Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

159314

Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

159314

dr. vital manohin

vremenoslovje in podnebjeslovje

ZALOŽBA

DR. VITAL MANOHIN

VREMENOSLOVJE IN PODNEBJESLOVJE

CANKARJEVA ZALOŽBA
LJUBLJANA 1960

159314

159314

Narodna in univerzitetna knjižnica - Ljubljana

05868/1960

KAZALO

UVOD 7

VREMENOSLOVJE 11
Kemične in nekatere fizikalne lastnosti ozračja . . . 11
Tajne zračnega pritiska 21
Temperatura 27
Termometri 28
Tehnika merjenja temperature zraka 30
Termometrske skale 34
Sončni in zemeljski žarki in njihova odvisnost od ozračja 36
Planckov zakon 38
Wienov zakon 38
Stefanov-Boltzmannov zakon 38
Kirchoffov zakon 39
Belina ali albedo 39
Črnina ali noiriteta 39
Rayleighov zakon 41
Mie Forbesov zakon 42
Vlaga v zraku in padavine 44
Kako cirkulira zrak širom Zemlje? 55
Fronta . . . . . 58 in 62
Adiabatski proces 59
Nastanek ciklonov 62
Kaplje hladnega zraka . . . . . 65 in 85
Nastanek anticiklonov 65
Jet stream 68
Tajfuni in hurricani 70
Blokada cirkulacije 74
Numerična vremenska napoved 76

Vremensko napovedovanje 77
Sinoptika 78
Krajevni znaki vremena . . . . . 80 do 87
Vpliv Alp na vreme 83
Ljudska vremenska pravila 87
Vpliv Lune na vreme 89
Singularitete 90
Vpliv atomskih eksplozij in velikih požarov na vreme 91
Ustroj nevihtnega oblaka 92
Mehanizem bliska . . . . . 93 do 94
Dolgoročne vremenske napovedi 96
Vpliv Zalivskega toka na vreme 98
Brücknerjeva perioda 98
Méméryeva perioda 98
Meteorologija v praksi 100
Thoruthwaitova metoda 104
Mikroklima 106
Obramba pred slano in točo 108

PODNEBJESLOVJE 115
Dinamična klima in klima Slovenije 117
Klima Jugoslavije 127
Dinamična klima tropov 132
Monsunsko podnebje zmernih zemljepisnih širin . . . 136
Polarno podnebje 139
Podnebje puščav 144

NEKATERE NAJVAŽNEJŠE MATEMATIČNE FORMULE V VREMENOSLOVJU 147

UVOD

Živimo v dobi naglega napredka znanosti. Slišimo o čudovitih atomih, o dveh navidezno protislovnih naravah svetlobe (dualizem), o dosežkih v medicini, o mogočnih tehničnih napravah in drugo. Zato ne bo odveč, če pogledamo v skrivnosti še neke znanosti, namreč znanosti o vremenu, ki stoji v častni vrsti sodobnih ved in je tudi za praktično življenje mnogo bolj važna, kakor so mnogi mislili do sedaj. Samo pomislimo, da tvori vsa naša prehrana v bistvu le nakopičeno energijo vremena in da dela naša industrija skoraj izključno na račun sedanje (hidrocentrale) ali minule (premog, nafta) vremenske energije, pa nam brž postane jasno, da táko znanost ne kaže ignorirati ali podcenjevati. Mnogi imajo napačno mnenje, da je vremenoslovje nauk o napovedovanju vremena, ker menijo, da je vsa praktična dejavnost te stroke le v napovedovanju. Dejansko pa napovedovanje prekaša zmogljivost sodobnega vremenoslovja in bo to stvar bližnje bodočnosti. Zato ne moremo videti v sodobnih vremenskih napovedih znanstvenih rezultatov, marveč samo znanstvene poizkuse. Stvar torej spominja na vsemirske polete, ki tudi še niso bili dokončno realizirani, imajo pa vso znanstveno osnovo, da bodo uspeli.

Zakoni vremena dajejo tudi čudovito lepoto naravi. Sinjina neba ali morja, slikovitost rdečih zarij, lepota sončne svetlobe in drugo, vse to je manifestacija svetlobnih zakonov v ozračju. Veličastnost nevihtnih pojavov ali neurij, moč orkanov, strupen sibirski mraz ali tropska vročina, vse to nam razodeva mogočnost tistih naravnih sil, ki delajo vreme.

V gospodarstvu je pomen vremena velikanski, saj vreme diktira kdaj in kako naj obdelujemo naša polja in kakšne vrste rastlin naj izbiramo: nekaterim vrstam daje obilo svojega »blagoslova«, drugim ga deli bolj skopo, a tretjim sploh

ne daje pogojev za obstoj. V Sloveniji n. pr. ni mogoče gojiti riža ali bombaža, ker vreme za to ni primerno. Vreme dalje napaja naše reke in s tem goni turbine naših hidrocentral, od katerih je odvisen večji del industrije; daje nam tudi udobno električno razsvetljavo. Prav tako nam premog ali nafta dajeta tisto vremensko energijo, ki se je nekdaj v tej obliki konservirala in je mirovala več milijonov let, preden je zopet oživela v naših motorjih ali gorilnikih.

Vreme ima pomembno vlogo celo v zdravstvu: širjenje nalezljivih bolezni je v prvi vrsti odvisno od vremena. V srednjem veku, ko ni bilo nikake higiene, so se kužne bolezni, kadar je nastopilo ustrezno vreme, same po sebi ustavljale. Tudi v sedanjosti vreme pripravlja ali ustavlja epidemije, daje pogoje za srčno ali možgansko kap (močan padec zračnega pritiska povečuje fizikalne pogoje kapi), vpliva na duševno razpoloženje in živčni sistem, s tem veča ali manjša število prometnih nesreč, število slabih ocen v šolah itd. Celo pri operacijah je potrebno upoštevati nedvomen vpliv vremena na telesno odpornost bolnika. Naposled vpliva vreme tudi na turizem, ki je v sedanjem tako aktivnem veku zelo potreben: koliko denarnih prihrankov in dobre volje gre v nič, če si človek zaželi prijeten oddih na morju s čistim modrim nebom, sončnimi kopelmi in drugo, a vreme mu postreže s hladno prho in s pusto sivino! Marsikateri gornik je našel na veličastnih gorskih vrhovih namesto čudovitega razgleda v sinjih višavah tuljenje snežnega viharja, ki mu je ogražal celo življenje!

Vreme je velik in mogočen gospodar, ki ima povsod glavno besedo. Vodovje znajo regulirati (meliorirati), da ne divja več po svoje, marveč služi splošnemu, po človeku diktiranemu namenu, znajo tudi izoblikovati lice Zemlje, speljati ceste in železnice, napraviti predore in drugo, a ne znajo ukrotiti vremena, ki še vedno svobodno vlada nad človeštvom! — Silam, ki jih ne moremo ukrotiti, pa se moramo sami prilagoditi — če ne gre gora k Mohamedu, mora Mohamed h gori! — Tako storimo tudi mi. V zadnjem času so se pojavile številne tehnične panoge, ki prilagajajo naše gospodarstvo vremenu: sem sodi n. pr. znano poljedelsko vremenoslovje, ki nam kaže, kako moramo naše poljedelstvo prilagoditi vremenskim silam, dalje poznamo tudi gozdarsko vremenoslovje in

drugo. Obstoji célo turistično vremenoslovje, ki skuša kombinirati izkustva napovedovanja vremena z zavarovalnico: interesent dobi vremenske napovedi in če te ne ustrezajo, dobi denarno odškodnino. Sicer pa se je človek skušal prilagoditi vremenu že v davnih časih in je tako nastala znanost — podnebjeslovje, to je nauk o povprečnem vremenu. Zato je bilo treba dejansko vreme zamenjati z neobstoječim povprečnim vremenom, kajti na ta način je bilo možno neštete vremenske pojave prikazati v obliki le enega samega, četudi abstraktnega pojava in tako olajšati znanosti prve korake v neznano. V novejši dobi podnebjeslovje ni več nauk o povprečnem vremenu, marveč nauk o kolektivu dejanskih vremenskih pojavov.

Ta knjiga naj bi popeljala bralca v skrivnosti in lepote vremenskih zakonov, obenem pa mu pokazala pot, kako se da znanje te vrste uporabiti v praktičnem življenju.

PRVI DEL

VREMENOSLOVJE ALI METEOROLOGIJA

I. poglavje

KEMIČNE IN NEKATERE FIZIKALNE LASTNOSTI NAŠEGA OZRAČJA

Človeštvo pozna zrak že tako dolgo, kolikor samo obstaja, a šele pred kratkim je izvedelo, iz česa je sestavljen. Fizikalnih lastnosti zraka pa niti sedaj do konca ne poznamo.

Zrak je najfinejša mešanica različnih plinov, izmed katerih je enajst permanentnih, to je takih, ki ne menjajo svoje količine, in sedem variabilnih plinov, ki menjajo svojo količino. Izmed permanentnih plinov so glavni trije, namreč dušik, kisik in ogljikov dioksid, izmed variabilnih pa vodni hlapi in ozon. Zrak vsebuje tudi obilo neplinskih delcev, ki so na najfinejši način pomešani z zrakom. K neplinskim delcem spadajo razen prahu, ki izvira z Zemlje (mineralni prah, organski prah) in iz vesolja (kozmični prah, oziroma ostanki izgorelih zvezdnih utrinkov) še neskončno majhni delci morske soli, ki vpadajo v zrak ob pršenju morskih valov, dalje različne žveplove in dušikove spojine, ki potekajo od ognjenikov ali ognja in od kemičnih procesov v samem zraku. Vsi ti delci, kakor bomo videli kasneje, imajo odločilno vlogo pri nastajanju padavin. Zrak vsebuje tudi izotope svojih plinov, izmed katerih so nekateri izotopi radioaktivni. Tako na primer se pojavlja vodna para v zraku kar v treh izotopskih oblikah, zato imajo padavine neko naravno radioaktivnost. Zrak vsebuje tudi neznatne količine radioaktivnih emanacij, ki izvirajo iz zemeljske skorje, na primer iz rudnikov ali vodnjakov. Nuklearne eksplozije so znatno povečale količine radioaktivne materije v zraku.

Z višino se kemična sestava zraka komaj menja. Tako je opaziti prav počasno pojemanje količine težjih plinov (ogljikovega dioksida in drugih) in počasno naraščanje količine

lahkih plinov: v višini 30 km je kisika za dva do tri procente manj, helija pa ravno toliko več, kot v enoti volumna v nižinah. Kisik se pri tem pojavlja tudi v obliki triatomske variante — tako imenovanega ozona, katerega je v višinah 25 km v enoti gmote skoraj stokrat več kot v nižinah. Količina ozona je relativno velika tudi v nižjih legah, kjer so oblačni sloji: utekočinjenje vodnih hlapov ima očitno kot paralelni pojav še proizvodnjo ozona. Ozon se močno proizvaja še ob nevihtah.

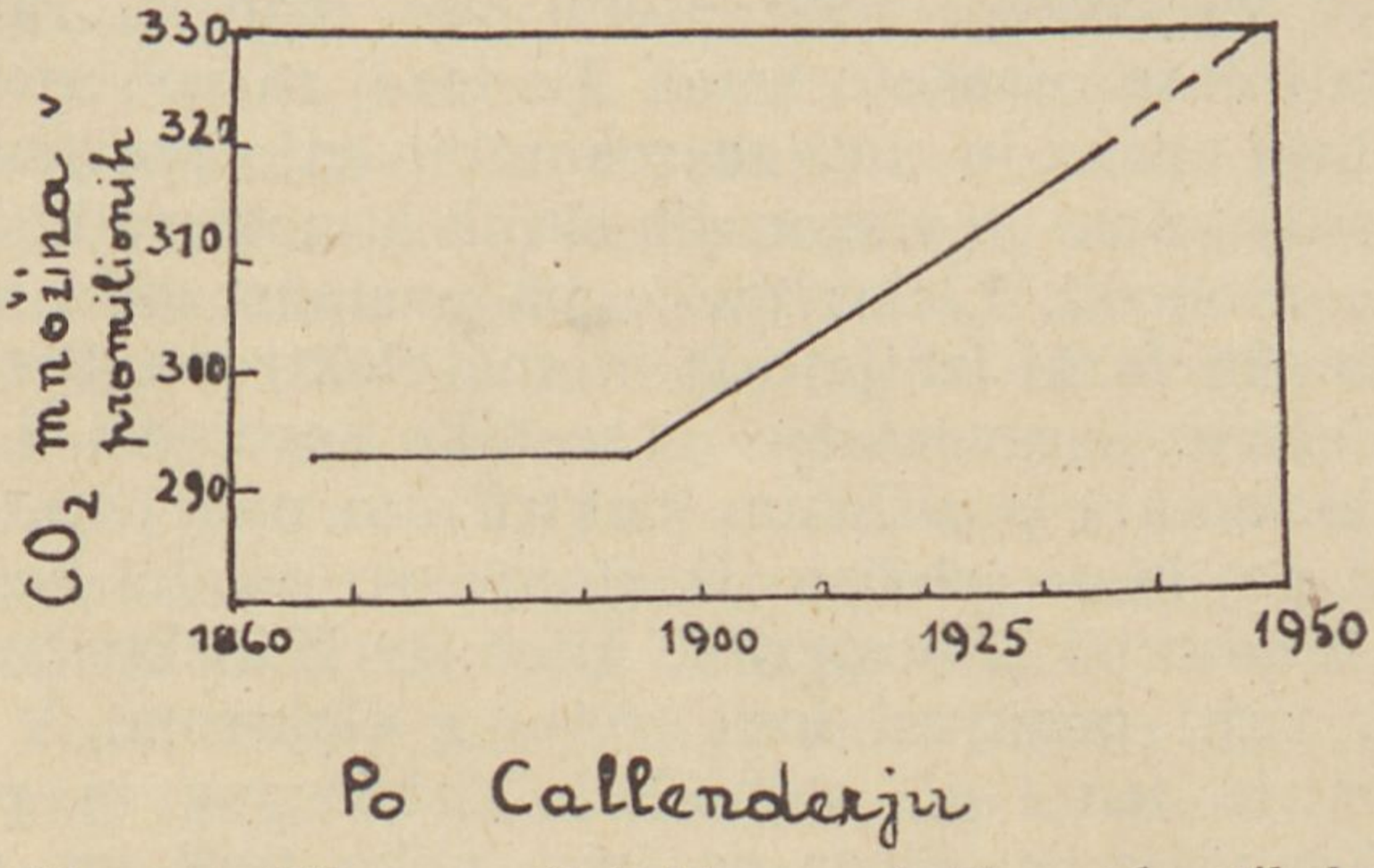
V še večjih višinah postaja količina ozona manjša in čim više je, tem bolj se začenja kisik razkrajati na enoatomsko varianto, tako da je v višini nad 100 km zastopan kisik skoraj izključno v obliki atomskega kisika (atomarnega kisika). Atomski (atomarni) kisik ima to lastnost, da močno absorbira ultrakratke sončne žarke, medtem ko normalne, to je dvoatomske molekule kisika te lastnosti v taki meri nimajo. V nasprotju s kisikom je dušik bolj odporen in zato še v višini 1000 km prevladuje v obliki normalnega dušika, to je dušika, ki ima molekule sestavljene iz dveh atomov.

Razkroj kisika v enoatomsko varianto je združen na eni strani z neposrednim segrevanjem te vrste kisika od Sonca, na drugi strani z elektrizacijo atomov. Čim više so sloji, v katerih se pričenja atomski kisik, tem višjo temperaturo imajo, obenem pa naraščajo električni naboji. Tako razlikujemo v višini od 90 do 130 km prvi stalni električni sloj, ki se imenuje Kennely-Heavisideov električni sloj. Temu sledi v višini od 160 do 180 km drugi Heavisideov električni sloj. V še večjih višinah sledita še dva električna sloja, in sicer v višini med 200 in 250 km: ta se imenujeta po fiziku Appletonu — Appletonova sloja. Razlika med Heavisideovima in Appletonovima slojema je v tem, da sta Heavisideova sloja grajena iz ionov, to je iz atomov, ki imajo električne naboje, medtem ko v zgornjem Appletonovem sloju prevladujejo svobodni elektroni, to je najmanjši možni nositelji negativnega električnega naboja. Oba našteta električna sloja sta zelo važna za radiodifuzijo, kajti radijski valovi se ob njih odbijajo* nazaj proti Zemlji in s tem omogočajo zvezo

---

* Proces odboja je v naslednjem: elektron ali lahek ion niha pod vplivom radijskih valov v istem ritmu kot niha val. S tem elektron (ion) emitira svoje lastne valove iste dolžine in tako prenaša radijsko zvezo dalje.

po vsej Zemlji. Če se naredi v enem izmed slojev ali v obeh luknja (kakor v oblačnem nebu jasnine), nastane tako imenovani »fading«, to je izpad radiovalovne zveze. Fading nastopa pogosteje, če energija sončnih žarkov sunkovito narasте in s tem proizvaja močne električne sloje tudi v nižje ležeči atmosferi. — Nižje ležeča atmosfera se zato razkroji na težke ione, to je na skupino molekul in prašnih delcev z močnim električnim nabojem. Radijski valovi se v sloju



Naraščanje ogljikovega dioksida v zadnjih petdesetih letih

težkih ionov absorbirajo in ugašajo, s tem pa se prekinja radiozveza. Sicer se v nižjih slojih tudi vsak dan podnevi proizvaja ne premočna elektrizacija, ki ponoči izgineva; tako nastaja vrsta slabo elektriziranih dnevnih slojev, ki se označujejo s črkami abecede. Najpomembnejši je sloj D, ki se razvija v višini kakih 50 km in je sestavljen iz težkih ionov. Ti pa absorbirajo radijske valove. Pri sedanji zmešnjavi radijskih oddajnih postaj, ko na istem valu sočasno emitira vrsta različnih postaj, je sloj D ugoden, ker izloči iz konkurence vse oddaljene postaje in s tem izboljšuje slišnost bližnjih postaj. Že prej omenjeni Heavisideov sloj se označuje s črko E (nižji sloj s črko E_1, višji pa s črko E_2), a Appletonov sloj z F (F_1 in F_2).

Proces elektrizacije

Proces elektrizacije si predstavljamo tako: le kratkovalovni sončni žarki, to je žarki, ki so sestavljeni iz fotonov velike energije (predvsem ultravioličaste svetlobe), razbijejo

molekule zraka na atome in dalje drobijo atome na sestavne dele. Tako nastane sprva atomski kisik. V nižjih gostejših plasteh imajo atomi kisika priložnost trčenja z drugimi atomi kisika ali celo z normalno dvoatomsko molekulo kisika. V prvem primeru nastane tako imenovana rekombinacija, to je ponovna združitev dveh kisikovih atomov v normalno dvoatomsko molekulo, v drugem primeru pa nastane ozon, to je triatomska molekula kisika. V višjih redkejših slojih postaja priložnost za trčenje med atomi vse manjša, zato atomi kisika dalj časa ostanejo sami. Tu torej ni več možnosti za proizvodnjo ozona in tudi za rekombinacijo pojema ta možnost z višino. Zato je v zgornjih slojih atmosfere kisik skoraj izključno atomski. Elektrizacija pa nastane zato, ker ultrakratki sončni žarki izbijejo iz atoma elektrone. S tem atom izgubi električno ravnotežje in se tako spremeni v pozitivni ion, to je atom s pozitivnim električnim nabojem, svobodni elektroni pa, ki se izločajo iz atoma, so nosilci negativnega naboja. V gostejši atmosferi se hitro izvrši električna rekombinacija, kajti pozitivni ioni trčijo z elektroni. V redkejši atmosferi je tem več svobodnih elektronov in pozitivnih ionov, čim višja je. Sicer pa ima lahko tudi ion negativni naboj, če se vrine svobodni elektron v še nerazkrojeni atom.

Razporedba temperature z višino

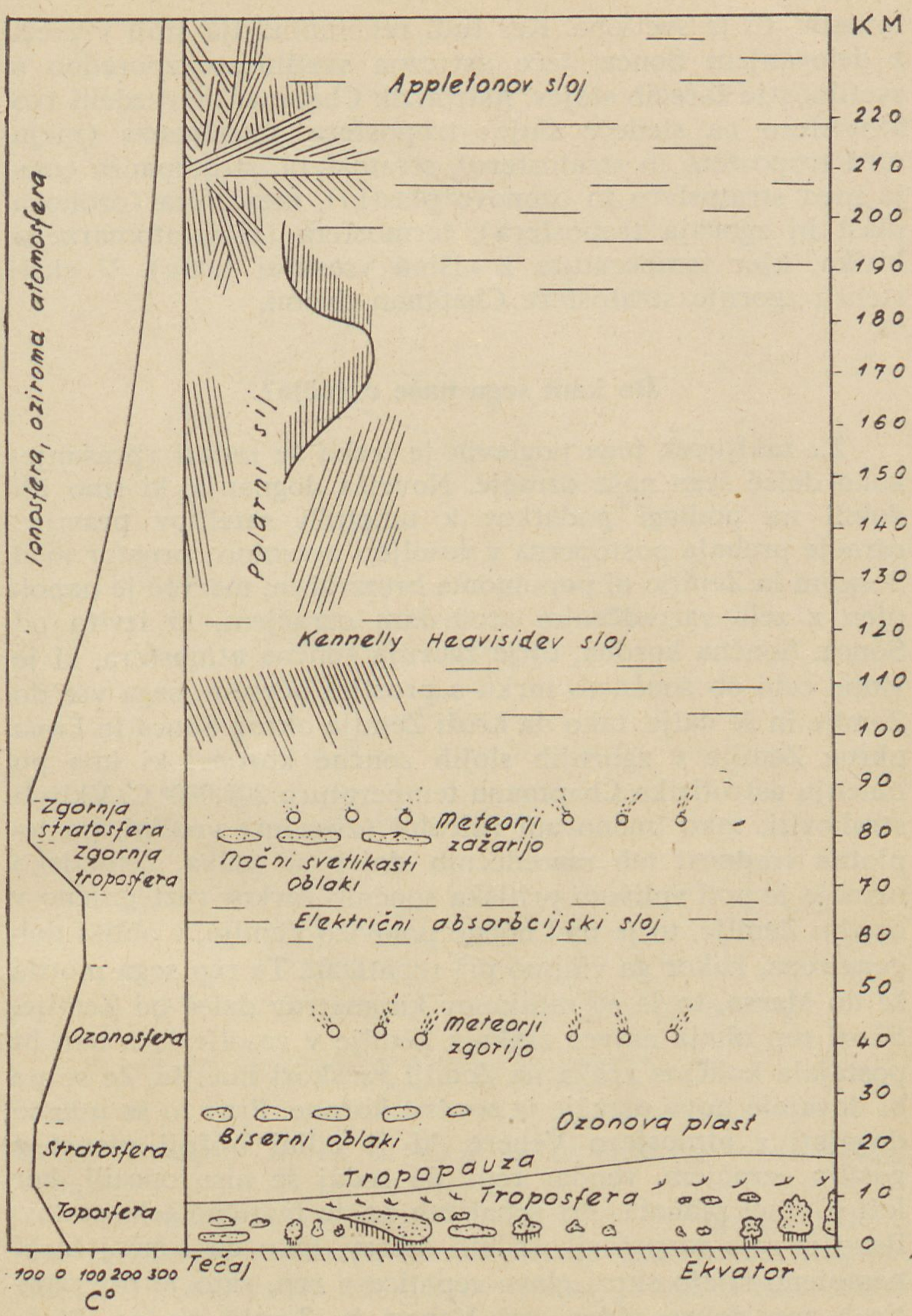
Razporedba temperature z višino je naslednja: Od zemeljskega površja do višine 15 km v tropih (povprečna višina!), 11 km v zmernih širinah in 8 km v polarnih krajih povprečna temperatura z višino pada, in sicer v tropih blizu $0{,}8^0$ na 100 m višinske razlike, v naših zemljepisnih širinah okoli $0{,}6^0$ in v polarnih krajih le okoli $0{,}3^0$. V hladni polovici leta in ob lepih jasnih nočeh nastajajo tu tudi poleti temperaturne inverzije (temperaturni obrati), ko je v nižjih legah hladneje kot v določenih višinah. Ob slabem vetrovnem vremenu pa se padec temperature z višino veča. Ti zračni sloji, to je v tropih povprečno do 15 km, pri nas povprečno do 11 km in v polarnih krajih povprečno do 8 km, se imenujejo t r o p o s f e r a, to je sloj, ki se ne segreva neposredno od Sonca, marveč od Zemlje. — Kot bomo videli pozneje, gredo sončni žarki skozi te sloje, ne da bi pri tem bistveno segreli zrak;

šele na tleh se sončni žarek spremeni v toploto, ki segreva tudi zrak. V zgornjih plasteh troposfere je temperatura zelo nizka in se praviloma suče med — 40° in — 80°, opazovano pa je že bilo tudi — 95° (nad Indonezijo v višini 16 km). Nad troposfero sledi ozračje, ki se segreva že neposredno od Sonca, vendar le v neznatni meri, a toplota z Zemlje ga skoraj nič več ne doseže. Zato je temperatura teh slojev zelo nizka, toda z višino nič več ne pada. Tem slojem pravimo s t r a t o s f e r a. V še večjih višinah se pričenja spreminjati struktura kisika, ki proizvaja, kakor je že bilo rečeno, ozonovo varianto. — Ozon in atomski kisik v razliko od običajnega dvoatomskega kisika močno absorbirata najkrajše ultravioletne žarke in se zato od Sonca močno segrejeta. Zato je temperatura nad stratosfero višja in narašča od višine kakih 20—25 km do višine nekaj nad 50 km, kjer doseže celo plus 60° C! Ta sloj se imenuje o z o n o s f e r a. Od tu dalje se ozon zaradi velike razredčenosti zraka sproti razkraja nazaj na dvoatomski in atomski kisik, atomski kisik pa se sproti združuje v dvoatomski kisik. Zato v teh višinah tvori kisik v glavnem zopet dvoatomska varianta in se zato ta sloj le neznatno segreva od Sonca. Posledica je hiter padec temperature, ki traja približno vse do 75—80 km. Temu sloju pravimo po analogiji s troposfero z g o r n j a t r o p o s f e r a. Zgornja troposfera traja, kakor je bilo že rečeno, do višine kakih 80 km, kjer se temperatura znižuje do — 85° in še niže. Nad to višino je proizvodnja atomskega kisika tako močna, da se padec temperature z višino zopet ustavi in se nekaj časa obdrži z naraščajočo višino stalna temperatura, kar včasih traja do višine 90 km. Temu sloju pravimo z g o r n j a s t r a t o s f e r a. Nad zgornjo stratosfero prične prevladovati atomska sestava kisika, ki z višino hitro narašča. Primerno temu tudi temperatura vseskozi z višino narašča in doseže v višini 300 km že 900° C, a v višini 500 km celo 3000°. — Železo prične žareti že pri 525°, a taliti se prične pri 1200°; obločni plamen (Voltov električni lok) ima 2500°. Atmosfera v višini 500 km doseže torej temperaturo, ki znatno prekaša temperaturo znanih nam žarečih predmetov in včasih celo prekaša temperaturo obločnega plamena. Sicer je ta visoka temperatura podvržena močnemu kolebanju in se včasih zniža s 3000° C na 800° C, vendar se drži po večini nad 2000° C. Ta visoka tem-

peratura ne more biti več posledica absorpcije ultravioletnih žarkov v atomarnem kisiku, marveč posledica neposrednega dotoka razžarjenega atomskega ioniziranega kisika in vodika z zgornjih slojev sončne atmosfere, tako imenovane s o n č n e k o r o n e : zgornji sloji sončne atmosfere se pod pritiskom sončne svetlobe širijo do Zemlje in še dalje. Tako si razlagamo omenjeno visoko temperaturo v višini več kot 300 km nad Zemljo. Vkljub hudi vročini gornjih slojev našega ozračja, sta njihova svetilnost in kalorična vrednost le neznatni, ker je zrak tam toliko razredčen, da vsa njegova silna razgretost in svetilnost nič ne zaleže. Človek bi v tem prostoru ne občutil, da je v žarečem sloju, kajti njegovo telo bi oddajalo v vesolje mnogo več toplote, kot bi je pridobivalo iz sicer razbeljene, a razredčene okolice. Temperatura teh slojev, kakor tudi niže ležečih ozonovih slojev, je zelo odvisna od kolebanja energije sončnih žarkov: Sonce včasih močno zažari z ultravioletnimi žarki, to je s fotoni* velike energije in táko žarenje hitro dviga temperaturo najvišjih slojev, to pa zaradi povečanega dotoka ioniziranih plinov iz sončne korone in zaradi povečane absorpcije ultravioletnih žarkov v atomskem kisiku in ozonovem sloju. V zvezi s tem se spreminja tudi svetilnost zgornjih, to je atomskih slojev, zato ima naše jasno nočno nebo včasih mnogo zvezd, včasih pa je teh le malo, četudi so vsi ostali pogoji enaki (mesečina, zamegljenost itd.). Pri močni svetilnosti nočnega neba so šibkejše zvezde nevidne, a močnejše slabijo. Izkušnja nam kaže: če ima v naših krajih jasno nočno nebo le malo zvezd, se lepo vreme drži, pri obilici zvezd pa kaj kmalu nastopi slabo vreme. Seveda moramo pri tem izključiti učinek drugih faktorjev, ki vplivajo na vidljivost, na primer mesečino, meglico itd. Ker se v svetilnosti nočnega neba, to je v številu vidnih zvezd, zrcali dejavnost Sonca, ki uravnava naše vreme, je s tem dana možnost, da na osnovi svetilnosti nočnega neba predvidevamo splošne poteze bodočega vremena. Svetilnost nočnega neba ni samo posledica svetilnosti razbeljenih slojev, marveč je tudi posledica električne rekombinacije, ki je, kakor znano, združena s proizvodnjo

---

* Foton je kvant, oziroma delec energije, ki se manifestira kot svetloba.

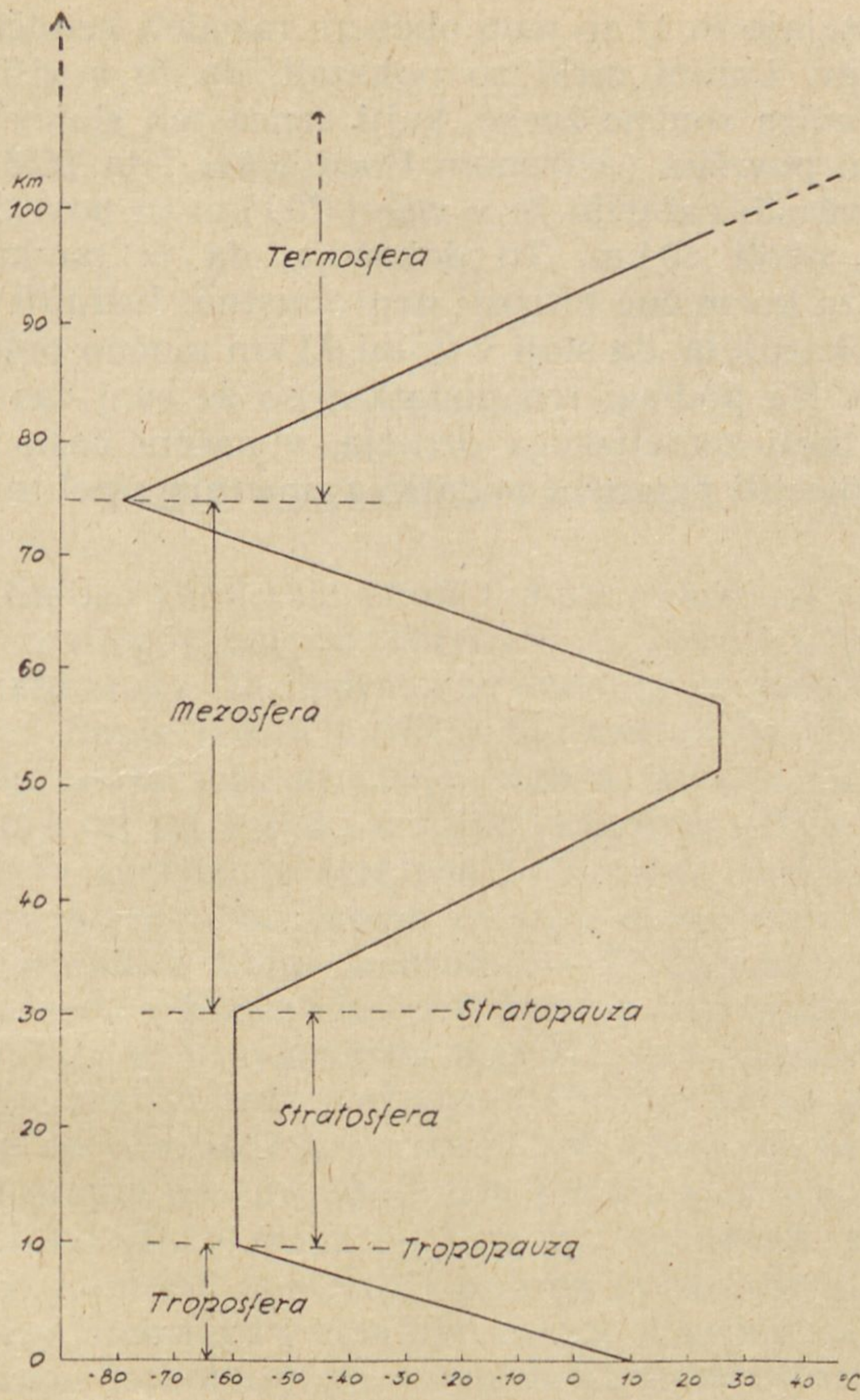


Skica 1: Vertikalna zgradba atmosfere. Na levem robu slike razporedba povprečne temperature

fotonov, to je svetlobe. Ker tudi rekombinacija stoji v zvezi z delovanjem Sonca, teče ustrezna svetilnost vzporedno s svetilnostjo žarečih slojev. Astrofizik Chapman je razdelil vso atmosfero na sledeče sloje: troposfera, tropopauza (meja med troposfero in stratosfero), stratosfera, stratopauza (meja med stratosfero in ozonovo plastjo), mezosfera (ozonova plast in zgornja troposfera), termosfera (sloji atomarnega kisika, kjer temperatura z višino vseskozi raste). V eksistenco zgornje stratosfere Chapman dvomi.

Do kam sega naše ozračje?

Za zaključek tega poglavja je treba še načeti vprašanje, kako daleč sega naše ozračje. Novejša dognanja, ki smo jih dobili na podlagi podatkov z umetnih satelitov pravijo: ozračje prehaja postopoma v vesoljno praznino; prostor med Soncem in Zemljo ni popolnoma brezzračen, marveč je napolnjen z zelo razredčenim atomskim ozračjem, ki izvira od Sonca. Sončna korona, to je zgornja sončna atmosfera, ki je vidna celo ob sončnem mrku s prostim očesom, sega vse do Zemlje in še dalje, tako da kroži Zemlja okrog Sonca in Luna okrog Zemlje v zgornjih slojih sončne korone, ki ima po mnenju astrofizika Chapmana temperaturo 200.000° C. Vkljub strahoviti, tako imenovani astralni (zvezdni) vročini, pa toplotna vrednost teh razredčenih slojev ni velika. Zemeljsko ozračje je pod vplivom pritiska sončnih žarkov raztegnjeno v ozadju Zemlje, to je nad nočno polovico Zemlje, v obliki dolgega repa, kakor ga vidimo pri repaticah. Ta rep sega morda še do Marsa, to je 60 milijonov kilometrov daleč od Zemlje. Skozi rep uhaja največ zraka z Zemlje v vesolje in s tem bi postajala količina zraka na Zemlji vseskozi manjša, če se ne bi dovajalo novo ozračje iz sončne korone. Prav to se utegne dogajati z atmosfero Venere, ki je edini bližnji planet z gostim ozračjem, vendar repa do sedaj še niso opazili, ker leži v senci planeta. Pri repaticah pa je matično telo sestavljeno iz zelo razpršenih trdnih delcev, tako da sončni žarki nemoteno sijejo skozi glavo repatice v rep, zato je pri repaticah rep dobro viden, pri Veneri in Zemlji pa ne. Sicer znana zoodiakalna svetloba, ki je včasih vidna na nočnem



Skica 16 Razdelitev atmosfere po Chapmanu
Lomljena črta pomeni povprečno temperaturo

nebu v tropih, izvira bržkone iz omenjenega zemeljskega repa.

Pred dobo umetnih satelitov in raket so ugibali o debelini zemeljskega ozračja le na podlagi indirektnih znakov: ozračje, ki leži tisoče kilometrov visoko, je toliko razredčeno, da ga ni bilo mogoče na noben indirekten način opaziti. Šele v višini 1200 km je bilo ozračje vidno skozi polarne sije, ki

tam nastajajo in ki so nam obenem razodeli kemično sestavo teh slojev. Lunini mrki so pokazali, da še v višini 300 km ozračje ovira sončne žarke, kajti senca teh slojev je opazna na lunini površini (astronom Boeddicker leta 1888). Zvezdni utrinki včasih zažarijo že v višini 200 km in povečini zgorijo v višini okoli 80 km. To dokazuje, da je tamkaj gostota ozračja za kozmične hitrosti nepropustna. Jutranji in večerni mrak dokazujeta, da sloji v višini 73 km močno pršijo sončno svetlobo. Na podlagi teh podatkov so že svoj čas sklepali o zgornji meji zemeljskega ozračja, v našem času pa so vse to nadomestili natančni podatki z umetnih satelitov in raket.

II. poglavje

TAJNE ZRAČNEGA PRITISKA

Fizik Galileo Galilei je okoli l. 1600 odkril, da ima tudi zrak težo, a njegov učenec Torricelli je izumil napravo za merjenje teže zraka. Ta naprava se imenuje po zamisli angleškega fizika Boyla (okoli l. 1695) barometer. Tedaj so tudi izmerili, da znaša teža zračnega stebra, ki ima za osnovo 1 cm^2 in sega od tal vse do vesolja, povprečno 1033 gramov. Barometer je zgrajen iz steklene brezzračne cevi, ki je na enem koncu hermetično zaprta in stoji navpično z odprtim koncem v posodi z živim srebrom. — Zračna teža sili živo srebro iz posode v brezzračno cev, kjer se živo srebro dvigne tako visoko, da se uravnovesita teža živosrebrnega stebrička v brezzračni cevi in teža zračnega stebrička istega premera, ki sega vse do vesolja. Pri normalni teži zraka, to je pri teži zraka 1033 grama na cm^2, stoji živo srebro v cevi barometra 760 mm visoko. Težo zraka so prvotno imenovali z r a č n i t l a k in so jo merili namesto v gramih v milimetrih dolžine živosrebrnega stebrička v cevi barometra. Kasneje so naredili tudi kovinske barometre ali aneroide (breztekočinske barometre), ki merijo zračni tlak z jekleno brezzračno škatlico. Taki barometri kažejo zračni tlak s kazalcem na ustrezni skali.

Fiziki kasnejših stoletij so spoznali, da ima zrak razen teže tudi notranjo napetost ali pritisk. Ta notranja napetost ni teža in ni odvisna od teže, ker se nič ne spremeni, će hermetično zapremo zrak v neko posodo: zunanji zrak očitno ne more nič več doprinesti teži zraka v posodi, vkljub temu pa kaže barometer v posodi isti pritisk kot zunaj. Če pa v zaprti posodi temperatura zraka narašča, narašča tudi pri-

tisk zraka v posodi; ta bo tokrat v posodi celo večji, kakor je zunaj. Obratno se dogaja, če hladimo posodo z zrakom: zračni pritisk v posodi bo padel pod vrednost zunanjega pritiska. V novejši dobi je vse to obrazložila tako imenovana kinetična teorija plinov, ki je na kratko v naslednjem: plini (v našem primeru zrak) so zgrajeni iz prav majhnih delcev, ki jih ne vidimo niti z najmočnejšimi mikroskopi. Tem delcem pravimo molekule. Molekule v plinih so precej naredko razvrščene, kakor na primer snežinke ob sneženju. Molekule se obenem divje gibljejo v najrazličnejših smereh in z najrazličnejšimi hitrostmi. Če se zaleti ena molekula v drugo, nastane odboj kot pri elastičnih žogah. Če narašča temperatura, narašča tudi povprečna hitrost gibanja molekul. Metež molekul postaja torej z višjo temperaturo živahnejši. Udarci molekul ob kakršnokoli telo proizvajajo pritisk plina nanj, medsebojni udarci molekul pri trčenju molekule ob molekulo pa notranji pritisk plina ali napetost. To bi bil torej zračni pritisk. Ker je molekul neskončno mnogo, je notranji pritisk enak pritisku zraka na telo, saj udari v enoti časa na enoto površine telesa približno isto število enako hitrih molekul, kakor jih trči med seboj v ustrezno velikem prostoru. Pri zelo razredčenih plinih, kadar postane število molekul majhno, preneha enakost med notranjim pritiskom plina in pritiskom plina na telo; tedaj pride do veljave igra naključij in tedaj tudi notranji pritisk ni enak med seboj, marveč se od točke do točke hitro menja ter tudi v isti točki nenehno niha. V zraku nastopa ta pojav le v največjih višinah, približno nad 500 km visoko.

Nastaja vprašanje: če ima zrak razen teže še pritisk, ali notranjo napetost, ki je posledica kaotičnega gibanja molekul, kaj nam potem kaže barometer — težo (tlak) ali pritisk (napetost)? Izkazalo se je, da sta v prostem ozračju teža in pritisk uravnovešena, zato nam barometer kaže tako težo kot pritisk. V zaprti posodi je teža zraka neznatna, pritisk pa neizpremenjen; tedaj nam bo barometer kazal izključno le pritisk. Proces si lahko predstavimo tako: čim močnejši je metež molekul v zraku, tem pogostnejša in silovitejša so medsebojna trčenja molekul, s tem pa so tudi močnejši medsebojni odboji. Tako se povečuje razdalja med molekulami in zrak postaja redkejši. Težnost pa skuša mo-

lekule zbliževati, ker je usmerjena radialno proti središču Zemlje. Na ta način se uravnovesita nasprotni tendenci in s tem postane zračni pritisk enak zračnemu tlaku. Če ne bi bilo teže, bi se zrak zaradi odboja med molekulami neskončno razredčil in bi tako nehal sleherni pritisk. Zato nebesna telesa tam, kjer je teža majhna, nimajo več zraka ali ga imajo zelo malo: na Luni ga ni več, na Marsu pa ga je dvajsetkrat manj kot na Zemlji.

Ker je med zračnim pritiskom in zračnim tlakom popolna ekvivalentnost, lahko razlagamo različne zakone zračnega pritiska bodisi iz težnosti zraka, ali pa tudi iz kinetične teorije plinov. Matematik Laplace (v 18. stoletju) je postavil matematično formulo, ki določa hitrost padanja zračnega pritiska z višino. Ta formula izhaja s stališča, da zračni pritisk ni nič drugega, kot teža zraka, to pa je isto stališče, kot ga je postavil Galilei. Ta matematična formula, ki je pozneje dobila ime barometrska ali višinomerska (altimetrična) formula, je razkrila zakon, po katerem se spreminja zračni pritisk z višino in ki se glasi: Z višino pojema zračni pritisk sprva hitro, a pozneje manj in manj. Padanje pritiska z višino glede na hitrosti je odvisno še od temperature zraka in od velikosti trenutnega zračnega pritiska: v hladnem zraku pada pritisk z višino hitreje, kakor v toplem; prav tako pada hitreje, če je zračni pritisk visok. Veliko vlogo v Laplacovi formuli ima tudi sila težnosti, t. j. privlačnosti Zemlje, brez katere bi nehal sleherni pritisk: na tečaju, kjer je težnost večja, je tudi padec zračnega pritiska z višino pri vseh enakih ostalih pogojih večji; v velikih višinah, kjer že občutno pojema težnost, pada zračni pritisk z višino, pri vseh enakih ostalih pogojih, počasneje. V novejši dobi so fiziki na podlagi kinetične teorije plinov, t. j. na podlagi razlage pritiska kot posledice kaotičnega gibanja molekul, dobili enako formulo za padanje zračnega pritiska z višino, kot jo je že svoj čas dobil Laplace. Zato Laplaceov zakon (tako se imenuje matematični obrazec, po katerem zračni pritisk pada z višino), vkljub novi razlagi fizikalnega bistva pritiska, ni izgubil svoje veljave in omogoča na podlagi podatkov o temperaturi, pritisku in težnosti izračunavanje višinskih razlik med danimi točkami. Avionski višinomer, t. j. instrument, ki kaže višino aviona, ni nič drugega, kot kovinski barometer,

ki meri zračni pritisk in temperaturo in na tej podlagi kaže kazalec višino, kot to predpisuje Laplaceov zakon. Četudi je Laplaceov zakon popolnoma točen, ne moremo v praksi na tej podlagi popolnoma natančno meriti višinske razlike, ker potrebujemo nepretrgane podatke za temperaturo od spodnje do zgornje točke. Takih podatkov pa praviloma ni na razpolago, zato jih nadomeščamo s povprečkom iz temperature na spodnji in zgornji točki, kar ima le približno veljavo. Spričo tega nastajajo pri izračunavanju višinskih razlik neke netočnosti oziroma napake. Višina gore kot je Triglav se da z barometrom izmeriti s točnostjo do kakih 5—6 metrov; prav tako letalec le približno ve za višino svojega aviona. Zato se uporablja barometrsko merjenje višin le tam, kjer ni tehnične možnosti za natančna geodetska merjenja s triangulacijsko metodo. V vremenoslovju je zelo važno vprašanje primerjave zračnih pritiskov v različnih krajih, kajti na podlagi teh razlik nastajajo vetrovni sistemi in prav ti delajo vreme. Ker pa leže tisti kraji na različnih višinah, je treba reducirati vse podatke za pritisk na eno in isto nadmorsko višino, kar dosežemo z Laplaceovo formulo. Praviloma reduciramo pritisk na morsko gladino. Ker leži večji del opazovalnic do 500 m nadmorske višine, so take redukcije zadovoljivo natančne in omogočajo medsebojno primerjavo pritiskov, s tem pa tudi ugotovitev ustreznih vetrovnih sistemov: na zemljepisno karto se vnašajo reducirani podatki zračnih pritiskov, potem pa se vežejo s črtami vse tiste točke, ki imajo isto vrednost reduciranega pritiska na morsko gladino. Tako nastajajo črte, ki se imenujejo i z o b a r e. Zaradi olajšanja dela, se potegnejo le glavne izobare, to se pravi tiste izobare, ki vežejo neke vnaprej določene zaokrožene vrednosti pritiska, na primer 1000 milibarov, 1005 milibarov, 1010 milibarov itd. — M i l i b a r je pri tem nova merilna enota zračnega pritiska, ki ustreza težnosti 1.02 grama na cm^2 površine, ali pa $^3/_4$ mm živosrebrnega stebrička v barometru. Pritisk 1000 mb je potemtakem enak pritisku 750 mm itd. Upeljava milibara kot merilne enote za zračni pritisk namesto prejšnje enote milimetra, je potrebna glede na novo kinetično teorijo zračnega pritiska. Izobare na karti kažejo različne oblike, izmed katerih so glavne oblike naslednje:

1. ovalne ali celo skoraj okrogle koncentrične oblike, pri čemer je v središču najnižji pritisk, na periferiji pa najvišji. Takim sistemom izobar pravimo c i k l o n a l n e ali c i k l o n s k e. V ciklonskem sistemu izobar pihajo vetrovi okrog središča v obratni smeri gibanja urnega kazalca (v južni polobli pa je obratno) z malo komponento proti središču sistema; ciklonskemu sistemu izobar skupaj s pripadajočimi vetrovi pravimo c i k l o n. Ciklonalne izobare s pripadajočimi vetrovi so bile prvotno odkrite v tropih, in sicer v tropskih orkanih. Zato je ime »ciklon« prvotno pomenilo tropski orkan. Kasneje pa se je ugotovilo, da so cikloni redni pojav v naših in višjih zemljepisnih širinah, četudi to pot niso več povezani z orkanskimi vetrovi, marveč le s slabim vremenom.

