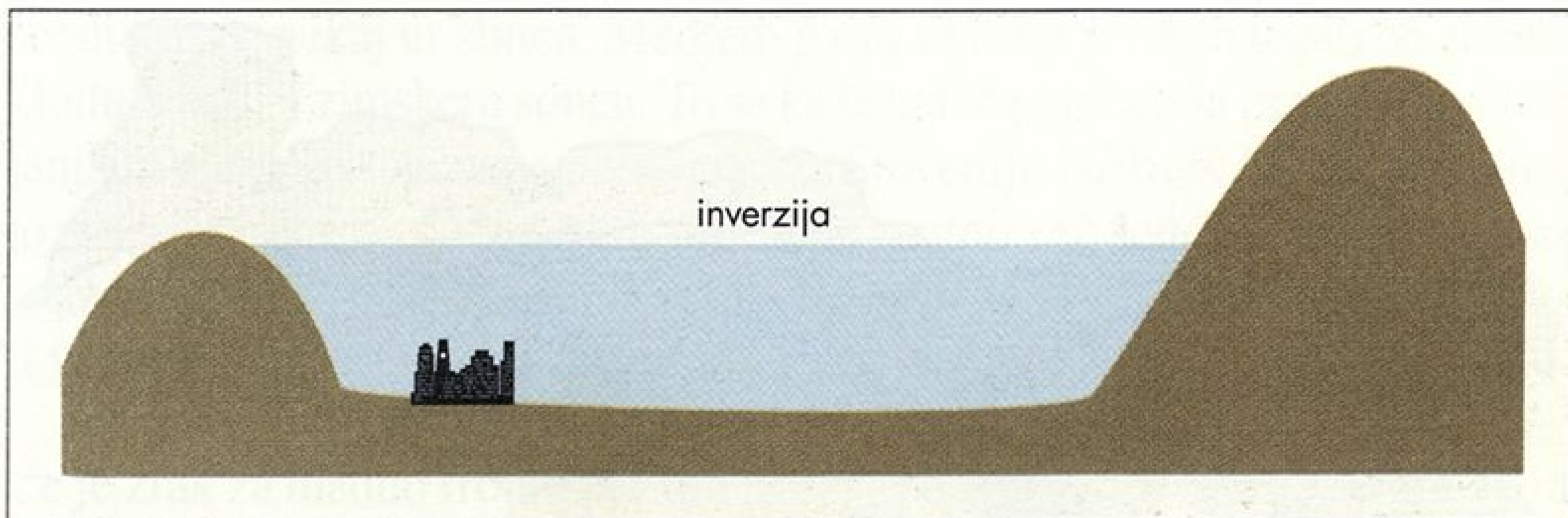
9.8 Povprečna oblačnost avgusta v Sloveniji (v desetinah pokritega neba)

bilnosti prispeva splošno spuščanje zraka v anticiklonu, tedaj imamo ob visokem pritisku jasno in mirno vreme tudi v gorah in je za izlete in ture najugodnejše. Ker je tedaj še sorazmerno toplo, je za taka obdobja udomačen izraz “babje poletje”, ki seže s presledki včasih celo daleč v oktober.

Pozno v jeseni in pozimi, ko so tla že precej hladna, je stabilnost atmosfere v anticiklonih splošna in velika. Po prehodu frontalnih motenj se nebo

9.9 Primer razširitve Azorskega anticiklona nad Evropo pozimi





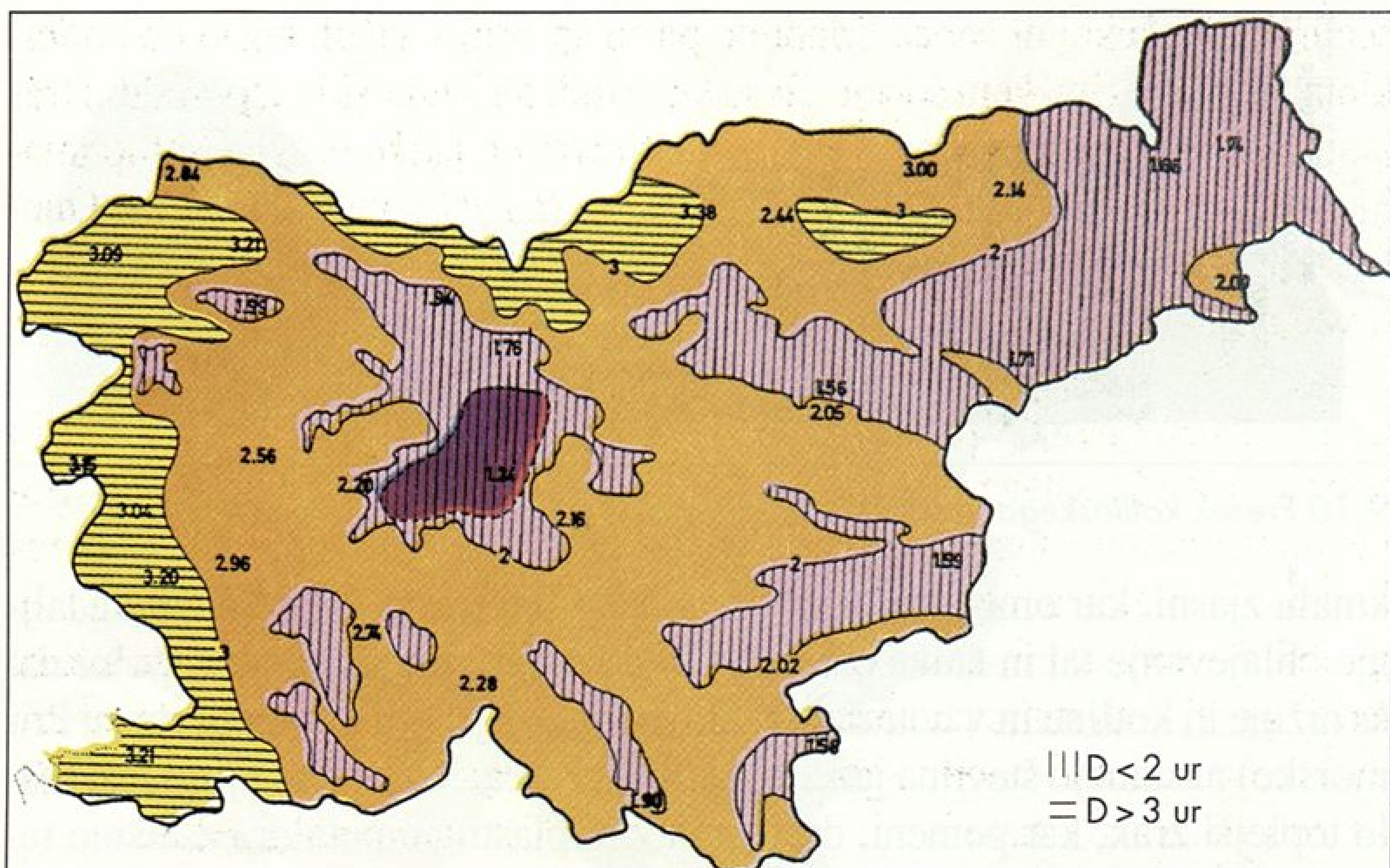
9.10 Presek kotlinskega jezera hladnega zraka s 30-krat povečanimi višinami

kmalu zjasni, kar omogoča v dolгих nočeh s terestričnim sevanjem nadaljnje ohlajevanje tal in zraka pri tleh. Ob pobočjih ohlajeni zrak zapolni naše nižine in kotline in v notranjosti Slovenije (oz. v vsej Sloveniji razen Primorske) nastanejo številna jezera hladnega zraka. Nizko nad njimi leži malo toplejši zrak, kar pomeni, da v prehodni plasti temperatura z višino raste, to pa je temperaturna inverzija, ki je zelo stabilna in preprečuje navpično mešanje zraka [slika 9.10]. Hladen kotlinski zrak je tako tudi zgoraj zaprt in ima sorazmerno majhen volumen. Zato že razmeroma majhne količine škodljivih primesi, ki pridejo v zrak, povzročajo visoke koncentracije in veliko onesnaženost zraka – večjo, kot je v velikih industrijskih področjih in mestih ravninske Evrope, čeprav so tam emisije desetkrat večje. Tam je tudi vreme bolj spremenljivo kot pri nas; toda njegove spremembe kažejo več reda.

Globina jezer hladnega zraka je odvisna od višine okolišnjih grebenov oz. sedel in je največkrat med 80 in 150 m nad dnom (npr. Pivška, Cerkniška in Idrijska 80 m, Novomeška, Mežiška in Mislinjska 120, Celjska 140, Ljubljanska 200). Vodoravne razdalje oz. velikosti pa odločajo o volumnu hlad-

Heliograf meri trajanje osončenja



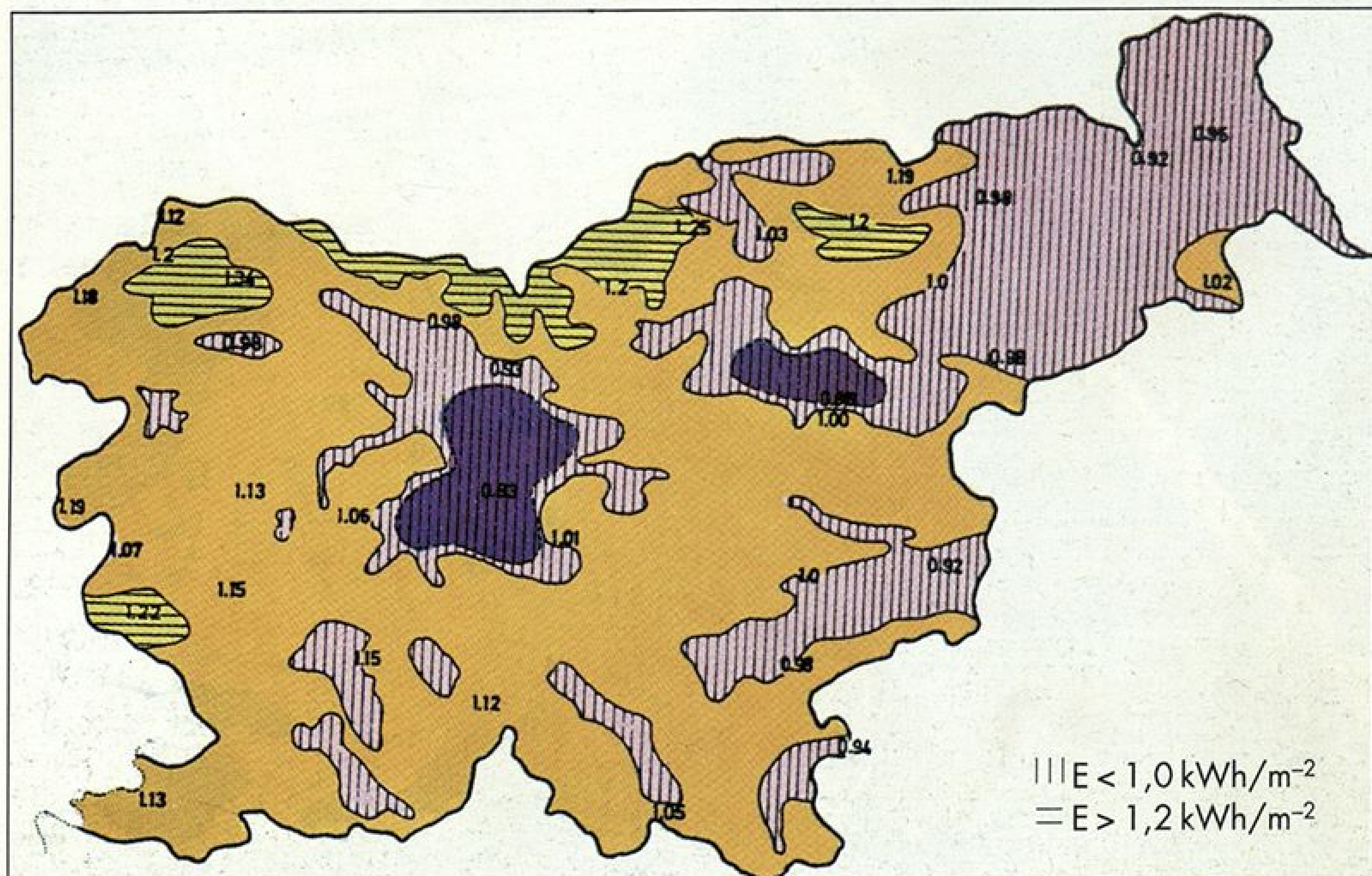


9.11 a Januarska razporeditev trajanja sončnega obsevanja v Sloveniji

ne kotlinske atmosfere. Računi kažejo, da so emisije onesnaženja zraka v večini naših kotlin nekajkrat večje kot bi glede na volumen smele biti.

Ko se jezero hladnega zraka ohladi pod rosišče tega zraka, se spremeni v megleno jezero. Megla podnevi odbije večino sončevega sevanja nazaj v vesolje. Zato lahko kljub sončnemu vremenu nad meglo taka vlažna, meglena in onesnažena jezera hladnega zraka v naših kotlinah trajajo pozimi po več dni skupaj. Šele močni vetrovi novega ciklona premešajo zrak in odpihnejo onesnaženega; toda obenem prinesejo oblake in padavine. Tako se je že zgodilo, da je bilo kako zimo v nekaterih kotlinah v treh zimskih me-

9.11 b Januarska razporeditev energije sončnega obsevanja v Sloveniji



secih komaj nekaj ur sonca. Medtem pa so se kraji v višjih legah ob anticiklonu kopali v zimskem soncu. To se kaže tudi na januarski razporeditvi trajanja in energije sončnega obsevanja za Slovenijo [slika 9.11]. Očitno imajo poleg Primorske pozimi tudi višje lege znatno več sonca kot nižine. Onesnaženost zraka je v Sloveniji velika le v zimski dobi, medtem ko je poleti večinoma nizka.

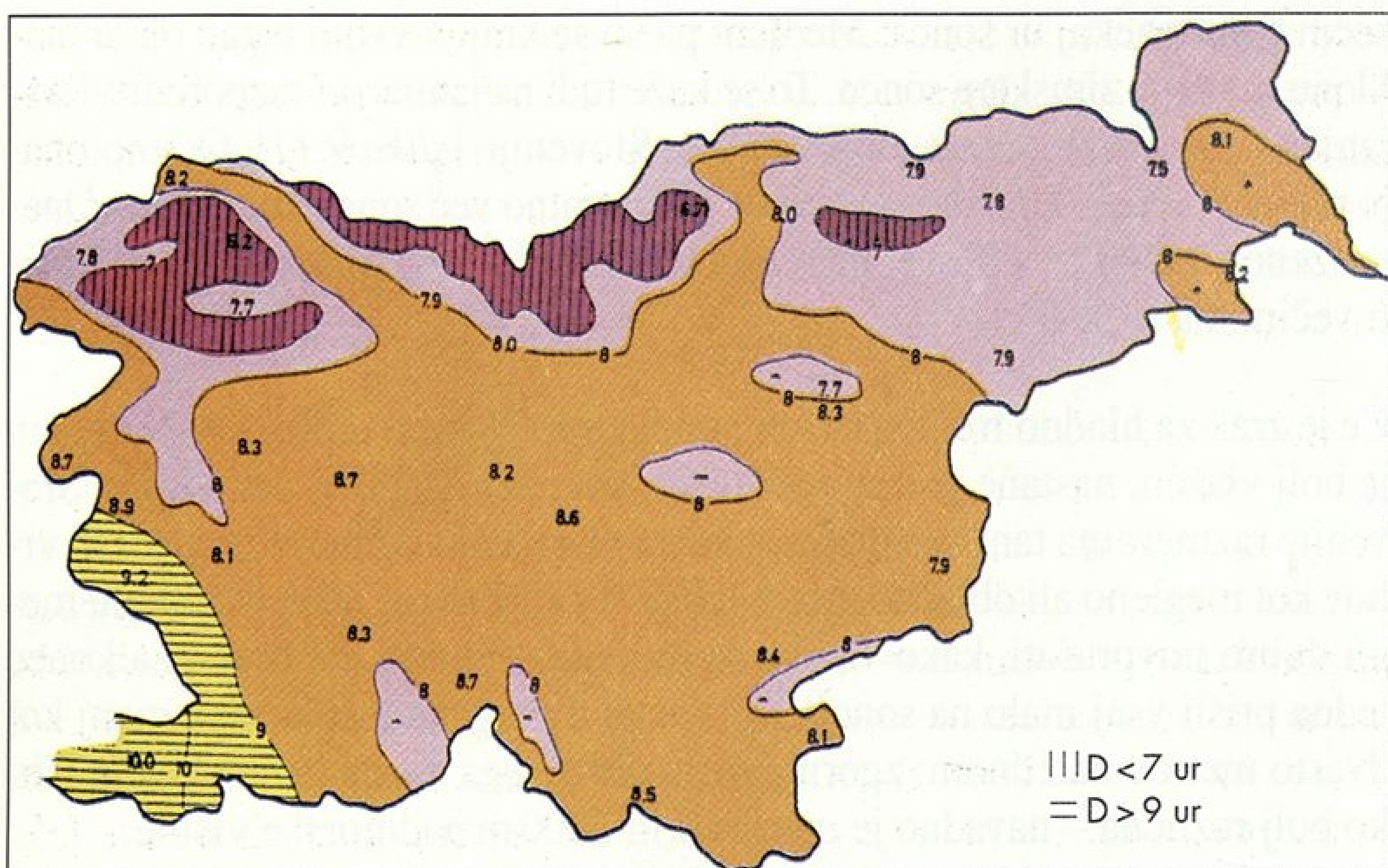
Če je zrak za hladno fronto pozimi prišel s sorazmerno toplega Atlantika in je bolj vlažen, nastane pod subsidenčno inverzijo (pogl. 5) čez večino Slovenije razmeroma tanka in nizka oblačna plast, ki jo vidimo le z visokih vrhov kot megleno ali oblačno morje [slika 9.12]. Zato se je ob dvignjeni megli dobro povprašati, kako visoko se moramo dvigniti, da bomo za konec tedna prišli vsaj malo na sonce. Kotlinska dvignjena megla sega manj kot dvesto metrov nad dnom; zgornja meja oblačnega morja pa je višja in lahko bolj različna – navadno je med 800 in 2000 m nadmorske višine.