2. Ovalne ali skoraj okrogle oblike koncentričnih izobar z najvišjim pritiskom v središču sistema, a z najnižjim na periferiji — to so a n t i c i k l o n a l n e (a n t i c i k l o n s k e) i z o b a r e ali tudi, če pri tem mislimo še na ustrezne vetrove — a n t i c i k l o n i. Anticiklon je torej tvorba, ki je nasprotna ciklonu in zato tu pihajo vetrovi v smeri urnega kazalca (v južni polobli obratno) z malo komponento proti periferiji. Anticikloni so nositelji lepega vremena.

3. Sistem izobar v obliki črke U ali celo V, pri čemer pritisk pojema od periferije proti središču sistema. Temu sistemu pravimo d o l i n a ali ž l e b. Doline ali žlebovi spadajo k nerazvitim ciklonom in so nositelji slabega vremena.

4. Sistem izobar, ki ima prav takšno obliko kakor dolina, ima pa nasprotno razporedbo pritiska: v središču je najvišji pritisk, a na periferiji najnižji; imenuje se g r e b e n ali k l i n. Ustrezni vetrovni sistemi so v dolini v smeri kot pišemo črko U ali V, z majhno komponento od središča doline, v grebenu pa v smeri, ki je obratna pisanju črke U in V.

Vetrovi so pri vseh naštetih sistemih tem močnejši, čim bolj tesno so izobare razvrščene. Tej gostoti izobar pravimo b a r o m e t r s k i g r a d i e n t. Merimo ga v pravokotni smeri na izobare od višje izobare k nižji in štejemo, za koliko milibarov se znižuje pritisk na razdalji 111 km. Gradient, to je razlika v pritisku (na razdaljo 111 km), je očitno vzrok vetra: zračni delci se od tam, kjer je pritisk višji, nujno pomikajo tja, kjer je pritisk nižji, toda vrtenje Zemlje

okrog svoje osi preusmerja to začetno gibanje tako, da se veter v severni polobli odklanja od smeri gradienta na desno stran. Odklonski kot je različno velik in doseže na višinah 90°. Zato v ciklonih, anticiklonih in drugod ne piha veter pravokotno na izobare od višjih izobar k nižjim, marveč poševno na izobare in le z malo komponento od višjih k nižjim izobaram. V južni polobli se veter odklanja od gradienta na levo. Zato tam v ciklonih krožijo vetrovi v smeri urnega kazalca, a v anticiklonih obratno. — Vetrovni sistemi južne poloble imajo torej pri enakih oblikah izobar zrcalno sliko vetrovnih sistemov severne poloble! Ekvatorske pokrajine nimajo odklonske sile (tako se imenuje sila, ki prihaja od vrtenja Zemlje okrog njene osi in odklanja prvotne smeri v severni polobli na desno, a v južni polobli na levo), zato bi tam pihali vetrovi v smeri gradienta, to je pravokotno na izobare od višjega pritiska k nižjemu. Ker taki premočrtni vetrovi hitro odvajajo zrak od tam, kjer ga je preveč (in kjer je visok pritisk) in ga dovajajo tja, kjer ga je premalo (nizek pritisk), se vsaka razlika v pritisku hitro izenači in neha sleherni veter. Zato v ekvatorskih pokrajinah ni trajnih vetrov in prav tako ni ne ciklonov ne anticiklonov in sploh nikakih izrazitih izobarnih sistemov, ker je pritisk daleč naokrog izenačen. Spričo tega se v geografiji označujejo ekvatorski kraji kot pas tropskega (ekvatorskega) brezvetrja, a v vremenoslovju kot področje ekvatorskega brezgradientnega polja (to je področje, kjer ni barometrskega gradienta). Šele od pete zemljepisne širine severne ali južne poloble narašča odklonska sila vrtenja Zemlje, in sicer toliko, da že odklanja prvotno smer vetra, s tem pa omogoča trajne vetrove in izoblikovanje različnih izobarnih sistemov oziroma gradientnega polja. Odklonska sila vrtenja Zemlje, ki se imenuje tudi po njenem odkritelju fiziku Corriolisu — Corriolisova sila, močno zavira vetrove, kakor bomo to videli kasneje. Zato so vetrovi v tropskih krajih, kjer je Corriolisova sila neznatna, mnogo močnejši pri sicer enakem gradientu, kakor pri nas. Za zaključek tega poglavja naj omenimo, da za merjenje zračnega pritiska ni treba imeti barometra zunaj, kajti pritisk je v sobi in zunaj isti. Le v času močnega vetra niha barometer v sobi v zvezi z vetrovnimi sunki.

III. poglavje

TEMPERATURA

Vsakemu izmed nas se zdi, da nam je pojem temperature mnogo bolj domač oziroma razumljiv, kot pojem zračnega pritiska in da je celo razlaga pojma temperature morda odveč. Toda izkušnja kaže, da skoraj vsi, razen specialistov, zamenjujejo pojem temperature in pojem toplote. Tako zlasti pri kmetijskih radijskih oddajah ali celo v znanstvenih knjigah kmetijske stroke slišiš oziroma bereš približno take stavke: če se toplota dvigne nad 10^0 . . ., pri 8^0 toplote . . . itd. Da je to groba napaka, vidimo iz naslednjega: Če nam kaže termometer isto vrednost v vodi, zraku in v zemlji, potem imamo vkljub popolnoma isti temperaturi povsem različne toplote! — Toplota je namreč notranja energija materije, in sicer kinetična energija njenih molekul, medtem ko je temperatura neka veličina, ki je odvisna od toplote. Razlika je približno ista kot med watti (kilowatti) in voltažo: voltaža še ne pomeni energije električne struje, pač pa ima zvezo s to energijo. Tudi med kilometražo in potrošenimi litri bencina v avtomobilu je tesna zveza, vendar ne moremo zamenjavati eno z drugim! Notranjo energijo materije, to je toploto, merimo s kalorijami, a po novem lahko tudi z jouli oziroma z watti, ker so vse oblike energije ekvivalentne, toda na noben način ne moremo meriti energije s temperaturnimi stopinjami ali z volti. Tako na primer, če dodamo gramu zraka kalorijo energije in ravno toliko gramu vode, tedaj se dvigne temperatura zraka za 4^0 C, a temperatura vode le za 1^0 C. Iz tega primera vidimo, da ne moremo meriti energije oz. toplote neposredno s stopinjami in zato stopinje raje

imenujemo temperatura. Toplota in temperatura sta torej dva različna pojma, katera ne smemo zamenjavati, pač pa je med obema pojmoma tesna zveza. Ekvivalentnost med obema dosežemo, če množimo temperaturo z neko fizikalno konstanto. Teoretična fizika veže oba pojma s tako imenovano Boltzmannovo konstanto, ki je energetski ekvivalent (glej prilogo). V vremenoslovju moremo iz temperature izračunati toploto, če poznamo pretvornik za tisto telo, ki se imenuje v fiziki (to je pretvornik) specifična toplota ali specifična toplotna kapaciteta. Tako znaša pri vodi ta pretvornik (specifična toplota) blizu 1, kar pomeni, da se pri dviganju ali padanju temperature vode za 1^0 C spremeni toplota (notranja energija molekul) za eno kalorijo na gram vode. Pri zraku je ta pretvornik odvisen še od tega, če je zrak v zaprti posodi ali na prostem. — V zaprti posodi pomeni sprememba temperature za 1^0 C spremembo toplote le za 0,17 kalorij na gram zraka, na prostem pa za 0,24 kalorij. Zakaj nastane ta razlika, bomo videli kasneje.

Temperatura je zelo važen element v vremenoslovju, ker neposredno vpliva na toplotni tok med telesi: toplota se preta z enega telesa na drugo le pod vplivom temperaturnih razlik med telesi! Tako more telo, ki vsebuje več toplote, še pridobivati toploto iz telesa, ki ima manj toplote, ako je temperatura s toploto bogatejšega telesa nižja od temperature telesa, ki je revnejše s toploto: zrak pri 20^0 C vsebuje mnogo manj toplote, kot voda pri 10^0 C, vkljub temu se bo toplota pretakala iz zraka v vodo, ne pa obratno, ker se toplotni tok ravna izključno le po temperaturi in vedno teče od telesa z višjo temperaturo k telesu z nižjo temperaturo. Temperaturna razlika v nauku o toploti ustreza napetosti v nauku o elektriki in barometrskemu gradientu v nauku o vetrovih.

Termometri

Temperaturo merimo s termometri. Poznamo več vrst termometrov in več vrst termometrskih skal. Vsesplošno razširjena termometrska skala ima 0^0 na zmrzišču, a 100^0 na vrelišču in se imenuje po izumitelju Celzijeva skala. Sicer

Celzij je prvotno postavil na zmrzišče 100⁰, a na vrelišče 0⁰, toda fizik Liné je obrnil skalo in tako smo dobili vsem znano »Celzijevo skalo«. Zmrzišče pomeni najvišjo možno temperaturo snega ali ledu pri bolj ali manj normalnem pritisku, kajti pod močnim pritiskom se zmrzišče znižuje. Vrelišče vedno ustreza zračnemu pritisku 760 mm (1013,3 mb): pri nižjem pritisku se vrelišče precej hitro znižuje in v brezzračnem prostoru voda zavre pri poljubno nizki temperaturi. Pri pritisku nad 760 mm se dviga vrelišče nad 100⁰ C in če spravimo vodo pod največji možni pritisk, moremo dvigniti vrelišče celo do 375⁰ C! Če nam je potrebno natančno markiranje termometrske skale, je treba termometer vtakniti v vrelo destilirano vodo pri pritisku točno 760 mm, kasneje pa v taleči se sneg ali obratno: s tem dobimo dve markantni točki. Živo srebro ima skoraj stalni raztezni koeficient, zato pri živosrebrnem termometru kratko in malo delimo razdaljo med 0⁰ in 100⁰ na sto enakih delov ali stopinj. Enako kalibriranje nadaljujemo še pod ničlo. Pri alkoholnem termometru pa moramo posebej kalibrirati skoraj vsako stopinjo, ker se raztezni koeficient alkohola v zvezi s temperaturo spreminja. Pri izdelavi termometrov je zelo važna kakovost stekla: običajno steklo se namreč sčasoma stara, t. j. se krči in je zato za termometer neuporabno. Zaradi tega uporabljajo za termometer umetno-postarano steklo, kar se doseže z zaporednim večkratnim taljenjem in hitrim ohlajevanjem stekla, ali pa s posebno kemično obdelavo. Slednjo uporabljajo razne znane tovarne stekla, izmed katerih je na najboljšem glasu Jenska tovarna stekla. Termometri iz jenskega stekla imajo zadaj ali ob strani vijoličasto črto. Ker se jensko steklo skoraj nič več ne krči, kaže termometer iz tega stekla tudi po dvajsetih letih še najmanj do 0,2⁰ točno. V nasprotju s tem utegne termometer, ki ni narejen iz jenskega stekla, sčasoma odpovedati, ako se prične steklo krčiti: kanal v cevi termometra se pri tem tako zoži, da kaže termometer mnogo več stopinj kot v resnici. — Razlike mimogrede dosežejo 7⁰ in več! Iz tega sledi, da ne smemo slepo verjeti vsakemu termometru, zlasti če ni iz jenskega stekla. Če hočemo meriti temperaturo zraka, moramo upoštevati še naslednje činitelje:

Tehnika merjenja temperature zraka

Termometer mora biti popolnoma zavarovan pred sončnimi žarki in čim bolj zavarovan pred svetlobo, ki je razpršena v zraku ali ki izvira od oblakov ali snega. Sončni žarek in svetloba sploh nista toplota in ne temperatura, pač pa se pri stiku s termometrom spreminjata v toploto. Zato se termometer pod učinkom svetlobe razgreje nad temperaturo zraka in nam kaže svojo lastno temperaturo, ki utegne biti za 20 do 30° ali celo več višja od temperature zraka. Pregretost termometra je pri tem odvisna od njegove barve in od kakovosti materiala, iz katerega je narejen: temni termometri s kovinsko skalo se razgrevajo najmočneje, nato termometri z leseno skalo, a najmanj se razgrevajo termometri s prozorno porcelanasto ali stekleno skalo. Tudi če je termometer dobro zaščiten pred sončnimi žarki, a slabo pred refleksno svetlobo, ki izvira od belih oblakov ali snega ali osvetljenih zidov hiš itd., se lahko dvigne temperatura termometra za 4 do 8° nad temperaturo zraka! Zato vremenoslovci nameščajo svoje termometre v posebnih lesenih hišicah, ki so belo popleskane, da bi bolje reflektirale sončno in drugo svetlobo, obenem pa nimajo sten, marveč žaluzije in tudi dno teh hišic ima velike poševne odprtine, da bi zrak v hišici nemoteno cirkuliral. Temperaturo zraka moremo natanko izmeriti tudi tedaj, če ne zavarujemo termometra pred sončnimi žarki, ako termometer močno ventiliramo, n. pr. če ga vrtimo v zraku kot pračo. Zato vsi termometri kažejo ob vetrovnem vremenu bolje, kakor ob mirnem in jasnem vremenu. Termometer tudi ne sme biti nameščen na zidu hiš ali na vratih ali na oknih, ker se zid hladi in ogreva mnogo počasneje kakor zrak, a skozi vrata ali okno uhaja topel zrak iz sob. — Pred vojno in med vojno je visel velik termometer na zidu glavne pošte v Ljubljani, a drugi na vratih bivše Slamičeve trgovine pred pošto. Rezultat je bil porazen: oba termometra sta se pogostokrat razlikovala med seboj do 8° in od dejanske temperature celo do 10°! Če kdo želi opazovati temperaturo, a mu ne gre za preveliko natančnost, lahko namesti termometer v stalno senčnem prostoru, n. pr. na vrtu v ozadju hiše. Tudi okenski termometer še zadovoljivo kaže, če visi na severni strani hiše in soba ni

zakurjena. Vendar pri prav hitrem padcu ali prav hitrem dvigu temperature utegne okenski termometer zaostajati za pravo temperaturo za dobrih 5° C. Okenski termometer kaže zelo napačno tudi ob času svetlega oblačnega vremena, če je pokrajina zasnežena.

Vremenoslovski opazovalci merijo temperaturo v že omenjenih zaščitnih termometrskih hišicah, ki stoje daleč od kakršnihkoli zgradb ali dreves, obenem pa termometre ventilirajo s posebnimi električnimi ali peresnimi ventilatorji. Tem ventilatorjem pravimo a s p i r a t o r j i in termometru, ki je opremljen s takim aspiratorjem, a s p i r a c i j s k i t e r m o m e t e r. Vendar se termometri, ki beležijo najnižjo (minimalni termometri) ali najvišjo (maksimalni termometri) temperaturo, ne morejo ventilirati, ker bi moral drugače ventilator neprestano teči, kar je pri peresnem aspiratorju nemogoče, pri električnem pa nepriporočljivo. Zato merimo ekstremne temperature nekoliko manj natančno v primeri s temperaturami, opazovanimi ob določenem času, kajti vkljub zaščitnemu učinku termometrskih hišic vendarle prodre nekaj toplote s preogrete površine hišic v notranjost. Minimalni termometer, t. j. termometer, ki beleži najnižjo temperaturo, je alkoholen in je narejen tako-le: V cevi termometra plava stekleni kazalec, ki se v vodoravni legi termometra pomika le tedaj, če temperatura pada, kajti vleče ga za seboj menisk alkohola (menisk je napeta tekočinska površina). Če pa temperatura raste, se alkohol svobodno preliva čez kazalec, ne da bi ga premaknil, ker tekočina nima v svoji notranjosti meniska. Tako nam zgornji rob kazalca pokaže najnižjo temperaturo, ki jo je dosegel termometer v tistem času. Po navadi merimo dnevne minimalne temperature in je zato potrebno minimalni termometer enkrat na dan, običajno v poznem popoldanskem času ali zvečer, naravnati, da bo zopet delal. V ta namen obrnemo termometer v navpično lego, da zdrkne stekleni kazalec do meniska, nato pa zopet postavimo termometer nazaj v vodoravno lego. Maksimalni termometer je narejen tako: termometrska cev oziroma kanal je pri rezervoarju tako zožen, da se pretaka živo srebro skozenj le ob času, ko se dviga temperatura; kadar pa temperatura pada, se živo srebro v tem ozkem delu pretrga in tako obstane stebriček v kanalu na isti višini,

kot jo je dosegel ob času dviganja temperature. Termometer spravimo k delovanju z močnimi stresljaji, tako da stresemo živo srebro skozi zožitev v rezervoar. Po istem načelu je narejen medicinski termometer, s katerim merimo telesno vročino. Medicinski termometer je potemtakem maksimalen in kaže le najvišjo doseženo temperaturo.

Za laična opazovanja, kjer ne gre za preveliko natančnost, je zelo udoben tako imenovani Sixov termometer (po imenu izumitelja Sixa). Termometer ima cev upognjeno v obliki črke U; ta je deloma napolnjena z živim srebrom, deloma pa z alkoholom, ki plava nad živim srebrom. Eden izmed rezervoarjev (levi rezervoar) je popolnoma napolnjen z alkoholom, drugi (desni) pa le do polovice. Nad živim srebrom, to je v alkoholu, plavata dva železna emajlirana kazalca (v vsakem delu cevi po eden), ki sta opremljena s tankimi emajliranimi bodicami, da vkljub vertikalni legi termometra ne zdrkneta navzdol. Kadar temperatura raste, se alkohol v napolnjenem rezervoarju širi in uhaja v cev, kjer potiska živo srebro. Tako se živo srebro v desni cevi dviga, v levi pa pada, v desni cevi pa pri tem potiska kazalec. Alkohol iz desne cevi uhaja v desni rezervoar, ki je le do polovice napolnjen. Kadar temperatura pada, se alkohol v napolnjenem rezervoarju krči in zato uhaja iz leve cevi nazaj v ta rezervoar. Tako bi moral nastati brezzračni prostor (vakuum) med živim srebrom in umikajočim se alkoholom v levi cevi, toda to se ne dogaja, ker pritisk alkoholne pare, ki se zbira v desnem, le na polovico napolnjenem rezervoarju, potisne ves sistem v ta vakuum. Tako se pomika alkohol in živo srebro v obratni smeri kot pri dviganju temperature. Emajlirani kazalec v desni cevi ostane pri tem nepremičen in kaže s svojim spodnjim robom najvišjo doseženo temperaturo, medtem ko se kazalec v levi cevi pomika pod pritiskom živega srebra proti svojemu rezervoarju. Kadar se prične temperatura zopet dvigati, obstane kazalec leve cevi na kraju, kjer je bila dosežena najnižja temperatura. Zato kaže spodnji rob kazalca v levi cevi najnižjo doseženo temperaturo. Upoštevati je treba, da je termometrska skala ob levi cevi obrnjena narobe, kajti stopinje te skale, ki ležijo nad ničlo, pomenijo temperaturo pod ničlo, a stopinje, ki ležijo pod ničlo, temperaturo nad ničlo.

Obrnjenost skale sledi iz že opisanega ustroja termometra; iz tega je videti, da se alkohol in živo srebro gibljeta v levem delu cevi navzgor, kadar temperatura pada, pri dviganju temperature pa navzdol, to je v obratni smeri kot pri običajnem termometru. Desni del cevi pa ustreza normalnemu termometru s pozitivnimi temperaturami nad ničlo in z negativnimi pod ničlo. Kazalca spravljamo do meniska živega srebra z magnetom. Sixov termometer je zelo udoben, ker je hkrati maksimalni, minimalni in navadni termometer, to je opravlja funkcije kar treh različnih termometrov, ima pa precejšnje nedostatke, zaradi katerih se v vremenoslovju ne uporablja, a ga lahko uporabljamo tam, kjer ne gre za veliko natančnost: prvič Sixov termometer prepočasi reagira na spremembe zračne temperature, zlasti če ima leseno skalo, in utegne zato pri hitrih temperaturnih nihanjih precej zaostajati za pravo temperaturo. Drugič, Sixov termometer utegne sčasoma utrpeti neke spremembe v alkoholu, kar spremeni raztezni koeficient alkohola, s tem pa termometer preneha pravilno kazati. To se zlasti dogaja, če leži termometer dolgo časa v vodoravni legi. Zato je priporočljivo, da lastniki Sixovih termometrov kdaj pa kdaj kontrolirajo te termometre z natančnim živosrebrnim ventiliranim termometrom. Ker Sixov termometer prepočasi reagira na temperaturno spremembo, ne potrebuje posebne zaščite pred svetlobo, ki vlada v senci, kajti temperaturni dodatek zaradi take svetlobe nekako kompenzira prepočasnost termometra. Tudi v nočnem času se termometer zaradi dodatne ohladitve z izžarevanjem toplote s površine termometra nekoliko močneje shladi, kar zopet pomaga termometru dohiteti pravo temperaturo. Sicer je najbolje, če ima Sixov termometer neko ne veliko strešico in visi v senčnem prostoru kje na vrtu. S tem se ta termometer varuje pred premočnim učinkom svetlobe in izžarevanja.

V vremenoslovju uporabljajo tudi take termometre, ki nenehoma pišejo s črnilom na papirni trak temperaturni potek in tudi take termometre, ki sporočajo temperaturne podatke po dolgem kablu z opazovalnega prostora v sobo opazovalca. Prvim pravimo t e r m o g r a f i, a drugim t e l e t e r m o m e t r i. Obstoje tudi t e l e t e r m o g r a f i, t. j. termometri, ki registrirajo na veliko razdaljo svoje podatke.

Tak teletermograf bi prav prišel na vrhu visokih gora, n. pr. na vrhu Triglava in bi beležil temperaturo kje v nižini. Vremenoslovje uporablja take avtomate ne samo pri merjenju temperature, marveč tudi pri merjenju kakršnihkoli elementov, n. pr. za merjenje pritiska, vetra, vlage, padavin itd. Ustroj takih instrumentov je precej preprost, vendar pa opis ustroja prekaša okvir te knjige. Ker smo se seznanili z ustrojem termometrov in s tehniko merjenja temperature, moramo imeti vpogled še v ustroj termometrskih skal.

Termometrske skale

Celzijevo skalo smo že spoznali. V Angliji in ZDA uporabljajo Farenheitovo skalo (po imenu izumitelja), ki ima na zmrzišču plus 32^0, na vrelišču pa 180^0. Stopinje Farenheitove skale so manjše od stopinj Celzijeve skale in imajo razmerje: 1^0 Farenheita je enaka $^5/_9{}^0$ Celzija. Če hočemo spremeniti Farenheitovo temperaturo v Celzijevo, kar je pogostokrat potrebno pri branju ameriške ali angleške strokovne literature, potem moramo uporabljati naslednji obrazec: $C^0 = (F^0 - - 32) . {}^5/_9$; na primer, če kaže Farenheitov termometer plus 40^0, potem dobimo $C^0 = (40 - 32) . {}^5/_9 = 4^4/_9{}^0$ C, t. j. približno $4{,}5^0$ C. Zakaj je izbral Farenheit tako čudno termometrsko skalo? — Farenheit se je hotel izogniti odčitavanju negativnih temperatur, ker to odčitavanje še sedaj dela mnogim laikom težave. Tako čitamo pozitivno temperaturo po višini stebrička živega srebra ali alkohola, ki stoji nad ničlo, a negativno temperaturo po praznem prostoru med ničlo in meniskom živega srebra ali alkohola. Nekateri nevešči ljudje pa odčitavajo tudi negativno temperaturo enako kot pozitivno, t. j. ne po praznem prostoru med živim srebrom (alkoholom) in ničlo, marveč po višini živosrebrnega (alkoholnega) stebrička nad neko nižje ležečo temperaturno znamkico na skali, na primer: temperaturo 8^0 pod ničlo nekateri čitajo kot 2^0 pod ničlo, ker stoji živo srebro tedaj za 2^0 nad -10^0! Ker je tako odčitavanje, zlasti na kmetih, prepogosto, so Nemci svoj čas izdelovali termometre s skalo, prestavljeno za 20^0 C, tako da je kazal termometer namesto ničle plus 20^0 C, a namesto -10^0 plus 10^0. V vremenoslovskem uradu so te podatke nato spreminjali v prave vrednosti in so se s

tem izognili možnosti napačnih odčitavanj negativnih temperatur, kajti temperature pod — 20⁰ so v Nemčiji in sploh v Srednji Evropi zelo redke. Farenheit pa je postavil zaradi istega razloga ničlo na najnižjo temperaturo, ki se je opazovala v Holandiji leta 1709 (tedaj je bila tudi izdelana Farenheitova skala), in sicer — 17,8⁰ C, a temperaturo človeške krvi, t. j. 37,7⁰ C je označil s 100⁰. Tako je nastala Farenheitova skala.

Zelo velike važnosti je fizikalna ali Kelvinova skala (po imenu izumitelja) ali tudi absolutna termometrska skala, ki se uporablja v teoretični fiziki in teoretičnem vremenoslovju. Ta skala ima ničlo tam, kjer gibanje molekul materije popolnoma preneha, s tem pa izgine kinetična energija molekul, kar pomeni sploh najnižjo možno temperaturo. Ta najnižja možna temperatura leži za 273,2⁰ C pod Celzijevo ničlo in se imenuje absolutna ničla. Skala, ki ima Celzijeve stopinje, a ničlo na absolutni ničli, se imenuje absolutna skala ali Kelvinova skala in temperatura po tej skali je absolutna ali Kelvinova temperatura. Absolutna temperatura ne more imeti negativnih vrednosti in se razlikuje od Celzijeve za 273,2⁰. Pretvornik je torej $K^0 = C^0$ plus 273,2⁰ C, ali $C^0 = K^0$ minus 273,2⁰ C, n. pr. 10⁰ C = 283,2⁰ K. Kot bomo kasneje videli, ima absolutna temperatura v večini različnih zakonov vodilno vlogo, medtem ko bi Celzijeva skala tamkaj zamotala preproste matematične obrazce.

S tem moremo zaključiti poglavje o temperaturi, vendar se bomo morali tudi v naslednjih poglavjih večkrat spomniti tega poglavja, ker ima temperatura skoraj povsod veliko vlogo.

IV. poglavje

SONČNI IN ZEMELJSKI ŽARKI IN NJIHOVA ODVISNOST OD OZRAČJA

Toplota, t. j. kaotično gibanje molekul, proizvaja neko drugo obliko energije, kateri pravimo s v e t l o b a. V ožjem smislu razumemo pod svetlobo le tisto svetlobno energijo, ki jo vidi naše oko, vendar se nevidna svetloba fizikalno razlikuje od vidne le po valovni dolžini svojih žarkov. Tako leži valovna dožina svetlobnih, t. j. vidnih žarkov med 0,4 in 0,8 mikronov (mikron je tisočinka milimetra), ultravioletni žarki ustrezajo svetlobnim valovom, ki so krajši od 0,4 mikrona, valovi infrardečih žarkov so daljši od 0,8 mikrona in nazadnje imajo radijski žarki naših radio-difuznih emisij valovno dolžino po nekaj dekametrov ali celo hektometrov. Fiziki pravijo svetlobi »elektromagnetna energija« v razliko od toplotne energije in drugih oblik energije. Svetloba je energija neke posebne vrste, ker na eni strani ustreza valovanju neke abstraktne pramaterije, kateri so svoj čas pravili e t e r, na drugi strani pa toku neskončno malih delcev, ki se imenujejo f o t o n i. — Ta pojav se imenuje d u a l i z e m. Foton ne ustreza pravim delcem in zato je bolje, če razumemo pod fotonom le tisto točko, kjer se je trenutno koncentrirala svetlobna energija. Zato fiziki pravijo fotonu s v e t l o b n i k v a n t.

Svetloba nastaja na naslednji način: molekule so sestavljene še iz mnogo manjših delcev, ki se imenujejo a t o m i. Atomi pa so zopet sestavljeni iz še manjših delcev, in sicer iz atomskega jedra (ki je zopet zgrajeno iz še manjših delcev) in elektronov, ki krožijo okrog jedra. Vsak tovrstni elektron kroži po strogo določenem tiru, ki ustreza njegovi

energiji. Če pa zaradi kakršnegakoli vzroka skoči elektron s svojega tira in se prestavi na drugi tir z manjšo energijo, potem se razlika v energiji sprosti v obliki fotona. Fotoni velike energije ustrezajo svetlobnim žarkom kratkih valovnih dolžin, na primer vijoličasti svetlobi, ultravijoličastim žarkom, rentgenskim žarkom itd., a fotoni male energije — žarkom dolgih valovnih dolžin, na primer rdeči svetlobi, ultrardečim žarkom, radijskim žarkom itd.

Če pa dodajamo elektronom energijo, moremo izzvati, da skoči elektron s svojega tira na tir, ki ustreza večji energiji in pri tem absorbira dodano mu energijo. Ko pa elektron zopet skoči na svoj stari tir, — sprosti absorbirano energijo, t. j. kvant svetlobe ali foton ustrezne energije.

Ker so molekule sestavljene iz atomov, se prenaša kinetična energija molekul na njihove atome. S tem so dani pogoji tudi za prestavljanje elektronov v atomih s tirov manjše energije na tire večjih energij, toda elektroni se sproti vračajo na stare tire in se tako pretvarja kinetična energija molekul, t. j. toplota v svetlobo. Če prepustimo telesa sama sebi, se kinetična energija molekul počasi izčrpava, ker se troši za proizvodnjo svetlobe teh ali onih valovnih dolžin. Zato bi se morala vsa telesa v vesolju prej ali slej shladiti do absolutne ničle, ko preneha gibanje molekul in če se to ne zgodi, potem zaradi tega, ker telo dobiva še od nekod novo energijo, n. pr. Sonce in zvezde atomsko energijo, ki se razvija ob pretvorbi vodika v helij.

Pretvorbi toplote v svetlobo, t. j. pretvorbi kinetične energije molekul v energijo fotonov pravimo izžarevanje. Čim višjo temperaturo ima telo, to je čim večja je hitrost molekul, tem krajši valovi se proizvajajo. Iz tega sklepamo: čim bolj razgreto je telo, tem več kratkovalovnih žarkov proizvaja. Ker vidna svetloba sodi k dokaj kratkovalovnim žarkom, se pričenjajo telesa svetiti le pri dovolj visoki temperaturi: sprva se pojavlja rdeča svetloba, ki ima najdaljšo valovno dolžino vidne svetlobe, pri nadaljnjem dvigu temperature prehaja rdeča svetloba v oranžno, nato v rumeno, zeleno, modro, vijoličasto, kajti v tem zaporedju pojema valovna dolžina svetlobo, obenem pa narašča energija žarkov. Zato se svetijo najbolj vroča telesa modro (nekatere zvezde). Barva plamena je v nasprotju s tem še močno odvisna od

kemičnih lastnosti gorečega elementa, zato nima toliko tesne zveze s temperaturo plamena. Naše Sonce sodi k rumenim zvezdam, ker izžareva največji del svoje energije v področju rumenih žarkov. Ker izvirajo kratkovalovni žarki od hitrejših molekul materije, morajo vsebovati kratki valovi več energije kot dolgi valovi, če je intenzivnost obeh vrst žarkov enaka. To dejstvo je dobro znano fizikom; sloveči fizik Planck je v začetku tega stoletja postavil matematični obrazec, ki določa odvisnost žarkovne energije in valovne dolžine žarkov od temperature telesa. Iz Planckovega zakona sledi Wienov zakon, ki je bil odkrit pred Planckovim zakonom in ki veže odvisnost valovne dolžine emisije od Kelvinove temperature. Wienov zakon pravi, da je produkt iz valovne dolžine žarkov, ki nosijo največji del energije spektra emisije z absolutno (Kelvinovo) temperaturo telesa (emisijske površine) vedno k o n s t a n t e n. Če merimo valovno dolžino v mikronih, potem znaša ta Wienova konstanta 2940. Wienov zakon omogoča enostavno izračunavanje temperature oddaljenih teles, n. pr. Sonca, zvezd itd. Tako je n. pr. največji nosilec energije sončnih žarkov valovna dolžina 0,475 mikronov, iz česar sledi, da znaša temperatura na Soncu po Kelvinovi skali $2940 : 0{,}475 = 6189^0$ K. Iz Wienovega zakona (in seveda tudi iz universalnega Planckovega zakona) sledi, da Zemlja izžareva le d o l g o v a l o v n o, t. j. za naše oko nevidno svetlobo, kajti povprečna temperatura Zemlje je okoli 15^0 C ali $288{,}2^0$ K, kar pomeni največjo energijo spektruma v valovni dolžini $2940 : 288{,}2 = 10{,}2$ mikrona. Ta valovna dolžina leži daleč v infrardečem spektrumu. Mnogi pravijo infrardečim žarkom tudi t o p l o t n i ž a r k i, kar pa ni upravičeno, ker se v s a k ž a r e k, če mu zastavimo pot, deloma spremeni v toploto, deloma pa se odbija (reflektira od telesa). Ime »toplotni žarki« je nastalo zaradi tega, ker naše telo čuti intenzivne infrardeče žarke kot toploto (n. pr. če stojimo ob razgreti peči), ker se na našem telesu absorbirajo in spreminjajo v toploto, medtem ko naše oko teh žarkov ne vidi. Slovenski fizik Stefan in njegov asistent Boltzmann sta ob koncu prejšnjega stoletja ugotovila, da narašča količina energije žarkov s 4. potenco razgretosti telesa, t. j. če ima telo dvakrat večjo temperaturo po Kelvinovi skali, potem nosijo vsi žarki skupaj, ki izvirajo s telesa, 16-krat več energije, pri

trikratni razgretosti po Kelvinu narašča energija emisije 81-krat itd. Iz Stefanovega in Boltzmannovega zakona sledi, če so telesa prepuščena sama sebi, se sprva zelo hitro hladijo, pozneje pa vseskozi manj. Zemlja izžareva iz tropskih območij in poleti mnogo več energije, kot iz hladnih območij in pozimi. Tako narava nekako »skrbi« za varčevanje s toploto. Fizik Kirchoff je toliko dopolnil Stefanov zakon, da je ugotovil še vpliv telesne barve na izžarevanje: barva se pri tem določa za tiste žarke, na katerih se vrši emisija energije. Zemlja pa ne izžareva vidne svetlobe, marveč le infrardečo, zato po Kirchoffovem zakonu določa stopnjo izžarevanja njena barva le v infrardečem spektrumu. Tako je n. pr. sneg v vidni svetlobi izrazito bel, a v infrardeči črn kot saje! Zato sneg izvrstno izžareva. Tudi voda je v infrardeči svetlobi črna kot tuš. Prav to velja za megle ali oblake, pač pa je sveže pomladansko rastlinstvo v infrardeči svetlobi belo kot star sneg. Kirchoffov zakon pravi, da telesa tem močneje izžarevajo, čim bolj črna so v tistem žarkovju, na katerem poteka emisija. To črnino teles določamo z ulomkom, v števcu katerega stoji količina absorbiranih žarkov tiste valovne dolžine, a v imenovalcu celotna količina žarkov tiste valovne dolžine, ki je padla na telo. To je vedno pravilen ulomek, ki koleba med 0 in 1. Če bi črnina telesa znašala 0, bi bilo telo idealno belo, ker bi reflektiralo vse žarke, ki so padli nanj, obratno je pri vrednosti črnine 1: tedaj bi se vsi žarki, ki so dosegli telo, absorbirali, t. j. bi se v celoti spremenili v toploto. Takim telesom pravimo i d e a l n o č r n a, ali tudi a b s o l u t n o č r n a. V naravi ni ne enih ne drugih. Najbolj belo telo je srebrno zrcalo, ki odbija kar 90—95 % infrardečih in vidnih žarkov, a najbolj črno telo so nekatere vrste saj, ki ravno toliko, t. j. do 95 % absorbirajo. Sicer močno žareča telesa kot so Sonce in zvezde, emitirajo žarkovje s tako silo, kot bi bila skoraj absolutno črna telesa. Vrednost, ki je obratna črnini, se imenuje b e l i n a ali a l b e d o (po latinskem albus = bel) in pomeni refleksijsko sposobnost teles. Glede na izraz »albedo« moremo reči črnini n o i r i t e t a (od francoskega noir = črn). Svež sneg ima albedo v vidni svetlobi blizu 90 %, a v infrardeči le nekaj procentov! Ker po Kirchoffovem zakonu izžarevajo telesa sorazmerno s svojo črnino, sledi, da telesa s črnino blizu 0 ne

morejo izžarevati; zato imajo znane termos steklenice, ki rabijo za ohranitev toplote, srebrno-zrcalno površino, da bi čim manj izžarevale. Sneg, ki ima v sončni svetlobi zelo malo črnine (velik albedo) reflektira večji del sončnih žarkov in se zato od sonca ne more dosti segreti, in ker ima v infrardeči svetlobi zelo veliko črnino — izvrstno izžareva! — Zato se sneg pri jasnem in mirnem vremenu hitro hladi in ta ohladitev se prenaša s snega v zrak. Zima brez snega v naših krajih ne more biti mrzla, razen če nenehno doteka mrzel arktični zrak, ker ima pri nas sonce tudi pozimi dovolj moči, da razgreje nezasneženo kopno. Sveže pomladansko rastlinstvo se s svojo belo barvo, ki jo ima v infrardeči svetlobi, brani pred premočnim izžarevanjem in s tem tudi pred slano. Vkljub temu ta obramba ne zaleže vedno in spomladanske pozebe so dokaj pogoste. Katastrofalno pa bi bilo, če ne bi imele rastline v infrardeči svetlobi bele barve; tedaj bi nastopale pozebe tudi v takih jasnih nočeh, ko se drži temperatura zraka več stopinj nad ničlo. Rastlinstvo bi se tedaj shladilo daleč pod temperaturo zraka, kar se n. pr. dogaja s snegom ali s starim jesenskim rastlinstvom (jesensko travo, odpadlim listjem itd.). Gosti oblaki in megla so v infrardeči svetlobi toliko črni, da se celo še ob sončnem siju hladijo, v nočnem času pa utegne temperatura na zgornji površini oblakov pasti za dobrih 6^0 v eni uri. V nasprotju s tem spodnja meja oblakov preprečuje zemeljsko izžarevanje, zato se v oblačnih nočeh temperatura le malo znižuje. Ker oblak kot črno telo še seva na vse strani svoje infrardeče žarke, se utegne ponoči temperatura celo dvigniti, če sprva jasno nočno nebo pokrijejo oblaki. Zrak vsebuje še vodne hlape, ki so v infrardeči svetlobi prav tako črni kot oblaki, samo da tvorijo mnogo finejšo materijo. Zato vodni hlapi še vedno težko propuščajo infrardeče žarke, katere emitira Zemlja, istočasno pa sami izžarevajo na vse strani svoje infrardeče žarke. Ta del infrardečih žarkov, ki izvira iz vodnih hlapov in ki je usmerjen proti Zemlji, se imenuje p r o t i i z ž a r e v a n j e. Pri protiizžarevanju sodelujeta še ogljikov dioksid in ozon, vendar je teh plinov v zraku premalo, zato je njun učinek mnogo manjši, kot pa učinek vodnih hlapov. V geološki preteklosti pa je bilo mnogo več ogljikovega dioksida kot sedaj in tedaj je zelo močno vplival na podnebje. Sicer niti vodni

hlapi niti ogljikov dioksid ali ozon ne zadržujejo enako vseh infrardečih žarkov, marveč dajejo prednost le nekaterim valovnim dolžinam. Tako so vodni hlapi skoraj nepropustni za valovne dolžine med 8,5 in 11,0 mikrona, ogljikov dioksid za valovne dolžine med 12,0 in 16,3 mikrona, zlasti pa za valovno dolžino 14,7 mikrona, a ozon za valovne dolžine med 9,1 in 10,0 mikrona. Ozon močno absorbira tudi del ultravioletnih žarkov, in sicer med 0,23 in 0,29 mikrona. Zato v sončnem spektrumu manjka večji del ultravijoličastega območja, ker se ta del žarkov ne more prebiti skozi ozonovo plast ozonosfere, ki leži v višini med 25 in 50 km. Tudi atomski (atomarni) kisik ionosfere, ki leži v višini nad 100 km, močno absorbira ultravioletne žarke. Kljub omenjeni absorpciji večjega dela ultravioletnega območja sončne svetlobe, je vendarle zrak za večji del sončnih žarkov propusten in tako omogoča, da doseže kratkovalovna sončna svetloba Zemljo in se tu v znatni meri spremeni v toploto, medtem ko prodira infrardeča zemeljska svetloba le z veliko težavo skozi zrak proti vesolju. Zato se nahaja Zemlja v preogretem stanju in je povprečno za 30^0 C toplejša, kot bi morala biti. Vendar sončna svetloba pri prodiranju skozi zrak utrpi še eno izgubo, in sicer zaradi fine razpršitve ob molekulah zraka. To razpršitev določa Rayleighov zakon (imenovan po angleškem fiziku prejšnjega stoletja), ki pravi, da se svetloba prši v finih sredstvih obratno sorazmerno s 4. potenco valovne dolžine. Pod finimi sredstvi razumemo pri tem pline ali vodo, ki ne vsebujejo grobih tujih delcev, n. pr. grobega prahu. Rayleighov zakon torej pravi, da se kratkovalovna svetloba mnogo hitreje razprši, kot dolgovalovna. Zrak in čista voda se zato pobarvata modro, t. j. z najbolj kratkovalovno vidno svetlobo, kajti še bolj kratkovalovna, vijoličasta svetloba, se že razprši v večjih višinah, a poleg tega je naše oko skoraj neobčutljivo za vijoličasto svetlobo in je v mešanici z modro ne opazi. Poševno sonce, ko n. pr. vzhaja ali zahaja, ima rdečo barvo, ker se zaradi dolge poti poševnih sončnih žarkov skozi zrak porazgubi že vsa modra in zelena svetloba in tako pride na vrsto rumena in rdeča. Barva naših zarij je torej odvisna od čistosti ozračja: čisti zrak ima blede zarje, a zrak, ki vsebuje zelo fine, mikroskopsko majhne kapljice megle (tako imenovana embrionalna megla) ali pa zelo fin mikro-

skopsko drobni prah (puščavski pesek ali ledene iglice), daje izrazito rdeče zarje. Ko v vzhodni Sibiriji ob silovitem mrazu zdrkne temperatura pod 50° pod ničlo, dobi nebo zeleno barvo, a zarje so tedaj nenavadno rdeče. Vzrok zelenemu nebu je ta, da je zrak zaradi mraza preveč zgoščen in obenem napolnjen z mikroskopsko drobnimi ledenimi iglami. Na takih ledenih iglicah se svetloba tudi lomi in daje večbarvne kolobarje okrog Sonca ali Lune (tako imenovana Halo). Od preveč mrzlega zraka se svetloba tudi reflektira kot od vode ali zrcala in ustvarja pojave polarnih prividov ali fatamorgan. Fatamorgane so še bolj znane v tropskih puščavah, kjer nastajajo zaradi prevelike preogretosti zraka ob puščavskem pesku. Tropska fatamorgana se loči od polarnih po manj živih barvah.

Kadar pa vsebuje zrak ali voda grobe delce, n. pr. kapljice običajne megle, potem nastopa namesto Reyleighovega zakona zakon Mie (po francoskem fiziku) ali tudi Forbesov zakon (po angleškem fiziku). Ta zakon pravi, da se svetloba v sredstvih, ki vsebujejo grobe delce, prši ne glede na valovno dolžino. Tako se v kalnem zraku ali v peneči vodi vse barve sončnega spektruma enakomerno razpršijo in se zato zrak oziroma voda obarva belo. Zato so oblaki, megle ali peneča voda bele barve. Ker je razpršitev svetlobe v kalnih sredstvih mnogo močnejša kot v čistih, se ves sončni žarek razprši, prav tako pa se razprši tista svetloba, ki se odbija od kakršnihkoli teles, kar povzroči, da vidimo namesto predmetov le enakomerno neoblikovano sivino. — To se dogaja ob megli: kapljice običajne megle so za nas še zelo majhne, saj imajo premer komaj kako stotinko milimetra, vendar so za svetlobo že pregrobe in povzročajo intenzivno pršenje svetlobnih žarkov po Mie Forbesovem zakonu. Iz istega vzroka je oblačno nebo sivo (siva barva je oslabljena bela). Na kapljicah megle se svetloba tudi absorbira, in sicer premosorazmerno s tretjo do šeste potence radia kapljice (z rastočo velikostjo kapljic raste njihova sposobnost absorbiranja, t. j. zgoraj navedena potenca). Zato težke kapljice megle n. pr. v nevihtnem oblaku, ali točina zrna, ki se tam vrtinčijo, ne samo močno pršijo svetlobo po Mie Forbesovem zakonu, marveč jo tudi še močneje absorbirajo. Zato prodre skozi hudourni oblak le malo sončne svetlobe in spričo tega so

taki oblaki grozeče črni! Pod takim oblakom se utegne tudi sredi poletnega dneva tako stemniti, da ne moremo brati brez luči.

Zaradi učinka razpršitve svetlobe in absorpcije ultravijoličastega dela v višinah, dospe do Zemlje v jasnem poletnem poldnevu komaj 60 % sončne svetlobe v obliki direktnega žarka in kakih 16 % v obliki razpršene sončne svetlobe, t. j. tiste svetlobe, ki prepoji vse ozračje s prijetno modrino. Pri nizkem soncu je delež razpršene svetlobe mnogo večji kot delež direktne svetlobe. Razpršena svetloba se širi v ozračju še na nočno stran neba in tako dela dolge prehode med dnevom in nočjo, katerim pravimo mraki. Razpršeni svetlobi pravimo tudi difuzna. Difuzna svetloba je torej vzrok, da je v senci in v sobah svetlo in da imamo mrake. Na Luni, kjer ni zraka, ni v senci svetlobe, razen tiste, ki se reflektira od osončenih skal in tudi mraka Luna ne pozna. Prav tako postaja na Zemlji barva neba z rastočo višino vse temnejša, sence pa bolj ostre: na Jungsfraujoch v Švici (v višini 3580 metrov) so vidne zvezde še ob sončnem vzhodu in zahodu; v višini 15 km je sredi dneva nebo toliko temno, da so vidne močnejše zvezde, ob istem času pa sije močno sonce, kakršnega v nižinah niti zdaleč ne poznamo! Vkljub svetilnosti zraka z modro svetlobo, opazimo to barvo le tedaj, če gledamo daleč v praznino. — Občutljivost našega očesa na barve je namreč mnogo šibkejša, kot občutljivost na svetlobo sploh. Zato opazimo modrino neba le tedaj, če nas ne moti druga močnejša svetloba, ki izvira iz kakršnihkoli predmetov: nebo se nam zdi modro toliko časa, dokler se ne pojavi tam kakšen avion, oblak ali luna, ki s svojo svetilnostjo prekaša svetilnost zraka. Na mestu, kjer se je pojavil ta predmet, ne vidimo več modrine neba, marveč predmet sam! Predmeti ob obzorju se nam zdijo zagrnjeni v modrikasto ali vijoličasto tenčico, ker svetilnost teh oddaljenih predmetov med potjo do nas tako oslabi, da ne more več prekositi difuzne svetilnosti zraka.