Primorski je v takih primerih z meglo in navadno tudi z oblačnostjo prizanešeno. Tja dol nad morje se namreč zrak pri severnih vetrovih po malem spušča. Spoznali smo že, da že zelo majhne hitrosti spuščanja zraka – nekaj cm/s, v pol dneva zrak dovolj ogrejejo, da lahko vanj izhlapijo oblačne kapljice, in nebo se zjasni. Poleg splošnega spuščanja zraka v anticiklonih je spuščanje zraka na primorsko stran grebenov (fenizacija) glavni vzrok, da ima Primorska več lepega vremena kot notranjost Slovenije.

Oblačnih in meglenih pojavov pa pri nas tudi v notranjosti pozimi navadno ni, če se razširi k nam Sibirski anticiklon. Zrak, ki priteka v njegovi cirkulaciji, je mrzel in suh. Z vzhodnimi (ali severovzhodnimi oz. jugovzhod-

9.12 Oblačno morje nad večino Slovenije





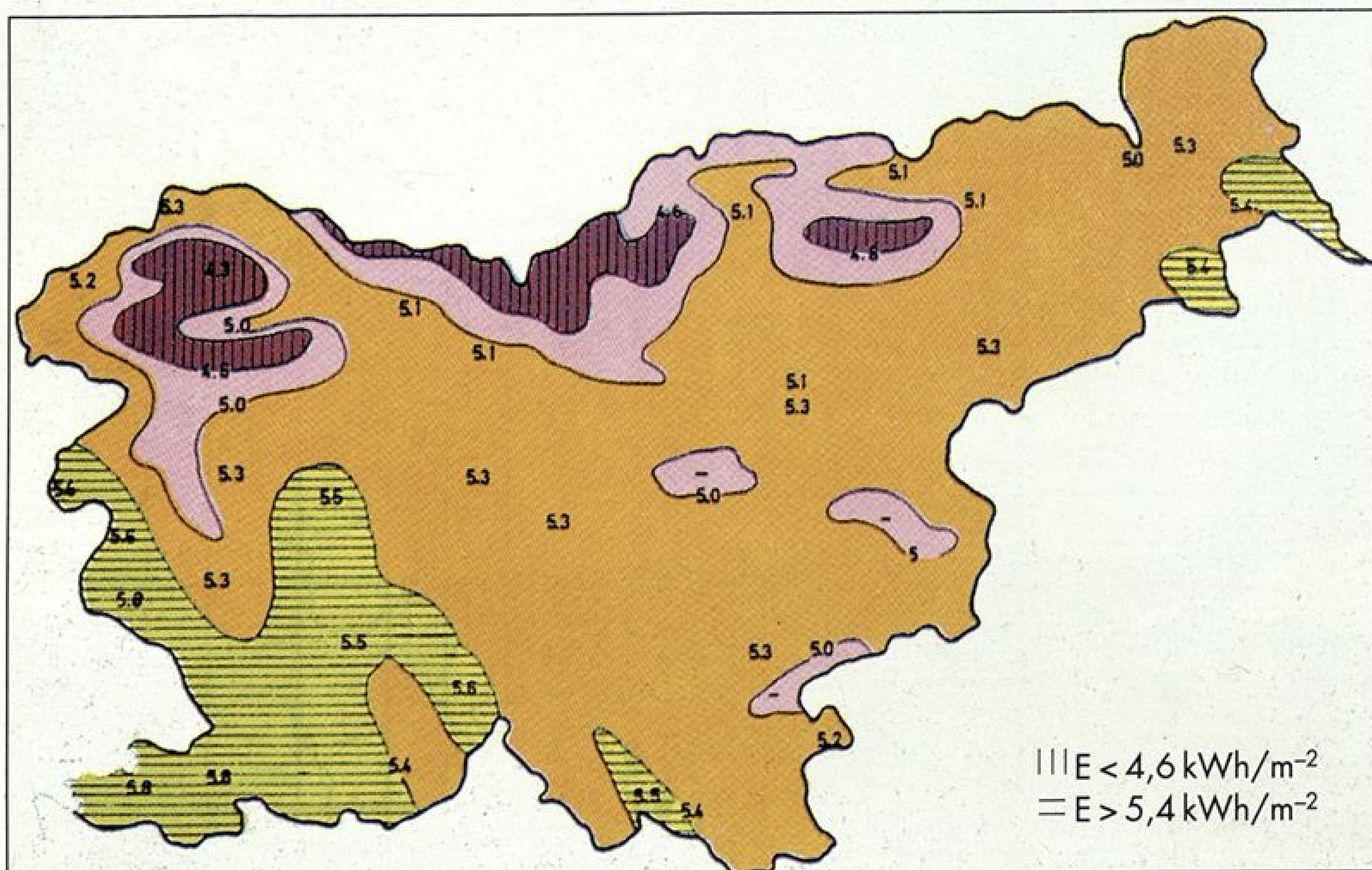
9.13 a Julijska razporeditev trajanja sončnega obsevanja v Sloveniji

nimi) mrzlimi vetrovi vdira tudi v nižine in kotline ter jih čisti. To je sončno, suho, a mrzlo zimsko vreme, ki ga ne marajo le tisti, ki jih rado zebe. Seveda je tedaj tudi poraba energije za ogrevanje velika.

Spomladi in poleti pa je vreme v anticiklonih nad Slovenijo precej drugačno kot pozimi. V nekaterih učinkih so odražanja v nižinah in v gorah zdaj obrnjena – npr. sonca imajo zdaj nižine znatno več, oblakov in megle pa manj kot hribi.

Ob širjenju poletnega anticiklona za hladno fronto, s katero je prišel hladen zrak nad toplo podlago, se pojavi labilnost ozračja. Frontalna oblačnost

9.13 b Julijska razporeditev energije sončnega obsevanja v Sloveniji



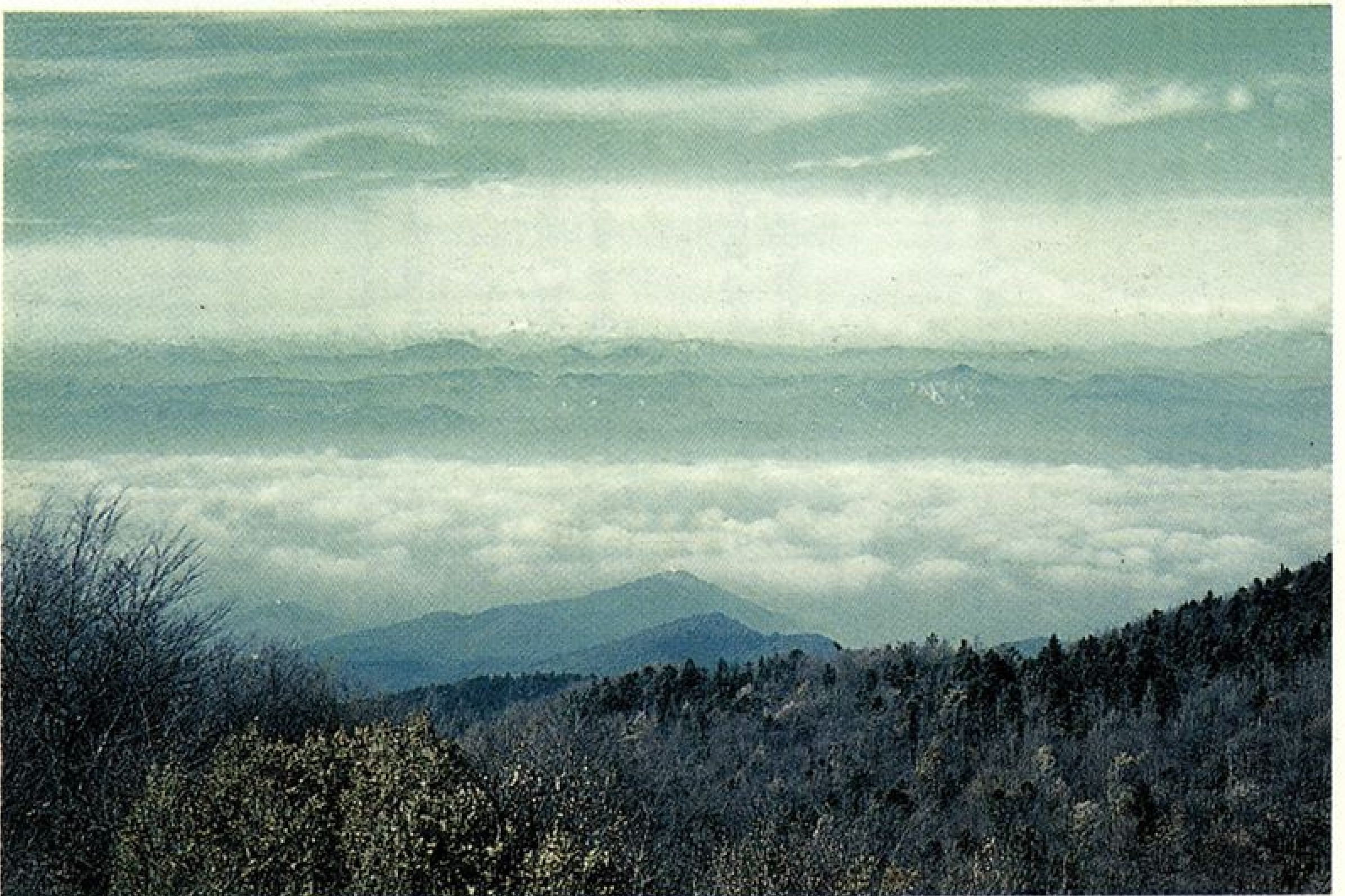
se je odmaknila in v dopoldanskih urah nastopi močno ogrevanje tal – zlasti prisojnih pobočij. Razvijejo se vertikalni tokovi in konvekcija. Če je vlažnost zraka pri tleh majhna in je temperatura v višinah razmeroma visoka, bodo nastali le sploščeni kopasti oblački – cumulusi lepega vremena, in še teh bo malo. Če pa je obratno, zrak pri tleh vlažen in so temperature v višinah nizke, so, kot že vemo, izpolnjeni vsi pogoji za nastanek neviht.

Z izdatnim navpičnim mešanjem zraka ob sproščanju kondenzacijske toplote v nevihtah se zgornje zračne plasti ogrevajo. Zato je drugi dan že bolje, tretji dan pa neviht navadno ni več, zlasti če se obenem ustvari močna subsidenčna inverzija, ki razvoj oblakov v večje višine zaustavi. Toda prisojna pobočja in pretakanje zraka čez gorske grebene še prožijo konvekcijo in ustvarjajo kopaste oblake, ki ovijajo planine tudi tedaj, ko nad ravninami oblakov že dolgo ni več. To pa se pozna na poletni razporeditvi oblačnosti in poletnem trajanju ter energiji sončnega obsevanja prek Slovenije [*slika 9.13*]. Ta razporeditev je očitno dokaj drugačna kot zimska [*slika 9.11*].

Razlike med ravninskimi in goratimi predeli Slovenije pa so seveda tudi v količini padavin, ki jih dajo plohe iz konvektivnih oblakov. Tudi te padavine so v goratih predelih pogostnejše in izdatnejše kot nad ravninami. To je tretji vzrok, da imajo naši gorati predeli zahodne Slovenije toliko več padavin kot nižine vzhodne Slovenije.

Tudi poleti ob jasnem anticiklonalnem vremenu zapolnijo ponoči naše doline in kotline jezera hladnega zraka. Toda v krajših poletnih nočeh so ta jezera tudi relativno manj hladna in so plitva. Četudi se ob visoki vlagi zraka spremenijo v meglena jezera, jih veliko izdatnejša poletna energija sonč-

9.14 Razkrajanje dvignjene megle dopoldne nad Ljubljanskim barjem



nega obsevanja ogreje – najbolj pa tla. Mešanje zraka seže vse višje, megla se dvigne v kosme in kmalu povsem izgine [slika 9.14]. Jutranja megla v kotlinah nas opozarja na večjo vlažnost zraka in na večjo verjetnost opoldanske povečane konvektivne oblačnosti ali celo popoldanskih neviht, predvsem v hribovitih predelih Slovenije.

Prikazali smo glavna dogajanja v atmosferi, posebej v ozračju nad nami ter njihove vzroke in posledice. Spoznali smo, da se razmere v ozračju stalno spreminjajo in z njimi vreme. Vendar pa se bolj v grobem stvari le približ-

Nekaj klimatskih podatkov – povprečnih vrednosti – za nekatere kraje Slovenije

	Srednja letna T	Srednja julijska T	Srednja decemb. T	Najvišja T v obdobju	Najnižja T v obdobju	Štev. dni s T < 0° C na leto
Celje	9,1	19,1	-0,1	36,8	-28,6	20,6
Črnomelj	10,2	20,1	0,9	38,0	-26,3	18,4
Kredarica	-1,8	5,7	-6,8	21,6	-28,3	161,4
Ljubljana	9,7	19,8	0,3	37,1	-23,3	21,0
Maribor	9,5	19,5	0,2	39,2	-22,8	21,6
Murska sobota	9,1	19,1	-0,3	37,2	-28,6	25,9
Nova Gorica*	11,8	20,8	3,8	34,8	-13,1	0,9
Novo mesto	9,4	19,3	0,3	37,5	-25,6	21,3
Planica	5,7	15,7	-3,6	36,1	-26,4	34,8
Portorož**	13,6	22,8	6,5	35,4	-12,8	1,0

* od 1976 dalje

** do 1975 Koper

	Štev. dni s T > 25° C	Srednja letna kol. padavin	Štev. dni z več kot 1 mm/dan	Štev. dni s snežno odejo	Maksim. višina snežne odeje	Štev. ur sonč. obs. na leto
Celje	58,5	1141,8	107,1	52,3	73	1666,5
Črnomelj	73,6	1267,1	116,4	53,7	76	-
Kredarica	0	1959,1	145,3	261,4	690	1691,7
Ljubljana	59,8	1407,5	115,7	59,7	95	1680,6
Maribor	53,4	1038,9	100,9	54,6	68	1793,4
Murska Sobota	54,3	807,0	93,7	43,9	53	1809,1
Nova gorica	76,9	1561,7	109,2	4,7	24	1953,6
Novo mesto	58,2	1129,8	109,4	61,6	103	1807,1
Planica	20,9	1611,7	117,4	128,3	190	1762,1
Portorož	71,2	1043,1	92,1	2,0	21	2260,9



Plazovi pod Triglavom

no ponavljajo. V odvisnosti od geografske lege, topografije in orografije v nekaterih krajih izstopajo takšne, v drugih pa drugačne značilnosti.

Za dovolj dolgo dobo, npr. 30 let, pa nam skupek raznih značilnosti predstavlja klimo posameznega kraja ali območja. Tu so potrebni drugačni pristopi in veljajo statistične zakonitosti, v katere se ne bomo spuščali. Nekaj klimatskih značilnosti oz. razporeditev količin in povprečne pogostnosti pojavov v Sloveniji smo prikazali na ustreznih kartah. Te so primerno izgla-jene in ne kažejo tako velike raznolikosti, ki tudi v klimatskih razmerah dejansko vlada v Sloveniji. Zato dodajamo v tabeli na sosednji strani izbrane splošno pomembnejše klimatske podatke za nekatere kraje Slovenije. O veliki raznolikosti se lahko prepriča vsak sam.

Nekateri podatki utegnejo biti marsikomu ne le zanimivi, ampak tudi koristni. Seveda pa se je treba pri gospodarskih, zlasti investicijskih odločitvah, opreti na mnogo izčrpnjše podatke, ki so zbrani v meteoroloških arhivih in so prek računalnika dokaj hitro dostopni. Podatki navadno potrebujejo tudi ustrezen komentar, ker sicer prav lahko pride do njihove napačne uporabe, kar pa je lahko še slabše kot nič.

10. NAPOVEDOVANJE VREMENA

Človek je bil vedno in vsestransko močno odvisen od vremena, predvsem zaradi preskrbe s hrano. Kmalu je ugotovil, da vlada v spremembah vremena velik nered in da lahko z opazovanjem v enem kraju le redko ugane kakšno bo vreme naslednje dni. Šele meritve nekaterih količin in hkratna opazovanja na oddaljenih krajih so prispevale k razumevanju osnovnih dogajanj v atmosferi in pokazale povezave med različnimi vplivi. Na dogajanja v ozračju pa deluje res nešteto vplivov, zato je vsaka, tudi najsodobnejša predstava vremenskega stanja, le grob približek. Približek kot izhodišče pa seveda ne more dati povsem natančnih napovedi.

Kljub temu, da si je človek zgradil varna zavetja z ogrevanjem in ohlajevanjem, ovlaževanjem ipd., da ima klimatizirana transportna sredstva, da je vzgojil odpornejše rastline itd., pa je od vremena še bolj odvisen kot nekoč. Občutljivi gospodarski mehanizmi ekonomske rentabilnosti v pridelavi hrane, v energetiki, gradbeništvu, transportu itd. postavljajo ljudi v vse večjo odvisnost od vremena in terjajo razne posege, vsekakor pa čim boljše vremenske napovedi. V to vlagamo danes veliko sredstev, saj je poleg množice strokovnjakov raznih profilov potrebna draga merilna in telekomunikacijska oprema

(avtomatske vremenske postaje, radarji, sateliti idr. [slika 10.1]), ter so največji sodobni elektronski računalniki še premajhni. Za potrebe vremenskih napovedi stalno obkrožajo Zemljo polarno-orbitalni sateliti. Nad ekvatorjem na višini 36000 km pa lebdi pet geostacionarnih vremenskih satelitov, ki pokrivajo skoraj vso Zemljo in vsake pol ure pošiljajo slike oblakov in druge podatke v sprejemne centre na tleh [slika 10.2]. Centri oz. njihovi računalniki na tleh te podatke predelajo, popravijo projekcijo itd. in pošljejo rezultate nazaj satelitu, da jih ta, zdaj v vlogi relejne postaje, posreduje uporabnikom.

Operativne (neamaterske) vremenske napovedi lahko zaradi preglednosti združimo v razne skupine. To je

10.1 a Vremenski radar – sprejemnik





10.1 b Vremenski radar – antena

možno na več načinov; tu jih bomo združili tako, da bomo s tem že prikazali njihov obseg in pomen.

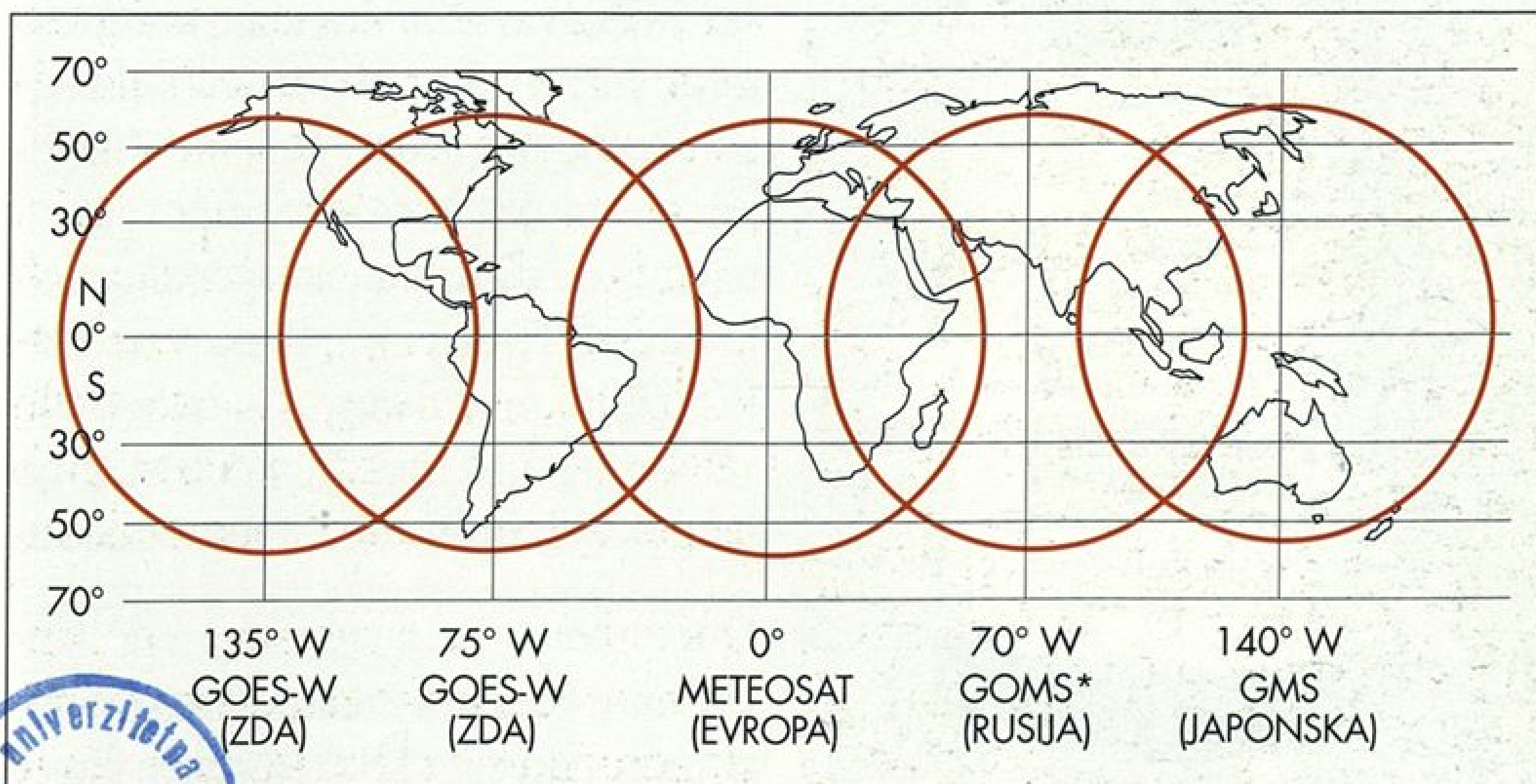
Glede na čas, ki ga napoved zajema, delimo napovedi v:

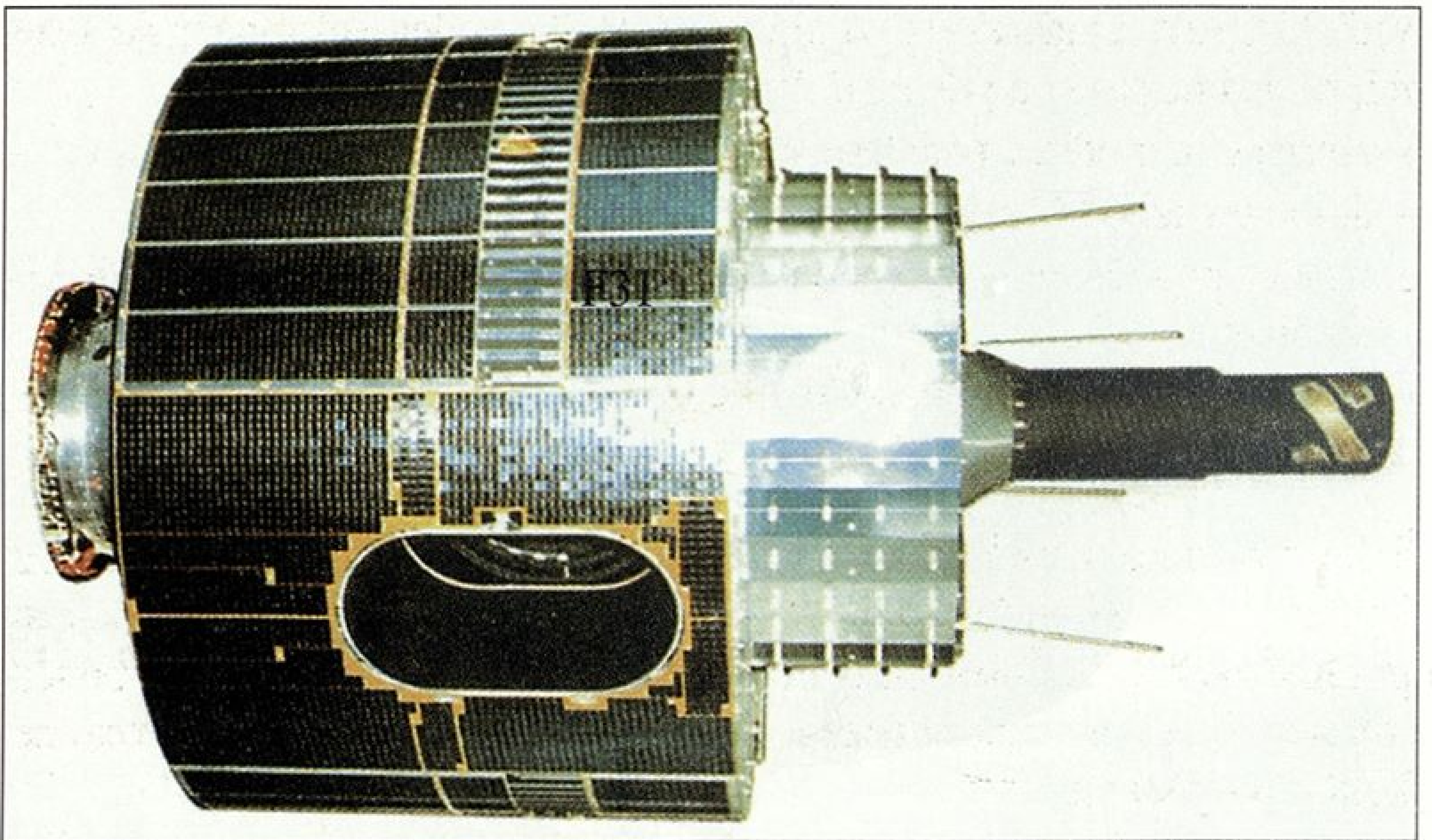
- nekajurne (npr. prihod nevihte, razkroj megle na letališču),
- dnevyne (kratkoročne), eno- ali dvodnevne, ki so najbolj znane,
- nekajdnevne (srednjeročne), kot izgledi vremena do pet dni,
- tedenske in sezonske (dolgoročne) pa so še na stopnji preučevanj.

Glede na način dela kombiniramo v grobem dve metodi:

- numerična ali objektivna po modelih z računalniki,
- subjektivna z grafičnimi pripomočki.

10.2 Območja vidnih polj geostacionarnih satelitov





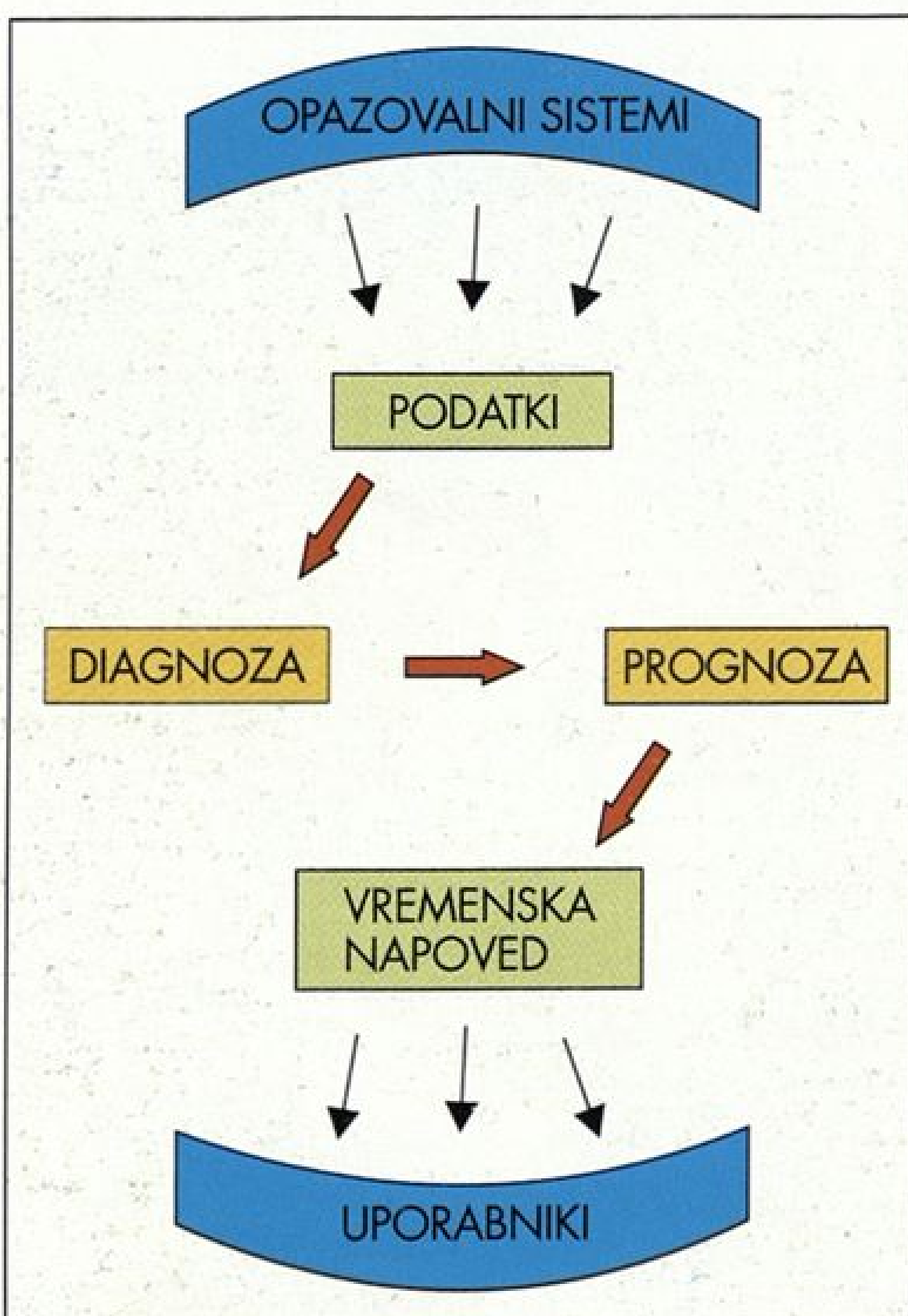
Vremenski satelit

Glede na porabnike lahko ločimo dve skupini:

- splošne, za objavo v javnih sredstvih obveščanja in
- posebne, ki so izdelane in prilagojene posameznim porabnikom oz. njihovim posebnim potrebam.

Statistične vrednosti mnogih meteoroloških količin sicer lahko nudijo oporo pri nekaterih stopnjah izdelave prognoze oz. napovedi, vendar pa je osnova vsake sodobne napovedi vremena trenutno dejansko stanje atmosfere in dosedanji razvoj dogajanj v njej nad dovolj velikim območjem zemeljske površine. Za nekajurne napovedi je navadno dovolj območje premera okrog 1000 km, za dnevne pa je že koristno poznati dogajanja nad celotno poloblo, kot nam kažejo že spoznanja s 1. poglavja te knjige.

10.3 Osnovna shema poteka računanja in izdelave vremenske napovedi



Potrebno splošno sliko o stanju in dosedanjem razvoju dogajanj v atmosferi nad velikim območjem si lahko ustvarimo na osnovi številnih hkratnih opazovanj in merjenj v posameznih točkah na tleh in navzgor skozi atmosfero. Te dopolnjujemo s t.i. daljinskimi opazovanji, ki zajemajo večje površine, opazujemo in merimo pa z akustičnimi in elektromagnetnimi radarji ter vremenskimi sateliti.

Okvirno gledano ima sodobna operativna pot do dnevne vremenske napo-

vedi

vedi, ki jih avtomatično opravljajo računalniško vodeni informacijski sistemi, naslednje stopnje [slika 10.3]:

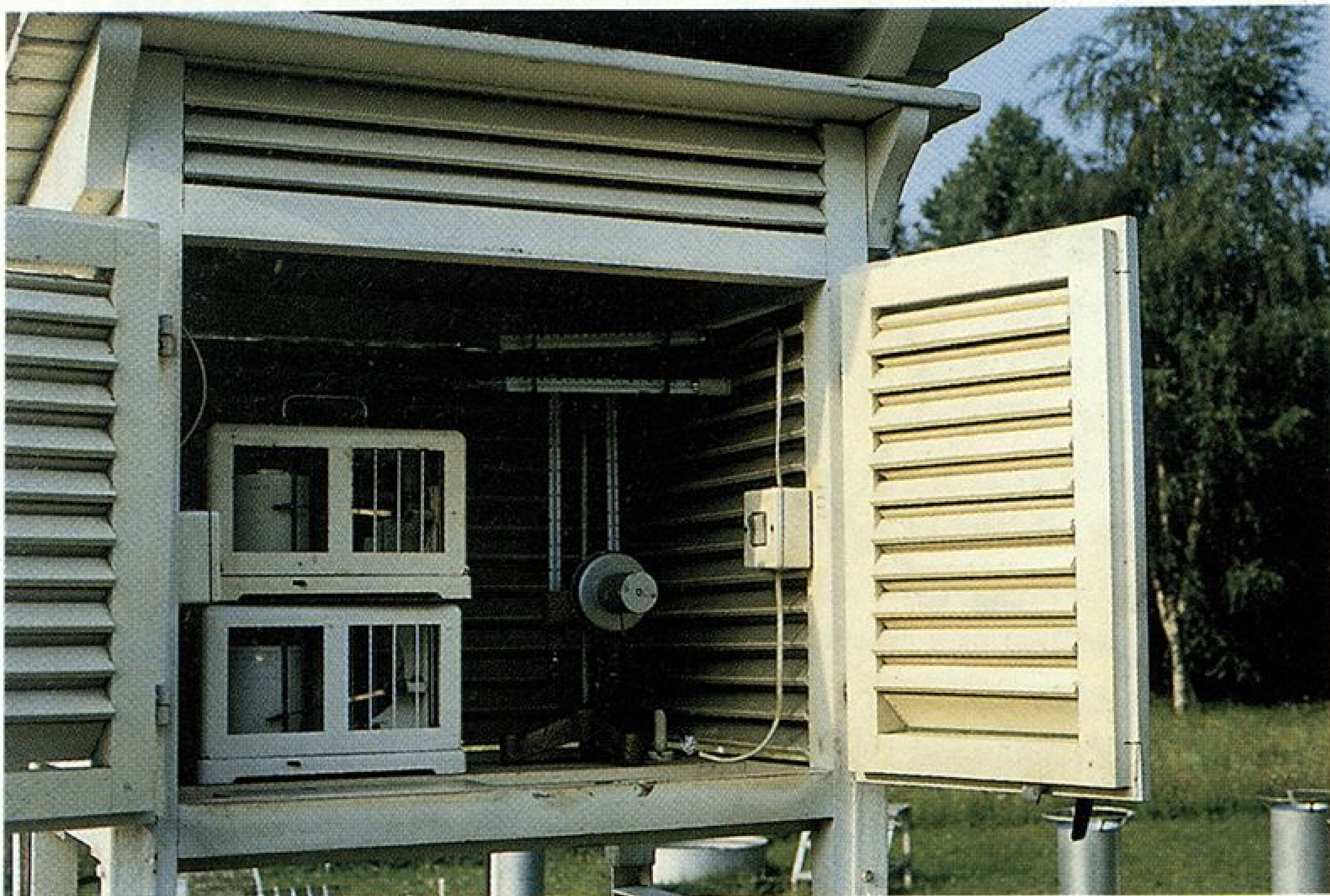
- zbiranje in ureditev podatkov
- določitev izhodiščnega stanja – diagnoza
- izračun bodočih polj nad poloblo in detajlneje nad želenim omejenim območjem
- odražanje prognoziranih polj v posameznih krajih ali območjih (napoved vremena).