V. poglavje

VLAGA V ZRAKU IN PADAVINE

Vremenoslovje razume pod vlago le vodne hlape, nikakor pa ne vodo. Tako rosa, dež, slana itd. niso vlaga, marveč nov pojem, ki se imenuje s skupnim imenom h i d r o m e t e o r ali po domače p a d a v i n e. Laik po večini razume pod padavinami le take padavine, ki padajo iz oblakov, medtem ko ne prišteva roso in slano k padavinam. Tudi vremenoslovje strogo razlikuje padavine iz oblakov, katerim pravi p a d a v i n e s l a b e g a v r e m e n a in padavine, ki se ustvarjajo na tleh ob lepem vremenu, katerim pravi p a d a v i n e l e p e g a v r e m e n a, kajti nastanek padavin na tleh je dejansko posledica jasnih in mirnih noči.

Vodni hlapi v zraku sodelujejo pri zračnem pritisku, kajti vključeni so kot sestavni del v zrak. Zato lahko ocenimo količino vodnih hlapov v zraku po pritisku, ki ga proizvajajo. Po navadi označujemo pritisk vodnih hlapov s črko **e**. Čim večji je pritisk vodnih hlapov, to je e, tem več je vodnih hlapov v zraku. Velika količina vodnih hlapov pomeni obenem visoko temperaturo, kajti vodni hlapi, kot smo že videli v prejšnjem poglavju, težko propuščajo odtok infrardečih žarkov z Zemlje v vesolje in obenem sevajo svoje lastne infrardeče žarke proti Zemlji. Zato pri naraščajoči količini vodnih hlapov narašča tudi temperatura. — Poleti pomeni stopnjevanje pritiska vodnih hlapov — stopnjevanje vročine, ki prehaja v soparo in pri tem mnogokrat izbruhnejo popoldanske tako imenovane »vročinske nevihte«. Vročinske nevihte ne prinašajo prave osvežitve, kajti sopara traja dalje. Če v zimski dobi močno narašča količina vodnih hlapov, potem to zanesljivo pomeni južno vreme, zakaj pri pritisku

hlapov nad 4.6 mm že temperatura ne more biti nižja od 0° C. Obratno se dogaja, če pritisk vodnih hlapov naglo pada: pozimi to praviloma pomeni nastop mraza, poleti pa praviloma jasne in hladne noči, čez dan pa razmeroma hladno v senci. Vse to je utemeljeno na neposrednem vplivu vodnih hlapov na temperaturo. Dogaja se, da je pri pojemanju količine vodnih hlapov vreme slabo: pozimi sneži, poleti gre hladen dež. Pritisk vodne pare torej ne daje zanesljive možnosti napovedovati lepo ali slabo vreme, marveč le dvig ali padec temperature in to le za zelo kratek rok, kajti že v nekaj urah se more spremeniti vremensko stanje in v zvezi s tem tudi količina vodnih hlapov v zraku. Velja pa brez izjeme, da dokler se drži pritisk vodnih hlapov nad neko določeno vrednostjo, se ne more temperatura znižati pod strogo določeno mejo. Tako se n. pr. pri pritisku hlapov 17.5 mm temperatura ne more znižati pod 20° C, pri pritisku 9.2 mm pod 10° C, pri 4.6 mm pod 0° C, pri 2.2 mm pod —10° C itd. Ta strogo določena temperaturna meja je zasnovana v naslednjem: Če bi se temperatura še dalje zniževala, bi pričeli vodni hlapi prehajati iz plinskega v tekoče stanje, t. j. v meglo, pri čemer bi se sproščala v zrak ogromna količina nove toplote, ki se imenuje s k r i t a ali l a t e n t n a toplota: 1 m³ vode, ki nastane ob pretvorbi hlapov v meglo, sprosti toliko toplote, da se segreje 1 m³ zraka več kot za 2 ½° C! Skrita toplota se pojavlja tudi pri zmrzovanju vode, četudi tedaj v 7 ½ krat manjši količini. Obratno se dogaja, če se led ali sneg tali ali voda izhlapeva: za take pretvorbe se porabljajo enake količine toplote, kot so se prej sprostile pri utekočinjenju oziroma zmrzovanju. Latentna toplota je torej r e z e r v n a e n e r g i j a, ki toliko časa miruje, dokler se ne spremeni tekoče stanje v plinasto ali obratno, oziroma dokler ne nastopi zmrzovanje ali taljenje. Šele tedaj pride na dan obstoj te, do tedaj nevidne rezerve, in sicer pri pretvorbi v trdnejše oblike se toplota sprošča, pri pretvorbi v finejše pa se porabi. Latentna toplota izvira iz notranje energije molekul, in sicer ustreza tisti energiji, ki jo moramo odvzeti molekulam, da spremenijo način svojega gibanja: pri trdnih telesih molekule nekako drhtijo in se čvrsto drže enih in istih območij, pri tekočinah molekule brez reda drse druga čez drugo, pri čemer se medsebojno tesno dotikajo, pri plinih

pa se brez reda gibljejo in so v velikih medsebojnih razdaljah. Energija, ki je potrebna, da prestavimo molekule iz enega načina gibanja v drugi način, se na zunaj izraža kot latentna toplota. Latentna toplota ima v vremenoslovju veliko vlogo, ker omogoča na ta način prenos toplote na velikansko razdaljo, ne da bi utrpela najmanjšo izgubo med potjo: v tropskih krajih, kjer je toplote preveč, se ta v veliki meri troši za izhlapevanje vodovja in prehaja tako v latentno obliko. Ko pa tropski vetrovi dosežejo nek hladen kraj, ali se dvignejo v višine, prehajajo vodni hlapi zopet v tekoče stanje in tedaj pride na dan tista toplota, ki se je prej nekje v tropih oziroma v nižinah potrošila za izhlapevanje in ki je neopazno prepotovala tisoč kilometrov daleč. V nasprotju s tem hladi dež ozračje v topli polovici leta v glavnem z delnim izhlapevanjem svojih kapljic: če v suhem preogretem ozračju prične močno deževati, kar se dogaja ob poletnih nevihtah, se temperatura zniža že v nekaj minutah za 5 do 10 stopinj. Če pa dežuje v vlažnem zraku, potem kapljice dežja ne izhlapevajo dosti in temperatura ne pade. To se zlasti dogaja pozimi ob južnem vremenu. Sicer pa v zimski dobi in spomladi prinašajo pomembno ohladitev padavine, če se kje ne daleč v višinah talijo snežinke: tedaj na meji, kjer prehajajo snežinke v dež, temperatura hitro pade proti ničli in tako potiskajo mejo talitve vse bolj in bolj proti Zemlji. Naposled dosežejo prve težke snežinke med dežjem tla in kmalu nato se tudi temperatura pri tleh za nekaj stopinj zniža, kar omogoča popoln prehod dežja v sneg. — Mislim, da je bralec že večkrat sam opazoval opisani prehod dežja v sneg.

Latentna toplota je torej neposredni vzrok, da temperatura ne pade pod strogo določeno vrednost, ki jo določa pritisk vodnih hlapov. Tej najnižji možni temperaturi pravimo r o s i š č e, kajti če pade temperatura zares do te vrednosti, nastane bodisi rosa, bodisi megla. — Če leži rosišče pod ničlo, nastopa namesto rose slana. Rosišče je še en udoben način za določitev količine vodnih hlapov: čim niže je rosišče, tem manj hlapov je v zraku. V jasnih mirnih nočeh pada temperatura praviloma do rosišča, in to je vzrok, da se pojavljajo padavine lepega vremena zgodaj zjutraj, ko je najbolj hladno, in sicer v obliki rose, slane in ivja. Sem spada še megla,

četudi megla sama ne spada k padavinam. Na osnovi rosišča moremo ob jasnem in mirnem vremenu pravilno predvidevati najnižjo temperaturo, ki bo nastopila ponoči oziroma proti jutru. — Na mnogih posestvih imajo posebne termometre, združene z vlagomeri, ki na podlagi rosišča povedo, če preti nevarnost slane ali ne.

Tako smo spoznali, da lahko ocenimo količino vodnih hlapov neposredno tako, da merimo pritisk vodnih hlapov, posredno pa z ustreznim rosiščem. Vendar ta dva enakovredna načina še nič ne povesta o hitrosti izhlapevanja vode, n. pr. z mokre zemlje, z mokre trave ali celo z mokrega perila (kar je važno za gospodinje) itd. — Voda tem hitreje izhlapeva (mokre stvari se tem hitreje suše) čim večja je razlika med temperaturo in rosiščem. Saj more zrak sprejeti toliko novih vodnih hlapov, dokler se ne dvigne rosišče do dejanske temperature. Tedaj bi se tudi dvignil pritisk vodnih hlapov do največje možne vrednosti pri tisti temperaturi. Temu pritisku vodnih hlapov, ki torej pretvarja dejansko temperaturo v rosišče, pravimo maksimalni pritisk vodnih hlapov, ali na kratko maksimalni parni pritisk. Če pa razdelimo dejanski parni pritisk z maksimalnim, dobimo pravilni ulomek, in če tega pomnožimo s sto, dobimo tako imenovano relativno vlago v procentih. Relativna vlaga lahko koleba od 0 % do 100 %. — Pri 0 % je zrak popolnoma suh, a pri 100 % je popolnoma vlažen, ali kot pravijo — nasičen. Pri 100 % vlage mokri predmeti ne izhlapevajo več in je rosišče enako dejanski temperaturi, dejanski parni pritisk pa je obenem maksimalni. Ker označujemo dejanski parni pritisk z e, označujemo maksimalnega z E. Maksimalni parni pritisk raste z naraščajočo temperaturo. Če se torej dvigne temperatura, se praviloma zniža relativna vlaga. Zaradi tega je zjutraj ali pozimi relativna vlaga praviloma visoka in če se približa 100 %, nastopajo rosa, slana ali megla. Ker ima relativna vlaga odločilen vpliv na hitrost izhlapevanja, je v praksi ta pojem vlage najbolj razširjen. Vlažna stanovanja niso nič drugega, kot stanovanja, kjer se stalno drži visoka relativna vlaga. Za naše zdravje je potrebna le določena relativna vlaga, ki mora biti tem nižja, čim višja je temperatura. Tako je pri normalni sobni temperaturi (okoli 20°) najugodnejša relativna vlaga okrog

65 %. Pri temperaturi 30° C se mora znižati relativna vlaga pod 45 %, sicer nastopi sopara. Vendar ima zniževanje relativne vlage pri visokih temperaturah svojo zdravstveno mejo, kajti pri pretirano nizki relativni vlagi naše telo prehitro izhlapeva. — V puščavah, kjer pade relativna vlaga tudi pod 10 %, pokajo žile v nosu in ustnicah in človeka muči strašna žeja. Tako nizka relativna vlaga pri visokih temperaturah je že smrtno nevarna, ker izhlapevanje stopnjuje ne samo v zvezi s padcem relativne vlage, marveč tudi z naraščajočo temperaturo. Tudi pri nas po visokih gorah, n. pr. na Kredarici, pade v zimskih mesecih in tudi že v septembru relativna vlaga včasih pod 10 %, a to nima hujših posledic, ker so temperature tedaj razmeroma nizke. Sicer prenizka relativna vlaga povzroča glavobole in druge nevšečnosti. Zato so centralne kurjave opremljene s posodo za vodo, ki preprečujejo prenizko relativno vlago. Relativna vlaga je ogromnega pomena tudi za rastlinstvo in živalstvo. Pri prenizki relativni vlagi se lahko rastline »zadušijo«, t. j. tako hitro izhlapevajo, da korenine ne morejo dovajati zadostnih količin vode. Tedaj se zgornji del rastlin posuši. Še huje je, če je tudi zemlja suha. Tedaj se posuši vsa rastlina. Tudi živina, je, podobno kot človek, podvržena učinku relativne vlage.

Higrometer

Relativno vlago lahko merimo s preprostim instrumentom, ki se imenuje higrometer ali po domače vlagomer. Merilno telo je tukaj šopek razmaščenih las. Pri visoki relativni vlagi se las nabrekne in podaljša, pri nizki pa se skrči. To lastnost las so izkoristili in prenašajo s preprostim mehanizmom krčenje in daljšanje las na kazalec instrumenta, ki kaže relativno vlago. Sčasoma pa las spremeni svoje raztezne lastnosti in s tem postane higrometer netočen. Podobno lastnost kakor las ima živalska struna, ki se ob nizki relativni vlagi zvija in krči, ob visoki relativni vlažnosti pa se odvija in daljša. Vendar je občutljivost strune manjša kot občutljivost las, zato uporabljajo v higrometrih le las. Pač pa struno radi uporabljajo za tako imenovane »vremenske hišice«. Le-te so nekaki ljudski »barometri«, ki naj bi s premikom figuric napovedovali vreme: na deščici sta dve figu-

POLARNI SIJ

ZOODIAKALNA SVETLOBA

ZARJA

HUDOURNI OBLAKI

rici, deščica pa visi na struni. Ob naraščajoči relativni vlagi se giblje ena od figuric naprej (druga pa seveda nazaj), a ob padajoči vlagi se ta figurica umika. Ta naprava bi lahko dobro rabila za približno merjenje relativne vlage, če bi bili izpolnjeni naslednji pogoji: 1. struna ne sme biti skrita v leseno cev, kakor to po navadi delajo izdelovalci vremenskih hišic, marveč mora imeti prost dotik z zrakom; 2. figurice se ne smejo ustavljati ob žebljičkih ali drugih ovirah, ki določajo njihovo skrajno pot. Kadar figurica doseže tako mejo, je treba struno odviti nazaj za toliko, da nastane majhna razdalja med figurico in oviro (v ta namen je na strešicah hišic naprava za odvijanje strune). Če prepustimo figurice same sebi, se struna nategne, ker figurica ne more naprej in tako struna izgubi svojo občutljivost za vlago. Hišica s tem preneha delati in ostane le še okras. Ker je relativna vlaga zelo različna v sobi in zunaj, moramo imeti higrometre zunaj, razen seveda, če nas zanima vlaga sobe. Ni pa priporočljivo imeti vremensko hišico zunaj, marveč v kakem nezakurjenem senčnem prostoru (n. pr. v veži), po možnosti še z odprtim oknom. Relativna vlaga se v takem prostoru spreminja precej vzporedno s parnim pritiskom od zunaj. Zato bodo figurice hišice spreminjale svojo lego v zvezi s količino vodnih hlapov od zunaj, kar nam more do neke mere napovedati celo vreme: pred južnim vremenom pozimi, ali soparno vročino poleti količina pare hitro narašča in bo hišica kazala izrazito na dež; pred nastopom mraza količina pare hitro pojema in hišica bo pokazala izrazito lepo vreme. Sicer je tudi ob lepem vremenu količina pare nižja kot ob dežju, tako da more hišica, če kaže lepo, dejansko napovedati vreme. Vsekakor lahko hišica v veščih rokah daje zanimive podatke o spremembi parnega pritiska, medtem ko je običajno neuporabna in je kvečjemu za okras ali za igračo.

Relativno vlago nam kaže tudi običajna kuhinjska sol, do neke mere sladkor in celo nepobarvan les. Natanko pa lahko izmerimo vlago le z dvema enakima termometroma, izmed katerih ima eden svoj rezervoar ogrnjen s tanko mokro krpico. Krpica izhlapeva tem hitreje, čim nižja je relativna vlaga, in ker potrebuje izhlapevanje latentno toploto, se temperatura krpice, zato pa tudi ogrnjenega rezervoarja, znižuje. Na podlagi temperaturne razlike med suhim in mokrim, t. j.

termometrom, ogrnjenim z mokro krpico, lahko natanko izračunamo, koliko znaša parni pritisk e in kolikšna je relativna vlaga. Takemu sistemu termometrov pravimo p s i h r o m e t e r (od grškega »psihros«, kar pomeni hladen). V novejši dobi so psihrometri opremljeni z aspiratorji (ventilatorji). Aspirator, kakor smo že videli, omogoča natančnejše merjenje temperature, na drugi strani pa izloča vpliv naravnega vetra, ki bi zlasti pri psihrometru privedel do nezaželene netočnosti. — Naravni veter namreč pospešuje izhlapevanje in tako bi seveda nastala močnejša diferenca temperatur, kadar piha veter, med suhim in mokrim termometrom. V kanalu aspiratorja pa je hitrost vetra vedno enaka. Zato vpliva na temperaturno razliko med suhim in vlažnim temometrom aspiracijskega psihrometra le relativna vlaga, medtem ko v neaspiriranem psihrometru vpliva tudi veter. Matematična formula za izračunavanje vlage na podlagi podatkov psihrometrov je spremenjena v udobne tabele, ki omogočajo hitro odčitavanje vrednosti parnega pritiska in relativne vlage, brez kakršnihkoli kalkulacij. Takim tabelam pravimo p s i h r o m e t r s k e t a b e l e. Pri temperaturi pod ničlo lahko krpica mokrega termometra zmrzne in tedaj ta le malo izhlapeva. Zato veljajo za ta primer druge tabele, ki upoštevajo navedeno okolnost. Pripomniti je treba, da je tudi maksimalni parni pritisk E nad ledom nižji kot nad vodo (največja razlika med obema nastopa ob temperaturi —12° C). Vzrok je v naslednjem: v vodi, kot v vseh tekočinah, se molekule gibljejo brez reda in tesno drsijo druga čez drugo. Tiste molekule, ki zaradi medsebojnih slučajnih sunkov pridobijo preveliko hitrost in to so tako imenovane »najbolj vroče molekule«, se iztrgujejo iz skupnosti in odletijo v prostor, kjer se gibljejo skupaj z molekulami zraka kakor zračne molekule. To je p r o c e s i z h l a p e v a n j a, namreč prehoda iz tekočega v plinasto stanje. Preostalo tekočinsko skupnost molekul pa ob istem času »bombardirajo« molekule zraka in med njimi tudi molekule vode, t. j. molekule vodnih hlapov. Zgodi se, da skupnost pri tem ujame s svojo privlačno silo tisto molekulo, ki je slučajno tja padla in tako se prične »ujeta« molekula gibati skupaj z molekulami vode, tako kot to ustreza tekočinam. — To je u t e k o č i n j e n j e ali k o n d e n z a c i j a vodnih hlapov. Če skup-

nost zapušča več molekul, kakor jih pade nazaj, potem prevladuje izhlapevanje nad zgoščevanjem in tedaj tekočina v splošnem izhlapeva. V obratnem primeru nastopi splošna kondenzacija. Če pa voda zmrzne, se prično molekule vode gibati, kot je to značilno za čvrsta telesa, se pravi: začno drhteti okrog nekih središč. Molekule se tedaj med seboj povežejo s privlačno silo in tudi do medsebojnih trčenj praviloma ne pride. Zaradi tega ne pride tudi do slučajnih medsebojnih sunkov, ki bi mogli povečati hitrost posameznih molekul do take stopnje, da bi le-te zapustile skupnost. Čvrsta telesa torej ne izhlapevajo ali le malo izhlapevajo. Led sicer še za čvrsta telesa precej izhlapeva, vendar znatno manj kot voda. Ker pa je led ravno tako kot voda izpostavljen »bombardiranju« molekul zraka in med njimi molekul vodnih hlapov, dobi kondenzacija nad ledom premoč nad izhlapevanjem, in sicer ob že nižjem parnem pritisku, kot pa nad vodo. To dejstvo je zelo važno pri nastajanju padavin (iz oblakov); če prične oblak zmrzovati, tedaj se prično ledeni delci debeliti na račun sosednjih vodnih delcev. — Za ledeni delec je namreč okolica že tedaj preveč založena z vodnimi hlapi, kadar jih je za vodne delce komaj zadosti. Ta odvečna količina se izloča na ledenih delcih in s tem znižuje splošno količino vodnih hlapov pod vrednost, ki je potrebna za obstoj vodnih delcev. Vodni delci se temu znižanju upirajo tako, da izhlapevajo svojo vodo v prostor. Zato ostanejo ledeni delci delj časa v prostoru, ki je za nje preveč založen z vodnimi hlapi in se zato neomejeno debelijo. Tako je v mešanem oblaku, t. j. takem oblaku, ki je zgrajen iz vodnih in ledenih delcev skupaj, nemogoče ravnotežje in ledeni delci rastejo na račun vodnih. S tem postanejo ledeni delci preveliki in ne morejo več viseti v zraku marveč padajo. — To so padavine. Po navadi se izloča odvečna količina vodnih hlapov na ledenih delcih v obliki lepih snežnih kristalov (neposrednemu prehodu vodnih hlapov v trdno stanje pravimo s u b l i m a c i j a). Snežni kristali se pri medsebojnem trčenju združujejo v snežne kosmiče (temu pravimo k o a l e s c e n c a), ki utegnejo pozimi doseči tla, sicer pa se stalijo nekje med potjo. Če pa je dotok novih vodnih hlapov v oblak prehiter, se lahko izloči para na ledenih delcih v obliki snežnih kroglic (tem kroglicam pravimo s f e r o-

kristali), in če take kroglice dosežejo tla, potem jim pravimo babje pšeno. Če pa je veter toliko močan, da ne pusti padati babjega pšena, marveč ga vrtinči v oblaku, trčijo take snežne kroglice s kapljicami megle, ki h kroglicam primrzujejo. Tako nastane sprva sodra (snežne kroglice s tankim ledenim oklepom), a pozneje toča (snežna kroglica z debelim ledenim oklepom). Lahko se zgodi, da toča koagulira, kar proizvaja namesto okroglih oblik povsem nepravilne kose ledu in ti utegnejo doseči težo, večjo od 1 kg. Ker se toča zbira v oblaku delj časa, a pada naenkrat na ožjem prostoru, povzroča hudo škodo obenem pa vihar, ki se imenuje piš. Piš nastane zato, ker padajoča toča izpodriva zrak, ki ji je na poti. Toča vleče za seboj še iz oblaka hladen zrak, ki zaradi svoje težnosti pridobiva ob padcu čim večjo hitrost in tako podpira piš.

Iz opisanega je videti, da nastajajo padavine le v takih višinah, ki imajo temperaturo pod ničlo. Iz tega sledi, da je mnenje laikov, češ da dežuje iz nizkih oblakov, zelo napačno. Če bi bilo tako, bi se visoke gore spremenile v puščave, ne pa v večno zasnežena in zaledenela območja! Pozimi, kadar je tudi v nižinah temperatura pod ničlo, pa lahko sneži iz nizkih oblakov ali celo iz megle. — V Ljubljani opažamo ob gostih meglah, pri temperaturi okrog —5 ali nižji, sneg iz megle, ki se pričenja od kolodvora in se širi na vse strani, doseže glavno pošto in Trg Revolucije, a na drugo stran sega daleč za Bežigrad. Ta sneg iz megle spada k pravemu umetnemu snegu, četudi se sproži nehote: saje lokomotiv namreč trčijo s kapljicami megle, ki pričnо zaradi trčenja s sajami zmrzovati. Tako se sproži zgoraj opisani proces nastanka padavin. Megla ne more dati pomembnih količin snega, ker nima vetra, ki bi dovajal nove vodne hlape, vendar s tankim slojem pobeli ulice in strehe. Ob tej priložnosti bi omenil važno dejstvo, da voda ne more zmrzniti, če ne pride v stik z nekimi tujimi predmeti ali telesi. Zato opažamo, da imajo kapljice megle ali oblaka mnogokrat temperaturo globoko pod ničlo (tudi do —40° C!), kljub temu ne zmrzujejo, toda najmanjši dotik s tujim telesom, n. pr. z drobcem saj ali s prašnimi delci, s telefonsko žico itd., povzroči hipno zmrzovanje takih kapljic. Zato je potrebno, da so za nastanek padavin v oblaku navzoča razen vodnih kapljic tista tuja telesa,

ki sprožijo zmrzovanje. Po navadi so to ledeni delci sami, ki vedno visijo v velikih višinah in jim pravimo *diamantni prah*, saj se iskrijo v sončnih žarkih kot drobci diamantov. Ko torej trči preohlajen oblak s takimi ledenimi delci, nastanejo padavine. Razen omenjenih ledenih delcev pride v poštev še kozmični prah, t. j. najfinejši drobci izgorelih zvezdnih utrinkov in tudi vulkanski prah. Zato, če posujemo oblak, ki ima temperaturo pod ničlo, z nekim prahom, n. pr. z navadnim peskom, utegnemo sprožiti padavine. Po navadi uporabljajo v ta namen bodisi kristalčke trdega ogljikovega dioksida (tako imenovani suhi led), ki imajo temperaturo pod -70^0 in ki olajšujejo zmrzovanje kapljic oblaka, bodisi kristalčke srebrovega iodida, ki učinkujejo še bolj. Vendar utegnejo umetne padavine biti le v tropih pomembne, drugod ne, ker vsebuje sam oblak le malo zaloge vode in hlapov in če se te ne obnavljajo, ne more biti mnogo padavin. Za obnavljanje oblaka pa so potrebni močni vetrovi, ki sproti dovajajo nove vodne hlape. V tropskih krajih, kjer je vodnih hlapov v zraku zaradi močne vročine precej in kjer je ozračje tik na meji za sprožitev nevihtnih pojavov, lahko sproži umetni poseg izdatne nalive.

Voda more biti ohlajena pod ničlo, ne da bi zmrznila, tudi v lužah, jezerih itd., vendar se to dogaja zelo redko, ker vsebuje naravna voda nešteto tujih delcev, n. pr. koščke slame, trave, ostanke jesenskih listov in druge odpadke. Vodi, ki ima temperaturo pod ničlo, pravimo *preohlajena voda*. Kadar je megla in je temperatura pod ničlo, so kapljice megle v preohlajenem stanju in primrzujejo ob najmanjšem dotiku ob žice, vejice in druge tanke predmete. — Pri zmrzovanju se voda kristalizira in tako nastane *ivje*. Predmetom, ali delcem, ki povzročajo zmrzovanje preohlajene vode, pravimo *kristalizacijska jedra*. Če smo pri kristalizacijskih jedrih, moramo omeniti še naslednja jedra: 1. *sublimacijska jedra*, ki so prav majhni prašni delci, po večini kozmičnega ali vulkanskega izvora in ki povzročajo, da se izločajo na njih vodni hlapi iz zraka neposredno v obliki snežink brez predhodnega utekočinjenja. Sublimacijska jedra lahko povzročijo padavine brez oblakov, kar se zlasti pogosto dogaja v območju Honoloolu na Havajih. Havajski ognjeniki dovajajo v zrak dobra sublimacijska jedra;

2. kondenzacijska jedra, ki so trdni ali tekoči nepojmljivo majhni delci in ki olajšujejo oziroma povzročajo zgoščevanje vodnih hlapov v obliki kapljic megle ali oblakov. Sem spadajo predvsem delci morske soli, žveplovih spojin, dušikovih spojin itd. Kondenzacijska jedra izvirajo iz morij, ognjenikov, ognja in nastajajo v zraku samem pod vplivom različnih kemičnih in fizikalnih procesov, n. pr. ob nevihtah (dušikove spojine). Brez kondenzacijskih jeder ne more nastati niti najlažja megla ali oblak, kajti če so vodni hlapi prepuščeni sami sebi, niso sposobni za utekočinjenje. Običajni proces nastanka padavin sledi potemtakem naslednjemu zaporedju: sprva nastajajo na kondenzacijskih jedrih kapljice megle (oblaka), nato se te kapljice shladijo pod ničlo in trčijo s kristalizacijskimi jedri; — nastane zmrzovanje in boj za obstanek med zmrznjenimi in nezmrznjenimi delci. Ker imajo zmrznjeni delci prednost, se hitro debelijo na račun vodnih delcev. Tako nastanejo snežinke, nato kosmiči itd. Če pa vpadajo v ozračje sublimacijska jedra, morejo na njih takoj nastati snežinke in tedaj iz jasnega neba sneži ali dežuje (Honoloolu).

S tem smo se nekako seznanili z mnogimi zanimivostmi iz območja vlage in padavin, vendar še zdaleč ne z vsemi. Nadaljnje zanimivosti o vlagi in padavinah bomo spoznali v naslednjih poglavjih.

VI. poglavje

KAKO CIRKULIRA ZRAK ŠIROM ZEMLJE?

Že v II. poglavju (o zračnem pritisku) smo se na kratko seznanili z vetrovi. Izvedeli smo, da je neposredni vzrok vetra razlika v zračnem pritisku, ki sili zrak h gibanju. Ko pa se to gibanje zraka (veter) prične, poseže vmes učinek nove sile, ki izvira iz vrtenja Zemlje. Tej novi sili pravimo, po imenu odkritelja, Coriolisova sila. Coriolisova sila odklanja vsa gibanja na severni polobli na desno stran, na južni polobli pa na levo. Tako n. pr. če izstrelimo kroglo v tarčo, zadene ta nekoliko bolj desno, kot smo merili (na južni polobli pa malo bolj levo). Vetrovi pa zaradi Coriolisove sile ne morejo izenačiti razlike v zračnem pritisku, marveč krožijo okrog središč nizkega zračnega pritiska (cikloni) ali središč visokega zračnega pritiska (anticikloni). V dolinah ali grebenih zračnega pritiska (glej poglavje o zračnem pritisku) pa se gibljejo zračne gmote po ukrivljenih, nesklenjenih črtah. Vsa našteta gibanja so podobna tistim, katera poznamo v astronomiji in katerim sledijo gibanja nebesnih teles: Zemlja bi morala pasti na Sonce, ker jo vleče sončna privlačna sila, vendar se Zemlja sočasno še giblje po premici — tangenti. Zaradi tega dodatnega gibanja Zemlja vedno zgreši »tarčo«, t. j. Sonce, ker jo v času, ko preleti razdaljo do Sonca, že prestavi dodatno premočrtno gibanje po tangenti daleč proč. Zato se med letom Zemlje okrog Sonca nenehno spreminja smer vlečne (privlačne) sile Sonca in prav tako smer premočrtne dodatne sile. Tej dodatni sili pravimo centrifugalna sila, medtem ko imenujemo vlečno silo Sonca centripetalna sila. Zaradi delovanja obeh sil je zemeljski tir okrog Sonca bolj ali manj krož-

nica oziroma elipsa. — Tako je tudi z zračnimi gmotami v ciklonih: nizek pritisk v središču ciklona vleče zrak od vseh strani; Coriolisova sila preusmerja gibanje zraka v desno stran (na južni polobli v levo) zato pa zrak ne zadene »tarče«, t. j. ciklonalnega središča, marveč se giblje po krožnici okrog njega. Sicer se hitrost vetra pri tleh, kjer se močno tare zrak ob tla, zmanjša, s tem pa je tudi zmanjšana Coriolisova odklonska sila. Zato teče zrak v tankem sloju pri tleh, namesto po krožnici — po spirali in na ta način vendarle doseže središče ciklona. S tem bi morali talni vetrovi postopno zapolniti z zrakom središče ciklonov in tako izenačiti zračni pritisk v vsem območju ciklona ter uničiti sam ciklon. Vkljub pričakovanju se to ne dogaja vedno, zakaj višinski vetrovi, ki se gibljejo po krožnici ali po ukrivljenih, nesklenjenih črtah, utegnejo kakor kaka centrifugalna črpalka izsesavati zrak iz središča ciklona in tako še večati razliko v pritisku med središčem in obrobjem ciklona. Preden se bomo seznanili z važnimi podrobnostmi, se spomnimo še anticiklona: v anticiklonu delujejo namesto vlečne sile, ki ustreza v astronomiji centripetalni sili, odbojna sila, ki je astronomija ne pozna, ki pa ima isti učinek kot vlečna sila, samo da žene zrak v nasprotno smer, t. j. od središča proti robu anticiklona. Coriolisova sila tudi tukaj odkloni prvotno gibanje na desno (na južni polobli na levo) in ga tako spremeni v krožno gibanje okrog središča, samo da je smer tega kroženja nasprotna smeri kroženja v ciklonih: v ciklonih kroži zrak v nasprotni smeri, kot se giblje urni kazalec, v anticiklonih pa v isti smeri kot se giblje urni kazalec (na južni polobli obratno). Tudi v anticiklonu obstoji plitva zračna plast pri tleh, kjer teče zrak po spiralnih črtah in skuša s tem uničiti anticiklonalni sistem. — Višinski vetrovi pa so zopet tisti činitelji, ki preprečujejo to »namero« plitvih nižinskih vetrov, kar dokazuje, da utegne v višinah dotekati zrak k središču. Kako je to mogoče, bomo videli kasneje. Naposled je treba še omeniti, da se da gibanje zraka v izobarnih dolinah ali grebenih primerjati z gibanjem kometov (repatic) v astronomiji: ti se gibljejo okrog Sonca ali okrog drugih teles po nesklenjenih krivuljah, t. j. po parabolah ali redkeje po hiperbolah. Tudi te tvorbe, t. j. doline ali grebeni

imajo v višinah drugačne vetrovne sisteme kot v nižinah, kar omogoča razen gibanja teh tvorb, tudi njih poostritev.

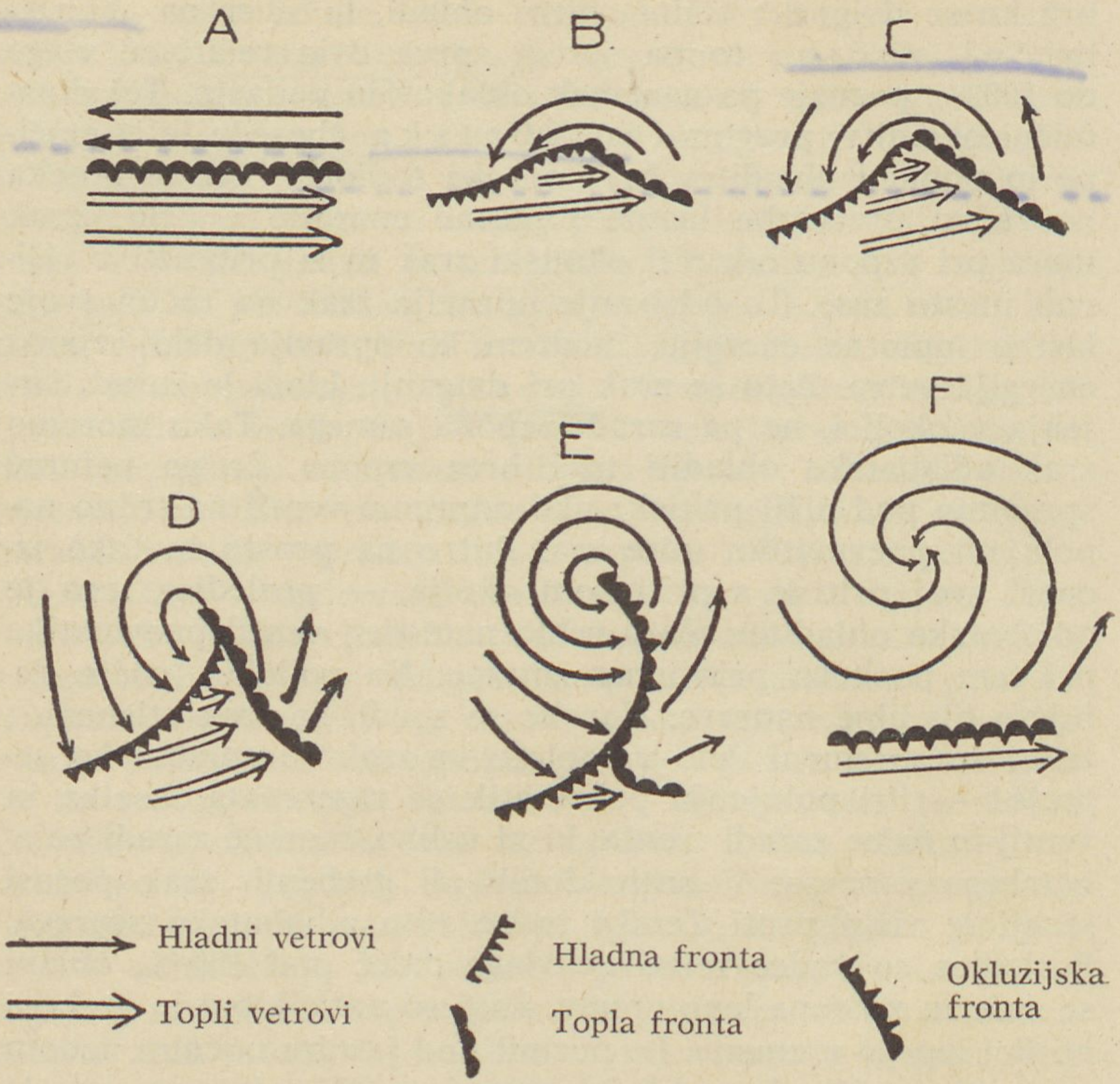
Da bi bilo vse to jasno, si moramo ogledati naslednje: Če odpremo ob mrzlem zimskem dnevu okno v sobi, prične mrzel zrak vpadati v sobo ob spodnjem robu okna, a topel sobni zrak uhajati iz sobe ob zgornjem delu okna. — Topel zrak torej teče nad hladnim zrakom v nasprotni smeri kot hladen. Razlaga je naslednja: hladen zrak je gostejši od toplega, zato je tudi težji; zračni pritisk pada z višino v hladnem zraku hitreje kot v toplem. Če se n. pr. dvignemo za 1 m, pustimo pod seboj metrski sloj zraka; ker je hladen zrak težji od toplega, tehta ta metrski sloj v hladnem zraku več kot v toplem. Posledica tega je, da pada zračni pritisk v hladnem zraku z višino hitreje kot v toplem, saj pada pritisk z višino ravno zato, ker je zračni pritisk nekako teža tistih zračnih gmot, ki ležijo nad nami, ne pa tistih, ki so pod nami. Zato bo padal zračni pritisk z višino v zakurjeni sobi ob oknu počasneje, kot zunaj. Izenačenje obeh pritiskov bo sredi okna, medtem ko bo pritisk ob spodnjem robu okna večji zunaj kot v sobi, bo ob zgornjem robu okna obratno. Ta razlika je sicer majhna, da jo celo navaden barometer ne opazi, vendar zadostna, da sili hladen zrak v nižjih legah okna v sobo, a topel zrak zgoraj ven. Tudi pri zaprtem oknu se pozimi čuti, kako sili hladen zrak skozi tesne okenske špranje v sobo. — Očitno bo efekt tem močnejši, čim večja je temperaturna razlika med sobo in zunanjim zrakom: pozimi ob hudem mrazu se skoraj ne splača odpirati oken za zračenje sob, kajti soba se dobro zrači že pri zaprtih oknih, poleti pa, ko je temperatura v sobi in zunaj približno ista, se soba tudi pri na stežaj odprtem oknu komaj še zrači.

V naravi imamo močne temperaturne razlike med tropi in tečaji. Podobno kakor pri odprtem oknu pozimi, bi moral nastati hladen tok v nižinah od polarnih področij proti tropom, v višinah pa topel tok obratne smeri. Toda pri oknu še ne deluje Coriolisova odklonska sila. Zato nastane pri oknu živahna zamenjava zraka, kateri pravimo c i r k u l a c i j a. V naravi pa, zaradi velike razdalje med hladnim in toplim zrakom, poseže vmes Coriolisova sila, ki zasuče obe vrsti tokov na desno (na južni polobli na levo). Tako nastanejo

namesto toplih južnih vetrov (na južni polobli toplih severnih vetrov) zahodni vetrovi (na obeh poloblah!), a namesto hladnih severnih (na južni polobli namesto hladnih južnih) — vzhodni. Zato pihajo okrog obeh tečajev pretežno vzhodni vetrovi, a pri nas, t. j. v območju, ki leži na »prepihu« med tropi in tečaji, pa prevladujejo zahodni vetrovi. V tropih samih je temperaturna razlika zelo majhna, zato tam ni povoda za nastajanje vetrov. Kljub temu, kot bomo videli kasneje, tudi v tropih pihajo stalni vzhodni vetrovi, ki se imenujejo pasati. Temperaturna razlika se pojavi šele v višjih, t. j. v zmernih zemljepisnih širinah in prav zato pihajo tu živahni zahodni vetrovi. Zahodni vetrovi postajajo z višino vse močnejši in močnejši, kajti z višino narašča razlika v pritisku med tropi in tečaji, saj pada pritisk z višino v hladnem zraku hitreje, kot pa v toplem. Zato mora biti v višinah nad hladnim zrakom nizek zračni pritisk, a nad toplim visok: višinska razporedba zračnega pritiska je potemtakem enaka ali skoraj enaka temperaturni razliki v nižje ležečih zračnih gmotah. Pri tleh pihajo zaradi trenja ob tla mnogo šibkejši vetrovi kot v višinah, zato tu deluje Coriolisova odklonska sila nepopolno. S tem obdržijo zahodni vetrovi pri tleh močno komponento proti tečaju in tako prehajajo v južnozahodne vetrove, a vzhodni polarni vetrovi pridobivajo komponento proti tropom in tako prehajajo v severovzhodne vetrove. To postopno zbližuje hladen polarni zrak s toplim tropskim in tako postaja prehod med obema vse hitrejši. Ko se zoži ta prehod na razdaljo, ki je manjša od 100 km, pravimo, da je nastala fronta. Fronta je torej ostra meja med hladnim in toplim zrakom, pri čemer trčijo tu med seboj hladne in tople zračne gmote. K trčenju pripomore omenjeno prehodno zbliževanje hladnih in toplih vetrov, zaradi česar postaja cirkulacija živahnejša, po drugi strani pa Coriolisova sila ne utegne več bistveno zaobrniti prvotne smeri vetra. Zato je na fronti cirkulacija zelo podobna le-tej na odprtem oknu pozimi: v nižinah udre v območje toplih vetrov hladen zrak, a topel se dvigne v višino in teče tu nad hladnimi vetrovi proti tečajem. Šele v neki razdalji od fronte obvlada Coriolisova sila položaj in zopet popolnoma preusmeri prvotne vetrovne smeri na desno (na južni polobli na levo). Važno je omeniti, da se topel zrak,

brž ko se dvigne v višino, hitro ohladi, in sicer na dinamični način, to pa sproži sprva dvig relativne vlage do 100 %, pozneje pa nastanek oblakov in padavin. Tej dinamični ohladitvi pravimo adiabatska (beseda je iz grščine in pomeni ohladitev brez odtoka toplote), ker ta poteka na račun pretvorbe lastne toplotne energije v delo: zrak mora pri vzponu odriniti okoliški zrak in si priboriti v višinah mesto zase. To odrivanje opravlja zrak na račun svoje lastne toplotne energije, medtem ko opravlja delo vzpona energija vetra. Zato se zrak pri dviganju hladi le zaradi širjenja v okolici, ne pa zaradi vzpona samega. Tako moremo zrak adiabatsko ohladiti tudi brez vzpona, če ga namreč spravimo pod nižji pritisk: ako odpremo ventil na trdno napolnjeni pnevmatiki, udre zrak hitro na prosto in tako izenači svoj pritisk s pritiskom okolja, — posledica tega je adiabatska ohladitev. Zato rahlo namočen ventil pnevmatike pri tem poskusu praviloma zmrzne. Na podoben način delujejo hladilne naprave. Narobe se zgodi, če zrak stisnemo: tedaj se spremeni delo v toploto in zrak se adiabatsko segreje! — Pri polnjenju pnevmatik se razgrevata sesalka in ventil in to ne zaradi trenja, ki ni veliko, marveč zaradi adiabatskega procesa. V anticiklonih ali grebenih zrak počasi struji iz višin proti Zemlji in se zato adiabatsko segreva. Posledice so padec relativne vlage daleč pod 100 %, oblaki se suše in nastopa lepo vreme. Zato so anticikloni in grebeni nosilci lepega vremena. Le pozimi pod jasnim nočnim nebom nastajajo v nižinah zaradi izžarevanja zemlje ali snega, megle ali nizki oblaki, v višinah pa pri tem vlada brezhibno jasno in relativno toplo vreme. Če koga zanima, zakaj v anticiklonih in grebenih zrak počasi struji iz višin, naj prebere naslednje vrstice: V bližini tal so vetrovi zaradi trenj ob tla počasnejši. Zato pa ne podležejo popolnoma učinku Coriolisove sile in tako počasi, a vztrajno odvajajo zrak iz središča anticiklona ali grebena proti obrobju. S tem je prisiljen višinski zrak k sesedanju in tako sam počasi prehaja v vetrove pri tleh. Višinski vetrovi pa dovajajo nove zračne gmote proti središču, tako da more proces trajati več dni ali celo več tednov. Podrobnosti in nadaljnja razlaga kasneje.

V ciklonih in dolinah pa je narobe: zrak se vzpenja in zato adiabatsko hladi. Zaradi tega so cikloni in doline nosi-

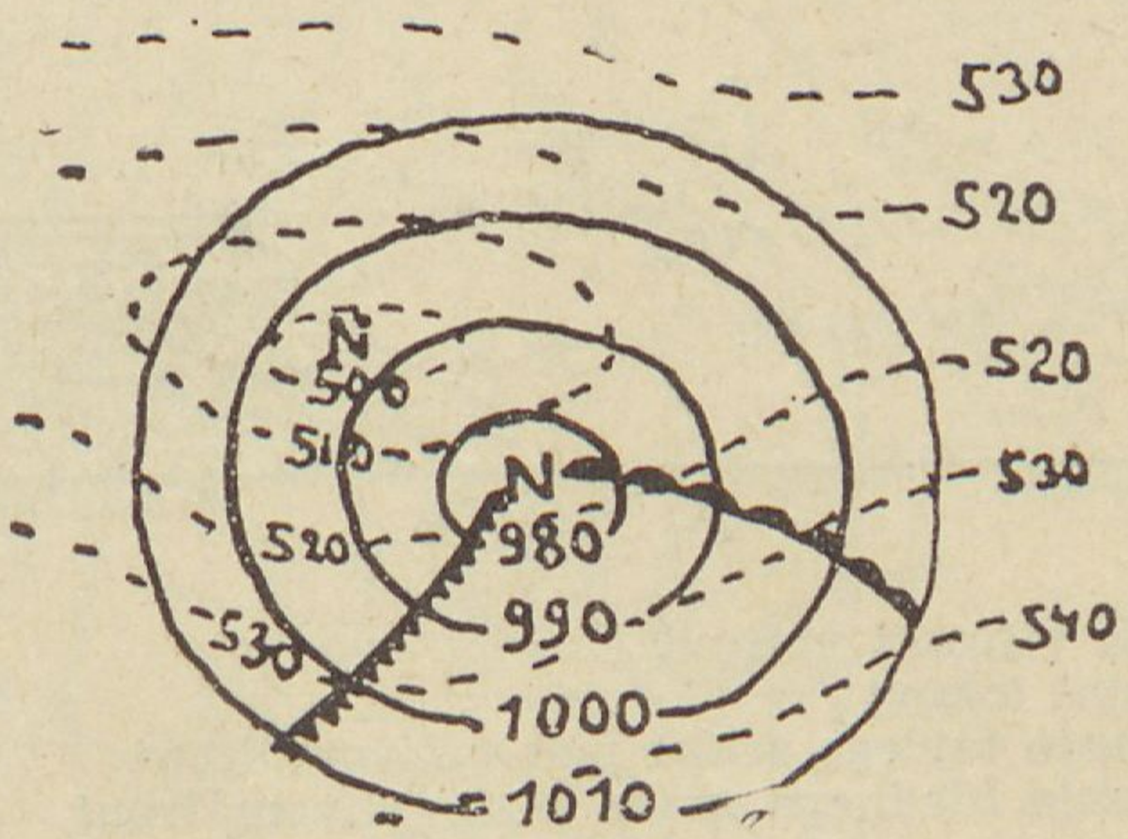


Razvoj ciklona na fronti po Bjerknesu:
A = fronta v mirovanju; B = fronta v valovanju; C = mladi ciklon;
D = zreli ciklon; E = okludirani ciklon; F = konec ciklona

telji slabega vremena. Vzpon zraka v ciklonih in dolinah nastaja deloma zaradi zlivanja zraka pri tleh z obrobja proti središču, kar sili zrak k splošnemu vzponu, v večji meri pa se zrak vzpenja na fronti, ki je v ciklonih in dolinah izražena zelo ostro. — Zlivanje zraka s širše površine na ožjo bomo v prihodnje imenovali k o n v e r g e n c a in razlivanje zraka z ožje površine na širšo pa d i v e r g e n c a. V ciklonih in dolinah je torej splošna konvergenca vetrov, zlasti ob fronti, kjer prihaja do trčenja hladnega zraka s toplim,

v anticiklonih in grebenih pa je v nasprotju s tem splošna divergenca vetrov. Zračni pritisk je v ciklonih in dolinah praviloma znižan, v anticiklonih in grebenih pa praviloma dvignjen. Zato nam barometer nekako napoveduje vreme.