Tako govorimo navadno o prognozi stanj v atmosferi nad velikim območjem in o napovedi vremena oz. vremenski napovedi za manjša območja ali posamezne kraje; oboje v časovnem intervalu, ki je s prognozo ali napovedjo zajet. Poglejmo si posamezne stopnje izdelave vremenske napovedi nekoliko podrobneje.

Zbiranje in urejanje podatkov

Na našem planetu je najbolje organizirano in usklajeno mednarodno sodelovanje prav na področju meteorologije. Čez 180 članic Svetovne meteorološke organizacije (kot posebne agencije Združenih narodov), s sedežem v Genevi, skrbi, da so na vsej Zemlji opazovanja usklajena s sprejetimi standardi. Opazuje in meri se na enak način, ob istih časih in se podatki enako kodirajo in izmenjujejo po določenem redu čez vso Zemljo. Najpozneje uro in pol po glavnem opazovalnem terminu, ki je vsake tri ure, začeni ob 00 po Greenwichu, je mogoče dobiti vremenske podatke iz katerekoli opazovalne postaje (ki je vključena v svetovno meteorološko bdenje) na našem planetu. Opazovalnih meteoroloških postaj je že na kopnem blizu de-

Pogled v vremensko hišico

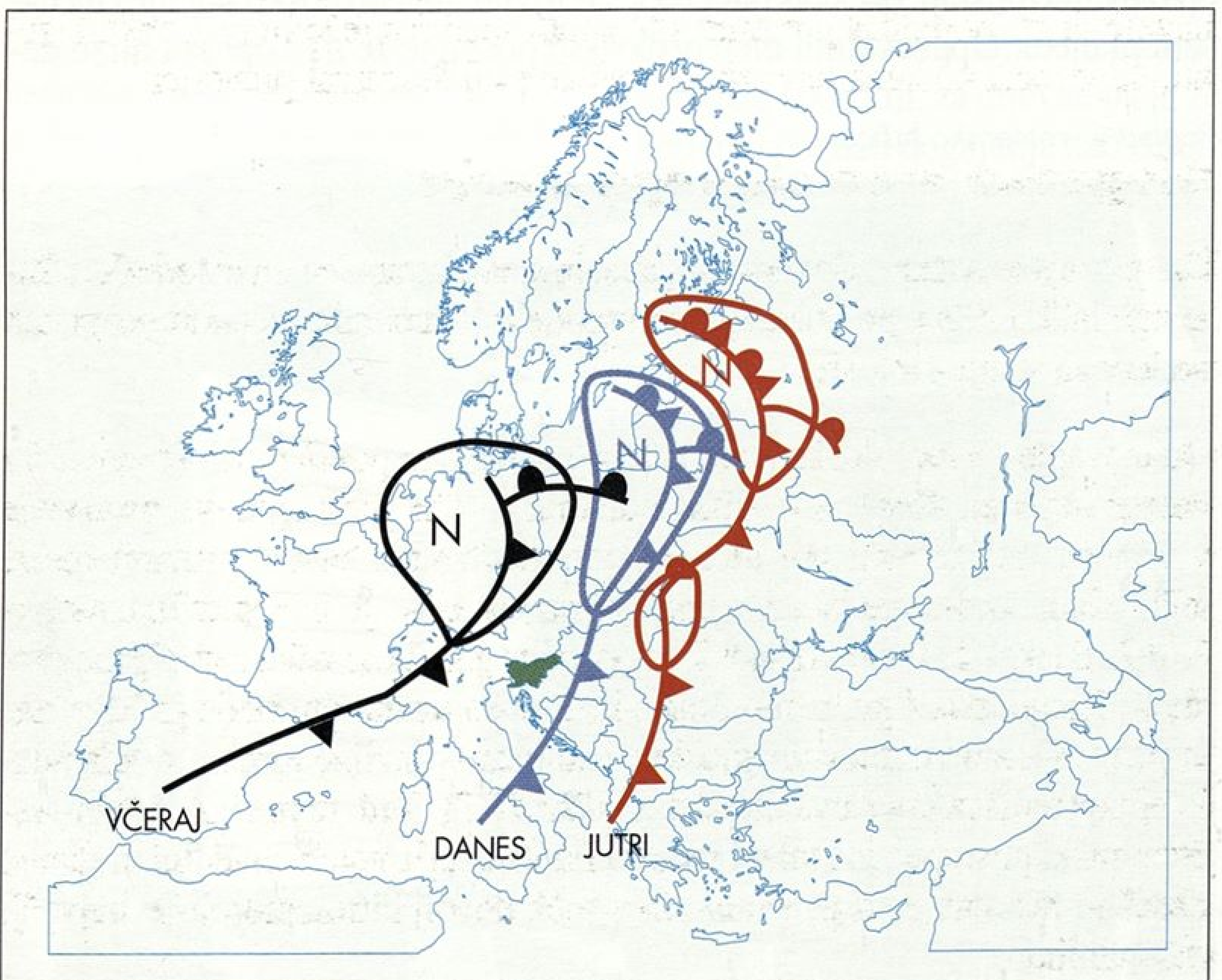


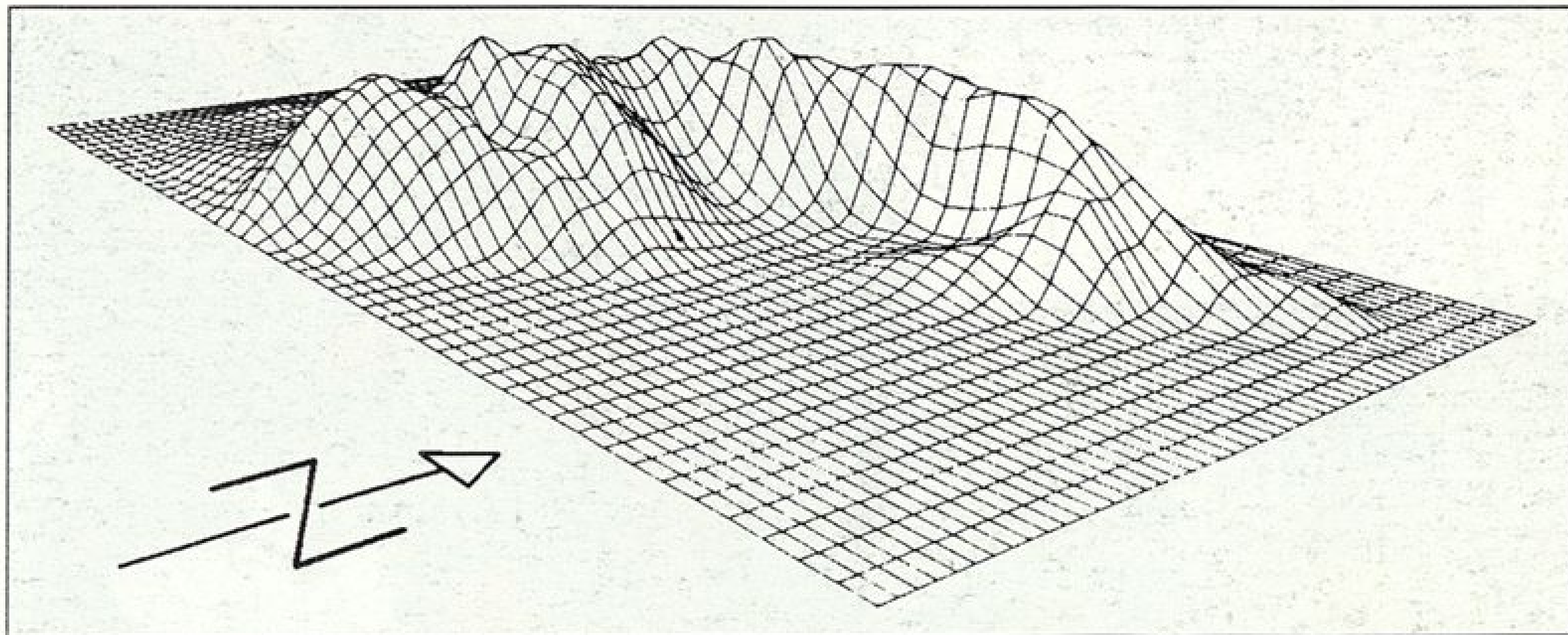


10.4 Vremenski radar na Lisci

settisoč; na morjih so dodatno posebne ladje, boje in ploščadi, pa tudi vse večje ladje oddajajo in sprejemajo vremenske podatke. Podatke na višjih nivojih v atmosferi do višin okrog 30 km (oz. na ploskvah nižjega pritiska, npr. 850, 700, 500, 300 itd. milibarov), dobimo dvakrat na dan z radiosondami [sliki 1.3 in 1.4] in iz letal. Pa tudi s sateliti se že da določati vertikalne razpo-

10.5 Dosedanji razvoj in pomik sistemov ter prognoza po klasični metodi





10.6 Alpe v pravilni mreži točk za numerično prognozo

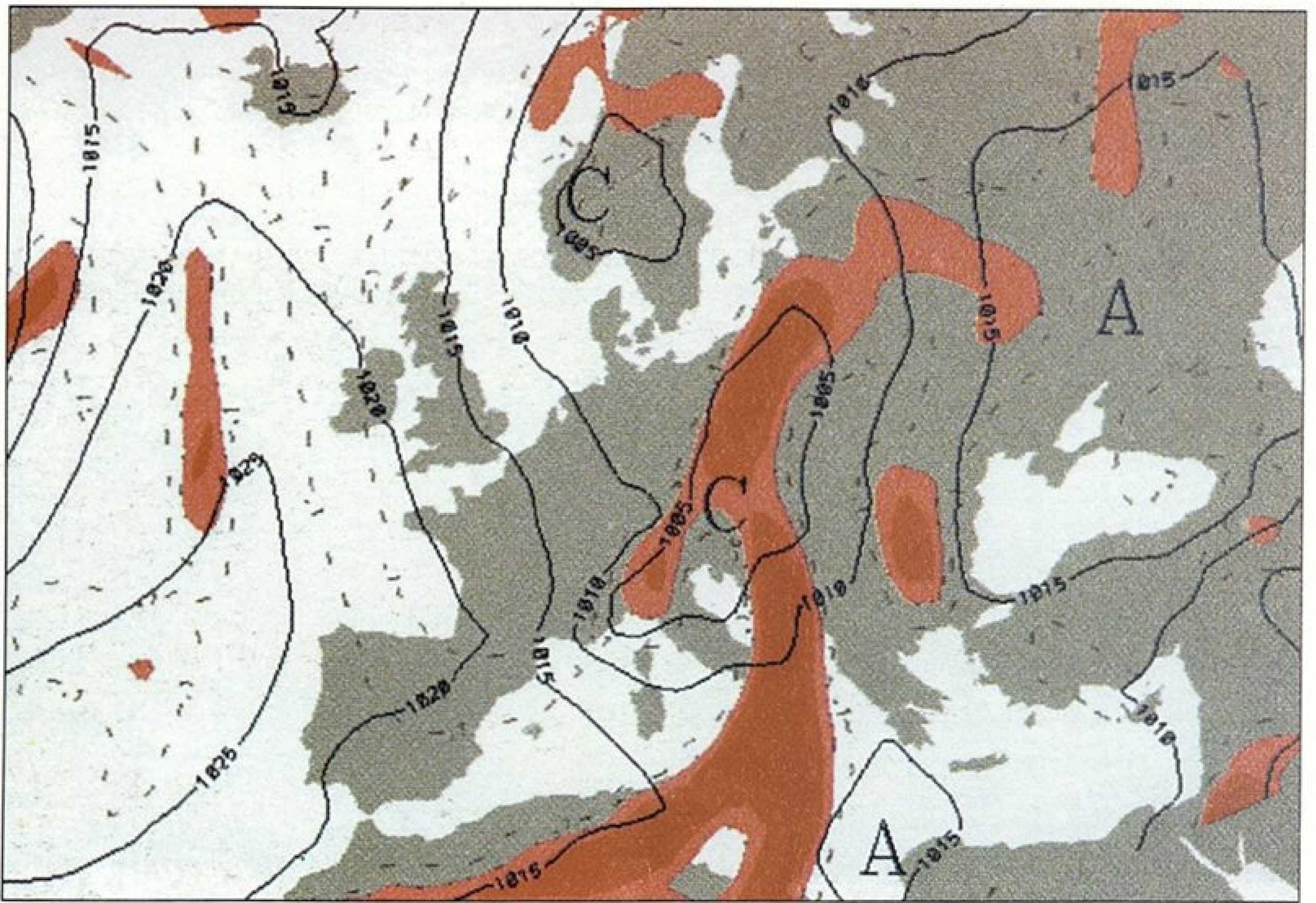
reditve temperature, vlage, vetra itd. Sateliti dajo tudi sliko oblačnosti, vrste oblakov, temperaturo tal in morij (tam, kjer ni oblakov), sicer pa višino oblakov in še druge podatke. Podatke dopolnjujejo še vremenski radarji, ki ponekod prekrivajo cele dežele. Pri nas imamo sicer le enega, na Lisci. Ta bi lahko pokrival celo Slovenijo, če ne bi bila tako gorata [slika 10.4], saj je doseg radarja do 400 km.

Milijonov podatkov, ki se tako zberejo vsakih nekaj ur, seveda ni mogoče urediti in preveriti drugače kot z računalniki, ki že samo za to delo postanejo kmalu premajhni. Med podatki je namreč zagotovo vedno nekaj odstotkov napačnih. Napačni podatek pa lahko močno pokvari pravilno predstavo o vremenskem stanju in poljih v svoji okolici. Zato je potrebna mnogostranska kontrola in primerjava vsakega podatka. Najprej, ali je v okviru možnih vrednosti in nato, ali se smiselno vklaplja v polja vodoravnih in navpičnih razporeditev posameznih in tudi soodvisnih količin. Lahko bi rekli, da je vsak podatek na različne načine vsaj desetkrat preverjen.

Diagnoza vremenskega stanja

Diagnoza je poznano začetno dogajanje in stanje atmosfere in izhodišče, s katerega lahko začne po postavljenem modelu računalnik računati prognozo bodočega stanja atmosfere.

Opazovalne meteorološke postaje so po zemeljski površini raztresene zelo neenakomerno. Reševanje diferencialnih enačb prek njihove pretvorbe v končne razlike terja pri nekaterih modelih vrednosti v pravilni mreži točk [slika 10.6]. Vrednosti v pravilni razporeditvi je iz nepravilne mogoče dobiti tako, da skozi vrednosti na postajah položimo neko zamišljeno ploskev višjega reda (npr. paraboloid), ki se vrednostim čimbolje prilega, nato pa poiščemo vrednosti te ploskve nad točko pravilne mreže, ki leži nekje blizu središča upoštevanih postaj [slika 10.7]. Tudi ta matematični in računalniški postopek je lahko precej zahteven, terja natančen delni model in obsežno računanje, ki ga za množice točk dovolj hitro zmorejo le največji računalniki.



MSL + TPF + 072h

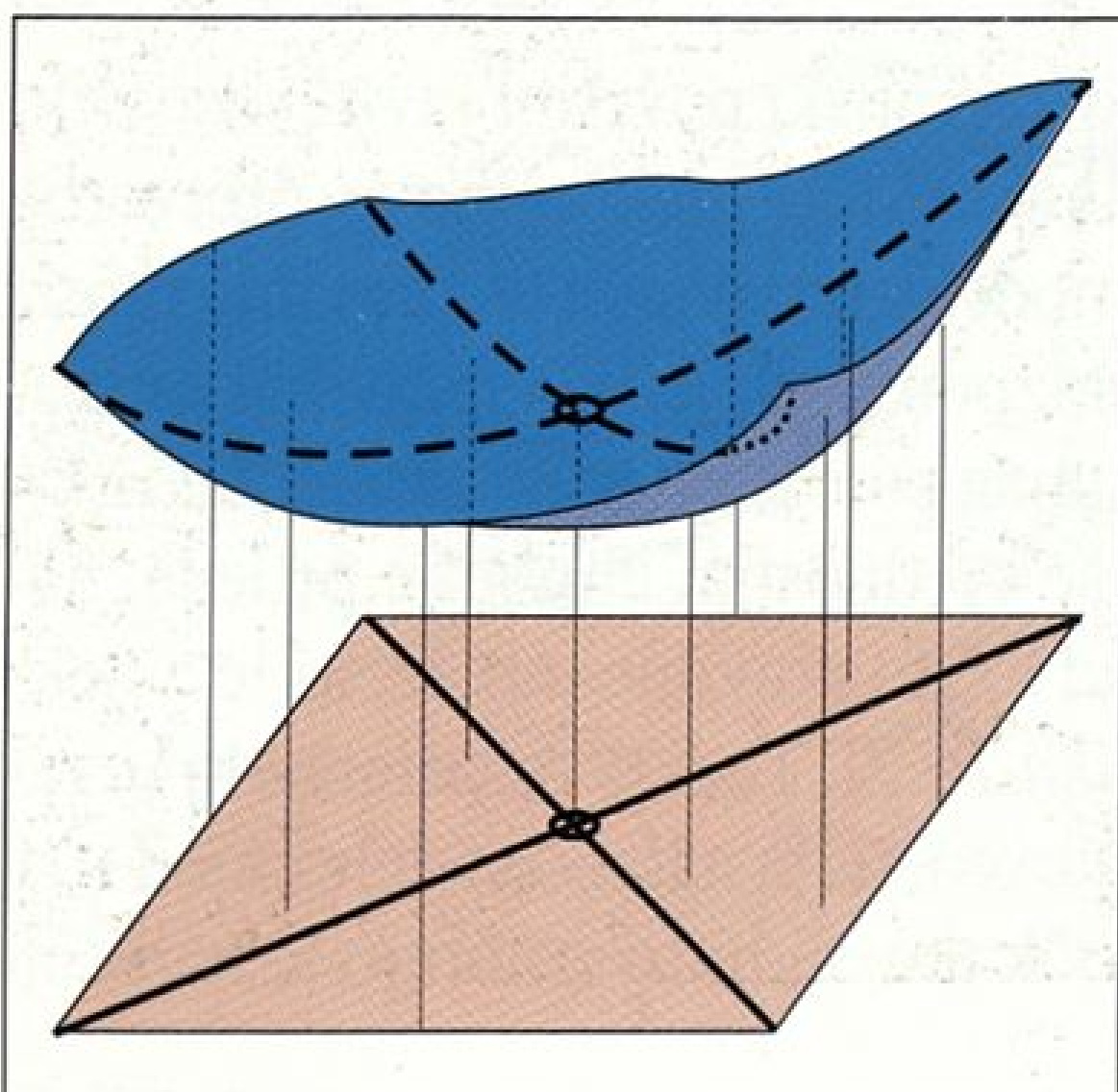
SO 12

10.8 Primer predstavitve stanja atmosfere nad večjim območjem

Tako dobimo vrednosti ene meteorološke količine v pravilni mreži točk. Računalnik lahko na zahtevo te numerične vrednosti izpiše ali s posebnim postopkom pretvorbe v drobnejšo mrežo izriše tako dobljena polja. Največkrat pa jih spravi v svoj spomin za nadaljnje delo. Potrebujemo namreč še druga polja in tudi polja na različnih višinah oz. nivojih, zato se tak postopek večkrat ponovi.

Dobljena polja so zaradi majhnih napak v podatkih, interpolacije in dela s končnimi razlikami dokaj dobra, a nikoli povsem natančna, predvsem pa so med seboj še neusklajena. To pa lahko povzroči pozneje pri računanju bodočega stanja nepremostljive težave. Zato je treba vsa dobljena polja istih količin na raznih nivojih in polja raznih količin na istih nivojih vse križem uskladiti.

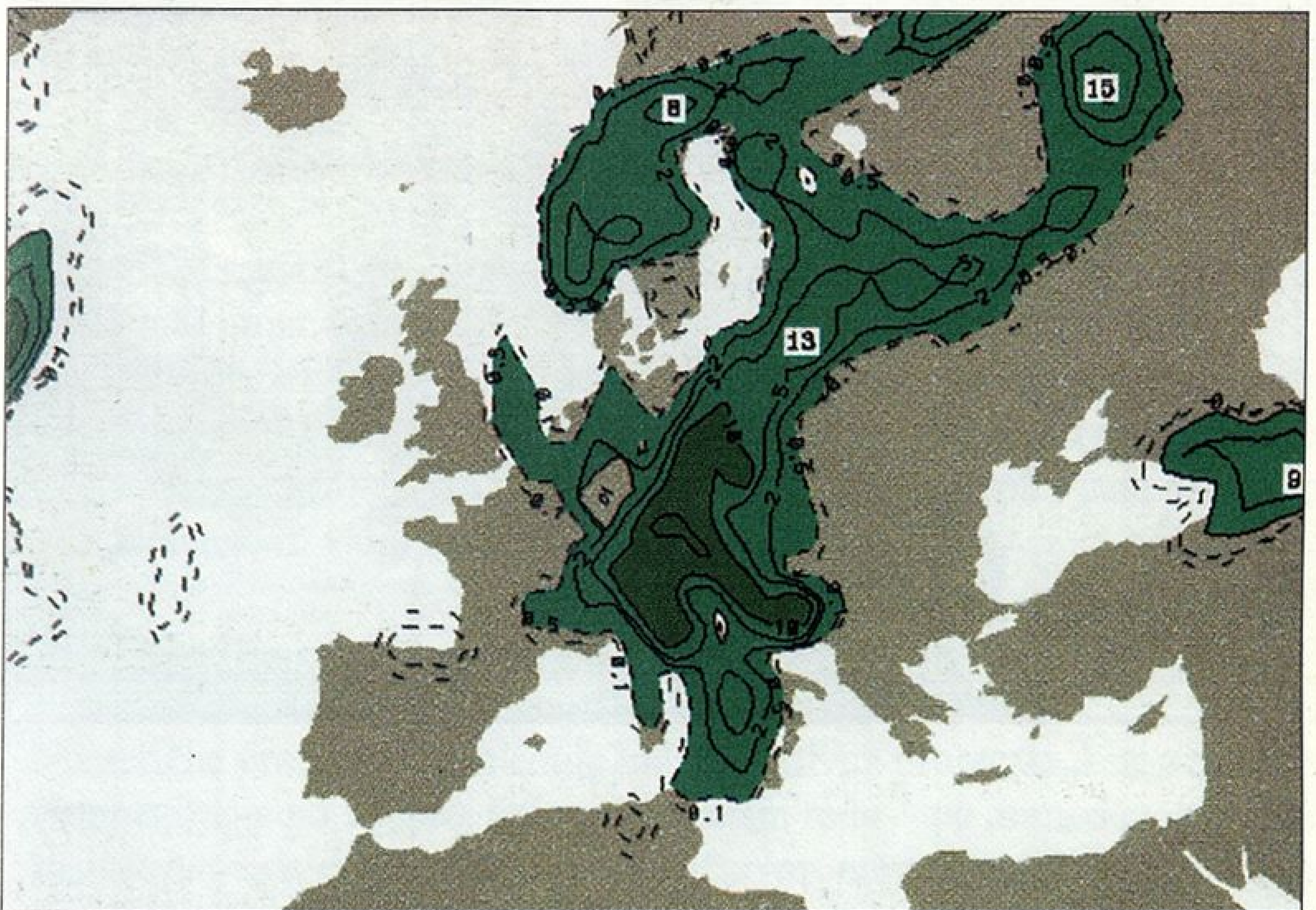
10.7 Primer določanja vrednosti polj v pravilni mreži iz nepravilne mreže postaj



Fizikalne zakone, ki vladajo npr. med vetrovi in poljem pritiska oz. nagibi pritiskovih ploskev, med temperaturo in nagibom pritiskovih ploskev med kondenzacijo in sproščanjem toplote, med sproščanjem toplote in spremembo temperature zraka in spet vplivom te na nagib pritiskovih ploskev itd. – kar smo si posamič načel-

10.9 a, b, c, d Nekatera polja in karte, ki pridejo iz Evropskega centra za srednje-ročne prognoze

a



PADAVINE + 66-078h

SO 06-SO 18

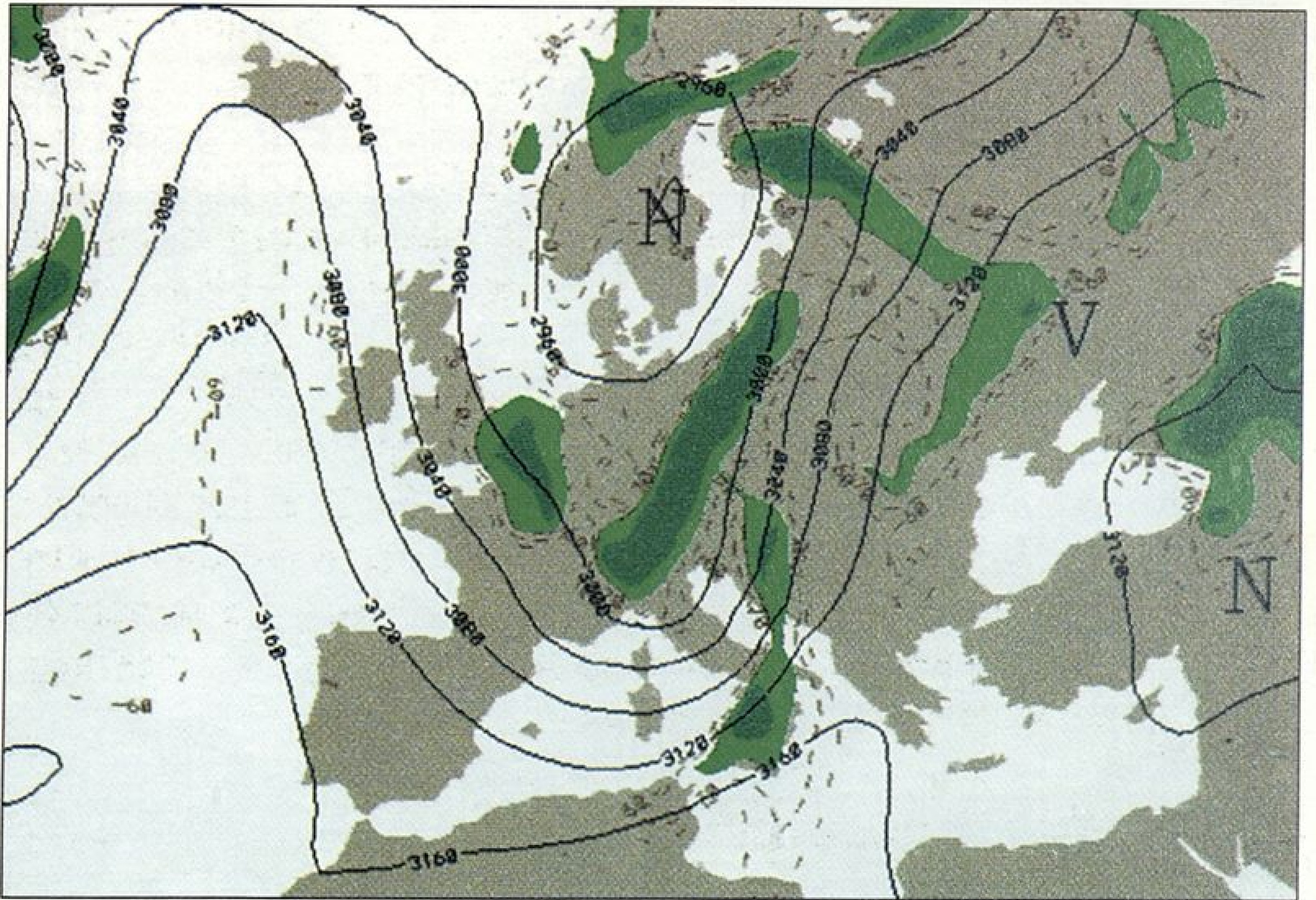
b



850 Z + T + 072h

SO 06-SO 12

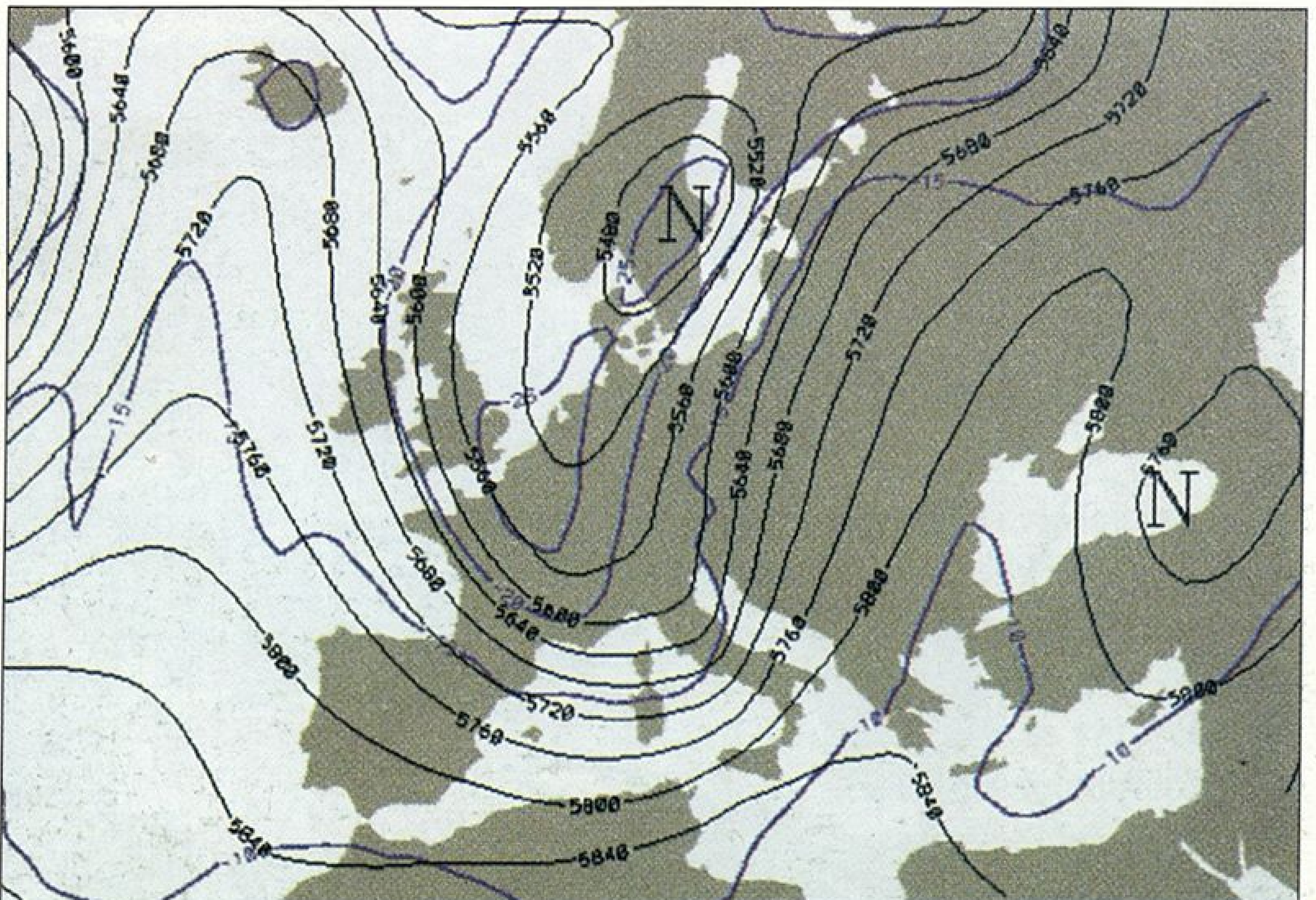
C



700 Z + R + 072h

SO 12

d



500 Z + T + 072h

SO 12

no ogledali spredaj – je treba zapisati v taki obliki, da lahko računalnik dela in polja uskladi. Tudi tak delni model za usklajevanje polj ni preprost in je plod obsežnih raziskav in numeričnih eksperimentov.

Šele dobro usklajena polja raznih količin, ki odločajo o dogajanjih v atmosferi, so lahko ustrezna osnova za računanje bodočih, to je prognoziranih polj in sistemov. Tako smo prišli šele do ugotovitve (diagnoze) makrovremenskega stanja atmosfere v času opazovanja, npr. pred nekaj urami nad velikim delom Zemljine površine oz. kar nad poloblo. Po tako dobljeni diagnozi lahko zdaj primerjamo in presojava, koliko je bila včerajšnja (ali predvčerajšnja) prognoza za danes pravilna. Za take primerjave si nekatera dejanska polja izrišemo [slika 10.8] oz. vse pustimo v računalniku in sprožimo poseben program za računske primerjave v mreži točk in za izračun veljavnosti prognoze po neki objektivni metodi. Podatki pa stalno pritekajo, se obdelujejo in vključujejo v diagnozo.