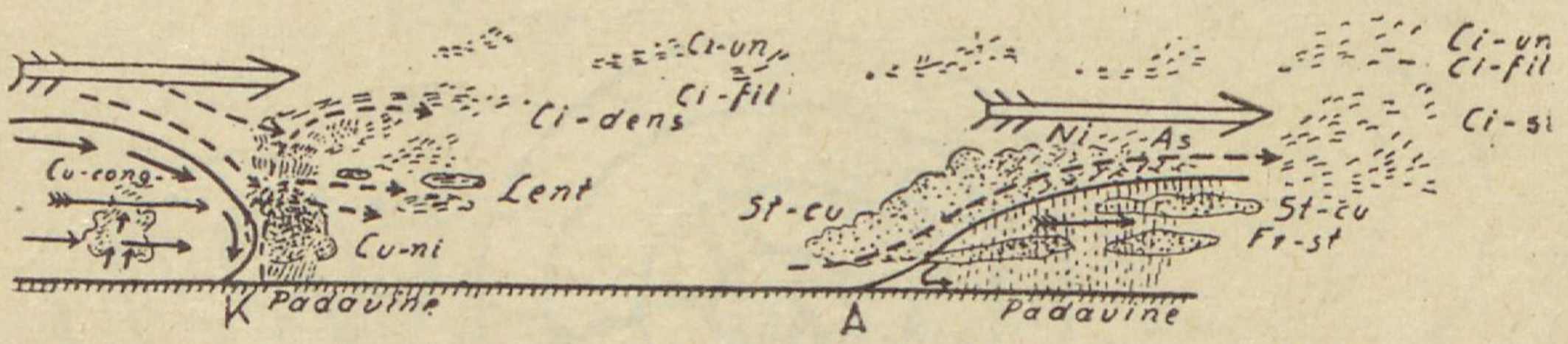
Vrnimo se sedaj k posledicam frontalne cirkulacije. Omenili smo le vzpon toplega zraka nad hladnega in kot posledico tega adiabatsko ohladitev in padavine. Vendar to ni edina posledica frontalnega procesa: zrak prihaja pri vzponu



Tloris ciklona. — Neprekinjene krožne črte: izobare v nižinah. — Črtkasti kolobarji oziroma vijuge: izobare v višinah.
Nazobčana črta: Hladna fronta. — Kepasta črta: Topla fronta.

v območje močnejših višinskih vetrov in ker so višinski vetrovi tudi drugače usmerjeni, odnašajo dvignjeni zrak proč. Spričo tega, da šibkejši nižinski vetrovi ne morejo nadomestiti izgubo zraka, ki jo povzročijo hitri višinski vetrovi, nastane splošna izguba zračnih gmot in zračni pritisk tu hitro pada. Padec pritiska poostri gradient, t. j. razliko v zračnem pritisku v okolju, zato se vetrovi tudi v nižinah okrepijo, a s tem se ojači konvergenca in zbliževanje hladnih zračnih gmot s toplimi. Tako se fronte poostrijo in poostri se tudi ves cirkulacijski proces. Pritisk pada še hitreje itd. Naposled nastane vrtinec z nizkim zračnim pritiskom v središču, kateremu pravimo ciklon. Ciklon je sestavljen iz hladne in tople polovice, ki sta ločeni po ostri fronti. V desnem delu ciklona (če ga gledamo na zemljepisni karti) se hladen

zrak umika in se zato ta del fronte imenuje t o p l a f r o n t a ali a n o d n a f r o n t a, v levem delu ciklona (t. j. zahodnem) pa izpodriva hladen zrak toplega in prodira dalje. Temu delu fronte pravimo h l a d n a f r o n t a ali k a t o d n a f r o n t a. Na topli fronti je mejna ploskev med hladnim in toplim zrakom zelo položna, zato se tu topli zrak počasi dviga v višino, pač pa se vzpenja na široko. Posledice tega so razsežni, navidezno vodoravno razviti oblaki in trajne ter enakomerne padavine. Na hladni fronti pa se vzpenja topel zrak hitro in neenakomerno, kar proizvaja oblake kopa-

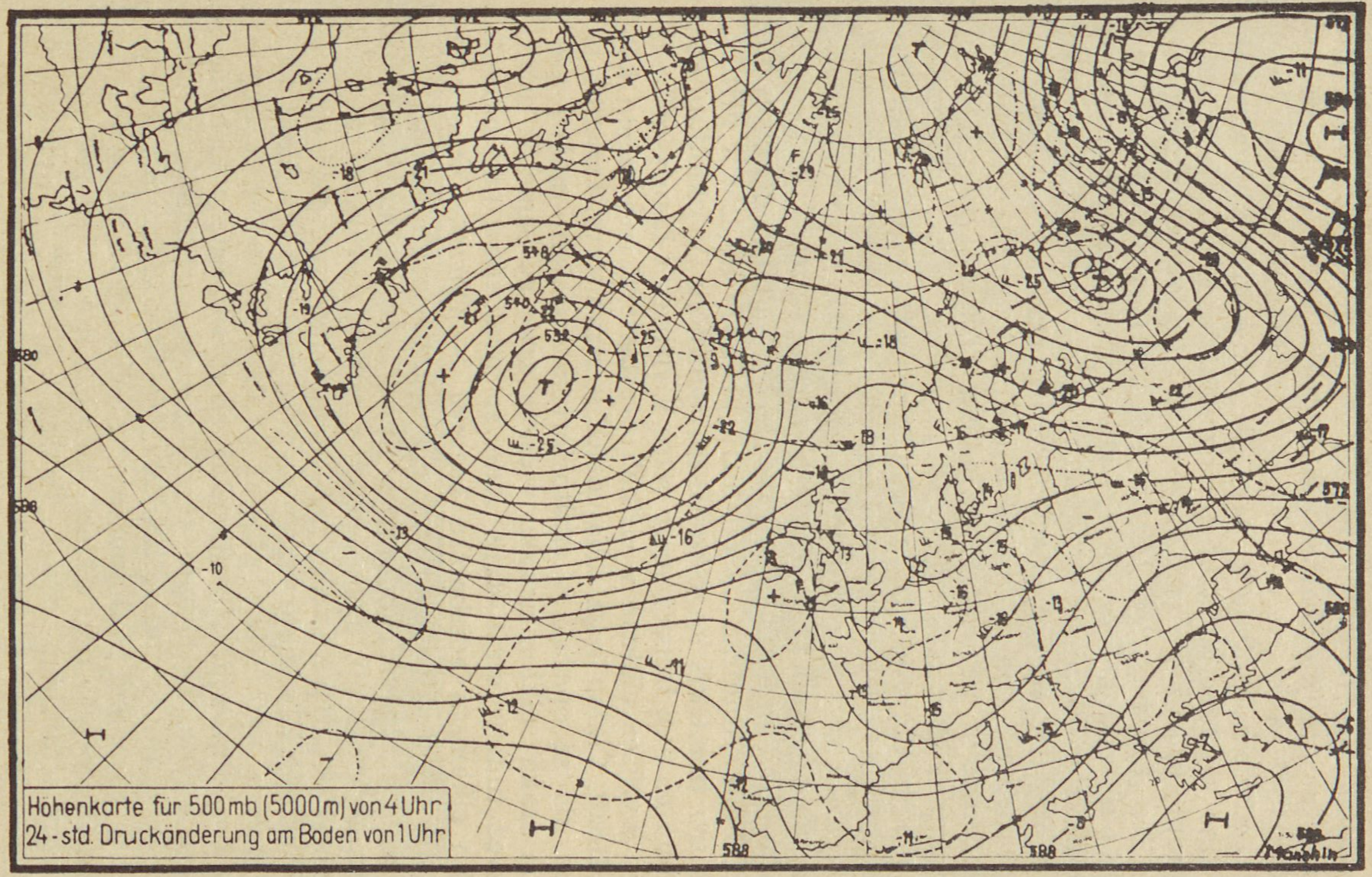


= topli višinski vetrovi
= hladni tokovi
= gibanje toplega zraka pod vplivom front
= gibanje hladnega zraka pod vplivom front

A = anafronta (topla fronta); K = katafronta (hladna fronta 2. reda).

stih oblik in padavine v obliki nevihtnih ploh, toče, a pozimi v obliki babjega pšena, sodre in težkega kosmičastega snega.

V višinah je središče ciklona drugje kot v nižinah, in sicer je prestavljeno nad območje, kjer je zrak najbolj hladen. Zato nad mestom, kjer je v nižinah središče ciklona, pihajo v višinah močni, po večini jugozahodni vetrovi. Tudi nad hladnimi vzhodnimi vetrovi nad vzhodnim delom ciklona piha v višinah močan jugozahodnik; prav tako pihajo v višinah nad hladno fronto, ki prodira s hladnimi severozahodnimi vetrovi, pravi zahodni vetrovi. To nesoglasje med višinskimi in nižinskimi vetrovi je bistvenega pomena za nastanek in razvoj ciklona: dvignjen zrak s tem odteka proč od nižinskega središča oziroma od fronte in tako povzroča nadaljnji padec pritiska in krepitev ciklona. Ciklon se pri tem hitro giblje v smer, kjer pritisk najmočneje pada. Po navadi leži takšno področje severovzhodno ali vzhodno od nižinskega

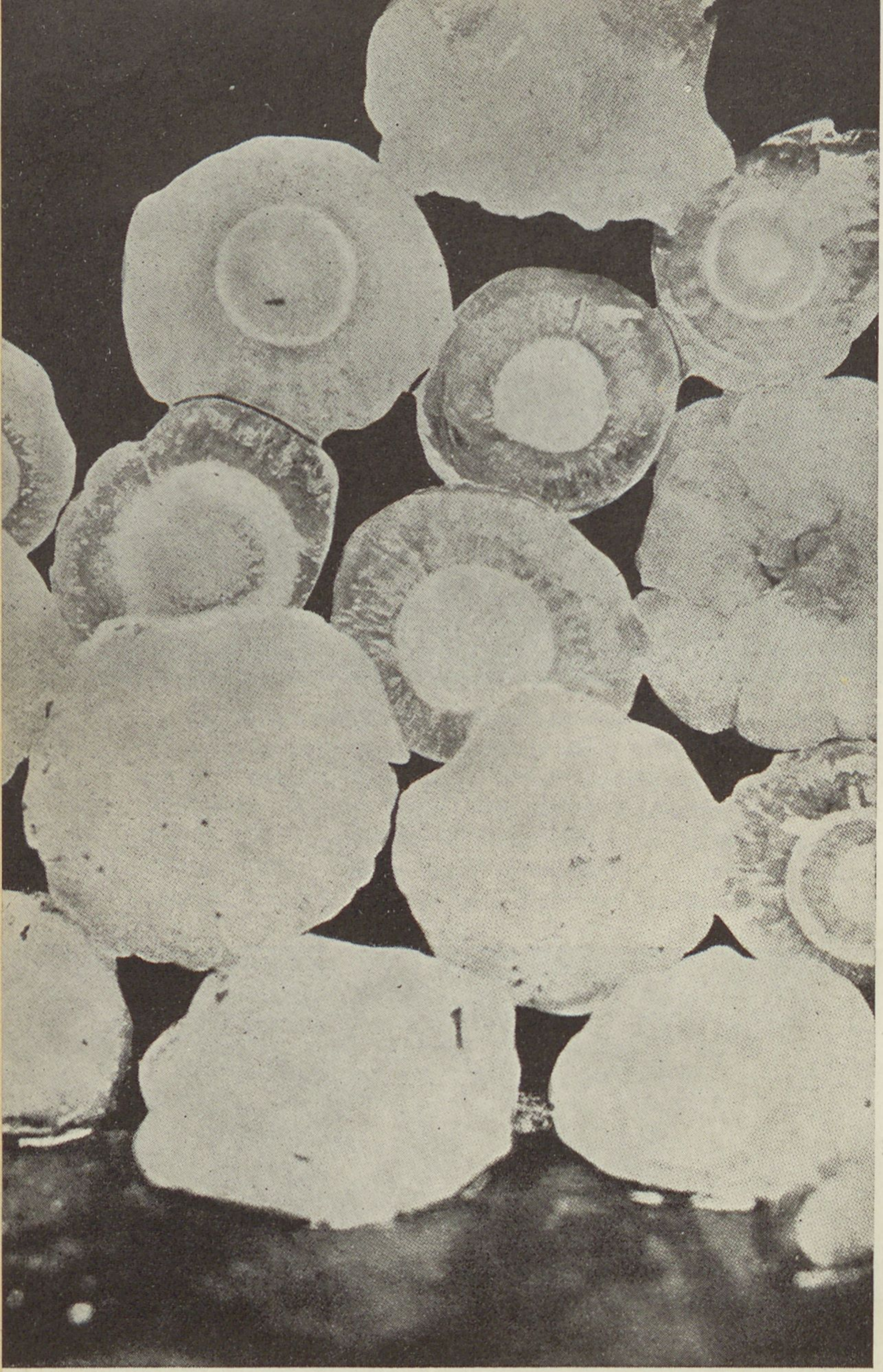


21. JUNIJ 1955. Višinska vremenska karta Berlinskega instituta.

središča ciklona in se zato ciklon običajno giblje proti severovzhodu ali vzhodu, t. j. v smeri višinskih vetrov nad središčem. Ker prodira hladna fronta hitreje kakor topla, se območje toplega zraka v ciklonih bolj in bolj zožuje. Topel zrak čedalje bolj uhaja v višine. Nazadnje iztisne hladen zrak v višine ves topel zrak iz ciklona in tedaj hladna fronta dohiti toplo in se z njo združi. Nastane tako imenovana okluzijska fronta (t. j. zaprta fronta) in okludirani ciklon (ciklon brez toplega zraka v nižinah). V trenutku okludiranja doseže ciklon višek svojega razvoja in sicer tako po depresiji zračnega pritiska kot po velikosti gradienta in jakosti vetrov (na morju viharji ali orkani), kakor tudi po razsežnosti in padavinah. Okludiran ciklon utegne imeti v premeru več kot 1000 km, včasih pa doseže celo 3000 km. Ker pa pomeni okluzija, da je ves ciklon preplavljen s hladnim zrakom, izgine temperaturna asimetrija v ciklonu. Zato zrak kroži le še zaradi vztrajnosti in nima več nove vzpodbude ali novega vira energije, ki izvira iz temperaturne razlike med toplim in hladnim zrakom, kakor n. pr. na odprtem oknu pozimi. Zato okludiran ciklon hitro propada in zračni pritisk se hitro izenačuje na ciklonskem področju. V okludiranem ciklonu se tudi izenači smer vetra v višinah z le-to v nižinah in se središče ciklona v višinah prestavi na isto mesto kot v nižinah. Ciklon sega tedaj daleč v stratosfero. Omeniti je treba, da se opažajo v stratosferi nad cikloni močna grezanja zraka: ciklon nekako vsesava zrak ne samo iz nižin, marveč tudi iz stratosfere. Zato se stratosfera nad okludiranim ciklonom adiabatsko segreva. — Obratno se dogaja v anticiklonu, ki dviga stratosfero. Zato je stratosfera nad anticikloni hladna. Cikloni so torej v troposferi hladni, a v stratosferi topli, anticikloni pa narobe. — Temu pojavu pravimo kompenzacija. Obstoje pa tudi taki okludirani cikloni, ki nimajo kompenzacije, t. j. taki, ki imajo tudi stratosfero nad seboj hladno. Takim ciklonom pravimo hladni tečaji. Hladni tečaji so očitno vrteče se hladne zračne gmote, ki nimajo več bistvenih vertikalnih gibanj, zato je v njih stratosfera hladna in ima tudi nizek zračni pritisk, saj je nad hladnim zrakom v višini tudi zračni pritisk nizek. Obstoje še taki cikloni, ko jih v nižinah ni več, pa so še dobro izraženi v višinah. Takim, t. j. višinskim ciklonom

OBLAK, KI PRIČENJA ZMRZOVATI

IVJE



TOČA

pravimo kaplje hladnega zraka. Kaplje hladnega zraka imajo nad seboj toplo stratosfero, kakor je to primer pri običajnih okludiranih ciklonih. To dokazuje, da obstojijo v kapljah hladnega zraka vertikalna gibanja zraka (v troposferi so vzponi, v stratosferi pa grezanja) in zato je tudi vreme v kapljah slabo. Za napovedovalca vremena so kaplje hladnega zraka »hud sovražnik«, ker se utegnejo nepričakovano »pritihotapiti« in sprožiti popolnoma nenadno poslabšanje vremena!

Poznamo pa tudi ciklone, ki obstajajo le v nižinah, a v višinah jih ni. To so cikloni, ki so komaj nastali na frontah ter se hitro razvijajo in rastejo v višino, obenem pa se hitro gibljejo vzdolž fronte oziroma v smeri višinskih vetrov. Nemci pravijo takim ciklonom »Schnelläuferji« (hitri tekači). Nižinski ciklon more nastati tudi zaradi preogretosti širšega območja, na primer poleti nad Saharo, Arabijo in Srednjo Azijo. Nad takimi cikloni so v višinah izraziti anticikloni in vreme je tu brezhibno jasno. Cikloni te vrste so nepremični in se drže več tednov ali mesecev prilično istega kraja. Pravimo jim monsunski cikloni, ker se redno pojavljajo v topli polovici leta nad omenjenimi deli kontinentov (monsun je beseda arabskega izvora in pomeni sezono).

Nastanek anticiklonov je približno naslednji: kadar prečka hladna fronta tisto ozemlje, nastane nagla zamenjava toplega zraka s hladnim. Zato se v nižinah zračni pritisk sunkovito dvigne (Nemci pravijo temu dvigu Böennase), a v višinah, zaradi ohladitve, pritisk še dalje pada. Ker pa hitri višinski vetrovi prinašajo ohladitev prej, kakor šibkejši nižinski, nastaja zelo hiter padec temperature z višino. To sproži padanje hladnega zraka iz višine. Nižinski vetrovi pa ne morejo sproti odvajati te zračne gmote, ki pada z višin in jo sproti dovajajo hitrejši višinski vetrovi. Tako se prične kopičiti zrak sprva pri tleh, a pozneje vse više in više. Pritisk se zato dviga. Naposled nastane izrazito središče visokega zračnega pritiska in primerno temu ustrezno, to je anticiklonalno kroženje zraka. Takim anticiklonom pravimo hladni anticikloni in ti ne segajo daleč v višino. Šele dotok toplega zraka, ki se pričenja (zaradi anticiklonalnega kroženja zraka) na levem robu (to je na zahodnem robu) takega anticiklona, širi dvig pritiska v večje višine: topel zrak nam-

reč prinaša višinam dvig zračnega pritiska, kar temelji na počasnem padcu pritiska z višino v toplem zraku. Anticiklonalno središče torej počasi raste iz hladnega zraka v nižinah v topel zrak v višinah, pri tem višinsko središče leži sprva daleč zahodneje od nižinskega. Zato še dalje pihajo nad nižinskim središčem severni vetrovi, ki zaradi splošnega grezanja zraka v anticiklonu dovajajo tem območjem več zraka, kot ga morejo odvesti šibki nižinski vetrovi. S tem se anticiklon še krepi in se praviloma pomika proti jugovzhodu ali vzhodu. Kadar se tudi v nižinah zrak razgreje, preide ves anticiklon v razsežno in visoko segajoče območje toplega in suhega zraka, ki ima anticiklonalno kroženje — anticiklon tedaj sega v stratosfero. Pozimi se pri tem zaradi izžarevanja drži hladen zrak v nižinah, ki utegnejo biti zato zavite v megle ali v nizke oblake. Po gorah pa je v nasprotju s tem sončno in relativno milo z izredno vidljivostjo, a v nižinah pa megleno z ivjem ali oblačno.

Greben nastaja tedaj, če se dviga zračni pritisk na širšem območju vzdolž neke dolge črte.

Obstajajo še drugi vzroki sprememb zračnega pritiska, ki ne izvirajo s front, marveč iz zgornjih zračnih plasti in stratosfere. Take spremembe zračnega pritiska so praviloma razsežne po teritoriju in vztrajne. Zmožne so kompenzirati nasprotne frontalne spremembe in tako uničiti nastajajoči ciklon ali anticiklon. Tako na primer je konec januarja l. 1956 nastal razsežen dvig zračnega pritiska nad Severno Evropo, ki je dvignil pritisk v dveh dneh več kot za 70 mb (52.5 mm). Tako je nastal mogočen anticiklon nad Skandinavijo in Sev. Rusijo, ki je odrinil vse ciklone in fronte daleč nad Atlantik in Sredozemlje, obenem pa sprožil v Evropi močan severovzhodnik. Ta severovzhodnik je v nekaj dneh dovedel k nam sibirski zrak: temperatura je padla globoko pod ničlo in se je po zelo toplem januarju pričel nenavadno mrzel februar. — V Ljubljani je bil februar l. 1956 za 8° hladnejši od normale, a prva polovica celo za 12° hladnejša od normale, tako je v Ljubljani bilo hladneje kot na primer v normalnem februarju v Moskvi! Jadransko morje je v področju Koper—Senj zmrznilo kakih 70 m daleč od obale. V Franciji, Švici in južni Nemčiji (Bavarska) je bilo še za 3° hladneje, kakor

v Ljubljani in to je povzročilo zlasti v Franciji hudo gospodarsko škodo.

Take velike vremenske preobrate vedno povzročajo omenjene razsežne in močne spremembe pritiska, ki izvirajo iz zgornje atmosfere. Kako je to mogoče, še ni povsem pojasnjeno in obstoji več razlag. Slovenski meteorolog prof. dr. M. Čadež je mnenja, da se prenaša energija v zraku ne samo z vetrovi in v obliki vodnih hlapov, marveč še po infrazvoku. Zvok — to so neki stresljaji, ki se širijo v obliki tako imenovanih longitudinalnih valov (podoba longitudinalnega vala je pri vlaku, kadar se lokomotiva zaleti v kompozicijo od zadaj: sunek se hitro širi kot longitudinalni val od zadnjega vagona proti sprednjemu). Mi slišimo le neke določene valovne dolžine. Valovi, ki so krajši od slišnega zvoka, so ultrazvok, ki ima veliko vlogo v tehniki in celo medicini; valovi, ki so daljši od slišnih, pa so infrazvok. Tu obstoji torej analogija z valovno teorijo svetlobe, le pri svetlobi gre za valovanje »etra« in za tako imenovane transverzalne (prečne) valove. Pri zvoku pa gre za valove, ki nastajajo v zraku ali drugih telesih in ki so longitudinalni. Tako se po mnenju dr. Čadeža pretvarja del energije v zraku v infrazvočne valove, ki se zopet na določenih mestih pretvarjajo nazaj v toploto ali kinetično energijo, če na primer naletijo na take zračne struje, ki so nepropustne za tiste valovne dolžine infrazvoka. Tako bi lahko prepotovala energija na primer iz Amerike v Evropo le v času kakih 5 ur in tu povzročila nenavadne spremembe v pritisku.

Nemški znanstveniki so bili mnenja, da nastajajo spremembe pritiska te vrste zato, ker ima stratosfera v tropih nizke temperature. — Če se na primer razširi topel jugozahodnik do stratosfere, potegne s seboj hladno stratosfero, kar sproži nenaden in hiter ter razsežen dvig pritiska: hladna stratosfera je težja od tople in se zato pri zamenjavi druge s prvo pritisk dvigne. V novejši dobi mnogi mislijo, da je treba iskati vzrok takim spremembam zračnega pritiska v erupcijah na Soncu, kar hitro spreminja temperaturo in vetrove v ionosferi in ozonosferi, a vse to se kaže v kolebanju zračnega pritiska. — Fizikalna zveza med obema pa ni jasna.

Večina ameriških meteorologov je mnenja, da ima pri vsem tem glavno besedo tako imenovano hidrodina-

mično načelo: Zrak je namreč nekoliko lepljiv plin, saj je vsakdo izmed nas gotovo že opazil, da se zrak čvrsto drži naše obleke, ali celo golega telesa. Zato obstoji v zraku notranje trenje, ki ga dela podobnega tekočinam. Iz tega bi sledilo, da bo večji del zakonov, ki velja za tekoče vodovje, veljal tudi za vetrove (od tod hidrodinamično načelo). Ker se vrti ozračje skupaj z Zemljo, mora to vrtenje biti v tropih hitrejše, kakor v višjih zemljepisnih širinah (tukaj ne mislim na kotno, marveč na tangencialno hitrost rotacije), saj kroži vsaka točka zemeljskega površja okrog zemeljske osi v tropih v večjih krogih, kakor v zmernih ali polarnih zemljepisnih širinah. Notranje trenje v zraku pa prenaša te večje hitrosti iz tropov v višje zemljepisne širine in s tem podpira zahodne vetrove v zmernih zemljepisnih širinah (Zemlja se namreč vrti od zahoda proti vzhodu). Ker pa zahodni vetrovi zaradi že opisanega zbliževanja med hladnim in toplim zrakom sami sebe ojačujejo, pomeni dodatna hitrost iz tropov že čezmerni pospešek, ki naposled sproži ozko, 50—300 km široko, zračno strujo z nepopisno velikimi hitrostmi vetra in splošno smerjo od zahoda proti vzhodu (to je zahodnik). Običajno nastaja taka struja v višini med 8 in 12 km in se imenuje jet stream (angleška beseda). Jet stream se stalno opazuje v območjih, ki so blizu polarnim zemljepisnim širinam, kdaj pa kdaj tudi v področju Sredozemlja, zlasti pozimi, in celo še bliže tropom. Hitrost vetra v jet streamu znaša več sto kilometrov na uro in so že opazovali hitrosti tudi 700 kilometrov na uro (nad Japonskim otočjem). Hitrost vetra v jet streamu zdaleč prekaša tisto hitrost, ki jo predpisuje tamkajšnji barometrski gradient, zato ima tukaj Coriolisova odklonska sila znatno premoč nad gradientom in žene zrak v obratni smeri, to je od nižjega pritiska k višjemu. — S tem se krepi barometrski gradient in se tako dodaja vetru nov pospešek. Naposled nastane erupcija, ki iznenada vrže velikanske količine zraka iz območja jet streama na desno stran. Te izvržene zračne gmote se še dalj časa samostojno vrtijo, in sicer bodisi tako kot v ciklonih, bodisi tako, kot v anticiklonih. V prvem primeru nastane višinski ciklon, ki je v bistvu kaplja hladnega zraka, vendar z mnogo večjo energijo, v drugem pa višinski anticiklon, t. j. kaplja toplega zraka z močno energijo. Erupcija ciklonov se razvija z levega

roba jet streama, anticiklona z desnega roba. Ker se jet streami zelo vijugajo, se proizvajajo višinski cikloni in anticikloni v najrazličnejših smereh. Jet streamovi cikloni in anticikloni so območje močne kinetične energije. Zato sega sprememba zračnega pritiska v njih do tal in daleč v stratosfero, obenem se razteza na široko okolje. — Tako bi nastajale močne spremembe zračnega pritiska, ki izvirajo iz zgornjih zračnih plasti in ki utegnejo povzročiti nenadne in daljnosežne vremenske spremembe.

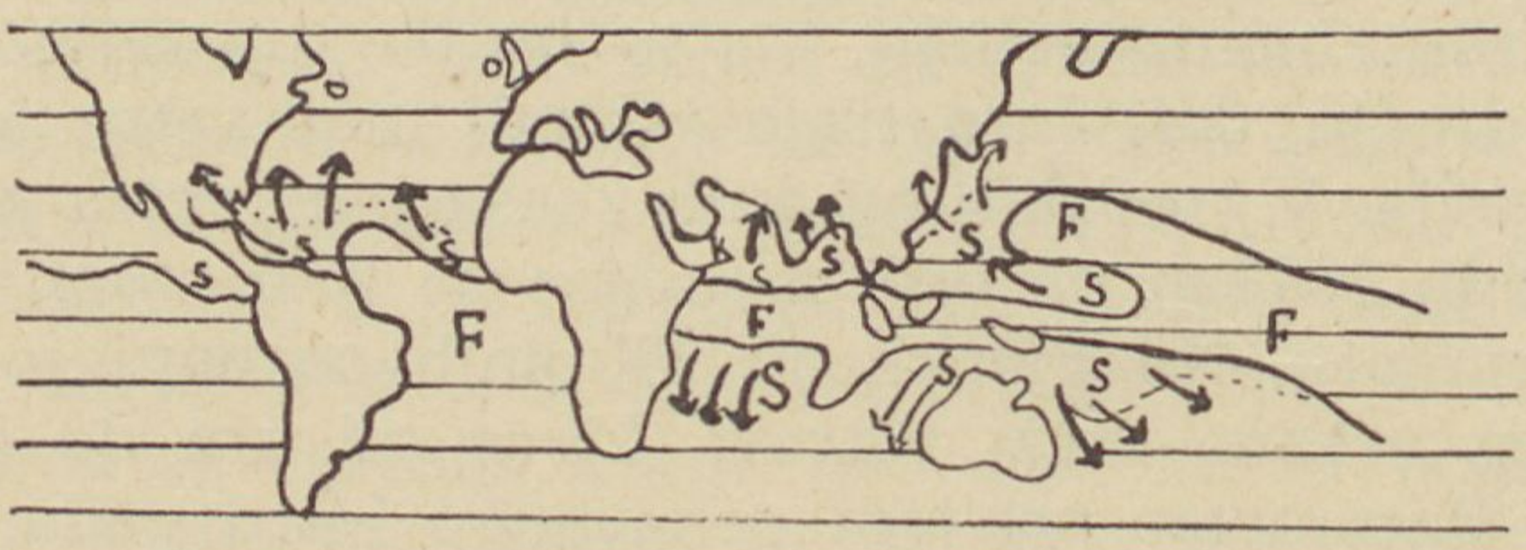
Hidrodinamično načelo se ne omejuje le na jet stream in njegove erupcije, marveč nam pove še naslednje: trideseti zemljepisni vzporednik deli zemeljsko poloblo v dva po velikosti enaka dela. Iz tega sledi, da dobiva ozračje nad tem vzporednikom v povprečju enako število pospeševalnih kot zavirajočih impulzov (učinkov). — Pospeševalni impulzi izvirajo namreč iz nižjih zemljepisnih širin in te skušajo pospešiti rotacijo (vrtenje) ozračja okrog zemeljske osi t. j. pospešujejo zahodne vetrove, medtem ko prihajajo iz višjih zemljepisnih širin taki impulzi, ki zavirajo rotacijo okrog zemeljske osi in skušajo tako ustvariti (ojačiti) vzhodne vetrove. Nad tridesetim vzporednikom, ker ta loči poloblo v dva enaka dela, se očitno v povprečku izenačijo pospeški z zaviralnimi učinki in zato obdrži ozračje rotacijsko hitrost vzporednika samega. Zato tukaj nastaja b r e z v e t r j e, ki se imenuje s u b t r o p s k e k a l m e. Še nižje zemljepisne širine pa dobivajo po tej razlagi že več zaviralnih kot pospeševalnih impulzov, a ekvator sam dobiva le zaviralne impulze. Zato bi moral pihati v območju med ekvatorjem in tridesetimi vzporedniki obeh polobel stalni vzhodni veter. — Dejansko tu piha pri tleh stalni severovzhodni veter (v višinah pa vzhodni), ki se imenuje p a s a t. V bližini ekvatorja se razvija v zgornji atmosferi ekvatorski jet stream, ki ima splošno smer od vzhoda proti zahodu (t. j. vzhodnik), sicer pa se prav tako vijuga kot že omenjeni jet stream višjih zemljepisnih širin. V razliko od jet streama višjih zemljepisnih širin se imenuje po smeri nasprotni ekvatorski jet stream z imenom e a s t e r l i e s (angleška beseda). Tudi ekvatorski jet stream (easterlies) vkljub neznatni Coriolisovi sili teh širin meče ven višinske ciklone in anticiklone, ki se hitro gibljejo proč od ekvatorja proti višjim zemljepisnim širinam in ki

povzročajo v tropih velike vremenske spremembe, in sicer od tropskih orkanov in tropskega deževja do zamenjave za trope značilnega pasata z zahodnimi vetrovi, ki so v tropih kar nenavadni. Sicer se opažajo v območju Indijskega oceana precej pogostni zahodni vetrovi le v nižinah, nad njimi pa pihajo pasati. Ti zahodni vetrovi so pač posledica padca zračnega pritiska, ki izvira iz easterliesa in ustvarja tako imenovano tropsko fronto: šibka Coriolisova odklonska sila tropov ne more preusmeriti vetra, ki nastaja tam zaradi padca zračnega pritiska in ki skuša izenačiti nastalo razliko v zračnem pritisku, t. j. uničiti gradient. Tako v to območje udarjajo vetrovi od vseh strani predvsem od ekvatorja in višjih zemljepisnih širin, zato nastaja pravo trčenje zračnih gmot in fronta. Ob ekvatorju samem se to trčenje pozna le v hudem deževju, a ciklon se ne razvija, ker manjka za to potrebna Coriolisova sila. Šele od petega vzporednika dalje se razvijajo na tropski fronti tudi cikloni, ki pogostokrat prehajajo v silovite orkane in ki so znani pod imenom hurricani (v Ameriki) in tajfuni (na Kitajskem in Japonskem). Hurricani nastajajo na tropski fronti v območju Gvinejskega zaliva in se gibljejo proti Floridi, medtem ko nastajajo tajfuni v območju Indonezije in Filipinov in se gibljejo proti kitajski obali in Japonskemu otočju. Tudi južna Indija pozna orkane, ki se zlasti pojavljajo pri Ceylonu in so znani tudi v Bengalskem zalivu. Ko zaide hurrican ali tajfun v zmerne zemljepisne širine, se tamkaj spremeni v običajni ciklon zmernih zemljepisnih širin. — To spremembo povzroča z zemljepisno širino naraščajoča Coriolisova sila, ki obrne vetrove močno na desno (v južni polobli na levo) in tako zmanjša njihovo hitrost. Znano je namreč, da je pri istem gradientu moč vetra na 10. vzporedniku štirikrat večja kot pri nas v Ljubljani in šestkrat večja kot na tečaju. Coriolisova odklonska sila je tudi glavni vzrok, da so orkani omejeni le na tropske in subtropske zemljepisne širine, pri nas pa se pojavljajo izjemoma. Tropski cikloni imajo moč ne samo zaradi šibke Coriolisove sile, marveč tudi zaradi velike notranje energije tamkajšnjega zraka, ki ima visoko temperaturo in velike količine vodnih hlapov. Zato nastajajo na tropski fronti nenavadno težki hudourni oblaki, ki znatno prekašajo naše: stemni se sredi dneva tako, da se niti zunaj

ne da brati brez luči! — Nalivi, ki sledijo temu, pretvarjajo izsušene ulice že v nekaj minutah v deroče hudournike (na primer v Egiptu in v Indiji). Naliv praviloma spremljajo orkani, ki včasih celo podirajo hiše. Tako se je zgodilo na primer pri gradnji Sueškega prekopa (v prejšnjem stoletju), da je tak orkan prevrnil velikanski rezervoar pitne vode, popolnoma uničil vsa mostišča in barake ter povzročil mnogo smrtnih žrtev. Tropsko živalstvo, predvsem ptiči, skušajo v paničnem begu oziroma letu uiti neurju in s tem vsaj malo prej opozorijo prebivalstvo na pretečo nevarnost.

Tropski orkan je po učinku podoben običajnemu tropskemu frontalnemu neurju, a s to razliko, da zajame mnogo širše področje, dalj časa traja in tudi moč vetra je za spoznanje večja. V tropskih orkanih znaša moč vetra praviloma med 200 in 300 km na uro, a utegne se tudi stopnjevati čez 350 km na uro. Na Floridi ali Filipinih naznanjajo bližanje tropskega orkana sveži vetrovi, ki se od ure do ure stopnjujejo. Barometer pri tem nenavadno hitro pada, nebo se naglo oblači. Nato prihrumijo nevihte s katastrofalnimi nalivi, moč vetra pa doseže jakost orkana. Orkan sprva posname strehe s hiš, ki množično letijo s strašnim hruščem nad glavami prestrašenega prebivalstva. Temu se pridružujejo krošnje dreves, drobno kamenje, dimniki, ograje in drugo. Moč orkana še nadalje raste, podira hiše in le močne betonske zgradbe vzdrže pritisk vetra, pač pa povečini izgube okna in vrata. Neurju sledi nepričakovana začasna razjasnitev, orkan se poleže, toda tedaj udre morje na obalo, kajti zračni pritisk je v področju takih razjasnitev katastrofalno nizek. Takim razjasnitvam pravimo o k o o r k a n a , saj dejansko ležijo v središču tropskega orkana, kjer je zračni pritisk najnižji. Toda razjasnitev ne traja dolgo in sledi ji zopet orkan z nalivi in vsemi posledicami, le da ima veter nasprotno smer od prejšnjega. Sreča je samo v tem, da orkani redkokdaj obiskujejo iste kraje. Ob tej priložnosti je treba omeniti, da nimajo tropski orkani nič skupnega z zloglasnimi tornadi, ki besnijo vzhodno od Skalnatega gorovja v ZDA. Tornado ni nič drugega kot tromba, t. j. siloviti vrtinec, v katerem doseže hitrost vetra 700 km na uro. Tornado ima ob robu močno dvigajočo silo, a v središču vrtinca močno padajočo silo. Predmeti, ki zaidejo v tornado, se dvigajo v

oblake, po navadi pa se med dviganjem razlete na drobne koščke. Zato je ves vrtinec napolnjen z drobnimi razbitinami, s prahom, kamenjem in drugim in je zato že od daleč viden kot temen steber, kakor bi bil ves napolnjen s težkim hudournim oblakom. Tornado dviga v oblake tudi ljudi in živali. Razdejanja zavoljo tornada so enaka le-tem od eksplozij letalskih bomb. Premer tornada doseza nekaj deset, a včasih tudi nekaj sto metrov in je torej ozko omejen. — Trombe v Evropi so še ožje in včasih merijo le nekaj metrov v premeru, a fizikalno spadajo k tornadom. Tornado in trombe nastajajo



Viri orkanov (S) in smeri njihovega gibanja (puščice) po Bruntu
F = predeli prosti orkanov.

Izvor tropskih orkanov.

v območju nenavadno ostrih hladnih front, kadar se iznenada pojavi v višini nad toplim in vlažnim zrakom izredno hladen zrak. Zato se pojavljajo tornadi in trombe le v topli polovici leta, predvsem spomladi, in sicer na kopnem; v nasprotju s tem, se pojavlja tornado nad morjem le pozimi in vedno le v bližini obale.

Tropska fronta ni povsod enako aktivna in zato ne proizvaja orkanov povsod, marveč le v nekih določenih geografskih območjih (glej priloženo karto). Najbolj aktivna tropska fronta je v območju Indijskega oceana, Gvinejskega zaliva in Filipinov. Indija dobiva svoj znameniti »monsunski dež« s fronte nad Indijskim oceanom, Filipini pa s tropske fronte Pacifika. Tudi letni časi močno vplivajo na tropsko fronto, ki leži vedno v tisti polobli, kjer je poletje. Vzrok temu je pač easterlies, ki vedno leži v tisti polobli, kjer je

poletje: polarno področje je namreč poleti v veliki višini toplo, ker tam poleti nenehno sije sonce, kar ustvarja v višinah mogočen anticiklonalni vrtinec s središčem nad polarnim področjem. Na robu tega anticiklona, ki poleti sega do ekvatorja, se razvija omenjeni easterlies. V zimskem času je vse polarno področje do največjih višin hladno, saj je tam tedaj polarna noč. Zato se tu razvija pozimi visok polarni ciklon, ki sproži višinski zahodnik in ta sega vse do ekvatorja. Tako torej nastaja pozimi v tropih namesto easterliesa zahodnik, a easterlies se premešča v drugo poloblo, kjer je tedaj poletje. Zato imajo tropski kraji dokaj pravilne spremembe deževnih in suhih razdobij v zvezi z letnimi časi, česar v taki meri ne poznajo zmerne in višje zemljepisne širine.

Hidrodinamično načelo razlaga še naslednje: V področju zahodnih vetrov, t. j. nad nami in v višjih zemljepisnih širinah, so zahodni vetrovi na višinah hitrejši, kakor bi morali biti glede na tamkajšnji barometrski gradient. Zato nastaja razen že omenjenih posledic (razvoj jet streamov itd.) še splošna premoč Coriolisove odklonske sile nad gradientom. Zato se zrak polagoma odteka z območja, kjer ga je že brez tega premalo, in kjer je zato nizek zračni pritisk, v območje, kjer ga je preveč, t. j. v območje, kjer je zračni pritisk visok. To na eni strani veča gradient in daje nov pospešek vetrovom, kar privede do nastanka jet streamov, na drugi strani pa žene zrak proti tropom. Ker pa je tudi tropski vzhodnik (pasat) prav tako glede na svoj gradient premočan, žene zrak proti višjim zemljepisnim širinam. Zračne gmote obeh virov se srečajo na 30. vzporedniku, kar povzroča tu splošno grmadenje zraka in ustrezno temu visok zračni pritisk, ki obkroža z malimi prekinitvami vso Zemljo: To je znameniti subtropski anticiklon z glavnimi središči pri Azorih in Havajih. Ta anticiklon je tudi vzrok, da je območje v bližini 30. vzporednika znano kot območje največjih puščav (na primer Sahara, Arabske puščave, Indijska puščava Tarr itd., v južni polobli pa Avstralske puščave, puščava Kalahari v Afriki itd.).

Morda bralcu ni jasno, zakaj zbiranje zračnih gmot ob 30. vzporedniku to pot ne povzroča nastanka fronte, marveč obratno nastanek anticiklona? — Vzrok je v tem, da sem dotekajo zračne gmote z obeh strani zelo počasi, obenem

pa so v splošnem pogrezanju. Zato sta obe vrsti zračnih gmot močno izsušeni in razgreti (zaradi adiabatskega segrevanja), tako da ni med njima ostrih temperaturnih nasprotij. S tem je izključen nastanek fronte in ustreznih cirkulacij, marveč nastaja namesto tega obsežno zbirališče suhih in razgretih zračnih gmot, ki povzročajo visok zračni pritisk.

Ker so jet streami in easterliesi zelo premične tvorbe in vijugajo, razpadajo in na novo nastajajo in ker tudi fronte s svojimi cikloni ne počivajo, zato nenehno koleba vsa svetovna cirkulacija, koleba pa tudi omenjeni subtropski anticiklon, ki menja svojo geografsko lego, se razbija na celice itd. Take celice včasih prodro daleč na sever in s tem ustavijo oziroma preusmerijo zahodne vetrove teh zemljepisnih širin. Takemu pojavu pravimo b l o k a d a (blocking-effekt). Blokada praviloma povzroča dolga sušna razdobja, a pozimi lahko tudi dolgo periodo mraza, kar utegne sprožiti trajen dotok hladnega zraka iz Rusije, medtem ko so pri nas normalni vetrovi z Atlantika. Posledica omenjenih kolebanj svetovne cirkulacije je naše vsakdanje vreme in vreme dolgih razdobij, ki je večkrat povsem nenavadno.

Omeniti je treba, da imata blokadni anticiklon in prav tako mrzli pol, kateremu pravijo tudi c e n t r a l n i c i k l o n, vlogo vremenskih dirigentov: frontalni cikloni se gibljejo s svojimi frontami v obrobju takih centralnih ciklonov in blokadnih anticiklonov v smeri obrobnih višinskih vetrov, t. j. v severni polobli ob anticiklonu v smeri gibanja urnega kazalca, a v primeru ciklona — v nasprotni smeri gibanja urnega kazalca. Za zaključek lahko na kratko ponovimo fizikalna načela cirkulacije ozračja: 1. temperaturna razlika med tropi in tečaji sproži splošno zahodno kroženje ozračja okrog zemeljske osi, t. j. v isti smeri kot kroži Zemlja sama. Tudi temperaturna razlika med kopnim in oceani povzroča na podoben način neko cirkulacijo, ki se imenuje m o n s u n s k a. Monsunska cirkulacija je značilna po tem, da so usmerjeni poletni vetrovi z morja proti kontinentom, pozimi pa narobe. Vendar je ta pojav izrazit le na vzhodnem obrobju kontinentov, na primer na ruskem Daljnem vzhodu, na Kitajskem ter v precejšnji meri v vzhodni Ameriki in tudi v tropskih krajih, na primer v Indiji, Avstraliji itd. Monsunska cirkulacija ne deluje samostojno, marveč je v tesni zvezi

s splošno svetlobno cirkulacijo in je od nje odvisna. 2. Plitva plast vetrov pri tleh vzpostavi zaradi trenja od tal direktno zvezo med tropi in tečaji, kar postopno zbližuje hladne polarne zračne gmote s toplimi tropskimi. To zbliževanje ojačuje temperaturni gradient (to je hitrost temperaturnega padca na enoto razdalje) od tropov proti tečajem, s tem pa tudi daje pospešek zahodnim vetrovom, zlasti na višini. Zato se tudi plitvi vetrovi pri tleh ojačijo in tako še pospešujejo nadaljnje zbliževanje polarnih in tropskih zračnih gmot. Proces torej označuje sam sebe in sproži naposled nastanek front, t. j. črt, kjer pride do pravega trčenja med hladnimi in toplimi vetrovi in dalje do razvoja vrtincev — ciklonov. 3. Zahodni vetrovi dobivajo zaradi notranjega trenja v samem zraku ves čas svojega razvoja pospeške iz nižjih zemljepisnih širin, in sicer ter močnejše pospeške, čim hitreje se rotira ozračje okrog zemeljske osi, t. j. čim močnejši so zahodni vetrovi. Ti dodatni pospeški proizvajajo jet streame in vse posledice te vrste. Zemljepisne širine nižje od 30. vzporednika dobivajo več zaviralnih učinkov iz višjih zemljepisnih širin kot pospeševalnih iz nižjih. Zaviralni učinki zadržujejo rotacijo zemeljske atmosfere okrog zemeljske osi: zato tukaj atmosfera rotira počasneje kot Zemlja sama in zato vladajo tu vzhodni vetrovi (pasati). Najmočnejši vzhodni vetrovi pa nastajajo v neposredni bližini ekvatorja, toda le v velikih višinah (easterlies). Trideseti vzporednik je potemtakem ločnica med vzhodnimi vetrovi tropov in zahodnimi vetrovi višjih zemeljskih širin. Zato se tu zbirajo z obeh strani zračne gmote, zračni pritisk je visok in vlada trdovratna suša z brezvetrjem. 4. Easterlies proizvaja tropske fronte, slednje pa tropske ciklone (orkane) in tropsko deževje, t. j. tropsko deževje v ožjem smislu, kot na primer v centralni Afriki in centralni Ameriki, ter monsunsko deževje v Indiji in jugovzhodni Aziji itd. 5. Vse je v medsebojni odvisnosti, a tropski easterlies je še močno odvisen od letnih časov. Zato imajo tropske zemljepisne širine v zvezi z letnimi časi mnogo bolj pravilne zamenjave različnih vremenskih razdobij, kakor je to primer v višjih zemljepisnih širinah. S tem postaja vreme nad tistimi kraji posledica medsebojne igre naštetih številnih činiteljev. Temu je treba dodati še učinek

sončnih erupcij in premikov stratosfere, kar more zopet imeti daljnosežne posledice.