Numerična prognoza

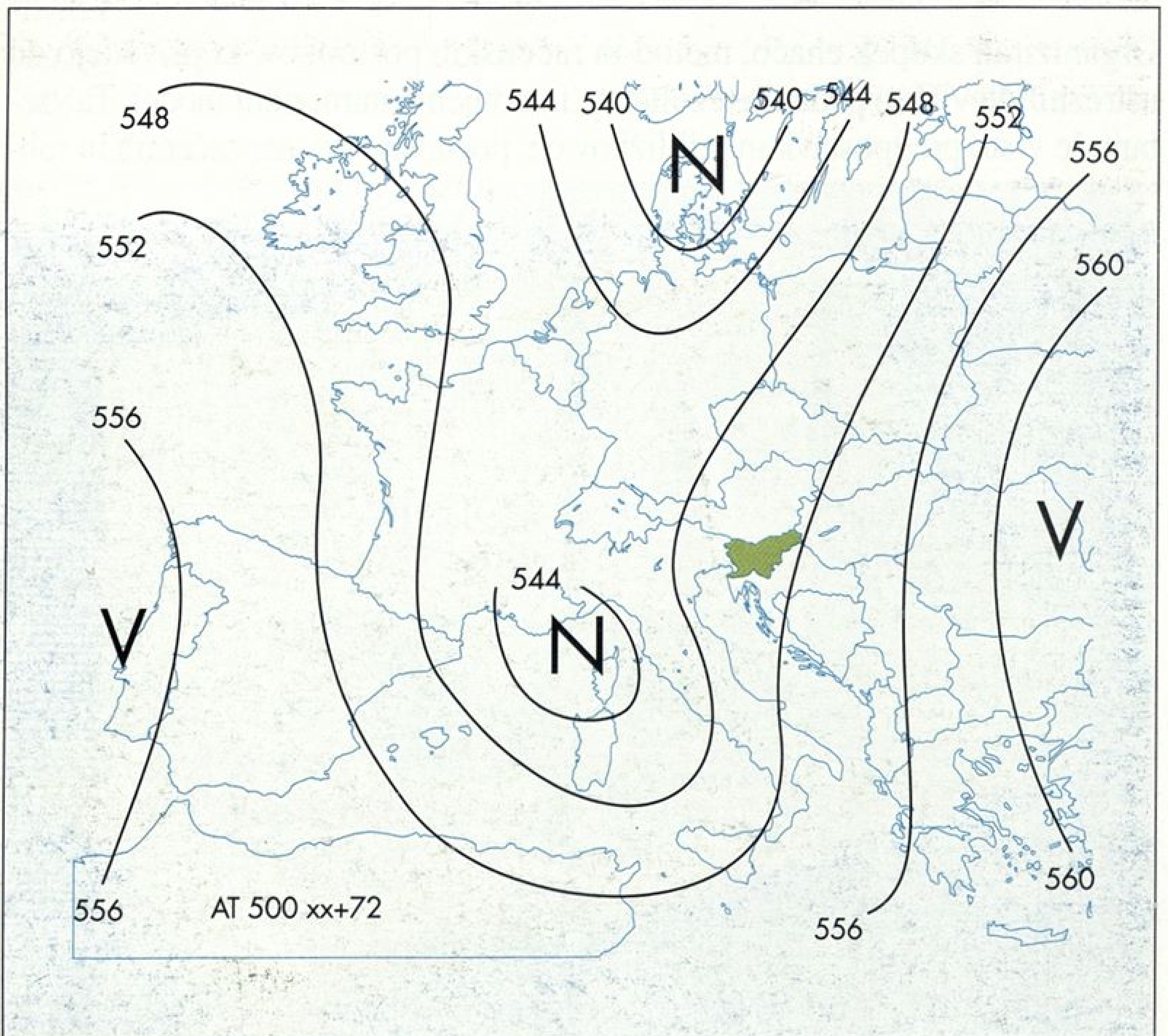
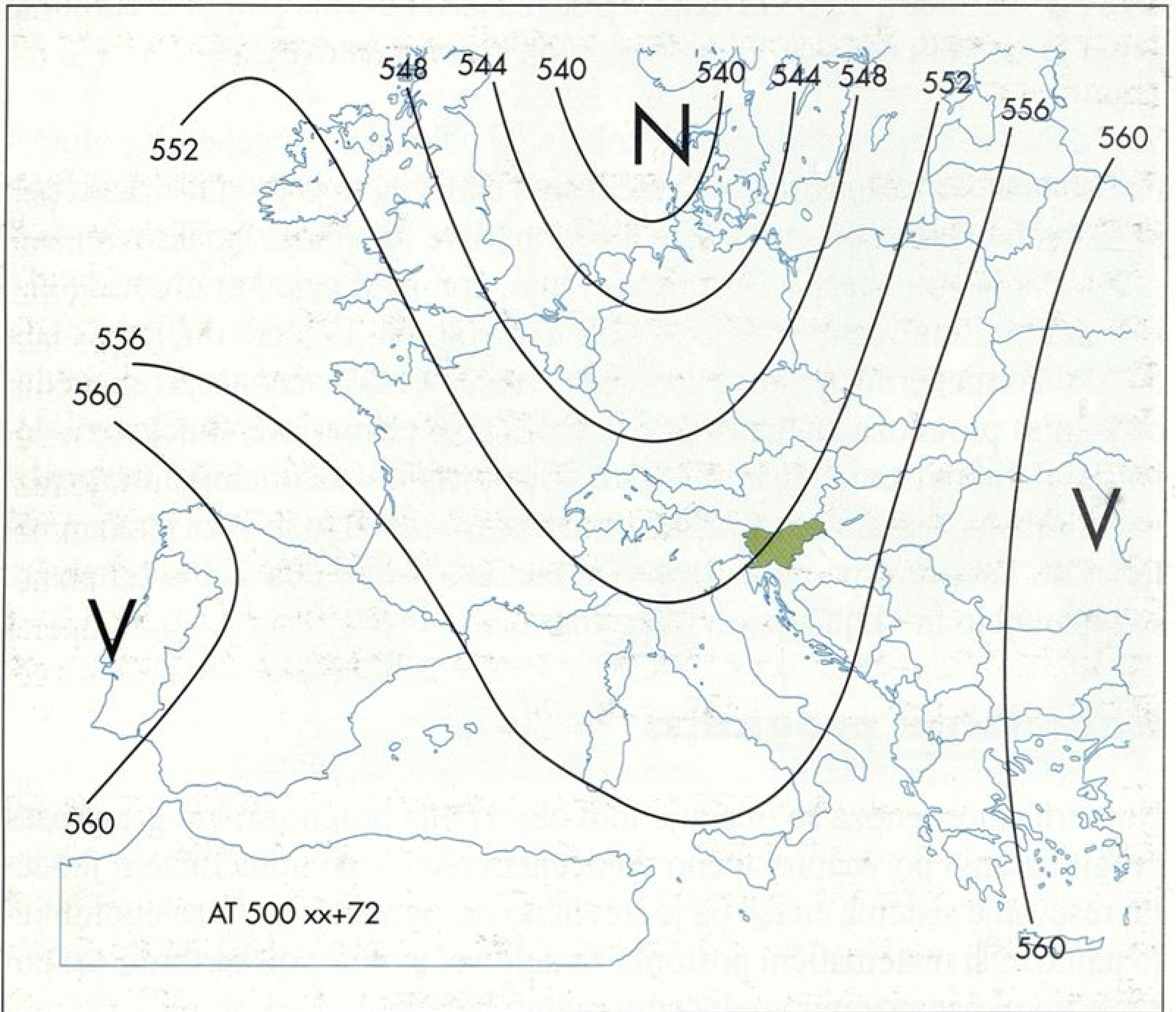
Numerična prognoza se imenuje tudi objektivna prognoza, ker gre proces prognoziranja po vnaprej točno določenem redu – po numeričnem modelu; reševanje sistema enačb pa je številčno oz. numerično. Tu se uporabljajo najnovejši matematični postopki za delo večinoma z diskretnimi oz. posameznimi nezveznimi vrednostmi raznih količin.

Organiziran skupek enačb, metod in računskih postopkov, ki privedejo do ustreznih številčno podanih rezultatov, imenujemo numerični model. Ta vsebuje še vrsto predpostavk in približkov oz. poenostavitev ter začetnih in rob-

Računanje delčka prognoze



10.10 Dve dokaj različni numerični prognozi iz dveh svetovnih prognostičnih centrov

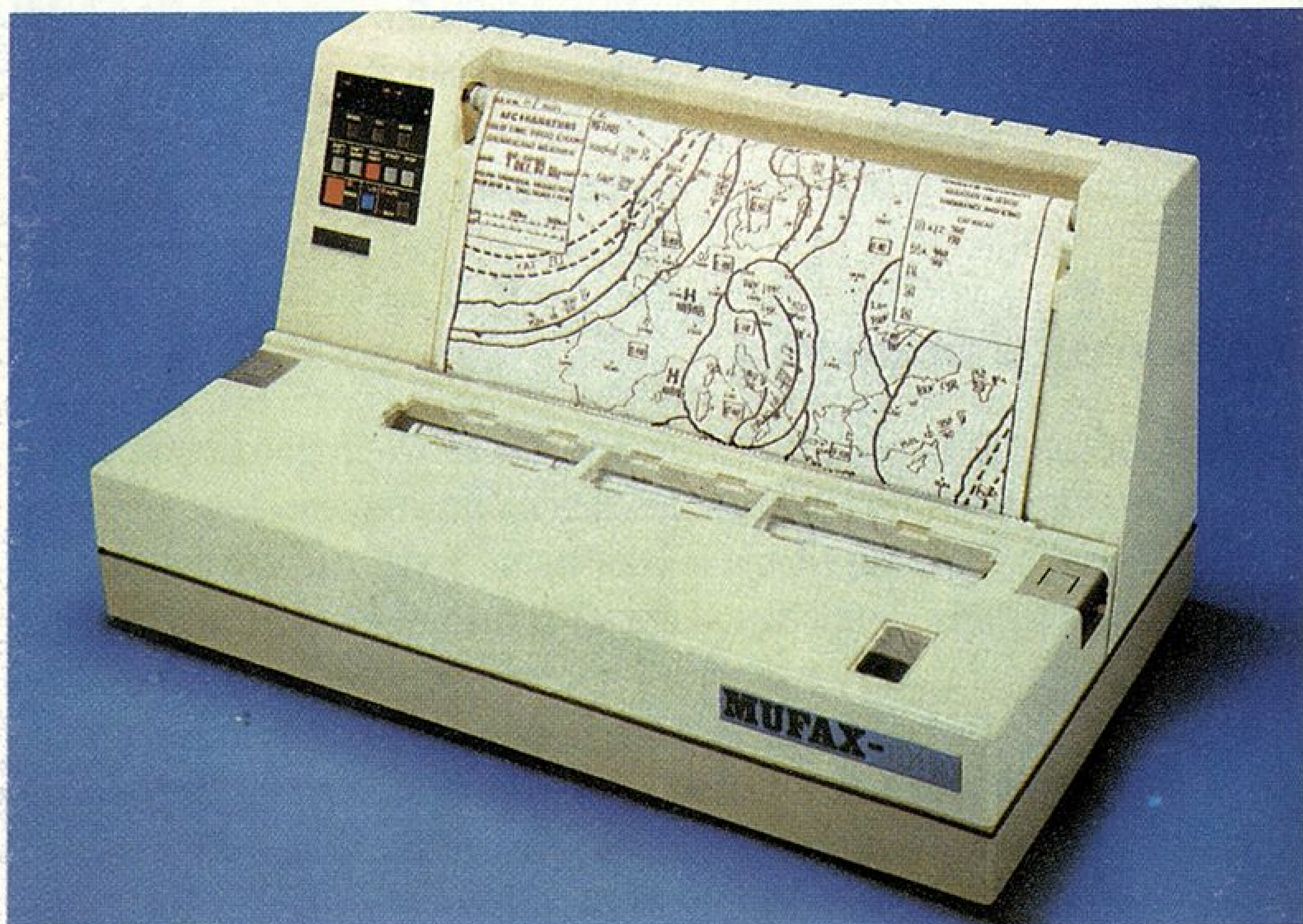


nih pogojev, da lahko računalnik po predpisanem redu (algoritmu) rešuje sistem enačb tako dolgo, da pride do želenega časa oz. do tedaj, ko želimo imeti prognozo. Poglejmo te stvari v nadaljnjem še malo konkretnije oz. podrobneje

V sistemu enačb za prognostični numerični model nastopajo spremembe (natančneje odvodi) meteoroloških količin s časom. Ovrednotenje teh sprememb v posameznih časovnih korakih, pri čemer je prejšnji osnova naslednjemu, nas privede do prognostičnih rezultatov. Že majhna začetna napaka pa lahko vse hitreje narašča, zato so v sistem enačb in v računske postopke vključena usklajevanja, dušenja in približevalne (iterativne) operacije. Te račune nekako krmilijo, dušijo prevelik razrast motenj, vendar dovoljujejo razvoj sistemov, ki se skladajo z dogajanjem v naravi. Računi za ca. 25.000 mrežnih točk severne poloble na 20 nivojih navzgor in v časovnih korakih po nekaj minut, kar zahteva za 72-urno prognozo več milijard računskih operacij, ki jih v doglednem času zmorejo le največji sodobni računalniki – večji, kot so potrebni za vesoljske raziskave.

Glede na to je tudi študij meteorologije na univerzi čisto nekaj drugega, kot le spoznavanje oblakov in merjenja temperature – čeprav je tudi to treba znati. Prvi dve leti študija se je treba dobro spoznati z višjo matematiko, računalništvom in zakoni fizike; v nadaljnjem pa je treba združevati in dopolnjevati znanje in metode na področju meteorologije, ki je s tega vidika posebna fizika atmosfere. Atmosfera je predstavljena predvsem s polji in sistemi diferencialnih enačb, katerih reševanje je večinoma numerično in terja veliko znanja in iznajdljivosti.

Sprejemnik vremenskih kart





Posledice viharja

S takim znanjem in na opisan način računajo in presojujejo meteorologi prognozirana polja mnogih, tudi izvedenih količin, po programu pa jih računalnik izriše, ko pride do naslednjega prognostičnega časa, npr. 24, 48, do 72 ur ali celo več dni vnaprej. Veliki meteorološki centri na svetu imajo vsak svoj model in malo drugačen način dela ter svoje rezultate oz. prognoze prek računalniških zvez pošiljajo interesentom ali svojim odjemalcem. Slovenska meteorološka služba je vezana predvsem na Evropski center za srednjeročne prognoze v Readingu (Anglija). Od njega dobivamo razna prognozirana polja in količine [slika 10.9]. Sprejemamo pa tudi prognostična polja nekaterih drugih centrov (Frankfurt, Toulouse) in redko so ta povsem enaka. Treba se je odločiti, katerim prognoziranim poljem je v dani situaciji najbolj verjeti. Na osnovi prognoze polj in sistemov je treba nato izdelati napoved, kakšno vreme je pričakovati na majhnem, a tako raznolikem področju, kot je Slovenija.

Vremenska napoved

Izdelava vremenske napovedi za Slovenijo na osnovi prognoziranih polj in količin je zazdaj še v veliki meri prepuščena našim vremenoslovcem oz. napovedovalcem, njihovemu znanju in izkušnjam. Toda že tečejo raziskave in priprave, da bi s statističnimi metodami te "izkušnje" oz. povezave med polji in vremenom izluščili, jih shranili v spomin računalnika in jih uporabili kot pripomoček. Pri presoji tega, kako se bodo bodoči sistemi odražali v vremenu posameznih krajev in v relativno dolgi dobi prihodnjega dne (ali dni), so vsi taki pripomočki dobrodošli in bodo nedvomno za nekaj odstotkov povečali veljavnost naših vremenskih napovedi.

V zadnjih letih razvijajo po svetu tudi modele za omejeno območje, saj globalni, o katerih smo govorili doslej, že dajejo dobre rezultate, vendar so premalo natančni v geografsko razgibanih območjih. Objektivne prognostične vrednosti meteoroloških elementov za točke, ki so med seboj oddaljene le 10 km, so tudi za Slovenijo in napovedovanja vremena v njej zelo dragocen pripomoček. Zato smo se slovenski meteorologi vključili v razvoj takega modela skupaj s strokovnjaki raznih držav srednje Evrope. Strokovna ekipa dela v Franciji, nekateri rezultati pa so po hitrih medijih že dostopni službam, ki so vključene v ta projekt. Ko bo model dovolj izpopolnjen, bomo lahko ponudili za dan ali dva vnaprej objektivno prognoziranje elemente (temperaturo, vlago, veter, padavine) za vse točke Slovenije v 10 km mreži.

V splošnem, kot je ugotovljeno po raznih merilih, so danes vremenske prognoze oz. napovedi okrog 80 % pravilne. Dve od desetih sta torej v povprečju pričakovano zgrešeni. Seveda pa je to odvisno od vrste vremenskega stanja oz. njegove stanovitnosti, pa tudi od načina določanja veljavnosti in od kriterijev, ki tudi niso povsem enaki in enotni. Taki kot veljajo npr. za ravnine zahodne Evrope v gorati Sloveniji gotovo ne morejo veljati. Veljavnost napovedi določajo tudi glede na to, komu je namenjena oz. glede na uporabnika. Tako je npr. majhna ploha dežja za elektrogospodarstvo nepomembna, za spravilo sena ali veliko turistično prireditev pa je lahko usodna.

Nikoli povsem poznana, a ogromna množica raznih vplivov, ki odloča o vremenu v kakem kraju, žal izključuje možnost povsem pravilnih vremenskih napovedi še v daljnji prihodnosti. Bolj ko spoznavaš zapletenost dogajanj v atmosferi, bolj se čudiš, da so vremenske napovedi sploh lahko tako dobre, kot so. Nedvomno je vanje vloženi veliko sredstev in trdega dela; napredek pa je počasen, vendar vztrajen in obetaven.

11. POGlavJE ZA POMORCE

Severno Sredozemlje, kamor spada tudi slovensko morje, je vremensko živahno področje, saj spremembe vremena ne prihajajo vedno od nekod (pretežno od zahoda), temveč se vreme tu tudi "dela". Slovensko morje sega najdlje v notranjost srednje Evrope in tudi zato se na tem območju kažejo poleg vpliva Sredozemlja še vpliv Alp in celine. Zato je dobro opazovanje in upoštevanje možnih dogodkov kljub poznavanju vremenske napovedi zelo pomembno.