Iz tega poglavja se vidi, da bo mogoče izdelati znanstveno vremensko napoved le tedaj, kadar bo mogoče vse naštete faktorje ne samo pravilno upoštevati, ampak tudi količinsko oceniti. Umetni sateliti, ki že krožijo okrog Zemlje, bodo v prihodnje slikali ves vremenotvorni proces in podatke bliskovito prenašali na računski elektronski stroj. Stroj bo izračunal po zakonih višje matematike bodoči razvoj. Tako izdelana vremenska napoved se imenuje n u m e r i č n a p r o g n o z a in je stvar prihodnosti, za zdaj je še v stadiju raziskovanja.

Če torej znanstvena napoved še ni dosegljiva, ker potrebuje izpolnitev takih pogojev, ki za sedaj še niso izvedljivi, kaj pa so potem tiste vremenske napovedi, ki jih prinašajo časniki in radio? To naj nam pojasni naslednje poglavje.

VII. poglavje

VREMENSKO NAPOVEDOVANJE

Smo že v drugi polovici 20. stoletja, ko je dosegla tehnika že tako stopnjo, da meji na fantastična pričakovanja znamenitega Julesa Vernea, a vendar smo še vedno močno odvisni od vremena! V starih časih, ko ni bilo še nikake tehnike, je bil človek še mnogo bolj odvisen od vremena. Zato je že v davnih starih časih skušal izslediti tista znamenja, ki bi omogočila napovedovanje vremena. Tako je bilo že v starem Egiptu in Babilonu znano, da so najboljši napovedovalci vremena oblike oblakov in vetrovi. Ta način napovedovanja je zelo odvisen od sposobnosti napovedovalca, da pravilno reagira na najmanjše odtenke oziroma podrobnosti v igri oblakov, kajti ravno v tem je skrit ključ do napovedi! Tako se je razvila umetnost napovedovanja vremena po oblakih, barvi neba in zarji, kar utegne dati v veščih rokah take napovedi, kakor jih ne doseže niti najboljši vremenoslovski zavod. Znanost pa je skušala priti do napovedi z obveščevalno službo, ki je sporočala po telegrafskih žicah več sto in več tisoč kilometrov daleč podatke o vremenu svojega kraja. — Taka obveščevalna služba je omogočala risanje vremenskih kart, t. j. kart, kjer je zapisano z določenimi grafičnimi znaki vreme. Če rišemo take karte večkrat na dan, vidimo, kam in s kakšno hitrostjo potuje vreme. To bi omogočalo napovedati vremenske spremembe za tiste kraje, kamor je pač ta sprememba usmerjena. To idejo je imel slavni angleški vremenoslovec Fiz-Roy, dalje sta jo zagovarjala veliki ruski znanstvenik Lomonosov (ki je živel še pred Fiz-Royem) in genialni francoski astronom Leverier. Realizacija te zamisli je bila možna le od l. 1855 dalje, ko je bil izumljen žični telegraf.

Kmalu pa se je pokazalo, da je stvar z napovedjo mnogo težja, kot so mislili prvotno: vreme ne samo potuje, marveč se na novo ustvarja! To novo ustvarjanje vremena se vse do sedaj še ne da napovedati, zato vremenske napovedi nikjer na svetu ne prekašajo zadetka 86 %.

Obveščevalna vremenska služba se imenuje sinoptična, ali na kratko sinoptika (iz grščine: skupaj viden), a vremenske karte — sinoptične karte. Sodobna sinoptika razpolaga z močno tehniko: podatke pošilja in zbira po teleprinterju in telefaksu (telefaks je naprava, ki prenaša na poljubno razdaljo natančne kopije že narejenih vremenskih kart z vsemi podatki), obenem dobiva iz vseh višin podatke do 40 km visoko, za to skrbijo tako imenovane radiosondne postaje, ki spuščajo dvakrat na dan velik balon, napolnjen z vodikom, h kateremu je privezana merilna aparatura. Ta aparatura, ki se imenuje radiosonda, avtomatsko oddaja na ultrakratkih valovih svoje podatke, ki se zopet avtomatsko registrirajo na postaji, smer balona zasleduje avtomatski elektronski teodolit — instrument, ki dela po radarskem principu in sam obrača svoje antene vedno pravokotno na smer radiovalov, ki jih emitira sonda. Višina radiosonde se določa na osnovi podatkov za pritisk in temperaturo (in te podatke emitira sonda), in sicer po Laplaceovem zakonu (glej poglavje o zračnem pritisku).

Zato riše sodobna sinoptična služba ne le vremenske karte v nižini, marveč tudi številne karte za različne višine. Višinske karte se rišejo tako, da se vnašajo višine v dekametrih ali dekafutih, kjer je dosežen zračni pritisk 850 mb (običajno je to višina okoli 1500 m), nato 700 mb (okoli 3000 metrov), 500 mb (okoli 5200 m), 300 mb (okoli 9000 m) itd. Višine naštetih ploskev pritiska nekoliko kolebajo, predvsem v zvezi s spremembo temperature: v hladnem zraku ležijo vse te ploskve, razen včasih 850 mb ploskve, niže kot v toplem zraku, in sicer tem niže, čim više leži ploskev in čim nižja je splošna temperatura zračnega sloja od tal do tiste ploskve. Za potrebe reakcijskega letalstva in za znanstvena proučevanja, rišejo tudi višinske karte za 100 mb ploskve (okoli 16 km), za 50 mb ploskve (200 km) itd.

Vkljub izčrpnim sinoptičnim kartam, ki natančno kažejo trenutno vreme ne samo v nižinah, marveč tudi v poljubnih višinah, še ni mogoče predvidevati novih vremenotvornih procesov. — To je stvar prihodnosti, kakor je bilo razloženo že ob zaključku prejšnjega poglavja! Sedaj pa držijo napovedi le toliko, kolikor moremo pravilno predvidevati gibanje vremena: če je na primer dež zajel Francijo, nato Švico in je usmerjen proti nam, je pač dana možnost, da bo ta dež v času toliko ur dosegel naše ozemlje. Če pa nastane med potjo nov proces, katerega prej na karti še ni bilo, ali ga ni bilo mogoče opaziti, potem napoved nujno zgreši, in tega ne more preprečiti niti najboljši vremenoslovec.

Sinoptično vremenoslovje se je mogočno razvilo ne zaradi napovedi, ki jih še v pravem pomenu besede ne zmore, marveč zaradi zavarovanja letalskega in ladijskega prometa: pilot dobi natančen opis vremena v vseh višinah (in ustrezni grafikon), kakor trenutno vlada vzdolž nameravane poti, obenem pa triurno ali dvanajsturno napoved (ta zadnja je potrebna ob letenju čez ocean). Takšne kratkoročne napovedi so mnogo boljše od teh, ki jih prinašata radio in časnik za naslednji dan. Vendar pilot ostane med letom v radijski zvezi s sinoptičnimi centri svoje poti, od katerih dobiva sproti informacije, če se je vreme med potjo nepričakovano spremenilo. Ker ima avion hiter let, se lahko vedno izogne srečanju s tem ali onim neugodnim ali nevarnim vremenskim pojavom, na primer z nevihto ali viharjem. Raketni avioni letijo skozi stratosfero, kjer je vreme večno jasno. Vendar je vreme najbolj važno pri pristanku, saj prav tedaj prete največje nevarnosti: če je na primer majhna vidljivost, utegne pilot zgrešiti betonsko stezo in se zaleteti v kak predmet. Ob letu v velikih višinah je važno, da ima avion kar se da ugoden veter; zlasti ne sme zaiti v nasprotno usmerjeni jet stream. Slednji lahko poškoduje avion, vsekakor pa močno zavira njegovo hitrost in s tem bistveno povečuje potrošnjo goriva. V novejši dobi avioni včasih izrabljajo jet streame v svoj prid, če je seveda jet stream enako usmerjen kot avion: tedaj se giblje avion mnogo hitreje, zato tudi potroši mnogo manj goriva. Vendar je letenje v jet streamu nevarno, ker ima jet stream močne valove in vrtince, ki lahko celo prevrnejo avion. Zato bi bilo treba odsvetovati takšne lete.

Svoj čas je bil velik problem oledenitev aviona, ko se ta prebija skozi oblake. V novejši dobi je ta nevarnost praktično odstranjena, ker ob potrebi namažejo avione s posebno kemično mažo, ki onemogoča oledenitev.

Tudi ladijski promet je z obveščevalno sinoptično službo zavarovan pred presenečenji. Ladja pa je prepočasna, da bi mogla vedno uiti bližajočemu se neurju, pač pa so neurja za ladje mnogo manj nevarna kot za avion. Sicer se tudi ladja drži tiste smeri, kjer je neurje po vremenskih podatkih najšibkejše in tako se izogne najhujšemu.

Vojne dobe in vojna pripravljenost v mirni dobi so močno pripomogle k razvoju sinoptičnega vremenoslovja, kajti v zadnjih dveh vojnah je bilo letalstvo in ladjevje velikega pomena. Tudi daljnonosno topništvo mora podrobno poznati moč in smer vetra na poti granate, kajti veter močno vpliva na preciznost zadetka. Omeniti je treba, da ustanovitev sinoptične službe ni sprožila mirna doba in ne gospodarski ali znanstveni interesi, marveč vojna, in sicer Krimska vojna l. 1855. Povod je dala katastrofa zavezniškega ladjevja v Črnem morju, katerega je uničil silovit orkan. Takrat živeči znanstvenik, francoski astronom Leverier je v zvezi s tem predlagal ustanovitev obveščevalne vremenske službe, to je sinoptike, ki bi po njegovem mnenju mogla pravočasno opozoriti ladjevje na pretečo nevarnost.

Razvoj sinoptike je zatrl že mnogo prej obstoječo in razvijajočo se umetnost napovedovanja vremena po oblakih in drugih krajevnih znakih, tako da le-ta ni dosegla znanstvene osnove. Vendar tudi znanost ni mogla mimo dejstva, da znajo redki naravni talenti napovedati vreme po zunanjem videzu neba bolje, kot poklicni specialisti na osnovi obsežnih sinoptičnih kart. Kaže, da more zunanji videz neba povedati mnogo več o procesih, ki na novo delajo vreme, medtem ko vremenske karte povedo v glavnem le o gibanju že obstoječega vremena. Zato so začeli nekateri specialisti proučevati še krajevne znake vremena, ki so vidni predvsem v stanju neba, v vetrovih itd. Temu je pripomogla teorija o vremenotvornih procesih, ki je obenem nakazala, kakšni krajevni znaki se morajo pojaviti pred to ali ono vremensko spremembo. Tako na primer se giblje pred toplo fronto cela vrsta oblakov določene oblike: sprva se pojavljajo pernati oblaki (cirrus),

sledi jim prozorna bela koprena, ki pokriva vse nebo (cirrostratus) in ki ustvarja okrog Sonca in Lune svetlobne kolobarje; nato se ta koprena zgosti in pridobiva sivo barvo, Sonce se vidi le še kot rumeni krog in sence izginevajo. — To so visoki slojeviti oblaki (altostratus). Oblaki postajajo čedalje temnejši in Sonce se popolnoma skrije. Obenem se pojavljajo sloji nižjih oblakov, med njimi so zlasti važne ovčice (altocumulus); polagoma začenja deževati (pozimi lahko tudi snežiti). Tedaj imamo nad seboj deževne oblake (nimbostratus). Deževni oblak leži dokaj visoko, in sicer v višini, kjer je temperatura več stopinj pod ničlo, vendar nastaja zaradi delnega izhlapevanja dežnih kapljic ali snežink, sloj nizkih oblakov, katerim pravimo stratus (slojeviti oblaki). — Če ženejo te nizke oblake močni vetrovi, nastopa namesto stratusa bodisi stratocumulus, to je kopasto-nagubani sloj, bodisi fraktostratus, to je raztrgani sloj nizkih oblakov. Dežuje (ali sneži) vse močneje in močneje, a enakomerno in v drobnih kapljicah (ali drobnih snežinkah). Naposled preneha deževati, potegne jug, nebo se začne jasniti in temperatura se naenkrat močno dvigne — prešla nas je topla fronta. Pozimi se praviloma spremeni sneg v dež, obenem se zavijejo nižine v zoprno meglo. Jug mnogokrat ne more pozimi prodreti do nižin in tedaj vztrajajo v nižinah jezera mrzlega zraka, v višinah pa je južno vreme. Barometer pred toplo fronto postopno in neenakomerno pada, pozneje se padec zveča, a tik pred prehodom fronte, se ustavi. Razjasnitev po prehodu fronte in jug nastopata torej po padcu barometra, in v tem primeru se barometer »moti«: — Vetrovi pa se praviloma obračajo takole: Sprva se gibljejo visoki oblaki z veliko hitrostjo od zahoda, a nizki oblaki od vzhoda ali jugovzhoda, pozneje se obračajo nizki oblaki in morebitni vetrovi pri tleh, vse bolj in bolj v južno smer, to se pravi: vzhodnik se sprevrže v jugovzhodnik, nato v jug, nato v jugozahodnik. — Ko se pojavi jugozahodnik v nizkih oblakih je topla fronta že nad nami! Pred toplo fronto se torej suče smer vetra na desno stran. Desno obračanje vetra z višino je namreč znamenje dotoka toplega zraka (po izrazu vremenoslovja a d v e k c i j a toplega zraka), a levo sukanje z višino je znak dotoka (advekcije) hladnega zraka. Le v plitvem sloju pri tleh se sučejo vetrovi z višino vedno na desno,

vendar je ta sloj debel le nekaj sto metrov. Pripomniti je treba: če se bliža topla fronta, tedaj to še ne pomeni, da nas bo tudi prečkala. — Pri nas se pozimi pogostokrat dogaja, da sproži topla fronta s Sredozemlja močno sneženje, ne da bi povzročila v nižinah bistveno oslabitev mraza, ker se fronta pozneje ustavi v prodiranju, ali se celo spremeni v hladno fronto, t. j. umika se nazaj pod pritiskom hladnih vetrov. Če nas preide topla fronta, tedaj smo zašli v tako imenovani t o p l i s e k t o r c i k l o n a. Vetrovi so tukaj jugozahodni in nebo se včasih jasni, včasih pa zopet pooblači, a ni bistvenih padavin. Ozračje je praviloma motno in eventualno jasno nebo ima bledo modro barvo. Zarje so rdeče in kalne. Temperatura je visoka, pozimi je izrazito južno vreme. Barometer le malo niha in ne kaže bistvene spremembe. — Če pa barometer prične v toplem sektorju naglo padati, potem se bliža hladna fronta, ali pa se ciklon poglablja ali krepi. Če pa barometer v toplem sektorju raste, potem to pomeni, da se ciklon polni, to je slabi. V prvem primeru se vetrovi krepijo, vreme slabša in ob nastopu hladne fronte nastaja bolj ali manj težko neurje. Pred hladno fronto se pojavljajo razen že prej obstoječih vodoravno razvitih oblakov, še vertikalno razviti, katerih prej ni bilo. Cirri (pernati oblaki) dobijo obliko plamenov, pajkov, puha, kosmičev itd. (to so cirrus-frammus, cirrus-floccus, cirrus-castellatus). Ovčice se pojavljajo ob istem času v najrazličnejših višinah, so brez reda razmetane in kažejo izrazito vertikalni razvoj (altocumulus-floccus, altocumulus-castellatus). Pojavljajo se včasih še oblaki v obliki belih čolnov ali hlebčkov z zabrisanimi robovi (altocumulus-lenticularis). Nebo dobi vijoličast odtenek, v nižjih legah se razvijejo težki kopasti oblaki (cumulus-congestus), ki prehajajo pozneje v temne hudourne oblake (cumulunimbus). Prehod kopastega oblaka v hudournega se najprej vidi po znakih poledenitve oblaka, ki se pričenja v zgornjem delu oblaka; kopasti oblak izgubi ostre obrise in značilno belo barvo svojih vrhov. — Barva vrhov postane medlo bela, dobi svileni sij, konture pa postajajo zabrisane. Izkušeno oko spozna to spremembo brez vsakih težav (glej priložene slike oblakov). Ob prehodu hladne fronte se veter bliskovito ojači, piha zelo sunkovito in spremeni svojo smer na sever (praviloma na severo-

zahodnik). — Poleti se tedaj pričnо hude nevihte z nalivi in tedaj je tudi nevarnost toče zelo velika; pozimi pa se sprva usuje babje pšeno ali sodra, pozneje pa prične snežiti v debelih kosmičih. Barometer se naenkrat močno dvigne, a pozneje ta dvig pojema. Temperatura hitro pada. Nekaj ur kasneje padavine prenehajo, nebo se pričenja jasniti, ozračje pa je zelo čisto in vidljivost odlična. Barva jasnega neba je tedaj temnomodra, zarje pa skoraj brezbarvne. Tudi če se ciklon polni, lahko hladna fronta povzroči in praviloma tudi povzroča padavine ali celo neurje s padcem temperature, tako da tudi v tem primeru »ne kaže barometer prav«, kajti dvigu barometra je sledilo zopet slabo vreme! Vendar fronta in ustrezno slabo vreme praviloma ob dvigu zračnega pritiska slabita in ne trajata dolgo Pri nas v Sloveniji gre vreme redkokdaj po nakazani shemi, kajti Alpe povzročajo važne komplikacije: tople fronte, ki prihajajo iz Atlantika, ne povzročajo pri nas nikakih padavin, marveč le pooblačitev in še to po večini z visokimi lahnimi oblaki, medtem ko imajo ob istem času na severnem robu Alp, t. j. v Švici, Avstriji in na Bavarskem obilne padavine. Vzrok temu pojavu je omenjeno obračanje vetra z višine na desno, ki je nujno pred toplimi frontami. Oblaki, v katerih se proizvajajo padavine, se gibljejo pred toplo fronto, če se ta bliža z Atlantika, od severozahoda in se tako vzpenjajo na severno pobočje Alp, na južnem pobočju, t. j. pri nas, pa padajo. — Vzpon zraka je zvezan z adiabatsko ohladitvijo, kar krepi padavine, medtem ko se na južnem pobočju zrak zaradi padanja v nižine adiabatsko segreva, zato pa oblaki izhlapevajo. Takim vetrovom, ki prečkajo gore in padajo na odvetrni strani kot topli in suhi vetrovi, pravimo feni. V Sloveniji torej tople fronte z Atlantika zaradi fena ne prinašajo padavin. Če pa prihaja topla fronta iz Sredozemlja, tedaj je pri nas privetrna stran, a severno od Alp odvetrna in tedaj so pri nas obilne padavine, a severno od Alp suhi feni. — Višinski vetrovi so pri nas pred temi feni, to je pred sredozemskimi toplimi frontami južni.

Alpe vplivajo tudi na hladne fronte: če vlada na višinah severozahodnik, potem so tudi hladne fronte pri nas zaradi fena neučinkovite. Pozimi povzročajo take hladne fronte v Sloveniji le nekaj visokih oblakov, medtem ko na severnem

robu Alp obilno sneži; poleti pa večinoma izbruhnejo krajevne nevihte, ki so v alpskih pokrajinah dokaj močne, zlasti še na področju Raduhe (v Savinjskih Alpah) in okolice. Če pa so fronte zelo ostre, potem se veter z višino tako močno obrača na levo, da piha v višini alpskih grebenov izrazit zahodnik ali celo jugozahodnik. Zato hladen zrak ne more prečkati Alp, pač pa teče naokrog in prodira k nam skozi Dunajska vrata. Tedaj se iznenada veter obrne (pri nas na vzhodnik) nebo se hitro pooblači, in pričnó se padavine, ki pozimi brž preidejo v sneg. Barometer se sunkovito dvigne, kakor je to pravilo ob prehodu klasičnih hladnih front. Naposled povzročajo Alpe še nastanek novega ciklona nad Genovskim zalivom. — Ta ciklon se utegne razviti v nekaj urah in povzročiti nenadne, praviloma obilne padavine v vsej zahodni Sloveniji (in Severni Italiji) do črte Celje—Novo mesto na vzhodu.

Kadar se pripravlja sprememba vremena z izvorom v jet streamu, se pojavljajo na valovih jet streama ozki, čolnom podobni oblaki, ki ležijo v velikih višinah in pripadajo pernatim oblakom (cirrus-lenticularis). Oblaki hitro menjajo svojo obliko in množino, pojavljajo se tu in tam, izginevajo in se znova kažejo na kakšnem drugem mestu itd., imajo pa izrazito zabrisane konture in svileni sij. Hkrati se pogostokrat pojavljajo še drugi pernati oblaki najrazličnejših oblik: tudi ti oblaki hitro menjajo svojo obliko in množino, gibljejo pa se z veliko hitrostjo. V Sloveniji napovedujejo pojavi naštetih oblakov huda neurja in obilne padavine z ohladitvijo do 48 ur vnaprej. Nekaj ur pred neurjem se pojavljajo težki kopasti oblaki, združeni s snežno belimi drobnimi ovčicami. — Tem snežno belim drobnim ovčicam pravimo c i r r o c u m u l u s. Njihova kombinacija s težkimi kopastimi oblaki velja po vsem svetu kot z a n e s l j i v z n a k b l i ž a j o č e g a s e h u d e g a n e u r j a.

S tem pa seveda shema krajevnih znakov vremena še zdaleč ni izčrpana, vendar podrobnosti prekašajo okvir te knjige.

Kratka fizikalna razlaga krajevnih znakov je naslednja: Ob topli fronti se razsežno, toda zelo počasi dviga topel veter nad hladnega. Zato se proizvajajo oblaki izrazito iztegnjenih, navidezno vodoravnih oblik. Dvig temperature v višinah za-

vira vertikalne vzponske struje (tako imenovane ascendenčne struje). Zato so oblaki le vodoravno razviti in eventualni kopasti oblaki z bližanjem tople fronte izginevajo ali prehajajo v oblake vodoravnih oblik. Oblaki leže obenem v pravilnih nadstropjih, vmes pa je prostor brez oblakov. — To zadnje izkoriščajo avioni, ko lete čez območja, zajeta s toplo fronto. Prvi oblaki (ciri) leže 800 do 1200 km daleč pred fronto. Širina deževne zone znaša do 400 km.

Pred hladno fronto se pričenja sprva ohladitev v višinah, zato tam nastajajo prve ascendenčne struje, ki proizvajajo oblake, vertikalnega razvoja (floccus, castellatus itd.). To ustvarja kaotični videz neba: tam, kjer so struje, so kopasti oblaki ali vertikalno razviti oblaki višjih nivojev, tam, kjer ni struj, imamo vodoravno razvite oblake, ali pa oblakov sploh ni; same struje se namreč pojavljajo v najrazličnejših višinah. Ker vzponske struje trčijo s splošnim gibanjem zraka (z vetrovi), nastajajo valovi, a za valove je značilna proizvodnja čolnom in lečam podobnih oblakov (lenticulari). Po prečkanju hladne fronte se izpodrinjeni topli zrak razsežno dviga nad hladnega, kot se to dogaja na topli fronti, le da je hitrost vzpona mnogo večja. Zato prehajajo hudourni oblaki v enakomerno oblačno maso in plohe v trajen, toda močan dež (pozimi kosmičasti sneg).

Pred okluzijsko fronto (fronto, ki nastane tedaj, kadar hladna fronta dohiti toplo), se sprva pojavljajo znaki tople fronte, ki prehajajo pozneje v znake hladne fronte in tudi v padavine nedoločenega tipa. Stare okluzijske fronte ne povzročajo več nikakih padavin, pač pa se tu rade razvijajo tako imenovane vročinske poletne nevihte, ki sledijo sončnim in po večini vročim poletnim dnevom v pozno popoldanskem ali večernem času.

Kaplje hladnega zraka imajo naslednji mehanizem: kaplja sama se kot hladno telo (običajno s premerom več sto kilometrov) vrti tako, kot zrak v ciklonih, kajti v središču kaplje, kjer je najbolj hladno, je tudi zračni pritisk najnižji. Topel zrak, ki obdaja kapljo, se vzpenja nad njo kakor ob topli fronti, zato proizvaja raztegnjene navidezno vodoravne oblake, kot pred toplo fronto. Topel zrak prenaša s trenjem na kapljo svojo gibalno (kinetično) energijo in tako podpira vrtenje kaplje; le-ta lahko ohrani to rotacijo nedo-

gledno dolgo časa. V kaplji sami temperatura z višino zelo naglo pada in to daje povod razvoju vertikalno razvitih oblakov, poleti tudi težkih hudournih oblakov. Zato je ob kaplji videz neba precej podoben le-temu pred hladno ali okluzijsko fronto. Padavine v kaplji se naglo spreminjajo, včasih kak dan sploh ni padavin in je vreme sončno, drugi dan nenadno nastaja trajen dež, pozimi sneg, nato zopet le popoldanske plohe itd.

Višinske doline (glej poglavje o zračnem pritisku, izobarah, ciklonih, dolinah itd.) povzročajo vreme, ki je zelo podobno vremenu pod vplivom kaplje hladnega zraka: po prehodu hladne fronte nastopa sprva lepa razjasnitev, barometer se vseskozi dviga in vsakdo bi pričakoval, da je dežja že konec, toda mnogo ur kasneje, ali šele naslednjega dne nepričakovano trajno dežuje, pozimi pa sneži in je hladno! — Tedaj nas je dosegla »višinska dolina«, ki pogostokrat sledi hladnim frontam. Višinska dolina se utegne dalj časa zadržati na istem mestu, ali se spremeniti v kapljo hladnega zraka; v obeh primerih traja slabo vreme več dni zaporedno. Dolina, ki ima v nižinah izrazito obliko črke V, se imenuje V-depresija in povzroča hudo neurje. Ta oblika dolin je namreč posledica ostrih hladnih front, na katerih se razvija te vrste oblika izobar. V-depresija se vedno hitro giblje, zato slabo vreme, ki ga povzroči, hitro mineva. V zaledju takih depresij je hladno, a zelo čisto in jasno vreme z izredno dobro vidljivostjo.

Barva neba in zarje je odvisna od ultramikroskopskih kapljic megle in prašnih delcev, ki so v zraku: vlažen, zlasti tropski zrak ima obilo drobnih kapljic in prašnih delcev in je zaradi tega kalen, zato ima nebo v takem zraku bledomodro barvo, zarje pa so rdeče in kalne (glej Rayleighov zakon). V hladnem, zlasti polarnem zraku, ki prodira v zaledje hladne fronte, nastopa zaradi splošnega pogrezanja zračnih gmot, izsušitev. Zato ultramikroskopske kapljice izhlapevajo, medtem ko morebitni prah izperejo frontalne padavine. Zato je tu ozračje čisto, nebo temnomodre barve, zarje pa so skoraj brezbarvne. Te lastnosti so zlasti poudarjene v arktičnem zraku, ki izvira z daljnega severa, kajti ta zrak prihaja iz območja malega izhlapevanja, od tam kjer tudi ni prahu.

Barometrski pritisk se ravna po legi in gibanju ciklonov, anticiklonov, dolin in grebenov. Ob fronti sami je pritisk vedno znižan, za njo pa ob topli fronti le malo raste, medtem ko ob hladni fronti zelo močno raste. Omeniti je treba, da pomeni hiter padec barometra praviloma za drugi dan ne slabo, marveč lepo vreme, ker kaže na hitro gibanje ciklona! Zakaj fronta je črta, kjer trčijo topli in hladni vetrovi, zato se ob prehodu fronte spreminja tudi veter.

Oblaki, ki nastajajo na jet streamu, se ustvarjajo na njegovih valovih in tedaj so podobni ozkim čolnom z zabrisanimi robovi (lenticulari), dalje se ustvarjajo oblaki na erupcijah jet streama, kjer se proizvajajo stebrom in plamenom podobni pernati oblaki in nazadnje še ob močnih vodoravnih gibanjih zraka, kjer se ustvarjajo raztegnjene oblike pernatih oblakov. Zrak v jet streamu stalno valovi, se vrtinči in eruptira, zato oblaki tu hitro menjajo svojo obliko, množino, hitrost in celo do neke mere smer gibanja. Bližina jet streama ima vedno za posledico frontalne procese pod njim, zato je pojav jet streamnih oblakov obenem znak slabega vremena. Omeniti je treba, da vsi našteti krajevni znaki omogočajo napoved le tedaj, če so izraziti, sicer ne dajejo jasnega pregleda.

Za zaključek si oglejmo še nekaj ljudskih vremenskih pravil: smrad iz kanalov in greznic in mehurji na rekah pomenijo po ljudskem mnenju slabo vreme, dejansko pa kažejo našteti pojavi hiter padec zračnega pritiska, kar povzroča, da uhaja zrak iz kanalov in greznic in iz vode. Zato drži napoved tega pravila le toliko, kolikor drži napoved hitro padajočega barometra. Da se more barometer »zmotiti«, smo videli že prej. Ljudsko mnenje šteje za znak slabega vremena še rdečo jutranjo zarjo. Rdeče zarje pa pomenijo le kalnost ozračja in nič več. Če je zrak kalen zaradi tega, ker smo v toplem sektorju ciklona, potem praviloma sledi še hladna fronta in z njo tudi slabo vreme, drugače pa ne. — Kalen zrak je lahko tudi v območju ustaljenega lepega vremena, če se drži v nižinah zaprašen zrak (ob času močne vročine in suše) ali goste in redke megle (pozimi). Tudi v tem primeru so zarje rdeče, a vreme je kljub temu ustaljeno lepo. Rdeče zarje morejo nastati tudi zato, ker pokrivajo polovico neba

oblaki, ki leže na nasprotni strani vzhajajočega ali zahajajočega sonca. Če se to zgodi zjutraj, pomeni, da je ves zahodni del neba pokrit z visokimi in srednje visokimi oblaki, kar po večini pomeni fronto in zato tudi slabo vreme. Ker ne prinaša vsaka fronta padavin (na primer slabo izražena fronta jih ne prinaša), ne more rdeča zarja z gotovostjo napovedati slabo vreme.

Ljudski znak slabega vremena je še kolobar okoli Sonca ali Lune. Omenjeni kolobarji kažejo le prisotnost prozorne tenčice visokih oblakov, ki pripadajo tipu cirrostratus in ki označujejo, da je nekje v razdalji kakih 700 do 1000 km od nas fronta (po večini topla fronta). S tem še ni rečeno, da bo ta fronta sprožila pri nas padavine, kajti lahko se nas izogne ali se med potjo ustavi ali razkroji. To ljudsko pravilo bolje drži, če se gibljejo omenjeni visoki oblaki z veliko hitrostjo od zahoda ali jugozahoda: v tem primeru je fronta usmerjena proti nam, a velika hitrost oblakov dokazuje, da je frontalni proces izrazit.

Ljudsko pravilo šteje za znak slabega vremena še to-le: če postane sol mokra, ali nabrekne les, če se kamen poti, ali če struna na violini popusti. Vsi ti znaki niso nič drugega, kot le znak visoke relativne vlage! Relativna vlaga pa prej sama sledi določenemu vremenu, kakor ga napoveduje; pred dežjem je relativna vlažnost mnogokrat nizka, a ko začne deževati, se dvigne. Relativna vlaga je izredno visoka ob zimskem mokrem južnem vremenu, ko se tali sneg, obenem pa dežuje in se drži nad snegom megla. Vendar les in sol občutita visoko vlažnost le tedaj, če ta dolgo časa traja. Zato običajna jutranja megla, ki se pozneje razkadi, nima vpliva na te predmete. Kamen se poti, če iznenada nastopi po dolgotrajnem hladnem vremenu izrazito toplo vreme z dotokom tropskega zraka. — Običajno se to dogaja v toplem sektorju globokega ciklona. Ker toplemu sektorju navadno sledi hladna fronta, more pomeniti potenje kamna slabo vreme. Vendar ne zmerom. Violinske strune so kakor lasje dobro občutljive na relativno vlago. Zato se da to njihovo lastnost izkoristiti za izdelavo higrometra (vlagomera) ali vremenske hišice. Kako je treba ravnati z vremensko hišico, sem že napisal v poglavju o vlagi.

Omenimo še revmatične vremenske napovedi: mnogi revmatiki se ponašajo s svojo »nezmotljivo« vremensko napovedjo na osnovi revme. Toda revmatik ne čuti nič drugega, kot kolebanje zračnega pritiska! Revmatik torej ne more napovedati vreme bolje, kot ga napoveduje barometer! Če se revmatik dvigne z žičnico na Krvavec, mora občutiti izrazite znake slabega vremena, ker je pritisk na Krvavcu znatno nižji kot v Ljubljani. Razen revmatikov čutijo na enaki podlagi vreme, to je na podlagi spremembe pritiska, srčni bolniki, osebe z močnim krvnim pritiskom, živčni ljudje, osebe z zaceljenimi starimi ranami itd. Za srčne bolnike in za osebe z močnim krvnim pritiskom je padec zračnega pritiska dokaj nevaren, ker lahko sproži kap. Zato se kapi »epidemično« širijo ob času nizkega barometrskega stanja!

Za zaključek je treba omeniti še vero preprostega ljudstva, da Luna vpliva na vreme. To mnenje je nastalo iz lažiznanosti a s t r o l o g i j e, ki je procvitala v starem in srednjem veku in ki je razlagala vse dogodke in tudi vreme kot posledico medsebojnega položaja Sonca, Lune, zvezd in planetov. — Od tod so tudi »horoskopi«, t. j. »znamenja usode posameznika«, ki jih še sedaj prinašajo nekateri inozemski časopisi. Luna ne more vplivati na vreme, ker nima ničesar, s čimer bi lahko vplivala: privlačna sila Lune, ki povzroča plimo in oseko v morjih, povzroča tudi plimo in oseko v zraku, toda v zraku je ta bibavica tako majhna, da zračni pritisk zaradi tega ne koleba več kot za nekaj stotink milibara. Moč luninih žarkov je tudi zelo majhna in ne povzroča večjega segrevanja kot za eno stotinko stopinje. Iz tega vidimo, da Luna ne more vplivati na vreme! Podatki za lunino privlačno moč in za moč luninih žarkov so že zdavnaj na razpolago, kajti vse to je že izmerjeno z najobčutljivejšimi instrumenti. Občutljivost instrumentov, s katerimi je bila izmerjena moč luninih žarkov, je naslednja: če prižgemo svečko na pokopališču Žale v Ljubljani, bi takle instrument zabeležil to toploto še na stolpu Gradu v Ljubljani, to je na razdaljo 3 km! Z isto natančnostjo je izmerjena privlačna moč Lune, tako da ni nobenega dvoma več, da Luna nima nikakih sil, s katerimi bi lahko vsaj malo vplivala na vreme. Na Kitajskem in Japonskem, kjer ni bilo omenjene lažiznanosti astrologije, nikoli ni bilo vere v vpliv Lune na vreme. Astro-

nom Herschel (v začetku 19. stoletja) še ni imel podatkov o privlačni moči Lune in tudi glede moči njenih žarkov in je še mislil, da Luna vpliva na vreme. Njegov tovrstni ključ, ki naj bi omogočil napoved vremena na osnovih luninih faz, se ni obnesel.

Mnogo bolje je z ljudsko vero v vremenski pomen nekaterih koledarskih dni, na primer ledeni možje (12. do 14. maja), mokra Zofka (15. maja), in v odvisnost dolgih razdobij od vremena v določenih dneh v letu (na primer Medard 6. junija, 40 mučenikov 10. marca itd.). Znanost je ugotovila, da dejansko obstoji močno nagnenje k določenim vremenskim spremembam v bližini nekaterih dni v letu. — Ta pojav imenujemo singularitete. Vendar singularitete niso preveč natančne in se sčasoma celo spreminjajo. Tako so bili »ledeni možje« v prejšnjem stoletju izrazito zanesljivi, a v zadnjih desetletjih ne drže več. Navedene spremembe so zlasti močne v zadnjih dveh desetletjih in so zajele večji del singularitet. Ni izključeno, da se bodo v prihodnjih desetletjih zopet pojavile stare singularitete. Znanost si razlaga singularitete takole: Sonce povzroča letne čase, s tem pa tudi ustrezne spremembe v svetovni in krajevni cirkulaciji zraka. Vendar se ta ne spreminja postopno, marveč sunkovito, kadar prekorači moč Sonca določeno kritično mejo. Ta kritična meja je odvisna od stabilnosti cirkulacije, ki je nastala v prejšnjem letnem času: čim stabilnejša je cirkulacija, z večjo zakasnitvijo nastane nova cirkulacija, t. j. tem močneje kasni singulariteta. Poudariti je treba, da je naša razdelitev leta v štiri letne čase nepravilna in da ima leto dejansko mnogo letnih časov, vsekakor ne manj od osem. Zato je tudi število singularitet precejšnje. Spremembe v singularitetah dokazujejo, da klima ni nekaj stalnega, marveč se spreminja. To kolebanje klime je v zadnjih desetletjih lepo razvidno ne samo iz natančnih opazovanj vremena, kakor ga opravljajo poklicne opazovalnice, marveč še iz kolebanja snežišč po naših gorah: še pred 30. leti so bili Julijci dobro zasneženi in Triglavski ledenik je bil skoraj dvakrat večji od sedanjega. V zadnjem času močno kasnijo tudi zime. Vzrok kolebanja klime ni dobro znan, kaže pa, da je to v zvezi s kolebanjem aktivnosti Sonca. Saj Sonce gotovo ne žari enakomerno, marveč včasih pošilja več, včasih manj energije.

Umetni sateliti bodo kmalu dali natančne podatke o kolebanju sončne energije in tako omogočili kontrolo nekaterih teorij o spremembi klime. Klimatska kolebanja niso samo sad sedanjega časa in bližnje preteklosti, kakor mnogi mislijo, marveč so ugotovljena tudi v davnih časih: za časa Karla Velikega (v 9. stoletju) in nekaj stoletij kasneje, so bile zime toplejše od sedanjih, kar je omogočilo Normanom (Skandinavcem), da so se s čolni prebili do Grönlanda; sicer je to območje s svojim ledom neprehodno za čolne. V nasprotju s tem so bile zime v 18. in 19. stoletju mnogo mrzlejše od sedanjih. Ugotovljeno je tudi kolebanje padavin v zadnjih dva tisoč letih in sicer na podlagi notranjega ustroja starih velikanskih dreves v Ameriki in v tropskih pragozdovih. Neupravičeno je torej mnenje, da je sedanje »nenavadno« vreme res nenavadno in posledica atomskih eksplozij. Atomske eksplozije vplivajo le malo časa na vreme tistega kraja, kjer je bila eksplozija: nad mestom eksplozije nastane hudourni oblak v obliki gobe, iz katerega običajno dežuje (pada radioaktivni dež), vendar se vse to v nekaj urah razkadi in vreme ostane isto, kakršno je bilo pred eksplozijo. Mimogrede je treba omeniti, da povzročajo že močni požari v tropskih krajih hudourne oblake in plohe nad mestom požara; v zadnji svetovni vojni je bilo več takih neviht nad gorečimi petrolejskimi ladjami. Tropsko ozračje je namreč v stalni pripravljenosti za proizvodnjo neviht, ker je dobro založeno z vodnimi hlapi in nima ne ciklonov ne anticiklonov (do zemljepisne širine 5^0), ki bi mogli ustvariti primerno vreme. Ne kaže tudi, da bi mogle atomske eksplozije vplivati na svetovno vreme, kajti energija svetovnega vremena je neprimerno večja od energije atomskih eksplozij. Tudi drobni prašni delci, ki zaradi atomskih eksplozij pridejo v zrak, še ne vplivajo na oslabitev sončnih žarkov. Če bi bilo v zraku takih delcev preveč, bi sončni žarki izgubili med potjo skozi zrak preveč svoje energije in bi lahko s tem povzročili počasno, toda vztrajno ohladitev Zemlje. Zato bi se tudi spremenila svetovna cirkulacija zraka in bi tako nastale daljnosežne posledice. Prašni delci se sicer sami od sebe počasi izločajo iz zraka in njihov vpliv na klimo je možen le tedaj, če se nenehno dovajajo v zrak. To se lahko zgodi, če se poveča dejavnost ognjenikov ali pa zaide Zemlja v kozmični

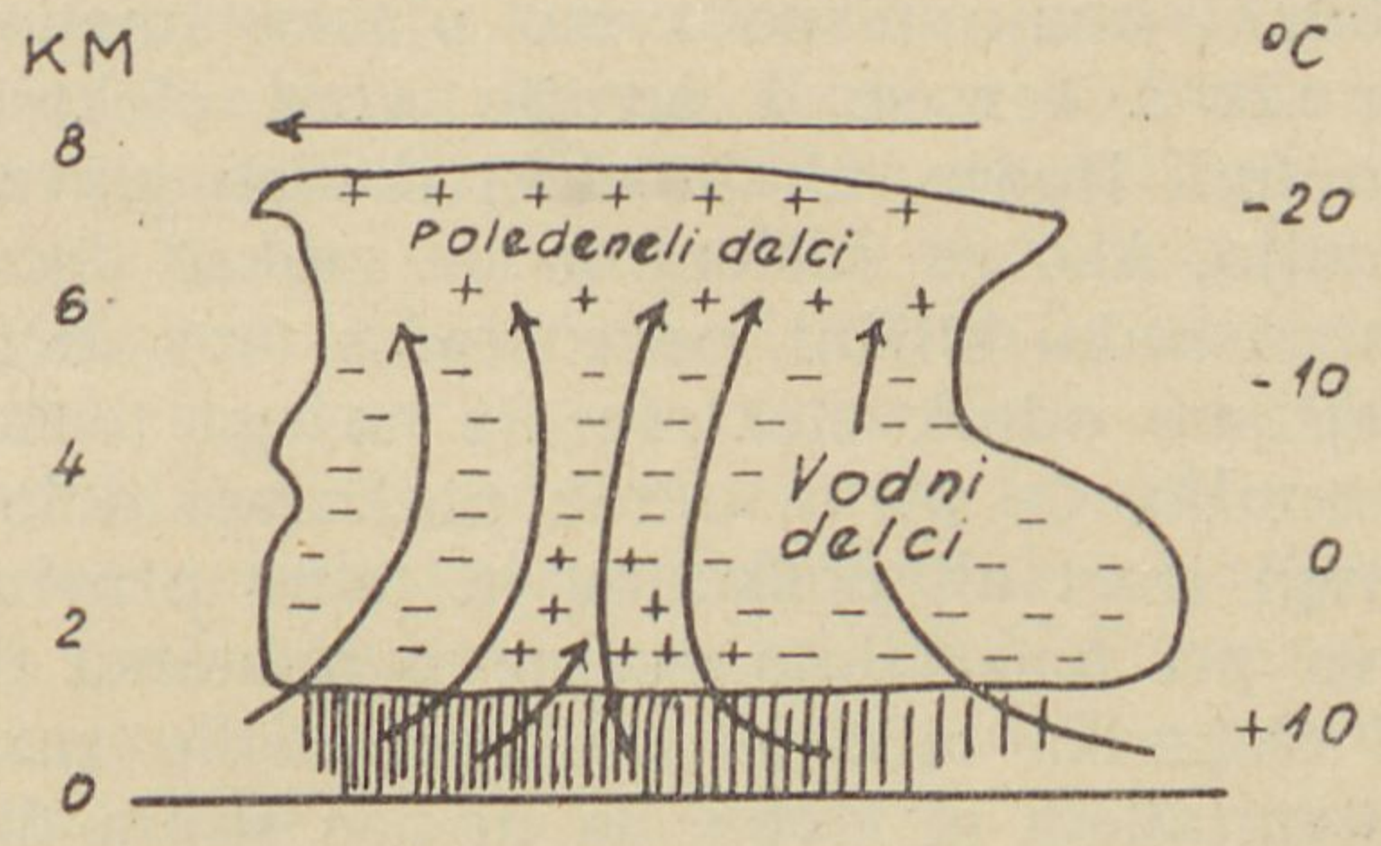
prašni oblak. Morda so bili v geološki preteklosti taki primeri in nemara so ti odgovorni za nekatere poledenitve Zemlje v davni geološki preteklosti.

Za zaključek si oglejmo še ustroj nevihtnega oblaka. Z natančnim merjenjem so dognali, da se zrak v ospredju nevihtnega oblaka hitro dviga. Hitrosti dviganja znašajo po večini okoli 15 m na sekundo, a dosežejo tudi 30 m na sekundo in še več. V tem območju se hudourni oblak ustvarja, in sicer zaradi hitre adiabatske ohladitve zraka, ki se vzpenja, pri čemer padavine tu ne morejo padati, ker jih veter ne samo z lahkoto drži v zraku, marveč jih celo dviga in zanaša na zgornji del oblaka. Pozneje zanese veter padavine v zaledje oblaka, kjer zrak skupaj s padavinami hitro pada kakor mogočen zračni slap proti Zemlji. Dokazano je, da padavine ne morejo padati, če piha veter navzgor s hitrostjo nad 8 m na sekundo, kar je primer v ospredju nevihtnega oblaka. Zato je oblak v ospredju izredno temen oziroma grozeče črn, ker tu vsebuje razen goste megle še debele padavine, v zaledju pa se oblak razkraja in je zato svetlejše barve, vendar naliv ali toča, ki sta semkaj prispela z vetrovi iz ospredja oblaka, skrivata oblak pred nami in se nam zdi, da je nebo še vedno črno, ker vidimo nad seboj zastor iz debelih kapljic dežja ali zrn toče. Šele po izpadu debelih kapljic dežja ali toče, postaja nebo svetlejše. Omeniti je treba, da so prve kaplje vedno debelejše, ker so težje in zato hitreje dosežejo tla, zaključen dež pa vedno sestoji iz drobnih kapljic in je zato pohlevnejši. Veter pri tleh nastopa že pred nevihto, in sicer deloma zato, ker padajoči dež ali toča iztisne zrak, ki mu je na poti, deloma pa zato, ker udre slap hladnega zraka, ki je v zaledju oblaka in s tem povzroči močan piš, ki je usmerjen proti razgretemu območju v ospredju oblaka.