Za morjeplovce po slovenskem morju je gotovo najbolj pomemben veter, čeprav so neurja, ki pa so tudi povezana z vetrom, lahko bolj usodna. Pogledali bomo še, kako je z meglo in drugimi pojavi. Torej najprej nekaj besed o običajnih vetrovih na slovenskem morju. Roža vetrov v zimskem mesecu januarju kaže na prevladujoč vpliv burje in tudi razmeroma močne vetrove. Poleti je pestrost smeri izrazito večja, hitrosti pa so manjše. In ker sodobni navtiki preživijo na morju več časa poleti kot pozimi, začnimo s prevladujočimi poletnimi vetrovi.

Dnevni in nočni veter sta maestral in burin. Pihata samo ob jasnem vremenu in predčasno prenehanje ali izostanek teh dveh vetrov že kaže na verjetno spremembo vremena. **Maestral** je glavni veter, ki je bil v času pred izumom ladijskega vijaka pogonsko sredstvo za plovila; od tod tudi njegovo ime.

Piha z morja, torej pri nas iz smeri med jugo- in severo-zahodom. Pihati začne okoli 10. ure in preneha uro ali dve pred sončnim zahodom. Sprva kot sapica, hitrost mu narašča do približno 14. ure, ko doseže maksimum do 8 m/sek (5 Bf), in nato spet pojenjuje. Piha enakomerno in najmočnejše blizu obale. Kot vsi vetrovi, se tudi maestral lahko kanalizira zaradi ovir, ki jih povzročajo otoki ali konfiguracija obale, zato se mu spreminja smer in hitrost. Razlaga za njegov nastanek je podobna kot pri vseh lokalnih vetrovih: glej še 7. poglavje.

Maestral se pojavi na morju in se bliža obali. Najmočnejše zapiha ob izboljšanju vremena, kadar se to ne začne z burjo. Če piha več dni, mu jakost iz dneva v dan nekoliko peša.

Maestralu nasproten je nočni veter s kopna – **burin** (v Istri ga imenujejo tudi terin). Pihati začne uro ali dve po sončnem zahodu, torej takrat, ko se temperatura kopna ohladi pod temperaturo morja. Piha s kopna in ima torej po-

dobno smer kot burja, od tod izvira tudi ime. Je nekoliko šibkejši od maestralsala in je enakomeren ter preneha ob sončnem vzhodu, ko se začne ogrevati kopno. Piha le v poletnem delu leta, od sredine maja pa do srede septembra. Njegov vpliv sega le okoli 30 km od obale proti morju. Tudi burin je "občutljiv" na obliko obale in se ji prilagaja po smeri, jakost pa se mu zaradi naravnih zožitev tudi lahko nekoliko poveča.

Oba omenjena vetrova sta za jadralce ob vzhodni obali Jadranskega morja najbolj primerna. Morda včasih prešibka, a prijetna za jadranje predvsem zaradi spremljajočega lepega vremena, omogočata lagodno počitniško plovbo brez zamudnega križarjenja zaradi smeri iz katere pihata. Jadramo lahko s polnimi jadri, če pa smo na motornem plovilu, omogočata prijetno vožnjo zaradi razmeroma majhnih valov. V dnevnem času med njima vlada brezvetrje.

Za pomorce je najbolj nevaren veter pri nas **burja**. Piha tako poleti kot pozimi, a so hitrosti in predvsem sunki pozimi mnogo večji. Pojavi se za primorskimi grebeni po prehodu hladne fronte, za katero priteka v deželo hladen zrak (glej opis in slike v predhodnih poglavjih 4.8, 4.9, 7.8).

Po smeri je burja severovzhodnik, vendar pa ji smer lahko precej spremni oblika obale in še bolj nad njo dvigajoči grebeni. Vsaka na obalo pravokotna dolinica ima lahko "svojo" smer burje, dodatno pa sunke lahko še okrepi tudi zaradi zožitev teh dolin in dolinic. Opozoriti moramo tudi na včasih varljivi pogled na burjo z zavetrne obale. Tedaj je blizu obale morje lahko povsem brez valov, ker se ti ustvarjajo šele proč od obale. Na silovitost sunkov nas opozarjajo le temne lise na morju, kamor dobesedno pade su-

11.1 Morje ob burji



nek burje. Marsikateri neizkušeni navtik se je že odpravil na morje ob močni burji, misleč, saj ni nobenih valov, a je svojo odločitev obžaloval, ker se ni mogel več vrniti v smeri proti vetru.

Ob slovenskem morju je burja najmočnejša v koprskem zalivu in na izpostavljenih legah pred Izolo in ob rtu Madona, proti Savudriji pa prav zaradi nizke obale njena moč pojema. Na odprto morje sega burja razmeroma daleč in v izjemnih primerih prav do italijanske obale.

Ko se ob burji odpravljamo na morje s plovilom, moramo najprej pomisliti, ali bo naše plovilo preneslo sunke burje na odprtem morju in ali smo dovolj pripravljeni.

Celo ob najbolj vročih dneh poletja nas bo burja neprimerno oblečene dobro ohladila. Ker je padajoč veter, je suh. Pršec, ki ga dviga z morja nas bo zmočil in mokri se bomo ohlajevali kot "moker termometer". Valovi nam bodo s krova pometli vse, kar ni dobro pritrjeno. Če imamo slaba jadra, bomo ostali le še s krpami, zato so ob močni burji najprimernejša viharna jadra. Plovba v zavetju obale je lahko nevarna, saj nam bo varljivo nevzvalovano morje odvrnilo pozornost od nenadnih sunkov zaradi oblike obale (doline pravokotno na obalo). Če nas je začetek burje presenetil na odprtem, se pripravimo, še preden se okrepi do orkanske moči, če pa že moramo izpluti, prej dobro pripravimo sebe in plovilo.

Burja piha pogosto najmočnejše zjutraj, vendar pa je njeno dnevno nihanje lahko zelo različno, saj je odvisno tako od kraja, kakor tudi od vremenskih razmer. Če se čez dan ozračje izraziteje ogreva (poleti), bo tudi burja opoldne malo izgubila na moči.

11.2 V burji se morje pogosto zakadi



Običajno se vreme z nastankom burje izboljša in taki burji pravijo ob obali vedra burja. Nasprotna tej je mračna burja, ki se pojavlja še pred izboljšanjem vremena, spremlja jo oblačno nebo in padavine, pogosto ob taki burji ob obali celo sneži. V vsakem primeru pa so za burjo značilni oblaki ob grebenih in vrhovih (Nanos), ki jih lahko ovijajo ali pa se pojavijo tik nad njimi. Ko burjin oblak izgine, tudi burja navadno razmeroma hitro poneha. Na vremenskih kartah vidimo, da se tedaj nad naše kraje razširi anticiklon in razlike v zračnem pritisku med kraji v notranjosti Slovenije in na obali postanejo neizrazite.

Severnik, ob Jadranu bolj znan pod imenom tramontana, je tudi razmeroma mrzrel veter, saj piha z gora, torej od Alp proti morju. Ima nekaj značilnosti severnega fena, a jih na morju ne občutimo več. Poleti piha le kratek čas in običajno ne preseže hitrosti 10 m/s, razen kadar ob nevihti zapiha veter iz severne smeri. Tedaj ima lahko tudi orkansko moč.

Zelo pomemben veter ob Jadranu je **jugo**. Čeprav ima ime jugo, piha največkrat iz jugovzhodne smeri. V nasprotju z burjo piha enakomerno, brez izrazitih sunkov, a se mu jakost kljub temu lahko spreminja in je vlažen ter razmeroma topel veter [slike 7.3, 7.6 in 9.7]. V povprečju piha s hitrostjo okoli 8 m/s, a mu ta predvsem pozimi lahko naraste tudi do 20 m/s (75 km/h). Najpogosteje začne pihati iz brezvetrja in kaže na poslabšanje vremena. Pozimi lahko piha tudi več kot 5 dni in običajno doseže največjo moč tretji dan. Ker piha vzdolž jadranske obale in torej nima pred seboj ovir (veliko privetrisče), naredi največje valove. Na Jadranu so bili ravno pri jugu izmerjeni najvišji, celo 10 metrski valovi. Ti so dolgi in zato za plovbo, čeprav večji, manj nevarni od tistih, ki jih povzroča burja. Tudi jugo se v zožitvah

11.3 Morje ob močnem jugozahodniku



med otoki in pred rti lahko zelo okrepi in ovira plovbo tudi večjim ladjam (beneški zaliv). Ob več dni trajajočem jugu moramo biti pozorni tudi na tok, ki ga povzroča (do 1,5 m/s ali do 3 vozle). Nikakor pa ne smemo pozabiti, da nam na plitvinah lahko ob visokih valovih “zmanjka” vode pod plovi-
lom.

Zelo značilen pojav pri močnem jugu, kadar ga spremljajo še nizek zračni pritisk in močne padavine, je na slovenskem delu Jadrana tudi močna plima. Morje se dvigne toliko, da preplavi Tartinijev trg v Piranu in tudi del koprške nižine, poplave pa imajo tudi Benetke. Jugo se pogosto “najavi” z mrtvim morjem, z valovi, ki prihajajo iz jugovzhodne smeri, ko še ni vetra.

Glede na to, da jugo največkrat kaže na poslabšanje vremena, moramo biti nanj še posebno pozorni. Še najmanj je nevaren prvi dan in za plovbo na Jadranu v smeri proti severozahodu lahko zelo dobrodošel. Kadar pa nam piha jugo v premec, nas morje na motornih plovilih poliva in valovi premetavajo, z jadrnico pa moramo križariti, kar nam podaljša plovbo. Kadar pa vremenske prognoze napovedujejo prihod hladne fronte, moramo biti na morju zelo pozorni. Sprva enkomeren jugo se lahko nenadoma spremeni v orkansko burjo, izredno močan jugozahodnik ali sverozahodnik [slike 6.8, 6.11, 7.7]. Take prehode fronte in obrate vetrov spremljajo močne nevihte.

Najbolj nevarni spremembi smeri vetra in spremljajočemu neurju pravijo ob morju škontradura (zveneče ime, italijanska popačenka), ki se pojavi ob prehodu fronte. Veter se hipoma spremeni iz močnega juga v še močnejši severozahodnik – torej obrat za 180 stopinj. Ker ga spremljajo še močne padavine, lahko tudi toča, in se vidljivost zmanjša na minimum, smo blizu oba-

11.4 Jadrnice ob ugodnem vetru



le v zelo nezavidljivem položaju. Celo na sicer varnem privezu, zaščitenem proti jugu in burji, bomo zelo težko preživeli brez posledic, če je sidrišče odprto proti severozahodu. Če pa nas z jadrnico doleti kaj takega na odprtem morju, nas reši le še pravočasen spust jader, saj veter lahko doseže hitrosti tudi do 100 km/h. Dober opazovalec bo pri plovbi ob jugu lahko še pravočasno opazil rast nevihtnega kumulonimba na sverozahodu in v približno uri, ki mu ostane za varen pobeg, našel primerno sidrišče.

Tudi prehod fronte od jugozahoda in obrat juga v jugozahodnik spremljajo običajno močne nevihte, ki jim na Jadranu pravijo garbinade. Obrat vetra je pogosto še hitrejši, kot pri zgoraj opisani škontraduri, in veter je lahko tudi orkanski. Na odprtem morju delajo veliko preglavic valovi iz različnih smeri, pa tudi veter nima stalne jugozahodne smeri. Traja lahko od nekaj ur do celega dne in povzroča ob obali veliko škode. V Piranu so prav zaradi teh vetrov ob obali velike skale, ki omilijo moč izrednim valovom iz jugozahodne smeri. Izredno močan in spremenljiv jugozahodnik traja vse do prehoda hladne fronte, ko se veter bodisi umiri ali pa spremeni v burjo.

Najbolj pogost prehod fronte pozimi (včasih pa tudi poleti) se konča z obratom juga v burjo. Na Jadranu mu pravijo nevera (pozimi prinese sneg). Tudi ob zmernem jugu 5 do 8 m/s lahko po obratu zapiha orkanska burja. Ozračje se zelo ohladi, padavine pa razmeroma hitro prenehajo. Če nas taka burja ujame blizu obale, bomo hitro poiskali sidrišče, zaščiteno na severovzhodni strani, saj ni pričakovati udarov vetra z drugih strani neba.

Za plovbo so manj neprijetne, navadno nenevarne, toplotne nevihte, saj zanje značilno dviganje zraka zaradi ogretyh tal lahko nastane le nad kopnim.

11.5 Burjin oblak na Nanosu





Obala na udaru burje je brez rastlinja in precej razjedena

Veter, ki se sprošča ob nastanku teh neviht, ne seže daleč od obale in se mu z umikom od obale lahko izognemo.

Doslej smo se pogovarjali o vetrovih in o plovbi v vetrovnih razmerah. Na Jadranu pa je pogosto tudi brezvetrje oz. zelo šibki vetrovi. Za motorna plovila prav gotovo najbolj primerne vremenske razmere, le da je ob brezvetrju le redkokdaj lepo vreme (tedaj običajno piha podnevi maestral in ponoči burin). Zato naj bo brezvetrje, razen ob koncu dneva in noči, opozorilo na spremembo vremena. Brezvetrje pogosto, predvsem v zimski polovici leta, spremlja megla. Ta je za amaterske pomorščake lahko skoraj tako nevarna kot neurje. Megla se lahko pojavi iznenada. Če nimamo navigacijskih pripomočkov, poleg tega pa še ne vemo natančno, kje smo bili ob nastanku megle, se bomo znašli v zelo nezavidljivem položaju. Zato velja pravilo, da moramo ob vsakem trenutku vedeti, kje natančno smo, da bomo tudi ob najbolj neugodnih razmerah lahko varno našli pristanišče.

Megle na morju se lahko pojavijo tudi poleti. Na severnem Jadranu se megla največkrat privleče iz Padske nižine in prekrije morje prav do naše obale.

12. NEKAJ UPORABNIH NAPOTKOV

Obleka in dežnik

Le malo je ljudi, ki zjutraj ob spremenljivem vremenu nimajo problema: kaj obleči? Po poslušanju vremenske napovedi in pogledu skozi okno je že bolje, če se napoved in pogled ujemata, sicer pa je lahko zagata še večja. Ta je tem večja, čim več je izbire v omari in čim pestrejši dan pričakujemo, a to se nas tu ne tiče.

Ob znatnih spremembah vremena je za ohranitev zdravja nedvomno bistvena primerna obleka, in to tem bolj, čim več bomo zunaj. Obleka naj bo ustrezna vremenski napovedi, razen tega pa naj omogoča delne popravke glede na temperaturo, vlago, padavine, veter itd. Mnogim nepotrebnim prehladom, nahodom, gripam in še večjim težavam bi se lahko izognili, če bi zjutraj bolj upoštevali vremenske napovedi in se v skladu z njimi (morda malo navzkriž z zadnjo modo) primerno oblekli.

Ko so predvidene izdatnejše padavine, ne pustimo doma dežnika. Po naših nižinah, kjer so vetrovi v splošnem šibki in pada dež navpično, nas dežnik

12.1 Dežniki so lahko koristni



kar dobro zaščiti pred močo. Posebno zdaj, ko so celo zložljivi dežniki dovolj poceni, je prav nepotrebno, da bi bili po prihodu v službo, kjer se navadno ne moremo preobleči, mokri in potem prehlajeni. Pri hoji v vetrovna območja, npr. v gore, pa je seveda potrebna drugačna in popolnejša zaščita pred padavinami, vetrom, mrazom i. d.

Avto na cesti

Prometna nesreča je draga, pogosto usodna in nepotrebna izkušnja. Verjetno je tretjina prometnih nesreč posledica neupoštevanja poslabšanih vremenskih razmer oz. razmer na cestišču zaradi vremena. Celo izkušene voznike včasih preseneti spolzka cesta zaradi pršenja, ki razmoči usedline na cesti v drsljivo sluz, ali pa poledica, ki se "nepričakovano" pojavi na kakem mestu (npr. na mostu, ki ga ne grejejo spodnje zemeljske plasti), čeprav je nikjer drugje ni.

Poznavanje ogrevanja in ohlajevanja tal oz. cestne površine ter toplotnih in drugih energijskih izmenjav med ozračjem, tlemi in globino (kar se "künstno" sliši, a ni), nas po prav kratkem premisleku privede do pravih sklepov in ukrepov med vožnjo ali včasih že pred njo. Ne podajajmo se na daljšo in zahtevnejšo vožnjo, če so napovedane vremenske razmere zelo slabe, ker pač na cesti nismo sami. Z močno previdno in prepočasno vožnjo pa lahko povzročimo nevarna prehitevanja (npr. v megli) voznikov, "ki se jim mu-di" tedaj in morda nikoli več.

Predvidene zelo šibke ali zelo močne padavine, megla, vetrovni sunki, nevihte, mrzla tla, zglajen sneg ali celo poledica so pojavi, ki nedvomno ter-

12.2 Avto na mokri cesti



jajo manjše hitrosti od običajnih, več časa za prihod na cilj in zato zgodnejši odhod na pot. Vremenska napoved naj bo torej upoštevana in odločilna že precej prej, predno sedemo za volan, na motor ali bicikel. Tudi marsikak pešec bi se izognil bolniškemu vozičku, če bi upošteval, da voznik na gladki cesti ne more na hitro ustaviti, ali pa bi ob močni poledici sploh raje ostal doma.