Električnost nevihtnega oblaka nastaja deloma zaradi tega, ker veter, ki dviga kapljice dežja, razprši le-te v drobnejše. — To je tako imenovan lenardov električni efekt, ki daje debelejšim kapljicam pozitivni naboj, a drobnejšim negativnega. Drugi vzrok elektrizacije je trčenje padavin z ioni, ki so vedno v zraku. To trčenje daje delcem, ki padajo počasi, pozitivni naboj, hitro padajočim delcem pa negativnega (Wilsonov električni efekt). Ledeni delci, ki vise v vrhu nevihtnega oblaka, imajo primerno

tej razlagi pozitivni naboj. Pri vodnih delcih oblaka pa Wilsonov efekt ne pride do veljave in tu deluje le Lenardov efekt. Kaže, da more elektrizacija nastati tudi zato, ker se kapljice zaradi hitrega dviganja prenaglo ohladijo in nato prehitro zmrzujejo. — Del latentne toplote bi pri tem lahko prešel v električni naboj.

Blisk pa nastaja takole: sprva švigajo komaj opazni ali sploh nevidni mali bliski, ki se imenujejo predbliski in ki še ne dosežejo tal. Predbliski se močno cepijo na veje in ustvar-



Skica 35. — Zgradba nevihtnega oblaka. Ledeni delci v zgornjem delu oblaka so pozitivno nabiti. Drobni vodni delci oblaka kažejo negativen, debeli vodni delci pa pozitiven naboj

jajo elektroprevodni kanal v zraku. Znano je namreč, da navaden zrak ne prevaja elektrike; da bi zrak prevajal elektriko, je potreben razkroj njegovih molekul na ione. Ta razkroj opravijo omenjeni predbliski: sprva se naredi mali prevodni kanalček tik pod oblakom, nato ga izrabi naslednji predblisk, ki tako prodre v še nižje še neionizirane zračne plasti itd. S tem se kanal podaljšuje proti zemlji. Ob istem času se tudi gradi elektrovodni kanal z zemlje proti oblaku. Elektrika se zbira tu na ostrinah, včasih celo na laseh in brkih in v izjemnih primerih proizvaja šopke vijoličaste svetlobe, ki se imenuje E l i j e v o g e n j. Elijev ogenj je pogost na visokih gorah, a v nižinah je izreden pojav. Ko se elektrovodni kanal, ki raste iz oblaka, združi s kanalom, ki raste iz zemlje, nastane med oblakom in zemljo kratek stik in tu

bliskovito švigne mogočen raven blisk oziroma strela, in sicer pretežno v smeri od zemlje v oblak! Naša predstava, da strela trešči iz oblaka, je torej po večini napačna. Temu blisku pravimo g l a v n i b l i s k. Podnevi vidimo le glavni blisk, a njegovih predbliskov po večini sploh ne opazimo. Glavnemu blisku sledijo še zaključni šibkejši bliski, ki tečejo po istem kanalu z zemlje v oblak, in ki pomenijo, da zemlja prepočasi prevaja elektriko: elektrika ne more prehitro steči s širšega okolja proti kanalu, zato nastajajo še dodatni ali naknadni (zaključni) bliski, ki naposled izpraznijo ves naboj. Zaključni bliski imajo tesno zvezo s tako imenovano v o d e n o s t r e l o: ker se z zemljo vred elektrizirajo vsi predmeti in tudi ljudje, uhaja elektrika ob glavnem blisku iz nas v zemljo. Ako se naslonimo na mokro drevo ali smo v njegovi neposredni bližini, povečamo s tem stično ploskev in tako olajšamo odtok elektrike iz našega telesa v drevo oziroma v zemljo. Če pa ta odtok prekorači določeno moč, potem nastopi smrt ali poškodba in temu pravimo vodena strela. Drevo pri tem lahko ostane popolnoma nepoškodovano, kajti elektrika teče po mokrem deblu razmeroma z lahkoto. Potemtakem ni treba, da bi nas strela direktno zadela ali da bi zadela drevo, pod katerim vedrimo: da nas ubije, zadošča le, če udari kje v bližnjem okolju. Iz tega sledi, da ob nevihti ne smemo vedriti pod drevjem, ker je to zaradi vodene strele smrtno nevarno. Še bolj nevarno pa je, če ob času nevihte stojimo v bližini kovinskih drogov, ki so zakopani v zemljo.

Zemeljska elektrizacija nastaja zaradi tako imenovane influence, to je pod vplivom električnega naboja, ki je v oblaku. Zato ima zemeljska elektrika nasprotni znak naboja, kakor ga ima naboj v oblaku. Tudi v oblaku samem se delijo pozitivni in negativni naboji, in sicer v zgornjem poledenelem delu oblaka in v spodnjem vodnem delu, tam kjer so debele kapljice, je pozitiven naboj, vmes pa je negativen. Zato nastajajo bliski tudi v oblaku samem, in sicer mnogo pogosteje, kot med oblakom in zemljo. Bliski nastajajo tudi med dvema nevihtnima oblakoma. Omeniti je treba, da so bliski v ospredju nevihtnega oblaka modrikasti ali beli, a v zaledju oblaka rdečkasti. Zato lahko po barvi bliska sklepamo, če se nevihta šele pričenja in bo potemtakem še precej časa tra-

jala, ali pa se že umika. Obstoji pa tudi možnost, da oblak dozori do nevihtne stopnje šele po prehodu čez nas in tedaj se pričenja pri nas nevihta z rdečimi bliski. Rdeči bliski so torej znamenja, da gre nevihta proti koncu. Seveda se utegne zgoditi, da pride za nevihtnim oblakom drug nevihtni oblak. Tedaj sledijo rdečim bliskom odhajajočega oblaka modri bliski prihajajočega. Vendar le redkokdaj ena nevihta neposredno preide v drugo; po navadi je vmes neka pavza, ki jo lahko izkoristimo, da dosežemo dom ali zavetišče.

Obramba poslopij pred strelo je zelo uspešna s strelovodi. Vse kovinske dele hiše združimo s kovinsko konico, ki jo postavimo visoko na streho. Konico zvežemo z dovolj debelo žico s kovinskimi ploščami, ki so zakopane globoko v vlažni zemlji. Ko se prične graditi elektrovodni kanal med zemljo in oblakom, uhaja vsa elektrika iz hiše na konico in od tod v zrak. Zato se na hiši, opremljeni s strelovodom, ne more nakopičiti preveč elektrike in če ta uide v obliki strele, po navadi ne naredi škode. Popolnoma zanesljivo sredstvo proti streli je Faradayeva mreža. Fizik Faraday je namreč dokazal, da se elektrika zbira le na površju prevodnikov. Če torej obdamo hišo s kovinsko mrežo, ki jo lahko skrijemo pod ometom in opeko na strehi, potem ob nevihti nikoli ne bo elektrizacije pod to mrežo. Zato strela kvečjemu poškoduje omet ali strešno opeko in nič več. Faradayevo mrežo tvorijo kovinski avioni, lokomotive, železniški vagoni in celo avtomobili. Zato še ni bilo primera, da bi potnik utrpel v naštetih vozilih kakršnokoli škodo od strele.

VIII. poglavje

DOLGOROČNE VREMENSKE NAPOVEDI

Videli smo, da kratkoročna vremenska napoved še ni rešen problem in da je to morda stvar bližnje prihodnosti. Kazalo bi potemtakem: dokler ne moremo napovedovati vremena niti za drugi dan, je nesmiselno govoriti o napovedi za več dni, več tednov in sezon ... Toda pri napovedih za daljši rok ne gre za vreme vsakega posameznega dneva, marveč za splošno vreme vsega obdobja. To pa prestavlja težišče problema s posameznega primera na kolektiv in s tem bistveno olajšuje proučevanje. V vremenu posameznega dneva ima odločilno vlogo tako imenovani slučaj, to je malenkostni neopazni vpliv, ki zadrži ali pospeši sicer pravilno predvideno spremembo. Pri kolektivu vse to odpade, ostane le bistvo vremenotvornega procesa. Zato so bili mnogi znanstveniki mnenja, da je laže izslediti kolektivne zakonitosti, kot pa zakonitosti posameznih primerov. S tem bi kazalo, da bolje kaže za rešitev dolgoročnih prognoz, kakor pa za rešitev kratkoročnih. Prvi znanstveni poizkusi na to temo so se pojavili že v prejšnjem stoletju. Veliki vremenoslovec prejšnjega stoletja Dove je postavil naslednje načelo: gmota našega ozračja je stalna. Iz tega sledi, da je vsaka sprememba zračnega pritiska na kakršnemkoli kraju nujno združena z nasprotnimi spremembami kje drugje. To načelo bi moralo veljati tudi za kolektivne vrednosti zračnega pritiska, t. j. za povprečke dolgih razdobij. Ker je razporedba zračnega pritiska širom po zemlji osnovni vzrok vremena, saj ustvarja določene vetrove, je pričakovati medsebojne zveze med dolgimi vremenskimi razdobji širom zemlje. Te zveze iščemo s preprosto matematično metodo, ki se imenuje korelacijski

račun, zveze same pa se imenujejo korelacije. Kmalu po nastopu Dovea so mnogi znanstveniki, med njimi Blandford, ugotovili zanimive zveze (korelacije), ki naj bi omogočile na osnovi preteklega vremena v enem kraju napovedati splošno vremensko stanje dolgih razdobij v kakem drugem kraju. Tako je že omenjeni Blandford ugotovil tole: Če je poletje v Indoneziji prevroče, potem bo v Sibiriji prehuda zima. Največ je na tem področju naredil angleški vremenoslovec Walker. Le-ta je ugotovil izrazito zvezo med zimskimi padavinami v zahodni Sibiriji in kasnejšimi poletnimi padavinami v vzhodni Indiji, dalje zvezo med poletnim deževjem v Britanski Kolumbiji in kasnejšim jesenskim dežjem na Azorih itd. Drugi angleški meteorolog Bliss je ugotovil, da ima višina vodostaje Nila v Egiptu prognostično vrednost za kakovost poletja v Evropi: vodostaj Nila je namreč odvisen od deževja v Centralni Afriki — če je to deževje premočno, sledi v Evropi suho in vroče poletje. Nemški meteorolog Groissmayr je dognal, da previsok ali prenizek zračni pritisk v treh poletnih mesecih v Kairu napoveduje ustrezni temperaturni odklon v treh zimskih mesecih v Nemčiji.

Kazalo bi torej, da bo dala metoda Dovea odličen rezultat in s tem rešila problematiko dolgoročnih prognoz. Toda kasneje je nastopilo hudo razočaranje, ker se je izkazalo, da se ugotovljene korelacije spreminjajo! — To je v zvezi s splošno spremembo klime in se razlaga približno takole: Letni časi ne nastopajo vsako leto ob enem in istem uradnem koledarskem času, zato tudi korelacije ne morejo biti stalne. S spremembo klime se močno spreminja čas in kakovost letnih časov in tako se rušijo tiste povezave, ki so veljale za drugačne že minule tipe cirkulacij. Namesto bivših korelacij (povezav) nastajajo nove, vendar jih statistika zaradi prekratkega opazovalnega roka ne more odkriti ali dokazati, razen tega tudi te nove korelacije čaka ista usoda, kakor njihove predhodnice, t. j. zamenjava z drugimi itd. Klima pa se ne spreminja postopno, marveč sunkovito ozir. »stopničasto«: nekaj desetletij klima stagnira, t. j. se ne spreminja, nato se nekaj let hitro spreminja, nato zopet stagnira itd. Vsaka doba stagnacije (mirovanja klime) ima zase značilne korelacije, ki so veljavne le za tisto dobo. Te korelacije je možno z zelo dobrim uspehom uporabljati za prognozo,

dokler klima stagnira. Ker pa ni znano, koliko časa bo klima še mirovala, se ne moremo zanesti na prognoze te vrste in celo še več — prej ali slej pride do odločilne polomije! S tem je postala vsa korelacijska metoda zelo negotova. Tako je znani specialist za dolgoročne prognoze prof. dr. Franc Baur ugotovil naslednje: Prej je veljalo za dokazano, da je gladina jezera Victoria-Nianza (v centralni Afriki) v tesni zvezi s sončnimi pegami, in sicer takole: čim več je sončnih peg, tem več vode je v jezeru. V novejših desetletjih se je ta povezava spremenila v nasprotno, še kasneje pa je popolnoma odpovedala! Podobno je bilo pri vplivu Zalivskega toka na zime v Evropi: v prejšnjem stoletju so imeli za dokazano, da tedaj, če je voda Zalivskega toka ob Britanskem otočju in ob norveški obali pretopla, sledi v Evropi mila zima, v novejši dobi pa je ravno obratno! V to kategorijo sodijo tudi ugotovljeni mnogoletni ritmi vremena: Brückner (19. stol.) je ugotovil, da kolebajo padavine in temperatura po vsem svetu v razdobju okrog 33 let. Te Brücknerjeve periode še zdaj poučujejo vsi geografi v srednjih šolah in celo na univerzah, toda Baur je pokazal, da Brücknerjeva perioda ne obstaja več in da je izginila že pred dobrimi 20. leti! Znani astrofizik Méméry je svoj čas odkril stoletno periodo večjih vremenskih nepravilnosti, ki je temeljila na stoletni periodi sončne aktivnosti in je na tej osnovi napovedal izredno mrzlo zimo v Evropi leta 1928/29. Méméryevi periodi je še ustrezala enako mrzla zima leta 1939/40, toda kasneje je ta perioda popolnoma odpovedala. Tudi avtor te knjige je odkril mnogo zanimivih korelacij in period, ki pa ravno tako kot druge nimajo stalne veljave. Tako na primer kaže, da obstaja 49—50-letna perioda hladnih zim v Sloveniji in še 83-letna perioda povprečnih zimskih temperatur, a v zadnjem času so te periode popustile.

Iz vsega tega je videti, da statistična metoda ne more rešiti problema dolgoročnih prognoz. Znanost mora najprej rešiti problem spremembe klime in šele nato se lotiti problema dolgoročnih prognoz. Upamo, da bo bližnja prihodnost tudi v tem pogledu doprinesla nove možnosti za rešitev tega zanimivega in gospodarsko važnega problema.

Nekateri so skušali priti do dolgoročne prognoze na fizikalni osnovi. Tako je menil ruski meteorolog Gribojedov, že

pred prvo svetovno vojno, da se vreme dirigira s tečaja. To svoje mnenje je utemeljil z dejstvom, da postaja kolebanje zračnega pritiska proti severu čedalje močnejše. Kasneje je meteorolog Multanovskij poskusil z opazovanjem vremena v območju tečaja postaviti določena pravila za dolgoročno napovedovanje. Metoda Multanovskega je dandanes zelo razširjena na teritoriju Sovjetske zveze, vendar ni zadovoljivo rešila problema. Nemški meteorolog Franc Baur je prav tako skušal izslediti zakonitost v vremenu na osnovi kolebanja svetovne cirkulacije. Njemu je sledil v najnovejši dobi ameriški meteorolog Namias. Vsi poskusi te vrste so dosegli le delni uspeh, konkretne rešitve pa še niso prinesli. Kaže, da je treba počakati do dobe, ko bodo vreme opazovali umetni sateliti in probleme reševali elektronski računski stroji.

IX. poglavje

METEOROLOGIJA V PRAKSI

Videli smo, da daje obveščevalno vremenoslovje, t. j. sinoptika dragocene podatke letalcem. Po eni strani je s tem povečana varnost zračnega prometa, po drugi strani pa zmanjšana potrošnja goriva. Podobne usluge dela vremenoslovje ladijskemu prometu. Tudi avtomobilski in železniški promet sta močno odvisna od vremena: gosta megla ali poledica sta nevarna prometu. Žal, da se promet te vrste poslužuje kvečjemu le vremenskih napovedi, ne pa obveščevalne vremenske službe, ki bi mogla šoferju ali strojniku dati na pot podroben pregled vremena in mu še med potjo dajati potrebne informacije. V novejši dobi so mnogokje upeljana radarska vremenska opazovanja: radar vidi na razdaljo več kot 100 km vse vremenske podrobnosti: na primer obseg in moč hudournih oblakov, njihovo natančno lego, njihovo smer gibanja itd. Radar omogoča 10—15 minutne napovedi, ki navajajo z »astronomsko natančnostjo« kraj, obseg in trajanje naliva ali vetra. Radarske napovedi so važne za telefonsko in električno omrežje: tehnične ekipe pohitijo v zvezi s tako napovedjo na nevaren kraj in pravočasno intervenirajo, da se električno ali telefonsko omrežje ne poškoduje ali da se takoj obnovi. Radarske napovedi so važne tudi ob pristanku aviona, če se je približal letališču hudourni oblak. Radarske napovedi so naposled važne za velika športna igrišča, kjer je čas 10—15 minut zadosten za izpraznitev igrišča, če se bliža neurje; radarske napovedi lahko tudi preprečijo nepotreben množični beg z igrišča, kadar se približujejo grmeči hudourni oblaki, če radar pokaže, da pojdejo ti oblaki mimo

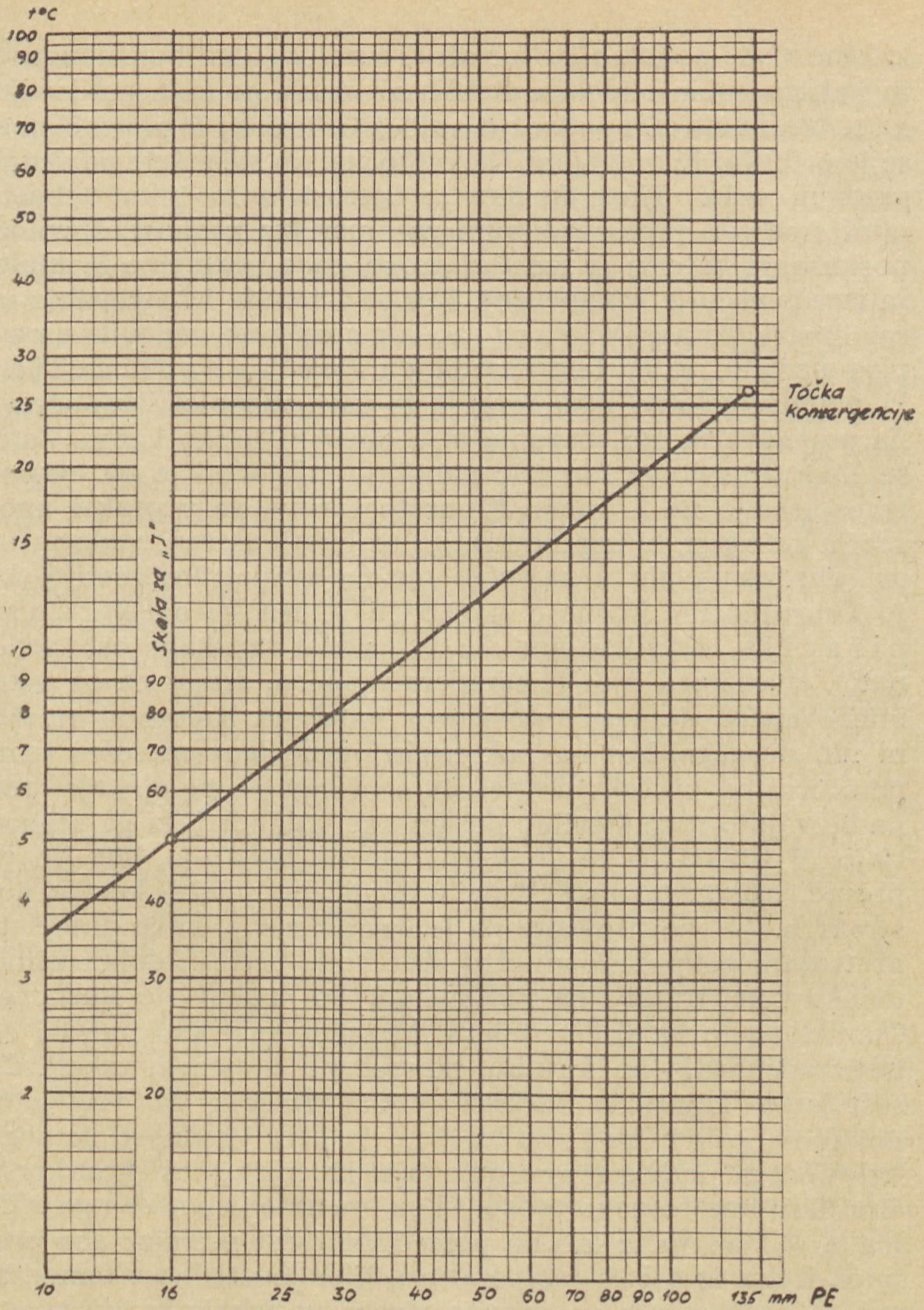
igrišča. Berlinski univerzitetni inštitut že od julija leta 1957 stalno obvešča občinstvo o radarskih napovedih.

Meteorološka praksa je v glavnem poudarjena v diagnozah (za letalstvo) in radarskih ali prav kratkoročnih prognozah (na primer 3- urne prognoze za letalstvo), vendar ne pomeni mnogo tam, kjer so potrebne prognoze za naslednji dan ali naslednje dni. Vzrok je pač nezanesljivost prognoz. Tako se na primer morejo poljska dela ravnati po napovedi, prej ali slej pa pride do napačne napovedi in zato tudi do škode, ki nastane zaradi nje (na primer namoči se pokošena trava itd.). Zato mora gospodarstvo presoditi, kdaj utrpi večjo škodo: takrat, če se ravna na slepo srečo ali pa po napovedi. V inozemstvu so že vsi zdavnaj spoznali, da je mnogo manj škode, če se poljska dela ravnajo po napovedi, in sicer kljub temu, da napovedi ne dosežejo 85 % zanesljivosti. V Sovjetski zvezi obstajajo še obročne vremenske opazovalnice, ki obdajajo od vseh strani velika posestva (kolhoze) in opazujejo z radarjem ali kako drugače gibanje oblakov, dežja itd. in pravočasno sporočajo vodstvom kolhozov o bližajoči se vremenski spremembi. Tedaj nastane na ogroženih kolhozih »alarm« in vsi delavci zapuščajo svoje delo ter pomagajo pospraviti na varno to, kar ne sme biti namočeno ali izpostavljeno vetru.

Drugače je kmetijstvo bolj zainteresirano glede dolgoročnih prognoz: če bi mogli že jeseni vedeti vsaj v grobih potezah potek padavin in temperature do žetve, bi bilo možno dobro planirati take vrste žit, ki dajejo največji pridelek ob predvidenem tipu vremena. Toda to na žalost za sedaj še ni izvedljivo. Zato uporabljajo v kmetijstvu nadomestek za dolgoročno vremensko napoved, ki se imenuje »klimatska analiza«. Klimatska analiza nam pokaže namesto vremena posameznih let splošno vreme, ki prevladuje v tem razdobju. Ker predpostavljamo, da bo tudi v prihodnosti ostalo splošno vreme dolgih razdobij prilično takšno, kakršno je bilo v preteklosti, lahko na tej podlagi določamo tip najbolj donosnih poljedelskih kultur za določeno ozemlje. Žal, da mnogi specialisti-agronomi pozabljajo, da klimatska analiza ne daje vremena posameznega leta ali meseca, marveč vreme dolge vrste let ali mesecev. Zato se kmetijsko gospodarstvo ne sme nasloniti le na eno samo leto, marveč na večletno razdobje.

— Slaba letina posameznih let se mora kriti z dobro letino drugih let, tako da mora biti splošna bilanca v dolgem razdobju taka, kakršna sledi iz klimatske analize. Pri nas pa se mimo tega opravlja analiza klime po večini po zastarelih metodah, ki daje le neeksistirajoče (abstraktne) povprečne vrednosti: povprečki, kakor znano, ne obstajajo v naravi, marveč le v naši domišljiji. Zato gospodarska orientacija, ki sloni na povprečkih, vodi po večini v zmoto. Ameriški specialist za poljedelsko meteorologijo prof. dr. Thornthwaite je iznašel metodo, ki omogoča mnogo pravilnejšo karakteristiko klime v poljedelske namene, razen tega pa omogoča izračunavanje vodne bilance tal, kar je bistvenega pomena za umetna namakanja.

Že predhodnik Thornthwaita, slavni klimatolog Vladimir Köppen je sodil, da je treba za klimatsko karakteristiko upoštevati razen temperature in padavin kot glavnih elementov še izhlapevanje. Slednji je proces, ki je obraten padavinam in ima očitno prav tako vodilno vlogo. Zategadelj klimatska karakteristika samo na podlagi temperature in padavin, kot so jo gojili prejšnje čase, ni pravilna. Köppen je skušal dognati izhlapevanje empirično, ker vremenoslovje tedaj še ni poznalo instrumentov za merjenje izhlapevanja. Šele v najnovejši dobi so take inštrumente iznašli. Köppen pa je vzel v ta namen geografsko karto temperatur, padavin in rastlinstva. Z medsebojno primerjavo teh elementov je prišel do empiričnih sklepov, ki so omogočili grobo karakteristiko klime, zlasti rastlinskih mej. Tako je Köppen dognal, da sega poljedelstvo tako daleč na sever ali v gore, dokler se drži povprečna temperatura treh najtoplejših mesecev v letu nad 10° C. V krajih, kjer je povprečna mesečna temperatura manj kakor 3 mesece nad 10° C, poljedelstvo ne uspeva več. Gozd uspeva še dalje in doseže mejo, kjer je povprečna temperatura enega samega najtoplejšega meseca 8 do 10° C. Tudi za meje med gozdom in stepo ter med stepo in puščavo je postavil Köppen praktične in preproste empirične formule, ki so skombinirane iz podatkov za temperaturo in padavine. Köppenova metoda zadostuje za geografsko opredelitev tipa klime in rastlinstva, ne zadostuje pa za potrebe modernega poljedelstva ali gozdarstva. Obe vrsti gospodarskih panog potrebujeta namreč podatke, iz katerih bi nedvoumno videli,



Thorntwaitov grafikon za izračunavanje potencialne evapotranspiracije

t = povprečna mesečna temperatura v °C
J = letni kalorični indeks
PE = potencialna evapotranspiracija

Narisana poševna premica ustreza beograjski klimi.

kakšne vrste poljskih kultur ali dreves bodo najbolj donosne in kakšen način obdelave zemlje ali način gojenja gozdov je na tem klimatskem področju najboljši. Rešitvi tega problema se je približal že omenjeni Thornthwaite, in sicer šele po drugi svetovni vojni. Thornthwaite je ustvaril z močnimi tehničnimi sredstvi, tako značilnimi za ameriško znanost, številne poskuse, iz katerih je izpeljal grobe, toda praktične formule za izračunavanje izhlapevanj. Ker se imenuje izhlapevanje iz rastlinstva transpiracija, a z zemlje in vodovja evaporacija, je nastala beseda evapotranspiracija, ki pomeni celotno izhlapevanje iz vseh razpoložljivih virov. Za poljedelstvo izhlapevanje iz vodovij ni toliko važno. Zato se Thornthwaitove formule nanašajo izključno le na evapotranspiracijo na kopnem. Namesto formul se v praksi uporablja grafikon, ki ima na kratko naslednji ustroj: vodoravna os (abscisa) pomeni največjo možno evapotranspiracijo, ki jo Thornthwaite imenuje potencialna evapotranspiracija. Grafikon ima dve vzporedni vertikalni osi (ordinati), ena izmed njih je temperaturna os, druga pa os tako imenovanega »letnega kaloričnega indeksa«. Kalorični indeks ni nič drugega, kot na nek način »predelan« mesečni temperaturni povpreček: povpreček sam namreč ne obstaja, pač pa obstajajo tiste številne posamezne vrednosti, ki ga sestavljajo. V praksi pa te vrednosti nič ne pokažejo, ker jih je preveč, njihov povpreček pa tudi nič ne zaleže, ker je abstrakten. — Thornthwaite pa je iznašel način, kako predelati abstraktni povpreček v nekaj, kar bolje ustreza dejanskemu učinku temperature na rastlinstvo. To »nekaj« je imenoval Thornthwaite kalorični indeks. Mesečni kalorični indeksi se ne izračunavajo po formuli, marveč po enostavni tabeli. Če seštejemo kalorične indekse vseh mesecev za vse leto, dobimo letni kalorični indeks. Vrednosti letnega kaloričnega indeksa vnašamo na kalorično os grafikona. Grafikon ima še neko točko, ki se imenuje konvergenčna točka, in ta leži na presečišču dveh premic: ena premica izvira iz osi za temperaturo, kjer je vrednost temperature 26,5° C in teče vodoravno, druga pa izhaja iz osi za potencialno evapotranspiracijo, kjer stoji vrednost 135 mm in teče navpično. Če zvežemo točko letnega kaloričnega indeksa, ki smo jo dobili na indeksovi osi s konvergenčno točko, do-

bimo tako imenovano orientacijsko premico za tisto klimatsko lokaliteto. Orientacijska premica omogoča izračunavanje potencialne evapotranspiracije po grafikonu za poljubno povprečno mesečno temperaturo: najprej potegnemo od tiste temperature (na temperaturni osi) vodoravno premico do presečišča z orientacijsko premico, nato pa potegnemo iz tistega presečišča navpično premico do osi za potencialno evapotranspiracijo. Tam, kjer se sekata navpičnica z vodoravno osjo potencialne evapotranspiracije, leži številka, ki ustreza tisti potencialni evapotranspiraciji. Tako pridobljene vrednosti se še množe z nekim faktorjem, ki je odvisen od dolžine dneva in dolžine meseca in ki ga prav tako vsebujejo Thornthwaitove tabele: mimogrede bi omenili, da so vse tri osi Thornthwaitovega grafikona razdeljene logaritmično, tako da so manjše vrednosti bolj na široko razstavljene, večje vrednosti pa vseskozi manj. Taka razdelitev skale je bila potrebna zaradi praktičnega namena, sicer bi morali namesto orientacijske premice dobiti orientacijsko parabolo! Tako je torej Thornthwaite omogočil praktično izkoriščanje klimatskih podatkov za poljedelstvo. Omeniti je treba, da tudi Thornthwaitova metoda še zdaleč ni popolna. Velika pomanjkljivost te metode je že v tem, da določa izhlapevanje le na podlagi temperature in zanemarja učinek vetra in relativne vlage ter kakovosti zemljišč. Vendar sta veter in relativna vlaga do neke mere šablonsko zajeta v empiričnih formulah. Enaka opazka velja za učinek kakovosti zemlje in kakovosti rastlin na izhlapevanje. Kljub navedenemu nedostatku je Thornthwaitova metoda ena od najboljših izmed vseh obstoječih in se še nadalje razvija. Razen svojega grafikona, daje Thornthwaite še celo vrsto preprostih formul, ki omogočajo določitev poljedelske klime na podlagi podatkov za temperaturo, padavine in evapotranspiracijo. Pri poljedelski klimi govorimo o klimi pšenice, o klimi koruze, o klimi določenih sadnih dreves itd. S tem se pojem poljedelske klime bistveno loči od pojma geografske klime. Agronom oborožen s Thornthwaitovo metodo zmore mnogo več, kot agronom brez tega znanja, saj ne moremo samo z gnojenjem in globokim oranjem nadomestiti tega, kar nam je odreklo vreme!

V agronomiji je zelo važno še naslednje dejstvo: Ob jasnem in mirnem vremenu se razgrejejo čez dan vsi predmeti povsem drugače, kakor zrak. Temperaturna razlika med zrakom in površino najbolj razgretih predmetov lahko pri nas doseže 30° C in več. Tako tudi termometri, ki so izpostavljeni sončnim žarkom, ne kažejo temperature zraka, marveč svojo lastno. V klimatskih krajih, kjer je veliko sončnih dni, mora agronom to dejstvo upoštevati, kajti tedaj so pogoji rasti na prisojnih ali osojnih pobočjih in celo ob najmanjših razlikah v legi že dovolj pomembne. V krajih, kjer je mnogo vetrovnih ali oblačnih dni, je ta pojav slabo izražen, tako n. pr. v Angliji, Holandiji in v večjem delu zahodne Evrope. V nasprotju s tem ima ta pojav v območju kontinentalnega podnebja, na primer v Rusiji, zlasti pa v Aziji in Afriki, odločilno vlogo: tam se dajo na istem posestvu gojiti najrazličnejše kulture, od kultur daljnega severa do tropskih! Tam je moč z lahkoto »vplivati« na klimo, seveda ne na klimo v pravem pomenu besede, marveč na tisto »mikroklimo« (tako se imenuje klima na rastlinski površini ali površini kakršnihkoli predmetov ali zemlje): zadošča, da se spremeni gostota rasti žitnih klasov, dreves itd., pa se že precej spremene mikroklimatski pogoji! — V Sibiriji pri Krasnojarsku niso, zaradi ostre in dolge zime in prekratkega poletja, nikoli rastla jabolka, vendar se je posrečilo z nasaditvijo nizkih vrst jablan, ki imajo veje čisto pri tleh, tudi tam razviti dobre sadovnjake: ob sončnih poletnih dnevih, ki jih je v Sibiriji mnogo, se zrak pri tleh in ob drevesnih vejah močneje razgreje kot pa v višini rasti običajnih jablan. S tem je pospešeno hitrejše zorenje sadežev in tako se tudi skrajša vegetacijska doba celotnega razvoja. — Pozimi pa sneg zamede vse skupaj in s tem varuje nizkorasla drevesa pred hudim sibirskim mrazom.

Vsak izmed nas je gotovo opazil, da marelice ali grozdje prej cveto oziroma dozore ob prisojnih stenah hiš, kakor pa na prostem. — To je posledica učinka zidu na temperaturo in osvetlitev (v neposredni njegovi bližini) ob jasnih dnevih. Nihče nam ne brani postaviti kaj podobnega kjerkoli, na primer zabiti široke, dolge in belo popleskane deske med vinogradi, med žitom, v sadovnjaku itd. Ob deskah se ustvarjajo pogoji, ki so podobni le-tem ob zidu. Če pa raztegnemo

vmes platno, lahko bistveno izboljšamo še pogoje osvetlitve. V nasprotju s tem dosežemo višjo temperaturo le tedaj, če popleskamo deske ali platno s temno barvo. Na ta način je torej možno »vplivati na klimo«, kakor je pač to za nas potrebno. Ponovno je treba poudariti, da se ti ukrepi obnesejo le tedaj, če je za tisti kraj značilno veliko število jasnih in mirnih dni! Iz navedenega pregleda je razvidno, da je tudi gostota rasti rastlin važnega pomena za mikroklimo, zato ni vseeno, ali sejemo bolj ali manj gosto. Prav to velja tudi za bolj ali manj gosto hosto. Vsa ta vprašanja so gospodarsko močno pomembna in ne kaže, da bi jih ignorirali, kakor se to še vedno dogaja pri nas. Mnogi strokovnjaki veliko dajejo na mehanizacijo kmetijstva in gozdarstva, umetna gnojila, na škropljenje in drugo, toda pozabili so na to, kar ima pri tem glavno besedo, namreč na vreme! Agrarni vremenoslovci so ugotovili, da ima vsaka vrsta rastlin strogo določeno potrebo po svetlobi, temperaturi in drugem in da je ta potreba bistveno različna v različnih fazah razvoja rastlin. Večji del naših rastlin, n. pr. ozimna žita in sadno drevje ter drevje sploh, potrebujejo v dobi mirovanja nizke temperature in brez njih ne morejo pozneje dobro uspevati. Glavna doba mirovanja je zima, a mala doba mirovanja je noč, ko ni fotosinteze. Zato potrebujejo vse te vrste rastlin, razen primerno visokih temperatur v vegetacijski dobi, še dovolj dolgo periodo ostrega mraza pozimi in razmeroma hladne noči poleti. — Gotovo ni naključje, da rastejo najboljši gozdovi v območju mrzlih zim, na primer Sibirska tajga, Kanadska tajga itd. Tudi pri nas je kakovost lesa najboljša in rast gozda najhitrejša v takih klimatskih področjih, kjer je temperatura pozimi dovolj nizka in kjer je temperaturna razlika med dnevom in nočjo velika, na primer na Pokljuki, Jelovici, Snežniku, v Kočevju itd. Izsekavanje gozda v krajih, kjer so vetrovi redki, poostruje temperaturno razliko med dnevom in nočjo ter med zimo in poletjem, kar ugodno vpliva na razraščenje gozda; zato je v takih klimatskih predelih dopustno mnogo večje izsekavanje, kakor pa v krajih z vetrovno klimo. V teh zadnjih pomenijo izseki splošno zmanjšanje temperaturnih razlik med dnevom in nočjo in med zimo in poletjem, kar neugodno vpliva na nadaljnji razvoj gozda. Enako načelo velja za sadovnjake: v vetrovnem klimatskem

področju je bolje, če razmeščamo sadno drevje bolj na gosto, v mirni klimi pa nikar. Sicer je treba pri tem vprašanju oceniti vse odločilne činitelje skupaj, ne pa vsakega posebej, ker bi nas to moglo privesti do napačnih zaključkov. Oceno pa moremo napraviti po strogo določenih metodah, ki dajejo možnost kvantitativne presoje položaja, kar je za znanstveno analizo edino pravilno.

Tudi če hočemo posnemati neke poljedelske ali gozdarske dosežke v drugih deželah, nikakor ne smemo kratko in malo kopirati njihove izkušnje, kajti lahko se zgodi, da je ta ali druga novost dobra za tisto podnebje in slaba za naše. Tako so nekoč mislili, po ruskem vzorcu, z drevesnimi pasovi omiliti v Prekmurju nevarnost suše. Toda v podnebju Prekmurja bi ta drevesna zaščita še povečala nevarnost suše, ker potrebujejo drevesa še zase precej vode, a njihova zaščitna moč pred izsuševalnim vetrom v Prekmurju skoraj ne pride v poštev, zakaj Prekmurje takih vetrov praviloma nima. V nasprotju s temi našimi razmerami pa v Rusiji drevesni pasovi zadržujejo sneg, ki ga drugače odnaša veter in ta je v Rusiji pozimi zelo pogost. Tako dobijo polja spomladi več vode in tako tudi rastline laže vztrajajo, če pritisne kasnejša suša. Ker v Rusiji spremljajo oziroma povzročajo sušo značilni suhi in vroči vetrovi, ki vejejo z azijskih puščav (to so tako imenovani s u h o v e j i), lahko drevesna zaščita bistveno pomaga, ker zmanjšuje moč vetra. Zato so se drevesne zaščite v Rusiji kot eno izmed sredstev proti suši kar obnesle, pri nas pa se ne bi, razen morda na Krasu. Pri nas tudi ne kaže saditi topolov ali sončne rože, ne da bi prej napravili natančno klimatsko analizo.

Za kmetijstvo je že zelo važno vprašanje obrambe pred slano in točo. Prva je izvedljiva na najrazličnejše načine, izmed katerih je najboljši naslednji: če nenehoma škropimo s fino razpršeno vodo, kar lahko dosežemo le s posebnim vrtečim se razpršilcem, potem vzdrži rastlina tudi do 8^0 pod ničlo, ne da bi zmrznila. — Fine kapljice namreč pri dotiku z rastlino zmrzujejo, s tem pa sproščajo latentno toploto, tako da ima ledena skorja na rastlini temperaturo le neznatno pod ničlo. Pri tem ne smemo premočno škropiti, zakaj v tem primeru bi lahko nastala predebela ledena skorja na rastlini in bi jo polomila ali poškodovala. Razpršilci te vrste

po navadi škropijo tako fino, da se zrak v okolišu napolni z drobnimi kapljicami kakor z gosto meglo in kapljice zelo počasi padajo na rastlinstvo. Škropiti je treba brez odmora, dokler se drži temperatura pod ničlo in še dalje. Ko se temperatura dvigne za 2 do 3° nad ničlo, nehamo škropiti. Ta previdnost je potrebna zato, ker voda izhlapeva in s tem troši toploto, tako da se mokra telesa, prepuščena sama sebi, hladijo pod temperaturo zraka. Ta ohladitev je tem večja, čim bolj suh je zrak in čim močnejši je veter. Voda pa še razen tega močno izžareva in tudi na ta način znižuje temperaturo: Leta 1957 v maju je bila v Sloveniji vsesplošna pozeba; namesto da bi vrtove in vinograde škropili, so jih nekateri zalivali, nato pa prepustili vrt ali vinograd samemu sebi in jih šli zalivat drugam. — Posledice so bile katastrofalne, saj je na zalitih področjih nastala stoodstotna škoda, medtem ko je na nezaščitenih območjih (nezalitih) škoda bila znatno manjša.

Če temperatura ne pade mnogo pod ničlo in če je ta ohladitev nastala zaradi jasnega nočnega neba, kar vidimo po tem, da je pri tleh mnogo hladneje kot v višini nekaj metrov, tedaj zelo dobro pomaga proti slani umetni veter. Tega lahko dosežemo, če sprožimo v pogon propeler športnega letala, ali če letimo s helikopterjem prav nizko nad ogroženim področjem: veter meša plitvo hladno plast zraka, ki nastaja pri tleh, z više ležečim manj hladnim zrakom. Mnogokrat obramba pred slano sploh ni potrebna, namreč tedaj, če se ta ustvarja pri tleh, a v višini drevesnih krošenj je temperatura več stopinj nad ničlo. Zato je potrebno vsak sadovnjak ali vinograd opremiti še s termometri v različnih višinah. V Švici in drugod imajo take termometre, ki oddajajo svetlobne signale, ko se temperatura bliža ničli: tako na primer prižigajo rdečo žarnico.

Kurjenje po vrtovih ali vinogradih utegne pomagati le tedaj, če ne grozi huda pozeba, ali če je na razpolago veliko število posebnih pečic. Te se razstavijo v medsebojni razdalji 8 do 15 m v šahovskem redu. Pečice izžarevajo infrardeče žarke, ki zavirajo ohladitev rastlin. Kurjenje pečic je zelo drago in se gospodarsko obnese le na veleposestvih. Če namesto pečic kurimo kresove, nastaja premočno nihanje temperature, ki za rastlino ni priporočljivo: če se tako kur-

jenje uporablja pri temperaturi več stopinj pod ničlo, potem nujno nastopa še hujša pozeba, kajti ogenj vleče iz okolice hladen zrak. Tako bo tisti del rastline, ki je obrnjen proti ognju razgret, nasprotni del pa izpostavljen mrzli sapi, kar praviloma popolno uničuje rastlino.

Pokrivanje rastlin s slamo ali papirjem je dokaj učinkovito sredstvo proti pozebi, a le tedaj, če pokrivamo z dvojnim slojem papirja. Enojni sloj papirja se sam zaradi izžarevanja preveč ohladi in ta hlad se prenaša na pokrite rastline. Dvojni sloj papirja ima vmes zrak, ki preprečuje prenos ohladitve s površja papirja v notranjost. Slama je za pokrivanje vedno boljša od papirja, ker je vsaka posamezna bilka — cevčica napolnjena z zrakom. Pokrivanje je tehnično težko izvedljivo, razen na malih vrtovih ali vinogradih.

Obramba pred slano je torej možna in če se odločimo za vrteči se razpršilec, ki je najbolj zanesljivo obrambno sredstvo, potem bomo imeli le v začetku velike izdatke, pozneje pa dolgo vrsto let le neznatne stroške.

V nasprotju s slano je obramba pred točo nemogoča. Poskusi z raketami, ki naj bi preprečili točo, so propadli. Morda je ta neuspeh posledica tega, ker so obstreljevali nevihtne oblake brez kakršnihkoli merilnih naprav. Tako so določali višino oblakov kar na oko in ravno tako so določali smer leta raket. Če bi izstreljevali rakete avtomatski topovi, opremljeni z radarji, potem bi verjetno ta reč uspela. Toda avtomatski topovi z radarjem in dirigiranimi izstrelki so tako dragi, da bi bila njih nabava in vzdrževanje mnogo dražje, kakor pa je škoda od toče! — Za majhne parcele je priporočati mreže, ki se lahko hitro nastavijo nad parcelo in s tem zagotovo preprečijo učinek toče. Mreže bi se morale po minuli nevarnosti odstraniti, kajti drugače bo rastlinstvu primanjkovalo svetlobe.

Naposled obstaja še pasivna obramba proti toči: v že prej omenjeno klimatsko analizo je treba vključiti vprašanje toče. S tem je dana možnost izračunati, koliko znaša škoda od toče in za koliko se zaradi tega zmanjša donosnost posestva. Če je škoda od toče prevelika, je treba odsvetovati gojitev v teh krajih takih vrst rastlinstva, ki so zelo ranljive in jih nadomestiti z manj ranljivimi vrstami, na primer žito s travo, sadno drevje z navadnim drevjem ali iglavci itd.

Bolje je imeti nekaj kot pa nič! K pasivni obrambi pred točo sodi tudi tako imenovana »klimatološka obramba«. Izkušnja namreč kaže, da toča skoraj nikoli ne pada nad večjimi gozdnimi področji. Zato bi bilo treba vse goličave, zlasti prisojna pobočja, pogozditi. Njiv in travnikov seveda ne moremo pogozdovati, ker bi se tedaj morali odpovedati poljedelstvu, vendar je ta ukrep možen za kraje, kjer toča prepogosto pada in skoraj onemogoča poljedelstvo. Na srečo pa toča nikoli ne zajame širših področij, zato je kolektivizacija kmetijstva vsekakor v krajih s pogosto točo priporočljiva: malo posestvo je lahko stoodstotno zajeto s točo, veliko pa ne!

Razen v kmetijstvu in gozdarstvu je klimatska analiza potrebna še v elektrogospodarstvu. Gradnje hidrocentral morajo izbirati taka mesta, kjer je največ vodne sile. Vendar ta vodna sila niha v zvezi s kolebanjem padavin in temperature. Klimatološka analiza lahko omogoči tudi v elektrogospodarstvu izračunavanje mnogoletne energetične bilance, vendar le malo nam pove o bilanci posameznega leta. Za to bi morala biti na razpolago dolgoročna napoved, ki pa je žal za sedaj še nemogoča. Mnogi gospodarstveniki pa delajo grobo napako, ker računajo s stalnostjo klime; le-ta pa, kakor smo videli, dejansko ni stalna, utegne zato izračunana večletna bilanca odpovedati. — Tudi geografska lega največjih padavin se more spremeniti. Iz tega je razvidno, da je pomoč vremenoslovja elektrogospodarstvu mnogo manjša, kot poljedelstvu in gozdarstvu.

Zelo velik pomen ima vreme tudi pri zdravstvu. Bolezenske klice vseh vrst so v svojem razvoju močno odvisne od vremena. Zato se širijo epidemije v glavnem le ob določenem tipu vremena. Tako ni nič čudnega, da se širi na primer škrlatinka in davica povečini v hladni polovici leta, in sicer, če zima ni premrzla, najraje pa tedaj, če po mrazu nastopa milejše, a ne povsem južno vreme. Hud mraz pozimi pa v nasprotju s tem zavira širjenje kakršnihkoli epidemij, saj se bolezenske klice ne morejo množiti ob hudem mrazu. Iz istega vzroka se širi gripa, če so zime mile, ali če nastopa po dolgem hudem mrazu južno vreme. Tudi spomladansko deževje doprinaša svoj delež širjenju nalezljivih bolezni. Večje vremenske spremembe utegnejo torej pomeniti pri-

Ljubljana

četek ali konec epidemij. Širjenje bolezni ni odvisno samo od vpliva vremena na bolezenske klice, marveč tudi od vpliva vremena na človeški organizem. Svoj čas smo že omenili, da vpliva zračni pritisk na ožilje, s tem pa na srce in živce. Zato sproči večji padec zračnega pritiska pri srčnih bolnikih naduho, pri revmatikih bolečine, pri živčnih osebah neuravnovešenost itd. Tudi če se hitro spremeni temperatura in relativna vlaga, nastajajo motnje v organizmu: ob času fena (suhi in topli vetrovi, ki pihajo z gora) se množijo (po švicarski statistiki) prometne nesreče, samomori, slabe ocene v šolah in splošno nerazpoloženje. Pomirjevalno vpliva na organizem oster mraz brez vetra in jasno, ne prevroče poletno vreme s hladnimi nočmi.

Vreme vpliva celo na take stvari kot porod. Ginekološka klinika v Würzburgu je izdala statistiko, iz katere vidimo, da je število porodov ob prehodu front za 20 % večje, kot izven front. Čas poroda se pri tem občutno skrči.

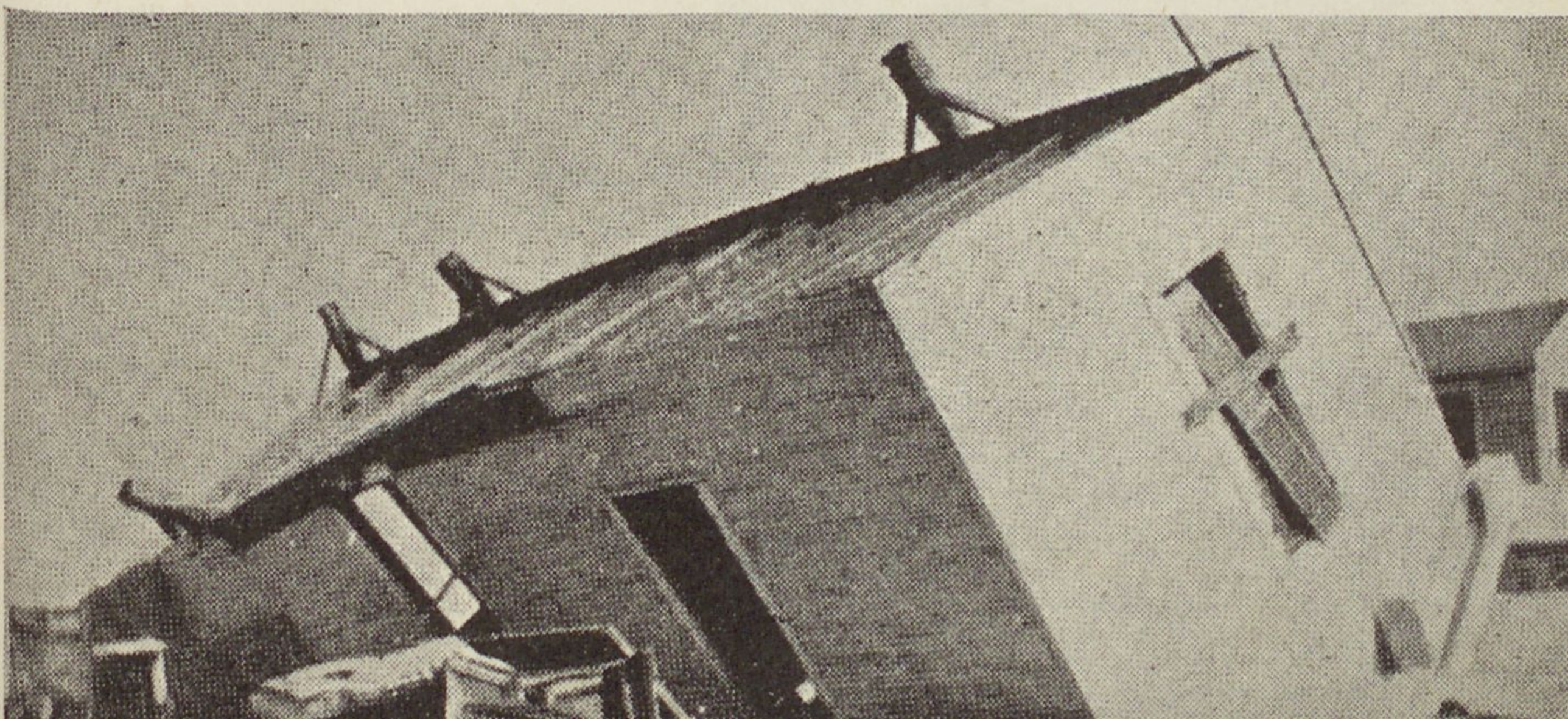
Na osnovi vpliva klime oziroma vremena na zdravje obstaja možnost klimatskega zdravljenja. Tako na primer jetiko dobro zdravi sredozemska klima, to je klima, kjer so zelo dolga in vroča poletja z obilo jasnih dni in topla deževna zima. Tudi gorska klima s svežim poletjem, če ima le-to mnogo jasnih dni, vpliva zdravilno na jetičnega bolnika. Živce krepi severna celinska klima ali visokogorska klima, kjer so dolge in ostre zime in kratko neprevroče ali sveže poletje in je vse leto obilo sončnih dni. Med taka podnebja sodi na primer Sibirija, kjer domačini ne vedo, kaj je to »živci« in tudi duševno bolnih tam skoraj ni. Pri nas je treba iskati podobno podnebje na Kredarici.

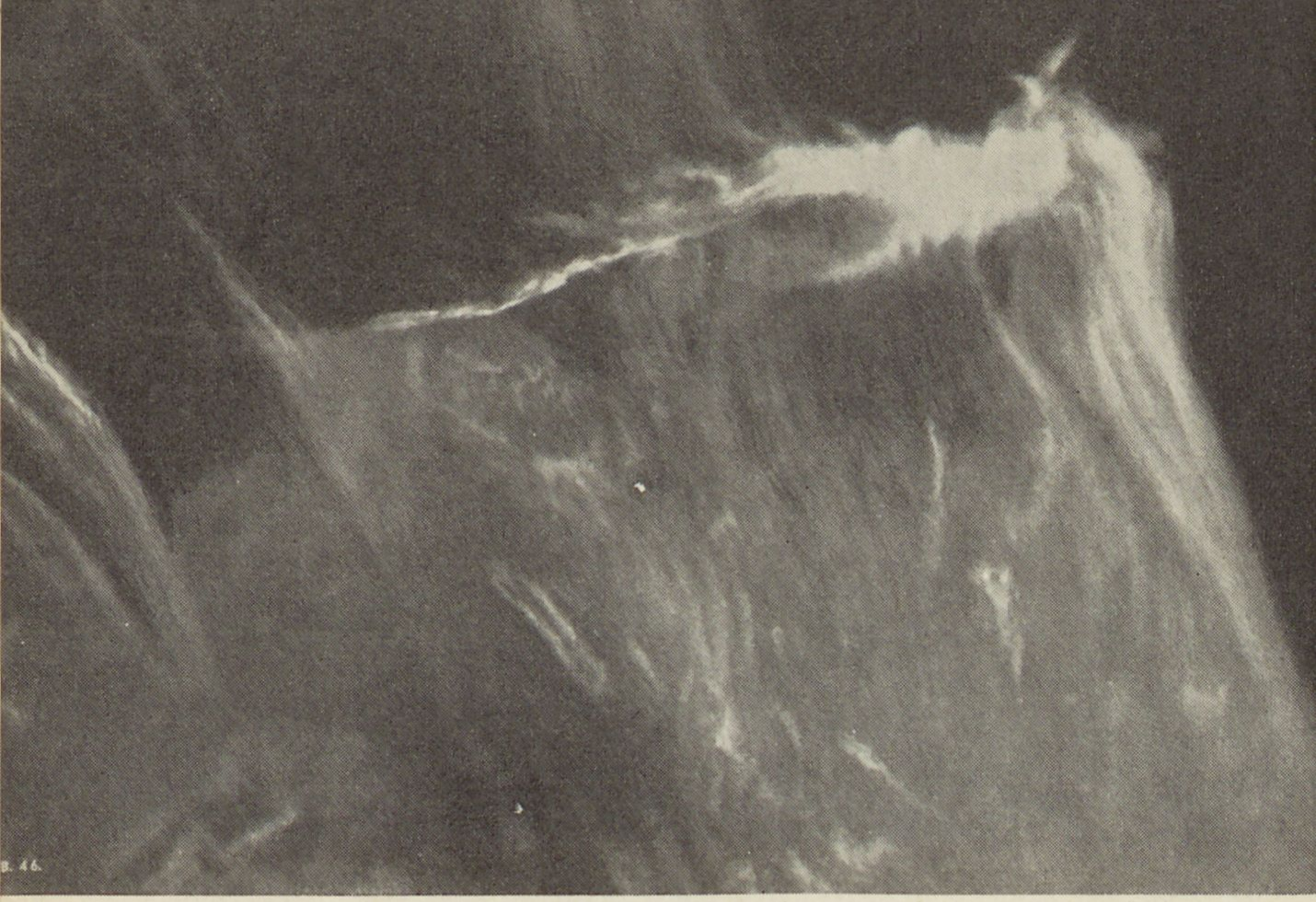
Klimatsko zdravljenje je dalo povod za gradnjo najrazličnejših sanatorijev v ustreznih klimatskih območjih. Čim dlje gredo proučevanja, bolj in bolj odkrivajo našo odvisnost od vremena.

Ker vreme močno vpliva na človeka, je nastala posebna stroka, ki skrbi za tako imenovano »stanovanjsko klimo«. Izkazalo se je namreč, da celo v isti sobi utegneta biti temperatura in vlaga precej različni: v nekaterih kotih je vlaga tudi za 20 % večja kot sredi sobe in temperatura je tam za nekaj stopinj nižja. Tako nastajajo v eni in isti sobi vlažni koti, kjer se knjige, če dolgo ležijo, pokrijejo s plesnijo,

TORNADO

RAZDEJANJE PO TORNADU





CIRRI

KOPASTI OBLAKI

živila se kvarijo, baterije za žepne svetilke se hitro izpraznjujejo itd. Tam so tudi žarišča bolezenskih kali. — To so nezdrava stanovanja! Zato skuša sodobna gradbena tehnika ustvariti optimalno sobno klimo, to je enakomerno razporedbo temperature in vlage, pri čemer se ne eno, ne drugo ne sme bistveno odkloniti od določene norme. Najbolje je, če znaša temperatura v delovni sobi okoli 20°, a vlaga okoli 65 %. Zato vsebuje centralna kurjava še posode z vodo ali druge naprave, ki skrbijo, da ne pade relativna vlaga prenizko. Ob času vročine pa zopet delujejo v novih stanovanjih hladilne naprave, ki uravnavajo temperaturo in vlažnostne razmere. Važna je tudi lokacija zgradbe. V enem primeru je stanovanje sončno, v drugem pa ne, kar je zopet važen činitelj sobne klime.

Pojem stanovanjske klime se je razširil še na klimo prevoznih sredstev, to je na klimo avionov, vlakov, avtobusov, tramvajev itd. Avion v tem pogledu prednjači, ker se pri dviganju hitro znižuje zračni pritisk in se spreminja temperatura in relativna vlaga. Hiter padec zračnega pritiska lahko povzroči pri nezdravih ljudeh celo kap. Zato imajo visoko leteči avioni hermetično zaprte kabine, ki obdrže stalni zračni pritisk. Sodobna tehnika skrbi tudi za udobna in zdrava potovanja, zato regulira klimo v vlaku in drugih vozilih. V ZDA so na primer vlaki, ki vozijo skozi puščave, opremljeni s hladilnimi napravami in prijetno zatemnjenimi okni, tako da potniki niti ne opazijo, da je zunaj strašna vročina, ali besni puščavski vihar. Na Dunaju so specialisti obravnavali vprašanje, kakšen tip tramvaja je klimatsko najboljši. V ta namen so opravili številna merjenja temperatur in vlage v tramvajih.

Marsikomu se morda zdi, da je taka natančnost pretirana. Vendar je treba upoštevati, da ne potujejo samo zdravi in mladi ljudje, ki z lahkoto prenašajo začasne klimatske nevšečnosti, marveč še starejše in bolne osebe, za katere bi moglo biti neugodno vremensko oziroma klimatsko stanje kar usodno. Pa tudi zaradi kužnih bolezni, ki imajo zlasti v prevoznih sredstvih priložnost za širjenje, je treba strogo paziti, da tam ne nastajajo taki klimatski pogoji, ki pospešujejo razmnoževanje bolezenskih kali.

Naposled omenimo še vprašanje prepiha. Prepih nastane zato, ker zunaj skoraj nikoli ni popolnega brezvetrja, marveč vleče, če že ne veter, pa vsaj komaj opazna sapica. Ob hišah se zajezi sapica in se zračni pritisk zato ob steni malenkostno dvigne. Na nasprotni strani hiše pa nastaja zaradi zaledne lege neznaten primanjkljaj zraka, s tem pa tudi malenkosten padec pritiska. Če odpremo okno na eni sami strani, potem se ne vzpostavi zveza med čelom in zaledjem hiše in zrak, ki udre v odprto okno hitro gubi svojo hitrost in ne povzroči prepiha. Če pa odpremo okna na čelni in zaledni strani skupaj, nastane neposredna zveza med čelom in zaledjem, tako da se združita nadpritisk na čelni strani in podpritisk na zaledni strani. To sproži skozi sobo veter, kot pravimo prepih. Veter v sobi je pri tem močnejši kot zunaj, ker se zrak zbira s širšega čelnega področja hiše in teče skozi ožji prostor, določen po širini okna. Tako nastaja znani Bernoullijev efekt, ki pravi, da v zoženih ceveh teče zrak ali voda s pospešeno hitrostjo in da se pritisk tamkaj primerno zniža. Iz tega sklepamo: čim več oken odpremo, tem manjši bo prepih v sobi. Prepih se nič ne loči od običajnega vetra, a vkljub temu se ga bojimo, kajti v sobi se ne gibljemo tako, kot zunaj in v sobi smo tudi drugače oblečeni. Zato prepih laže povzroči prehlad, kot pa veter zunaj.

S tem bi lahko zaključili naše vremenoslovje. Spoznali smo, da je vreme velikega pomena ne samo za ožjo znanost, marveč tudi praktično za človeka.

DRUGI DEL

PODNEBJESLOVJE ALI KLIMATOLOGIJA

I. poglavje

SPLOŠNI POJMI

Že v prvem delu knjige smo večkrat omenili podnebje, ne da bi si podrobneje ogledali, kaj pravzaprav pomeni ta pojem. Vreme se spreminja skoraj vsak dan, a včasih celo večkrat na dan. Če si mnoga leta zapisujemo vreme, opazimo, da poteka iz leta v leto povsem različno. Če naredimo iz vsega opazovanega gradiva povprečke, in sicer povprečke po določenih časovnih razdobjih na primer za mesece, potem se pokaže, da imajo povprečki bolj ali manj izražito letno kolebanje. Tako je n. pr. v večjem delu severne poloble najnižji mesečni povpreček temperature v januarju, najvišji pa v juliju. Nad Severnim Ledenim morjem je najnižji povpreček februarja in marca, a najvišji je prav tako julija. Tudi povprečne padavine kažejo neko kolebanje: v Ljubljani sta oktober in junij najbolj mokra meseca, a februar je najbolj suh. Povprečki so potemtakem pokazali: četudi poteka vreme iz leta v leto povsem različno, obstaja vendarle neko nagnjenje k določenim vremenskim stanjem v zvezi z letnimi časi. Tako je nastal pojem »povprečnega vremena«, ki sloni na strogo določenem objektivnem številu in pomeni aritmetični povpreček iz dejanskih stanj, zbranih v tistem opazovalnem razdobju. Pojem povprečnega vremena je omogočil razdeliti Zemljo na področja, kjer kažejo ti povprečki veliko podobnost.

To so klimatska področja. Klima je torej p o v p r e č n o v r e m e (beseda klima je grškega izvora in pomeni »nagib« sončnih žarkov, kajti mislili so, da se klima menja širom po Zemlji le v zvezi z nagibom sončnih žarkov). Takšno definicijo klime je podal slavni avstro-ogrski meteorolog Julij Hann.

Ker pa povpreček obstaja le navidezno, kajti eksistirajo le povsem druga števila, ki tvorijo šele v svoji skupnosti abstraktno število-povpreček, so skušali uvesti v pojem klime še pojem »pogostnosti«. Po tej zamisli naj bi najbolj pogosto vreme pomenilo klimo. Ta zamisel se ni obnesla, zakaj najbolj pogosto vreme je vseeno še mnogo manj pogostno, kot pa vsota vseh drugih z opazovanjem zajetih vremen. Tako na primer leži v Ljubljani povprečna januarska temperatura najpogosteje med —3.9° in —2.0°, in sicer v 30 %, to se pravi, da leži v 70 % bodisi nižje, bodisi višje od nakazanega intervala. Pogostnost torej ni popravila abstraktnosti pojma klime. Statistika je šla dalje in se v sedanjosti klima določa tako, kot kaže statistična analiza podatkov, vendar ima pri vsem tem povpreček glavno besedo. Thornthwaite, kakor je bilo že obrazloženo, je omogočil uporabo povprečka za praktične potrebe kmetijstva. Iz vseh številk, ki nam z njimi streže statistika, so realne edinole skrajne meje, med katere je zajet ves kolektiv dejansko opazovanih številk. Tako drži, da v Ljubljani koleba temperatura med —31° in plus 39° in mesečne padavine od 0 do 498 mm. Možno je, da se ta meja sčasoma razširi, vendarle neznatno in lahko celo stoletje obdrži svojo veljavo.

Ker nam daje statistika v glavnem le abstraktna števila, bi kazalo, da je tudi pojem klime le abstrakten. Toda rastlinstvo, živalstvo in drugo ima širom po Zemlji povsem drugo obliko, kar dokazuje, da vendar mora klima imeti tudi nek realen obstoj. Že omenjene številke, ki določajo širino intervala, v katerem so zbrane vse opazovane vrednosti, mnogo pomenijo in lahko v grobem že karakterizirajo klimo: v tropskih krajih, na primer v Centralni Afriki ali Indiji, je temperaturni interval mnogo ožji kot pri nas, v Sibiriji pa je širši itd. V nasprotju s tem je interval padavin v tropih mnogo širši kakor pri nas. Vendar moremo spoznati klimo kot realno le tako, če se lotimo proučevanja vsakega posameznega vremena, ki je bilo opazovano na tistem ozemlju. Tako nastane pojem tako imenovane dinamične klime, ki nam razlaga, kakšno vreme se tu ustvarja in ob kakšnih fizikalnih pogojih. Dinamična klima je torej povsem realen pojem, kajti zajema naše vsakdanje vreme takšno, kakršno je.

II. poglavje

DINAMIČNA KLIMA

Oglejmo si na kratko dinamično klimo Slovenije. Slovenija leži okoli 46. vzporednika in spada zato k zoni zahodnih vetrov. To se pravi, da tu zahodna smer vetra v višini po pogostnosti znatno prekaša vse druge smeri. Zato se pri nas vreme dirigira od zahoda: sprva se pojavi dež, t. j. frontalni sistem, nekje nad Francijo, pozneje v Švici in Italiji in nato pri nas. Drugače rečeno: naše ozemlje dobiva največ zraka z Atlantika. Ker je Atlantik poleti relativno hladen, a pozimi relativno topel, je naše podnebje umerjenega značaja. Mrzle zime ali vroča poletja so pri nas redkost in nastajajo le tedaj, če običajni zahodni vetrovi z Atlantika odpovedo. — Videli smo že, da svetovna cirkulacija zraka koleba: tako se včasih dogaja, da zajame naše zemljepisne širine bodisi subtropsko brezvetrje, ki po navadi leži nad Saharo, bodisi polarni severovzhodnik, ki leži običajno nekje nad Severnim Ledenim morjem. Prvo pomeni sušo, in če se to zgodi poleti — tropsko vročino, drugo pa, če se zgodi pozimi — oster mraz. Tudi navaden dež zahteva pri nas določene spremembe v sistemu splošnih zahodnih vetrov, in ker so te spremembe bolj ali manj pogostne, dobivamo dež bolj ali manj pogosto. — Normalni zahodni vetrovi se pri trčenju ob Alpski lok odklanjajo proti severnemu robu Alp, kajti odklon se vedno obrne v smer, kjer je zračni pritisk nižji. Zato se tudi fronte s svojimi dežnimi pasovi odklanjajo na sever in tako ne povzročajo v Sloveniji večjih padavin, razen zlasti poleti v območju Julijcev, Karavank in Kamniških Alp. — Tedaj se pri sicer jasnem poletnem vremenu vidijo omenjene gorske skupine pokrite z mogočnimi kopastimi oblaki, ki prehajajo v

nevihtne. Toda plohe oziroma dež se ne širijo na ostalo Slovenijo in se tesno drže omenjenih gorskih skupin.

Drugače je, če se Azorski anticiklon pomakne nad Atlantikom daleč na sever in sega do Velike Britanije. Tedaj se začne zahodni tok vijugati in nastane nad zahodno Evropo namesto zahodnika — severozahodnik. Severozahodnik pa prinaša hladen zrak z območja Grönlanda in Islanda, in ta preplavi sprva zahodno Evropo, kar sproži močno ohladitev in padavine. Hladna polarna fronta, ki leži daleč na severu, se tedaj približa zahodnemu Sredozemlju. Zaradi tega se pojavi nad Slovenijo v višinah izrazit jugozahodnik, kajti višinski vetrovi pihajo tako, da temperatura pada pravokotno na smer vetra, in sicer: če gledamo v smer kamor piha veter, potem pada temperatura od desne proti levi. Kadar je nad Francijo hladno, a nad Balkanom toplo, pihajo torej nad Slovenijo močni višinski jugozahodni vetrovi, ki so tem močnejši, čim ostrejša je navedena temperaturna razlika. To dejstvo je bistvenega pomena za nastanek obilnih padavin v Sloveniji: višinski jugozahodnik sprva nosi topel in vlažen sredozemski zrak, počasno pa prodira v zahodno Sredozemlje hladen zrak iz Francije, ki se tako vključi v omenjeni jugozahodnik, s tem pa prodre z jugozahodnimi vetrovi proti Alpam in nastane tako imenovani »hladni jug«. Hladni jug se vzpenja ob južnem pobočju Alp in proizvaja ciklon nad Genovo in obilne padavine nad vsem južnim pobočjem Alp, v Sloveniji do črte Celje—Novo mesto na vzhodu. Julijci in Snežniška skupina dobivajo tedaj rekordne množine padavin, ki jih poleti spremljajo hude nevihte. Če se Genovski ciklon še poglobi in se prične gibati proti vzhodu oziroma proti Panonski nižini, potem se prestavijo padavine iz zahodne Slovenije in Italije v vzhodno Slovenijo, medtem ko se prične v zahodni Sloveniji jasniti. Padavine v Sloveniji, predvsem v vzhodni, so posebno močne, če se omenjenemu procesu, torej Genovskemu ciklonu, pridruži še prodor hladnega zraka skozi Dunajska vrata. Tedaj se pojavi v nižinah nad Mariborom severovzhodnik ali sever, v Ljubljani pa vzhodnik ali jugovzhodnik, v Ajdovščini in Kopru burja, padavine pa se bliskovito okrepijo, temperatura hitro pada in pozimi praviloma prične snežiti. Iz navedenega vidimo, da pomenijo

večje padavine v Sloveniji določene spremembe v svetovnem zahodniku nad Evropo.

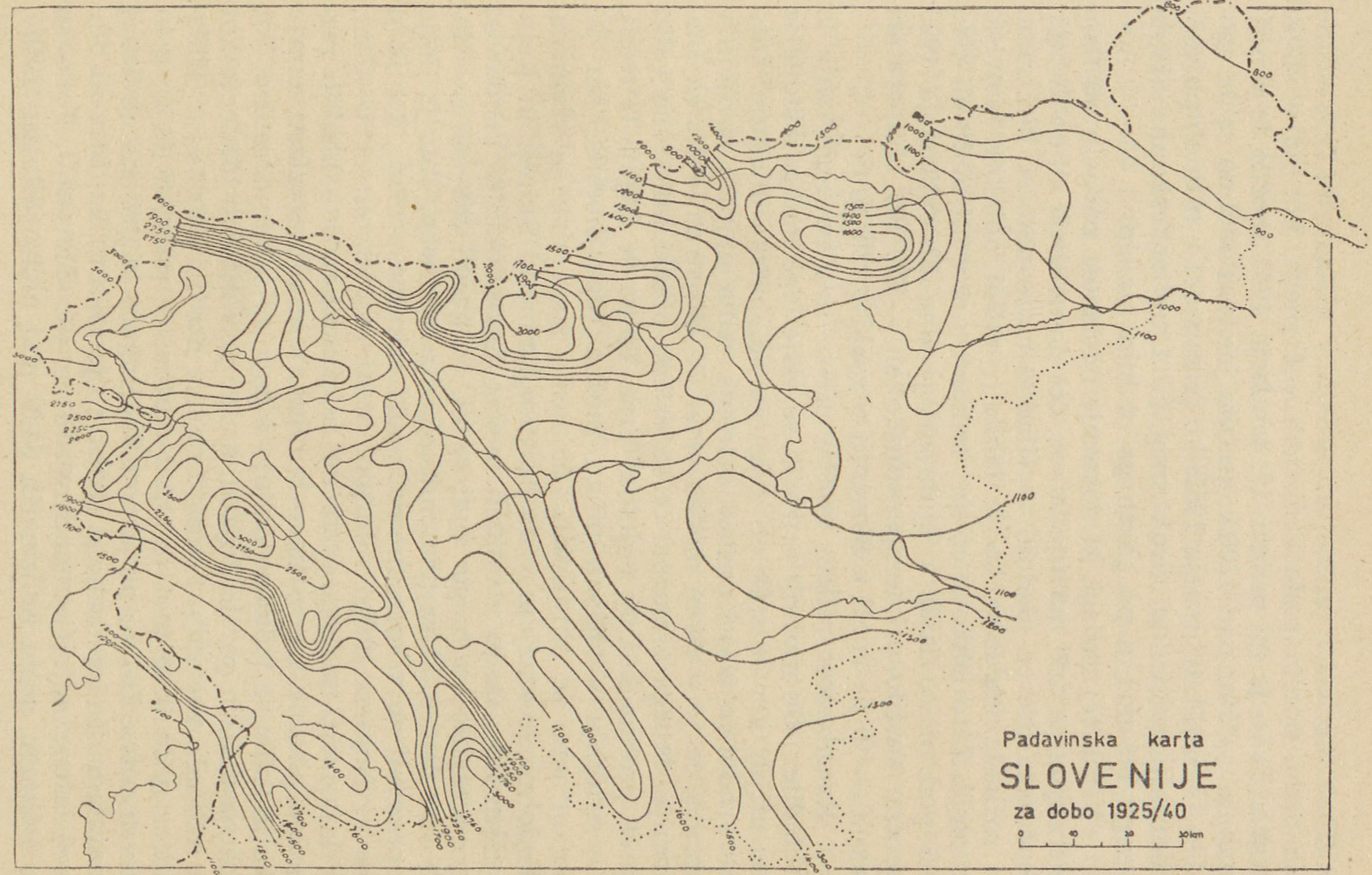
Padavine v Sloveniji nastajajo tudi pod vplivom kaplje hladnega zraka ali višinskih dolin. Eno in drugo prav tako pomeni odklon od normalnega, to je povprečnega stanja v zahodniku. Ob kapljah hladnega zraka utegne spomladi in poleti vsak dan deževati, zlasti v popoldanskih urah in to kar več tednov: zjutraj še kaže na lepo vreme, toda popoldne je zopet grmenje z dežjem! Doline pa v nasprotju s kapljami prinašajo dež, ki praviloma ne traja dolgo. Za izdaten dež nad Slovenijo so praviloma potrebni močni jugozahodni vetrovi v višinah in le ob kapljah hladnega zraka dežuje pri poljubnih višinskih vetrovih. Zato pri nas v glavnem dežuje, če nas dolina v višini še ni prešla: prej namreč sproži dež hladna fronta, ki vedno leži v ospredju višinske doline, pozneje pa sledi dež pod vplivom doline same. Pogosto sta oba dežja med seboj združena v enoten dež, tako da med enim in drugim dežjem ni nikake razvedritve. Šele ko nas dolina prekorači, se obrne veter tudi v višinah na severozahodnik (prej pa se izvrši ta preobrat v nižinah po prehodu hladne fronte, a v višini šele po prehodu središča doline), ki se ob prehodu čez Alpe spremeni v fen. V Avstriji in Švici tedaj še nadalje intenzivno dežuje, a pri nas in nad Severno Italijo se že jasni.

Pri nas pa nastane posebna vrsta dežja, če se prodor skozi Dunajska vrata izvrši šele tedaj, ko nas je fronta že zdavnaj prešla, a dolina leži skoraj nepremično nad zahodno Evropo. Barometer tedaj že precej časa raste, vreme se zjasni in vsakdo misli, da je dežja že konec, ta pa kar nepričakovano pride od vzhoda: vetrovi se znenada obrnejo v vzhodno smer, ki je značilna za prodor skozi Dunajska vrata, temperatura hitro pada, a barometer pričenja še hitreje rasti. Če se izvrši prodor skozi Dunajska vrata že v zaledju doline, to je tedaj, ko imamo v višini že severozahodnik, potem dobimo le manjše padavine, a Primorska ostane brez njih.

Ker so vse močne padavine pri nas navezane na višinski jugozahodnik, dobivajo pri nas največ padavin zahodni Julijci in Julijci sploh ter Snežniško pogorje, kajti jugozahodnik trči z vso močjo ob imenovane gorske skupine. Pri trčenju se zrak hitro vzpenja po pobočju in se tako še bolj hladi in

še bolj izloča padavine. V nasprotju s tem je nad morjem in v Panonski nižini mnogo manj padavin, ker se veter nad nižjim svetom znižuje in se tako adiabatsko segreva. Zato so tukaj fronte oslabljene. Ker je Slovenija po reliefu zelo razgibana, nastajajo pestre krajevne značilnosti padavinskega režima. Tako je bilo že rečeno, da je ves zahodni gorati svet Slovenije zelo nagnjen k padavinam (vsem je gotovo znano, kako rado dežuje na primer v Bohinju ali Bovcu), območje Bleda pa tvori neko oazo, kjer je mnogo sončnih dni in manj padavin kot pa v okolju. — Deževni oblaki se nekako izogibajo Bleda in gredo ob Karavankah ob eni strani in Bohinjskem pogorju na drugi strani. Za območje Konjic pa so zopet znane hude nevihte, ki tamkaj rade nastajajo. Naposled je še omeniti, da toča najraje obiskuje Panonsko obrobje in Goriška Brda, verjetno zato, ker so to območja, na katerih prehaja gozd v brezgozdni svet.

Omenimo še odvisnost količine padavin od nadmorske višine kraja. Čim večja je nadmorska višina, tem močneje se tam dvigajo vetrovi, zato se tudi močneje hladijo in močneje proizvajajo padavine. Iz tega bi na prvi pogled sledilo, čim višje leži kraj, tem več padavin dobi glede na svoje okolje. Vendar se z znižujočo temperaturo zmanjšuje količina vodnih hlapov v zraku, ki imajo pri padavinah vlogo »gradbenega materiala«. Zato se padavine toliko časa stopnjujejo z nadmorsko višino, dokler je dovolj vodnih hlapov: ko pa pričnо le-ti primanjkovati, začenjajo padavine kljub nadaljnji ohladitvi vetrov hitro popuščati. Teorija pričakuje, da se padavine stopnjujejo do višine, kjer leži temperatura okoli 5^0 pod ničlo. Nad to višino, kjer je torej temperatura še nižja od -5^0, padavine hitro popuščajo. Zato v zimskih mesecih, ko leži pri nas v Sloveniji temperatura -5^0 v višini okoli 1500 m, pada na Komni mnogo več snega kot na Kredarici, le ob času južnega vremena, ko se dvigne temperatura -5^0 nad Kredarico, dobi Kredarica več padavin kakor Komna ali Triglavska jezera. Spomladi in jeseni, ko se dvigne temperatura -5^0 nad višino Kredarice, se padavine pri nas vseskozi stopnjujejo z višino. Prav to velja za poletje, ko se dvigne zona največjih padavin pri nas v višino Grossglocknerja (3800 m). Zato kolebanje snežišč in ledenikov po visokih gorah ne kaže dobre zveze s kolebanjem padavin v



Po podatkih prof. O. Reye

nižinah. Če leži temperatura —5° že v nižinah, in če z višino še pada, potem pade v nižinah več snega, kot pa v višjih legah. Tako je na primer 12. januarja 1959 snežilo le v nižinah, a v višini nad 1200 m je bilo jasno. Podobno se je zgodilo 13. in 14. februarja 1952, ko je zapadel v nižinah po vsej Sloveniji rekordno visok sneg (v Ljubljani skupna višina snega 146 cm), a po gorah ga ni bilo mnogo.

Kljub tej razlagi, ki dokazuje odvisnost padavin od temperature, ne drži mnenje laikov, češ da ne sneži ali ne dežuje, kadar je preveč hladno. — Hladno more namreč biti samo v nižinah, medtem ko je lahko v višini oblakov bistveno topleje. Zato lahko sneži pri temperaturi v nižini 20 ali celo 40 pod ničlo. Tudi v Ljubljani je dne 12. februarja 1929 močno snežilo pri temperaturi okoli —25°. Pri temperaturi okoli —10° pa sneži v Sloveniji v vsaki mrzli zimi.

Razgibanost reliefa močno vpliva tudi na segrevanje in ohladitev. Ob močnih vetrovih so višje lege mnogo hladnejše od nižjih, ker se zrak ob dviganju adiabatsko ohlajuje. Zato se vrhovi in zlasti prelazi oziroma sedla najprej zavijejo v meglo, če je v višini močan veter. V Mojstrani velja za znamenje slabega vremena, če se pričnо oblaki množično valiti prek prelaza Luknje v dolino Vrat. To pa se dogaja le tedaj, če pričenja v višinah pihati močan jugozahodnik, kar je, kakor smo že obrazložili, dejansko znak slabega vremena. Podobno se zavijejo v meglo tudi Kranjski Storžič in Kamniške Alpe, če je v višinah močan jugozahodnik. Vendar se gore zavijejo v meglo tudi tedaj, če gredo čez nas neučinkovite fronte, ki ne pomenijo slabega vremena. Zato je bolje opazovati ne vrhove, marveč sedla oziroma prelaze, ker se ti ne zavijejo za dolgo v meglo, če ni močnih vetrov v višini. Pri jasnem, mirnem vremenu se ponoči močno hladijo razsežne planote (na primer Pokljuka) in nižine, zlasti zaprte kotline. Tu se tedaj pojavljajo mnogo nižje temperature, kot pa na visokih gorah. Pojavu, kadar je v nižinah hladneje kot v višinah, pravimo t e m p e r a t u r n a i n v e r z i j a. Ohladitev nižin in planot je zlasti močna, če pokriva tla sneg in če ni vetra. Babno polje pod Snežnikom je pri nas do sedaj najhladnejša ugotovljena točka, to je taka točka, kjer so bile zabeležene najnižje temperature za vso Slovenijo. Tako so v Babnem polju že izmerili 34.6° pod ničlo (februar 1956),

tu vsako zimo pade temperatura mimogrede prek —25° C, celo v mili zimi 1958/59 so tam izmerili še 28° pod ničlo, a v marcu 1958 celo 30° pod ničlo. Podobne lastnosti kaže Rudno polje na Pokljuki in verjetno še vse naše večje planote, to je področje Komne in Triglavskih jezer itd. Misliti je, da kotlina Govnač na Komni dobiva še znatno nižje temperature kot Babno polje, a tam žal še ni bilo uradnih merjenj temperatur. Redka posamezna merjenja so dala tehten razlog za izraženo domnevo. Tako so na primer 1. januarja 1954 ob 14.30 v domu na Komni izmerili —8°, a v Govnaču ob istem času —23°. Če so podnevi take razlike, kakšne pa so šele ponoči! Znano je namreč, da v navedenih hladnih območjih temperatura med dnevom in nočjo nenavadno močno koleba: v Babnem in na Rudnem polju so opazili zjutraj mnogokrat pod —25°, a podnevi okoli 0° ali celo malo nad ničlo. Mislim, da ima tudi Govnač ostro temperaturno razliko med dnevom in nočjo in se utegne zgoditi, da pade tamkaj temperatura ponoči preko —40°. Take mrzle kotline so znane še v pogorju Snežnika: na dnu teh kotlin raste polarni mah in od mraza poškodovani iglavci, v višjih legah pa postaja gozd boljši in nazadnje se pojavljajo tudi bukovci. Iz navedenega je videti, da nastopajo ob takih kotlinah, ki jih gozdarji imenujejo m r a z i š č a, izredno nizke nočne temperature.

Ker je relief Slovenije zelo pester, se jutranja in popoldanska temperatura ob jasnem mirnem vremenu razporeja zelo razgibano. Področje Črnomlja je znano po visokih popoldanskih temperaturah ob jasnih in mirnih poletnih dnevih, Celje in Novo mesto pa po visokih temperaturah ob času vetrovnega južnega vremena pozimi. Takrat namreč te dve kotlini preplavi jugozahodni fen, ki drugod ne doseže tal ali pa se ne pojavlja. Ob času jasnega in mirnega zimskega vremena so v Celjski kotlini mnogo nižje temperature kot v Ljubljanski kotlini: sploh je tedaj Celje eno najhladnejših krajev Slovenije. Ostre temperaturne razlike med južnim in severnim vremenom izkazujeta še Jezersko in Postojna, kjer je tudi prehod od enega vremena na drugo nenavadno hiter. V nasprotju s tem držijo Planica, Slovenj Gradec in Bohinj še dolgo časa nizko temperaturo, medtem ko je že vso ostalo Slovenijo preplavil jug. Zato se pozimi prav pogostokrat

dogaja, da je na Jezerskem več stopinj nad ničlo in da dežuje, v Planici, Slovenjem Gradcu in Bohinju pa pri temperaturi pod ničlo sneži. Vzrok temu je, da ležita Jezersko in Postojna na »prepihu«, a Planica, Slovenj Gradec in Bohinj so zavarovani s strmim gorovjem pred jugom. Jug prodira v te kraje le po ovinku skozi ozke doline, zato pa precej počasi.

V zvezi s pestrimi temperaturami in padavinskimi razmerami v Sloveniji so dani pogoji za pestro poljedelstvo. Tako imamo v nekaterih krajih Slovenije dobre klimatske pogoje za sadjarstvo, drugod za vinogradništvo, še kje drugje za hmeljarstvo in nazadnje še za krompir. Semenski krompir ne uspeva, če so temperaturne razlike med dnevom in nočjo prevelike in če se temperatura podnevi prepogosto dvigne nad 25° C. Višje lege našega sredogorja, kjer pogostokrat pihajo lahki ali močni vetrovi, na primer na Blokah, v Planini pri Sevnici itd., ustrezajo tem pogojem in tukaj bi lahko gojili semenski krompir. V nasprotju s tem potrebujejo sadovnjaki ostra temperaturna kolebanja med dnevom in nočjo in dokaj mrzle zime. Zato bo sadjarstvo bolj uspevalo v kotlinah, hmeljarstvo pa uspeva na meji z vinorodnimi kraji, predvsem pa tam, kjer ni pozeb, oziroma imajo le-te milejšo obliko.

Za zimski šport oziroma smučanje so razmere od leta do leta različne, in v nižinah ni v tem pogledu nikake zanesljivosti. Pač pa če se dvignemo na Pokljuko, na Pohorje itd. ali še više, zanesljivost ugodnih pogojev hitro narašča. Tako ima na primer Rudno polje na Pokljuki povprečno pet mesecev sneg. Višine nad 2000 m imajo vsako zimo dolgo smučarsko sezono. Ko bo Slovenija prepredena z vzpenjačami, bodo zimski športniki dobili zanesljive pogoje za treniranje in užitek.

Poleti nima Slovenija nikjer zanesljivega poletnega vremena. — Alpski svet je po večini preveč izpostavljen grmenju in padavinam in ima premalo sončnih dni. Najboljše vreme ima skrajni jugovzhod, namreč območje Črnomlja in pas ob morju, vendar utegne tudi tu deževati, vkljub poletju, več dni zaporedoma in biti po jesensko hladno. Kdor želi imeti zanesljivo sončno poletno vreme, mora v Dalmacijo od Splita dalje proti jugu. — To področje fronte poleti praviloma več

ne dosežejo, če pa dosežejo, potem so zelo oslabljene in hitro minevajo. Vzrok je že obrazloženi mehanizem jet streama, ki daje zahodnim vetrovom prekomeren pospešek, s tem pa črpa zrak iz višjih zemljepisnih širin in ga dovaja nižjim. Tako se nabira v višinah nad nižjimi zemljepisnimi širinami preveč zraka in ta polagoma pada z višin, to pa tembolj, čim bliže smo tropom. Poleti je v južni Dalmaciji to sesedanje zraka že tolikšno, da se tu fronte razkrajajo in so po večini neučinkovite. K lepemu vremenu pripomore tudi široka morska površina, ki sili zrak k pogrezanju, kadar ta zaide sem iz sosednjih goratih pokrajin. Omeniti je treba, da leži poleti glavni jet stream daleč na severu, ker je tedaj splošni svetovni zahodnik zaradi manjše temperaturne razlike med tečajem in tropi oslabljen. V zimski dobi pa leži glavni jet stream v naši neposredni bližini in tudi nad Sredozemljem, ker je tedaj splošni svetovni zahodnik, zaradi ostrejše temperaturne razlike med tečaji in tropi, ojačen. Zato pozimi nad našimi kraji in nad Sredozemljem ni omenjenega splošnega pogrezanja zraka in tedaj so tu fronte in cikloni zelo učinkoviti.

Za zaključek lahko omenimo še nekaj specialnih vprašanj. Eno od teh vprašanj je, zakaj je Primorska, to je območje od Ajdovščine do morja, toplejše od ostale Slovenije? Vsak bi rekel, da zaradi morja. Toda morje vpliva le tedaj, če piha pozimi veter z morja. Če pa piha severovzhodnik s kopnega, morje ne more več vplivati na temperaturo, vzlic temu je tedaj Primorska mnogo toplejša od ostale Slovenije. Vzrok temu je b u r j a, ki je sicer po občutku hladna, a vendarle blaži ohladitev, ker je burja zračni slap, ki na široko pada prek primorskih planot proti morju in se zato a d i a b a t s k o s e g r e v a ! Med fenom in burjo načelno ni razlike, le da burja vkljub adiabatskemu segrevanju še vedno prinaša znižanje temperature. Burja nastane zato, ker se hladen zrak, ki prodira od severovzhoda, zajezi ob primorskem pogorju in se zato prične prelivati na drugo stran kakor voda ob jezu.* Prelivanje zraka pa ne poteka povsod

* Slovenska meteorologa prof. M. Čadež in B. Paradiž sta ugotovila, da je burja tem močnejša čim večja je temperaturna razlika med hladnim zrakom, ki se zajezi, in toplim ob nasprotnem pobočju gorovja.

enako, marveč na ugodnejših področjih močneje, kot drugod. Zato imata Ajdovščina in Trst praviloma zelo močno burjo, a Koper in zlasti Gorica ne. Burja pridobiva svojo moč zaradi padca z gora. Mnogokrat se dogaja, da na Primorskem divja strašna burja, kadar je drugod mirno, vendar zelo mrzlo vreme. Burja v Postojni pa v nasprotju s tem nastaja drugače: Postojna leži v zoženem področju na prehodu med gorami in tu lahko preide hladen zrak na drugo stran gorovja proti Primorski, ne da bi se prelival čez gore. Zato tedaj piha v tem ozkem grlu, ki se imenuje »Postojnska vrata«, močna burja, ki pridobiva moč na račun Bernoullijevega efekta (povečana hitrost vode ali vetra v zoženih ceveh oziroma v ozkih naravnih prehodih). Postojnska burja se adiabatsko nič ne segreva, ker ne pada z višin, marveč se celo hladi, ker se dviga do višin Postojnskih vrat (600 m). Zato je ob času burje Postojna za nekaj stopinj hladnejša od Ljubljane in drugih nižinskih delov Slovenije.

Klimatologa zanima še, kako visoko se dvigne temperatura pozimi, če piha jug: sredi zime, t. j. januarja drži tropski jug v Sloveniji temperaturo praviloma okrog 8°, to je skoraj tako visoko, kot je povprečna temperatura v aprilu. V Novem mestu in Celju, kakor je že bilo omenjeno, se dvigne tedaj temperatura pod vplivom fena do 14°. Drugače je v januarju temperatura nad 10° redkost izvzemši ozek pas ob morju in omenjene kotline. V izjemnih primerih se utegne temperatura dvigniti do 14°, a v Novem mestu in Celju do 18°, kar pa se je zgodilo le enkrat v 118 letih. Nasprotno vprašanje je, kako nizko more pasti temperatura sredi poletja. Če prodre s hitrimi severnimi vetrovi arktični zrak s Severnega Ledenega morja, potem se temperatura ob dežju zniža v juliju v Ljubljani na plus 8°, to je, doseže isto vrednost, kot jo ima januarja ob močnem jugu. Če se kasneje zjasni, pade temperatura v Ljubljani pod 5°, ponekod pa doseže ničlo (na primer leta 1949, ko je bila v večjem delu Slovenije meseca julija slana), sicer so omenjeni primeri izjema in se v večjem delu v Sloveniji več let ne zgodi, da bi temperatura v juliju padla podnevi pod 10°. Ker pa klima neprestano niha in se spreminja, se utegne zgoditi, da se pojavljajo nenavadne vrednosti, ki se lahko ponove že v teku nekaj let. Tako na primer temperatura 38° ni bila opazovana

v Ljubljani od začetka opazovanja l. 1851 vse do l. 1934, to je v teku 84 let. L. 1935 pa se je dne 28. junija povzpelo živo srebro prvič na 38°, leta 1950 6. julija se je enaka vročina spet ponovila in skoraj enako vroče je bilo še julija 1957. Torej vrednosti, katerih ni bilo 84 let, so se kar trikrat ponovile v teku nadaljnjih 22 let! V nasprotju s tem se nenavadno močan dež dne 27. septembra 1926, ko je padlo v Ljubljani 150 mm dežja v enem dnevu, a v Polhograjskih Dolomitih še mnogo več, ni več ponovil. Tedaj je nastala ob Gradaščici takšna poplava, kakršne še nikoli ni bilo: voda je nesla mostove, mline, žage in drugo in se je dvignila v Trnovem do I. nadstropja, preplavila je Tivoli in tudi Ljubljansko barje se je spremenilo v jezero. Tudi izjemno hud mraz, ki je bil zabeležen 11. decembra 1879, ko so zaznamovali v mestu Ljubljani — 26,5°, se je ponovil le enkrat, in sicer 23. januarja 1942. Kako se bo klima razvijala v prihodnosti, ne vemo ničesar povedati.