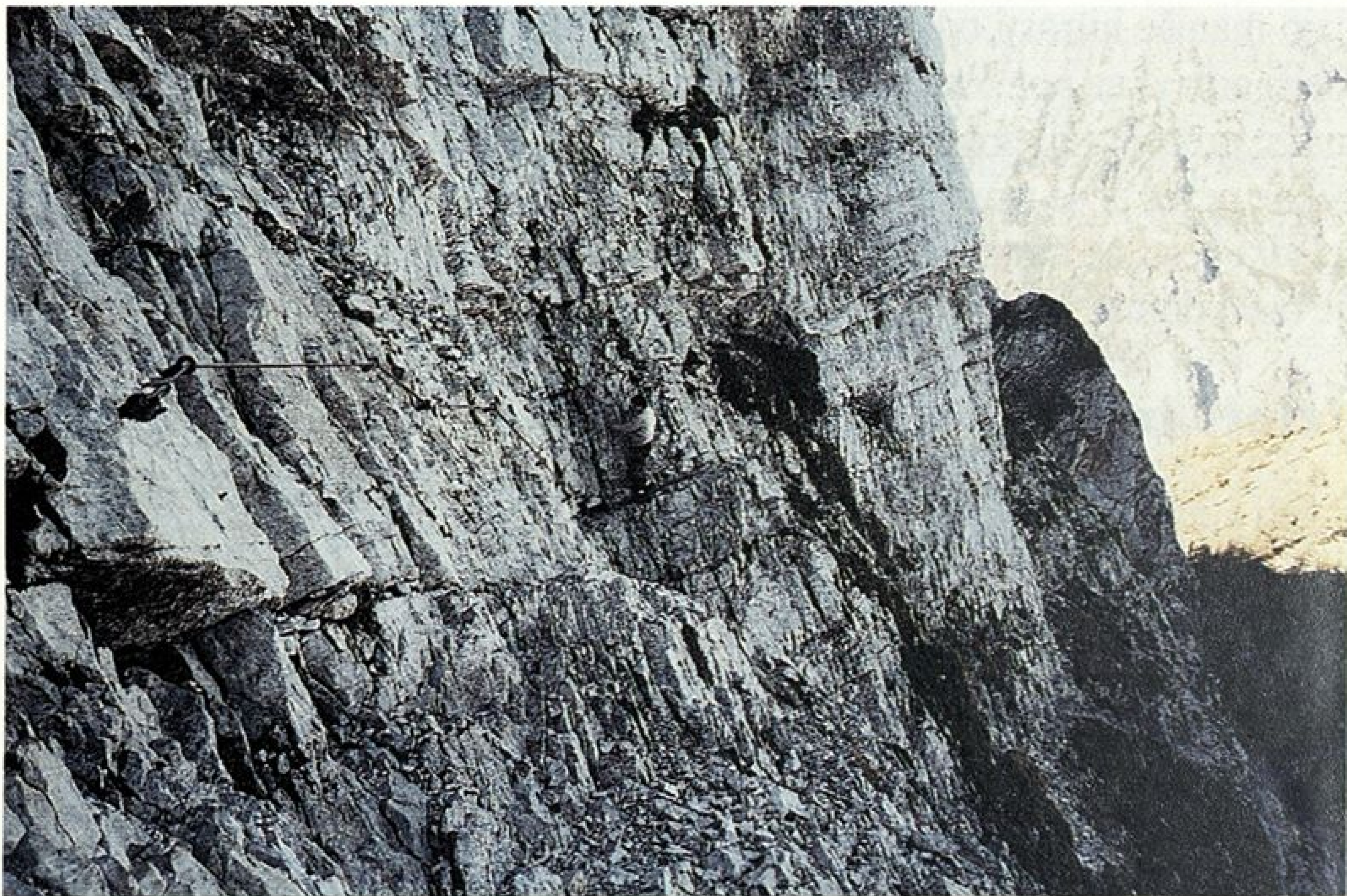
Izleti in ture

Izleti v naravo, ki so namenjeni predvsem zmerni rekreaciji, so lahko s slabim vremenom povsem izničeni ali lahko (s prometno nezgodo ali prehladom) dosežejo prav nasproten učinek od pričakovanega. Zato je izlet močno odvisen od pravilne presoje vremenskih razmer in od namena oz. cilja. Če smo razgibanja že zelo potrebni, je izlet po primerni, ne preblatni poti tudi ob dežju z dežnikom ali pelerino lahko prav prijeten, zabaven in osvežujoč. Seveda pa v takem vremenu ne pričakujemo lenarjenja v travi in uživanja v lepem razgledu. Zato naj bo že izbira cilja in namena izleta osnovana na vremenski napovedi in presoji razmer na poti in na cilju. Ob slabem vremenu je lahko cilj kak muzej ali toplice in je ob ustrezno previdni vožnji tudi sproščujoč.

Ture v gore so seveda znatno zahtevnejše. Vremenska napoved in presoja razmer na poti in cilju naj najprej odloča o smiselnosti ture v slabših razmerah, v nadaljnjih odločitvah in pripravah pa je bolje biti malo pesimističen, ker se vremenske razmere lahko nenadno močno poslabšajo. Zgubljena pot ali celo orientacija, ko nas zagrne megla ali oblak, je dovolj velik vzrok, da morda cilja ne dosežemo pred nočjo, lahko je celo usodno. Če začne še sne-

12.3 Neurje se bliža





12.4 Ob lepem vremenu po varovani steni

žiti, nas lahko reši le kompas ali naključje. Tudi poleti lahko ob prehodu hladne fronte, s katero pride zelo hladen zrak, pade sneg in tudi v naših gorah 15 cm debela snežna odeja, ki je že bila za mnoge slabo obute in opremljene planince usodna.

Skoraj gotovo pa hladna fronta poleti prinese nevihte. Plohe z močnim vetrom nas premočijo do kože in podhladijo. Ob sami nevihti pa je na vrhovih in grebenih velika nevarnost udara strele, ki terja vsako leto v Alpah nekaj žrtev, na vsem svetu pa čez tisoč. Prasketanje v zraku in morda celo pla-

12.5 Start proti vetru



menčki na kovinskih konicah (Elijev ogenj) nam sporočajo, da je treba takoj malo nižje in leči na tla. Tudi nenadna požled, ki v prehodnih dobah včasih zavije melišča in skale v ledeni oklep, onemogoči varno hojo brez posebne opreme, ki pa jo imajo navadno le izkušeni planinci.

Zimska hoja v gore (da ne govorimo o zimski plezariji) terja zaradi živega snega, klož, opasti, ledu, zametov in plazov posebno opremo in znanje, pri

Majski sneg v Ljubljani (20. 5. 1969)



začetnikih tudi izkušeno spremstvo. Dodatna potrebna znanja si je mogoče dobiti iz posebnih publikacij, katerih vsebina presega okvir te knjižice.

Jadranje s padali in zmaji

V zraku je človek seveda od vremena in atmosferskih dogajanj najbolj odvisen. Zato imajo jadralni letalci, balonarji, padalci in zmajarji navadno posebne tečaje in znanje. Vedno več pa je neorganiziranih padalcev in letalcev brez potrebnega znanja in posledice so prepogosto usodne – invalidski vozički ali celo smrt. Ob malo močnejšem vetru je v labilni atmosferi, ki je sicer za tovrstne dejavnosti ugodna, ozračje polno vrtincev najrazličnejših velikosti, smeri in jakosti, a sploh niso vidni. Nanje je mogoče sklepati po konvektivnih oblakih, listju v zraku, ptičih, vejah in vrhovih dreves, pa tudi iz smeri vetra, njegove jakosti ter oblikovitosti ožjega in širšega reliefa. Toda za pravilne tovrstne presoje je treba že precej znanja in izkušenj. Nepričakovan močan tok navzdol v velikem in močnem vrtincu je lahko usoden ne le za start ali pristanek zmajarja ali jadralnega padalca, ampak celo za veliko potniško letalo – žal se vsako leto zgodi kakšna takšna nesreča. Zato je za tovrstne športnike res življenjskega pomena, da dobro preštudirajo celo pričujočo in še nekaj ustreznih knjig, da vsaj zmanjšajo tveganje na najmanjšo možno mero. Poleg najosnovnejših pravil, da morajo vedno poleteti in pristajati proti vetru ter da tik pred nevihtami in ob zelo močnem vetru sploh ne poletijo, naj ne gredo v zrak brez solidnega tovrstnega znanja, presoje ter popolne in brezhibne opreme.

Razne druge dejavnosti

Mnogo nepotrebnih poškodb, nesreč in celo žrtev na prostem je tudi zaradi vremena oz. zaradi neupoštevanja njegovih pogojev in posledic. Največ nesreč je med mladimi, ki pogosto menijo, da se njim to ne more zgoditi; ker pač nimajo izkušenj. Žal je zato največkrat prav obratno, ker si v zanosu in navdušenju ne vzamejo dovolj časa za premislek in presojo. Sem sodi cela vrsta športnih dejavnosti, o katerih smo že govorili, pa tudi biciklizem, smučanje, plavanje, razni skoki, jamarstvo, rafting, potapljanje itd.

Povsod je možno, da nas brez pozornosti in spremljanja dogajanj na nebu preseñeti kak vremenski pojav ali celo lokalna ujma. Nastane situacija, v kateri nas pogosto lahko reši le znanje, pravilna presoja in hitro ukrepanje; pa čeprav je to včasih le nujna zaščita in hladnokrvno čakanje na boljše vremenske razmere ali na pomoč.

13. DODATNO ČTIVO

- Atlas D.: RADAR IN METEOROLOGY; AMS, 1990, 806 str.
- Bader M. J. idr.: IMAGES IN WEATHER FORECASTING; Cambridge University Press, 1995, 499 str.
- Carlson, T. N.: MID-LATITUDE WEATHER SYSTEMS; Rontledge, 1991, 507 str.
- Čurin V., Ocepek R., Petkovšek Z., Sevnik T., Smolej I., Vrščaj D.: SPOZNAVANJE NARAVE (učbenik); DZS, 1992, 93 str.
- Golnar T. (ured.): ALPINISTIČNA ŠOLA; PZS, 1993, 180 str.
- Hočevar A., Petkovšek Z.: METEOROLOGIJA, Osnove in aplikacije; Partizanska knjiga, 1984, 1988 in BTF 1995, 219 str.
- Hribar M. idr.: FIZIKA: MEHANIKA IN TOPLOTA (učbenik), Nekateri pojavi v atmosferi; Didakta, 1994, 132 str.
- KLIMATOLOGIJA SLOVENIJE (4 zvezki); HMZ RS, 1992, 1993, 1994, 1995
- Krishna Rao P. idr.: WEATHER SATELLITES: Systems, Data and Environmental Applications; AMS, 1990, 503 str.
- Neukamp E.: OBLAKI IN VREME, Sprehodi v naravo; CZ, 1987, 80 str.
- OXFORDOVA ENCIKLOPEDIJA NEŽIVE NARAVE; DZS, 1995, 380 str.
- Parker S., Vrhovec T.: VREME, Veselje z znanostjo; Pomurska založba, 1994, 40 str.
- Perry A. H. and Symons L. J.: HIGHWAY METEOROLOGY; E&FN SPON, 1991, 209 str.
- Petkovšek Z., Leder Z. (ured.): METEOROLOŠKI TERMINOLOŠKI SLOVAR; SAZU in DMS, 1990, 127 str.
- Roth G. D.: VREMENOSLOVJE ZA VSAKOGAR; DZS, 1992, 265 str.
- Šegula P.: SNEG IN PLAZOVI (večjezični slovar); PZS, 1995, 360 str.
- Trontelj M.: PODNEBJE OD BOHINJA DO BLEDA; HMZ RS, 1995, 63 str.
- Trontelj M.: VREME V VISOKOGORJU: 40 let meteoroloških opazovanj na Kredarici; Mihelač, 1994, 47 str.
- Walker J.: ONESNAŽEVANJE OZRAČJA, Posegi v naravo; DZS, 1996, 32 str.
- Walker J.: OZONSKA LUKNJA; DZS, 1996, 32 str.
- Watt F. in Wilson F.: VREME IN KLIMA; DZS, 1993, 48 str.

14. STVARNO KAZALO

- anticiklon 47, 102
 atmosfera 8, 19

 babje poletje 102
 babje pšeno 39
 Beaufortova skala 71, 72
 blisk 90
 blokada 14, 58
 brezvetrje 71, 72, 130
 burja 44, 46, 67, 75, 125

 ciklon 25, 38, 97
 sredozemski 61, 64, 101
 tropski 31
 višinski 50, 59

 dež 35, 40, 42, 43
 dolina 14, 58
 dviganje zraka 21, 25, 29,
 33, 42, 89, 98

 elektrika atmosfere 89, 91
 Elijev ogenj 90, 134
 energija 28, 91
 sončna 17, 79, 104, 106
 vetra 77

 fata morgana 88
 fen 42
 fronta
 polarna 18, 21, 24
 topla 33, 38
 hladna 33, 38, 63, 97
 frontogeneza 20, 30

 glorijska 87
 gradient
 pritiska 11, 26
 temperature 9, 20, 58
 greben 14, 50
 grmenje 90

 halo 87
 hitrost vetra 10, 31, 70, 72
 hurrican 31

 inverzija 45, 53, 103
 irizacija 87
 ivje 86
 izobara 11, 26, 39, 50

 jakost
 vetra 71, 72
 padavin 39
 obsevanja 79
 jedro
 kondenzacije 82, 84
 odcepljeno 14, 58
 jezero hladnega
 zraka 46, 103
 jug, jugo 67, 127

 kaplja 40
 kapljica 40, 83
 klima 93, 100, 108
 klimatske spremembe 82
 kondenzacija 22, 82
 konvekcija 53, 56, 89, 107
 kroženje zraka 8, 13, 25,
 48, 69

 labilnost 35, 53, 88
 ledeni
 kristalčki 39, 83
 možje 24, 98, 136

 maestral 75, 124
 mavrica 87
 megla 46, 81, 83, 130
 megleno
 jezero 46, 55, 81
 morje 53, 105
 monsun 75

 navpični tokovi 17, 21, 29,
 48, 51, 89
 nevihta 35, 38, 53, 88,
 100, 134
 občutljivost na vreme 43
 oblaki 23, 34, 41, 57, 129
 oblačnost 29, 79, 102

 odboj sevanja 79
 odjuga 42, 70, 73
 odklon vetra 11, 12, 48
 onesnaženja zraka 53,
 57, 103
 opazovanja 7, 113

 padavine 35, 40, 84, 98
 ploha 41, 89
 poledica 46, 132
 poti ciklonov 30, 65
 pritiskova ploskev 11, 15,
 26, 50
 prognoza 119
 pršenje 39, 46
 puščava 49

 radar 92, 110
 radiosonda 9
 rosa 83
 rosišče 84, 85

 sevanje
 sončno 79
 zemeljsko 65, 80
 sile 29, 48, 69
 slana 85
 smer vetra 12, 16, 69
 sneženje 39, 85
 snežna odeja 85, 89, 134
 sodra 39
 sončno obsevanje 17, 79,
 104, 108
 soparno 74
 srež 87
 spuščanje zraka 21, 42, 48,
 51, 105
 stabilnost 52, 53
 stanje tal 87
 strela 90
 sublimacija 32, 39, 85
 subsidenca 48, 51
 subtropi 47, 49
 sunki vetra 46, 70, 75
 svetloba 79, 88

- tajfun 31
 temperatura zraka 79, 80,
 94, 108
 toča 91
 toplota 80, 91
 tornado 32
 trenje 29, 33, 49, 69
 troposfera 8, 9

 valovi 13, 14, 29, 31, 79
 veter 12, 25, 27, 69, 125
 lokalni 55, 76, 124
 obalni 62, 76
 planetarni 7, 10, 14
 pobočni 75, 77

 viharji 72, 75, 88, 125
 višinski 19, 21, 27,
 48, 59
 vetrovni stržen 10, 21
 vetrovno striženje 11, 20,
 27, 48, 59
 vidnost 74, 82
 vlažnost zraka 22, 72
 vodna para 22, 40
 vpoj, absorpcija 79
 vreme 7, 42, 60, 78, 93,
 110, 124, 131
 vremenska, -i
 hišica 7, 113
 karta 15, 44, 49, 60, 116

 napoved 110, 121, 131
 pojavi 35, 45, 78
 satelit 55, 111, 112
 vrtinci 8, 25, 48, 69,
 126, 135

 zamegljenost 82
 zračne mase, zrak 18, 21,
 23, 34, 37, 97
 zračni pritisk 9, 11, 25, 43

 žled, požled 45, 135



NARODNA IN UNIVERZITETNA
KNJIZNICA

U06155 8



00000150419



Z B I R K A

KULTURA
NATURA

BREDA MIHELIČ

**VODNIK PO LJUBLJANI
LJUBLJANA CITY GUIDE
GUIDA DI LUBIANA
LJUBLJANA STADTFÜHRER**

DANIEL ROJŠEK

**NARAVNE ZNAMENITOSTI POSOČJA
THE NATURAL FEATURES OF POSOČJE**

ČOPIČ, PRELOVŠEK, ŽITKO

**LJUBLJANSKO KIPARSTVO NA PROSTEM
OUTDOOR SCULPTURE IN LJUBLJANA**

RICHARD M. MARTIN

PTICE V KLETKAH

PETKOVŠEK, TRONTELJ

POGLEDI NA VREME

pogle
VRI

Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

465586



ISBN 86-341-1730-8



9 788634 117301


DZS