Marsikoga morda zanima, kdaj v Sloveniji lahko pade prvi in kdaj zadnji sneg. Izkazalo se je, da je v Planici in na Jezerskem sneg možen skozi vse leto, saj je tamkaj dvakrat snežilo celo julija, in sicer 25. julija 1939 in 1. julija 1948. V Ljubljani je prvi sneg zabeležen 6. oktobra 1936, a zadnji 31. maja 1873. V Slovenjem Gradcu in mnogokje drugod je bil prvi sneg 28. septembra 1936. Iz tega pregleda vidimo, da je v Sloveniji tudi v nižinah sneg možen tja do začetka poletja in od začetka jeseni dalje. S splošno spremembo klime se tudi to spreminja in v prihodnje utegnejo nastati še kaka presenečenja.

Oglejmo si še na kratko dinamično klimo drugih pokrajin Jugoslavije. Ves Balkanski polotok leži še v zoni splošnih zahodnih vetrov, vendar se pri tleh v zimski dobi ustvarja mnogokrat vzhodnik, ki dovaja hladen zrak iz območja južne Rusije. Ta plitvi vzhodnik pripada tako imenovanemu zimskemu monsunu, ki je znan v vzhodni in južni Aziji kot mogočen in hladen severozahodnik oziroma v južni Aziji kot sever ali severovzhodnik in se pojavlja tudi v omenjeni obliki na Balkanu. V splošnem pa se dirigira vreme nad Balkanom prav tako kot v Sloveniji od zahoda in zato je tu vpliv Atlantika in Sredozemlja zelo velik. Poleti, ko je svetovni zahodnik zaradi oslabitve temperaturne razlike med

tropi in tečaji oslabljen, zajame območje Balkana zona šibkih zahodnih vetrov z močnim grezanjem zraka. To grezanje, kakor je bilo že rečeno, povzroča mehanizem jet streama, ki tedaj tiči nekje nad Srednjo ali Severno Evropo. Grezanje zraka ustvarja lepo poletno vreme nad Balkanom in to tem lepše, čim južneje smo, fronte, ki povzročajo hladen dež v Srednji Evropi in še v Sloveniji, so mnogokrat na Balkanu neopazne ali oslabljene. Vendar so znane tudi izjeme, ko zajame Balkan kaplja hladnega zraka, ki drži tu poleti hladno jesensko deževno vreme. Velike vremenske anomalije so zlasti značilne za območje Sarajeva, kjer utegne snežiti v maju in v septembru, ter celo poleti. Tako na primer je bil v Sarajevu 14. septembra 1931 vroč poletni dan, ponoči pa se je razbesnela nevihta in zjutraj 15. septembra je vse Sarajevčane presenetila zgodnja snežna odeja! Teden kasneje je zopet močno snežilo kakor v decembru in je bil celo tramvajski promet v zastoju. L. 1959 je sneg zapadel 3. junija, a l. 1918 je snežilo v juliju. V Sarajevu se utegne tudi sredi zime dvigniti temperatura nad 15°, a nekaj ur kasneje že močno snežiti! — Prehod iz enega vremena v drugo je na tem območju nenavadno hiter in se pojavlja v vseh letnih časih. Teorija dinamične klimatologije pričakuje, da leži središče takih naglih sprememb ne nad samim Sarajevom, marveč nekoliko vzhodno od Sarajeva v območju Sokolca na Romaniji, vendar tam še ni dolgoletnih opazovanj. Vzrok naglim spremembam te vrste je iskati v obliki gora, ki pri južnih vetrovih sprožijo izraziti fen, zato povzročajo nenavadno visoke temperature, zlasti pozimi, pri severnih vetrovih pa silijo zrak k hitremu vzponu in tako povzročajo dodatno adiabatsko ohladitev. Ta dodatna ohladitev se izraža v že navedenem sneženju, kadar nikjer drugod ni še nikakršnih znakov za kaj takega. Ob času jasnega zimskega vremena nastopa nad Sarajevskim poljem plitva plast nenavadno hladnega zraka, kakor pri nas nad Babnim poljem. — Tu so že večkrat izmerili temperaturo nižjo od — 30°, ob istem času je v mestu samem zaradi višje lege za 5 do 10° topleje. Na Velikem polju pod Bjelašnico so izmerili v neki mali kotlinici temperaturo — 43° (februar 1956), kar je do sedaj najnižja temperatura, izmerjena v Jugoslaviji. Podobnosti s podneb-

NEVIHTNI OBLAKI

LENTICULARNI OBLAKI

OBLAK ATOMSKE EKSPLOZIJE

BLISK

jem sarajevskega okoliša ima še severovzhodna Črna gora v območju Plevlja.

Povsem drugo klimatsko enoto tvori dolina Timoka v vzhodni Srbiji (na meji z Bolgarijo). Po tej dolini doteka pozimi hladen monsunski zrak iz Romunije, pri čemer se postopno dviga, ker prihaja iz Romunske nižine v gorate pokrajine na jug. Zato so zime v dolini Timoka ostre in podobne zimam na Koroškem, kjer je južno vreme mnogo redkejše kakor drugod.

Panonsko nižavje leži že v območju, kjer so svetovni zahodnik in njemu pripadajoče fronte močno izražene, a nižinska lega terena sili vetrove k sesedanju, kar zmanjšuje učinek front. Zato je količina padavin nad Panonsko nižino v primeri z okolico ostro znižana in daje vegetaciji stepni značaj. Omeniti je treba, da dobiva Balkan močne padavine, če se drži ciklon nad Egejskim morjem, Panonska nižina pa tedaj, če se drži ciklon nad Panonsko nižino samo. Slednji pride po večini sem iz območja severne Italije preko Slovenije. Prodor hladnega zraka skozi Dunajska vrata ima veliko vlogo tudi v Panonski nižini, kjer se tedaj pojavlja hladen severozahodnik. V območju Beograda sta znana dva vetrova: hladen severozahodnik, ki pomeni obenem prodor skozi Dunajska vrata in jugovzhodnik, ki se imenuje košava. Košava je lahko hladna, če dovaja hladen monsunski zrak iz Rusije, in topla, če pomeni običajen jug, ki tu nikoli ne piha točno od juga ali jugozahoda, kot pri nas v Sloveniji, marveč vedno od jugovzhoda. Tako torej v tem primeru ista smer vetra lahko pomeni povsem različni tip splošne cirkulacije: hladna košava pada s Homoljskih planin in s tem spominja na našo primorsko burjo, topla košava pa piha iz območja doline Morave. Obe vrsti košave, zlasti pa mrzla, pihata pretežno v hladni polovici leta. Ker pa tudi hladna košava, prav kakor primorska burja, učinkuje ogrevajoče, ima Beograd in vse okolje manj hladno zimo kot pa območje brez košave. Po občutku so zime, kjer piha košava hladne, po termometru pa ne. Najmočnejša košava ne piha v samem Beogradu, marveč v območju Bele Cerkve, ki leži kakih 90 km severovzhodno od Beograda. Tam piha ne samo veter s planin, marveč prodira še skozi ozko grlo Džerdapa, kjer pridobiva moč zaradi Ber-

noullijevega efekta. Košava odpihuje in suši sneg, tako da so območja pod košavo mnogokrat brez snega, medtem ko so drugi kraji pod snegom.

Oglejmo si še podnebje Dalmacije in okolja. Vsa jadranska obala je zavarovana z visokim, težko prehodnim Dinarskim gorovjem pred severovzhodnimi vetrovi, ki prinašajo pozimi nizke temperature. Ti vetrovi se spreminjajo po prelivanju čez Dinarsko gorovje v fen oziroma v burjo, ki je sicer po občutku hladna, vendar bistveno blaži hlad. Ogrevajoči učinek burje je v Dalmaciji zaradi višjega gorovja močnejši kot v Slovenskem Primorju in ta učinek narašča proti jugu, kjer so gore še višje. Če na primer znaša temperatura vetra v Ljubljani, v višini 300 m nad morjem in v Sarajevu v višini 550 m nad morjem, — 10° C in če ležijo oblaki v višini 1000 m nad morjem, potem bo imela burja v Kopru oziroma v Trstu temperaturo — 5°, v Splitu 0°, a v Dubrovniku + 2°; v navedenem primeru je bilo vzeto, da znaša povprečna višina gora v Slovenskem Primorju 1000 m, v Dalmaciji (Bosni) pri Splitu 1500 m in pri Dubrovniku 2000 m in k izračunanim vrednostim po adiabatskem zakonu je bilo dodano še 2°, kakor je pokazala praksa. Če ne bi bilo Dinarskega gorovja, bi vpadal hladen zrak pozimi brez oslabitve na Jadran in bi tam povzročil uničujoče pozebe. — Jadransko obalo potemtakem greje ne toliko toplo morje, kolikor Dinarsko gorovje! Ob južnih vetrovih trči zrak ob Jadranski obali v pobočje Dinarskega gorovja in se tu vzpenja. Zato nastaja močna adiabatska ohladitev in močne padavine. Tedaj je Jadranska obala hladnejša od notranjosti dežele, ki leži na nasprotni strani Dinarskega gorovja in kjer se spremeni jug v fen. Če je združen jug z močnim ciklonom nad Sredozemljem in hladnimi frontami, ki gredo od jugozahoda, nastajajo zlasti v črnogorskem obalnem gorovju izredno močne padavine, ki se lahko kosajo s tropskimi ali monsunskimi padavinami v Indiji. Tako dobiva kraj Crkvice blizu Cetinja, ki leži v višini 1097 m, rekordno visoko letno količino padavin: ta znaša namreč povprečno 5400 mm na leto, mnogokrat pa se dvigne preko 8000 mm; potemtakem je najbolj namočen kraj v Evropi. Omeniti je treba, da pada tu glavna količina padavin v hladni polovici leta.

Glede na poljedelstvo, elektrogospodarstvo in turizem smemo klimo Jugoslavije označiti za bolj kot nadvse ugodno, kajti omenjena krajevna raznovrstnost klime daje po eni strani možnost velike izbire kmetijskih kultur, po drugi strani pa možnost melioracije klime: ob času deževij je pri nas vode preveč in ta brezkoristno odtaka po rekah in kraških grapah. Če bi del te vode zbrali v odvodnih kanalih in bazenih, se ne bi bilo treba več bati suše. Z melioracijo se da tudi preprečiti povodnji.

III. poglavje

DINAMIČNA KLIMA TROPOV

Navadno razumemo pod tropi pas zemeljske oble, ki leži med 23° 27′ severne in južne geografske širine. Tu gre namreč Sonce dvakrat na leto skozi zenit (najvišjo točko nebesnega oboka). Na vzporednikih 23° 27′, ki se imenujeta tropika ali povratnika, doseže Sonce zenit le enkrat na leto, in sicer na povratniku Raka (ki leži na severni polobli) 21. junija, a na povratniku Kozoroga (na južni polobli) 21. decembra. Na ekvatorju, ki deli trope in vso zemljo v dva enaka dela, doseže Sonce zenit 21. marca in 23. septembra. Nad ekvatorjem se giblje Sonce v krogih, ki stojijo navpično na obzorje, a na povratniku Raka oziroma Kozoroga pod kotom okoli 67°. Zato Sonce v tropih vzhaja ali zahaja zelo hitro, mnogo hitreje kakor pri nas (v Ljubljani se giblje po krogih, ki oklepajo kot z obzorjem okoli 44°) in primerno temu so mraki tu zelo kratki: dobre pol ure po sončnem zatonu je že noč in prav tako hitro nastopa dan. Očividci (geograf Walace) opisuje pričetek dneva v bližini ekvatorja takole: ob 5. uri 15 minut vlada še popolna noč, nekaj minut nato se prično oglašati ptiči, kar je znamenje, da se je pojavila na vzhodu svetla lisa, ob 5. uri 30 minut postaja svitanje vidno, ob 5. uri 45 minut je že popolnoma svetlo in ob 6. uri hitro vzhaja sonce. Geograf N. Ščerbinski je doživel na Amazonki enako hiter prehod dneva v noč, ki je neprijetno presenetil vso skupino, kajti mislili so še v mraku doseči obalo; odpluli so namreč, ko je še sijalo Sonce. Tudi dolžina dneva v tropih se le malo spreminja, na obeh povratnikih je razlika med najkrajšim in najdaljšim dnevom le okoli 2 uri, v Ljubljani okoli 7 ur, a na ekvatorju samem se sploh ne spre-

minja in znaša vedno 12 ur. V pasu med 5⁰ severne in južne poloble ni ciklonov in ne anticiklonov, ker to onemogoča manjkajoča Coriolisova odklonska sila. Zato tukaj v nižini ni izrazitih vetrov in če se ti pojavijo, trajajo le malo časa (ob nevihtah); spričo tega označujemo to območje kot pas ekvatorskega brezvetrja. Vendar vleče tu v višini stalni vzhodnik, ki sega poleti več kot 40 km visoko, pozimi pa se spreminja v višini že nekaj kilometrov v zahodnik. Vzhodniku pravimo pasat, zahodniku pa so prej pravili antipasat, v novejši dobi pa preprosto zahodnik, ker ta pripada k svetovnemu zahodniku zimske poloble. Stalni pasat pri tleh nastopa v zemljepisnih širinah, ki so večje od 5⁰ in traja skoraj do 30. vzporednika. Ker je svetovna cirkulacija odvisna od letnih časov, saj se v zimski polobli zahodnik krepi in veje v višinah tudi nad ekvatorjem, a v poletni dobi slabi in nad njim, to je nad zahodnikom, veje tudi v zmernih zemljepisnih širinah mogočen vzhodnik, se pomika tropska fronta z ene poloble na drugo. Po navadi leži tropska fronta nedaleč od tistega vzporednika, kjer doseže sonce zenitno lego. Zato imajo tropski kraji dve deževni dobi, ki pa se v območju povratnika združujeta v eno samo. Moč in trajanje deževja hitro pojema od ekvatorja proti višjim zemljepisnim širinam. Zato ima ekvatorsko območje bujno rastlinstvo (tropski pragozd) a na povratniku se pričenjajo že polpuščave, ki jih imenujejo savane. Rastlinstvo v savanah oživi ob času deževja, a ob času suše se spremeni v puščavo in drevesom odpada listje kot pri nas v jeseni. Tropski dež prihaja v razliko od našega od vzhoda (naš od zahoda) in ima po večini nevihtni značaj: dopoldne sije slepeče ekvatorsko sonce in vlada močna sopara, ki postaja proti poldnevu kar neznosna. Obenem se hitro grmadijo težki kopasti oblaki, ki pozneje prehajajo v grozeče hudourne oblake. Slednji rastejo s svojimi vrhovi za kakih 5 do 7 km više od naših hudournih oblakov in se vidijo iz daljave kakor veličastno gorovje, dvakrat višje od Himalaje! Oblaki se pomikajo od vzhoda, nebo se zdajci stemni in pričenja se tropsko neurje. Tema sredi dneva je taka, kakor je pri nas že kake pol ure po sončnem zahodu, naliv pa je prej podoben slapu kakor dežju. Bliski so slepeči in pogosti. Vetrovni sunki pred nevihto dosežejo jakost orkana, a ne trajajo dolgo in

ne zajamejo naenkrat širšega območja. Naliv se pozneje spremeni v trajen močan dež, podoben našemu, nevihta popušča in postaja občutno svetleje. Dež traja po navadi pozno v noč, a proti jutru se zjasni in drugi dan se vse pričenja znova. Vendar je treba poudariti, da tudi v tropih ne teče vreme po neki vnaprej predpisani šabloni, marveč se iz dneva v dan spreminja. Zato deževna doba še ne pomeni vsak dan dežja, marveč nastopajo vmes večdnevne pavze. Tudi moč neurja ni vsak dan enaka. Naposled utegne tudi v tropih padati običajen droben pohleven dežek, kakor pri nas v jeseni. Tudi sušna razdobja še ne pomenijo v tropih nepretrgane dobe brez dežja. Utegne se zgoditi, da vkljub sušnemu razdobju prihrumi hudo neurje z osvežitvijo, ki namoči in poživi pokrajino. Prejšnje predstave, češ da teče v tropih vreme kakor ura, je nepravilno. Pač pa v tropih delujejo singularitete in ritmi mnogo bolj kot pri nas in tudi barometer je tam izvrsten napovedovalec vremena, medtem ko pri nas ni. Tropska fronta se praviloma ne umika daleč od ekvatorja, zato pripada obrobje tropov že k savanam (na pol puščavam). Nad Indijo in jugovzhodno Azijo pa je tropska fronta zelo gibljiva in doseže včasih pobočje Himalaje, vzrok je v tem, da leže razgreta Sahara in arabijske puščave južneje od razgretih srednjeazijskih puščav. Zato ima Saharsko-arabijsko področje nad seboj v višinah močan blokadni anticiklon, ki blokira tropsko fronto, v Aziji pa leži ta blokada šele nad Tibetom. Tropskemu dežju, ki zajema Indijo, pravimo m o n s u n s k i d e ž, kajti mislili so, da ta dež nastane zaradi nizkega zračnega pritiska, ki leži v nižinah nad razgretimi puščavami srednje Azije in se imenuje m o n s u n s k i c i k l o n. Toda prav takšen monsunski ciklon leži nad Saharo in Arabijo, vkljub temu pa tam ni nikakega monsunskega dežja. V višinah namreč leži nad vsemi monsunskimi cikloni omenjeni mogočni višinski anticiklon, ki preprečuje kakršenkoli dež in vzdržuje puščavsko sušo z vročino. V puščavah se približuje vročina 60° C, a temperatura peska se dviga preko 80°. Indijski in jugovzhodnoazijski dež potemtakem ne nastajata zaradi omenjenega monsunskega ciklona, marveč zaradi tropske fronte, ki z lahkoto doseže te kraje in ki utegne postreči razen z dežjem še z orkanom. Ti zadnji se v Indiji imenujejo »bengalski cikloni«, a v območju Kitajske, Filipi-

nov in Japonske »tajfuni«. Monsunski dež nad Indijo in jugovzhodno Azijo je torej tropski dež in se nič ne loči od prej opisanega tropskega dežja. Najmočnejši monsunski dež pada v območju Assamma v Cherrapunji, ki je obenem najbolj namočen kraj na svetu in ki dobiva nad 11.000 mm padavin letno! Tam se namreč križajo visoke gore Indokine s predgorjem Himalaje, zato se tu tropski zrak vzpenja v ogromne višine. Medtem ko tropski dež v bližini ekvatorja praviloma prihaja od vzhoda, prihaja v monsunskem območju od jugovzhoda. Zato je Indokina neprimerno bolj namočena od prednje Indije, kjer leži na skrajnem severozahodu celo puščava Tarr. Do tod pride tropski (monsunski) dež po večini v zelo oslabljenem stanju. Monsunski dež ima kakor vsak tropski dež precej pravilno letno periodo in nastopa v Indiji v maju, traja pa večji del poletja. Moč monsunskega dežja, kakor moč tropskega dežja sploh, se iz leta v leto spreminja in tudi čas njegovega nastopa ali konca precej koleba. Zato nastopajo v Indiji tudi sušna leta, ki uničujejo letino. Domačini so opazili, da tedaj, če pade pozimi preveč snega na Himalaji (zima je v Indiji in na Himalaji sušno razdobje), sledi v Indiji sušno leto.

Prevelika vročina v tropih, zlasti pa neznosna sopara ob času deževja, je za Evropejca nezdrava in celo nevarna.

IV. poglavje

MONSUNSKO PODNEBJE ZMERNIH ZEMLJEPISNIH ŠIRIN

Obala vzhodne Azije se uradno prišteva k monsunskemu podnebju, a dejansko tvori povsem drugo klimatsko enoto kot pa obe Indiji in jugovzhodna Azija. Tu namreč tropska fronta ne vpliva več, razen s proizvodnjo tajfunov, ki včasih dosežejo še 40. vzporednik. Zato nastaja poletni dež, ki se tudi tukaj imenuje monsunski, povsem drugače kot pa »monsunski dež« v Indiji. — Tropski dež prodre še do Kantona, a dalje na severu se že pričenja zmerno-širinska zahodna cirkulacija. Za to cirkulacijo so značilni in vsem dobro znani zmerno-širinski cikloni s svojimi frontalnimi sistemi, ki se poleti gibljejo nekje daleč na severu in so v splošnem usmerjeni kakor poleti, tako tudi pozimi od zahoda proti vzhodu. Odtod se širi vpliv ciklonov oziroma front, kakor v Evropi, precej daleč na jug. Poletni dež se tukaj torej nič ne loči od našega dežja v Srednji Evropi in na Balkanu. Njegova večja količina v primeru z zimskim, je posledica večje jakosti dežja poleti, kar je značilno za celinsko klimo: nad celinami so poletne padavine kratkotrajne plohe ali nalivi z grmenjem, ki hitro minevajo, a zimske in jesenske padavine so trajne, vendar šibke. Zato vsa vzhodna obala Azije nima toliko izrazitih suhih razdobij, kakor jih imajo tropi in Indija, marveč padajo tu padavine v vseh letnih časih. Poletni monsunski dež v vzhodni Aziji torej ne obstoji, kakor so dosedaj mislili in ta dež dejansko ni nič drugega, kot navaden dež zmernih zemljepisnih širin, kakor pri nas. Pač pa obstoji nad vzhodno obalo Azije prepogostni poletni veter z morja, ki blaži vročino, a piha le v nižinah. — Ta veter naj bi bil, po prejšnji

predstavi, znameniti azijski monsun — nositelj poletnega dežja! Za vzhodno obalo Azije je bolj značilen zimski monsun, ki se tu pojavlja v obliki trdovratne ledenomrzle burje: ta utegne pihati več tednov nepretrgoma, piha pa od severozahoda. Zato je zima ob vzhodni obali Azije izredno mrzla: Vladivostok, ki leži na zemljepisni širini Dubrovnika, ima hladnejšo zimo kot Moskva in morje tu vsako zimo zmrzuje. Tudi Kitajsko mesto Kanton, ki leži ob povratniku, to je tako kot južni Egipt, ima vsako zimo mraz ponoči in včasih, četudi redko tudi podnevi. Zimski monsun piha naravnost iz Sibirije in je zato tako mrzel! Nastaja pa zaradi tega, ker se pozimi zelo krepi ciklon pri Aleutih, ki vleče v svojem zaledju hladen sibirski zrak proti morju. Nad Sibirijo pa vlada pozimi zaradi ondotnega hudega mraza plitev, vendar močan monsunski anticiklon, ki daje v sodelovanju z aleutskim ciklonom, močne toda plitve severozahodne vetrove, ali zimski monsun. Nad zimskim monsunom piha v višinah naš običajni svetovni zahodnik, ki pa v teh krajih prav tako pomeni dotok hladnega zraka z azijske celine. Vendar ta zahodnik zdaleč ni tako mrzel, kakor severozahodnik, ki piha pod njim. Zimski monsun je torej prav tako kot poletni omejen le na plitve zračne plasti, le redkeje seže v višino za več kot 2 km. Spričo tega, da leži vzhodnoazijska obala pozimi v zaledju Aleutskega ciklona, so zime tu izredno suhe. Proti severu pa postajajo vse bolj in bolj snežne, ker v te kraje radi zaidejo cikloni, ki potujejo prek Severnega Ledenega morja in prek severne Sibirije proti vzhodu. Tako so na primer območja Kamčatke in Sahalina znana po že snežni zimi.

Pojav monsuna pozna tudi Amerika. Tudi tu tropski poletni dež sega le do Texasa, v višjih zemljepisnih širinah pa vlada običajna zahodna cirkulacija. V zimski dobi veje ob vzhodni obali Amerike ravno tako kot v Aziji ledenomrzli severozahodnik, ki se tu imenuje blizard in nosi zrak iz arktične Amerike. Ta severozahodnik nastaja v zaledju mogočnega ciklona, ki se razvija pri Islandu in nad zahodnim Atlantikom, vendar ameriški zimski monsun zdaleč ni tako vztrajen kot azijski, ker Amerika nima tolikò trdoživega in mogočnega anticiklona nad celino, kot ga ima vzhodna Sibirija. Zato se čez Ameriko prepogosto gibljejo cikloni, ki za-

časno prekinjajo zimski monsun. Zaradi tega je za vso Ameriko značilno močno kolebanje temperature, zlasti v Texasu. Tu se utegne pozimi dvigniti temperatura do 30°, a nekaj ur kasneje pod vplivom silovitega Blizarda pasti na 15° pod ničlo! Tudi New York še pozna sredi zime temperature do plus 22°, a nekaj ur kasneje ravno toliko stopinj pod ničlo s silovitim snežnim metežem! Sicer pa južno vreme pozimi v vzhodni Ameriki ne traja dolgo, kajti monsun (Blizard) je tu v znatni premoči nad drugimi vetrovi.

Zahodna obala Amerike, kakor Evropa, ne pozna zimskega monsuna, ker ga tu onemogoča ali zavira svetovna zahodna cirkulacija. Monsun bi moral biti tukaj usmerjen od vzhoda proti zahodu, t. j. v smer, ki je nasprotna smeri svetovnega zahodnika. Zato se tu pojavlja zimski monsun le redkokdaj in tedaj povzroča za te kraje anormalno nizko temperaturo, na primer v Kaliforniji. Pri nas v Evropi in zlasti še v Sloveniji se zimski monsun istoveti z ostro burjo, ki zajame vso Srednjo in Južno Evropo. Ker je zimski monsun na zahodu Evrazije (to je v Evropi) in Amerike pomembna anomalija v svetovnem zahodniku, nastopajo tu ali pri nas periode hudega mraza bolj poredko in so mrzle zime prav tako redke pri nas, kakor tudi v zahodni Ameriki.

V. poglavje

POLARNO PODNEBJE

Na vzporedniku 65⁰ in 27′ leži polarni krog ali tečajnik. Tu Sonce enkrat na leto (21. junija) sploh ne zahaja in enkrat na leto (21. decembra) ne vzhaja (na južni polobli obratno). Vendar ta trditev ne drži povsem, kajti v zraku se, zlasti pri nizkih temperaturah, pojavlja tako imenovana r e f r a k c i j a, to je lom svetlobe, ki utegne dvigniti navidezno lego Sonca za nekaj ločnih minut ali še več. Tedaj se Sonce po zatonu spet nenadno pojavi in to se lahko večkrat ponovi. Od tečajnika dalje proti tečaju postaja število dni, ko Sonce sploh ne zahaja ali ne vzhaja, vse večje in večje in na tečaju samem doseže to število 6 mesecev. Vse to območje, ki se razprostira od povratnika do tečaja, je p o l a r n o o b m o č j e. Sonce se tu giblje v krogih, ki so skoraj vzporedni z obzornikom in višina Sonca niti poleti ni velika. Na tečaju samem je največja višina Sonca le za 2⁰ večja od našega najnižjega opoldanskega Sonca v decembru!

Po cirkulaciji zraka spada obrobje polarnega področja v zono zelo živahne zahodne cirkulacije s pogostnim nastankom jet streamov, zlasti pozimi, zato se tu vse leto, a največ pozimi gibljejo živahni in globoki cikloni in vreme je tu vse leto nestalno, temperatura pa močno koleba. To kolebanje temperature se včasih premakne daleč proti tečaju in zajame v severni polobli Spitzberge in Grönland. Leta 1940 so opazovali celo na 82. vzporedniku blizu Grönlanda dež v mesecu januarju, a na Spitzbergih je bilo v januarju leta 1929, ko je bila v Evropi ena najbolj hladnih zim, 6⁰ nad ničlo in dež. Vendar velja: čim bliže tečaja smo, tem redkeje zahajajo

tja cikloni in povečini drži to območje mogočen vrtinec ledeno mrzlih vzhodnih vetrov, ki pa ne segajo visoko. Ta vrtinec je poleti stabilnejši kot pozimi, ker je poleti dejavnost ciklonov mnogo manjša. Pač pa je pozimi splošna moč vetrov blizu tečaja večkrat močnejša od le-te poleti in dela tamkajšnji mraz neznosen. Ugotovljeno je, da je na severni polobli najhladnejša zima po učinku na človeka, v območju Karskega Ledenega morja (vzhodno od Nove Zemlje), ker so tam ledeno mrzli vetrovi najmočnejši in najpogostejši. Drugače je zima na grönlandskih ledenih planotah, a še bolj v območju Verhojanska in Ojmjakona v vzhodni Sibiriji mnogo hladnejša, a manj občutljiva. Za Severno Ledeno morje je značilno, da je tamkaj j a n u a r n a j t o p l e j š i z i m s k i m e s e c in da se zima v januarju deli v dva dela. Zakaj nastaja januarja ta otoplitev, ni še pojasnjeno. Možno je, da je vzrok množično zmrzovanje morja, ki odvaja velike količine latentne toplote v zrak mogoče je tudi, da se v januarju preusmerja svetovna cirkulacija zraka, zato pa cikloni prepogosto zahajajo v arktično območje. Najhujši mraz nastopa v Severnem Ledenem morju v polarnem jutru, to je v februarju in marcu. Tudi april in maj sta še zelo mrzla: povprečna temperatura maja je v bližini tečaja še —16°, to je tolikšna, kakršna je v januarju kje v vzhodni Rusiji blizu Urala. V nasprotju s tem je poletje razmeroma toplo, temperatura se tu pogostokrat dvigne nad ničlo in Sonce ima zaradi prozornega zraka veliko moč. Vendar je poleti polarno območje povečini zavito v gosto meglo, ker taleči se led znižuje temperaturo zraka in povzroča meglo. Planote Grönlanda imajo vse leto mraz, ker ležijo v višini nekaj kilometrov. Za polarne kraje so značilne tudi izredne fatamorgane, ki znajo pričarati neprehodno ledeno gorovje ali spremeniti majhno živalco v velikansko nepoznano pošast! Tudi »igra« s soncem ali luno je za te kraje značilna: včasih sije naenkrat več raznobarvnih sonc ali več lun itd.

Na južni polobli leži v polarnem področju mogočen antarktični ledeni oklep, ki se dviga do več kilometrov visoko. Na tem ščitu vlada večni mraz in pozimi (pri nas je tedaj poletje) so bile zabeležene temperature —87,4°, kar je za sedaj najnižja opazovana temperatura na zemlji. Sicer so

v višinah 16 km opazovali nad Indonezijo temperaturo — 95°. Specialisti so mnenja, da more na Antarktiki pasti temperatura do 93° pod ničlo.

V severnovzhodni Sibiriji, ki je do l. 1958 veljala za območje najhladnejših zim na svetu, so izmerili le —68°, to je precej manj kot na Antarktiki, strokovnjaki pa so mnenja, da more tamkaj temperatura pasti do — 80°. Upoštevati je tudi treba, da leži Antarktika več kilometrov visoko (temperatura — 87,4° je bila izmerjena na ledenem oklepu v višini 3700 m), a Sibirija ima običajno nižinsko lego. Najhujši mraz v Antarktiki ali Sibiriji ali kjerkoli, razen na visokih gorah, nastopa ob jasnem, mirnem vremenu nad zasneženo pokrajino. Po visokih gorah je v nasprotju s tem najhujši mraz tedaj, ko piha močan veter, ki obenem nosi arktični (na južni polobli antarktični) zrak, ker se tedaj že brez tega hladen zrak še dodatno hladi, to pa zaradi adiabatskega procesa. Ko nastane po gorah jasno vreme in veter popusti, nastopa adiabatsko segrevanje in izsuševanje zraka. Že na Kredarici je najlepše zimsko vreme, ko vlada v nižinah še hud anticiklonski mraz: na Kredarici je tedaj bistveno topleje in se utegne temperatura celo sredi zime dvigniti nad ničlo, ko v nižinah kaže termometer še globoko pod ničlo. Kljub temu pa sneg po gorah tedaj ne postane južen, ker to preprečuje nizka relativna vlaga, ki na Kredarici pade pozimi ob jasnem anticiklonskem vremenu do 4 %. Sneg tedaj hitro izhlapeva in se s tem hladi pod ničlo. Sneg se hladi pod ničlo tudi z izžarevanjem toplote proti jasnemu nebu: to izžarevanje je po gorah ob jasnem anticiklonskem vremenu izredno močno. Pač pa se na sončni strani pod snežno površino, kjer sneg ne more izžarevati in tudi dosti ne izhlapeva, tali sneg pod vplivom sončnih žarkov, ki prodirajo v globino, medtem ko je zgoraj pršič! Ponoči pa sneg zmrzne tudi v globini in tako polagoma prehaja v led. Za zaključek si oglejmo še nekaj slik iz ekstremnih podnebij: osrčje Antarktike ima najhladnejše podnebje na svetu: tu vlada večen mraz in skoraj vsak dan vejejo močni vetrovi. Ob jasnem vremenu, ki je nad osrčjem Antarktike zelo pogosto, je prozornost ozračja tolikšna, da je svetilnost Sonca ali Lune in zvezd nenavadno močna, sence so ostre, barva neba pa temnomodra. V zatišnih

legah temperatura ob jasnem vremenu tudi poleti pade proti 40⁰ pod ničlo, pozimi pa celo prek 85⁰ pod ničlo. Ob robovih antarktičnega ledenega oklepa, to je približno med 60. in 65. vzporednikom južne poloble, je najbolj vetrovno podnebje na svetu. Tu divjajo orkani po več dni zapored in se po kratki prekinitvi pričenjajo znova. Vzrok je treba iskati v preostri temperaturni razliki med zrakom nad ledenim oklepom Antarktike in nad odprtim oceanom, ki obdaja ledeni oklep. Razen tega tu ob jasnem vremenu piha silovita burja s preohlajene ledene planote proti morju. Takim vetrovom pravimo k a t a b a t s k i v e t r o v i, po našem »slapoviti«: ti so v bistvu podobni naši primorski burji. Katabatski vetrovi so znani tudi ob malih ledenih oklepih, ki pokrivajo posamezne majhne otoke, na primer v Severnem Ledenem morju. Rusi pravijo takim otokom »ledene šapke«, to je »ledene kape«. Območje Nove Zemlje je tudi znano po zelo močnih katabatskih vetrovih.

Podnebje Severnega Ledenega morja smo že prej opisali. Podnebje nad ledenim oklepom Grönlanda je zelo podobno podnebju nad Antarktiko, le da je za spoznanje manj mrzlo.

Podnebje zahodne Sibirije je zelo podobno podnebju Kanade, le da se nad zahodno Sibirijo pozimi temperatura skoraj nikoli ne dvigne nad ničlo, a v Kanadi se to razmeroma pogosto dogaja. Drugače so tu in tam zime pretežno vetrovne s silnimi snežnimi meteži. Nad Kanado so ti vetrovi povečini monsunskega izvora, a nad zahodno Sibirijo so to nestalni vetrovi, ki pripadajo hitro potujočim ciklonom: gibljejo se prek sibirskega nižavja proti jugovzhodu ali vzhodu. Sicer tudi nad Kanado ne manjka hitro potujočih ciklonov, ki sprožijo kratkotrajne odjuge, pozneje pa siloviti Blizard s snežnimi meteži. Poletje je v Sibiriji in Kanadi relativno toplo in ima obilo sončnih dni.

Podnebje vzhodne Sibirije se bistveno loči od podnebja zahodne Sibirije. Tu vlada skoraj vso zimo brezhibno jasno in mirno vreme z znamenitim sibirskim mrazom, ki pogosto presega 60⁰ pod ničlo. Snega tukaj skoro ni in snežne zime so redkost. Južnega vremena pozimi tu še zdaleč ni, kajti najvišja do sedaj izmerjena zimska temperatura znaša še 17⁰ pod ničlo! V tem območju so najhladnejše zime severne pol-

oble, saj so celo hladnejše kot nad ledenim oklepom Grönlanda ali tečaja. Poletje je kratko, razmeroma vroče in temperatura se podnevi večkrat povzpne do 30°. Prehod iz zime v poletje je zelo kratek in redno nastopa v maju. Prav tako hitro prehaja poletje v zimo, in sicer že ob koncu septembra ali v začetku oktobra. Pomladi in jeseni torej tu praktično ni!

VI. poglavje

PODNEBJE PUŠČAV

Posebno vrsto ekstremnih podnebij tvori podnebje puščav. Tu je ozračje po adiabatskem procesu izredno razgreto in izsušeno. V višinah je zrak zelo prozoren in skoraj prav tako čist, kakor nad polarnim področjem. Vendar je v nižjih legah do višine kakih 2 km prepojen s finim peščenim prahom. Nad puščavami prevladuje v višinah brezvetrje, a pri tleh pihajo podnevi dokaj močni vroči vetrovi različnih smeri, ki dvigajo v zrak omenjeni peščeni zrak. Ti vetrovi nastajajo zaradi krajevnih temperaturnih razlik, ki so v puščavah zelo ostre. V nočnem času se temperatura nad puščavami približuje ničli, v ugodnih zatišnih legah pada celo pod ničlo, čez dan pa se dvigne nad 50°; v puščavi Dah-Lut v Perziji so celo izmerili 59° in ravno toliko v Dolini smrti v Kaliforniji. Pesek pa se razgreva prek 80°. Dež pada v puščavah zelo redkokdaj. Včasih ga ni več let zapored. Zato pa utegnejo prihrumeti močne nevihte z nenavadno težko točo. Toča pada namreč tam, kjer so suše, ne pa tam, kjer so deževja! Tudi pri nas pada toča v sušnih razdobjih in skoraj nikoli ob času deževja. Toča potrebuje namreč za svoj nastanek močno preogretost v nižinah. Sicer v puščavah namesto dežja pihajo siloviti vroči vetrovi, ki se imenujejo samumi. Ob samumu se tako stemni, kakor ob nahujšem neurju in zrak se napolni z gostim in razbeljenim peščenim prahom, ki neusmiljeno sili v nos, usta, pljuča, ušesa itd. Ob samumu se temperatura naenkrat dvigne, kar povzroči dvignjeni razgreti pesek, relativna vlaga pa se zniža do nekaj procentov. Zato preti ob samumu smrt zaradi hitre izsušitve telesa! Kamele se ob samumu vležejo in skušajo tako kljubovati izsušitvi.

Iz navedenega kratkega opisa različnih podnebij po načelih dinamične klimatologije, lahko vidimo, da nam dinamična klimatologija prikazuje podnebje takšno, kakršno je v resnici, brez abstraktnih povprečkov, ki povečini potvarjajo resnico in dajejo interesentom napačne informacije. Povpreček je koristen le zato, da grobo ločimo topla in hladna, vlažna in suha podnebja.

NEKATERE NAJVAŽNEJŠE MATEMATIČNE FORMULE V VREMENOSLOVJU

Laplaceov zakon:

$$h = 18\,420\left(1 + \frac{t}{273}\right)\log\frac{P_o}{P}$$

h = višinska razlika v metrih,
t = srednja temperatura tistega zračnega sloja,
P_o = zračni pritisk na spodnjem nivoju, to je v višini *0*,
P = zračni pritisk na zgornjem nivoju, to je v višini h.

Coriolisova odklonska sila:

$$A = 2\,m\,\omega \sin\varphi\,.\,V$$

A = pospešek, povzročen po Coriolisovi sili (v m/sek ali cm/sek),
m = gmota gibajočega se telesa,
ω = kotna hitrost rotacije Zemlje $= 2\,\pi : 86\,164 = 7{,}29 . 10^{-5}$ sek^{-1}.

Zemlja se namreč zavrti okoli svoje osi enkrat v 86 164 sekundah (zvezdni dan je skoraj za 4 minute daljši od našega običajnega, t. j. sončnega dneva, ki šteje 24 ur) in pri tem oriše vsaka točka zemeljskega površja popoln krog, to je 360^0 ali $2\,\pi$.

V = hitrost telesa (v m/sek ali cm/sek). Pri hitrosti teles 20 m/sek znaša pospešek Coriolisove sile na 10. vzporedniku le 0,05 cm/sek^2, a na tečaju 0,29 cm/sek^2.

Barometrski gradient in hitrost vetra:

$$V = \frac{4{,}78}{\sin \varphi} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta n}$$

V = hitrost vetra v m/sek,
φ = zemljepisna širina,
$\frac{\Delta P}{\Delta n}$ = razlika v pritisku na razdaljo Δn.

Pri razliki v pritisku za 1 mb na 111 km razdalje, t. j. ko znaša
$\frac{\Delta P}{\Delta n}$ = 1 mb je hitrost vetra naslednja:

φ =	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
V =	27,4	14,0	9,5	7,4	6,2	5,6	5,1	4,9	4,8 m/sek

Bernoullijev efekt:

$$\frac{P}{\varrho_0}\,\frac{c^2}{2} = \frac{P_o}{\varrho_0}\,\frac{c_o^2}{2}$$

kjer P_o pomeni prvotni zračni pritisk, a c_o prvotno hitrost zraka; P in c pomenita kasnejši pritisk in kasnejšo hitrost; ϱ_0 in ϱ pomenita ustrezne gostote zraka.

Zveza med toploto in temperaturo:

$$W = k \,.\, T$$

W pomeni povprečno kinetično energijo molekul; T pomeni absolutno temperaturo telesa; k pomeni Boltzmannovo konstanto, ki je enaka $1{,}38 \,.\, 10^{-16}$ erg/grad.

Planckov zakon:

$$E_\lambda = \frac{c_1 \lambda^{-3}}{e^{\frac{c_2}{\lambda \tau}} - 1}$$

kjer E_λ = energija svetlobe z valovno dolžino.
T = absolutna temperatura emisijske površine.

$c_1 = 8 \,.\, \pi \,.\, h; c_2 = \frac{hc}{k}$, kjer je h Planckova konstanta, ki je enaka $6 \,.\, 6 \,.\, 10^{-27}$ erg. sek,

$k = 1{,}38 \,.\, 10^{-16}$ erg/grad (Boltzmannova konstanta) $c =$ hitrost svetlobe, t. j. 300 tisoč km/sek.

Stefanov zakon:

$$E = \sigma T^4$$

kjer pomeni E celokupno energijo emisijskega spektruma, $\sigma = 8{,}21 \; 10^{-11}$ gram. kal. cm^{-2}. min^{-1} (Stefanova konstanta), $T =$ absolutna temperatura emisijske površine.

Wienov zakon:

$$\lambda_{max} \,.\, T = 2940$$

$\lambda =$ valovna dolžina v mikronih tistega žarka, ki nosi največjo energijo spektra. $T =$ absolutna temperatura emisijske površine.

Kirchoffov zakon:

$$\frac{E_{\lambda\tau}}{A_{\lambda\tau}} = C$$

$E_{\lambda\tau} =$ izžarevanje na valovni dolžini λ pri temperaturi T,
$A_{\lambda\tau} =$ absorpcija žarkov z dolžino λ pri temperaturi telesa T,
$C =$ konstanta.

Koeficient absorpcije ali noiriteta $A_\lambda = \frac{I_{A\lambda}}{I_\lambda}$, kjer $I_{A\lambda}$ pomeni množino žarkovne energije valovne dolžine λ, ki se je absorbirala na enoti površine v enoti časa, I_λ je množina žarkovne energije valovne dolžine λ, ki je padla v istem času na telo.

Koeficient refleksa ali albedo $B = \frac{I_{B\lambda}}{I_\lambda}$, kjer pomeni $I_{B\lambda}$ množino reflektirane svetlobe, a I_λ množino celokupne svetlobe iste valovne dolžine λ, ki je padla na telo. Stefanov zakon s Kirchoffovim dodatkom se glasi:

$E = \sigma \,.\, A \,.\, T^4$, kjer pomeni A absorpcijski koeficient, veljaven za ves spektrum emisije, ne pa za posamezno monokromatično svetlobo spektra.

Rayleighov zakon:

$$D = k\,\lambda^{-4}$$

D pomeni jakost difuzne razpršitve svetlobe, k pomeni konstanto, λ pa valovno dolžino tiste svetlobe.

Mie-Forbsov zakon:

$$D = k\,\lambda^{-1,1}$$

Označbe so iste, kakor pri Rayleighovem zakonu.

Adiabatski proces:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{0,2882}$$

kjer T_1 *in* T_2 pomenita temperaturi v začetku in ob zaključku adiabatskega procesa pri spremembah pritiska od P_1 na P_2 ali obratno.

Psihrometrska formula:

Za aspiriran psihrometer

$$e = E' - c\,(t - t')\,\frac{b}{755}$$

E' = maksimalni parni pritisk v mm, ki ustreza temperaturi vlažnega termometra t'; e pomeni parni pritisk v mm, ki vlada v zraku; b pomeni barometrski pritisk v mm, c pa konstanto, ki znaša 0,5, a kadar je krpica na vlažnem termometru zmrznjena, potem 0,43.

Za neaspiriran psihrometer $e = E' - c\,(t - t')\;b$; b je barometrski pritisk v mm, t in t' pomenita temperaturo suhega oz. vlažnega termometra in c konstanto, ki je odvisna od vetra in od tega, če je krpica vlažnega termometra zmrznjena ali ne:

če ni vetra, potem je

$c = 0{,}0012$, pri zmrznjeni krpici pa $c = 0{,}001$,

pri komaj opaznem vetru

$c = 0{,}0008$, pri zmrznjeni krpici pa $c = 0{,}0007$,

pri močnem vetru

$c = 0{,}0007$, pri zmrznjeni krpici pa $c = 0{,}0006$.

Relativna vlaga:

$$R\,\% = \frac{e}{E} \cdot 100$$

e = parni pritisk, E = maksimalni parni pritisk, ki ustreza temperaturi suhega termometra t.

Absolutna vlažnost:

$$a = 298{,}9\,\frac{e_{mm}}{T} = 217{,}2\,\frac{e_{mb}}{T}$$

e = parni pritisk (mm ali mb), T = absolutna temperatura zraka.

Beaufortova skala za jakost vetra:

0 = brez vetra,
1 = komaj opazna sapica,
2 = slab vetrček, katerega komaj čutimo na obrazu,
3 = veter, katerega že takoj čutimo in ki giblje listje na drevju in male drevesne vejice,
4 = zmeren veter, ki ponekod dviga prah in giblje tanjše drevesne veje,
5 = veter, ki giblje manjša drevesna debla,
6 = močan veter, ki tuli okrog vogalov, a še ne giblje večjih drevesnih debel,
7 = veter, ki ovira hojo, giblje cela drevesa, razen najmočnejših dreves,
8 = viharni veter, ki lomi male vejice na drevesih in dviga s tal s prahom tudi drobne kamenčke,
9 = vihar, ki odnaša dimnike in opeko na strehi,
10 = veter, ki odnaša strehe in ruva drevje, preobrača avtomobile,
11 = veter, ki preobrača vagone in podira hiše,
12 = najhujši orkan.

Dr. Vital Manohin
VREMENOSLOVJE IN PODNEBJESLOVJE

Opremil
Karel Hrovatin

Urednik
Branko Vesel

Izdalo
Časopisno-založniško podjetje
»Ljudska pravica« — Cankarjeva založba
v Ljubljani

Predstavnik
Djuro Šmicberger

Natisnila in vezala
tiskarna ČZP »Ljudska pravica« v Ljubljani
aprila 1960

C
ZALOŽBA